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

ENTOMOPATOJEN FUNGUSLAR *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)' NIN DOMATES GÜVESİ *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)' YA KARŞI ENDOFİTİK ETKİLERİ

Hazırlayan
Zeynep DİKER TAŞÇI

Danışman
Prof. Dr. Murat MUŞTU

Yüksek Lisans Tezi

Eylül 2023
KAYSERİ

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

ENTOMOPATOJEN FUNGUSLAR *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)' NIN DOMATES GÜVESİ *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)' YA KARŞI ENDOFİTİK ETKİLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Zeynep DİKER TAŞÇI

Danışman
Prof. Dr. Murat MUŞTU

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından FYL -2022 -12017 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Eylül 2023
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.

Zeynep DİKER TAŞÇI

İmza:

“Entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)’nın domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)’ya karşı endofitik etkileri” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	Danışman
Zeynep DİKER TAŞÇI	Prof. Dr. Murat MUŞTU

Bitki Koruma ABD Başkanı

Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış açılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocam Prof. Dr. Murat MUŞTU' ya teşekkürü borç bilirim.

Deneysel Çalışmalarım sırasında karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımlarından dolayı laboratuvar arkadaşım Sümeyye KIRATLI 'ya teşekkür ederim.

Çalışmalarımda manevi desteği olan Hülya ALTINTAS, Selamet KOCABEY, Merve KARA' ya teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasına maddi destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' ne (Proje No: FYL - 2022 - 12017) teşekkür ederim.

Tohum gönderimini sağlayan Vilmorin Tohum (SC2121) ve Sunagri (SC2121) firmalarına teşekkür ederim.

Çalışmamda kullanmış olduğum *Tuta absoluta* (Domates güvesi)' yı bulmamda yardımcı olan Ziraat Mühendisi Harun AŞAN ve Ziraat Mühendisi Salih TAŞÇI' ya teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima maddi ve manevi olarak destekleyen annem Alime DİKER, babam Mehmet DİKER, Abilerim Murat ve Ramazan DİKER, kardeşim Yasemin DİKER, Yengelerim Nuray ve Kezban DİKER ve eşim Ziraat Mühendisi Salih TAŞÇI' ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Zeynep DİKER TAŞÇI

Kayseri, Eylül 2023

ENTOMOPATOJEN FUNGUSLAR *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)' NIN DOMATES GÜVESİ *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)' YA KARŞI ENDOFİTİK ETKİLERİ

Zeynep DİKER TAŞÇI

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2023
Danışman: Prof. Dr. Murat MUŞTU

ÖZET

Bu çalışmada entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes:Hypocreales) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)'nın domates güvesi *Tuta absoluta (*Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı etkileri ve endofit fungusların domateste kolonizasyonu araştırılmıştır. Haftalık olarak 4 hafta boyunca incelenen patates dekstroz agarlardan (PDA) *B. bassiana*'ya ait, yaprak püskürtme yönteminde en fazla kolonizasyon (100.00±0.00) elde edilmiştir. Aşılamadan 3 ay sonra yapraklardaki fungus kolonizasyonunda *B. bassiana*'nın, tohum daldırma yöntemindeki bitkilerde 56.00±4.99 olduğu belirlenmiştir. Aşılanmış bitkilerden beslenen ve bu bitkilere maruz kalan yumurta, larva, pupa ve erginde ölüm oranlarına bakıldığında en yüksek ölüm oranı *B. bassiana*, tohum daldırma (64±4.52) yönteminde olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yumurta sayısı kontrol uygulamalarında 95.51 adet bulunurken, en düşük yumurta sayısı ise *B.bassiana,* tohum daldırma uygulaması yapılmış domates bitkilerinde 57.88 adet olarak tespit edilmiştir. En düşük ergin öncesi canlılık (%) oranı %59 ile *B. bassiana* iken en yüksek oran %88 olarak kontrolde olmuştur. *Tuta absoluta*' nın gelişme süresi *B. bassiana* ve *I. farinosa* uygulaması yapılmış domates bitkilerinde 29.59±0.33 ve 30.02±0.18 gün olarak tespit edilmiştir. *Tuta absulota*' nın en düşük yaşam çizelgesi parametreleri *B. bassiana* uygulanmış domateslerde gözlemlenmiştir; kalıtsal üreme yeteneği (r= 0.1149 ± 0.0046 gün^{-1}) üreme gücü sınırı (λ= 1.1218 ± 0.0051 gün^{-1}), net üreme gücü (R_0= 57.88 ± 8.35 yumurta) ve ortalama döl süresi (T= 35.32 ± 0.48 gün).

Anahtar Kelime: Entomopatojen fungus, domates, *Tuta absoluta*, *Beauveria bassiana Isaria farinosa*, biyolojik mücadele, endofitik fungus, kolonizasyon

ENDOPHYTIC EFFECTS OF THE ENTOMOPATHOGENIC FUNGI *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) AND *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales) AGAINST THE TOMATO MOTH *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Zeynep DİKER TAŞÇI

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, September 2023
Supervisor: Prof. Dr. Murat MUŞTU

ABSTRACT

In this study, the effects of the entomopathogenetic fungi *Beauveria bassiana*(Balsamo)Vuillemin (Sordariomycetes:Hypocreales) and *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes:Hypocreales) against the tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and the colonization of endophyte fungi in tomato were investigated. Among the patato dextroz agars (PDA) examined weekly for 4 weeks, the highest colonization (100.00±0.00) of *B. bassiana* was obtained in the leaf spray method. In fungal colonization on leaves 3 months after inoculation, *B. bassiana* was found to be 56.00±4.99 in seed dipping method. When the mortality rates of eggs, lervae, pupae and adults fed from inoculated plants were examined, the highest mortality rate was found in *B. bassiana,* seed dipping method (64±4.52). The highest number of eggs was 95.51 in the control treatments, while the lowest number of eggs was 57.88 in tomato plants treated with *B.bassiana,* seed dip treatment. The lowest Pre-adult viability (%) rate was %59 in *B. bassiana* and the highest rate was %88 in the control. The development times of *Tuta absoluta* was 29.59± 0.33 and 30.02± 0.18 days in tomato plants treated with *B. bassiana* and *I. farinosa*. The lowest life table parameters of *Tuta absulota* were observed in tomatoes treated with *B. bassiana*: the intrinsic rate of increase (r= 0.1149 ± 0.0046 day^{-1}) ,the finite rate of increase (λ= 1.1218 ± 0.0051 day^{-1}), the net reproduction rate (R_0= 57.88 ± 8.35 eggs) and mean generation time (T= 35.32 ± 0.48 days).

Keywords: Entomopathogenic fungi, tomato, *Tuta absoluta*, *Beauveria bassiana*, *Isaria farinosa,* biological control, endophytic

İÇİNDEKİLER

ENTOMOPATOJEN FUNGUSLAR *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)' NIN DOMATES GÜVESİ *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)' YA KARŞI ENDOFİTİK ETKİLERİ

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

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1.Problem Durumu 7
1.2. Araştırmanın Amacı 7
1.3. Araştırmanın Önemi 8
1.4. Literatür Çalışması 8
1.4.1. *Tuta absoluta* (Domates Güvesi) ile İlgili Çalışmalar 8
1.4.2. Entomopatojen Funguslar ile ilgili Yapılan Çalışmalar 9
1.4.3. Endofit Entomopatojen Funguslar ile Yapılan Çalışmalar 11
1.4.4. Endofit Fungusların Bitki Zararlıları Mücadelesi Üzerine Yapılan Çalışmalar 12

2.BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal 19
2.1.1. Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) 19
2.1.2. *Beauveria bassiana* 22

2.1.3. *Isaria farinosa* 23
2.2. Yöntem 24
2.2.1. Üretim çalışmaları 24
2.2.2. Fungus Kültürü 25
2.2.3. Konidial Süspansiyonlu Üretimi 26
2.2.4. Domates bitkisinde *Beauveria bassiana* ve *Isaria farinosa* 'nın kolonizasyonu 27
2.3. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*'nın domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%) 30
2.4. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*'nın domates güvesi üzerindeki ölüm oranlarına etkisi (%) 31
2.5. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*'nın aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%) 31
2.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta* 'nın gelişme süreleri, toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü 32
2.7. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta* (♀ + ♂)'nın gelişme süresi ve toplam gelişme süresi , ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü üzerine etkisi 33
2.8. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın ergin preovipozisyon süresi, toplam preovipozisyon süresi, yumurtlama gün sayısı, doğurganlığı ile dişi ve erkek ömür süreleri 34
2.9. Veri Analizleri 35
2.9.1. Kolonizasyon çalışmaları 36
2.9.2. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın yaşam çizelgelerinin oluşturulması ve parametrelerin hesaplanması 36

3.BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*'nın domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%) 39

3.2. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*'nın domates güvesi üzerindeki ölüm oranlarına etkisi (%) 43

3.3. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*'nın aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%) 46

3.4. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta* (♀ + ♂)'nın gelişme süreleri, toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü 47

3.5. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın ergin preovipozisyon süresi, toplam preovipozisyon süresi, yumurtlama gün sayısı, doğurganlığı ile dişi ve erkek ömür süreleri 49

3.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın yaşam çizelgelerinin oluşturulması ve parametrelerin hesaplanması 52

4.BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

KAYNAKÇA 64

ÖZGEÇMİŞ 74

KISALTMALAR VE SİMGELER

%	: Yüzde
˚C	: Derece santigrat
µm	: Mikrometre
Bt	: *Bacillus thuringiensis*
cm	: Santimetre
Dk	: Dakika
EPF	: Entomopatojen fungus
EPN	: Entomopatojen Nematod
ml	: Mililitre
NaCIO	: Sodyum hipoklorit
PDA	: Patates dekstroz agar
PDA	: Patates dekstroz agar
Sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar Bauveria bassiana ve Isaria farinosa' nın domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%) 41

Tablo 3.2. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar Bauveria bassiana ve Isaria farinosa' nın domates güvesi üzerindeki ölüm oranları (%) 44

Tablo 3.3. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar Bauveria bassiana ve Isaria farinosa' nın aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%) 47

Tablo 3.4. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen Tuta absoluta (♀ + ♂)'nın gelişme süreleri, toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü 49

Tablo 3.5. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın ergin preovipozisyon süresi, toplam preovipozisyon süresi, yumurtlama gün sayısı, doğurganlığı ile dişi ve erkek ömür süreleri 51

Tablo 3.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen Tuta absoluta' nın yaşam çizelgesi parametreleri, kalıtsal üreme yeteneği (r), üreme gücü sınırı (λ), net üreme gücü (R_0) ve ortalama döl süresi (T) 53

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Domates güvesine ait yumurta (a), larva (b), pupa ve ergin (c) dönemleri 20
Şekil 2.2. *Tuta absoluta*' nın üsten görünüşü (a) erkek ve dişi bireylerinde abdomenin ince ve sivri olası erkek bireyi, kalın ve bombe şeklinde olması dişi bireyi (b) gösterir. 20
Şekil 2.3. Larvaların beslenmesi sonucu siyah renkli dışkılar (a) ve şeffaf galerilerin meydana getirmesi (b). 21
Şekil 2.4. *Beauveria bassiana* Esk-3 izolatının PDA'da gelişimi (a) ve Kremsi-beyaz gelişimi (b). 23
Şekil 2.5. *Isaria farinosa* N19/2 izolatı (a) ve PDA'da gelişimi (b). 24
Şekil 2.6. Domates tohum (SC2121) saksı hazırlığı (a), tohum ekimi (b) ve ekilen tohumların gelişimi (c). 24
Şekil 2.7. Domates güvesi (*Tuta absoluta*) erginlerin çiftleşmesi (a) ve tül kafesteki erginlerin üretimi (b). 25
Şekil 2.8. PDA(Patates dekstroz agar) hazırlığı(a), PDA'ların petri kaplarına aktarımı(b), PDA ortamına fungus inokülasyonu(c) ve inolüle edilen PDA kaplarının inkübatöre yerleştirilmesi(d). 26
Şekil 2.9. Esk 3 *Beauveria bassiana* ve N19/2 *Isaria farinosa*' ya ait fungus kültürleri. 26
Şekil 2.10. Konidial süspansiyon hazırlanışı (a), konidilerin cam bagetle kazınması (b), çözeltinin iki kat steril tülbentten geçirilmesi (c) ve konidial süspansiyonun thoma lamında incelenmesi (d). 27
Şekil 2.11. Domates tohumlarının yüzey dezenfeksiyonu (a) ve laminer kabinde kurutulması (b). 27
Şekil 2.12. Domates tohumları için konidial süspansiyon hazırlanması (a) ve domates tohumlarının 24 saat süre ile konidial süspansiyonda bekletilmesi (b). 28
Şekil 2.13. 21 günlük fidelerin topraktan çıkarılması (a), fidelerin saf suda durulanması (b) ve fidelerin konidial süspansiyonda bekletilmesi (c). 29
Şekil 2.14. Konidial süspansiyonun alüminyum folyo ile akışı önleme (a) ve yapraklara püskürtülmesi (b). 29
Şekil 2.15. Yaprakların yüzey dezenfeksiyonu (a), dezenfekte edilen yaprakların kurutulması (b), yaprakların parçalara ayrılması (c) ve yaprak parçalarının PDA ortamına yerleştirilmesi (d). 30

Şekil 2.16. Endofitik entomopatojen fungus tarafından kolonize olan domates bitkisi üzerine 2.-3. dönem larva yerleştirilmesi (a) ve petri kaplarının iklimlendirme odasında tutulması (b). 31
Şekil 2.17. Aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (a), yapraklardaki gelişimi (b) ve fungus gelişimi için PDA kaplarının inkübatöre yerleştirilmesi (c). 32
Şekil 2.18. *Tuta absoluta'* ya ait yumurtaların fırça yardımı ile toplanması (a), yumurtaların petri kaplarına yerleştirilmesi (b) ve Petri kaplarının iklimlendirme odasında bekletilmesi (c)..... 34
Şekil 2.19. Ölümü gerçekleşen larva (a), pupa ölümü (b) ve ölen bireylerin nemli filtre kağıdına aktarılması (c). 34
Şekil 2.20. Dişi ve erkek bireylerin kafese yerleştirilmesi (a) ve kafeslerin iklimlendirme odasına yerleştirilmesi (b). 35
Şekil 3.1. Domates bitkilerine aşılama yapılan yaprakların endofit fungus *Bauveria bassiana*' nın gelişimi (a) ve PDA ortamında görünümü (b). 40
Şekil 3.2. Domates bitkilerine aşılama yapılan yaprakların endofit fungus *Isaria farinosa'* nın gelişimi (a) ve PDA ortamında görünümü (b). 41
Şekil 3.3. Aşılanmış yapraklardan beslenen larva ve pupalarda mikoz oluşturması (a) ve mikroskop görüntüsü (b). 43
Şekil 3.4. Aşılama yapılan yapraklardan 3 ay sonrası kolonizasyon kontrolü *Baeuveria bassiana* (a) ve *Isaıra farinosa* (b). 46
Şekil 3.5. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın yaş ve döneme bağlı canlılık oranı (*sxj*). 55
Şekil 3.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın yaşa özgü canlılık oranı (*lx*), yaş ve döneme bağlı doğurganlığı (*fxj*), dişi yaşına özgü doğurganlığı (*mx*) ve yaşa özgü maternitesi (*lxmx*) 56
Şekil 3.7. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın yaş ve döneme bağlı beklenen yaşam süresi (*Exj*). 59
Şekil 3.8. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın yaş ve döneme bağlı üreme değeri (*vxj*). 60

GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) 24 kromozoma sahip diploid bitkilerdendir. Patates, patlıcan, petunya, biber, domates, tütün ve diğer bitkilerde dahil olmak üzere Solanaceae familyasında 3000 ‘den fazla tür bulunur (Bai & Lindhout, 2007). Ayrıca 10.000 ‘den fazla çeşidinin olduğu bildirilmektedir (Peralta & Spooner, 2019).

Kökeni And Dağları olan domatesin anavatanı Güney Amerika’nın batısında bulunan Peru’dur. Amerika’ da keşfedildikten sonra 15. Yüzyılda Avrupa’ ya getirilmiştir. Günümüzde Dünya genelinde üretimi yapılan kültür bitkisi haline gelerek üretim ve tüketimi artmaya devam etmektedir. Domatesin Türkiye’ ye ilk gelişi ise 19. yüzyılda Fransa’ dan Suriye’ ye gelmiştir (Kaya vd., 2018).

Domates, dünyada en çok üretimi yapılan, tüketilen ve ticarette önemli bir etkisi olan tarım ürünlerinde ilk sırada yer almaktadır. Domates, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden biri olması ve gıda sanayisinde salça, konserve, ketçap, turşu, dondurulmuş gıda olarak çeşitli yollarla değerlendirilmesi sebebiyle önemli sebzelerin başında gelmektedir (Anonim, 2007).

Domates ekim yapılan alanlara bakıldığında 2021 yılı 2020 yılına göre kıyasla yaklaşık olarak %5,2 daraldığı görülmektedir. Ülkemizde 2021 yılında toplam domates üretimi bir önceki yıla göre yaklaşık olarak %0,8 azalma meydana getirerek 13,1 milyon ton olmuştur. Verim ise 2020 yılına kıyasla 2021 yılında %4,6 artarak 79,4 ton/hektar olmuştur (TÜİK, 2022).

Dünyada birçok yerde yetiştirilen domates, Türkiye de iklim koşullarının uygun olması sebebiyle yetiştirilen önemli sebzeler arasında yer alır ve dünyada üretim sıralamasında önemli ülkeler arasında yer almaktadır (Anonim, 2007).

Dünyada domates ekim alanlarında domates üretiminde önde gelen ülkelerinden Hindistan, ABD, İtalya, Çin, Türkiye ve İran bir önceki yıllara göre 2020 yılında artış

göstermiştir. Adı geçen ülkelerden üretim artışı 2020 yılı diğer yıllara göre yaklaşık %2,1 artarak 187 milyon tona ulaşmasında etkili olmuştur (FAO, 2022).

Örtü altı ve açık arazide ekonomik kayıp oluşturan hastalık ve zararlıların olduğu bilinmektedir. Zararlı olarak kırmızı örümcek, thrips, yaprakbiti ve beyazsinek zarar oranını yükseltirler (Tanik vd., 2020).

Domatesin en önemli zararlılarından *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) dünya çapında örtü altı ve açık alanda yetiştiriciliği yapılan domates bitkisinde zarar potansiyeli yüksek ana zararlı konumundadır. Türkiye'de 2009 yılında ilk kez *Tuta absoluta* (domates güvesi) larvaları İzmir' in Urla ilçesinde tespit edilmiştir. Domates üretimi yapılan alanlarda bu larvalar yapraklarda galeri oluştururken meyvelerde de yüzeysel zarar meydana getirdiği tespit edilmiştir (Kılıç, 2010).

Tuta absoluta larvası bitkinin kökleri hariç yaprak, gövde, sap, meyveye giriş yaparak zarar meydana getirir. Yapraklarda özellikle iki parankima dokusu arasında beslenerek şeffaf doku oluşturur ve bu oluşan galeriler nekrotik kahverengi rengine dönerek kurur. Bitkide açılan galeriler fazla olması durumunda bitki tamamen kuruma meydana getirebilir. Galeri içinde tipik olarak larvaların beslenmesi sonucu oluşan siyah renkte dışkıları dikkat çekerken meyve içine giriş yaparak düzensiz galeriler meydana getirir. Bu durum meyvede pazar değerinin düşmesine sebep olur (Anonim, 2017).

Domates yetiştiriciliği yapılan bölgelerde çiftçiler tarafından zararlı ile mücadelede yoğun kimyasal kullanımı dikkate çekmektedir (Anonim, 2017). Pestisit kullanan üreticiler domates güvesinin popülasyon durumunu ve ekonomik zarar eşiğini dikkate almamaktadır. Bu sebeple her yıl yetiştiriciliği yapılacak domateste zararlının ekonomik zarar eşiği ve popülasyon durumları bilinmelidir (Tanik vd., 2020).

Ayrıca domates güvesi yaprağın iki epidermis arası ve meyve içine girmesi nedeniyle zararlıya karşı yürütülen kimyasal mücadele çok etkili olamamakta, bu nedenle üreticiler zararlıya karşı çok yoğun kimyasal kullanmaktadır. Yoğun kimyasal kullanımı da gerek ekonomik ve gerekse önemli çevre kirliliğine yol açmaktadır. Ayrıca zararlı pestisitlere karşı son zamanlarda duyarlılığı azalarak direnç kazandığı belirtilmektedir. Hatta, Güney Amerika'da yapılan araştırmalar sonucunda insektisitlerin mücadele zaman zaman başarısız olduğu görülmüştür (Desneux vd., 2010).

Bununla birlikte zararlıya karşı yapılan mücadelede yoğun kullanılan insektisitin çevreye ve insan sağlığına zararlarının yanında doğal düşmanları öldürmesi sebebiyle de çiftçilere sınırlamalar meydana getirmektedir (Topuz, 2013). Bundan dolayı, zararlı ile mücadelede alternatif mücadele yöntemleri geliştirilmeli ya da kimyasal mücadele kullanımı azaltacak yeni yöntemler ortaya çıkarılmalıdır.

Çevreye ve hedef dışı organizmalara etkisi karşısında diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de organik tarım ön planda tutulmaktadır. Bu üretimde temel dayanaklardan biri tarımda kullanılan mücadelede biyolojik mücadelenin yürütülmesidir. Bu sebeple biyolojik preparatların kullanılması hedef dışı organizmalara etkisi, çevre ve insan sağlığına zararsız bir yöntem olarak sürdürülmesi ve doğal dengenin korunmasını sağlamaktır (Tan & Ökten, 2008).

Daha az kalıntı ve sürdürülebilir bir üretim için mümkün olan kontrol yöntemlerine yönelik bir arayış söz konusudur. Bu sebeple alternatif olarak predatör ve parazitoitler iyi bir biyolojik kontrol ajanıdır (Rubio vd., 2022).

Biyolojik mücadele uygulamasında domates güvesinin yumurta ve larva döneminde etkili olan ruhsatlı *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera: Miridae) gibi predatör ve *Trichogramma evanescens* gibi parazitoit türler bulunur(Anonim, 2017).

Diğer yandan *Tuta absoluta* mücadelesi için *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sayısında her konukçu yumurtası için 16 parazitoit olduğu rapor edilmiştir (Pratissoli vd., 2005). Brezilya'da *Trichogramma pretiosum* salınımı sonrasında domates güvesinde zarar oranında %87.7 azalma meydana gelmiştir (Parra & Zucchi, 2004).

Biyolojik mücadelede kullanılan yumurta parazitoiti *T. pretiosum* ile kimyasal mücadelede kullanılan pestisitler kıyaslandığında hasat sonrasında meyvelerde zarar oranı biyolojik mücadelede %13 iken kimyasal mücadelede yapılan alanlarda ise %58.3 olduğu raporlanmıştır. Bu rapora göre biyolojik mücadele uygulamalarının kimyasal mücadeleye göre daha etkili olduğu görülmüştür (Domingues vd., 2003). Laboratuvar koşullarında yapılan bir çalışmada *Trichogramma achaeae* 'nin *T. absoluta* üzerinde %100 parazitleme yaptığı görülmüştür. %83'lük kısmın siyah baş döneminde parazitleme sağlamıştır (Cabello vd., 2009).

Yapılan bir başka araştırmada ise tuzaklama yapıldığında ilk domates güvesi erginleri görüldüğünde *Trichogramma achaeae* salınımı yapılarak zarar oranında %90- 95 azaldığı görülmüştür. Ancak predatör *Nesidiocoris tenuis* ile *Trichogramma achaeae* salınması durumunda daha etkili olduğu raporlanmıştır (Kabiri vd., 2010).

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinde yapılan bir çalışmada *Trichogramma evanescens* salınması ile domates güvesini parazitleme oranı %60.27' dir. Domates güvesine ait yumurta ve larva sayılarında azalmanın sırası ile %63.29 ve %54.61 olduğu, meyvelerdeki bulaşıklık oranının kontrol parsellerinde %68 iken parazitoit salınımı ile %8.0 düştüğü saptanmıştır (Öztemiz vd., 2012).

Larva parazitoitlerinden *Pseudapanteles dignus* 'un Güney Amerika'da domates güvesi larvalarını parazitlediğini, dönemler arasında ayrım yapmadığını, geç dönem yetişen domates bitkilerindeki larvalarda ise parazitleme oranının %46'ya kadar olduğu bildirilmiştir (Botto vd., 2009).

Türkiye'de yapılan bir çalışmada, Antakya'da domates güvesi' ne ait larva parazitoitlerinden Hymenoptera takımından 4 familyaya ait (Chalcididae, Pteromalidae, Eulophidae, Braconidae) 9 parazitoid türü bildirilmiştir. Bunlar *Closterocerus clarus* (Szenleyi) , *Ratzeburgiola christatus* (Ratzeburg) , *R. İncompleta* (Boucek), *Baryscapus bruchophagi* (Gahan), *Brachymeria secundaria* (Ruschka), *Hockeria unicolor* (Walker), *Pteromalus intermedius* (Walker), *Bracon hebetor* (Say), *Bracon didemie* (Beyarslan)' dir. Bu türlerin parazitleme oranları %0.7- 37 arasında olduğu raporlanmıştır (Doğanlar vd., 2011).

Tuta absoluta' nın larva ve yumurta dönemleri üzerine beslenen predatörlerden *Macrolophus pygmaeus* ve *N. tenius* türleri ticari olarak kullanılmaktadır. Her iki türde Domates güvesine ait günlük 2 adet larva, 30 adet ise yumurta tükettikleri raporlanmıştır (Urbaneja vd., 2009).

Predatör ve parazitoitler dışında böcekler üzerinde hastalık oluşturan fungus, bakteri, virüs, protozoa, riketsiya ve nemotod gibi etmenler bulunmaktadır. Bunlardan entomopatojen funguslar önemli bir kullanım alanına sahiptir (Kiliç, 2008).

Bakteri ile yapılan bir çalışmada (*Bacillus thuringiensis)* uygulama sonucu domates güvesinde %90 oranında azalttığı, aynı zamanda sezon boyunca kontrol altına alınabileceği rapor edilmiştir (González-Cabrera vd., 2011).

Entomopatojen nematod(EPN)' lar yapılan çalışmalarda *Steirnema carpocapsae, Steirnema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*' nın domates güvesi larvalarında %78.6-100 arasında değişiklik gösteren ölümlere sebep olurken %10' un altında pupa ölümlerine sebep olduğu bildirilmiştir (Batalla-Carrera vd., 2010).

Virüslerle yapılan bir çalışmada Brezilya'da patates güvesinden elde edilen Granulovirüs ırkı (PhopGV)' nın domates güvesi mücadelesinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Mascarin vd., 2010).

Entomopatojen funguslar (EPF) ile de domates güvesine karşı bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan, *Metarhizium anisopliae* domates güvesi üzerinde çalışılan etmenler arasındadır (Pires vd., 2009). Fungus ile enfekte olan domates güvesi ergin dişilerinde yumurta bırakmada herhangi bir değişiklik olmadığı ancak enfeksiyonu sonrasında %37' ye varan dişi ölümlerine sebep olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Yumurtaların fungusa maruz kalmasından 72 saat sonrasında ise enfekte olduğu rapor edilmiştir. İspanya'da domates yetiştirilen parsellerde domates güvesine karşı *Beauveria bassiana*'nın tek başına ve *Bacillus thuringiensis* (Bt) ile birlikte kullanılması kontrol parsellerine kıyasla daha az zarar görmüş meyveler olduğu bildirilmiştir (Gregorio vd., 2009).

Entomopatojen funguslar Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera ve Hymenoptera, takımlarında hastalık oluşturmaktadır (De Melo vd., 2008). Entomopatojen fungus sporları zararlı böceklerin kütikülasından doğrudan giriş yaparak ve burada çimlenme oluşturarak böcek vücudu ve hemolimfinde çoğalır ve böceklerde ölüm meydana getirirler (Doğan, 2016).

Bununla birlikte yapılan birçok çalışmada EPF' lerin bitki dokularında kolonize olma ve farklı bitkilerde endofit fungus olarak büyüme potansiyelinin olduğunu gösterilmiştir (Vega, vd., 2008; Gurulingappa vd., 2011; Jaber ve Ownley, 2018).

Bu fungusların bitki içerisinde endofit olarak mevcut olması, entomopatojen fungusların aktivitelerini göz önünde bulunması, doğada böceklere karşı önemli potansiyele sahip olduklarını gösterir (Klieber & Reineke, 2016).

Endofit entomopatojen fungusların bitki içinde olması nedeniyle, olumsuz çevre koşullarından korunmasını, gelişmesi için düşük nem sınırlamasını azalmasına, ultraviyole ışığın olumsuz etkilerinden korunmasını sağlayabilmektedir. Bitki içerisinde olması ayrıca tohum, kök, gövde, yaprak ve rizomda, delme ve beslenme yoluyla zarar oluşturan zararlılara karşı uygulanan insektisit uygulamasının azaltması yönünde de katkı sağlarlar (Resquín-Romero vd., 2016).

Bu çalışmada, *B. bassiana* Esk-3 ve *I. farinosa* N-19/2 izolatları farklı aşılama yöntemleri kullanılarak domates bitkilerine aşılanmış, bu endofit fungusların *T. absoluta* üzerindeki etkileri laboratuvar koşullarında belirlenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1.Problem Durumu

Domates güvesi Solanecae familyasına ait domateste zarar potansiyeli oldukça yüksek zararlıdır (Anonim, 2017). 1970 yılında Güney Amerika'da, 2006 yılında İspanya'da ve 2009'da Fransa'da görülmüştür. Ardından Akdeniz Ülkeleri'nin tümüne yayılmıştır. Türkiye'de ise ilk raporu Ege Bölgesi'ndedir (Desneux vd., 2010).

Domates güvesi, domates yetiştirilen sera ve açık alanlarda zarar potansiyeli yüksek oligofag zararlıdır. Larvalar domates bitkisinin kök hariç bütün bölgelerinde ve her dönemde zarar meydana getirir. Larva yaprakta iki epidermis arasında galeriler meydana getirerek beslenir. Açılan galerilerde şeffaf boşluklar meydana getirmektedir. Yaprak ve meyvede açılan galerilerde beslenme sonucunda siyah renkli talaş şeklinde pisliklerin gözlenmektedir. Bitkide açılan galeriler nedeniyle bitkide kurumalar meydana gelmektedir. Ayrıca açılan galeriler sonucu sekonder mikroorganizmalar meyve ve yaprakta çürümeler meydana getirmektedir (Anonim, 2017).

1.2. Araştırmanın Amacı

Yapılacak olan çalışmanın amacı, domates yetiştiriciliği yapılan örtü altı ve açık alanlarda zararlısının en önemli zararlısı olan domates güvesini çevreye zarar vermeden popülasyonu kontrol etmek amacıyla biyolojik mücadelede kullanılan EPF' ler önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes:Hypocreales) ve *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales)'nın biyolojik mücadelede kullanılma potansiyellerinin ortaya konması amaçlanmaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Ülkemizde yetiştiriciliği göz önüne alındığında domates hem endüstriyel hem de besin olarak kullanılmaktadır. Ancak yetiştirilen bölgelerde verim ve kalitede ciddi etki eden domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) yetiştirilen alanlarda büyük kayıplara neden olmaktadır. Buna bağlı olarak üreticiler verim ve kalite kaybını önlemek amacıyla birçok insektisit kullanılmış ve dengesiz kullanım sonucunda bitkilerde kalıntı, zararlı üzerinde direnç problemi oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak üreticiler verim ve kalite kaybını önlemek amacıyla birçok insektisit kullanılmış ve dengesiz kullanım sonucunda bitkilerde kalıntı, zararlı üzerinde direnç problemi oluşturmaktadır. Bu problemlere yönelik biyolojik mücadelede kullanılan entomopatojen funguslar önemli bir yere sahiptir.

Bu tez çalışması kapsamında süneden izole edilen entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın izolatları domates bitkisinde tohuma aşılama, kök daldırma ve yaprağa püskürtme olmak üzere üç farklı aşılama yöntemi uygulanmıştır.

Çalışma sonunda farklı aşılama yöntemleri uygulanan entomopatojen fungusların domates bitkisindeki kolonizasyonu ve domates güvesi üzerindeki etkilerini belirlenmiş, bu fungusların biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılabilme potansiyelleri değerlendirilmiştir.

1.4. Literatür Çalışması

Domates (*Solanum lycopersicum*), dünyada en çok üretimi yapılan, tüketilen ve ticarette önemli bir etkisi olan tarım ürünlerinde ilk sırada yer almaktadır. Domates, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden biri olması ve gıda sanayisinde salça, konserve, ketçap, turşu, dondurulmuş gıda olarak çeşitli yollarla değerlendirilmesi sebebiyle önemli sebzelerin başında gelmektedir (Anonim, 2007).

1.4.1. *Tuta absoluta* (Domates Güvesi) ile İlgili Çalışmalar

Örtü altı ve açık arazide ekonomik kayıp oluşturan hastalık ve zararlıların olduğu bilinmektedir. Zararlı olarak kırmızı örümcek, thrips, yaprakbiti ve beyazsinek zarar oranını yükseltirler (Tanik vd., 2020).

Domatesin en önemli zararlılarından *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) dünya çapında önemli zararlı kategorisindedir. Domates güvesi yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört dönemden oluşarak yaşam döngüsünü tamamlamaktadır. Yumurtadan yeni çıkış yapan larva beslenerek toplamda dört larva dönemi geçirmektedir. Dördüncü döneme gelen larva kendini toprağa atarak kokon oluşturur. Kokon sonrası toprakta veya yaprak üzerinde pupa olur (Coelho & França, 1987).

Pupa 5-6 mm uzunluğunda, silindirik şekilde olup ilk dönemde rengi yeşil iken ergin çıkışına yakın koyulaşarak kahverengi rengini alır. Erginler yaklaşık olarak 6-7 mm boyunda, kanat açıklığı ise 8-10 mm aralığındadır. Antenleri iplik şeklinde ve kanatları gümüşimsi gri-kahverengi pulları bulunmaktadır. Ön kanatlarında tipik olarak siyah noktalar bulunur. Bu noktalar dişi bireylerde daha büyüktür (Urbaneja vd., 1992).

Tuta absoluta yüksek üreme potansiyeline sahiptir. Larvaların bulunduğu yerde besin var olduğu sürece diyapoza girmez. Yılda 10-12 döl verir. Çevresel koşullar uygun olduğu sürece biyolojik döngüsünü 28-38 günde tamamlanır. Dişiler yumurtalarını domatesin tüm toprak üstü aksamlarına bırakır. Ayrıca tek bir dişi ömrü boyunca 260 yumurta bırakabilir (EPPO, 2005).

T. absoluta örtü altı ve açık alanda yetiştiriciliği yapılan domates bitkisinde zarar potansiyeli yüksek ana zararlı konumundadır(Kılıç, 2010). Larvalar domates bitkisinin kök hariç bütün bölgelerinde ve her dönemde zarar meydana getirir. Larva yaprakta iki epidermis arasında galeriler meydana getirerek beslenir. Açılan galerilerde şeffaf boşluklar meydana getirmektedir. Yaprak ve meyvede açılan galerilerde beslenme sonucunda siyah renkli talaş şeklinde pisliklerin gözlenmektedir. Bitkide açılan galeriler nedeniyle bitkide kurumalar meydana gelmektedir. Ayrıca açılan galeriler sonucu sekonder mikroorganizmalar meyve ve yaprakta çürümeler meydana getirmektedir (Anonim, 2017).

1.4.2. Entomopatojen Funguslar ile ilgili Yapılan Çalışmalar

Tarım alanlarında biyolojik mücadele son yıllarda kullanımı hızla artmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle pestisit kullanımına tepkiler çoğalmıştır. Gereksiz ilaç kullanımının getirdiği olumsuz sonuçlara yönelik sürekli ve güvenli olarak zararlıyı baskı altında tutabilmesi adına yeni yöntemler üzerine çalışmalar arttırılmıştır. Bu sebeple

biyolojik mücadelenin çoğalması ile entomopatojen mikroorganizmaların laboratuvar koşullarında elde edilen birçok biyolojik preparat piyasada bulunmakta olup başarıyla kullanılmaktadır (Erkılıç & Uygun, 1993).

Entomopatojen, predatör ve parazitoid böcekler grubundan sonra gelen biyolojik mücadelede kullanılan geleceğe yönelik çalışmaları oluşturur. Entomopatojen fungus, bakteri, virüs, nematod, protozoa, riketsiyalardan oluşmaktadır. Bunlar içerisinde biyolojik mücadelede önemli bir yeri olan funguslar yer almaktadır. Yapılan araştırmalara göre 500 fungus türünün böceklerde hastalık oluşturduğu raporlanmıştır. Bu türler içerisinden bazıları laboratuvar koşullarında elde edilerek biyolojik mücadele preparatı olarak kullanılmaktadır (Deacon, 1983).

Böceklerde hastalık meydana getiren entomopatojen funguslar enzimatik ya da fiziksel yollarda böcek epikütikulasını delerek giriş yapmaktadır. Epidermis ve hypodermiste gelişerek fungus hifleri vücut boşluğu ve kan hücrelerinde çoğalarak böceğin ölümüne sebep olmaktadır. Buna ek olarak bazı fungusların toksin salgılamaları sebebiyle böceklerde ölümüne sebep olduğu bilinmektedir (Erkılıç & Uygun, 1993).

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

Dünya çapında tarım arazilerindeki topraklarda fazla miktarda *B. bassiana* görülür ve çok fazla konukçuya sahiptir (Güven vd., 2014). *B. bassiana* çevrede geniş yayılım gösterir ve yaklaşık olarak 70 kadar zararlı böceğe etki ettiği görülerek raporlanmıştır (Saenz-De-Cabezon Irigaray vd., 2003). Bugüne kadar *B. bassiana* 707 adet konukçusu olduğu belirtilmiştir. Konukçuları arasından 521 cins, 15 takım ve 149 familya bulunmaktadır. Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Siphonaptera, Isoptera, Orthoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Neuroptera, Mantodea, Blatteriae, Dermaptera ve Embioptera takımlarında hastalık meydana getirmektedir.

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 dahada yumuşama oluşturarak yumuşak kısımlardan beyaz küf tabakası oluşarak dışarı doğru büyüme meydana gelir. Misel üzerindeki konidialar çevreye salınarak milyonlarca infektif sporlar meydana getirir (Ocak vd., 2007).

1.4.2.2. *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, 2010). *Isaria* türleri kütikülar parçalayıcı enzimler (Proteaz, kitinaz, kitosanaz ve lipaz) üretirken aynı zamanda konukçu penetrasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Ali vd., 2010).

1.4.3. Endofit Entomopatojen Funguslar ile Yapılan Çalışmalar

Kelime tam anlamıyla bitki içinde yaşayan organizma anlamındadır. Yunanca'da "endo" içeri anlamına gelen 'endon' kelimesinden türetilirken "phyte" bitki anlamına gelen 'phyton' kelimesinden türetmişlerdir. Endofit bitkilerin gövde ve yapraklarında birikim oluştururken hiçbir hastalık belirtisi oluşturmayan mikroorganizmalardır(Carroll, 1988; Clay, 1988; Isaac, 1992; Wennström & Wennstrom, 1994; Wilson, 1993).

Endofit terimi ilk kez fitopatolog Heinrich Anton De Bary tarafından yapılmıştır. Endofitler yaşamları boyunca ya da bir kısımlarında canlı bitki dokuları içinde çoğalan ve belirti göstermeden enfeksiyon oluşturan ancak hastalık meydana getirmeyen fungus veya bakteri olarak tanımlanmıştır.(Wilson, 1995).

Bu organizmalar bitkilerin ksilem ve floem kısımlarında bulunabilmektedir (Tejesvi vd., 2007). Sağlıklı yetişen bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek, tohum ve kotiledondan giriş yaparak diğer kısımlarda yayılış gösterirler (Beram vd., 2016; Johri, 2006; Porras-Alfaro & Bayman, 2011).

Konukçu bitkilerde canlı kısımlarında belirti oluşturmadan yaşamaları sebebiyle bitkileri patojenik bakteri, fungus, nematod ve böceklere karşı koruyan etmendir. Bu tanımlamalar yapılmış olsada endofitler tam anlamıyla açıklanamamaktadır. Bu durumun sebebi ise endofitlerin yaşamları boyunca endofit kalmamasıdır (Vega vd., 2008).

Endofit mikroorganizmalar canlı konukçular üzerinde yaşamlarını sürdürür ve bitki sağlığına ciddi anlamda katkı sağlar. Bu sebeple endofit saprofit olarak varsayılmamalıdır. (Haggag, 2010). Kommensalistik ve mutualistik yaşamları yanında latent saprotrof, latent patojen, mikorizal fungus ve rhizobium kolonizasyonlarının ilk aşamalarında bulunabileceği anlamını taşımaktadır. Bu sebeple endofitler yaşamlarında bir ya da birden fazla işleve sahip olmaktadır (Porras-Alfaro & Bayman; 2011 Beram vd., 2016).

Endofit funguslar konukçu fizyolojisi, savunma, abiyotik ve biyotik baskılara karşı olarak çok çeşitli biyoaktif sekonder metobolitler meydana getirirler. Bu sekonder metoabolitler antiparaziter, antienflamatuar, antimikrobiyal, sitotoksit, antitümör, nöroprotektif ve antioksidan etkileri sekonder metabolitlerden bazıları, benzeri olmayan kimyasal yapılara sahip metabolik bileşiklerdir (Malhadas vd., 2017).

Bu sebeple endofit funguslar incelenirken sekonder metabolit üretim amacıyla kullanılabileceği ve ürünlerde zararlı böcek direnci sağlayan ve önemli genlerin aktif hale gelip çoğalarak vektör olarak kullanılmasından ötürü öneme sahiptir (Sia vd., 2013).

Endofit funguslar, sekonder metabolitlerin kimyasal çeşitliliği sebebiyle yeni antimikrobiyal bileşikler potansiyel kaynaklardan biridir. Bu zamana kadar yapılan çalışmalar sonucunda peptitler, steroidler, terpenoidler, alkaloitler, fenoller, alifatik bileşikler, kinonlar, fenilpropanoidler, polyketidler, flavonoidler ve bunun yanı sıra esterler, alkoller, ketonlar, lipitler gibi uçucu organik bileşiklerin endofit entomopatojen funguslar tarafından üretilmesi çok çeşitli antimikrobiyal bileşikler olduğu rapor edilmiştir (Mousa and Raizada 2013; Yu et al 2010; Banerjee et al. 2010; Kudalkar et al. 2012; Malhadas vd., 2017).

1.4.4. Endofit Fungusların Bitki Zararlıları Mücadelesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Webber, (1981), Karaağaç üzerinde zarar meydana getiren *Physocnemum brevilineım* ‘e karşı endofit entomopatojen fungusun (*Phomopsis oblonga)* koruma sağladığı bildirilmiş, araştırıcı bitki korumada bu örneği rapor eden ilk araştırmacı olmuştur. *Physocnemum brevilineım’* in karaağaç üzerinde zarar oluşturmasının yanı sıra *Ceratocystis ulmi* hastalığının vektörlüğünü yapmaktadır. Endofit entomopatojen fungus *Phomopsis oblonga’* nın böceğe etki ederek bu hastalığı yayılmasını azalttığı öne sürülmüştür.

Araştırmacı böceğe karşı gözlemlenen itici etkiyi fungusun ürettiği toksik bileşiklere bağlamıştır.

Cheplick vd., (1988), Endofit fungusların bitki dokularında çoğalma gösterirken alkalaidleri sentezleyerek Gramineae ve Cyperaceae' de zarar meydana getiren *Spodoptera frugiperda* 'nın gelişimini azaltarak hayatta kalmasını azalttığı görülmüştür. Un biti *Tribolium castaneum'*da endofit funguslarla enfekte olan öğütülmüş *F. arundinacea* ve tohum *Lolium perenne* ile oluşan besinlerle beslenen un bitlerinin böcek büyümesinde azalma meydana gelmiştir. Bu sonuçlar özellikle *F. arundinacea* tohumları ile beslenen zararlılarda meydana gelmiştir.

Riedell vd., (1991), *Acremonium coenophialum* ile enfekte olan *Festuca arundinacea'* nın metanolik ekstraktları fitofag böceklerin beslenme davranışı ve ağırlığını değiştirebilen endofitik fungus kökenli lolinler içerdiği görülmüştür. Bu ekstraktaldan elde edilen besinlerin lolin türevleri *Spodoptera furiperda* ve *Ostrinia nubilalis*' in vücut ağırlığı azalmış ve özellikle ilk döllerdeki fitofag böceklerde belirli davranışları değiştirmiştir.

Bing ve Lewis, (1991), Endofit funguslardan *B. bassiana'* nın mısır bitkilerinin epidermisinden girerek yayılım gösterdiğini, mevsim boyunca yaşamını bitki içerisinde sürdürmesinden dolayı mısır kurdu (*Ostrinia nubilalis*)' nun oluşturduğu galerileri azalttığını göstermiştir.

Kanda vd., (1994), *Lolium perenne* ve *F. arundinacea* bitkilerinde zarar meydana getiren çayır salkım otu kurdu *Parapediasia teterrella*'nın endofit bulunmayan bitkileri tercih ettiği bildirilmiş ancak *Acremonium coenophilaum* ile enfekte olmuş bitkileri larvaların açlıktan öleceği bir noktaya kadar tercih etmediği gözlemlenmiştir.

Clement vd., (1997), Endofit funguslar tarafından yönlendirilen fitofag böcek kontrolüne ilişkin başlangıçta olduğundan fazla tahmin edilen perspektif giderek kısıtlanmış gibi görünmüştür. Örnek olarak *Neotyphodium* fungusu ile enfekte edilmiş dört yabani arpaya ait familyada, *Diuraphis noxia* yoğunluklarında azalma oluştururken endofit bulunmayan bitkilerde hiçbir farklılık göstermemiştir.

Wilson ve Carroll, (1997), Endofit fungusun gal oluşturan böcek *Besbicus mirabilis'* in ölümüne sebep olduğu*, Basettia ligni'* nin ise aynı bitki üzerinde beslenmemesinin sebebi araştırılmıştır. *Besbicus mirabilis'* in gal oluşturmak için endofit fungusun (*Discula quercina*) daha sık bulunduğu yaprak kısımlarından kaçındığı gözlemlenmiştir. Ancak yapraklardan beslenen fitofag böcekler seçilim baskı ve gelişimsel kısıtlamalar sebebiyle böceklerin endofit fungus içermeyen yaprak kısımları dışında gal oluşturmaya zorlamış ancak buda böcekleri ölüme itmiştir. Bununla birlikte *Basettia ligni* endofit fungusun bulunmadığı yapraklarda yaprak üzerinde istila oranı yüksek alan oluşturmuştur. Bu bilgilere ek olarak *Basettia ligni* için gal oluşumu fungusun yüksek enfeksiyon yoğunluğuna ulaşması durumunda meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle bu türün yüksek oranda enfekte olmuş dokulara uzun süre temas etmediği görülmüştür.

Ju vd., (1998), *Neotyphodium typhonium* endofit fungusu ile enfekte olan ve olmayan bitki *(Poa ampla)* kontrol edilmiştir. Endofit fungus bulunan bitkiden elde edilen ekstraktlar sivrisinek larvalarına karşı test edilmiştir. Sadece enfekteli bitkilerden elde edilen ekstraktlar zararlı böceğe etkili olurken doğrudan funguslardan elde edilen ekstraktların etkili olmadığı görülmüştür.

Cherry vd., (1999); Cherry vd., (2004) ve Reddy vd.,(2009), Endofit entomopatojen fungusun fitofag böceklerin yumurta, larva ve erginlerin performansı üzerindeki etkisi hakkında yapılan çalışmaların tutarsız olduğu gözlenmiştir. Lepidoptera larvaları (*Ostrinia nubilalis* veya *Sesamia calamistis*)'na karşı *Beauveria bassiana* izolatları mısır ve sorgum bitkilerine aşılama yapılmış ve gövdede beslenmesinin azaldığı görülmüştür ancak çalışmada mikoz görülmemiştir. Bu durum ise bitki dokularında fungus kolonizasyonunun larva üzerinde dolaylı olarak etki gösterdiği saptanmıştır.

A. Cherry vd. (2004), yaptığı bir çalışmada mısıra *B. bassiana* fungusun uygulanması sonucu *Sesamia calamistis*' in beslenme seviyesinin azaldığı görülmüştür.

Kabaluk ve Ericsson (2007), Mısırda tel kurtlarının kontrolü için mısır fidelerine *M. anisoplae* fungusuna ait konidia uygulamasının kullanıldığı bir çalışmada, hasat sonunda mısırda tane sayısını ve verimini arttırmıştır. Verimin artışın altında yatan mekanizmanın köklere zarar oluşturan tel kurtlarının azalmasından kaynaklandığı ve bu sebeple bitkilerin topraktaki besin ve suyu daha iyi alımını sağladığı öne sürülmüştür.

Akello vd., (2008), Muz bitkisinde köklerde zarar oluşturan muz delici böceği (*Cosmopolites sordidus)*' ne karşı bitkilere, endofit fungus *B. bassiana* uygulanmıştır. Uygulama sonucu zararlının larvaları üzerinde *B. bassiana* ile muamele yapılan bitkilerde daha fazla ölüm olduğu görülmüştür. Muamele edilen bitkilerden beslenen larvaların ölüm oranı %23,5 ile %88,9 arasında görülürken kontrol bitkilerinde hiçbir larva fungus ile enfekte olmamıştır.

Vega vd., (2008), yapılan başka bir deneyde mısır bitkisinde zarar meydana getiren *Ostrinia nubilalis* 'e karşı endofitik *B. bassiana* uygulanması sonucu beslenmesinin azaldığı görülmüştür.

Akello vd., (2008), *Beauveria bassiana* izolatı ile muza aşılanmış ve muza kök kurdunda yüksek ölüm meydana getirmiştir. Aynı zamanda yumurta ve erginler üzerinde mikoz meydana getirmiştir.

Gurulingappa vd., (2010); Lopez vd., (2014), Yaprak bitleri ile etkileşimi etkileyen bazı endofit EPF raporları vardır. Pamuğun *B. bassiana ve Lecanicillium lecanii* dahil olmak üzere fungus ile aşılanması, sera ve tarla ortamlarında pamuk yaprakbiti, *Aphis gossypii* üreme oranını önemli ölçüde azaltmıştır.

Akello ve Sikora, (2012), Benzer bir çalışmada, *B. bassiana* ' nın fasulye yaprakbiti, *Aphis fabae*, bezelye yaprakbiti, *Acyrthosiphon pisum*, bakla yaprakbitinde *Acyrthosiphon pisum* popülasyonlarını azalttığını ancak *Metarhizium anisopliae*' nin bu yaprakbitleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bulunmuştur. *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* izolatlarına ait spor süspansiyonlarını fasulye tohumlarına daldırması ile aşılama yapılmıştır. İki yaprakbiti türünde (*Aphis fabae* ve *Acyrthosiphon psium)* üreme oranı önemli ölçüde azalmıştır. Kök kolonizasyonu da değişkenlik gösterirken bir ay sonrasında %95 olarak rapor edilmiş, toprak üstü aksamlarında sistemik büyüme değerlendirilmemiştir.

Akutse vd., (2013), Fasulyede yaprak galeri sineği *Liriomyza huidobrensis*' in larvalarına karşı fasulyelere *Beauveria bassiana* aşılanmıştır. Larvaların yapraklardan beslenmesi sonucu önemli ölçüde zarar görürken daha az sayıda pupa ile sonuçlanmıştır. Aşılanma yapılan bitkilerden çıkış yapan pupalardan da ergin çıkışı sayıca azalmıştır. Aşılanan

fasulye bitkilerinden elde edilen bitkilerden elde edilen 6000’ den fazla kadavra üzerinde mikoz oluşumu gözlemlenmemiştir.

Muvea vd., (2014), Soğanda *T. tabaci* üzerinde endofit fungus uygulaması yapılan bir çalışmada, fungus uygulanmayan bitkiler üzerinde kontrole kıyasla önemli ölçüde daha düşük sayıda beslenme delikleri olduğu görülmüştür. Tüm kullanılan izolatlarda, bitkilere bırakılan yumurta sayısı kontroldeki bitkilere kıyasla daha az olmuştur. Kullanılan funguslardan *Hypocrea lixii* bitkilerdeki trips oranı etkileme konusunda diğer funguslara nazaran daha iyi performans göstermiştir. *T. tabaci* tarafından oluşan beslenme delikleri kontrol uygulamasına kıyasla endofit fungus aşılaması yapılan tüm bitkilerde önemli ölçüde düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Akutse vd., (2014), Tohuma aşılama uygulaması yapılan bakla bitkilerinde zararlı olan *Liriomyza huidobrensis* üzerinde yapılan çalışmada yetişkinlerin hayatta kalması, pupaya etkisi, ergin çıkışı, cinsiyet oranı ve neslin hayatta kalma üzerine çalışma yapılmıştır. Yetişkinlerin hayatta kalmasına etki olarak endofit bitkilere aşılamadan 5 gün sonrası *Hypocrea lixii* ile %22.2, *Beauveria bassiaana* S4SU1 ile %42.3 ve kontrolde ise %64 sağ kalımı görülmüştür. *Liriomyza huidobrensis* ölüm oranının yükselmesi aşılamadan ilk 5 gün sonrası görülmüştür. Aşılama yapılan ve kontrol bitkilerden beslenen zararlı, kontrolde sineklerin çoğu başarılı şekilde çıkış yaparken diğer aşılama yapılan bitkilerden beslenen sineklerde pupa durumunda sıkıştıkları veya pupa içerisinde öldükleri ortaya çıkmıştır. Yapılan aşılamada erkek ve dişi cinsiyet oranında fark bulunmuştur. Bu fark kontrole kıyasla endofit fungus uygulamaların çoğunda erkeklerin dişiden daha fazla sayıda ortaya çıkmıştır.

Lopez vd., (2014), Yapılan çalışmalarda böcek istilasının endofit funguslar tarafından engellenebileceğine dair kanıtlar vardır. Örnek olarak Sarı lekeli bitki böceği (*Lygus hesperus)* ve pis kokulu yeşil böcek (*Nezara viridula*), kontrol bitkilerine kıyasla endofit funguslar tarafından kolonize edilmiş bitkilerin çiçek tomurcuklarında ve meyvelerde zarar meydana getiren fitofaglarda olumsuz tepkiler göstermiştir.

Resquín-Romero vd., (2016), Endofit fungusların bitki içinde olması nedeniyle, olumsuz çevre koşullarından korunmasını, gelişmesi için düşük nem sınırlamasını azalmasına, ultraviyole ışığın olumsuz etkilerinden korunmasını sağlayabilmektedir. Bitki içerisinde olması ayrıca tohum, kök, gövde, yaprak ve rizomda, delme ve beslenme yoluyla zarar

oluşturan zararlılara karşı uygulanan insektisit uygulamasının azaltması yönünde de katkı sağlarlar.

Allegrucci vd., (2017), *Tuta absoluta* üzerinde yapılan endofit fungusun ölüm biyoanalizlerinden elde edilen sonuçlara göre *B.bassiana*' nın *T.absoluta'* yı konidia ile doğrudan temas yoluyla enfekte ettiği gözlemlenmiştir. Aşılanan ve kontrol arasında *T.absoluta*' nın ölümünde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. *B.bassiana*' nın tüm ölen larvalara bulaştığını stereoskopik mikroskop ve mikroskop ile doğrulanmıştır. Testte kullanılan bitkilerde kolonizasyon yüzdesi %86,6 iken, kontrol bitkilerinde herhangi bir endofit fungus gelişimi gözlemlenmemiştir. Yaprak tüketimi yoluyla yapılan çalışmada aşılanan ve kontrol bitkilerinde *T.absoluta*' nın ölümü açısından önemli farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. *B.bassiana*' nın ölen larvaların hepsinde olduğunu ve stereoskopik mikroskopta inceleme ile doğrulanmıştır. Tüketilen yaprak alanı aşılama yapıldıktan 24 ve 72 saat sonrası aşılanan ve kontrol bitkilerinde önemli şekilde farklılık göstermemiştir. Ancak 48 saat sonrası uygulamalarda önemli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Rondot ve Reineke, (2018), Endofitik fungus *B. bassiana*' nın bir türü asma bitkilerindeki zararlı *P. ficus'* un popülasyon artışı ve dönem geçişlerini yavaşlatmıştır.

Clifton vd., (2018), *Metarhizium* spp. genç bitkilerde saçak kök gelişimini artırabilir, böcek kadavralarından azot translokasyonu yapabilir ve ürünlerin biyokütlesini artırabilir. *M. anisopliae*' nın konidiası, tel kurdu hasarını azaltmak için ekimden önce Mısır tohumlarında kullanılmış ve bu da mısırın taze ağırlığını ve yoğunluğunu arttırmıştır. *M. anisopliae* ile aşılanan soya fasulyesi bitkileri, kontrollere kıyasla tuz stres koşulları altında bitki büyüme oranını arttırmıştır. Ancak bu çalışmada endofit oluşumunun yönleri veya fitofag böcekler üzerindeki etkileri araştırılmamıştır.

Jaber ve Araj, (2018), Tatlı biber (*Capsicum annum)* üzerinde endofit entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium brunneum* kolonizasyonuna bakılmıştır. Biber üzerinde zarar meydana getiren *Myzus persicae'* nin iki ardışık nesil gelişimi ve yumurtlama üzerindeki etkisine bakılırken yaprakbiti endoparazitoitinin parazitleme etkinliğine de bakılmıştır. 1. ve 2. nesil *Myzus persicae* 'nin gelişimi ve üremesi üzerine kontrole kıyasla ekili olduğu ve sayılarının azaldığı gözlemlenmiştir. Yaprakbiti gelişimi ve yumurtlama üzerindeki etkisine bakıldığında daha uzun sürede

gelişme görülürken geciken yumurtlama ve düşük sayıda yumurtlama olduğu görülmüştür. Bunun yanında bibere *B. bassiana* ve *M. brunneum* ile aşılanan ve kontrol bitkilerinde yaprak bitlerini parazitleyen *Aphidius colemani* 'nin mumyalanma yüzdesi ve erginlerin çıkışı etkilenmediği gözlemlenmiştir. Ayrıca aşılanmış ve kontrol bitkileri arasında *Aphidius colemani* nesillerinin gelişme süresi, dişi çıkış yüzdesi ve ergin uzun ömürlülüğü açısından hiçbir fark gözlenmemiştir.

(Canassa vd., 2019), Fasulyenin yapraklarında zarar oluşturan *Tetranyhus urticae*' ye karşı, fasulye tohumlarına fungus inoküle edilen bitkiler (*M. robertsii*, *B.bassiana* ve *M. robertsii* + *B. bassiana* kombinasyonu) ile 0,05 Triton x-100 ve saf su inokülesi yapılan kontrol bitkilerin uygulamasına kıyasla 14 gün süre ile kontrol edilen akar popülasyonun büyümesinde önemli derece de azalma sağlamıştır. Tohumlardaki *M. robertsii* ESALQ 1622 ve *B.bassiana* ESALQ 3375 kombinasyonunda aynı konidial süspansiyonlarla inoküle edilen bitkiler ile ayrı ayrı inokülasyon yapılan bitkiler üzerindeki akar popülasyonuna kıyasla üç fungus arasında fark görülmemiştir.

Tibbets ve Faeth, (2023), İki tür *Festuca* üzerinde zarar meydana getiren yaprak kesen karınca *Acromyrmex versicolor* için *Neotyphodium* cinsindeki endofit fungusu analiz için kullanmıştır. Karıncalar üzerinde yapılan deneylerde *Neotyhodium* cinsine ait endofit fungus bulunan ve bulunmayan besinler sunulmuştur. Endofit fungusun fitofag böcekler üzerinde gelişim ve hayatta kalması üzerine etkilerini belirlemek amacıyla fungus bulunan besinler sunularak analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada yalnızca endofit fungus bulunan bitkilerin bulunduğu besinler verilmiştir. Test tercihlerinde sadece bir tipte endofit fungus bulunmayan bitkiler tercih edilmiştir. Endofit bulunan bitkilerden beslenen kraliçe arıların altı haftadan fazla hayatta kalamadıkları gözlemlenmiştir. Çalışmalarda etkilerin değişiklik gösterdiği ve bunun yanında çevresel faktörlere ek fungus genotipi ve konukçusuna bağlı olduğu bildirilmiştir.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmanın ana materyalini Entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes:Hypocreales), *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries (Sordariomycetes: Hypocreales) ve domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) oluşturmaktadır.

2.1. Materyal

2.1.1. Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Sistematikteki yeri:

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta

Takım: Lepidoptera

Familya: Gelechiidae

Cins: *Tuta*

Tür: *Tuta absoluta*

Tanımı:

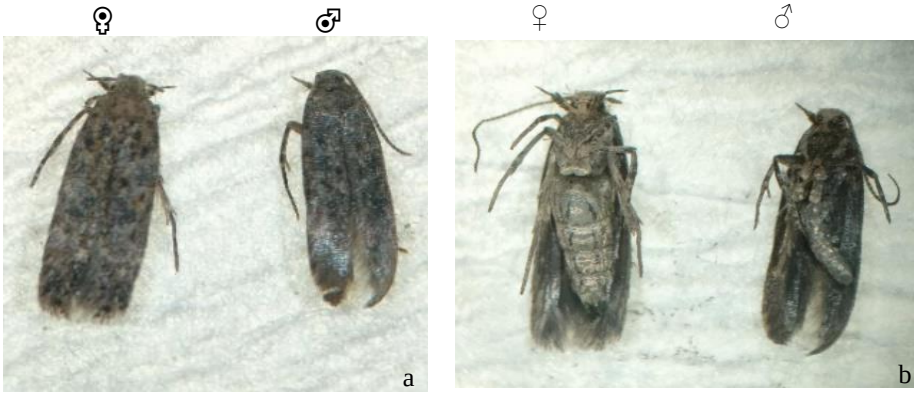
Domates güvesi (*Tuta absoluta*)' nın yaşam döngüsü dört dönemden oluşmaktadır. Bunlar yumurta, larva ve pupa ve ergindir. Erginler boyları 6 mm boyda iken kanat açıklıkları 10mm' dir. Kanatları gümüşi gri-kahverenginde ve dardır. Kanat üzerinde tipik olarak irili ufaklı siyah noktalar bulunur. Yumurta krem-açık sarı silindirik yapıdadır. Erginler yumurtalarını yaprak altına, sap, tomurcuk ve olgunlaşmamış meyveye bırakırlar. Yumurtadan çıkış yapan larvalar dönem değiştirdikçe açık yeşilden pembe

renge döner. Birinci dönem larvalar 0.9 mm uzunluğunda olup dönem değiştirdikçe uzunluğu değişir (Anonim, 2017).



Şekil 2.1. Domates güvesine ait yumurta (a), larva (b), pupa ve ergin (c) dönemleri

Dördüncü dönem larva 8 mm'ye kadar ulaşır. Larvalar olgunlaştıkça baş kahverengi, vücut yeşile döner. Bu dönemde larvanın prothoraksında koyu renkte ince bant ayırt edici özelliğidir. Son döneme gelen larvaların vücut rengi pembeleşmeye başlar. Son dönemde yaprakta veya toprakta kokon oluşturarak pupa dönemine geçiş yapar. Pupada boyu 6 mm'dir. Bunun yanında pupa rengi ilk başta yeşil renkte iken sonrasında kahverengiye döner (Anonim, 2017). Pupadan çıkış yapan erginlerin boyları yaklaşık 6 mm kanat açıklığı 10 mm civarındadır. Antenleri ince uzun iplik şeklindedir. Kanat üzerinde karakteristik olarak noktalar bulunur ve cinsiyete göre pul renkleri değişiklik gösterir. Erkek bireylerin vücut rengi gri ve abdomenleri dişi bireylere göre dardır. Dişi bireylerin ise abdomenleri daha geniş ve krem rengindedir(Kılıç, 2010; Vargas-C, 1970).



Şekil 2.2. *Tuta absoluta*' nın üsten görünüşü (a) erkek ve dişi bireylerinde abdomenin ince ve sivri olası erkek bireyi, kalın ve bombe şeklinde olması dişi bireyi (b) gösterir

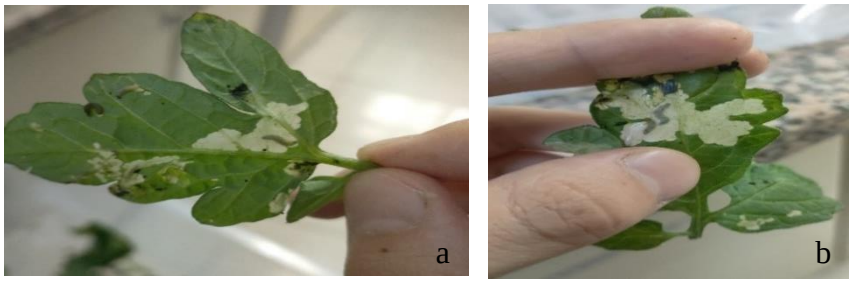
Biyolojisi:

Domates güvesi üreme potansiyeli yüksek bir zararlıdır. Larvalar besin bulduğu sürece diyapoza girmezler. Yılda 10-12 döl verirler. Hava şartlarına bağlı olarak biyolojik döngülerini 29-38 günde tamamlarlar (Clarke, 2011).

Erginler yumurtalarını genellikle tomurcuk yaprak altı ve üstü, olgunlaşmamış meyvelerin çanak yapraklarına bırakırlar (Anonim, 2017). Erginler genellikle geceleri aktiftir ve gündüzleri yaprak aralarına saklanırlar. Dişiler yumurtalarını toprak üstündeki kısımlara bırakır ve yaşam boyunca yaklaşık olarak 260 yumurta bırakır. Çevresel koşullara bağlı olarak toprak, yaprak üstü veya beslendiği yaprak epidermisinde pupa olur. Toprakta pupa oluşmaması durumunda ise genellikle koza oluşturarak pupa olur. Zararlı yumurta, pupa veya ergin olarak kışlayabilir (Clarke, 2011).

Zararı:

Esas zararını domateste yapmakla beraber Solanaceae familyasına ait patlıcan, patates, biberde zarar meydana getirmektedir. Zararı açık alan ve örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanlarda larvalar bitkinin kök kısmı hariç toprak üstü aksamlarında zarar meydana getirir. Yumurtadan çıkış yapan larva yaprak, sap ve meyvede beslenir. Özellikle larva domates yapraklarının iki epidermis arasından beslenerek galeri açar. Bu galeriler geniş ve şeffaf şekilde kendini belli eder. Galeriler içinde beslenme sonucunda nekrotik kahverengi lekeler meydana gelir. Yaprak ve meyvede oluşan galeriler içerisinde domates güvesinin oluşturduğu talaş şeklinde dışkılar görülür. Yaprak veya meyve üzerinde zarar meydana geldiğinden hem Pazar değeri düşer hem de sekonder mikroorganizmaların oluşturduğu çürümeler meydana getirir (Anonim, 2017).



Şekil 2.3. Larvaların beslenmesi sonucu siyah renkli dışkılar (a) ve şeffaf galerilerin meydana getirmesi (b)

Dağılım Alanları:

Domates güvesi Güney Amerika kökenli zararlı olup ilk olarak Peru'da tespit edilmiştir(Barrientos vd., 1998). *Tuta absoluta* genel olarak deniz seviyesinden 1 km(1000 m) yüksekliğe kadar yaşamını sürdürdüğü gözlemlenmiştir. Uluslararası ticaret sonucunda ihracat yapılan diğer ülkelere yayılmasına neden olmuştur (Ripa vd., 1995).

Avrupa'da ilk İspanya'da serada yetiştirilen alanlarda 2006 yılında tespit edilmiştir. Bu süreçte diğer tüm Akdeniz kıyı kesimlerindeki ülkelerin sera alanlarında yetiştirilen domateslerde ciddi zararlar meydana getirmiştir (Potting vd., 2009).

Ülkemizde ise ilk olarak Ege Bölgesi'nde İzmir'in Urla ilçesinde 2009 yılında Ağustos ayında domates bitkileri üzerinde tespit edilmiştir. Türkiye'de diğer illere survey yapılması sonucunda Muğla ve Çanakkale illerinde tespit edilmiştir (Kılıç, 2010).

2010 yılı Ocak ayında ise Akdeniz Bölgesi'ne ait Antalya- Kumluca'da tespit edilmiştir (Erler vd., 2010). Çevre koşullarının uygun olması durumunda Türkiye'de hızla yayılım gösteren zararlı 2010 Ağustos ayı itibariyle Ege ve Akdeniz Bölgelerinde tamamen bulaşıklık olmuş ve hızlı bir şekilde yayılışı devam ettiği gözlemlenmiştir (Atay vd., 2005).

2.1.2. *Beauveria bassiana*

***Beauveria bassiana*'nın sistematikteki yeri**

Alem: Fungi

Bölüm: Ascomycota

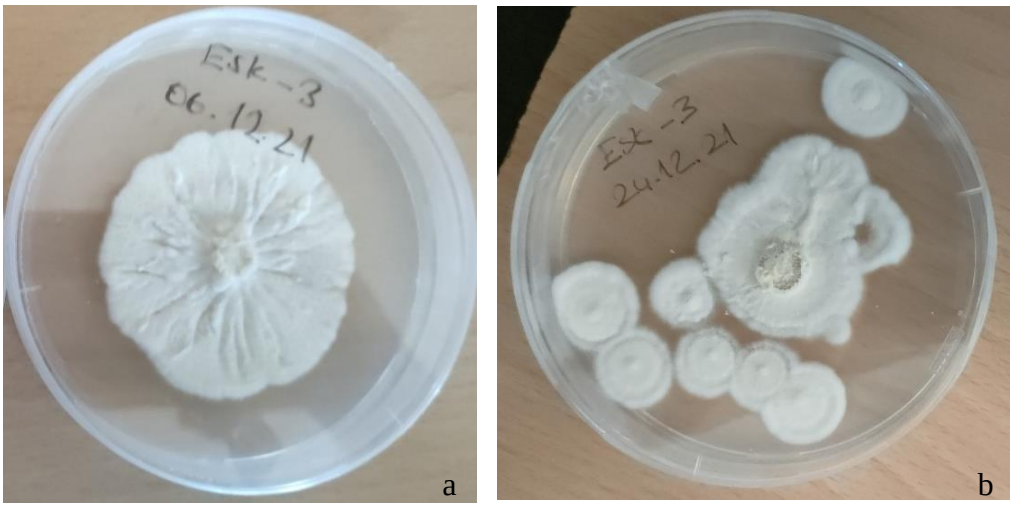
Takım: Hypocreales

Familya: Cordycipitaceae

Cins: *Beauveria*

Tür: *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana Esk-3 izolatına ait konidilerin büyüklüğü (en-boy, min- max) 1.5-2.5x 1-2.1µm' dir. PDA'da gelişimi kremsi-beyaz, sönük ve hızlı gelişim göstermektedir (Gül, 2016).



Şekil 2.4. *Beauveria bassiana* Esk-3 izolatının PDA'da gelişimi (a) ve Kremsi-beyaz gelişimi (b)

2.1.3. *Isaria farinosa*

***Isaria farinosa*'nın sistematikteki yeri**

Alem : Fungi

Bölüm: Ascomycota

Sınıf: Sordariomycetes

Takım: Hypocreales

Familya: Cordycipitaceae

Cins: *Isaria*

Tür: *Isaria farinosa*

Isaria farinosa N19/2 izolatına ait konidilerin büyüklüğü(boy-en, min- max) 1.5- 3x 1-2 µm'dir. PDA' da gelişimi beyaz, sönük ve hızlı gelişim göstermektedir. Bunun yanında kolonileri tüm Petriye dağılmaktadır (Gül, 2016).



Şekil 2.5. Isaria farinosa N19/2 izolatı (a) ve PDA'da gelişimi (b)

2.2. Yöntem

2.2.1. Üretim çalışmaları

2.2.1.1. Domates Bitkisi (Solanum lycopersicum) Üretimi

Denemede kullanılan domates bitkileri 25±1 ˚C, %60±10 nem ve 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik ışıklanma periyodunda ve iklimlendirme odasında yetiştirilmiştir. Domates üretimi için tül kafesler içerisine yerleştirilen saksılara herhangi bir pestisit uygulaması yapılmamış tohumların ekimi yapılmıştır. Domates tohumlarının (SC2121) ekimi, 12 cm derinlik ve 13 cm çapa sahip saksı içerisindeki steril edilmiş toprağın 4 cm derinliğine yapılmıştır. Çimlenecek domates bitkisi 7-8 yaprak oluşumuna kadar iklim odasında bırakılmıştır.



Şekil 2.6. Domates tohum (SC2121) saksı hazırlığı (a), tohum ekimi (b) ve ekilen tohumların gelişimi (c)

2.2.1.2 Domates güvesi üretimi

Domates güvesi Afyonkarahisar-Sandıklı'da bulunan örtü altı domates üretim alanlarından toplanmıştır. Kafeslerde yetiştirilen sağlıklı domates bitkilerinin yaprakları üzerine domates güvesinin erginleri salınmıştır. Erginlerin çiftleşerek yumurta bırakmalarını sağlamak için tül kafesler içerisine %15' lik bal ve su karışımı ile ıslatılan pamuk parçaları küçük Petrilere konulmuştur. Zararlı dönemine ait pupalar ise ayrı bir kafese konulup ergin oluncaya kadar takip edilmiştir. Çıkan erginler ile yeni kafesler içerisindeki yeni yetiştirilen domates bitkilerine salınarak stok kültürün devamlılığı sağlanmıştır. *T. absoluta* stok kültürü 25±1˚C, % 60±10 nem ve 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik ışıklanma periyodunda iklimlendirme odasında yetiştirilmiştir.

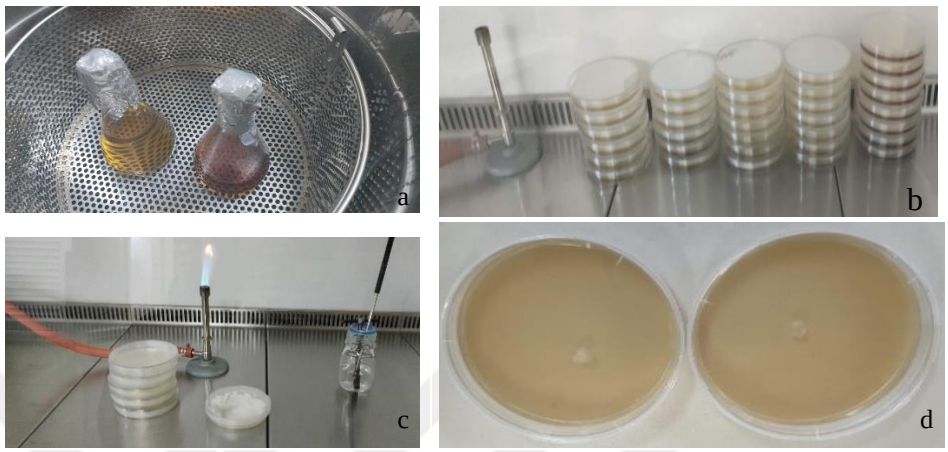


Şekil 2.7. Domates güvesi (*Tuta absoluta*) erginlerin çiftleşmesi (a) ve tül kafesteki erginlerin üretimi (b)

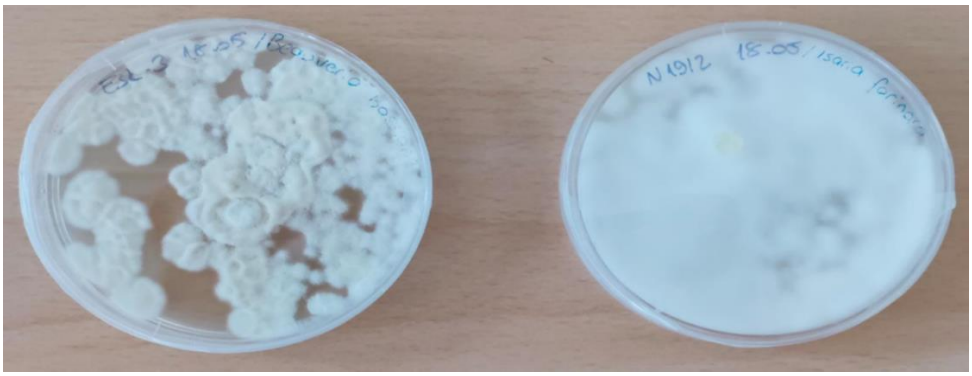
2.2.2. Fungus Kültürü

Çalışmada kullanılan fungus izolatları Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenen 15L0447005 nolu yüksek lisans projesi kapsamında süne (*Eurygaster* spp.) erginlerinden izole edilmiştir. Bu izolatlar *Beauveria bassiana* Esk-3 ve *Isaria farinosa* N-19/2 olup Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi biyolojik mücadele laboratuvarında bulunan fungus stok kültüründe saklanmaktadır. Çalışmada kullanılan bu 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 2.8. PDA(Patates dekstroz agar) hazırlığı(a), PDA'ların petri kaplarına aktarımı(b), PDA ortamına fungus inokülasyonu(c) ve inolüle edilen PDA kaplarının inkübatöre yerleştirilmesi(d)

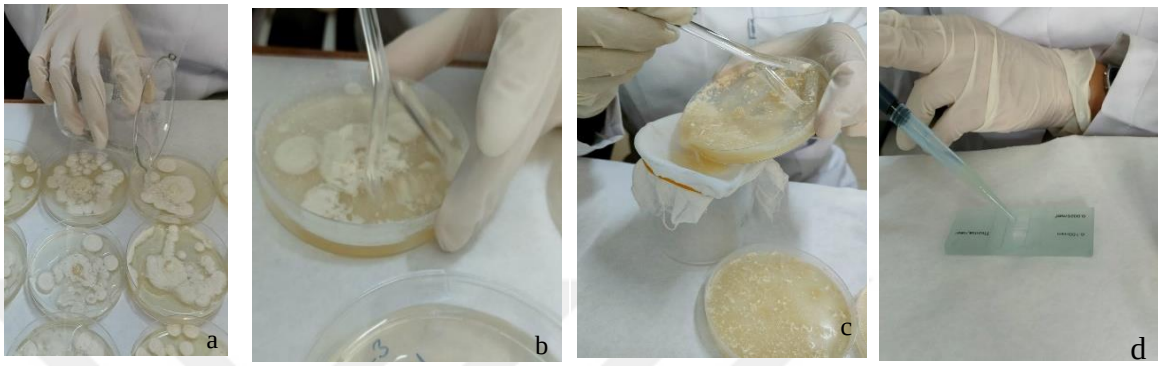


Şekil 2.9. Esk 3 *Beauveria bassiana* ve N19/2 *Isaria farinosa*' ya ait fungus kültürleri

2.2.3. Konidial Süspansiyonlu 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

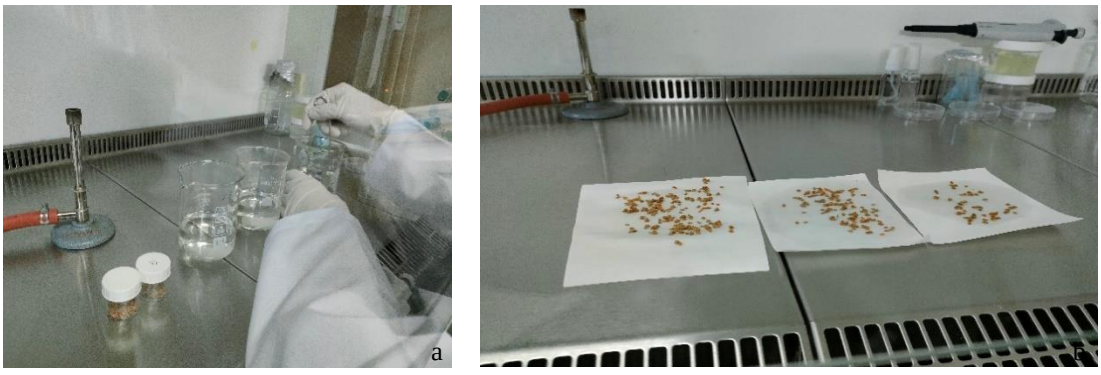
içerisine süzülmüştür. Beher içerisindeki fungus süspansiyonuna Tween 80 (%1) eklenerek homojen süspansiyon elde etmek için 2 dk vortekslenmiştir. Denemelerde kullanılacak süspansiyon ışık mikroskobu ve Thoma lamı kullanılarak her izolat için spor yoğunluğu $1x10^8$ konidi/ml olacak şekilde hazırlanmıştır.



Şekil 2.10. Konidial süspansiyon hazırlanışı (a), konidilerin cam bagetle kazınması (b), çözeltinin iki kat steril tülbentten geçirilmesi (c) ve konidial süspansiyonun thoma lamında incelenmesi (d)

2.2.4. Domates bitkisinde *Beauveria bassiana* ve *Isaria farinosa* 'nın kolonizasyonu

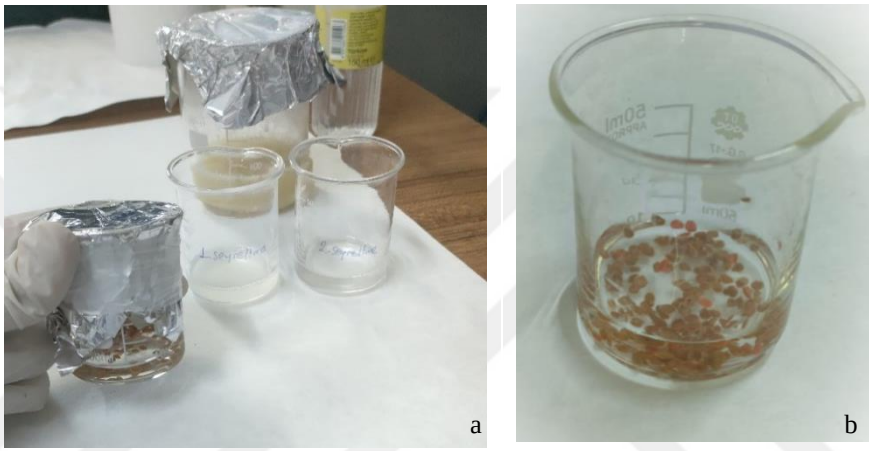
Denemede kullanılan tohumların, 2 dakika %70 etanolde, 1 dakika %0.5 sodyum hipokloritte yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Ardından saf su ile arka arkaya üç kez durulama işlemi yapılmıştır. Kurutma kâğıdı üzerine bırakılan tohumlar laminer kabinde kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi bittikten sonra tohumların ⅓'ü tohum aşılamasında, ⅔'ü ise fide çıkışından sonra yaprak püskürtme ve kök daldırma işlemi için üç farklı yöntemle kullanılmıştır.



Şekil 2.11. Domates tohumlarının yüzey dezenfeksiyonu (a) ve laminer kabinde kurutulması (b)

2.2.4.1. Tohum aşılama

Steril edilmiş tohumlar 24 saat süre ile 10 ml $1x10^8$ konidial süspansiyona daldırılmıştır. Bu süre sonunda süspansiyon içindeki tohumlar çıkarılarak ve kurutma kâğıdı üzerinde 30 dakika boyunca laminar kabinde kurutulmuştur. Kurutulan tohumlar, içerisinde 121˚C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiş toprak bulunan saksılara ekilmiş ve 25±2˚C' de %60±10 nem, 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik aydınlanma periyoduna sahip iklimlendirme odasında yetiştirilmiştir.



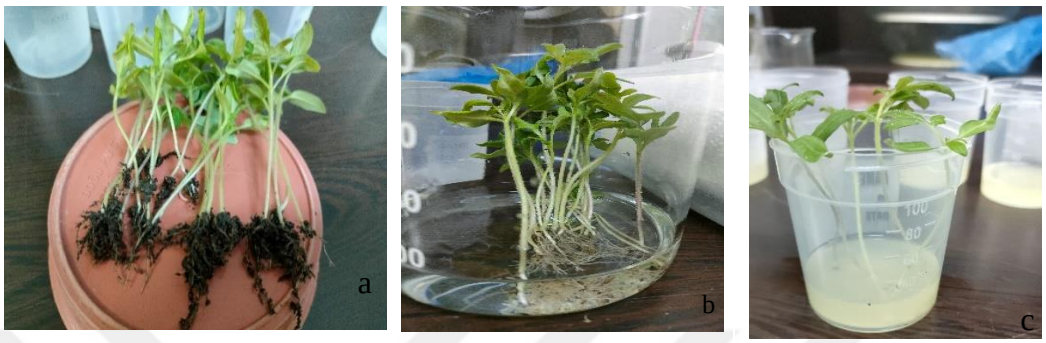
Şekil 2.12. Domates tohumları için konidial süspansiyon hazırlanması (a) ve domates tohumlarının 24 saat süre ile konidial süspansiyonda bekletilmesi (b)

2.2.4.2. Kök daldırma

Kök daldırmada yönteminde kullanılan steril edilmiş tohumlar saksılara ekilmiştir. Kullanılan toprak, tohum ekiminden önce 121˚C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir. Bu yöntemde çimlenmeden sonraki 21 günlük fideler kullanılmıştır. Fideler saksıdan çıkarılıp, 3 kez saf su ile durulama işlemi yapılmıştır. Konidial süspansiyonun emilimini sağlamak amacıyla bitkilerin kök uçları kesilmiştir. Kesilmiş olan bitki kökleri 2 ml $1x10^8$ konidial süspansiyon içeren tüplere ayrı ayrı yerleştirilmiştir. Kontrol bitkilerinin kökleri ise 2 ml saf su + % 1'lik Tween 80 içerisine yerleştirilmiştir. Hem aşılanan hem de kontrol bitkileri 25±1˚C' de %60±10 nem, 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik aydınlanma periyoduna sahip iklimlendirme odasında 24 saat bekletilmiştir.

Bu süre sonunda konidial süspansiyon ve saf suya daldırılan bitkilerin köklerindeki suları alınmak suretiyle kurutma kâğıdı üzerinde bekletilmiştir.

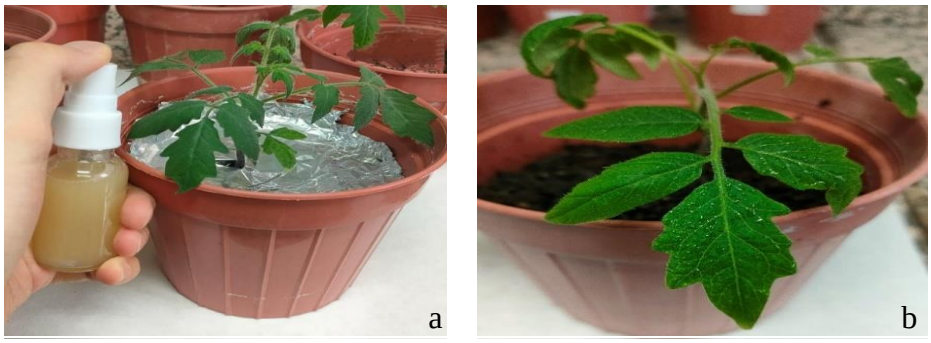
Kurutulan kökler aynı saksılara dikilerek fidelerin gerektiği kadar sulaması yapılmıştır. Bu bitkiler 25±1˚C'de %60 ±10 nem, 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik aydınlanma periyoduna sahip iklimlendirme odalarında yetiştirilmiştir.



Şekil 2.13. 21 günlük fidelerin topraktan çıkarılması (a), fidelerin saf suda durulanması (b) ve fidelerin konidial süspansiyonda bekletilmesi (c)

2.2.4.3. Yaprak püskürtme

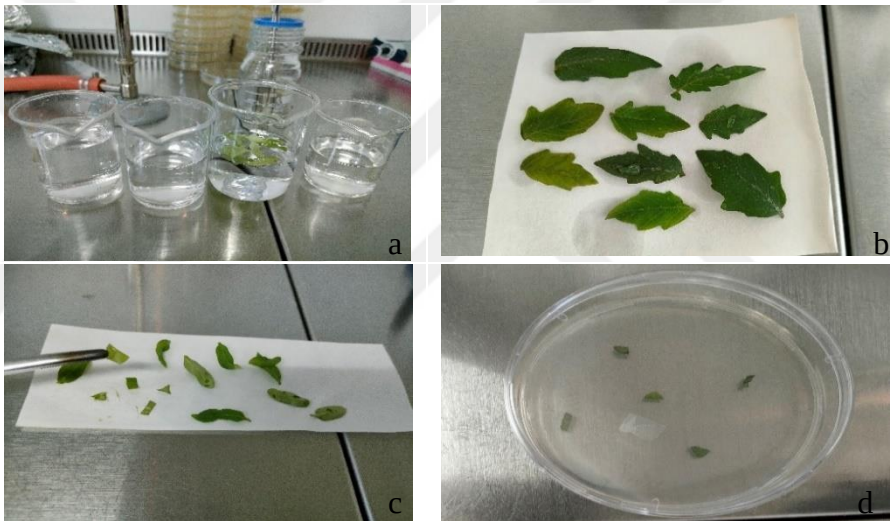
Yaprak püskürtmede için kullanılan steril edilmiş tohumlar saksılara ekilmiştir. Kullanılan toprak, tohum ekiminden önce 121˚C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir. Bu teknikte domates bitkileri 30 cm boyuna ulaştığında (7 haftalık), yapraklara püskürtme pompasıyla 3 ml $1x10^8$ konidial süspansiyon püskürtülmüştür. Bu işlem sırasında yapraktaki konidial akışın, toprağa geçişini önlemek amacıyla toprak yüzeyi alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Kontrol bitkilerine konidial süspansiyon içermeyen % 1'lik Tween 80 solüsyonu püskürtülmüştür.



Şekil 2.14. Konidial süspansiyonun alüminyum folyo ile akışı önleme (a) ve yapraklara püskürtülmesi (b)

2.3.Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%)

Fungusların bitkilerdeki varlığını belirlemek amacıyla her fideden rastgele bir yaprak seçilmiştir. Seçilen yapraklar 2 dakika %0.5 sodyum hipoklorit içinde, 2 dakikada %70 etanol içine daldırılarak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Steril su içinde üç kez durulanmıştır. Steril edilen yapraklar laminar flow kabinde filtre kâğıdı üzerinde kurutulmuş ve sterilizasyon işleminden kaynaklı ölü dokular kesilmiştir.



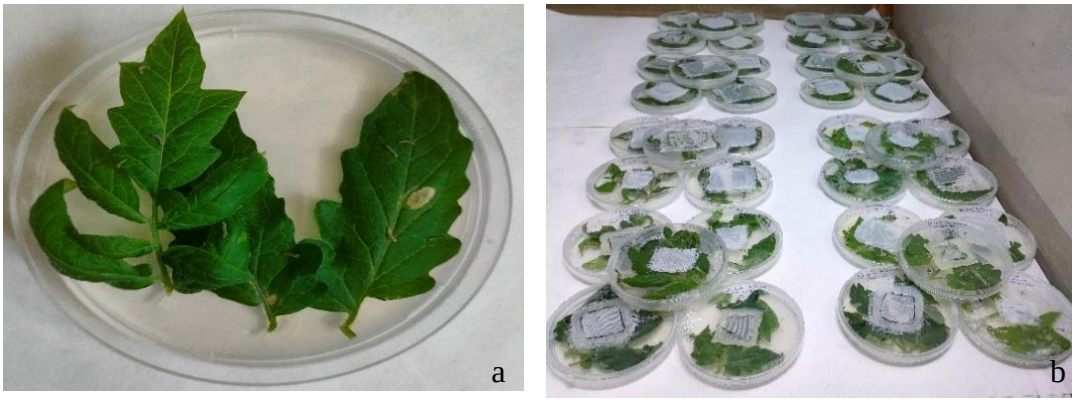
Şekil 2.15. Yaprakların yüzey dezenfeksiyonu (a), dezenfekte edilen yaprakların kurutulması (b), yaprakların parçalara ayrılması (c) ve yaprak parçalarının PDA ortamına yerleştirilmesi (d)

Yapraklar PDA ortamına yerleştirilmeden önce domates bitkilerinde aşılanan ve kontrol bitkilerinden alınan yaprakların her birinden 5 adet parçaya ayrılmıştır. Parçalara ayrılan yaprak kesitleri içerisinde PDA bulunan Petrilere yerleştirilmiştir. Petriler 25±1˚C'de %60±10 nem, 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik aydınlanma periyoduna sahip iklimlendirme kabinlerinde 10 gün süreyle inkübasyona bırakılmış ve yapraklardaki fungus varlığı kontrol edilmiştir.

Entomopatojen fungus uygulanan bitki yaprakları tohum aşılama yöntemi için son 2 hafta, kök daldırma yöntemi için son 3 hafta ve yaprak püskürtme yöntemi için 4 hafta boyunca endofit entomopatojen fungus gelişimi takip edilmiştir.

2.4. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın domates güvesi üzerindeki ölüm oranlarına etkisi (%)

Entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* ve *Isaria farinosa* tarafından kolonize olmuş domates bitkilerinden alınan yaprakların her biri içerisinde nemlendirilmiş filtre kâğıdı bulunan Petri kapları içerisine her Petriye 1-2 yaprak ve 10 adet 2.-3.dönemdeki *T. absoluta* larvası olacak şekilde yerleştirilmiştir. Petri içindeki larvaların hayatta kalma oranı yedi gün boyunca günlük olarak değerlendirmeye alınmıştır. Bu süreç boyunca larvaların beslenmesini devam ettirmek amacıyla, larvalara fungus aşılanması yapılmamış yapraklardan verilmeye devam edilmiştir. Ölen larvalar günlük olarak Petriden çıkarılmıştır. Bu süre içinde ölen bireylerin fungustan kaynaklı ölümü doğrulamak için nemli filtre kâğıdı bulunan Petrilere yerleştirilmiştir. Petri içerisindeki yapraklar kolonizasyon değerlendirilmesinde 28 günlük bitkiler kullanılmıştır.

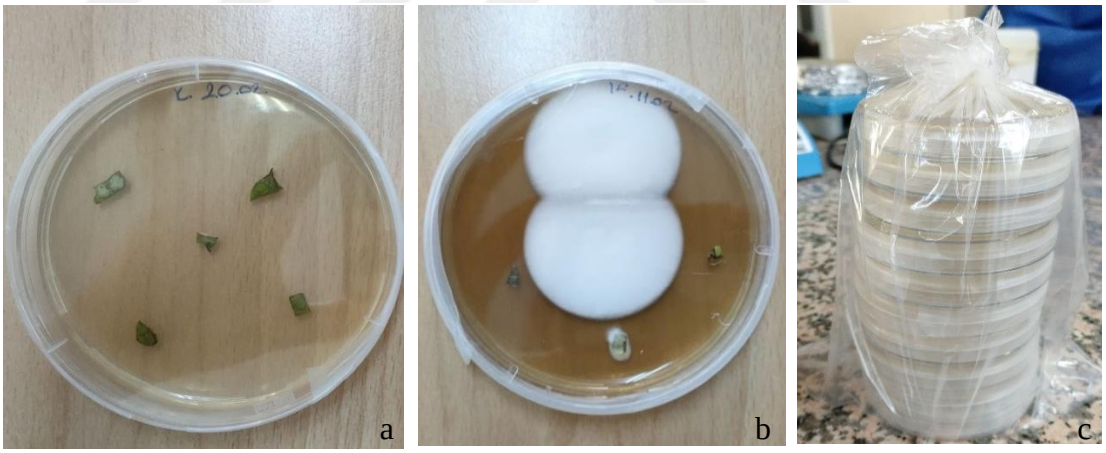


Şekil 2.16. Endofitik entomopatojen fungus tarafından kolonize olan domates bitkisi üzerine 2.-3. dönem larva yerleştirilmesi (a) ve petri kaplarının iklimlendirme odasında tutulması (b)

2.5. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%)

Yapılan denemede 3 ay sonra kontrol, *Isaria farinosa ve Beauveria bassiana*' ya ait bitkilerdeki fungus kolonizasyonun varlığını belirlemek amacıyla her fideden rastgele bir yaprak seçilmiştir. Seçilen yapraklar 2 dakika %0.5 sodyum hipoklorit içinde, 2 dakikada %70 etanol içine daldırılarak yüzey dezenfeksiyonu yapılmıştır. Steril su içinde üç kez durulanmıştır.

Dezenfekte edilen yapraklar laminar flow kabinde filtre kâğıdı üzerinde kurutulmuş ve dezenfeksiyon işleminden kaynaklı ölü dokular kesilmiştir. Yapraklar PDA ortamına yerleştirilmeden, aşılanan ve kontrol bitkilerinden alınan yaprakların her birinden 5 adet parçaya ayrılmıştır. Parçalara ayrılan yaprak kesitleri içerisinde PDA bulunan Petrilere yerleştirilmiştir. Petriler 25±1˚C'de %60±10 nem, 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik aydınlanma periyoduna sahip iklimlendirme kabinlerinde 10 gün süreyle inkübasyona bırakılmış ve yapraklardaki fungus varlığı kontrol edilmiştir. Diğer kolonizasyondan farklı olarak yalnızca fungus varlığı kontrol edilerek toplamda 30 adet PDA bulunan Petriler kullanılmıştır.



Şekil 2.17. Aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (a), yapraklardaki gelişimi (b) ve fungus gelişimi için PDA kaplarının inkübatöre yerleştirilmesi (c)

2.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın gelişme süreleri, toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü

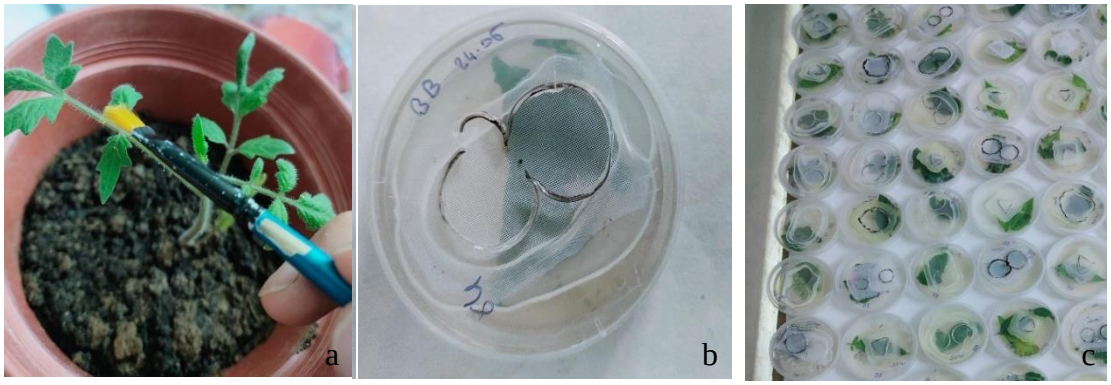
Domates bitkisine aşılanan farklı endofit entomopatojen fungusların *Tuta absoluta*'ya ait yumurta, 1., 2., 3. ve 4. döneme ait larva, pupa ve ergin dönemlerindeki gelişme süreleri, toplam gelişme toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı ve ergin ömrünü

belirlemek amacıyla denemeler yapılmıştır. Entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* ve *Isaria farinosa* tarafından kolonize olmuş domates bitkilerinden alınan yaprakların tohum daldırmaya ait kolonize olmuş yapraklar eklenerek denemeler yürütülmüştür.

2.7. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta* (♀ + ♂)'nın gelişme süresi ve toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü üzerine etkisi

Deneme öncesinde SC2121 domates çeşidi tohumları 1:1 oranında toprak torf karıştırılarak 14 cm derinlik ve 17 cm çapa sahip saksı içerisindeki steril edilmiş toprağın 4 cm derinliğine ekilmiştir. Gelişen fideler 12 cm derilik ve 13cm çapa sahip saksılara şaşırtma yapılarak domates bitkilerinin gelişmesi beklenmiş ve üzerlerine domates güvesi erginleri bırakılarak stok kültür oluşturulmuştur. Denemede yeterli sayıda domates bitkisi yetiştirilerek gerekli yumurta sayısına ulaşılmıştır.

Denemede *Tuta absoluta*' nın domates bitkisinin yaprak üstü ve gövdeye yeni bırakılan 300 adet yumurta yumuşak uçlu fırça yardımıyla yaprağın üst yüzeyi üstte kalacak şekilde içerisinde su agarı bulunan 5.5 cm çapındaki, üzeri tül ile kaplı havalandırma açıklığı bulunan Petri kaplarına yerleştirilmiştir. Denemede kullanılan yapraklar her bir fungus türünün tohum aşılama yöntemi ile yetiştirilen domates bitkilerinden alınmıştır. Endofit fungusların domateslere aşılamadan 3 ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonuna bakıldığında en yüksek kolonizasyonun tohum aşılama yöntemi olduğu görülmüştür. Burada tohum aşılama yöntemine ait bitkilerin kullanılmasının amacı diğer yöntemlere kıyasla daha yavaş ve etkili kolonizasyon oluşturduğu düşünülmektedir. Kontrol grubu olarak da fungus uygulanmamış domates yaprakları larvalara sunulmuştur. Denemede kullanılan her Petriye 1 adet larva olmasına dikkat edilmiştir. Yumurta açılımları her gün kontrol edilmiştir. Yumurtadan çıkış yapan birinci dönem larvalar 24 saat aralıklarla ergin dönemine kadar kontrol edilerek Petri içindeki yapraklar gerektiğinde yenilenmiştir.



Şekil 2.18. *Tuta absoluta'* ya ait yumurtaların fırça yardımı ile toplanması (a), yumurtaların petri kaplarına yerleştirilmesi (b) ve Petri kaplarının iklimlendirme odasında bekletilmesi (c)

Denemeler 25±1˚C'de %60±10 nem, 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik aydınlanma periyoduna sahip iklimlendirme kabinlerinde yürütülmüş ve *Tuta absoluta*' nın her bir uygulamadaki gelişme süreleri (yumurta, larva ve pupa) ve ergin öncesi canlılık oranları tespit edilmiştir.

Bu süre içerisinde yumurta, larva, pupa ve erginler dönemlerine ait ölen bireyler Petrilerden çıkarılmıştır. Ölen bireylerin fungustan kaynaklı ölümlerini doğrulamak amacı ile nemli filtre kâğıdı bulunan Petrilere aktarılarak inkübatöre yerleştirilmiştir. Ayrıca deneme sonunda larva geçiş süreleri, pupa çıkış sayısı, pupadan çıkamayan ergin sayısı belirlenmiştir



Şekil 2.19. Ölümü gerçekleşen larva (a), pupa ölümü (b) ve ölen bireylerin nemli filtre kağıdına aktarılması (c)

2.8. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın ergin preovipozisyon süresi, toplam preovipozisyon süresi, yumurtlama gün sayısı, doğurganlığı ile dişi ve erkek ömür süreleri

Denemede kullanılacak pupalardan başarılı bir şekilde çıkış yapan erginlerin cinsiyet ayrımı yapılması için stereobinoküler mikroskop kullanılmıştır. Denemelerde, 12 cm

derinlik ve 13 cm çapa sahip saksılarda yetişen bitkiler üzerine 20 x 10,5 cm ebatındaki kenarlarında tül ile kaplı havalandırma açıklığı bulunan plastik kaplar kapatılmış ve her bir uygulamadan yeni çıkış yapmış erginler 1 erkek 1 dişi olacak şekilde ayrı ayrı bu kaplar içerisine yerleştirilmiştir.

Kap içerisine bireylerin beslenmesi için %50'lik bal çözeltisi hazırlanmıştır. Kaplar içerisine yerleştirilen bireyler 24 saatte bir kontrol edilerek dişilerin bıraktığı yumurta sayısı kontrol edilerek ortamdan uzaklaştırılmıştır. Yumurta sayımı dişi bireyler ölene kadar kaydedilmiştir. Deneme esnasında dişi bireyden önce ölümü gerçekleşen erkek bireyler yerine dişiler ile çiftleşmesi amacıyla stok kültürden alınan ve denemede değerlendirilmeyen erkek birey eklenmiştir. Kafesler içindeki bireylerin beslenmesini devam etmesi amacı ile %50 'lik bal çözeltisi yenilenmiştir. Kafesler 25±1 ˚C, %60±10 nem ve 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik ışıklanma periyodunda ve iklimlendirme odasında yürütülmüştür. Yapılan deneme sonucunda *Tuta absoluta*' nın ergin öncesi preovipozisyon süresi, dişi bireylerin bıraktığı yumurta sayısı, dişi ve erkek bireylerin ömür süreleri ve yumurtlama gün sayısı belirlenmiştir.



Şekil 2.20. Dişi ve erkek bireylerin kafese yerleştirilmesi (a) ve kafeslerin iklimlendirme odasına yerleştirilmesi (b)

2.9. Veri Analizleri

2.9.1. Kolonizasyon çalışmaları

Farklı inkübasyon sürelerine ait endofit entomopatojen fungus kolonizasyon değerlerine açı transformasyonu uygulanmış, ikili gruplar bağımlı gruplar için t testi ile, çoklu gruplar ise Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA ile analiz edilmiş ve grup ortalamaları arasındaki farklılıklar Bonferroni testi ile belirlenmiştir. Her bir hafta için elde edilen farklı fungus türleri arasındaki endofitik entomopatojen fungus kolonizasyon değerleri Tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş (ANOVA) ve grup ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

Domates güvesi ölüm oranlarına ait verilerin analizinde elde edilen ölüm oranlarına ait değerlere açı transformasyonu uygulanmış, bu değerler Tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş (ANOVA) ve grup ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

2.9.2. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın yaşam çizelgelerinin oluşturulması ve parametrelerin hesaplanması

Tuta absoluta' nın 25±1 ˚C, %60±10 nem ve 16:8 (aydınlık: karanlık) saatlik ışıklanma periyodunda faklı endofit entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenmesinden elde edilen veriler ayrı ayrı değerlendirilerek, domates güvesi hakkında önemli ipuçları veren yaşam çizelgesi parametreleri elde edilmiş ve yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur. Bu parametreler yaş ve döneme bağlı iki eşeyli yaşam çizelgesi analizlerine göre hesaplanmıştır (Chi ve Liu, 1985; Chi,1988; Chi, 2005). Yaşam çizelgesi ham verilerini analiz etmek için TWOSEX MSChart (Chi, 2023) bilgisayar programı kullanılmıştır. Analiz sonucunda yaş ve döneme bağlı canlılık oranları (s_{xj}), (x yaş ve j dönem), yaş ve döneme bağlı doğurganlık (f_{xj}), yaşa özgü canlılık oranı (l_x), dişi yaşına özgü doğurganlık (m_x) ve yaşa özgü maternite ($l_x m_x$) değerleri hesaplanmıştır. Kalıtsal üreme yeteneği (r) aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Goodman, 1982).

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

Bu formülde ;

Kalıtsal üreme yeteneği (r) (gün $^{-1}$),

Net üreme gücü(R_0) (birey) her jenerasyon için çoğalma oranı ya da yeni bırakılan yumurtalardan elde edilen , canlı kalması beklenen ve döl veren dişilerin ortalama sayısı olarak ifade edilmektedir (Sharov, 2012). Bir popülasyondaki bireylerin yaşa bağlı canlılık oranı (l_x) ve yaşa bağlı doğurganlık (m_x) oranı değerlerinin çarpımlarının toplanmasıyla elde edilir.

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

Yaş ve döneme bağlı iki eşeyli yaşam çizelgesinde l_x ve m_x aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$l_x = \sum_{j=1}^{\lambda} s_{xj}$$

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{k} s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{k} s_{xj}}$$

Ayrıca yaşam çizelgesi parametreleri

Üreme gücü sınırı, (λ) (gün $^{-1}$), ($\lambda = e^r$)

Ortalama döl süresi, (T) (gün), T=ln(R_0/r) (popülasyon büyüklüğünü net üreme gücü oranı kadar arttırmak için ihtiyaç duyulan zamanın uzunluğu) formülleri ile hesaplanmıştır.

Yaş ve döneme bağlı, beklenen yaşam süresi (e_{xj}), aşağıdaki eşitliğe (Chi ve Su, 2006) göre hesaplanmıştır.

$$e_{xj} = \sum_{i=x}^{\infty} \sum_{y=j}^{k} s'_{iy}$$

Yaş ve döneme bağlı üreme değerleri (v_{xj}), aşağıdaki eşitliğe (Huang ve Chi, 2011) göre hesaplanmıştır.

$$v_{xj} = \frac{e^{r(x+1)}}{s_{xj}} \sum_{i=x}^{\infty} e^{-r(i+1)} \sum_{y=j}^{k} s'_{iy} f_{iy}$$

Yaş ve döneme bağlı iki eşeyli yaşam çizelgesi kullanılarak hesaplanan yaşam çizelgesi parametre değerleri üzerinde farklı entomopatojen fungus uygulamalarının etkisinin önemli olup olmadığını test edebilmek için şansa bağlı yeniden örnekleme tekniği olan Bootsrap (Efron ve Tibshirani, 1993) yöntemi kullanılmıştır. Hesaplanan yaşam çizelgesi parametre değerleri için TWOSEX MSChart (Chi, 2023) bilgisayar programı kullanılarak 100.000 yapay Bootstrap değeri üretilmiş ve yaşam çizelgesi parametrelerinin ortalamaları ve standart hataları elde edilmiştir. Elde edilen değerler kullanılarak farklı uygulamalar arasında fark olup olmadığı Paired bootstrap test uygulanarak hesaplanmıştır.

3. BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%)

Domates bitkisine üç farklı aşılama yöntemi ile aşılanmış yapraklardan her iki entomopatojen fungusun da endofitik olarak kolonize olduğu saptanmış, kontrol gruplarının hiçbirinde ise PDA' da bulunan yaprak parçalarında herhangi bir fungus gelişimi meydana gelmemiştir (Tablo 3.1).

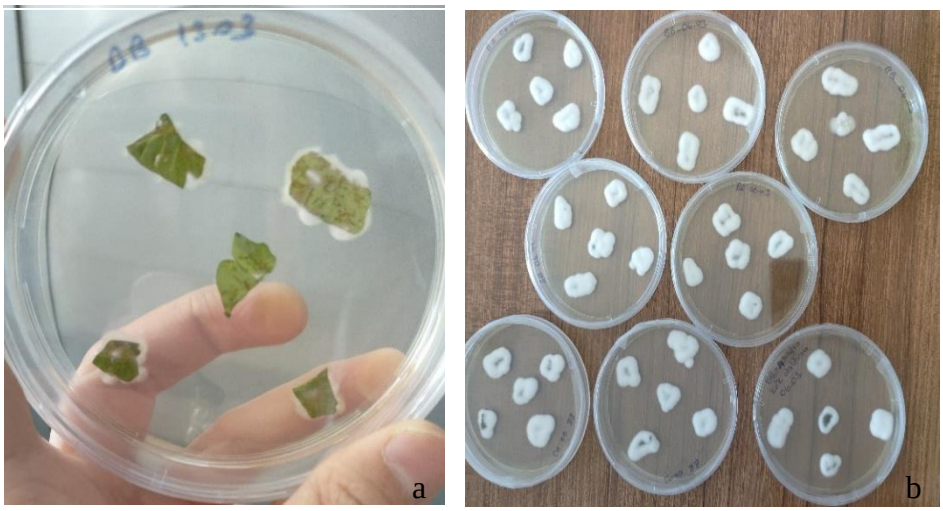
Tohum aşılama yöntemine bakıldığında gerek *Bauveria bassiana* ($t = -4{,}811$; $df = 9$; $p = 0{,}001$) ve gerekse *Isaria farinosa* ($t = -3{,}857$; $df = 9$; $p = 0{,}004$) aşılanan bitkilerde 3. ve 4. haftalar arasında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir. Kök daldırma yönteminde *B. bassiana* uygulanan bitkilerde haftalar ilerledikçe artış görülürken ($F = 11{,}477$; $df = 2$; $p = 0{,}001$), 4 hafta sonunda fungus kolonizasyonu %40'a ulaşmıştır. *I. farinosa* için de benzer durum söz konusu iken ($F = 7{,}789$; $df = 2$; $p = 0{,}004$), 4. hafta sonundaki kolonizasyon yüzdesinin %32 olduğu saptanmıştır. Yaprak püskürtme yöntemi incelendiğinde, endofitik kolonizasyon yüzdesinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. *B. bassiana* uygulanan bitkilerde haftalar ilerledikçe kolonizasyon yüzdesinde artış olmuş ($F = 17{,}513$; $df = 3$; $p < 0{,}001$), 4. haftada fungus kolonizasyonu %100'e ulaşmıştır. Benzer şekilde *I. farinosa*' nın kolonizasyon yüzdesi artarak ($F = 30{,}992$; $df = 3$; $p < 0{,}001$) 4. haftada %96'ya ulaşmıştır.

Farklı fungus ve kontrol uygulamaları haftalık olarak karşılaştırıldığında, yaprak püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus uygulanan bitkilerde uygulamadan 1 hafta sonra, uygulamalar arasında istatistiksel farklılık olduğu ($F = 156{,}197$; $df = 2$; $p < 0{,}001$), *B. bassiana*' nın kolonizasyon yüzdesinin *I. farinosa*' dan daha yüksek olduğu saptanmıştır.

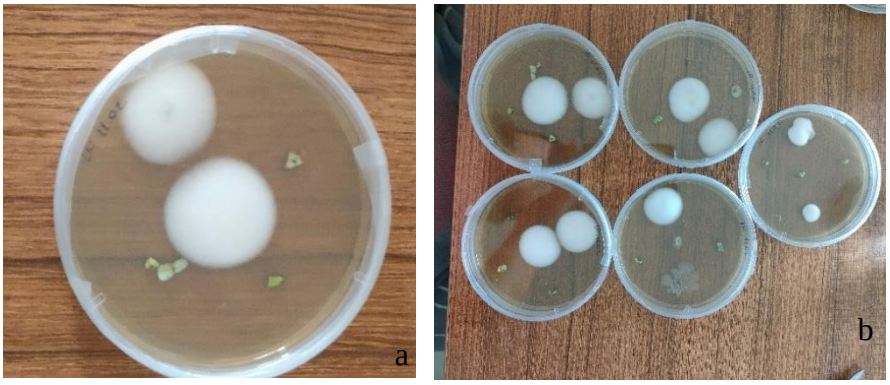
Uygulamadan 2 hafta sonra farklı fungusların kolonizasyon yüzdeleri incelendiğinde, aynı yöntemle uygulanan iki fungus arasında istatistiksel açıdan farklılık olmadığı ve her iki yöntemin de kontrolden faklı olduğu belirlenmiş, buna karşın her iki fungus türü için de yaprak püskürtme yönteminin kolonizasyon yüzdesinin kök daldırma yönteminden daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($F = 108,059$; $df = 5$; $p < 0,001$).

Uygulamadan 3 hafta sonra farklı fungusların kolonizasyon yüzdeleri incelendiğinde, her üç yöntem için fungus türü bakımından istatistik farklılık bulunmamakla birlikte, en yüksek kolonizasyon oranı *B. bassiana* yaprak püskürtme yönteminde %94 olarak belirlenmiş, en düşük kolonizasyon yüzdesi de her iki fungus için de %4 olarak tohum aşılama yönteminde saptanmıştır ($F = 147,263$; $df = 8$; $p < 0,001$).

Uygulamadan 4 hafta sonra farklı fungusların kolonizasyon yüzdeleri incelendiğinde ise, 3. haftaya benzer şekilde her üç yöntem için fungus türü bakımından istatistik farklılık bulunmadığı, ancak uygulama yöntemi bakımından en yüksek kolonizasyon yüzdesine yaprak püskürtme yönteminde ulaşıldığı, bunu sırasıyla kök daldırma ve tohum aşılama yöntemlerinin takip ettiği belirlenmiştir ($F = 175,874$; $df = 8$; $p < 0,001$). *B. bassiana* tohum aşılama yöntemi ile her iki fungusun kök daldırma yöntemi arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, en düşük kolonizasyon oranı %22 ile *I. farinosa* tohum aşılama yönteminde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Domates bitkilerine aşılama yapılan yaprakların endofit fungus *Bauveria bassiana*' nın gelişimi (a) ve PDA ortamında görünümü (b)



Şekil 3.2. Domates bitkilerine aşılama yapılan yaprakların endofit fungus *Isaria farinosa'* nın gelişimi (a) ve PDA ortamında görünümü (b)

Tablo 3.1. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar Bauveria bassiana ve Isaria farinosa' nın domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%)

Fungus türü	Aşılama yöntemi	İnkubasyon süresi			
		1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta
Bauveria bassiana	Tohum	-	-	4,00 ± 2,67b*C**	28,00 ± 5,33aBC
	Kök	-	16,00 ± 2,67bB	26,00± 3,06abB	40,00 ± 4,22aB
	Yaprak	74,00 ± 5,21cA	84,00 ± 2,67bcA	94,00 ± 3,06abA	100,00 ± 0,00aA
Isaria farinosa	Tohum	-	-	4,00 ± 2,67bC	22,00 ± 3,59aC
	Kök	-	12,00 ± 3,27bB	20,00± 0,00abB	32,00± 5,33aBC
	Yaprak	60,00 ± 2,98cB	72,00 ± 3,27bA	86,00 ± 3,06abA	96,00 ± 2,67aA
Kontrol	Tohum	-	-	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00D
	Kök	-	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00D
	Yaprak	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00C	0,00 ± 0,00D

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler Bağımlı gruplar için T test veya Bonferroni testine göre istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0,05$).

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

Silva vd. (2020), Endofit funguslardan *Beauveri bassiana*' nın domates fidelerine aşılama yapılmasının ardından kök ve gövdelerde fungus gelişimi gözlemlemiştir. Aşılama yapıldıktan 7 gün sonra doku örneklerinde %80 fungus gelişimi gözlemlenmiştir. Yapraklardaki fungus gelişimi ise %46 olarak tespit edilmiştir. 14. günde kök ve gövdelerde fungus kolonizasyonu %86, yapraklarda ise %53 olarak gelişim meydana

geldiğini bildirmişlerdir. 21. güne bakıldığında kök ve gövdede kolonizasyon oranı %100 olurken yapraklardan alınan örneklerdeki kolonizasyonun %100 olduğunu tespit etmişlerdir.

Allegrucci vd. (2017), domates fidelerine *B. bassiana* aşılama yapılmasının ardından 7, 14, 28 gün sonra, bitkilerdeki fungus kolonizasyonunu değerlendirmiştir. En yüksek kolonizasyon yüzdesi aşılamadan 7 gün sonra %13.89, en düşük kolonizasyon ise 28 gün sonra %0.56 olarak tespit edilmiştir. Aşılama teknikleri ve aşılama sonrasında önemli farklar görülmüştür. En yüksek değerler aşılamadan 7 gün sonra yaprak püskürtme yönteminde %29.44, kök daldırmada %12.22 olarak kaydedilmiştir. Aynı çalışmada, domates ve köpek üzümü tohumlarına aşılama yöntemlerinden tohum aşılama yöntemi kullanılmıştır. 4-5 hafta sonunda yapılan kontroller sonrasında fungus kolonizasyonunun %90' ı aştığı tespit edilmiştir.

Gurulingappa vd. (2010), pamuk tohumlarını tohum daldırma yöntemi ile *L. lecanii* veya *B. bassiana* ile inoküle edilen pamuk yapraklarında kolonizasyonu dengesiz olduğunu bildirmişlerdir. Pamukta *B. bassiana*' nın yapraklardaki kolonizasyonu %73± 8.4, gövdelerde %47±3.4, köklerinde ise %31±5.2 olarak görülmüştür.

Agbessenou vd. (2020), domates ve köpek üzümüne ait tohumların, tohum aşılama yöntemi ile inoküle edilen bitkilerde fungus kolonizasyonu tespit etmişlerdir. Funguslardan *H. lixii* F3ST1 ve *Trichoderma asperellum* M2RT4' ün konukçu bitkilerin %85' inden fazlasını kolonize ettiği görülmüştür. *B. bassiana* ICIPE 706 domatesin kök, gövde ve yapraklarını sırasıyla %60, %40 ve %15' ini kolonize ederken köpek üzümünde kök, gövde ve yapraklarını sırasıyla %70, %35 ve %15' ini kolonize ettiğini bildirmişlerdir.

Altaf vd. (2023), Mısır tohumlarına başarıyla tohum daldırma ve yaprak püskürtme yöntemi kullanılarak inoküle edilen *B. bassiana* ve *M. anisopliae*' nin fungus kolonizasyon yoğunluğu aşılama yöntemine bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Her iki fungusta en yüksek kolonizasyon oranı yaprak püskürtme yönteminde gözlemlenmiştir. 14. günde iki fungusun kolonizasyon oranı diğer günlere kıyasla en yüksek kolonizasyona sahip olduğunu belirtmişlerdir. 14. günde *M. anisopliae* kolonizasyon yüzdesi yaprak püskürtme yönteminde %80, tohum aşılama yönteminde

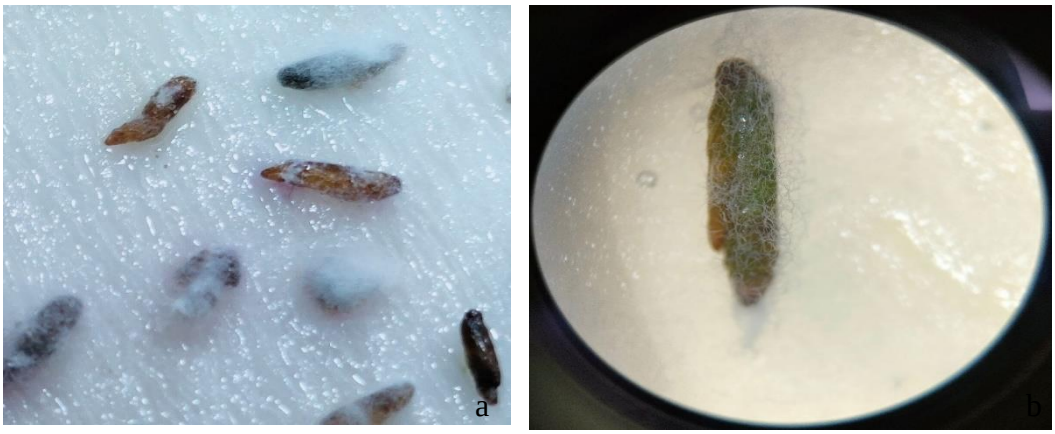
%65 iken, *B. bassiana*'nın kolonizasyon yüzdesi yaprak püskürtmede %72.5, tohum aşılama yönteminde ise %50 olduğunu bildirmişlerdir.

Borisade (2016), sorgum bitkisine aşılama yapılan bitkilerde endofit entomopatojen fungus gelişimi gözlemlemiş, aşılama yapıldıktan sonra kolonizasyonda değişiklik görüldüğünü bildirmiştir. *Beauveria basssiana* ve *Isaria farinosa*' nın gövde ve saplarda, *M. anisopliae*'nin köklerde tespit edildiğini belirtmiştir.

Lopez vd. (2014), Pamuk bitkisine aşılama yapılan endofit entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana*' nın birinci (7 gün) sera denemelerinde %35 fungus gelişimi görülürken ikinci (14 gün) sera denmelerinde %55' inde tespit edildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada haftalara göre elde edilen kolonizasyon yüzdeleri incelendiğinde her iki fungus için de haftalar ilerledikçe kolonizasyon yüzdesinin arttığı görülmektedir.

3.2. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın domates güvesi üzerindeki ölüm oranlarına etkisi (%)

Endofit funguslardan *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın 3 farklı yöntemle aşılama yapılan domates bitkilerinden beslenmesi sonucunda elde edilen domates güvesi larvaları üzerindeki ölüm oranları Tablo 3.2.'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, *B. bassiana* ve *I. farinosa*' nın farklı aşılama yöntemlerine göre domates güvesi ölüm oranlarında farklılıklar olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3. Aşılanmış yapraklardan beslenen larva ve pupalarda mikoz oluşturması (a) ve mikroskop görüntüsü (b)

Tablo 3.2. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar Bauveria bassiana ve Isaria farinosa' nın domates güvesi üzerindeki ölüm oranları (%)

Fungus	Aşılama yöntemi		
	Tohum	Kök	Yaprak
Bauveria bassiana	64 ± 4,52a*A**	51 ± 3,48aA	57 ± 3,67aA
Isaria farinosa	58 ± 7,42aA	44 ± 3,71aA	49 ± 4,58aA
Kontrol	7 ± 1,53aB	6 ± 1,63aB	10 ± 1,49aB

*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 ($p \leq 0,05$).

Farklı aşılama yöntemleri ile *Bauveria bassiana* uygulanan domates bitkilerinde *Tuta absoluta* ölüm oranları incelendiğinde, En yüksek ölüm oranı %64 ile tohum aşılama yönteminde elde edilse de, her üç yöntemden elde edilen ölüm oranlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı belirlenmiştir ($F = 2,832$; $df = 2$; $p = 0,076$). Benzer durum *Isaria farinosa* içinde belirlenmiş, en yüksek ölüm oranı %58 ile tohum aşılama yönteminden elde edilmiş, ancak yöntemler arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($F = 1,833$; $df = 2$; $p = 0,179$).

Farklı uygulamalar tohum aşılama yöntemi bakımından değerlendirildiğinde, iki fungus türü bakımından istatistiksel bir farklılık olmadığı, ancak fungus uygulanan bitkilerdeki larva ölümlerinin kontrolden farklı olduğu belirlenmiştir ($F = 40,015$; $df = 2$; $p < 0,001$). Benzer sonuçlar gerek kök daldırma yöntemi bakımından ($F = 59,702$; $df = 2$; $p < 0,001$), ve gerekse yaprak püskürtme yöntemi bakımından da aynı şekilde elde edilmiştir ($F = 53,150$; $df = 2$; $p < 0,001$).

Agbessenou vd. (2020), Endofitik olarak kolonize olmuş ve tohum daldırma yöntemi uygulanmış domates bitkilerine maruz kalan *T. absoluta e*rginlerinin canlılık oranının uygulamalar arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Maruziyetten 5 gün sonrasında ortalama ergin canlılık oranı kontrolde %52.28 iken, *F. proliferatum* F2S51'de %32.69, *B. bassiana* ICIPE 273' te ise %28.21 olmuştur. Maruziyetten 10 gün sonrasında, *B. bassiana* ICIPE 706 haricinde ortalama ergin canlılık oranı kontrol dahil %9.2 ile %26.40 arasında değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Maruziyetten 15 gün sonra

canlılık oranı kontrol dahil %10' dan az olduğu, 20. günde ise kontrol dahil tüm uygulamalarda canlılık gözlemlendiği bildirilmiştir.

Silva vd. (2020), domates güvesine karşı domates bitkilerine *B. bassiana* LPP139 endofit entomopatojen fungus uygulaması yapılan bir çalışmada, domates güvesine 2. ve 3. dönem larvalarını kullanmışlar, çalışma sonunda *B. bassiana* LPP139'nın LT_{50}'sinin 4 gün olduğu saptanırken, tüm larvaların çalışmanın 7.gününde öldüğünü belirtmişlerdir.

Allegrucci vd. (2017), domates bitkisinde *Beauveria bassiana*' nın *Tuta absoluta*' yı konidialarla doğrudan temas yoluyla ya da endofit fungus tarafından kolonize olmuş yapraklardan beslenmesi yoluyla enfekte ettiğini gözlemlemişlerdir. En yüksek ölüm %75.5± 20.6 iken, kontrolde %5±10 ölüm meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Bakla bitkisinde zarar oluşturan yaprak galeri sineği (*Liriomyza huidobrensis*)' ne karşı 2 farklı parazitoit (*Phaedrotoma scabriventris* ve *Diglyphus isaea*) ve 2 endofit entompatojen fungus türü ile uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışmada *Phaedrotoma scabriventris* ve *Diglyphus isaea* parazitoileri, uygulama sonucunda pupa oluşumu ve ergin çıkışı gözlenirken, ölüm meydana gelmediği tespit edilmiştir. Endofit fungus uygulanan bitkilerde ise 21.günde *B. bassiana* G1LU3 %38 iken, *B. bassiana* S4SU1' de %42 ölüm meydana geldiği görülmüştür. Kontrolde ise %65 canlılık oranı gözlenmiştir (Akutse vd., 2014b).

Gurulingappa vd. (2011), pamuk ve buğdayda endofit entomopatojen fungusların tohum aşılaması olarak uygulandığı bir çalışmada, fungusların yaprakbiti üremesini önemli ölçüde azalttığını, ancak doğrudan ölüm oluşturmadığını tespit etmişlerdir. *L. lecanii* (23±3.5 nimf) ve *B. bassiana* (21±2.3 nimf) ile inoküle edilen pamuk yapraklarında kontrole (54±4.7 nimf) kıyasla ortalama olarak daha az nimf bulunduğunu bildirmişlerdir.

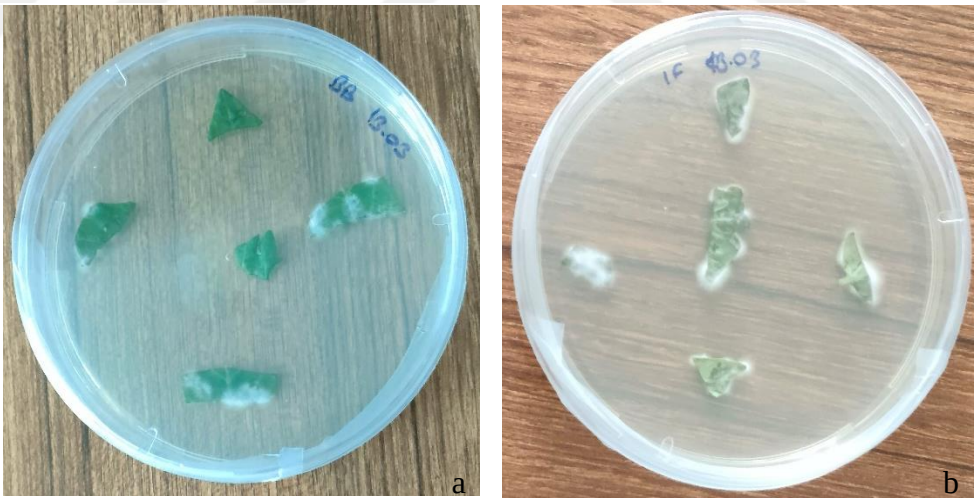
Soğanda *T. tabaci* üzerinde endofit entomopatojen fungus uygulaması yapılan bir çalışmada, fungus uygulanan bitkiler üzerinde kontrole kıyasla önemli ölçüde daha düşük sayıda beslenme delikleri olduğu görülmüştür. Tüm kullanılan izolatlarda, bitkilere bırakılan yumurta sayısı kontroldeki bitkilere kıyasla daha az olmuştur (Muvea vd., 2014)

Endofitik kolonize olan bakla bitkilerinin farklı kısımlarına maruz kalan ilk nesil *Liriomyza huidobrensis* erginlerinin ömrünün kontrol bitkilerine kıyasla önemli derecede

azaldığı gözlemlenmiştir. Kullanılan izolatlarda *L. huidobrensis*' in %100'lük ölüm oranı 13.2±0.7 ve 15±0.6 gün içinde olurken, kontrollerde 27.3±1.1 gün olarak bulunmuştur. Ergin *L. huidobrensis'* lerin hayatta kalma oranları uygulanan diğer uygulamalar arasında değişiklik göstermiştir. Uygulamadan 5 gün sonrasında canlılık oranı *Hypocrea lixii'*de %22.2, *B. bassiana* suşunda %42.3 iken, kontrolde %64 olmuştur. 10 gün sonrasında tüm fungus uygulamalarında %4.2-18.9 arasında değişirken, kontrolde %56.4 oranında canlılık oranı olmuştur. Maruz kalmadan 20 gün sonrasında kontrol dahil tüm endofit uygulamasında canlılık oranı düşük olmuştur (Akutse vd., 2014).

3.3. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* ve *Isaria farinosa*' nın aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%)

Daha önceden farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan entomopatojen fungusların, aşılamadan 3 ay sonra yapraklardaki kolonizasyon oranları tespit edilmiştir (Tablo 3.3).



Şekil 3.4. Aşılama yapılan yapraklardan 3 ay sonrası kolonizasyon kontrolü *Baeuveria bassiana* (a) ve *Isaıra farinosa* (b)

Farklı aşılama yöntemleri ile *Bauveria bassiana* uygulanan domates bitkilerindeki kolonizasyon oranları incelendiğinde, en yüksek kolonizasyonun %56 ile tohum uygulamasında meydana geldiği ve diğer yöntemlerden istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (F = 9,396; df = 2; p = 0,001).

Benzer şekilde farklı aşılama yöntemleri ile *Isaria farinosa* uygulanan domates bitkilerindeki kolonizasyon oranları incelendiğinde de, tohum aşılama yönteminin %50 kolonizasyon oranı ile en yüksek kolonizasyon oranına sahip olduğu, diğer aşılama yöntemleri ile arasında istatistiksel olarak fark olduğu tespit edilmiştir ($F = 11,703$; $df = 2$; $p < 0,001$).

Benzer aşılama yöntemi uygulanan fungus türleri karşılaştırıldığında ise, gerek tohum aşılama ($F = 173,627$; $df = 2$; $p < 0,001$), gerek kök daldırma ($F = 93,031$; $df = 2$; $p < 0,001$) ve gerekse yaprak püskürtme ($F = 131,122$; $df = 2$; $p < 0,001$) yöntemi uygulanan domates bitkilerindeki kolonizasyon oranları arasında istatistiksel farklılık olmadığı, ancak her iki fungusunda kontrolden farklı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.3. Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkisine aşılanan Entomopatojen funguslar Bauveria bassiana ve Isaria farinosa' nın aşılamadan üç ay sonra domates yapraklarındaki kolonizasyonu (%)

Fungus	Aşılama yöntemi		
	Tohum	Kök	Yaprak
Bauveria bassiana	56,00 ± 4,99a*A**	36,00 ± 4,00bA	32,00 ± 3,27bA
Isaria farinosa	50,00 ± 3,33aA	32,00 ± 4,42bA	26,00 ± 3,06bA
Kontrol	0,00 ± 0,00B	0,00 ± 0,00B	0,00 ± 0,00B

*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 ($p \leq 0,05$).

3.4. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta* (♀ + ♂)'nın gelişme süreleri, toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü

Domates bitkilerine aşılama yapılan ve üzerinde beslenen *Tuta absoluta*' nın her dönemi için gelişme süreler, toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı ve ergin ömrü oranı Tablo 3.4.'te verilmiştir. Elde edilen verilere göre domatese aşılama yapılan farklı endofitik funguslardan beslenen *Tuta absoluta*' nın gelişme sürelerinde farklılık görülmektedir.

Yumurta döneminde en uzun gelişme süresi *Isaria farinasa* ile aşılama yapılan bitkide ortalama 4.92 gün olurken, *Beauveria bassiana* ile aşılama yapılan bitkideki yumurta süresi 4.90 gün olmuştur. Bu iki fungus üzerindeki yumurtadaki gelişme oranında yumurta gelişme süreleri açısından istatistiksel bir fark gözlenmezken fungus uygulanan gruplar kontrolden farlı bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Larva (gün) dönemleri için en uzun gelişme süresi ortalama 16.74 gün ortalama ile *I. farinasa* aşılanan bitkide görülürken, bunu kontrol grubu takip etmiştir. En kısa larval gelişim *B. bassiana* ile aşılama yapılan bitkide beslenen larvalarda ortalama 16.11 gün olup, *B. bassiana* aşılanan bitkilerdeki larval gelişim süresi ile diğer gruplar arasında istatistiksel fark bulunmaktadır ($p \leq 0,05$).

Pupa dönemleri için en uzun gelişme süresi ortalama 8.49 gün ortalama ile yine *I. farinasa* bulunan bitkilerde görülürken, *B. bassiana* ile aşılama yapılan bitkilerdeki pupa süresi 8.36 gün olarak saptanmıştır. Fungus uygulanan bu iki grup arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken, her iki grup kontrolden istatistiksel olarak bir farklı bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Altaf vd. (2023), Mısır tohumlarına yaprak püskürtme ve tohum daldırma yöntemi uygulanmış yapraklardan beslenen *Spodoptera frugiperda* 'ya ait larva dönemlerinden 2. larva ve 4. larva dönemleri hariç, diğer gelişim dönemlerinde farklılık göstermiş olduğunu saptamışlardır. Larvaların gelişimini *B. bassiana* ile aşılanan yapraklarla beslendiğinde 20.64 günde, *M. anisopliae* ile aşılanan yapraklarda beslendiğinde ise 21.21 günde tamamladığını belirlemişlerdir. Larvaların herhangi bir fungus uygulaması yapılmayan yapraklardan beslenmesi sonucunda ise gelişimlerini 20.27 günde tamamladığı belirlenmiştir. Pupa süresinin ise kontrolde 6.91 gün iken, *B. bassiana* uygulandığında 8.20 gün, *M. anisopliae* uygulandığında ise 7.43 güne uzadığı tespit etmişlerdir.

Tuta absoluta' nın fungus aşılanan ve aşılanmayan bitkilerdeki toplam gelişme süresi incelendiğinde, fungus uygulanan gruplarda zararlının gelişme süresinin kontrole göre uzadığı ve en uzun gelişme süresinin 30.02 gün ile *I. farinasa* aşılanan bitkide meydana geldiği saptanmıştır. bununla birlikte, sadece *I. farinasa* aşılanan bitkideki toplam gelişme süresi ile kontrol grubu arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir ($p \leq 0,05$).

Ergin öncesi canlılık oranı en uzun oran ortalama 0.88 ile kontrol bitkilerinde görülürken, en düşük canlılık oranı 0.59 ile *B. bassiana* aşılanan bitkilerde gelişen bireylerde meydana gelmiş ve entomopatojen fungus aşılanan gruplar ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmiştir ($p \leq 0,05$).

En uzun ergin ömrü ortalama 13.78 gün ile *B. bassiana* ile aşılama yapılan bitkilerde görülürken, *B. bassiana* ile aşılama yapılan bitkilerde gelişen bireylerin ergin ömrü ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Tablo 3.4. Farklı endofitik entomopatojen fungus türleri uygulanan domates bitkileri ile beslenen Tuta absoluta (♀ + ♂)'nın gelişme süreleri, toplam gelişme süresi, ergin öncesi canlılık oranı (%) ve ergin ömrü

Dönem	Entomopatojen Fungus		
	B. bassiana	*I. farinosa*	Kontrol
Yumurta (gün)	4.90 ± 9.05a*	4.92 ± 8.04a	4.60 ± 6.89b
Larva (gün)	16.17 ± 0.23b	16.74 ± 9.23a	16.66 ± 9.84a
Pupa (gün)	8.36 ± 0.17a	8.49 ± 0.17a	7.58 ± 0.14b
Toplam gelişme süresi (gün)	29.59 ± 0.33ab	30.02 ± 0.18a	28.84 ± 0.22b
Ergin öncesi canlılık oranı (%)	0.59 ± 4.93b	0.65 ± 4.78b	0.88 ± 3.25a
Ergin ömrü (gün)	13.78 ± 0.27a	12.83 ± 0.33b	12.71 ± 0.41b

* Aynı satırdaki farklı küçük harfler Paired Bootsrap Testi'ne göre istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0,05$).

3.5. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın ergin preovipozisyon süresi, toplam preovipozisyon süresi, yumurtlama gün sayısı, doğurganlığı ile dişi ve erkek ömür süreleri

Domates bitkilerine aşılama yapılan ve yapraklarından beslenen *Tuta absoluta*'nın ergin preovipozisyon süresi, toplam preovipozisyon süresi, yumurtlama gün sayısı, doğurganlığı ile dişi ve erkek ömür süreleri tablo 3.5'de verilmiştir.

Fungus aşılanan ve aşılanmayan bitkilerde gelişen *T. absoluta*' nın ergin preovipozisyon süresi arasında istatistiksel yönden bir fark bulunmamıştır ($p \geq 0,05$).

B. bassiana ve *I. farinasa* aşılanan bitkiler ile beslenen *Tuta absoluta*' ya ait toplam preovipozisyon süresi arasında istatistiksel olarak bir fark görülmezken, fungus aşılanan

her iki uygulamanın da toplam preovipozisyon süresi kontrol grubundan bir günden daha fazla uzun olup aralarında fark istatistiksel olarak önemlidir ($p \leq 0,05$).

Tuta absoluta'nın en uzun yumurtlama gün sayısı 14.87 gün ile kontrol bitkilerinde elde edilmiş olup, gerek *B. bassiana* ve gerekse *I. farinasa* aşılanan bitkilerden gelişen dişilere göre yaklaşık iki gün daha fazladır. Yumurtlama gün sayısı bakımından kontrol grubu ile farklı entomopatojen fungus türleri aşılanan gruplar arasında istatistiksel fark bulunmaktadır ($p \leq 0,05$).

Tuta absoluta' nın doğurganlığı incelendiğinde, dişiler tarafından en fazla yumurtanın kontrol grubunda (244.90 yumurta), en az yumurtanın ise *B. bassiana* (175.39 yumurta) aşılanan bitkilerden gelişen bireyler tarafından bırakıldığı tespit edilmiştir. Entomopatojen fungus aşılanan ve aşılanmayan bitkilerden gelişen üç grup arasında dişi doğurganlığı bakımından istatistiksel farklılık bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Altaf vd. (2023), Mısır tohumlarına yaprak püskürtme ve tohum daldırma yöntemi uygulannmış (*B. bassiana* ve *M. anisopliae*) yapraklarıyla beslenen *Spodoptera* frugiperda dişilerinin yumurtlama süresinin 3.6-3.8 gün, kontrol grubunda ise 4.58 gün olduğunu tespit etmişlerdir. Dişilerin doğurganlığının ise kontrol grubunda 435.6 yumurta olduğunu, en düşük doğurganlığın *M. anisoplia* (260 yumurta) uygulamasında kaydedildiğini, bunu *B. bassiana* (290.1 yumurta) uygulamasının izlediğini bildirmişlerdir.

Agbessenou vd. (2020), Endofit entomopatojen funguslar tarafından kolonize olmuş domates ve köpek üzümü bitkisine bırakılan *Tuta absoluta*' ya ait yumurta sayısının funguslarda önemli ölçüde değişikliğe neden olduğunu belirtmişlerdir. *Trichoderma asperellum* M2RT4' e ait kolonize olmuş domates yapraklarında en düşük yumurta sayısı 30.0±4.51 iken, bunu *B. bassiana* ICIPE 706 (31.25±5.88 yumurta), *H. lixii* F3ST1 (63.25±2.66 yumurta), *T. atroviride* F2S21 (63.5±7.63 yumurta) ve (111.0±13.32 yumurta) olarak takip ettiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, en yüksek yumurta sayısının *B. bassiana* ICIPE 273'de 228.75±24.36 yumurta olarak kaydedilirken, bunu *F. proliferatum* F2S51'un 177.0±15.96 yumurta ile takip ettiğini saptamışlardır.

Ergin ömür uzunluğu bakımından fungus aşılanan ve kontrol grubu bitkilerden gelişen dişi bireyler arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken ($p \geq 0,05$), erkek bireyler arasında en uzun ömür uzunluğu 42.08 gün ile *B. bassiana* aşılanan bitkilerden gelişen bireylerde elde edilmiş en kısa ömür uzunluğu ise kontrol grubunda 38.69 gün olarak

saptanmıştır. Her üç grubun erkek ömür uzunluğu istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Wilberts vd. (2022), tatlı biber fidelerine kök daldırma yöntemi uygulanan ve aşılanan (*Akanthomyces muscarius*) yaprakları ile beslenen *Mycus persicae*' nin kontrole kıyasla önemli ölçüde daha kısa ergin ömür uzunluğuna sahip olduğu tespit etmişlerdir. Kontrolde ergin yaprakbitleri ortalama 19.6±0.8 gün yaşarken, *Akanthomyces muscarius* ile aşılanan bitkiler üzerindeki yaprakbitleri 16.1±1.0 gün yaşadığı bildirilmiştir. Ayrıca dişi bireylerin toplam yumurta sayısı bakımından, kontrol ve *B. bassiana* ile aşılanan bitkiler arasında fark gözlenmediği belirtilmiştir. Ancak yumurta sayısının *Akanthomyces muscarius* ile aşılanan bitkilerde (54.1±2.7) kontrol bitkilerine (60.3±1.5) kıyasla önemli ölçüde düşük olduğunu saptamışlardır.

Akutse vd. (2014a), endofitik olarak aşılanmış bakla ve fasulye bitkilerine maruz kalan *Liriomyza huidobrensis*' in ömür uzunluğunun 13.2±0.7 ile 15.0±0.6 gün arasında değiştiğini, kontrolde bu sürenin 27.3±1.1 gün olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, fungus izolatları arasında *H. lixii* F3ST1' in ortalama ergin ömrünü ve ergin canlılık oranını azaltmada diğer izolatlardan daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Tablo 3.5. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın ergin preovipozisyon süresi, toplam preovipozisyon süresi, yumurtlama gün sayısı, doğurganlığı ile dişi ve erkek ömür süreleri

Parametre	Entomopatojen Fungus		
	B. bassiana	*I. farinosa*	Kontrol
APOP (gün)	2.00 ± 0.00a*	1.97 ± 0.03a	1.97 ± 0.03a
TPOP (gün)	31.61 ± 0.46a	31.78 ± 0.26a	30.21 ± 0.33b
Yumurtlama günleri (gün)	12.73 ± 0.24b	12.97 ± 0.20b	14.87 ± 0.13a
Doğurganlık (yumurta)	175.39 ± 3.69c	215.03 ± 2.49b	244.90 ± 1.86a
Dişi toplam ömür uzunluğu (gün)	44.39 ± 0.52a	44.78 ± 0.35a	45.13 ± 0.35a
Erkek toplam ömür uzunluğu (gün)	42.08 ± 0.72a	40.29 ± 0.26b	38.69 ± 0.36c

* Aynı satırdaki farklı küçük harfler Paired Bootsrap Testi'ne göre istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0,05$).

Altaf vd. (2023), mısır tohumlarına yaprak püskürtme ve tohum daldırma yöntemi uygulanmış yapraklardan beslenen *Spodoptera frugiperda*' ya ait dişilerin yaşam süresinin (10.8±0.32) erkeklerden (9.74±0.31) daha uzun olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, larvalar *M. anisopliae* ile aşılanan yapraklar ile beslendiğinde, dişi ömrünün (9.73 gün) kontroldeki erginlere (11.47 gün) göre daha kısa olduğunu belirlemişlerdir. Ergin preovipozisyon süresinin kontrol gurubunda 2.35 gün olduğunu, *B. bassiana* (2.67 gün) ve *M. anisoliae* (2.55 gün) uygulanan yapraklar ile beslendiğinde uzadığını tespit etmişlerdir.

3.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın yaşam çizelgesi parametrelerin hesaplanması ve yaşam çizelgelerinin oluşturulması

Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın yaşam çizelgesi parametreleri, kalıtsal üreme yeteneği (r), üreme gücü sınırı (λ), net üreme gücü (R_0) ve ortalama döl süresi (T) değerleri 4.6.'da verilmiştir.

Tuta absoluta' nın aşılama yapılan domates ile beslenmesi sonucunda kalıtsal üreme yeteneği funguslara göre değişiklik göstermektedir. *Tuta absoluta*' ya ait kalıtsal üreme yeteneğinin en düşük olduğu bitkinin *Beauveria bassiana* aşılanan bitkilerde yetiştirilen bireylere (0.1149 ± 0.0046 gün $^{-1}$) ait olduğu belirlenmiştir. Bu bitkilerde gelişen bireylerle kontrol grubu arasında istatistiksel fark oluşurken ($p \leq 0,05$), *Isaria farinosa* ve kontrol bitkileriyle beslenen bireylere ait olan kalıtsal üreme yeteneğinde ise istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür.

T. absoluta'nın üreme gücü sınırı (λ) en fazla kontrol bitkilerinde yetiştirilen bireylerde (1.1369 ± 0.0043 gün $^{-1}$), en düşük ise *B. bassiana* aşılanmış bitkilerle beslenen bireylerde (1.1218 ± 0.0051 gün $^{-1}$) olduğu belirlenmiştir. *B. bassiana* ve *I. farinosa* aşılanan bitkilerde yetiştirilen bireylerin üreme gücü sınırında istatistiksel yönden bir fark görülmezken, *B. bassiana* ve kontrol grubu arasında istatistiksel fark bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Tablo 3.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen Tuta absoluta' nın yaşam çizelgesi parametreleri, kalıtsal üreme yeteneği (r), üreme gücü sınırı (λ), net üreme gücü (R_0) ve ortalama döl süresi (T)

Parametre	Entomopatojen Fungus		
	B. bassiana	*I. farinosa*	Kontrol
r (d^{-1})	0.1149 ± 0.0046b*	0.1215 ± 0.0038ab	0.1283 ± 0.0038a
λ (d^{-1})	1.1218 ± 0.0051b	1.1292 ± 0.0044ab	1.1369 ± 0.0043a
R_0 (yumurta)	57.88 ± 8.35b	79.56 ± 10.42ab	95.51 ± 11.95a
T (gün)	35.32 ± 0.48a	36.02 ± 0.26a	35.53± 0.28a

* Aynı satırdaki farklı küçük harfler Paired Bootsrap Testi'ne göre istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0,05$).

Zararlının en yüksek net üreme gücü (R_0) değeri ortalama 95.51 yumurta ile kontrol bitkilerinde elde edilirken, en düşük değer ortalama 57.88 yumurta ile *Beauveria bassiana* aşılanmış bitkiler üzerinde yetişen bireylerde elde edilmiştir ve bu iki grubun net üreme gücü değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0,05$).

Ortalama döl süresi (*T*) bakımından entomopatojen fungus aşılanan bitkilerde yetişen bireylerle ve kontrol grubu arasında istatistiksel bir farklılık saptanmamıştır ($p \geq 0,05$).

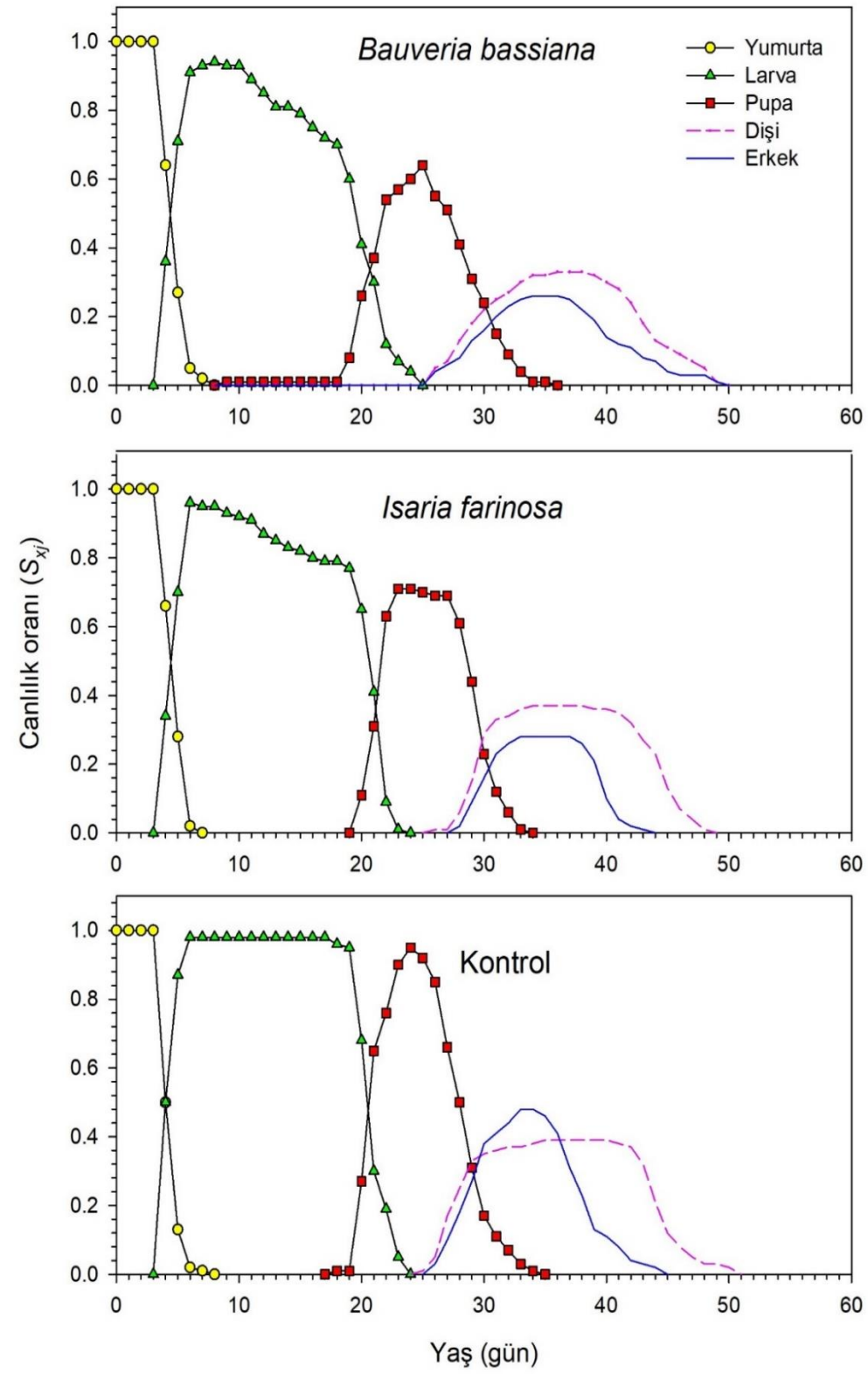
Altaf vd. (2023), mısır tohumlarına yaprak püskürtme ve tohum daldırma yöntemi uygulanmış yapraklardan beslenen *Spodoptera frugiperda*' ya ait en düşük net üreme gücü (R_0), *M. anisopliae* (94.30 yumurta) ile aşılanan bitkilerden elde edilirken en yüksek net üreme gücünün ise kontrol grubuna (217.8 yumurta) ait bitkilerden elde edildiğini bildirmişlerdir. En uzun ortalama döl süresi (*T*) kontrol grubunda (39.3 gün) belirlenirken, *M. anisopliae* ve *B. bassiana* arasında istatistiksel açıdan fark saptanmamıştır. En yüksek kalıtsal üreme yeteneğini ise (*r*) kontrol grubunda (0.133±0.00 $gün^{-1}$) tespit etmişlerdir. En yüksek üreme gücü sınırı (*λ*) kontrol grubunda (1.146 ± 0.00 $gün^{-1}$) bulunurken, en düşük üreme gücü sınırı *M. anisopliae* uygulanan bitkilerde beslenen bireylerde (1.133 ± 0.00 $gün^{-1}$) olduğunu saptamışlardır.

Holtz vd., (2009), Entomopatojen funguslardan *Beauveria bassiana* Predatör *Podius nigrispinus*' un üreme potansiyeli ve popülasyon büyümesine etkili yaşam parametrelerini değerlendirmiştir. *B. bassiana*' nın predatör veya predatör avı olan

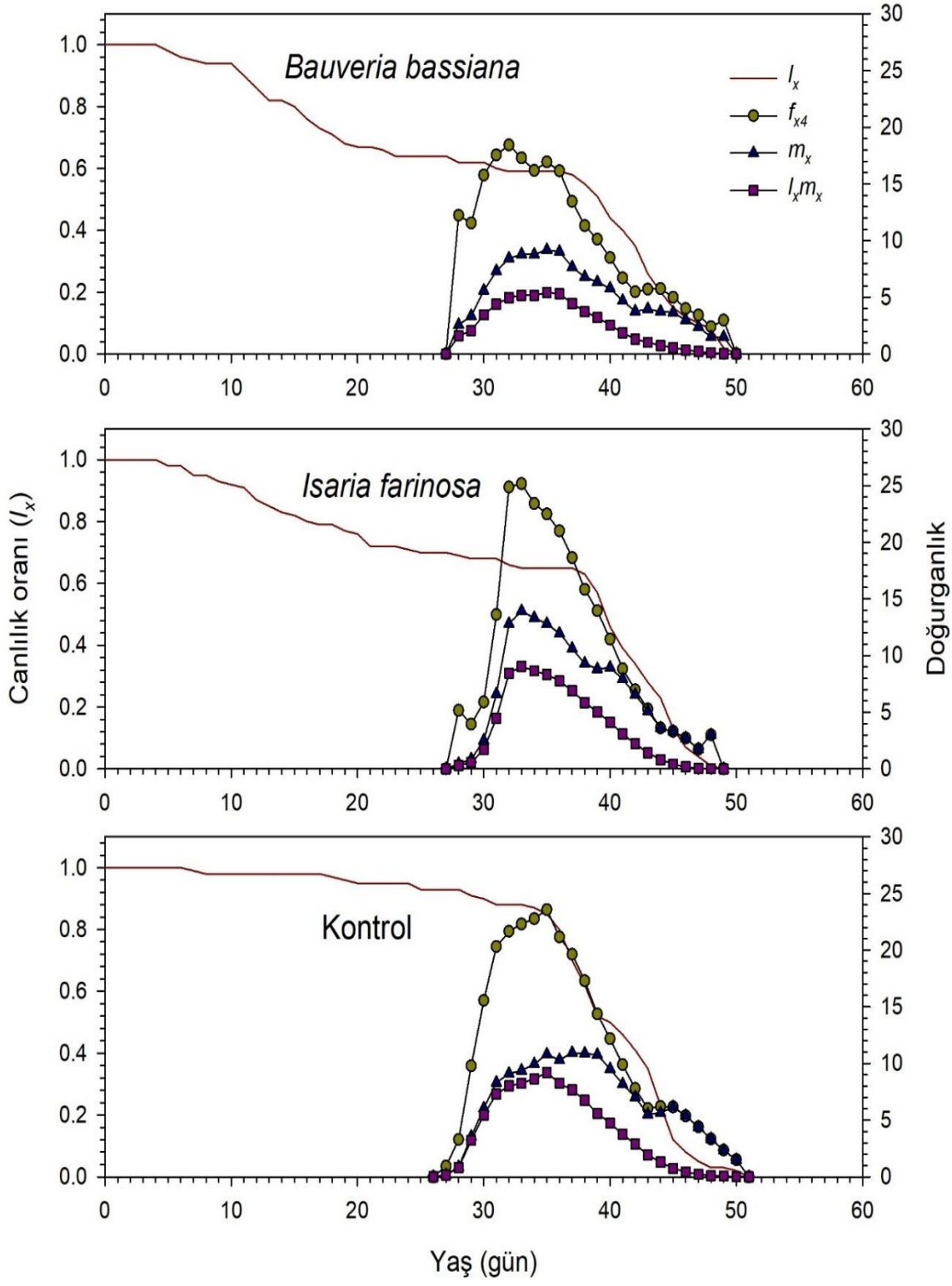
Tenebrio molitor' u doğrudan veya dolaylı yollardan etkilediğini belirtmiştir. Net üreme gücünün, fungusun av ve avcıya uygulanması sonucunda sırasıyla 24.9 yumurta ve 34.5 yumurta iken, kontrolde 52.5 yumurta ve 72.7 yumurta olduğunu saptamıştır. Üreme gücü sınırının avcı ile temas halinde sırasıyla 1.08 gün $^{-1}$ ve 1.09 gün $^{-1}$ iken, kontrolde 1.10 gün $^{-1}$ ve 1.11 gün $^{-1}$ olduğu bulunmuştur.

Safavi & Sarhozaki (2019), yaptığı çalışmada entomopatojen funguslardan *Lecanicillium longisporum*' un lahana yaprakbiti *Brevicoryne brassicae* üreme ve ergin uzun ömürlülüğü değerlendirilmiştir. $1x10^6$ (1.91±0.08 yumurta) ve $1x10^7$ (1.69±0.06 yumurta) konidia/ml konsantrasyonlarına sahip uygulamalarda, yaprakbitlerinde dişi başına ortalama yumurta sayısının kontrole oranla daha yüksek (1.60±0.04 yumurta) olduğunu saptanmıştır. Yaprak bitlerinde $1x10^5$,$1x10^{6,}$ $1x10^7$ konidia/ml konsantrasyonlarında ortalama döl süresinin (*T*) kontrole göre azaldığı gözlemlenmiştir. Lahana yaprakbitinde $1x10^7$ konidia/ml konsantrasyonlarına üreme gücü sınırı (λ) en düşük 10.70 ± 1.59 gün $^{-1}$ iken, kontrole ait böceklerde 22.65± 0.94 gün $^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir.

Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın gelişme süreleri, döl süreleri, bırakılan yumurta sayısı, üreme gücü göz önüne alındığında endofit funguslardan *Beauveria bassiana* ve *Isaria farinosa* diğer funguslara göre bitki içerisinde kalıcılık süresi daha fazla olması sebebi ile avantaj göstermektedir. Uzun süre kalıcı olması *Tuta absoluta* 'ya karşı biyolojik mücadelede kullanılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte fungusların bitkilerde uzun süre kalıcı olması sebebi ile biyolojik preparat oluşturularak tarıma önemli katkı yapılacağına inanılmaktadır.



Şekil 3.5. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın yaş ve döneme bağlı canlılık oranı (*sxj*)



Şekil 3.6. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*'nın yaşa özgü canlılık oranı (*lx*), yaş ve döneme bağlı doğurganlığı (*fxj*), dişi yaşına özgü doğurganlığı (*mx*) ve yaşa özgü maternitesi (*lxmx*)

Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın yaş ve döneme bağlı canlılık oranı (s_{xj}) Şekil 28.' de, yaşa özgü canlılık oranı (l_x), yaş ve döneme bağlı doğurganlığı (f_{xj}), dişi yaşına özgü doğurganlığı (m_x) ve yaşa özgü maternitesi ($l_x m_x$) Şekil 26.' da verilmiştir.

Yaş ve döneme bağlı canlılık oranı (s_{xj}) yeni bırakılan yumurtanın x yaşına ve j dönemine kadar yaşayabilme olasılığını göstermektedir. Henüz bırakılan bir *Tuta absoluta* yumurtasının ergin olana kadar yaşayabilme olasılığı, *Beauveria bassiana, Isaria farinosa* ve kontrolde dişi ve erkek bireyler için sırasıyla 0.33 ve 0.26, 0.37 ve 0.28, 0.39 ve 0.49 olarak belirlenmiştir. Kontrol bitkilerindekie ait değerlerin diğer endofit entomopatojen fungus içeren bitkilerdeki ait canlı kalma olasılığına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 25).

Geleneksel dişi ömrüne bağlı yaşam çizelgesinde ömürleri belirlemek için, genel olarak her bir dönemin ortalaması alınarak bireyler arasındaki gelişme hızlarındaki farklılıklar göz ardı edilmektedir. Chi (1988), Yu ve ark. (2005); Chi ve Su (2006), bireyler arasında gelişme oranlarında farklılık kullanılması sonucunda daha somut sonuçlar (tabiat koşullarına daha yakın) oluşturduğunu ve bu sebeple toplam popülasyonda (ergin olmadan önceki süreçte ölenler, yumurtlamayan dişi bireyler ve erkek bireyler) tamamını kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca böceklerin farklı dönemlerinde mücadele yöntemlerinde kullanılan insektisitlere karşı daha fazla hassaslık gösterdiğini ve ek olarak dönemler arasında farklı davranış sergileyen modellerinde bulunduğunu göz önünde tutulacağı belirtilmiştir Chi (1988).

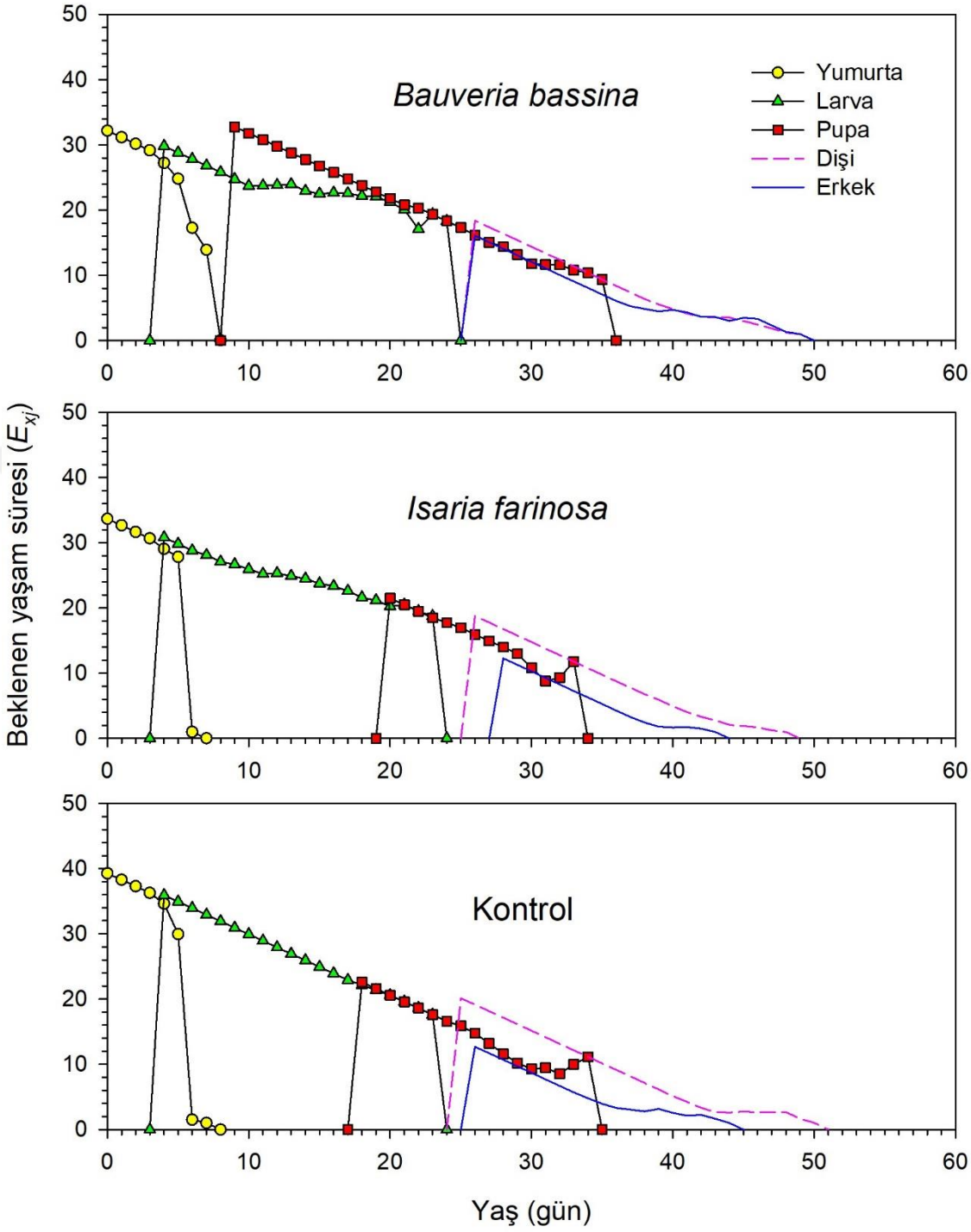
Toplam popülasyonda dişi yaşına özgü doğurganlığı (m_x) ve yaşa özgü maternitesi ($l_x m_x$) değerlerine ait en düşük pik değerleri, *Beauveria bassiana* aşılanmış bitkiler üzerinde yetişen bireylerde gözlemlenmiştir (Şekil 26). Yaşa özgü canlılık oranında ifade edilen l_x *Tuta absoluta* tarafından yeni bırakılan bir yumurtanın *x* yaşına kadar canlı kalma olasılığı olarak ifade edilir. Ayrıca farklı dönemlerde hayatını sürdüren tüm bireylerin birleşimi olarak hesaplanmaktadır.

Yaşam çizelgelerinde m_x birim zamanda *x* yaşında olan dişiler tarafından meydana gelen dişilerdeki döl sayısını gösteren ve fertilite (verimlilik) anlamına gelen bir terim olup, her yaş aralığında hayatta kalan her dişi birey başına meydana gelmesi beklenen dişi döl sayısını ifade eder (Sharov, 2012).

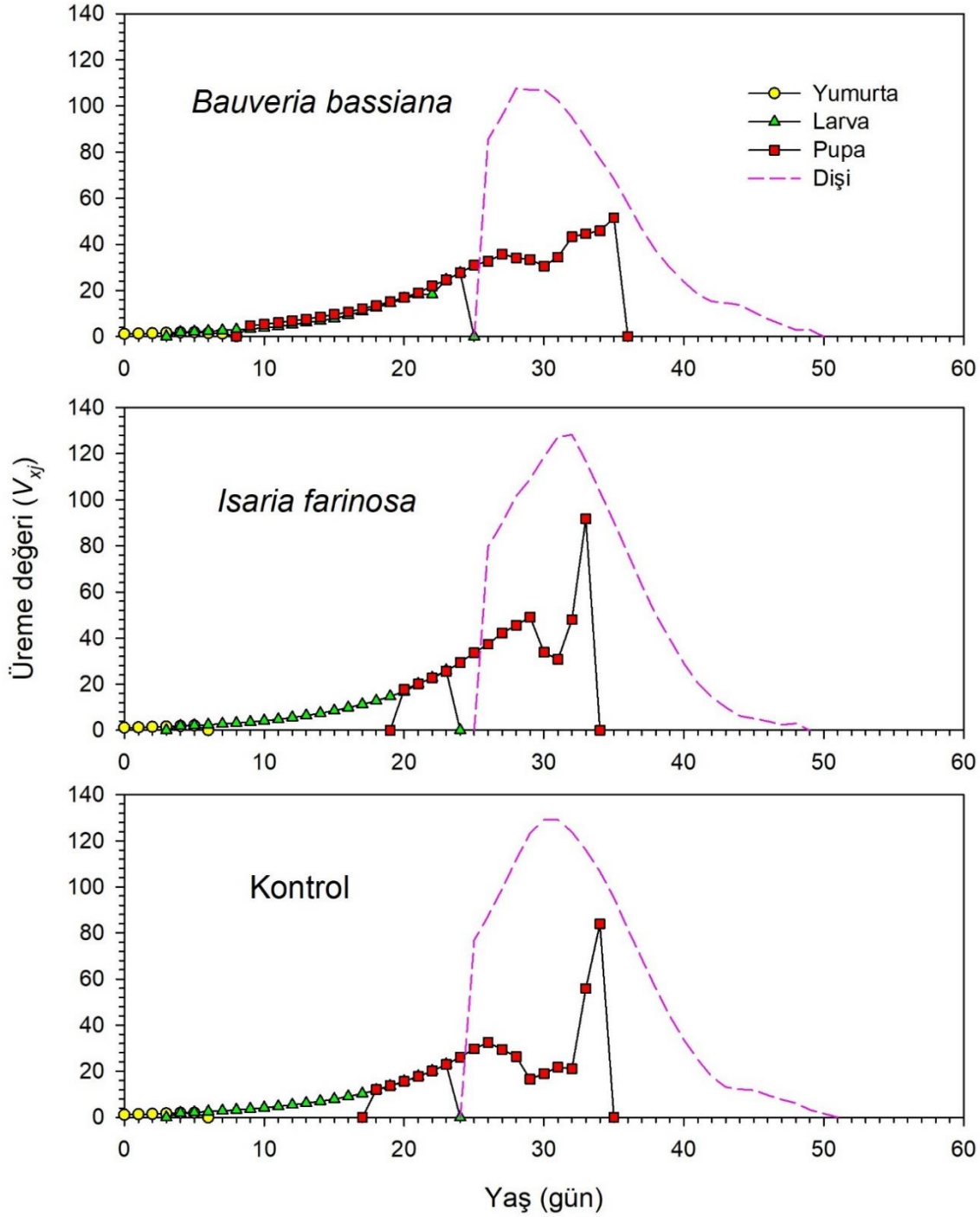
Tüm bu literatür bilgileri ve canlılık ve doğurganlık oranı şekillerinden elde edilen verilere bakılıp birlikte değerlendirmeye alındığında, farklı endofitik entomopatojen fungus türleri aşılanan ya da aşılama yapılmayan bitkilerin, *Tuta absoluta*' nın canlılık ve doğurganlık oranlarına etki ettiği görülmektedir.

T. absoluta' nın farklı funguslardaki yaş ve döneme bağlı beklenen yaşam süresi (*E_{xj})* Şekil 27 , üreme değeri (v_{xj}) ise Şekil 28'de verilmiştir. Yaş ve döneme bağlı beklenen yaşam süresi E_{xj}, x yaşı ve j dönemindeki bir canlının yaşama ihtimali bulunan sürenin tahminini ifade etmektedir.

Huang ve Chi (2011), Bireylerde aynı yaşa sahip ancak farklı dönemlerde ve farklı cinsiyette olması durumunun beklenen yaşam sürelerinde farklılıklara sebep olduğunu ve Yaş ve döneme bağlı olarak yaşam çizelgesinde farklılıkların meydana geliyor olması sebebiyle geleneksel dişi yaşına bağlı yaşam çizelgesine kıyasla gerçeğe daha yakın verilerin elde edilmesini sağladığını ifade etmişlerdir.



Şekil 3.7. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın yaş ve döneme bağlı beklenen yaşam süresi (*Exj*)



Şekil 3.8. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın yaş ve döneme bağlı üreme değeri (*vxj*)

Bir *Tuta absoluta* bireyinin en yüksek beklenen yaşam süresi 39.28 gün ile kontrol grubunda elde edilmiş, *B. bassiana* (32.16 gün) veya *I. farinosa* (33.66 gün) aşılanmış bitkilerdeki bireylere göre aralarında oldukça belirgin bir farklılık tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma iklim odasında yapılması sebebi ile doğa koşullarının olumsuz etkileri önlendiği unutulmamalıdır (Şekil 27.).

Üreme değeri (v_{xj}); x yaşı ve j dönemine ait bir bireyin popülasyona katkısını göstermektedir. Doğal seçilimde, yüksek üreme gücüne sahip yaş sınıfları popülasyon üzerinde daha güçlü bir etkiye sahip olup, düşük üreme gücüne sahip olan bireyler daha zayıf bir etkiye sahip etkiye sahiptir (Karacaoğlu, 2013). Henüz bırakılan yumurtanın üreme değeri tam anlamı ile üreme gücü sınırı (λ) ile aynıdır (Chi ve Su,2006). Popülasyonun üreme değeri, zararlıları kontrol altına alınırken dikkate alınması gereken en önemli etkenlerden biridir.

Üreme değerindeki eğrilerin en yüksek olduğu değer bir dişinin popülasyona yapabileceği en yüksek katkıyı ifade etmektedir. Farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın dişileri *B. bassiana, I. farinosa* ve kontrolde sırasıyla 28.gün (v28 = 107.63), 32. gün (v32 = 128.34), 31.gün (v31 = 129.19) üreme değeri en yüksek düzeye ulaşmıştır.

Farklı endofit fungusların zararlıların üreme gücü üzerine etkili olduğu yaygın olarak bilinen bir bilgidir. Yapılan çalışmada da *B. bassiana* aşılanmış bitkiler ile beslenen *Tuta absoluta*' nın üreme değeri belirgin bir şekilde azalmıştır.

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı aşılama yöntemleri ile domates bitkilerine uygulanan entomopatojen fungusların bitkilerdeki endofitik kolonizasyonu ile ilgili yapılan çalışmadaki 4 haftalık kontrollerde, her iki fungusun da haftalar ilerledikçe endofitik kolonizasyonunda artış olduğu, her iki entomopatojen fungus türü için de yaprak püskürtme yönteminde en yüksek kolonizasyon değerlerine ulaşıldığı belirlenmiştir.

Farklı funguslar ile aşılama yapılan bitkilerden beslenen *Tuta absoluta* larvalarının ölüm oranlarına bakıldığında, larvaların tohum daldırma yöntemi ile *Beauveria bassiana* aşılanmış bitkilerle beslenmesi sonucunda en yüksek ölüm oranına ulaşılmıştır.

Aşılamadan 3 ay sonrasında yapılan fungus kolonizasyonunun durumu incelendiğinde, yapraklardaki en yüksek fungus kolonizasyon seviyesinin tohum daldırma yöntemine ait bitkilerde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca, farklı endofitik entomopatojen fungus uygulanan domates bitkileri ile beslenen *Tuta absoluta*' nın beslenmesinin zararlının gelişimi ve üremesi üzerinde önemli etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Gelişme, canlılık oranı, doğurganlık gibi verilerin başta *B. bassiana* aşılaması olmak üzere her iki fungus uygulamasında da, zararlıya olumsuz yönde etki edecek şekilde olduğu ve dolayısıyla çeşitli yaşam çizelgesi parametrelerinin de kontrol grubuna göre fungus uygulanan bitkilerde zararlı aleyhine geliştiği belirlenmiştir.

Elde edilen verilere göre endofitik karakter gösterebilen iki türe ait bu entomopatojen fungus izolatının, biyolojik mücadelede kullanılma potansiyelinin olduğu kanısına varılmıştır. Entomopatojen funguslar pestisitlerle kıyaslandığında canlı ve cansız çevre üzerinde neredeyse yok denecek kadar az olumsuz etkiye sahip olmaları nedeniyle üzerinde önemle durulan mikrobiyal etmenlerdir. Ancak zaman zaman başta nem olmak

üzere çeşitli çevresel etkenler kullanılabilirliklerini sınırlayabilmektedir. Bu fungusların bitkilere aşılanarak endofitik karakterde kullanılmaları olumsuz çevre şartlarını sınırlandırarak farklı ekosistemlerde kullanılmalarının önünü açabilir. Bu şekilde kullanılmaları tek başlarına olmasa bile entegre mücadele programları içerisinde kendine yer bularak, sürdürülebilir bir zararlı mücadelesine önemli katkılar sağlayabilecektir.

Yapılan bu çalışmada, endofit funguslar ile ilgili ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, çalışmada kullanılan entomopatojen funguslar süne üzerinden ve farklı bir ekosistemden elde edilmiştir. Bu nedenle, bu çalışma öncü bir temel çalışma olarak da değerlendirilebilir. Gerek domates güvesi ve gerekse domates bitkisinden elde edilebilecek endofitik entomopatojen fungusların *Tuta absoluta* üzerinde daha da etkili olabilir. Yinede, özellikle *B. bassiana* aşılanan bitkilerden alınan sonuçların zararlı üzerinde azımsanmayacak düzeyde etkili olduğu düşünülmektedir. Ancak, bu verilerin bir laboratuvar çalışmasından elde edildiği ve zaman zaman laboratuvar ve doğa koşullarının farklılıklar gösterebildiği unutulmamalıdır. Bu nedenle, bu konuda daha belirgin bir yargıya varmak için ileriki çalışmalarda bu sonuçların sera ve arazi koşullarında da test edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Agbessenou, A., Akutse, K. S., Yusuf, A. A., Ekesi, S., Subramanian, S., & Khamis, F. M. 2020. Endophytic fungi protect tomato and nightshade plants against Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) through a hidden friendship and cryptic battle. **Scientific Reports, 10**(1), 1–13.

Akello, J., Dubois, T., Coyne, D., & Kyamanywa, S. 2008. Endophytic Beauveria bassiana in banana (Musa spp.) reduces banana weevil (Cosmopolites sordidus) fitness and damage. **Crop Protection, 27**(11), 1437–1441.

Akello, Juliet, & Sikora, R. 2012. Systemic acropedal influence of endophyte seed treatment on Acyrthosiphon pisum and Aphis fabae offspring development and reproductive fitness. **Biological Control, 61**, 215–221.

Akutse, K.S., Manıanıa, N. K., Fıaboe, K. K. M., Berg, J. Van Den, & Ekesı, S. 2013. Endophytic colonization of Vicia faba and Phaseolus vulgaris (Fabaceae) by fungal pathogens and their effects on the life- history parameters of Liriomyza huidobrensis (Diptera : Agromyzidae). **SciVerse ScienceDirect**, 293–301.

Akutse, Komivi S., Fiaboe, K. K. M., Van Den Berg, J., Ekesi, S., & Maniania, N. K. 2014a. Effects of endophyte colonization of vicia faba (fabaceae) plants on the life-history of leafminer parasitoids phaedrotoma scabriventris (hymenoptera: Braconidae) and diglyphus isaea (hymenoptera: Eulophidae). **Plos One, 9**(10), 1–11.

Akutse, Komivi S., Fiaboe, K. K. M., Van Den Berg, J., Ekesi, S., & Maniania, N. K. 2014b. Effects of endophyte Colonization of Vicia faba (fabaceae) Plants on the Life-history of Leafminer Parasitoids Phaedrotoma scabriventris (hymenoptera: Braconidae) and Diglyphus isaea (hymenoptera: Eulophidae). **PLoS ONE, 9**(10), 1–11.

Ali, S., Huang, Z., & 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), 361–370.

Allegrucci, N., Velazquez, M. S., Russo, M. L., Perez, E., & Scorsetti, A. C. 2017. Endophytic colonisation of tomato by the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana: The use of different inoculation techniques and their effects on the tomato leafminer Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Plant Protection**

Research, 57(4), 331–337.

Altaf, N., Ullah, M. I., Afzal, M., Arshad, M., Ali, S., Rizwan, M., Al-Shuraym, L. A., Alhelaify, S. S., & Sayed, S. 2023. Endophytic Colonization by Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae in Maize Plants Affects the Fitness of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). **Microorganisms, 11**(4), 1–14.

Anonim. 2007. TR 5 Batı Anadolu Bölgesi Tarım Master Planı. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı.

Anonim. 2017. Domates güvesi Tuta absoluta (Meyrick)(Lepidoptera:Gelechiidae). Bitki Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları, **Zirai mücadele,** 28–33.

Atay, T., Üniversitesi, G., Fakültesi, Z., Koruma, B., Taşlıciflik, B., & Meyrick, P. 2005. *Tuta absoluta*. 1–5.

Bai, Y., & Lindhout, P. 2007. Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? **Annals of Botany, 100**(5), 1085.

Barrientos, Z. R., Apablaza, H. J., Norero, S. A., & Estay, P. 1998. Temperatura base constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae). **Cienciae Investigación Agraria 25***:133– 137*. *25*(133–137), 1998.

Batalla-Carrera, L., Morton, A., & García-del-Pino, F. 2010. Efficacy of entomopathogenic nematodes against the tomato leafminer Tuta absoluta in laboratory and greenhouse conditions. **BioControl, 55**, 523–530.

Beram, R. C., Beram, A., & Lehtijarvi, H. T. D. 2016. Fungal Endofitler ve Etkileşimleri. **Dergisi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 7**(2), 161–166.

Bing, L. A., & Lewis, L. C. 1991. Suppression of Ostrinia nubilalis (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) by endophytic Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin. **Environmental Entomology, 20**(6), 1207–1211.

Borisade, O. A. 2016. Differential Endophytic Colonization of Sorghum Plant by Eight Entomopathogenic Fungal İsolates and In Vitro Evaluatıon of Conıdıa Vırulence. **Ife Journal of Science, 18**(2), 493–502.

Botto, E. N., Riquelme, M. B., & Horny, C. M. 2009. Use of the egg parasitoid Trichogramma in Argentina. **Newsletter of the IOBC-NTRS**, *19*, 25.

Cabello, T., Gallego, J. R., Fernandez-Maldonado, F. J., Soler, A., Beltran, D., Parra, A., & Vila, E. 2009. The damsel bug Nabis pseudoferus (Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinworm, Tuta absoluta (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. *The damsel bug Nabis pseudoferus*

(Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinworm, Tuta absoluta (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain., *49*, 219–223.

Canassa, F., Tall, S., Moral, R. A., Lara, I. A. R. de, Jr., I. D., & Meyling, N. V. 2019. Effects of bean seed treatment by the entomopathogenic fungi Metarhizium robertsii and Beauveria bassiana on plant growth, spider mite populations and behavior of predatory mites. *D***epartment of Plant and Environmental Sciences, 5**, 1–40.

Carroll, G. 1988. Fungal Endophytes in Stems and Leaves: From Latent Pathogen to Mutualistic Symbiont. **Ecology, 69**(1), 2–9.

Cheplick, G. P., Clay, K., Cheplick, G. P., & Clay, K. 1988. Acquired Chemical Defences in Grasses : The Role of Fungal Endophytes. **Oikos, 52**(3), 309–318.

Cherry, A., Banito, A., Djegui, D., & Lomer, C. 2004. Suppression of the stem-borer Sesamia calamistis (Lepidoptera; Noctuidae) in maize following seed dressing, topical application and stem injection with African isolates of Beauveria bassiana. **International Journal of Pest Management - INT J PEST MANAGE, 50,** 67–73.

Cherry, A. J., Lomer, C. J., Djegui, D., & Schulthess, F. 1999. Pathogen incidence and their potential as microbial control agents in IPM of maize stem borers in West Africa. **BioControl, 44**(3), 301–327.

Clarke, G. 2011. Tuta absoluta. **EPPO Bulletin, 41**(3), 279–281.

Clay, K. 1988. Fungal endophytes of grasses: a defensive mutualism between plants and fungi. *Ecology*, *69*(1), 10–16.

Clement, P., Wilson, A. D., Lester, D. G., & Davitt, C. M. 1997. Fungal endophytes of wild barley and their effects on Diuraphis noxia population development. **Entomologia Experimentalis et Applicata (Netherlands): C. v. 82** (ss. 275–281).

Clifton, E. H., Jaronski, S. T., Coates, B. S., Hodgson, E. W., & Gassmann, A. J. 2018. Effects of endophytic entomopathogenic fungi on soybean aphid and identification of Metarhizium isolates from agricultural fields. **PLoS ONE, 13**(3), 1–19.

Coelho, M. de C. F., & França, F. H. 1987. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, 22**(2), 129–135.

De Melo, D. R., Fernandes, É. K. K., Da Costa, G. L., Scott, F. B., & Bittencourt, V. R. E. P. 2008. Virulence of Metarhizium anisopliae and Beauveria bassiana to

Ctenocephalides felis felis. **Annals of the New York Academy of Sciences, 1149**, 388–390.

Deacon, J. W. 1983. Microbial control of plant pests and diseases. *Microbial control of plant pests and diseases.*

Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez-Vasquez, C. A., González-Cabrera, J., Ruescas, D. C., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T., & Urbaneja, A. 2010. Biological invasion of European tomato crops by Tuta absoluta: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science, 83(**3), 197–215.

Doğan, Y. Ö. 2016. Entomopatojen fungusların Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae)' ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi.

Doğanlar, M., Yiğit, A., & Tarihi, G. 2011. Parasitoid Complex of the Tomato Leaf Miner, Tuta absoluta (Meyrick 1917), (Lepidoptera: Gelechiidae) in Hatay, Turkey. **Journal Of Agriculture and Nature, 14**(4), 28–37.

Domingues, G. R., Oliveira, H. N. de, Junior Kasten, P., & Parra, J. R. P. 2003. Control of the tomato moth Tuta Absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) by Trichogramma pretiosum Riley, 1879, released in greenhouses. **Egg Parasitoid News, 7**(15), 26.

EPPO. 2005. Data sheets on quarantine pests: Tuta absoluta. **EPPO Bulletin, 35**(3), 434–435.

Erkılıç, L., & Uygun, N. 1993. Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılma olanakları. **Türkiye Entomoloji Derneği, 17**(2), 117–128.

Erler, F., Can, M., Erdogan, M., Ates, A. O., & Pradier, T. 2010. New record of Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse-grown tomato in Southwestern Turkey (Antalya). **Journal of Entomological Science, RESEARCH**.

FAOSTAT. (y.y.). **https://www.fao.org/faostat/en/#data** Erişi Tarihi: 06 Mayıs 2023

González-Cabrera, J., Mollá, O., Montón, H., & Urbaneja, A. 2011. Efficacy of Bacillus thuringiensis (Berliner) in controlling the tomato borer, Tuta absoluta (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). **BioControl, 56**, 71–80.

Gregorio, J. T., Argente, J., Díaz, M. A., & Yuste, A. 2009. Aplicación de Beauveria bassiana en la lucha biológica contra Tuta absoluta. **Agrıcola Vergel: Fruticultura, Horticultura, Floricultura, 326**, 129–132.

Gül, E. 2016. Süne(Eurygaster spp.)'den izole edilmiş entomopatojen fungusların

morfolojik ve moleküler yöntemlerle teşhisi ve patojenitelerinin belirlenmesi. **Ankara Üniveristesi Fen Bilimleri Enstitüsü**.

Gurulingappa, P., Gee, P. M., & Sword, G. A. 2011. In Vitro and In Planta Compatibility of Insecticides and the Endophytic Entomopathogen, Lecanicillium lecanii. **Mycopathologia, 172**(2), 161–168.

Gurulingappa, P., McGee, P. A., & Sword, G. 2010. Endophytic Lecanicillium lecanii and Beauveria bassiana reduce the survival and fecundity of Aphis gossypii following contact with conidia and secondary metabolites. **Crop Protection, 30**(3), 349–353.

Gurulingappa, P., Sword, G. A., Murdoch, G., & McGee, P. A. 2010. Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when in planta. **Biological Control, 55**(1), 34–41.

Güven, Ö., Baydar, R., Temel, C., & Karaca, İ. 2014. Bazı entomopatojen fungusların Aphis fabae (Scopoli)(Hemiptera: Aphididea) üzerine etkileri. **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 5**(2), 149–157.

Haggag, W. 2010. The Role of Entophytic Microorganisms in Biocontrol of Plant Diseases. Life Science Journal.

Holtz, A. M., Polanczyk, R. A., Zanuncio Junior, J. S., Pratissoli, D., Ferreira, R. A., Dalvi, L. P., & Bortolini, F. de C. 2009. Influence of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana (Vuil.) on development of the predator Podisus nigrispinus in laboratory. **Scientia Agraria, 10**(6), 483–488.

Isaac, S. 1992. Fungal Plant Interactions. Chapman and Hall, London, 418. - References - Scientific Research Publishing.

Jaber, L. R., & Araj, S. E. 2018. Interactions among endophytic fungal entomopathogens (Ascomycota: Hypocreales), the green peach aphid Myzus persicae Sulzer (Homoptera: Aphididae), and the aphid endoparasitoid Aphidius colemani Viereck (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control, 116**, 53–61.

Jaber, L. R., & Ownley, B. H. 2017. Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens? **Biological Control, 116**(March), 36–45.

Johri, B. N. 2006. Endophytes to the rescue of plants! Current Science.

Ju, Y., Sacalis, J. N., & Still, C. C. 1998. Bioactive flavonoids from endophyte-infected blue grass (Poa ampla). **Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46**(9),

3785–3788.

Kabaluk, J., & Ericsson, J. 2007. No Title. **Agronomy Journal, 99**(5), 1377.

Kabiri, F., Vila, E., & Cabello, T. 2010. Trichogramma achaeae: an excellent biocontrol agent against Tuta absoluta. Sting (IOBC Newsletter on Biological Control, 33, 5–6.

Kanda, K. 1994. Endophyte-enhanced resistance in perennial ryegrass and tall fescue to the bluegrass webworm, Parapediasia teterrella. **Jpn. J. Appl. Entomol. Zool., 38,** 141–145.

Kaya, Y., Al-Remi, F., Arvas, Y. E., & Durmuş, M. 2018. Domates Bitkisi Ve in Vitro Mikro Çoğaltımı (Tomato Plant and Its In Vitro Micropropagation). **Journal of Engineering Technology and Applied Sciences, 3**(1), 57–73.

Kiliç, E. 2008. Beyazsineklerin (Homoptera: Aleyrodidae) Mücadelesinde Entomopatojen Fungusların Kullanım İmkanları. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39**(2), 249–254.

Kılıç, T. 2010. First record of Tuta absoluta in Turkey. **Phytoparasitica, 38**(3), 243–244.

Klieber, J., & Reineke, A. (2016). The entomopathogen Beauveria bassiana has epiphytic and endophytic activity against the tomato leaf miner Tuta absoluta. **Journal of Applied Entomology, 140**(8), 580–589.

Lopez, D. C., Zhu-Salzman, K., Ek-Ramos, M. J., & Sword, G. A. 2014. The Entomopathogenic Fungal Endophytes Purpureocillium lilacinum (formerly Paecilomyces lilacinus) and Beauveria bassiana Negatively Affect Cotton Aphid Reproduction under Both Greenhouse and Field Conditions. **Plos One, 9**(8), 1–8.

Malhadas, C., Malheiro, R., Pereira, J. A., Guedes de Pinho, P., & Baptista, P. 2017. Antimicrobial activity of endophytic fungi from olive tree leaves. **World Journal of Microbiology and Biotechnology, 33**(3).

Mascarin, G. M., Alves, S. B., Rampelotti-Ferreira, F. T., Urbano, M. R., Demétrio, C. G. B., & Delalibera, I. 2010. Potential of a granulovirus isolate to control Phthorimaea operculella (Lepidoptera: Gelechiidae). **BioControl, 55**, 657–671.

Muvea, A. M., Meyhöfer, R., Subramanian, S., Poehling, H. M., Ekesi, S., & Maniania, N. K. (2014). Colonization of Onions by Endophytic Fungi and Their Impacts on the Biology of Thrips tabaci. **Plos One, 9**(9), 1–7.

Ocak, İ., Doğan, S., Ayyildiz, N., & Hasenekoğlu, İ. 2007. Akarlardan İzole Edilmiş Entomopatojen Bir Fungus Türü : Beauveria bassiana (Balsamo). **Çankaya**

Üniversitesi Fen Edebyat Fakültesi, 125–132.

Oztemiz, S., Kutuk, H., & Portakaldali, M. 2012. Biological Control of Tomato Leaf miner (Lepidoptera: Gelechiidae) on Greenhouse-grown Tomato in Turkey. **Journal of Entomological Science, 47**(3), 272–274.

Parra, J. R. P., & Zucchi, R. A. 2004. Trichogramma no Brasil: Viabilidade de uso após vinte anos de pesquisa. **Neotropical Entomology, 33**(3), 271–281.

Peralta, I. E., & Spooner, D. M. 2019. Peralta and Spooner vol.2.pdf (C. 2, ss. 1–25).

Pires, L. M., Marques, E. J., Wanderley-Teixeira, V., Teixeira, Á. A. C., Alves, L. C., & Alves, E. S. B. 2009. Ultrastructure of Tuta absoluta parasitized eggs and the reproductive potential of females after parasitism by Metarhizium anisopliae. **Micron, 40**(2), 255–261.

Porras-Alfaro, A., & Bayman, P. 2011. Hidden Fungi, Emergent Properties: **Endophytes and Microbiomes**. **49**, 291–315.

Potting, R., van der Gaag, D. J., Loomans, A., van der Straten, M., Anderson, H., & MacLeod, A. 2009. Pest risk analysis, Tuta absoluta, tomato leaf miner moth. **Plant protection service of the Netherlands, 24**.

Pratissoli, D., Thuler, R. T., Andrade, G. S., Carlos, L., & Zanotti, M. 2005. Notas Científicas Estimativa de Trichogramma pretiosum para controle de Tuta absoluta em tomateiro estaqueado. 715–718.

Reddy, N. P., Ali Khan, A. P., Devi, U. K., Sharma, H. C., & Reineke, A. 2009. Treatment of millet crop plant (Sorghum bicolor) with the entomopathogenic fungus (Beauveria bassiana) to combat infestation by the stem borer, Chilo partellus Swinhoe (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology, 12**(4), 221–226.

Resquín-Romero, G., Garrido-Jurado, I., Delso, C., Ríos-Moreno, A., & Quesada-Moraga, E. 2016. Transient endophytic colonizations of plants improve the outcome of foliar applications of mycoinsecticides against chewing insects. **Journal of Invertebrate Pathology, 136**, 23–31.

Riedell, W. E., Kieckhefer, R. E., Petroski, R. J., & Powell, R. G. 1991. Naturally-Occurring and Synthetic Loline Alkaloid Derivatives: Insect Feeding Behavior Modification and Toxicity2. **Journal of Entomological Science, 26**(1), 122–129.

Ripa, S. R., Rojas, P. S., & Velasco, G. 1995. Releases of biological control agents of insect pests on Easter Island (Pacific Ocean). **Entomophaga, 40**(3–4), 427–440.

Rondot, Y., & Reineke, A. 2018. Endophytic Beauveria bassiana in grapevine Vitis vinifera (L.) reduces infestation with piercing-sucking insects. **Biological Control, 116**, 82–89.

Rubio, F. A., Montes, F. C., Alpízar-Brenes, G., Parra, J. R. P., Jamielniak, J. A., Lombardi Junior, L. P., & Vilches, T. N. (2022). A predator-parasitoid mathematical model to describe the biological control of the tomato leafminer Tuta absoluta. **Ecological Complexity, 50**, 100995.

Saenz-De-Cabezon Irigaray, F. J., Marco-Mancebón, V., & Pérez-Moreno, I. 2003. The entomopathogenic fungus Beauveria bassiana and its compatibility with triflumuron: effects on the twospotted spider mite Tetranychus urticae. **Biological Control, 26**(2), 168–173.

Safavi, S. A., & Sarhozaki, M. T. 2019. Effects of the entomopathogenic fungus, Lecanicillium longisporum on survival and population growth parameters of the cabbage aphid, Brevicoryne brassicae (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. 38 (October 2018), 377–388.

Sia, E. de F., Marcon, J., Luvizotto, D. M., Quecine, M. C., Tsui, S., Pereira, J. O., Pizzirani-Kleiner, A. A., & Azevedo, J. L. 2013. Endophytic fungi from the Amazonian plant Paullinia cupana and from Olea europaea isolated using cassava as an alternative starch media source. **SpringerPlus, 2**(1).

Silva, A. C. L., Silva, G. A., Abib, P. H. N., Carolino, A. T., & Samuels, R. I. 2020. Endophytic colonization of tomato plants by the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana for controlling the South American tomato pinworm, Tuta absoluta. **CABI Agriculture and Bioscience, 1**(1), 1–9.

Tan, A. ., & Ökten, M. . 2008. The biological control of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.) **Goeldi, 1877** (Tylenchida: Heteroderidae).

Tanik, R., Çelikpençe, Y., & Karaca, İ. 2020. Afyonkarahisar İli Domates Serasında Önemli Zararlı Popülasyonlarının Renkli Yapışkan Tuzaklar ile İzlenmesi. **Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi, 2**(2), 71–77.

Tejesvi, M. V., Kini, K. R., Prakash, H. S., Subbiah, V., & Shetty, H. S. 2007. Genetic diversity and antifungal activity of species of Pestalotiopsis isolated as endophytes from medicinal plants. **Fungal Diversity, 24**(January), 37–54.

Tibbets, A. T. M., & Faeth, S. H. 1999. Neotyphodium Endophytes in Grasses : Deterrents or Promoters of Herbivory by Leaf- Cutting Ants. **ınternational**

association for Ecology, 118(3), 297–305.

Topuz, E. 2013. Tuta absoluta' nın Tarihsel geçmişi, Biyolojisi, Ekolojisi ve Mücadele Yöntemleri. 2013.

TÜİK. 2022. *TÜİK Kurumsal*.

Urbaneja, A., Montón, H., & Mollá, O. 2009. Suitability of the tomato borer Tuta absoluta as prey for Macrolophus pygmaeus and Nesidiocoris tenuis. **Journal of Applied Entomology, 133**(4), 292–296.

Urbaneja, A., Protección Vegetal, C., Instituto, B., De Investigaciones, V., Rosa Vercher, A.), Navarro, V., & Marí, F. G. 1992. La polilla del tomate, Tuta absoluta. Horticolas Transferencia Tecnologica.

Vargas-C, H. 1970. Observation on the biology and natural enemies of the tomato moth, Gnorimoschema absoluta (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Idesia: C. v. Aug 197**.

Vega, F. E., Posada, F., Aime, M. C., & Pava-ripoll, M. 2008. DigitalCommons @ University of Nebraska - Lincoln Entomopathogenic fungal endophytes. **Biological Control, 46**(2008), 72–82.

Vega, F. E., Posada, F., Catherine Aime, M., Pava-Ripoll, M., Infante, F., & Rehner, S. A. 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. **Biological Control, 46**(1), 72–82.

Webber, J. 1981. A natural biological control of Dutch elm disease. **Nature, 292**(5822), 449–451.

Wennström, A., & Wennstrom, A. 1994. Endophyte: The Misuse of an Old Term. **Undefined, 71**(3), 535.

Wilberts, L., Vuts, J., Caulfield, J. C., Thomas, G., Birkett, M. A., Herrera-Malaver, B., Verstrepen, K. J., Sobhy, I. S., Jacquemyn, H., & Lievens, B. 2022. Impact of endophytic colonization by entomopathogenic fungi on the behavior and life history of the tobacco peach aphid Myzus persicae var. nicotianae. **PLoS ONE, 17**(9 September), 1–17.

Wilson, D. 1993. Fungal Endophytes: Out of Sight but Should Not Be out of Mind. **Oikos, 68**(2), 379.

Wilson, D. 1995. Endophyte: The Evolution of a Term, and Clarification of Its Use and Definition. **Oikos, 73**(2), 274.

Wilson, D., & Carroll, G. C. 1997. Avoidance of High-Endophyte Space by Gall-Forming Insects. 78(7), 2153–2163.

Zimmermann, G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi Beauveria bassiana and Beauveria brongniartii. **Biocontrol Science and Technology, 17**(6), 553–596.

Zimmermann, G. 2010. Isaria farinosa, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria..

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Zeynep DİKER TAŞÇI

Uyruğu: T.C

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü	2023
Lisans	Uludağ Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü	2020
Lise	Aziziye Anadolu Lisesi, Afyonkarahisar	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2020-2021	Emir Gıda Tarım Sanayi ve Limited Şirketi Kültür Mantarı Üretimi	Kültür mantarı Gıda Kontrol ve Paketleme Sorumlusu
2021-2022	İncekum Ziraat Ticaret Limited Şirketi	Zirai İlaç Bayisinde Ziraat Mühendisi
2023	CORTEVA Agrisciense	Ayçiçek Üretim ve Saha Sorumlusu

YABANCI DİL

İngilizce A1-A2