

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Asmalarda Petri Hastalığı Patojenleri *Phaeoacremonium
minimum* ve *Cadophora luteo-olivacea*' ya Karşı Endofitik
Penicillium ve *Trichoderma* Türlerinin Antagonistik
Etkilerinin Araştırılması**

Suat ERDEM

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Haziran, 2025

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

Asmalarda Petri Hastalığı Patojenleri *Phaeoacremonium minimum* ve *Cadophora luteo-olivacea*' ya Karşı Endofitik *Penicillium* ve *Trichoderma* Türlerinin Antagonistik Etkilerinin Araştırılması

Suat ERDEM

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi 13/06/2025 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çoğunluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. D. Soner AKGÜL (Danışman)
: Prof. Dr. Şener KURT
: Doç. Dr. Gökmen KOÇ

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Tez No:

Prof.Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2024-16619

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1.Petri Hastalığı Patojenlerine Yönelik Biyolojik Mücadele Çalışmaları.....	5
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Fungal ve Bitkisel Materyal	15
3.2. Metot	16
3.2.1. Endofitik Fungusların <i>C. luteo-olivacea</i> ve <i>P. minimum</i> 'a <i>In Vitro</i> Antagonistik Etkilerinin Saptanması	16
3.2.2. Saksı Denemeleri.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Endofitik Fungusların <i>C. luteo-olivacea</i> ve <i>P. minimum</i> 'a <i>In Vitro</i> Antagonistik Etkileri ..	27
4.1.1. İkili Kültür Test Sonuçları	27
4.1.2. Endofitik Fungusların Kültür Filtratları'na Dair Test Sonuçları.....	30
4.1.3. Endofitik Fungusların Uçucu Metabolitlerinin Patojenlerin Koloni Büyümesine Etkisine Dair Test Sonuçları.....	34
4.1.4. Endofitik Fungusların Kültür Filtratlarının Patojenlerin Konidi Çimlenmesine Etkisine Dair Test Sonuçları.....	34
4.2. Saksı Denemesi Sonuçları	34
4.2.1. Endofitik Fungusların Petri Hastalığını Azaltıcı Etkileri	34
4.2.2. Endofitik Fungusların Bitki Kılcal Kökleri ve İçsel Dokuları Kolonizasyonu	38
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	51

Asmalarda Petri Hastalığı Patojenleri *Phaeoacremonium minimum* ve *Cadophora luteo-olivacea*' ya Karşı Endofitik *Penicillium* ve *Trichoderma* Türlerinin Antagonistik Etkilerinin Araştırılması

Suat ERDEM

Danışman: Prof. Dr. Davut Soner AKGÜL

İkinci Danışman: Doç. Dr. Adem YAĞCI

Bitki Koruma Anabilim Dalı

ÖZ

Asma fidanlıklarında Petri Hastalığı, *Phaeoacremonium minimum*, *Cadophora luteo-olivaceae* ve benzeri patojenlerin neden olduğu, dünya üzerinde asma fidancılığının yapıldığı alanlarda önemli fungal hastalıklardan biridir. Bu hastalığın mücadelesi ciddi ölçüde zor olup, hastalık oluşumunu azaltacak ekonomik ve pratik bir yöntem henüz mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı, endofitik *Penicillium fructuariae-cellae*, *Penicillium canescens* ve *Trichoderma brevicompactum* türlerinin *in vitro* ve saksı çalışmaları ile *P. minimum* ve *C. luteo-olivaceae*'nin yol açtığı hastalıkların oluşumunu azaltıcı etkisini incelemektir. Endofitik türlerin patojenler üzerindeki *in vitro* etkileri ikili-kültür, uçucu antibiyotik ve kültür filtratı testleriyle incelenmiştir. Saksı denemeleriyle endofitik türlerin spor süspansiyonları fidanların köklerine uygulanmış, dört ay sonra içsel dokulardaki nekroz oluşumu ve fidan ölüm oranları ölçülmüştür. Endofitik türlerden *P. fructuariae-cellae*, ikili kültür testinde *P. minimum* ve *C. luteo-olivaceae* koloni büyüme oranları sırasıyla %27.3 ve %31.9 oranlarında azaltmış, *P. canescens* her iki patojen koloni büyüme oranlarını %0.8 ve %20.1 oranlarında azaltarak düşük etki göstermiştir. *T. brevicompactum*, patojenlerin koloni büyümesini %35.7 ve %39.8 oranlarında azaltarak en yüksek antagonistik etkiyi göstermiştir. *P. fructuariae-cellae* ve *P. canescens* kültür filtratlarının, *P. minimum*'un koloni büyümesini azalttığı fakat *C. luteo-olivaceae* üzerinde etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.

Endofitik izolatların köklere uygulandığında sistemik etki göstererek nekroz uzunluklarını azalttığı gözlenmiş ve bu türler içsel dokulardan yeniden izole edilebilmiştir. Steril köklendirme ortamlarında *P. minimum* inokule edilen bitkilerin %63.6'sı kururken, endofitik izolatlarla desteklenen fidanlarda kuruma olmamıştır. *C. luteo-olivaceae* inokule edilen fidanların %28.6'sı kururken, endofitlerle desteklenenlerde bu oran %9.1'e kadar gerilemiştir. Steril olmayan köklendirme ortamlarında ise bitkilerin hiçbirinde kuruma meydana gelmemiştir.

Bu çalışma, *P. fructuariae-cellae*, *P. canescens*, *T. brevicompactum*' türlerinin asma fidanlıklarında Petri Hastalığı'nın biyolojik mücadelesinde potansiyel biyo-kontrol ajanları olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Asma fidanlıkları, biyolojik mücadele, endofitik funguslar, Petri hastalığı

**Research on the Antagonistic Effects of Endophytic
Penicillium and *Trichoderma* Species Against Petri Disease
Pathogens *Phaeoacremonium minimum* and *Cadophora luteo-
olivacea* in Grapevines**

Suat ERDEM

Advisor: Prof. Dr. Davut Soner AKGÜL

Co-advisor: Doç. Dr. Adem YAĞCI

Department of Plant Protection

ABSTRACT

In grapevine nurseries, Petri disease is one of the important fungal diseases caused by *Phaeoacremonium minimum*, *Cadophora luteo-olivaceae*, and similar pathogens in grapevine nurseries around the world. The management of this disease is highly challenging, and there is no economical or practical method to reduce its occurrence. This study aimed to investigate the effect of endophytic *Penicillium fructuariae-cellae*, *Penicillium canescens*, and *Trichoderma brevicompactum* species on reducing the occurrence of diseases caused by *P. minimum* and *C. luteo-olivaceae* through *in vitro* and pot experiments. The *in vitro* effects of endophytic species on pathogens were studied by dual-culture, volatile antibiotic, and culture filtrate tests. In pot experiments, spore suspensions of endophytic species were applied to the roots of seedlings, and after four months, necrosis formation in internal tissues and seedling mortality rates were measured. Among the endophytic species, *P. fructuariae-cellae* reduced the colony growth of *P. minimum* and *C. luteo-olivaceae* by 27.3% and 31.9%, respectively, in the dual culture test, while *P. canescens* exhibited a low effect, reducing the colony growth of both pathogens by 0.8% and 20.1%. *T. brevicompactum* performed the highest antagonistic effect, reducing the colony growth of pathogens by 35.7% and 39.8%. Culture filtrates of *P. fructuariae-cellae* and *P. canescens* reduced the colony growth of *P. minimum* but did not affect *C. luteo-olivaceae*.

Endophytic isolates had a systemic effect when applied to roots, reducing the length of necrosis, and these species could be re-isolated from internal tissues. In sterile rooting media, 63.6% of the plants inoculated with *P. minimum* died, whereas no mortality occurred in seedlings supplemented with endophytic isolates. While 28.6% of *C. luteo-olivaceae* inoculated seedlings died, this rate decreased to 9.1% in those supported with endophytes. In non-sterile rooting media, none of the plants died.

This study indicates that *P. fructuariae-cellae*, *P. canescens*, and *T. brevicompactum* species can be evaluated as potential biocontrol agents for the biological control of Petri Disease in grapevine nurseries.

Keywords: Biological control, grapevine nurseries, endophytic fungi, Petri disease

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince desteğini hem maddi hem de manevi her manada hissettiren, zorlandığım durumlarda bir yol gösterici olması ile birlikte tüm bilgi ve deneyimlerini tez çalışmamın her aşamasında sabırla ve özenle aktararak yardımlarını hiçbir şekilde esirgemeyen ve sonuçlandırılmasına katkı sağlayan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Davut Soner AKGÜL'e en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın değerlendirme aşaması için değerli vakitlerini ayırarak katkı ve önerilerde bulunan değerli jüri üyeleri sayın Prof. Dr. Şener KURT'a ve Doç. Dr. Gökmen KOÇ'a teşekkür ederim. Çalışmaların yürütülmesi için bölüm olanaklarını kullanma imkân sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Başkanlığı'na, projeyi maddi yönden destekleyen Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen başta Bitki Koruma Bölümü Araştırma Görevlilerinden Tacettin Tarık ERPER'e ve çok değerli arkadaşlarım Ziraat Mühendisleri; Mert SÖNMEZ'e, Utkucan ÖZBİLEN'e, Hatice ÖZEL'e, Sevgi Dursun SARP'a ve kuzenim Eren ERDEM'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimin başından beri yardımını, samimiyetini, bilgisini ve tecrübesini eksik etmeyen Ziraat Yüksek Mühendisi İzzet BÜLBÜL'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında ve her koşulda beni maddi manevi destekleyen, bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan, benim için her zaman en iyisini, en güzelini isteyen canım ailem, annem Saliha ERDEM'e, babam Yahya ERDEM'e, ablam Lebize AKYOL'a ve abim Murat ERDEM'e en içten sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen ve Bitki Koruma üzerine bilgi ve deneyimlerini paylaşan Prof. Dr. Halil TOKTAY'a ve Dr. Gülsüm Badel AKYOL'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. <i>Penicillium</i> ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının moleküler tanısında kullanılan primerler ve PCR koşulları.....	24
Çizelge 4.1. <i>P. minimum</i> 'un ve endofitik türlerin uygulandığı asma fidanlarında içsel gövde nekrozu uzunlukları (mm) ve fidanlardaki kuruma oranları (%).....	35
Çizelge 4.2. <i>C. luteo-olivacea</i> 'nın ve endofitik türlerin uygulandığı asma fidanlarında içsel gövde nekrozu uzunlukları (mm) ve fidanlardaki kuruma oranları (%).....	36
Çizelge 4.3. Fidan içsel ve kılcal dokuların fungal mikrobiyom yönünden kolonizasyonu ve ortalama izole edilme oranları(%)	39



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Petri hastalığı etmenlerinin içsel dokuda oluşturduğu siyah çizgiler.....	2
Şekil 1.2. Petri hastalığı etmenlerinden kaynaklanan genç omcalarda gelişme geriliği.	2
Şekil 3.1. Fungal ve bitkisel materyal	15
Şekil 3.2. İkili kültür testi kurulumu	17
Şekil 3.3. a,b) Uçucu antibiyotik testi kurulumu, c)endofit <i>P. fructuaria-cellae</i> (altta) ve patojen <i>P. minimum</i> (üstte) uçucu antibiyotik testi, d) patojen <i>P. minimum</i> kontrol.	18
Şekil 3.4. Kültür filtratların hazırlanması.....	19
Şekil 3.5. Konidi çimlenme testi kurulumu ve incelenmesi	20
Şekil 3.6. Saksı denemesi kurulumu.....	21
Şekil 3.7. Asma çeliklerin dikim aşamalarına dair	21
Şekil 3.8. Bitkilerin dış ortamda yetiştirilmesi ve bitki sürgün uzunluk ölçümüne dair.	22
Şekil 3.9. Bitki içsel dokulardan yapılan re-izolasyon	23
Şekil 3.10. Farklı köklendirme ortamlarından seyreltme serisi hazırlanması.	24
Şekil 4.1. <i>P. fructuariae-cellae</i> ile karşı-karşıya getirilen <i>P. minimum</i> ve <i>C. luteo-olivacea</i> 'da koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.....	27
Şekil 4.2. <i>P. fructuariae-cellae</i> ile karşı-karşıya getirilen <i>P. minimum</i> ve <i>C. luteo-olivacea</i> 'da koloni büyümleri	27
Şekil 4.3. <i>P. canescens</i> ile karşı-karşıya getirilen <i>P. minimum</i> ve <i>C. luteo-olivacea</i> 'da koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.....	28
Şekil 4.4. <i>P. canescens</i> ile karşı-karşıya getirilen <i>P. minimum</i> ve <i>C. luteo-olivacea</i> 'da koloni büyümleri.....	28
Şekil 4.5. <i>T. brevicompactum</i> ile karşı-karşıya getirilen <i>C. luteo-olivaceae</i> ve <i>P. minimum</i> 'da koloni büyümleri	29
Şekil 4.6. <i>T. brevicompactum</i> ile karşı-karşıya getirilen <i>P. minimum</i> ve <i>C. luteo-olivacea</i> 'da koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.....	30
Şekil 4.7. <i>P. minimum</i> 'un <i>P. fructuaria-cellae</i> kültür filtratı içeren PDA besi ortamında miseliyal gelişimi (1.5 ml / 10 ml).	31
Şekil 4.8. <i>P. fructuaria-cellae</i> 'nın farklı dozlarda kültür filtratlarının uygulanmasıyla <i>P. minimum</i> 'un koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.	31
Şekil 4.9. <i>C. luteo-olivacea</i> 'nın <i>P. fructuaria-cellae</i> kültür filtratı içeren PDA besi ortamında miseliyal gelişimi (0.5 ml, 1.0 ml, 1.5 ml ve 0 ml kontrol.).....	31
Şekil 4.10. <i>P. fructuaria-cellae</i> 'nın farklı dozlarda kültür filtratlarının uygulanmasıyla <i>C. luteo-olivacea</i> 'nın koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.....	32
Şekil 4.11. <i>P. minimum</i> 'un <i>P. canescens</i> kültür filtratı içeren PDA besi ortamında miseliyal gelişimi.....	32

Şekil 4.12. <i>P. canescens</i> 'in farklı dozlarda kültür filtratlarının uygulanmasıyla <i>P. minimum</i> 'un koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.....	32
Şekil 4.13. <i>P. canescens</i> 'in farklı dozlarda kültür filtratlarının uygulanmasıyla <i>C. luteo-olivacea</i> 'nın koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.....	33
Şekil 4.14. <i>C. luteo-olivacea</i> 'nın <i>P. canescens</i> kültür filtratı içeren PDA besi ortamında miseliyal gelişimi (0.5 ml, 1.0 ml, 1.5 ml ve 0 kontrol).	33
Şekil 4.15. 2 mm çapındaki yara noktasına <i>P. minimum</i> inokulasyonu sonucu meydana gelen lezyonlar.	36
Şekil 4.16. 2 mm çapındaki yara noktasına <i>C. luteo-olivaceae</i> inokulasyonu sonucu meydana gelen lezyonlar	37



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
µl	: Mikrolitre
°C	: Santigrat derece
CTAB	: Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide
dk	: Dakika
CaM	: Calcium-Modulated Protein
cm	: Santimetre
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
GA	: Gibberellik Asit
IAA	: Indol 3-Asetik Asit
IBA	: Indole 3-Butyric Acid/İndol Bütirik Asit
Kg	: Kilogram
L	: Litre
LSD	: Least Significant Difference
LSU	: LargeSub-unit
mA	: Miliamper
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
NCBI	: National Center for Biotechnology Information
mm	: Millimetre
nm	: Nanometre
PCR	: Polymerase Chain Reaction
PDA	: Patates Dekroz Agar
Rpm	: Revolutions Per Minute
sn	: Saniye
sp.	: Tür
spp.	: Türler
ppm	: parts per million
TAE	: Tris Asetat EDTA
UV	: Ultraviyole
TEF1-α	: Translation Elongation Factor
TEPGE	: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1.GİRİŞ

Bağcılık, yeryüzünde tarihi oldukça eskilere uzanan ve dünya üzerinde üzüm yetiştiriciliğinin yapıldığı öncelikli tarımsal üretim kollarından biridir (Parihar ve Sharma., 2021). Asmanın anavatanı konusunda farklı görüşler açıklanmasına rağmen genel kabul, Hazar Denizi'nin güneyi, Kafkasya ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi'nin, asmanın anavatanı olduğu görüşüdür (Çalkan Sağlam ve ark., 2018). İklim ve yetiştiricilik istekleri yönünden çok seçici olmayan, dünya üzerinde kuzey yarım kürede 20°-52° ve güney yarım kürede 20°-40° enlemleri, üzüm üretimi bakımından en elverişli alanlar olarak görülmektedir (Winkler ve ark., 1994). Küresel ölçekte bir hayli geniş üretim alanına sahip bir meyve türü olmakla birlikte (dünyada 6.7 milyon ha alanda 75 milyon ton- TEPGE, 2024) üzümün Akdeniz Bölgesi ve çevresinde kültürel, ekonomik ve ekolojik önemi bulunmaktadır (Blanco-Ward ve ark., 2021). Türkiye, coğrafik konumuna bağlı olarak üzüm yetiştiriciliği için dünya üzerinde uygun konumlardan birine sahip durumdadır (Küpe, 2021). Ülkemizde yaklaşık 3.778 bin dekar alanda yaklaşık 3.5 milyon ton üzüm üretilmektedir. Bu üretimin %36.6'sı Manisa, %4.8'i Mardin, %4.7'si Denizli, %4.5'i Gaziantep, %4.2'si Mersin, %3.3'ü Nevşehir, %3.0'ü Hatay, %2.9'u Diyarbakır, %2.8'i, Konya, %2.7'si İzmir, %1.97'si Tekirdağ ve geri kalan %28.53'i diğer illerde yapılmaktadır (TÜİK, 2023). Tarih öncesi çağlardan günümüze kadar ulaşan ve yetiştiriciliği devam eden üzüm, meyveler içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Şenocak, 2008). Farklı şekillerde tüketilen (şaraplık, kurutmalık, sofralık vd) üzüm, ekonomik anlamda pazar genişliğine sahiptir ve bu sayede ekonomik değeri de yüksektir (Bouquet ve ark., 2006). Bünyesinde doğal antioksidan ve organik maddeler (polifenol, likopen, kuersetin, melatonin vd) barındıran üzüm, insan sağlığı açısından faydalı bir meyvedir (Singh ve Ahmad., 2015).

Üzüm yetiştiriciliği yapılan alanlarda biyotik etmenlerden (funguslar, bakteriler, virüsler, nematodlar, böcekler) kaynaklanan büyük verim kayıpları söz konusu olmaktadır (Savaş, 2019). Bağ mildiyösu, külleme, kurşuni küf, ölü-kol gibi fungal hastalıklar nedeniyle ekonomik kayıplar yaşanmakta, bu hastalıkların mücadelesi için çok sayıda fungusit kullanılmakta ve bunun için büyük miktarda paralar harcanmaktadır. Bu hastalıklarla birlikte dünyada ve ülkemizde son yıllarda bazı fungal etmenlerden kaynaklanan Petri, karabacak, lokal kuruma-geriye ölüm, Esca olarak bilinen asma gövde hastalıkları önem arz eden bir sorun haline gelmeye başlamıştır (Akgül., 2020). Petri hastalığı bunlardan biri olup, bu hastalıkla ilişkili funguslar ilk defa 1912 yılında İtalyan bitki patoloğu Lionello Petri tarafından yapılan bir çalışmada Kav hastalığı belirtilerinin görüldüğü asmaların odun dokularından izole edilmiştir. Daha çok fidanlar ve genç asmalarda (5 yaşına kadar) görülen bu hastalığın ileriki yıllarda kav hastalığına doğru evrildiği ve *Fomitiporia*, *Phellinus* cinsi funguslarla birlikte asma gövdelerinde koflaşma ve odun çürüklüğüne yol açtığı öne sürülmüştür (Mugnai, 1999). Petri hastalığıyla ilişkili funguslar, *Phaeomonilla chlamydospora*, *Phaeoacremonium* ve *Cadophora* cinsine bağlı türler olarak bilinmektedir (Gramaje ve Armengol., 2012).

Petri hastalığı patojenleri genellikle asma fidanlarında kurumalara, genç asmalarda gelişme geriliğine ve ölüme neden olarak ciddi ekonomik kayıplara sebebiyet vermektedir. Bu patojenlerden kaynaklanan hastalık belirtileri, çoğunlukla asma gövde ve kordonlardan alınan örneklerin enine veya uzunlamasına kesildiğinde bitki ksilem dokularında siyah çizgiler veya koyu kahverengi çizgiler halinde ortaya çıkabilmektedir (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2). Hastalık çevreye, patojenlerle latent halde bulaşık olan üretim materyalleri (kalem-çelik), budama ekipmanları, sulama suyu ve bulaşık toprakla çevreye dağılabilmektedir (Whiteman ve ark., 2002; Mostert, 2006).



Şekil 1.1. Petri hastalığı etmenlerinin içsel dokuda oluşturduğu siyah çizgiler.



Şekil 1.2. Petri hastalığı etmenlerinden kaynaklanan genç omcalarda gelişme geriliği.

Tarım yapılan alanlarda bitki ve bitkisel ürünleri hastalık ve zararlılardan korumak amacıyla pestisit uygulaması her geçen gün artarak devam etmektedir. Kimyasal mücadele her ne kadar tarımsal ürünleri korumaya olumlu etkileri olsa da, uzun vadede çevre ve insan sağlığına ciddi zararlar vermektedir (Aktar ve ark., 2009). Tarımda pestisit kullanımını azaltmak, bunlara alternatif mücadele metotları bulmak veya kimyasal yöntemlerle mücadelesi mümkün olmayan hastalıkların önüne geçebilmek için faydalı mikroorganizmalarının kullanılmasına yönelik araştırmalar önem kazanmıştır (Nair ve Padmavathy., 2014).

Yaşamlarını bitki dokuları içerisinde kolonize olarak geçirebilen ve bitkilerde herhangi bir hastalık belirtisine sebep olmayan mikroorganizmalar endofit olarak adlandırılmaktadır (Zhao ve ark., 2010). Endofitler fungal, bakteriyel veya viral organizmalar olabilirler. Neredeyse tüm

bitkilerde bulunabilen endofitler asma gibi odunsu çok yıllık bitkilerin iç dokularında da bulunabilmektedir (Saikkonen, 1998). Çoğunlukla bitkiler ile birlikte simbiyotik bir yaşam sürdürebilen endofitler, bitkilerin beslenmesi, strese karşı dayanma, ürettikleri sekonder bileşikler (antibiyotik, antifungal) ile bitki patojenlerinin ilerleyişini engelleme mekanizmalarıyla bitki savunmasında önemli rol oynayabilmektedir (Rana ve ark., 2019). Ayrıca abiyotik faktörlerden dolayı ortaya çıkan stres durumlarında bitki büyümesi ve direncini de arttırabilmektedirler (Gimenez ve ark., 2007).

Fungal endofitler içerisinde *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Trichoderma* cinse ait fungus türleri bulunabilmektedir. *Penicillium*'lar, bu türler içerisinde oldukça önemli bir yere sahip olduğu düşünülen bir fungal endofit olarak değerlendirilebilmektedir. Birçok *Penicillium* türü, çevrede (hava, toprak ve gıda ürünleri) diğer fungus türleri ile kıyaslandığında daha yaygın bulunabilmekte ve bitki dokusu içerisinde de endofit olarak kolonize olabilmektedir.

Endofitik *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Trichoderma* türleri bitki kökleri ile etkileşime girebilen, özellikle bitkinin büyüme ve diğer safhalarında gerekli olan fosforun çözünmesine katkıda bulunan ve bitki hormonlarından indol-3-asetik asit (IAA) ve gibberellik asit (GA) gibi hormonları salgılayarak bitki büyümesini teşvik eden yararlı funguslardır. Bunlara ek olarak, ekstra anti-fungal bileşikler üretebilme yeteneğine sahip olan *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Trichoderma* türleri, yapılan çalışmalarla bitki patojenleri ve diğer birçok patojene karşı antagonistik aktivite göstermede oldukça başarılı türler oldukları tespit edilmiştir (Leitão ve ark., 2009; Radhakrishnan ve ark., 2014; Kolanlarlı ve ark., 2019; Liang ve ark., 2021).

Asmalarda fungal gövde hastalıklarına karşı etkili ve sürdürülebilir bir biyolojik kontrol yöntemi bulunmamakla birlikte, asma iç dokularını kolonize ederek doku içerisinde bulunan fungal patojenleri ortadan kaldırmak için etkin bir kimyasal bulunmamaktadır (Úrbez-Torres ve ark., 2011). Asma fidanlıklarındaki fungal hastalıklar son yıllarda artış göstermekte ve buna karşı alınan önlemlerin çeşitliliği, sürdürülebilirliği veya dağılımı hakkında yapılan bazı çalışmalar olsa da bilgi açısından halen eksiklikler bulunmaktadır. Söz konusu hastalıklara neden olan fitopatogenik funguslara karşı antogonistik etkiye sahip olabilecek endofitik fungusların araştırılması, bitki dokularında endofitler-patojenler arasında meydana gelebilecek etkileşimin anlaşılması ve geliştirilmesiyle ilgili çalışmalara gerek duyulmaktadır (Núñez-Trujillo ve ark., 2012). Ülkemizde şimdiye kadar bu hastalığın biyolojik mücadelesine yönelik bir çalışma bulunmadığından böyle bir çalışmaya gerek duyulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, antagonistik etkiye sahip olduğu düşünülen *Penicillium fructuariacellae*, *Penicillium canescens* ve *Trichoderma brevicompactum* türlerinin *in vitro*'da ve saksı koşullarında yürütülecek olan denemeler ile *Phaeoacremonium minimum* ve *Cadophora luteo-olivaceae* 'nın neden olduğu Petri hastalığının mücadelesinde kullanım potansiyelini araştırmaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Asma gövde hastalıkları, dünya genelinde çok öncelerden bu yana bilinmesine rağmen bitki sağlığındaki etkileri ancak son yıllarda belirlenmeye başlamıştır. Gövde hastalıkları içerisinde, günümüz de en yaygın görülen hastalıklardan biri de Petri hastalığıdır. Petri hastalığı'nın 1912 yılında keşfiyle başlayan süreçte, hastalık 1990'lı yıllara kadar belirtilerinin Esca gibi diğer gövde hastalıkları ile karıştırılması ve taksonomik anlamda sınırlı bilgi olmasından dolayı ilerleme sağlanamamıştır. 1990-2000 yılları arasında, hastalık ile ilgili çalışmalar devam etmiş ve bu yıllar arasında *Phaeacremonium* türleri ile *Phaeomoniella chlamydospora* türü fungusların tanımlanmasıyla türlerin, Petri hastalığı'na neden olduğuna ilişkin bağlantı doğrulanmıştır. 2004-2010 yılları arasında yapılan çalışmalar ile hastalık, uluslararası genç asmalarda geriye ölüm (young vine decline) olarak tanınmış ve hastalığa neden olan etmenlerin moleküler yöntemler ile tespiti standart olmuştur. 2010-2020 yılları arasında ise, hastalığın inokulum kaynaklarına ve mücadele stratejilerine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde ise, 1998 yılından sonraki dönemlerden günümüze Petri hastalığı belirtilerinin bağlarda görülüp etmenlerin tanımlanmasıyla hastalık ile ilgili mücadele yöntemleri araştırılmış ve uygun mücadele yöntemlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir. Petri hastalığı ile ilgili ülkemiz ve dünyada yapılan çeşitli araştırmalar aşağıda paragraflar halinde verilmiştir.

2.1. Petri Hastalığı Patojenlerine Yönelik Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Kotze ve ark., (2011) Güney Afrika'da, biyolojik mücadele etmenlerinin, bazı asma gövde hastalığı patojenleri enfeksiyonu ile budama yara korumasına yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *in vitro* koşullar altında ikili kültür testleri ile tüm biyolojik mücadele etmenlerinin patojenler üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu bulmuş ve en iyi etki gösteren biyo-kontrol ajanları arazi testine almışlardır. Budama yaralarına benomyl ve biyo kontrol etmenleri (*Trichoderma* izolatları ve *Bacillus subtilis*) ile müdahale edilmiş, bir hafta sonra *Neofusicoccum australe*, *Neofusicoccum parvum*, *Diplodia seriata*, *Lasiodiplodia seriata*, *Eutypa lata*, *Phaeomoniella chlamydospora* ya da *Phomopsis viticola* patojenlerinden oluşan spor süspansiyonu inokule etmişlerdir. Araştırmacılar, 8 ay sonra yapılan izolasyonları değerlendirmişler ve biyo kontrol etmenleri benomyl ile benzer veya üstün özellikler gösterdiğini belirlerlerken biyolojik mücadele etmenleri içerisinde *Trichoderma atroviride* olarak tanımlanan USPP-T1 izolatu, *Ph. viticola*, *E. lata*, *Pa. chlamydospora*, *N. australe*, *N. parvum*, *D. seriata* ve *L. theobromae* patojenlerine karşı, sırasıyla %69, %76, %77, %78, %80, %85 ve %92 oranlarında etkili olduğunu saptamışlardır.

Cobos ve ark., (2015) İspanya'da, doğal antifungal bileşiklerin (kitosan, oligosakkarit ve diğerleri) budama yaralarında asma gövde hastalığı patojenlerinin enfeksiyonunu kontrol etme etkinliğini incelemeye yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *in vitro*'da yürüttükleri denemede, farklı moleküler ağırlıktaki kitosan, *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata*, *Eutypa*

lata, *I. macrodidyma*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Ph. aleophilum*, *Phomopsis viticola*'nın miseliyal büyümesini %6.2-90.7 arasında değişen oranlarda azalttığını belirlerken, kitosan-oligosakkarit %100, sarımsak ekstraktı %74.4-100, yeşil kahve ekstraktı %0-36.3, limon kabuğu %16-76.2, propolis %65.4-93.7 ve vanilin %61.9-91 arasındaki oranlarında engellediğini belirlemişlerdir. Bu bileşiklerin genç asma fidanlarına uygulandığında, kitosan-oligosakkarit, sarımsak ekstraktı ve vanilin bitki ölümleri sırasıyla %16, %12 ve %20 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

Rego ve Blume, (2016) Brezilya'da, *Trichoderma* spp. ve *Bacillus subtilis* içerikli ürünlerin asmalarda Karabacak hastalığı etmeni *Dactylonectria macrodidyma*' ya karşı *in vitro* ve *in vivo* biyolojik etkinliği üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *in vitro* koşullarda yürüttükleri uçucu metabolitler testinde miseliyal gelişimi *Trichoderma* spp. %59 oranında, ikili kültür testinde ise *B. subtilis* %41 oranında inhibe ettiğini belirlemişlerdir. *In vivo* koşullarda yürüttükleri denemede ise *B. subtilis*, bitki birincil sürgünlerin uzunluğu, toplam boğum sayısı ve kök kuru ağırlığında önemli ölçüde arttırdığını saptamışlardır.

Álvarez-Pérez ve ark., (2017) İspanya'da, ticari asma fidanlıklarında ki genç asmalarda kurumaya yol açan patojenleri azaltmaya yönelik endofitik ve rizosferik aktinobakterilerin kullanımı üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *in vitro*'da yürüttükleri çalışmalarda, endofitik izolatların (*Streptomyces* spp, *Micromonospora* spp ve *Saccharopolyspora* spp.) yaklaşık %15.5 ve rizosferik aktinomiset izolatların (*Nonomuraea*, *Kribbella*, *Rathayibacter* ve *Corynebacterium*) yaklaşık %30.8'i *Dactylonectria macrodidyma*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium minimuma* karşı antifungal etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Arazi çalışmalarında, bir endofitik izolatın (*Streptomyces* sp. vv/e1) ve iki rizosferik izolatın (*Streptomyces* sp. vv/r1 ve *Streptomyces* sp. vv/r4) *Dactylonectria* sp., *Ilyonectria* sp., *P. chlamydospora* ve *P. minimum* tarafından neden olunan infeksiyonları önemli ölçüde azalttığını saptamışlardır.

Narmani ve ark., (2018) İran'da, biri ticari ürün (*T. harzianum*, T22) ve ikisi endofitik biyolojik izolat olan *Trichoderma* türleri'nin (*Trichoderma longibrachiatum* ve *Trichoderma brevicompactum*) 4 *Phaeoacremonium minimum* izolatına karşı inhibitör etkisini belirlemek için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *T. harzianum* T22'yi diğer iki *Trichoderma* türü ile kıyasladıkları ikili kültür testinde %76.53 oranında büyümeyi azaltarak *Pm. minimum* miseliyal büyümesini inhibe ettiğini, uçucu metabolitler testinde *Pm. minimum*'un büyümesini engellemede *Trichoderma* türleri arasında ciddi farklar bulunduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, uçucu olmayan metabolitler testinde, *T. brevicompactum* patojen büyümesini %75.46 oranında azaltarak en yüksek inhibisyon etkisi gösterdiğini ve *T. longibrachiatum* ve *T. harzianum* T22 ise sırasıyla %46.93 ve %17.67 oranlarında koloni büyümesini azalttığını belirlemişlerdir.

Del Frari ve ark., (2019) Portekiz'de, bağlarda Esca hastalığı ile ilişkili olan funguslara (*Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium minimum*, *Fomitiporia mediterranea*) karşı biyolojik mücadele etmeni olarak değerlendirdikleri *Epicoicum* türlerini kullanarak çalışma

gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacıların *in vitro* koşullarda yürüttükleri ikili kültür çalışmasında, tüm *Epicoccum* türleri patojenlerin büyümesini engellediği ancak bu türlerden bazılarının sadece *P. minimum*'u engellediğini belirlemişlerdir. Kontrollü koşullar altında yürüttükleri çalışmada ise *Epicoccum layuense* E24 izolatı Cabernet Sauvignon ve Touriga Nacional üzüm çeşitlerinin köklerini *P. chlamydospora* ve *P. minimum*'a karşı başarılı bir şekilde kolonize ettiğini belirlemişlerdir.

Bigot ve ark., (2020) tarafından İtalya'nın kuzeyinde, farklı bağlarda Esca hastalığına karşı *Trichoderma asperillum* ve *Trichoderma gamsii*'nin uzun dönem yara koruyucu etkisini inceleyen bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmacıların üç bağda yedi yıl sürdürdükleri denemede, her sezon bitki öz suyunun çıktığı fenolojik dönemde asma yüzeyinin yarısına *T. asperillum* ve *T. gamsii* süspansiyonları püskürtmüşler ve diğer yarısı'nı kontrol olarak bırakmışlardır. Her yıl Ağustos-Eylül aylarında, asmalardaki Esca semptomlarının durumlarını izlemişler, hafif, orta ve şiddetli şekilde olan kaplan deseni çizgi semptomları ile diğer bazı belirtileri kaydetmişlerdir. Semptomlar arasında, *Trichoderma* uygulamasının hem hafif kaplan deseni belirtisini hem de apopleksi etkisini azalttığını gözlemlerken, orta ve şiddetli belirtilerde önemli bir farklılık olmadığını saptamışlardır. Sonuç olarak, yedi yıl boyunca uyguladıkları *Trichoderma* süspansiyonlarının ise hasta asmaların görülme sıklığında %22'lik bir azalma meydana getirdiğini belirlemişlerdir.

Billar de Almedia ve ark., (2020) Güney Portekiz Alejanto bölgesindeki bağlarda, fitopatogenik funguslar ile endofitik fungus topluluğun moleküler olarak tanımlaması ve endofitik fungusların asma gövde hastalıklarına karşı biyolojik mücadele etmeni olarak kullanımına ilişkin çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, endofitik fungus olarak *F. oxysporum*, *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Clonostachys rosea*, *Epicoccum nigrum*'u tanılarıken, asma gövde hastalığı etmeni olarak *Diaporthe* sp., *Diplodia pseudoseriata* ve *Phialophora fastigiata* tanılamışlardır. Gövde hastalığı etmenleri ile endofitler arasında direkt engelleme testi uygulamışlar ve tüm endofitlerin %30.7'den %62.6'a kadar değişen oranlarda inhibisyon etkisi yaptığını belirlemişlerdir. Ayrıca, endofitlerden *Penicillium*'un üç asma gövde patojenine karşı sırasıyla %30.7, %32.08 ve %34.15 oranlarındaki inhibisyon etkisinin diğer endofitlerin inhibisyon etkilerinden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Urbez-Torres ve ark., (2020) Güney İtalya' da, *Trichoderma* izolatları'nın moleküler yöntemler ile karakterizasyonu ve asma gövde hastalığı funguslarına karşı biyolojik kontrol etkinliğini değerlendirmeye yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmacılar, filogenetik analizler ile birlikte yapılan moleküler çalışmalar ile 8 *Trichoderma* türü belirlemişlerdir. *Trichoderma* türlerinin *Diplodia seriata*, *Eutypa lata* ve *Neofusicoccum parvum*' a karşı etkinliklerini belirlemeye yönelik yaptıkları *in vitro* koşullarda ikili kültür testinde tüm *Trichoderma* izolatlarının patojenlerinin miseliyal büyümesini %70'e ulaşan oranda engellediğini belirlemişlerdir. Budama yaralarını *D. seriata* ve *N. parvum*'a karşı koruma kabiliyeti açısından en iyi engelleyen izolatları *in planta* koşullarda test etmişlerdir. Seçilen tüm *Trichoderma* izolatları korumalı budama

yaralarına müdahaleden sonra 21 güne kadar *D. seriata* da %80'den fazla ve *N. parvum* da ise %60 oranında kontrol sağladığını belirlemişlerdir.

Blundell ve ark., (2021) Amerika Yolo Bölgesi'nde, 8 yıllık Sauvignon Blanch asma çeşidinin öz, çelik ve yumuşak doku dahil çeşitli dokularından izolasyonlar yaparak potansiyel biyolojik mücadele etmenlerini tanılamayı ve asma gövde hastalığı fungal patojenlerine karşı etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, fungal izolatlar arasında, *Trichoderma* spp.'nin *Eutypa lata* miseliyal büyümesini 64%'e, *N. parvum* miseliyal büyümesine ise 73% oranında antagonistik etki göstererek engellediğini belirlemişlerdir. Bakteriyel izolatlar arasında, *Bacillus* spp. *E. lata* miseliyal büyümesini 20% ve *N. parvum* miseliyal büyümesini ise 40% oranında engellediğini belirlemişlerdir. *Trichoderma*, *Bacillus* ve *Aureobasidium* türlerinden seçilen antagonistik etki gösteren izolatları, *Diplodia seriata* ve *Diaporthe ampelina*' ya karşı daha sonra tekrar ikili kültür antifungal teste tabii tutmuşlar ve *Trichoderma* izolatları devamlı olarak en büyük inhibisyon etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, uçucu organik bileşik antifungal analizini yürüttükleri çalışmada ise *Trichoderma* izolatlarının *N. parvum*, *E. lata* ve *D. ampelina*'nın misel gelişimini sırasıyla %20.11, %60.55 ve %70.9' a ulaşan oranlarda önemli ölçüde engellediğini saptamışlardır.

del Pilar Martínez-Diz ve ark., (2021) İspanya'da, 3 tanesi ticari (*Trichoderma artroviride* SC1, *Trichoderma koningii* TK7, *Pseudomonas fluorescens*+ *Bacillus atrophaeus*) ve 2 tanesi biyolojik mücadele etmeni olarak değerlendirdikleri (*Streptomyces* sp. E1+R4 ve *Pythium oligandrum* Po37) izolatları asmalarda gövde hastalıklarından Karabacak (black-foot) ve Petri hastalıklarına karşı etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmacılar, bitki canlılığı ve fungal türlerin tanınması sonuçlarında, sıcak su uygulaması yapılan bitkilerden Karabacak ve Petri hastalığı patojenleri izole edilmediğini, 2 yıllık bitkilerin bazal kök bölgesinden ve bitki köklerinden yapılan izolasyonlarda, sırasıyla %83.6 ve %16.4 oranlarında Petri hastalığı patojenleri izole edildiğini belirlerken benzer bölgelerden yapılan izolasyonlarda, sırasıyla %15.8 ve % 84.2 oranlarında Karabacak hastalığı patojenlerinin izole edildiğini belirlemişlerdir. Üç yıllık bitkilerin benzer bölgelerinden yapılan izolasyonlar da ise sırasıyla %89.4 oranında ve %10.6 oranında Petri patojenleri izole edildiğini ve sırasıyla %26.9 ve %10.6 oranlarında Karabacak hastalığı patojenlerini izole edildiğini belirlemişlerdir. 3 yıllık bitkilerin kök bölgesinde hastalığa neden olan Petri patojenlerinin (*Phaeoconiella chlamydospora*, *Phaeoacremonium minimum*) neden olduğu hastalık şiddetini sırasıyla *T. koningii* TK7 %80 ve *T. artroviride* SC1 %69.6 oranında azalttığını ve karabacak etmeni *Dactylonectria macrodidyma*'nın bazal bölgede oluşturduğu hastalık şiddetini *Streptomyces* sp. E1+R4 biyo-kontrol ajanı %100 oranında ve *T. artroviride* SC1 ajanı da %100 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

Haidar ve ark., (2021) Fransa'da, asma gövde hastalığı etmeni *Neofusicoccum parvum* patojenine karşı mücadele potansiyeli yüksek 8 bakteri izolatı için uygun uygulama yöntemini seçme üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmacılar, bakteriyel izolatları saksılarda bulunan bir

yıllık asma çelikleri gövdelerine patojen ile birlikte inokulasyon, gövdeye önleyici inokulasyon ile toprak yüzeyine uygulayarak önleme yöntemlerini uygulamışlardır. Özellikle bakteriyel izolatların asma çelikleri gövdelerine uygulamasının, toprak yüzeyine uygulamasından daha etkili olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. *Pantoea agglomerans* ve *Paenibacillus* bakteri izolatları gövdelere önleyici inokulasyon yöntemi şeklinde uygulandığında *N. parvum* tarafından oluşturulan odun doku nekrozu sırasıyla 50% ve 65%' ulaşan oranlarda engellediğini belirlemişlerdir. *P. agglomerans* antifungal uçucu bileşikler salgılayarak *N. parvum* engeller iken, *Paenibacillus* esas olarak antibiyosis ile *N. parvum*'u engellediği sonucuna ulaşmışlardır.

Silva-Valderrama ve ark., (2021) Şili'de, asma endofitik ve rizosferik fungusların asma gövde hastalığı etmenlerine karşı biyolojik mücadelesini araştırmışlardır. Araştırmacılar, organik ve konvansiyonel tarımın yapıldığı üzüm yetiştirilen alanlardan 169 endofitik ve 209 rizosferik fungus izole etmişlerdir. İzole ettikleri funguslar içerisinde, *Chaetomium* sp'nin birçok izolatu, *Cladosporium* sp, *Clonostachys rosea*, *Epicoccum nigrum*, *P. lilacinum* ve *Trichoderma* sp, *Diplodia seriata*, *Neofusicoccum. parvum* ve *Phaeoconiella chlamydospora*'ya karşı potansiyel biyolojik mücadele etkinliğini değerlendirmişlerdir. Ayrıca, ikili kültür ve birden çok besi ortamı tipleriyle antagonizm testleri yürütmüşler ve bu testlerde kullanılan tüm izolatların patojen büyümesini önemli derecede engellendiği sonucuna ulaşmışlardır. *C. rosea*, üzüm odun ekstraktı varlığında tüm patojenlerin yaklaşık %92'sini engellediğini belirlemişler ve otoklav edilmiş odunlaşmış asma sürgünleri *C. rosea* izolatları veya *Trichoderma* sp, ile önceden inokule edildiğinde yaklaşık %100 oranında patojen büyümesini engellediğini gözlemlemişlerdir.

Akgül ve Kara., (2022) tarafından Gaziantep bağ alanlarında, endofitik funguslar ve bunların asma gövde patojenleriyle antagonistik ilişkilerini inceleyen çalışma yürütülmüştür. Araştırmacılar, asma gövde hastalığı ile ilişkili olan 10 farklı fungal cins tespit etmişler, bölgede rastlanma ve ortalama izole edilme durumu oranlarında %39.2 oran ile *Phaeocremonium* en yaygın cins olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde bölge bağ alanlarından yapılan izolasyon çalışmasında zengin endofitik fungal populasyonun olduğunu ve izole edilme durumlarını incelediklerinde %92.2 oran ile *Penicillium*, %66.6 ile *Aspergillus*, %64.7 ile *Alternaria* ve %50.9 oran ile *Clodosporium* en sık rastlanan endofitik türler olduğunu belirlemişlerdir. Dormant asma kalemlerine fungal patojen inokulasyonu yaparak patojenisite çalışması yürütmüşler ve üç aylık inkübasyonu sonucunda, odun dokularında meydana gelen lezyon uzunluklarında en kısa uzunluğu oluşturan 13.5 mm ile *Macrophomina phaseolina*, en uzun lezyonu ise 68.2 mm ile *L. theobromae* fungal türleri oluşturduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, *in vitro* ikili kültür çalışmasında ise, diğer endofitik funguslara kıyasla *Penicillium fructuaria-cellae*'nın oluşturduğu ortalama 9.04 mm'lik inhibisyon zonu ile birçok asma gövde patojenine karşı antagonistik etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Blundell ve Eskalen., (2022) Amerika'da, bazı asma çeşitlerinde, geriye doğru ölüme neden olan *Eutypa lata* ve *Neofusicoccum parvum*'a karşı önceden tescil edilmiş biyolojik mücadele etmenleri ile bazı kimyasalları içeren bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, biyolojik

mücadele etmeni olarak *Trichoderma asperellum* ve *Trichoderma gamsii*'nin sera ve tarla denemelerinde sadece su uygulaması yaptıkları pozitif kontrol ile kıyasladıklarında, *Eutypa lata* ve *Neofusicoccum parvum* için ortalama %88-100 oranlarında budama yaralarının korunmasında süreklilik sağladığını belirlemişlerdir. Kimyasal olarak kullandıkları thiophanate-methyl+myclobutanil, fluopyram ve trifloxystrobini, pozitif kontrol ile kıyaslandıklarında ortalama hastalık kontrol yüzdesini %86' a kadar yükselterek etkili bir şekilde yara koruma yaptığını saptamışlardır. Biyolojik mücadele etmeni uygulamalarını, asma çeliklerinin iyileşmesi açısından değerlendirdiklerinde, *Trichoderma* içerikli uygulamaların geri onarım oranı %0-100 arasında, *Aureobasidium* içerikli uygulamaların geri onarım oranı ise %0-25 arasında değiştiğini yaptıkları çalışmalar ile belirlemişlerdir.

Bustamante ve ark., (2022) Kaliforniya'da, farklı üzüm çeşitleri yetiştirilen bağ alanlarından izole ettikleri endofitik ve rizosferik bakterilerin bazı asma gövde patojenlerine karşı antifungal etkinliğine ilişkin bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmacılar, 1344 adet bakteri izolatından oluşan koleksiyonu, *Neofusicoccum parvum* ve *Diplodia seriata*' ya karşı *in vitro* koşullarda denemeye tabi tutmuşlar ve koleksiyondan oluşan 172 adet bakteri alt kümesinin, *N. parvum* ve *D. seriata* misel büyümesini %40'ın üzerinde engellediğini belirlemişlerdir. *Bacillus velezensis*'in agar ortamına yayılabilir metabolitleri, *N. parvum* ve *Eutypa lata*'nın büyümesini hacimsel olarak %1, %15 ve %30 oranlarında güçlü bir şekilde engellediğini ancak *Pseudomonas chlororaphis* ve *Serriata plymuthiaca* bakteri izolatları *N. parvum* ve *E. lata* patojenleri düşük düzeyde engellediğini belirlemişlerdir. *P. chlororaphis* ve *S. plymuthiaca* izolatları tarafından oluşturulan uçucu organik bileşikler *N. parvum*'u sırasıyla ortalama %12.3 - 15.9' a ulaşan oranlarda engellediği bulunmuştur. *P. chlororaphis* izolatı uçucu organik bileşiklerinin *E. lata*'yı ortalama %64.3'den %70.9'a değişen oranlarda engellediğini ve *S. plymuthiaca* izolatının ise %35.5 oranında engelleme gösterdiğini belirlemişlerdir.

Geiger ve ark., (2022) Macaristan'da, *Clonostachys rosea* izolatlarının asma gövde hastalığı patojenlerine karşı biyolojik mücadele etmeni olarak etkisini inceleyen çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *in vitro* koşullarda yaptıkları ikili kültür testinde, tüm *Clonostachys rosea* izolatlarının, *Eutypa lata* ve *Phaeoconiella chlamyospora* patojenlerine karşı sırasıyla %17.8-29 ve %28.8-54 oranlarında yüksek değerlerde koloni büyümeleri belirlemişlerdir. *Botryosphaeria dothidea*, *Cadophora luteo-olivacea* ve *Phaeoacremonium minimum* patojenleri ile yaptıkları ikili kültür testinde ise %14.5-29 oranında çok düşük bir koloni büyüme engelleme değeri elde etmişlerdir. *Diaporthe* türleri ile yaptıkları ikili kültür testinde, *Diaporthe ampelina* büyüme oranında bir değişiklik göstermemiştir. *D. foeniculina* tüm *C. rosea* izolatları ile %18.8-22.5 oranında zayıf bir etkileşim gösterirken, *D. fukushii* izolatının büyüme hızı tüm *C. rosea* izolatlarına karşı %14-22 oranında koloni büyümesinde pozitif bir değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. *In planta* koşullarda yürüttükleri çalışmada ise, *C. rosea* inokule ettikleri toprağa dikilen *E. lata* ve *Ph. chlamyospora* ile enfekteli çeliklerde patojenlerin neden olduğu nekrotik lezyonların uzunluğu önemli ölçüde

azaldığını, *C. rose*'nın *B. dothidea* ile infekteli olan çeliklerde hastalık şiddetini etkilemediğini belirlemişlerdir.

Hassine ve ark., (2022) Tunus'da, domates meyvelerinde antraknoz hastalık etmeni *Colletotrichum coccodes* kaynaklı çürümenin engellenmesine yönelik biyolojik mücadele etmenleri *Penicillium* sp. ve *Gliocladium* sp.'in kullanılmasına yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, yürüttükleri bazı çalışmalar sonucunda, *Penicillium* sp. ve *Gliocladium* sp. kültür filtratlarının ve bazı organik ekstratlı uygulamaların; patojen misel büyümesi, spor çimlenmesi, hastalık şiddeti ve çürük lezyon (%22) üzerinde önemli ölçülerde azalmalar meydana getirdiğini belirlemişlerdir.

Poyraz ve ark., (2022) tarafından İzmir'de, bağlarda Petri hastalığı kontrolü üzerine asma fidanlıklarındaki üretim materyallerine bazı uygulamalar ile (sıcak su, sıcak su+biyopreparat ve fungusit) bu uygulamaların *Phaeoconiella chlamydospora* (Pcl) ve *Phaeoacremonium aleophilum* (Pm) fungal etmenleri üzerine etkisinin incelenmesine yönelik bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmacılar, sıcak su ve fungusit beraberinde uyguladıkları biyolojik preparat çalışmasında, *Pcl* izolatlarına karşı bazı fungusitler %86.9-83.78 oranlarında, biyolojik preparatlar (*Bacillus subtilis* ve *Trichoderma harzianum*) %64.86 ve %62.16 oranlarında etkili olarak belirlemişlerdir. *Pm* izolatlarına karşı en etkili fungusit %70.59 oranında ve biyolojik preparatların (*B. subtilis* ve *T. harzianum*) etkisini ise %47.06 ve %44.12 olarak belirlemişlerdir.

Akgül ve ark., (2023) Türkiye'de, asemptomatik fidanlık üretimi yapılan asmalarda, asma gövde hastalığına neden olan patojenlerin mevcut durumuna yönelik bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmacılar, fidanlıklarda gövde hastalığı yaygınlığında rol oynayan fungusların izolasyonu çalışmasında, Petri hastalığı patojenlerinin izole edilme oranını %27.9 olarak ve diğer asma gövde patojenlerinin ise %32.5 bulmuşlardır. Yürüttükleri patojenisite çalışmasında, tüm izolatların vasküler dokuda renk değişikliğine sebep olduğu ve Petri patojenleri içerisinde *Cadophora* izolatları 9.4 mm'den 9.7 mm'ye çıkan lezyon uzunluğu ile en virulent izolat olduğunu re-izolasyon oranlarının ise %22.1- 45.1 arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir. Diğer asma gövde patojenleri içerisinde, *Neofusicoccum parvum* 38.4 mm lezyon uzunluğu ve %72.4 re-izole oranı en virulent gövde patojeni izolatı olduğunu belirlemişlerdir.

Dang ve ark., (2023) Vietnam'da, tarçın bitkisinden izole ettikleri endofitleri kullanarak tarçın (*Cinnamomum cassia*) kök çürüklüğü etmeni *Phytophthora*'ya karşı koruma etkisi üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *in vitro* ikili kültür çalışmasında, 12 fungal ve 5 bakteriyel tür olmak üzere 17 endofit tür üç farklı kök çürüklüğü etmenine karşı yüksek antagonizm etki (%45'ten fazla) gösterdiğini belirlemiş ve kök çürüklüğü enfeksiyonu üzerindeki etkisini sera koşullarında test etmişlerdir. Sera koşullarında yürüttükleri çalışmada ise, önce endofit ardından patojen inokulasyon işlemi yapılmış test edilen tarçın tohumları ve fidelerinde kök çürüklüğünü etmenini yüksek düzeyde baskılayan ve aynı zamanda bitki büyümesini teşvik eden üç fungal endofit tür (*Penicillium citrinum*, *Xylaria curta* ve *Clonostachys rosea*) belirlemişlerdir.

Mannerucci ve ark., (2023) İtalya’da, bağlarda Esca ile ilişkili fungal patojenlerin potansiyel yeni biyolojik mücadele etmenleri hakkında çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, *Trichoderma harzianum* (TH07.1-NC), *Aphanocladium album* (MX95), *Pleurotus eryngii* (AL142PE) ve *Pleurotus ostreatus* (ALPO) izolatlarını Esca hastalığı esas patojenlerinden olan *Fomitiporia mediterranea*, *Phaeoacremonium minimum* ve *Phemoniella chlamydospora* karşı biyolojik inhibitörler olarak teste tabii tutmuşlardır. *In vitro* ikili kültür interaksyon testinde, en yüksek antagonistik etkinin *P. minimum*’ karşı *A. album* ve *P. ostreatus* olduğunu, *P. chlamydospora*’ karşı *P. ostreatus* arasında ve en düşük etkinin ise yaklaşık %49 oranında *F. mediterranea*’ karşı *P. ostreatus* ile *A. album* arasında meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Carro-Huerta ve ark., (2023) İspanya’da, bağ yönetimi ve toprağın fizikokimyasal parametreleri ile *Phaeoacremonium minimum*’ a karşı biyolojik mücadele etmeni kaynakları olan yerli *Trichoderma* popülasyonlarını etkilemesine yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacıların yürüttükleri *in vitro* çalışma içerisinde, antifungal analiz incelemesi yapmışlar ve izolasyonu yaptıkları *Trichoderma* izolatlarından T065 ve T087 kodlu izolatlar, *P. minimum* koloni büyümesini %70 oranında inhibe ettiğini ve T065 kodlu izolatın ise %74.32 oran ile en yüksek inhibisyon değerini gösterdiğini belirlemişlerdir.

Nashat ve ark., (2024) Irak Duhok bölgesinde, endofitik fungusların moleküler olarak tanımlama ve bazı asma patojenlerine karşı antimikrobiyal etkisine yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, patojenik ve endofitik olarak tanımladıkları bazı fungusların *Paecilomyces maximus*, *Ilyonectria destructans*, *Botrytis cinera*, *Macrophomina phaseolina* ve *Neoscytalidium dimidiatum* asma patojenlerine karşı kullandıkları *in vitro* ikili kültür testinde sırasıyla %70.83, %43.13, %29.27 ve %36.20 oranlarında koloni büyümelerini engelleyerek inhibisyon etkisi gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacıların tanıladıkları endofitik funguslar içerisinde, birincil olarak besin ve alan rekabetinde, *Aspergillus flavipes* %46.69, *P. maximus* %44.86 ve *Mucor racemosus* %32.03 oranlarında etkiler göstererek patojenlerin büyümesini engellediğini belirlemişlerdir.

Pazooki ve ark., (2024) İran’da, asma gövde hastalıkları ile ilişkili funguslar ile endofitik fungusların izolasyonu, tanımlanması ve antagonistik etkisi olan endofitik fungusların, *Cytospora chrysosperma*’ya karşı kullanılmasına yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, İran’ın 7 farklı bölgesinden yaptıkları izolasyon çalışmasında, hem endofitik hem de asma gövde hastalığı ile ilişkili toplam 293 fungus izole etmişlerdir. Tanıladıkları 25 fungal izolattan 13 tanesi *C. chrysosperma* ‘ya karşı *in vitro* ikili kültür testi için kullanmışlar ve izolatlar içerisinde GI101 kodlu *Penicillium canescens* izolatı %38.51 oranında inhibisyon etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, *C. chrysosperma*’ya karşı fungal peptitlerin ekstrakte edilerek antifungal etkisini araştırdıkları diğer çalışmada ise, 4 farklı izolat kullanmışlar (*Fusarium oxysporum*-GI87, *Fusarium* sp.1-GI7, *Fusarium* sp.3-GI154 ve *Microascus chartarus*-GI244) ve sadece *Fusarium* sp.3-GI154 izolatı’nın antagonistik etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ren ve ark., (2024) Çin’de, semptomatik ve asemptomatik moğol çam ağaçlarındaki endofitik fungusların çeşitliliğini, organizma yapısını ve antagonizm durumunu belirlemeye yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, endofitik fungus tanımlama ve izolasyon çalışmasında, 60 çam ağacının 2700 doku parçasından izolasyonlar yapmışlar ve saflaştırılan izolatlar içerisinde *Penicillium* türleri oranını, %10.54 olarak belirlemişlerdir. *In vitro* antagonizm testinde, örnekledikleri çam ağaçlarından 57 fungal endofit tür test etmişler ve endofit olarak izole edilen 3 türün (*Penicillium fructuaria-cellae*, *Taifanglania* sp., ve *P. hawaiiense*) *Diplodia sapinea* miseloyal büyümesini sırasıyla %73, %61 ve %72 oranlarında engellediğini belirlemişlerdir.

Zanfaño ve ark., (2024) İspanya’da, bağ alanlarından izole ettikleri ve yeni bir tür olarak tanımlanan *Trichoderma carraovejensis*’in asma gövde hastalığı patojenlerine karşı biyolojik mücadele etkinliği ile ekolojik adaptasyonuna yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, asma gövde patojenleri *Phaeoacremonium minimum*, *Phaeomoniella chlamydospora* ve *Diplodia seriata*’ ya karşı yürüttükleri *in vitro*’ da çalışmalar yürütmüşlerdir. *T. carraovejensis in vitro* ikili kültür testinde, %21.04, %15.34 ve %34.08 oranlarında patojen koloni büyümesini engellediğini ve en yüksek engelleme değerini (%34.08) *D. seriata*’ ya karşı sergilediğini belirlemişlerdir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Fungal ve Bitkisel Materyal

In vitro deneyler ve saksı denemelerinde kullanılan, bazı ön çalışmalarda antagonistik olduğu belirlenen *Penicillium canescens* (GenBank No: PP989657), *Penicillium fructuariae-cellae* (OM980658, PV791715) ve *Trichoderma brevicompactum* (PP989654) türü endofitik funguslar, patojenik türlerden *Phaeoacremonium minimum* (PP989654), *Cadophora luteo-olivacea* (OP412811) Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonundan temin edilmiştir (Şekil 3.1). Saksı denemelerinde bitkisel materyal olarak 1103 Paulsen çeşidi asma anacının çelikleri kullanılmış, bunlar Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Adem YAĞCI' dan temin edilmiştir.



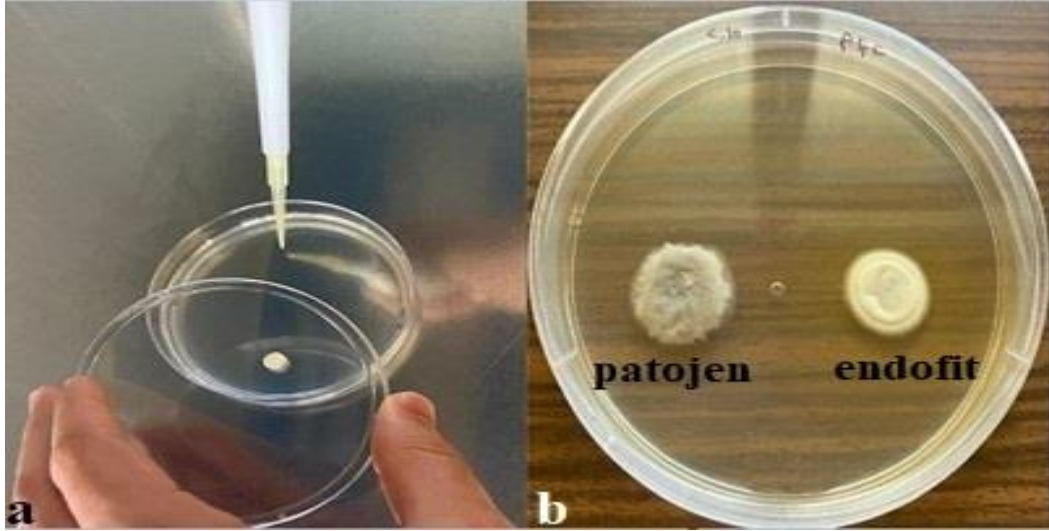
Şekil 3.1. Fungal ve bitkisel materyal
a, b) *P. fructuariae-cellae*, c, d) *P. canescens*, e) *T. brevicompactum*, f, g) *P. minimum*, h, i) *C. luteo-olivacea*, j) 1103 Paulsen çeşidi asma anaçları.

3.2. Metot

3.2.1. Endofitik Fungusların *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'a *In Vitro* Antagonistik Etkilerinin Saptanması

İkili Kültür Testleriyle Endofitik Türlerin Patojenlerin Miseliyal Büyümesine Etkilerinin İncelenmesi

Endofitik fungusların *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'un miseliyal büyümesine etkisi ikili kültür testleriyle incelenmiştir. *Penicillium canescens*, *Penicillium fructuariae-cellae* ve *Trichoderma brevicompactum*'un 15 günlük taze PDA (Patates Dekstroz Agar) kültürlerinden spor süspansiyonları hazırlanmıştır. Bunun için 1.5 ml'lik steril-plastik santrifüj tüplerine 1 ml steril distile su koyulmuştur. Endofitik türlerin sporlanmış kültürlerinden 3 mm çapında miseliyal agarlı diskler kesilmiş ve tüplere taşınmıştır. Her bir tüpe bir damla steril polisorbata (Tween-20®, Merck) eklenmiş, bu tüpler 30 saniye tüp çalkalayıcıyla (vortex) çalkalanmış ve homojen bir spor süspansiyonu elde edilmiştir. Diğer yandan patojenik izolatların taze kültürleri, 15 gün süreyle PDA besi-yerinde, 25°C sıcaklıkta, 12 saat karanlık ve aydınlık koşullarda inkübasyonu ile elde edilmiştir. Petri kabının kenarından 2 cm içeriye, *Penicillium* ve *Trichoderma* izolatlarının spor süspansiyonundan, otomatik mikropipetör yardımıyla 15 µl damlatılmış ve bu süspansiyonun 5 dakika süreyle besi-yerine infüzyonu için beklenmiştir (Şekil 3.2). *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'un miseliyal agar diskleri, steril mantar delici yardımıyla kesilmiş ve antagonist izolatların tam karşısına (Petri kabının diğer tarafından 2 cm içeriye) konumlandırılmıştır. Kontrol olarak bırakılan Petri kaplarının kenarına yalnızca patojenik veya antagonistik funguslar yerleştirilmiştir. Petri kapları 25°C sıcaklıkta, 12 saat aydınlık/karanlık koşullarda inkübe edilmiş, kontroldeki funguslar Petri kabını tamamen kaplayıncaya kadar beklenmiştir. İkili kültürde, izolatlar arasında engelleme mesafesi cetvelle ölçülmüş ve kaydedilmiştir. *Trichoderma brevicompactum* ile patojenik türler arasındaki etkileşim engelleme mesafesine göre değil, patojenlerin kontrolde ve ikili kültürdeki koloni çapı ortalamalarına göre yapılmıştır. Denemeler 8 tekerrürlü olarak kurulmuş, her bir Petri kabı 1 tekerrür olarak kabul edilmiştir. Engelleme mesafelerine varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar LSD testi, %5'lik hata payıyla ortaya çıkarılmıştır.

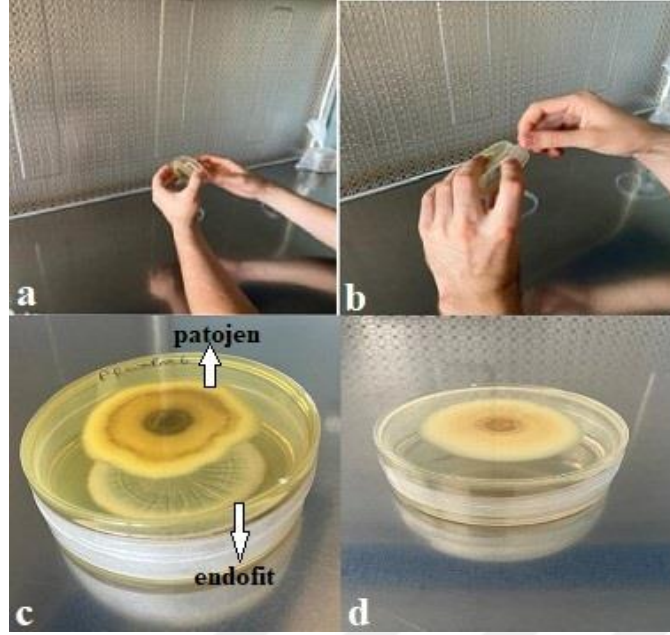


Şekil 3.2. İkili kültür testi kurulumu

- a) petri kabı içerisine 2 mm'lik patojen disk ve karşısına 15µl endofit süspansiyon damlatılması,
b) patojen *C. luteo-olivacea*(sol) ve endofit *P. fructuaria-cellae*(sağ).

Uçucu Antibiyotiklerin Patojenlerin Miseliyal Büyümesine Etkilerinin İncelenmesi

Endofitik türlerin uçucu antibiyotik üreterek *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'un miseliyal gelişimi üzerine muhtemel engelleyici etkilerinin olup olmadığı, uçucu antibiyotik üretim testiyle incelenmiştir. *Penicillium canescens*, *P. fructuariae-cellae* ve *T. brevicompactum*'un taze-saf kültürlerinden alınan 3 mm'lik miseliyal agar parçacıkları, içerisinde 1 ml steril distile su bulunan 1.5 ml'lik steril santrifüj tüplerine koyulmuştur. Bu tüplere bir damla steril polisorbata (Tween-20®, Merck) eklenmiş, bu tüpler 30 saniye tüp çalkalayıcıyla (vortex) çalkalanmış ve homojen bir spor süspansiyonu elde edilmiştir. Bu süspansiyon, antibiyotik içermeyen PDA besi ortamının tam ortasına 15 µl inokule edilmiş ve agarın süspansiyonu çekmesi beklenmiştir. Diğer taraftan, 15 gün süreyle taze olarak geliştirilen patojen izolatlarından mantar delici yardımıyla 5 mm'lik diskler alınarak yine antibiyotik içermeyen PDA besi ortamının tam ortasına yerleştirilmiştir. Endofitik türler ile patojen izolatların koloni büyüklüğü eşit büyüklükte olduğu sırada petri kapakları çıkarılarak birbiri üzerine, altta antagonist üstte patojen olacak şekilde kapatılmış ve hava almaması için Parafilm ile sarılmıştır (Şekil 3.3). Eşleştirilen Petri kapları 25°C sıcaklık, 12 saat karanlık/aydınlık koşullarda inkübe edilmişlerdir.



Şekil 3.3. a, b) Uçucu antibiyotik testi kurulumu, c) endofit *P. fructuaria-cellae* (altta) ve patojen *P. minimum* (üstte) uçucu antibiyotik testi, d) patojen *P. minimum* kontrol.

Kontrol olarak belirlenen Petri kaplarına sadece patojenik ya da sadece endofitik izolatlar inoküle edilmiştir. Bu izolatların kolonileri petri kabının 2/3'ünü kaplayana kadar 25°C sıcaklıkta inkübe edilmiştir. Bu gözlemden sonra eşleştirilmiş kolonilerin çapları ölçülmüş, ortalamaları alınmış ve kaydedilmiştir. Patojenlerin kontroldeki koloni çapları ile endofitlerle eşleştirilmiş kolonilerinin çapları karşılaştırılmış, uygulamaların etkinliği %Abbott testine göre, ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar t-testine göre belirlenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre, 12 tekerrürlü olarak düzenlenmiş olup birbiri üzerine kapatılan her Petri kabı çifti 1 tekerrür olarak kabul edilmiştir.

Kültür Filtratlarının Patojenlerin Miselyal Büyümesine Etkisinin Belirlenmesi

Endofitik türlerin kültür filtratları, patates suyu-glikoz sıvı besiyerinde hazırlanmıştır. Yaklaşık 225 g soyulmuş patates, saf suda kaynatılarak suyu süzülmüş, içine 20 g glikoz eklenerek toplam hacim bir litreye tamamlanmıştır. Bu karışımdan 150 ml ölçülerek 250 ml'lik vida kapaklı cam şişelere koyulmuş ve 121°C sıcaklık, 1 atmosfer basınçla 20 dakika süreyle otoklav edilmiştir. Sıvı besiyerinin sıcaklığı oda sıcaklığına düşünceye kadar steril kabinde soğutulmuştur. *Penicillium* ve *Trichoderma* izolatlarının saf kültürlerinden 5 mm'lik miselyal-agar diskleri kesilerek 150 ml'lik sıvı besiyerine (her şişeye 4-5 adet disk) inoküle edilmişlerdir. Şişeler çalkalayıcıya yerleştirilmiş, 120 devir/dakika hızla, 25°C sıcaklıkta, 10 gün süreyle çalkalanmıştır.

Sıvı kültürler Buchner Hunisi, vakum pompası düzeneği ve Whatmann 1 nolu filtre kâğıdı kullanılarak süzülmüş, miselyum ve diğer partiküller süzülmüştür. Ardından steril şırınga ve tek kullanımlık soğuk sterilizasyon filtresiyle (0.45 µm por çapı) steril kültür filtratları hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.4). Diğer taraftan, içerisinde 10 ml PDA bulunan cam-deney tüpleri otoklav

edilmiş, sonra 50°C'lik su banyosuna alınarak sıcaklıkları düşürülmüştür. Her bir deney tüpüne üç farklı hacimde (500, 1000, 1500 µl) steril filtrat eklenerek vortex ile 10 saniye karıştırılmış ve ardından 90 cm çaplı Petri kaplarına dökülmüştür. Kontrol olarak ayrılan deney tüplerine filtrat eklenmemiştir. Soğuyan besi-yerinin merkezine *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'un 5 mm çaplı miseliyal agar diskleri yerleştirilmiştir. Petri kapları 25°C sıcaklık, 12 saat aydınlık/karanlık koşullarda, kontroldeki koloniler besi-yerinin 2/3'ünü kaplayıncaya kadar inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda fungal kolonilerin çapları cetvelle ölçülerek kaydedilmiştir. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrerrürlü halde tertip edilmiş, her bir Petri kabı 1 tekrerrürü oluşturmuştur. Denemelerin değerlendirilmesi kontrol ve diğer uygulamalardaki kolonilerin çaplarına göre yapılmış, ölçülen değerlere varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar LSD testine göre %5'lik hata payıyla ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 3.4. Kültür filtratların hazırlanması

- a) 5mm'lik disklerin patates suyu-glikoz bulunan 250 ml'lik vida kapaklı şişelere aktarılması, b) disk bulunan şişelerin 25°C' de 120 devir de çalkalayıcı da inkübasyonu, c) filtratın Whatman 1 nolu filtreden geçirilmesi, d) filtrata soğuk sterilizasyon uygulanması.

Kültür Filtratlarının Patojenlerin Konidi Çimlenmesine Etkisinin Belirlenmesi

Kültür filtratlarının hazırlanışı, inkübasyonu ve sterilizasyonu bir önceki bölümde detaylı olarak anlatıldığı gibi yapılmıştır. Deney tüplerinde, sıvı haldeki su agarı ortamına endofitik fungusların 500, 1000 ve 1500 µl'lik steril kültür filtratları, otomatik mikropipetörle enjekte edilmiştir. Vortex ile 10 saniye karıştırılan içerik steril Petri kaplarına dökülmüş ve soğumaya bırakılmıştır. Kontrol Petri kaplarına ise herhangi bir filtrat eklenmemiştir. *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'un spor süspansiyonu steril distile suyla hazırlanmış, spor yoğunluğu ışık mikroskobu altında hemositometre kullanılarak (Thoma Lamı®) 10⁶ spor/ml'ye ayarlanmıştır. Bu süspansiyonlardan otomatik mikropipetörle 10 µl çekilerek, içerisinde filtratlar bulunan (ve bulunmayan kontrole) su agarı ortamına dağıtılmış ve steril cam baget ile agar yüzeyine yayılmıştır (Şekil 3.5). Petri kapları 12 saat süreyle 25°C sıcaklık ve karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Işık mikroskobuyla Petri kabının zemini görüntülenmiş, patojen sporlarının çimlenip çimlenmediği

incelenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her bir Petri kabı 1 tekerrürü temsil etmiştir.



Şekil 3.5. Konidi çimlenme testi kurulumu ve incelenmesi
a,b)patojenlerden hazırlanan 10^6 /ml spor süspansiyonunun filtrat içeren su agar ortamına 10µl damlatılması, c)steril baget ile süspansiyonun ortam yüzeyine dağıtılması, d)patojen konidilerin mikroskop altında çimlenme durumlarının incelenmesi.

3.2.2. Saksı Denemeleri

Endofitik Türlerin Asma Fidanlarında Petri Hastalığının İlerleyişine Etkisinin Araştırılması

Çalışmanın bu bölümünde *Penicillium* ve *Trichoderma* izolatlarının asma fidanlarındaki Petri Hastalığı patojenlerine karşı tedavi edici etkileri araştırılmıştır. Saksı denemeleri hem steril hem de steril olmayan köklendirme ortamlarında ayrı ayrı yürütülmüştür. Torf ve perlit karışımından (2:1 hacimde) oluşan köklendirme ortamı bir miktar nemlendirilerek 121°C sıcaklık ve 1 atmosfer basınçta 1 saat süreyle otoklav edilmiştir.

Dormant halde, 30 cm uzunluğunda 1103 Paulsen asma anaçlarına ait çelikler, dip gözlerin hemen altından küt kesilerek dikime hazır hale getirilmişlerdir. *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'un taze kültürleri PDA besi-yerinde, 25°C sıcaklıkta, 15 gün süreyle büyütülerek hazırlanmıştır. Çeliklerin üzerinde iki boğum arasındaki bir noktadan şarjlı matkapla 2 mm'lik delikler açılmış, bu deliklerin içine, patojenlerin taze miselyal-agar parçacıkları steril bir iğne ile inokule edilmiştir (her çeliğe 1 kez). Kontroldeki bitkiler steril agar parçacıklarıyla inokule edilmiştir. İnokulasyon noktaları parafilm ile sarılmış ve çelikler etiketlenmiştir (Şekil 3.6). Asma fidanlarının yetiştirileceği 0.85 L'lik saksılar steril ve steril olmayan köklendirme harcıyla doldurulmuştur. Bu çelikler 2000 ppm'lik indol-3-butyric asite (Merck) 10 saniye süreyle daldırılmış, saksılara dikilmiş ve sulanmışlardır. Fidanların büyütüleceği klima odasında sıcaklık 28°C , nispi nem %80'e ayarlanmıştır. Bu koşullarda büyütülmeye başlayan her bir fidana, dikim tarihinden 3 gün sonra *Penicillium* ve *Trichoderma* izolatların spor süspansiyonundan (10^8 spor/ml dozda) her saksıya sulama suyu şeklinde, 30 ml inokule edilmiştir. Bu uygulamadan 3 hafta sonra aynı şekilde ikinci uygulama yapılmıştır (Şekil 3.7).

Çeliklerin dikilmesinden 6 hafta sonra kök ve sürgün oluşturan fidanlar, Nisan 2024'te dışarıya, doğal iklim şartlarına çıkarılarak büyütülmüştür. Fidanlar 4 ay boyunca doğal şartlarda büyütülmüş, 15 günde bir olmak üzere 50 ppm dozunda sıvı-kompoze gübreye beslenmişlerdir.

Deneme süresi sonunda fidanların sürgün uzunlukları ölçülmüş, her uygulamada patojenlerden dolayı kuruyan bitkilerin sayısı not edilmiş ve bitkiler buldukları saksılardan sökülmüşlerdir. İnokulasyon noktası bıçakla ortadan ikiye kesilerek odun dokuda meydana gelen nekrozların uzunlukları kaydedilmiştir (Şekil 3.8). Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 7 tekerrürlü olarak kurulmuş, iki saksı bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Odun dokularındaki nekrozlar ve fidanların sürgün uzunluklarına varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar LSD testine göre %5'lik hata payıyla belirlenmiştir. Endofitik fungusların hastalık oluşumunu azaltıcı muhtemel etkileri % Abbott formülüyle belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Saksı denemesi kurulumu

a, b) torf-perlit karışımı hazırlanması ve otoklav işlemi, c) şarjlı matkap ile iki boğum arasında 2 mm çapında delik açılması, d) patojen miseliyal agar parçacıklarının inokulasyonu, e) inokulasyon noktasının parafilm ile sarılması.



Şekil 3.7. Asma çeliklerine hormon uygulaması ve dikimi

a) çeliklerin indol-3-butyric asite daldırılması, b) dikim, c) endofit uygulaması.



Şekil 3.8. Bitkilerin dış ortamda yetiştirilmesi ve bitki sürgün uzunluk ölçümü

Endofitik Türlerin Asma Fidanlarında İçsel Doku ve Kılcal Kökleri Kolonize Etme Durumlarının Araştırılması

Saksı denemelerinde rizosfere inoküle edilen endofitik türlerin içsel doku ve kılcal kökleri kolonize etme durumlarını araştırmak için, başlangıçta hem sterilize edilmiş hem de edilmemiş ortamlardaki bitkilerden yeniden izolasyonlar yapılmıştır. İçsel dokulardan yapılan izolasyonlar da, patojen inokulasyonunun yapıldığı noktanın 10 cm altındaki (dipten ise 5 cm yukarı) kabuk doku soyulmuş ve odun dokudan 1-2 cm'lik kesitler alınmıştır. Bu dokulardan standart mikolojik izolasyon yöntemlere göre, antibiyotikli (250 mg/L streptomycin) PDA besi-yerine ekimler yapılmış ve Petri kapları 25°C sıcaklıkta karanlıkta inkübe edilmiştir. Aynı işlemler saksılardan sökülen asma fidanlarının kılcal kökleri için tekrarlanmış, yüzeysel dezenfeksiyonu yapılmış kılcal köklerden 1 cm'lik kılcal kökler antibiyotikli PDA besi-yerine alınmışlardır (Şekil 3.9). İzolasyondan iki hafta sonra Petri kaplarında gelişen fungal koloniler morfolojik ve mikroskopik yönden incelenmiş, funguslar cins düzeyinde tanılanmış ve koloniler sayılarak re-izolasyon oranları hesaplanmıştır. Denemenin her bir uygulaması için 10 Petri Kabı (5 içsel doku + 5 kılcal kökler) kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Bitki içsel dokuları ve köklerinden yapılan re-izolasyon

Endofitik Türlerin Köklendirme Ortamlarını Kolonize Etme Durumu'nun İncelenmesi

Çalışmada kullanılan fungal endofitlerin hem steril hem de steril olmayan fidan köklendirme ortamlarını kolonize edip edemediği incelenmiştir. Saksı denemeleri başlatılırken, fidanların dikildiği torf-perlit karışımlarından (2:1 hacimde), 4 aylık büyüme sezonu sonunda örnekler alınmıştır. Deneme karakterlerindeki her saksının fidanları söküldükten sonra köklendirme ortamları bir kaptaki biriktirilmiştir. Bunlar iyice karıştırıldıktan sonra her uygulamadan 10'ar gramlık örnekler alınmış ve bu örnekler, içerisinde 90 ml steril distile su bulunan erlenmayerler koyulmuş ve erlenmayerler dairesel dönen çalkalayıcıda bir saat çalkalanmıştır. Her bir uygulama için ayrı ayrı hazırlanmış süspansiyonlardan otomatik mikropipetörle 1 ml alınmış, içerisinde 9 ml steril distile su bulunan cam tüplere enjekte edilmiştir.

Tüpler vortex ile 20 saniye karıştırılmış ve buradan yine 1 ml'lik süspansiyon alınıp, 9 ml steril su bulunan başka deney tüplerine seyreltilmiştir. Hem birinci hem de ikinci seyreltmeden 100 µl alınıp rose-bengal-chloramphenicol-agar (CondaLab) besi-yerinin yüzeyine yayılmış (Şekil 3.10), Petri kapları 25°C sıcaklıkta, karanlık koşullarda 1 hafta inkübe edilmiştir. Gelişen koloniler morfolojik ve mikroskopik yönden incelenmiş, en yaygın gelişen iki koloniden moleküler tanıya gidilmiştir. Tanısı yapılan bu kolonilerin sayısı kaydedilip tüm koloniler içerisindeki yüzde oranı hesaplanmıştır. Bu denemede her bir uygulama için 4 Petri kabı kullanılmış, tüm kaplardaki sayının ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.10. Farklı köklendirme ortamlarından seyreltme serisi hazırlanması.

Fidanlar ve Köklendirme Ortamlarından Yeniden İzole Edilen Endofitlerin Moleküler Tanısı

İşsel doku ve kılcak köklerden yeniden izole edilen *Penicillium* ve *Trichoderma* izolatları içerisinde aday endofitlerin olup olmadığını saptamak için, bu türlere ait izolatlar saflaştırılmıştır. PDA besi-yerinde saf olarak geliştirilen *Penicillium* ve *Trichoderma* kültürlerinden O'Donnell ve ark., (1998) tarafından kullanılan yöntemle göre genomik DNA'lar ekstrakte edilmiştir. Genomik DNA üzerindeki TEF 1- α veya calmodulin gen bölgeleri, Çizelge 3.1'de bilgileri verilen primer çiftleri ve PCR koşullarına göre çoğaltılmışlardır.

Çizelge 3.1. *Penicillium* ve *Trichoderma* izolatlarının moleküler tanısında kullanılan primerler ve PCR koşulları

Gen Bölgesi	Primer Çiftleri	PCR Koşulları
Calmodulin (Carbone ve Cohn., 1999)	CAL228F GAGTTCAAGGAG GCCTTCTCCC CAL737R CATCTTCTGGCC ATCATGG	İlk denatürasyon 95°C: 3 dk, 35 döngü (95°C: 1 dk, 57°C: 1 dk, 72°C: 1 dk) ve son döngü (72°C: 7 dk)
Translation elongation factor 1-α (Alves ve ark., 2008)	EF1-688F CGGTCACTTGA TCTACAAGTGC EF1-1251R CCTCGAACTCAC CAGTACCG	İlk denatürasyon 95°C: 3 dk, 35 döngü (95°C: 1 dk, 50°C: 1 dk, 72°C: 1 dk) ve son döngü (72°C: 7 dk)

PCR işleminden sonra tüpteki olası ürünler DNA boyası (Lonza SYBR Green I®) ile boyanarak %1.5'lük agaroz jelde (Invitrogen®), 55V-400mA akım şiddeti altında 90 dakika yürütülmüş ve UV ışık altında görüntülenmiştir. Amplifikasyonu başarılı olan PCR ürünlerindeki nükleotid dizileri sekanslatılmış, bu dizilerin benzerlikleri internet tabanlı NCBI-BLASTn (National

Center for Biotechnology Information) yazılımıyla taranmış ve yüzde benzerlik oranlarının yüksekliğine göre izolatların moleküler tanısı tamamlanmıştır.



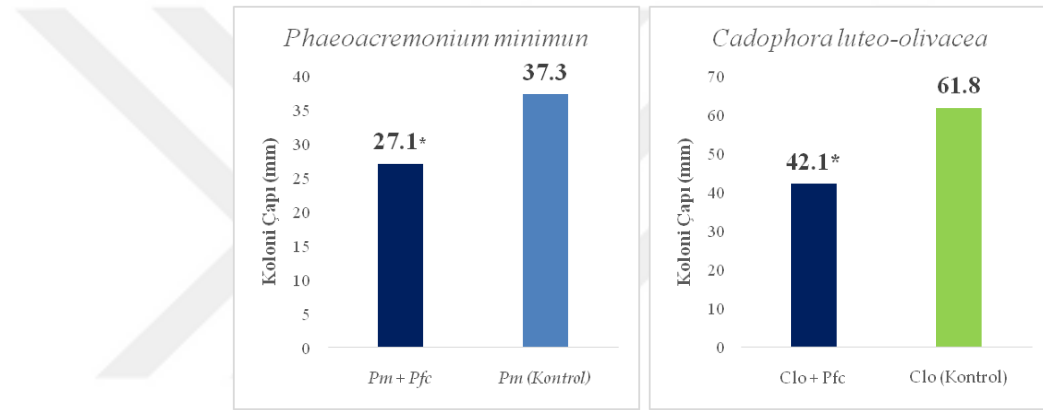


4. BULGULAR VE TARTIŞMA

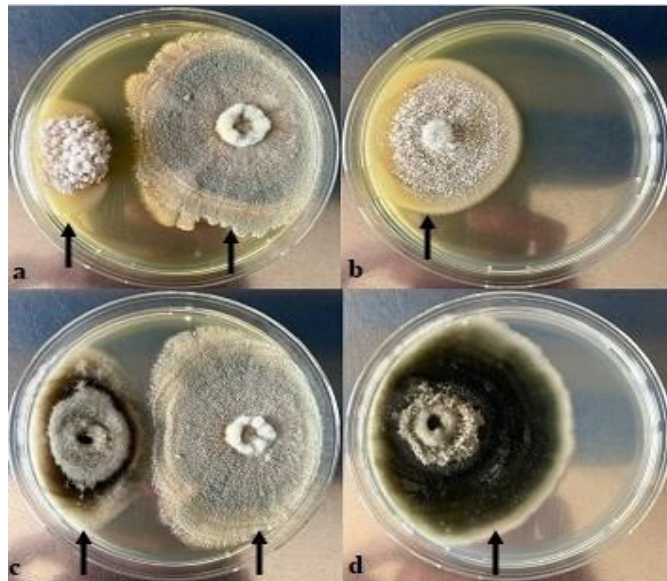
4.1. Endofitik Fungusların *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'a *In Vitro* Antagonistik Etkileri

4.1.1. İkili Kültür Test Sonuçları

PDA besi ortamında *Penicillium* türleri (*Penicillium fructuariae-cellae* ve *Penicillium canescens*) ile Petri hastalığı patojenleri (*Phaeoacremonium minimum* ve *Cadophora luteo-olivacea*) arasında gerçekleştirilen ikili kültür test çalışmasında, her iki *Penicillium* türünün de Petri patojenlerinin koloni büyümelerini kayda-değer ölçüde azalttıkları gözlenmiştir. *P. minimum*'un (*Pm*) 20 günlük inkübasyon sonucunda koloni çapı 37.3 mm'ye ulaşırken (kontrol), *P. fructuariae-cellae* (*Pfc*) ile karşı-karşıya getirildiğinde ancak 27.1 mm'ye ulaşabilmiş, koloni çapı %27.3 azalmıştır (Şekil 4.1 ve 4.2).



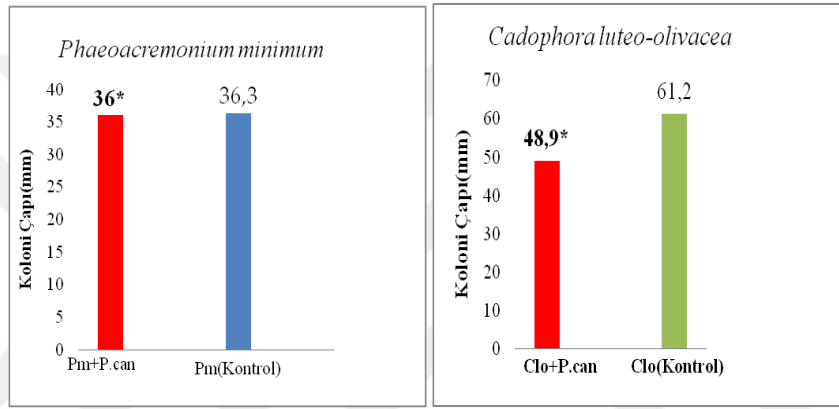
Şekil 4.1. *P. fructuariae-cellae*(Pfc) ile karşı-karşıya getirilen *P. minimum*(Pm) ve *C. luteo-olivacea*(Clo)'da koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.



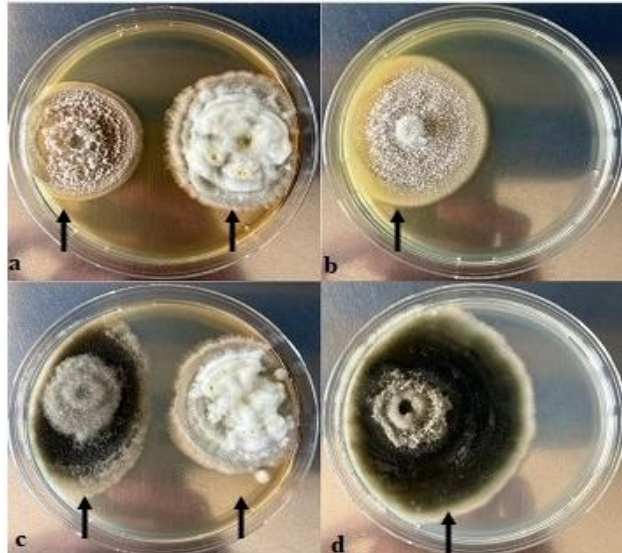
Şekil 4.2. *P. fructuariae-cellae* ile karşı-karşıya getirilen *P. minimum* ve *C. luteo-olivacea*'da koloni büyümeleri, a) *P. fructuariae-cellae* (sağ), *P. minimum* (sol), b) *P. minimum* kontrol, c) *P. fructuariae-cellae* (sağ), *C. luteo-olivacea* (sol), d) *C. luteo-olivacea* kontrol.

Benzer şekilde, aynı inkübasyon süresince *C. luteo-olivacea*'da (*Clo*) kontroldeki koloni çapı 61.8 mm'ye ulaşabilmiş, fakat *P. fructuariae-cellae*(*Pfc*) ile karşı-karşıya getirildiğinde koloni çapı 42.1 mm olarak ölçülmüş, büyüme %31.9 gerilemiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).

Patojenlerin *P. canescens* (*Pcan*) ile olan etkileşimlerinde ise farklılıklar gözlenmiştir. *P. canescens*, *Phaeoacremonium minimum*'un koloni büyümesine önemli bir etki gösterememiştir. *P. minimum*'un kontroldeki koloni çapı 36.3 mm olarak ölçülmüş, *P. canescens* ile karşı-karşıya getirildiğinde bu değer %0.8'lik azalışla 36.0 mm'ye gerilemiştir. Fakat *P. canescens* *C. luteo-olivacea*'nın koloni büyümesini önemli ölçüde azaltmış, bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. *C. luteo-olivacea*'nın koloni çapı kontrolde 61.2 mm, *P. canescens* ile karşı-karşıya konulduğunda ise bu değer %20.1'lik azalışla 48.9 mm'ye gerilemiştir (Şekil 4.3 ve 4.4).



Şekil 4.3. *P. canescens*(*P.can*) ile karşı-karşıya getirilen *P. minimum*(*Pm*) ve *C. luteo-olivacea*(*Clo*)'da koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.



Şekil 4.4. *P. canescens*(*P.can*) ile karşı-karşıya getirilen *P. minimum* ve *C. luteo-olivacea*'da koloni büyüme alanları

- a) *P. canescens* (sağ), *P. minimum* (sol), b) *P. minimum* kontrol, c) *P. canescens* (sağ), *C. luteo-olivacea* (sol), d) *C. luteo-olivacea* kontrol.

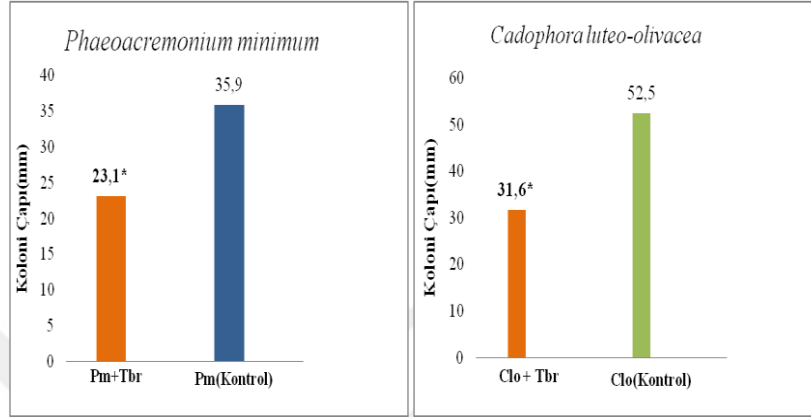
Penicillium türleri ile yapılan tüm ikili kültür etkileşimlerinden yola çıkıldığında *P. fructuaria-cellae* her iki patojenin koloni büyümesini önemli ölçüde engellerken, *P. canescens* *P. minimum* koloni büyümesini ciddi anlamda etkileyemediği bulgusuna varılmıştır. Gaziantep bağ alanlarındaki endofitik fungusların asma gövde hastalıkları patojeni funguslar (*Biscogniauxia*, *Cytospora*, *Diplodia*, *Eutypa*, *Kalmusia*, *Lasiodiplodia*, *Macrophomina*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium*, *Phaeomoniella*, *Phaeoacremonium*) ile etkileşimlerini ele alan bir çalışmada, *P. fructuaria-cellae*'nin bazı patojenlerin koloni büyümesini ciddi ölçüde sınırladığı, bazılarında da etkisiz olduğu bulunmuştur (Akgül ve Kara., 2022). Yine Çin'de semptomatik ve asemptomatik moğol çamı ağaçlarındaki endofitik fungus çeşitliliği ve bunların bazı bitki patojenlerine antagonistik etkilerini belirlemek üzere yapılan çalışmada, *P. fructuaria-cellae*'nin *D. sapinae*'nin miseliyal büyümesini %73 oranında azalttığı belirlenmiştir (Ren ve ark., 2024). İran'da bazı endofitik fungusların patojen *Cytospora chrysosperma*' karşı etkilerinin incelendiği bir çalışmada, *Penicillium canescens* *C. chrysosperma*'nin koloni büyümesi üzerinde %38.51 oranında etkili olduğu belirlenmiştir (Pazooki ve ark., 2024). İkili kültür testlerinden elde ettiğimiz sonuçlar, İran ve Çin'de yapılan çalışmalarla benzer sonuçları içermekte olup, bu durum her *Penicillium* türünün tüm bitki patojenlerine aynı ölçüde baskılayıcı olamayacağını göstermektedir.

Bu çalışmada söz konusu patojenlere karşı, ikili kültür testiyle antagonistik özelliklerin belirlendiği bir diğer tür *Trichoderma brevicompactum*'dur. Bu tür Petri hastalığı patojenleriyle aynı Petri kabına yerleştirildiğinde, iki koloni arasında bir engelleme mesafesi oluşmamış, bunun yerine *T. brevicompactum*'un diğer koloniyi üstten kaplayıp onun koloni büyümesini azalttığı görülmüştür (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. *T. brevicompactum* ile karşı-karşıya getirilen *C. luteo-olivacea* ve *P. minimum*'da koloni büyümeleri, a,b) *T. brevicompactum*(sağ), *C. luteo-olivacea*(sol), c) *C. luteo-olivacea* kontrol, d,e) *T. brevicompactum*(sağ), *P. minimum*(sol) ve f) *P. minimum* kontrol.

Kontrolde *P. minimum*'un 20 günlük inkübasyon sonucunda, koloni çapı 35.9 mm'ye ulaşırken, *T. brevicompactum* ile karşı-karşıya geldiğinde %35.7'lik azalmayla 23.1 mm'ye gerilemiştir. Benzer şekilde *C. luteo-olivacea*'nın koloni çapı kontrolde 52.5 mm'ye ulaşmış, ancak *T. brevicompactum* ile karşı-karşıya getirildiğinde %39.8'lik azalışla 31.6 mm ölçülmüştür (Şekil 4.6).

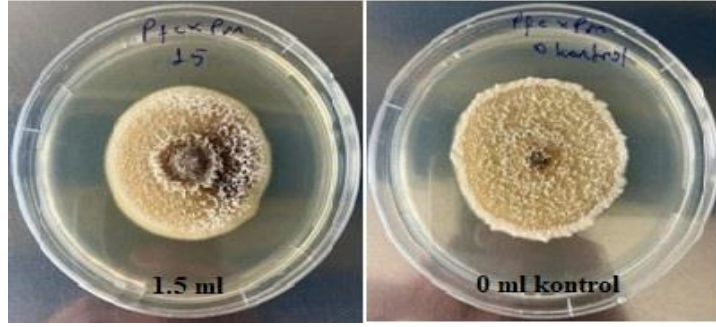


Şekil 4.6. *T. brevicompactum*(Tbr) ile karşı-karşıya getirilen *P. minimum*(Pm) ve *C. luteo-olivacea*(Clo)'da koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.

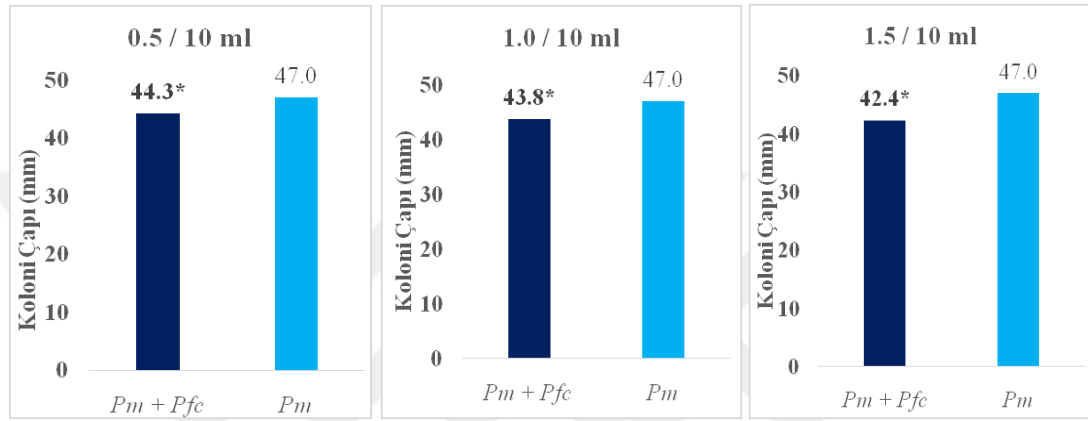
Gerçekleştirilen ikili interaksiyonlardaki koloni büyüklükleri kontrolde bulunan koloni büyüklüğü ile kıyaslandığında *T. brevicompactum* her iki patojenin koloni büyümesini önemli ölçüde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. İran'da biri ticari biyolojik mücadele etmeni (*T. harzianum* T-22) ve iki endofitik *Trichoderma* türünün (*T. brevicompactum* ve *T. longibrachiatum*), asmada dört farklı *Phaeoacremonium minimum* izolatına karşı kullanıldığı bir çalışma yürütülmüş ve tüm *Trichoderma* türlerinin patojen koloni büyümesini durdurmasını yönünden etkili olduğu bulunmuştur (Narmani ve ark., 2018). Yürütülen bu çalışmada, *P. minimum*'a karşı *T. brevicompactum* izolatının etkili bulunması, Narmani ve ark., (2018)'nin ikili kültür sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

4.1.2. Endofitik Fungusların Kültür Filtratları'na Dair Test Sonuçları

Sıvı haldeki patates dekstroz süspansiyonu içerisine endofitik fungusların (*P. fructuariacellae* ve *P. canescens*) farklı dozlardaki (0.5, 1.0 ve 1.5 ml / 10 ml besi-yeri) kültür filtratları, *P. minimum*'un koloni büyümesini düşük oranda azalttığı (Şekil 4.7), *C. luteo-olivacea*'nın koloni büyümesini ise etkilemediği belirlenmiştir. *P. fructuariacellae*'nın 3 farklı kültür filtratı dozlarının uygulandığı Petri kaplarında, *P. minimum*'nın koloni çapları sırasıyla 44.3, 43.8 ve 42.4 mm'ye gerilerken kontrolde bu değer 47.0 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.8).

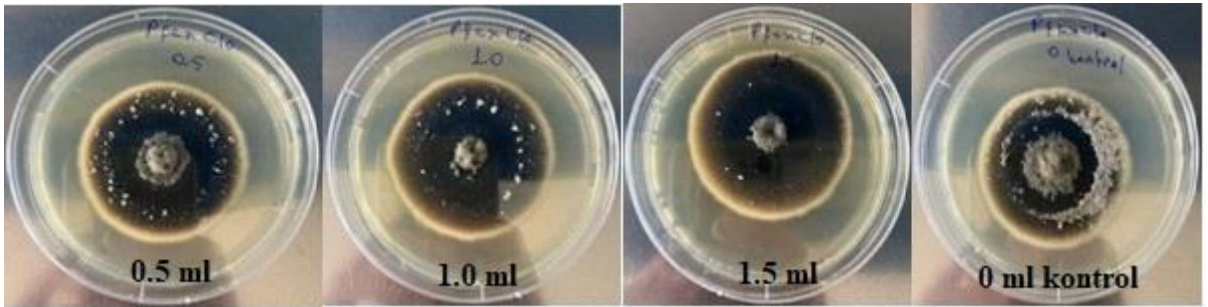


Şekil 4.7. *P. minimum*(Pm)'nin *P. fructuaria-cellae*(Pfc) kültür filtratı içeren PDA besiyerinde miseliyal gelişimi (1.5 ml / 10 ml).



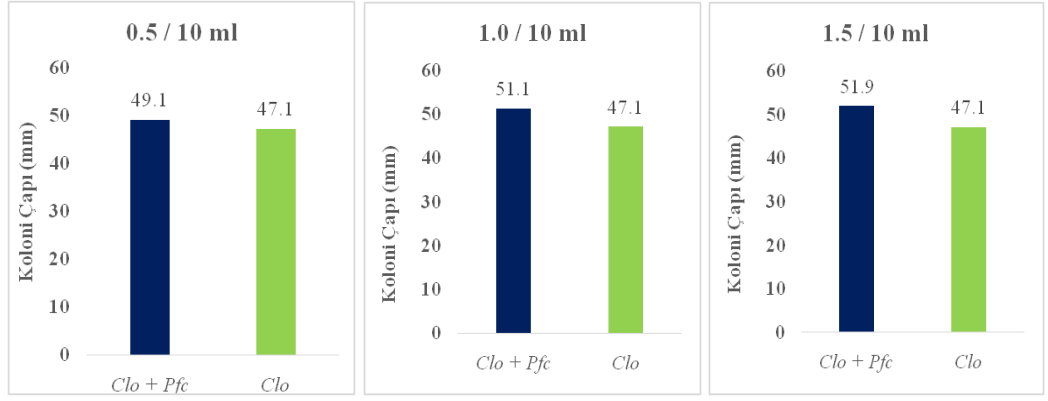
Şekil 4.8. *P. fructuaria-cellae*(Pfc)'nin farklı dozlarında kültür filtratlarının uygulanmasıyla *P. minimum*(Pm)'nin koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.

P. fructuaria-cellae'nin farklı dozlardaki kültür filtratları *C. luteo-olivacea* koloni gelişimini azaltmamış, aksine bir miktar arttırmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. *C. luteo-olivacea*(Clo)'nun *P. fructuaria-cellae*(Pfc) kültür filtratı içeren PDA besiyerinde miseliyal gelişimi (0.5 ml, 1.0 ml, 1.5 ml ve 0 ml kontrol.)

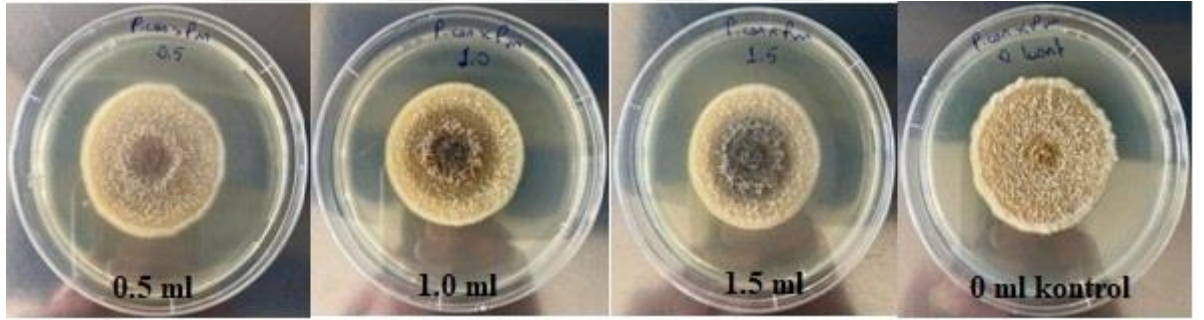
Sadece PDA bulunan kontrolde *C. luteo-olivacea*'nin koloni çapı 47.1 mm ölçülürken, 0.5, 1.0 ve 1.5 ml'lik Pfc filtratlarında bu değerler sırasıyla 49.1, 51.1 ve 51.9 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.10). Bu sonuç patojenin koloni büyümesini arttırdığını göstermektedir.



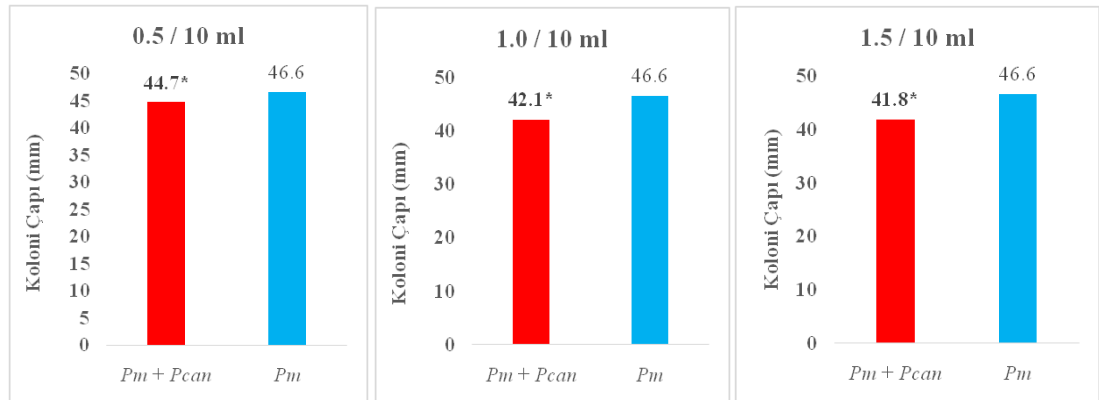
Şekil 4.10. *P. fructuaria-cellae*(Pfc)'nin farklı dozlarda kültür filtratlarının uygulanmasıyla *C. luteo-olivacea*(Clo)'nın koloni çapları (mm).

P. canescens'in 3 farklı dozdaki kültür filtratları, *P. minimum*'un koloni büyümesini doğrusal olarak azaltmış (Şekil 4.11), bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Birinci dozda (0.5 ml / 10 ml PDA) *Pm*'nin gelişimi kontrole göre %4.1'lik azalışla 44.7 mm, ikinci doz (1.0 ml) %9.7'lik azalışla 42.1 mm, üçüncü doz %10.3'lük azalışla 41.8 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.12).



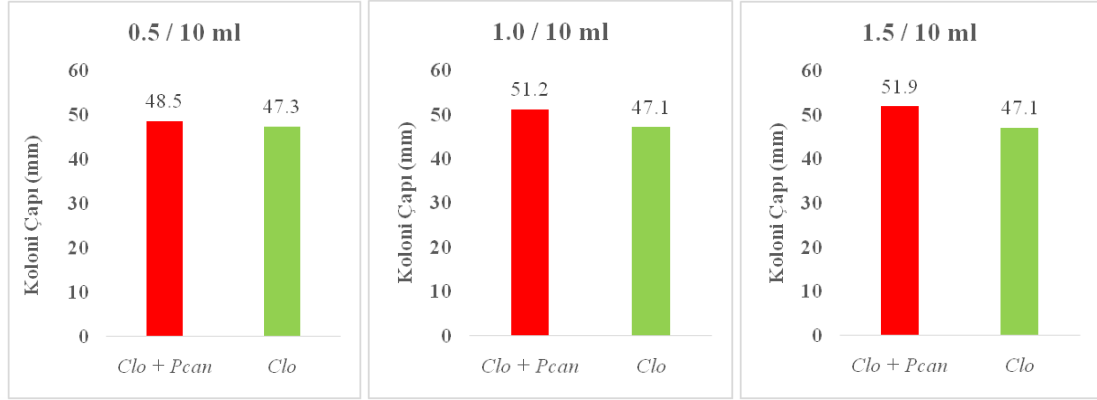
Şekil 4.11. *P. minimum*(Pm)'un *P. canescens*(Pcan) kültür filtratı içeren PDA besi ortamında miseliyal gelişimi.



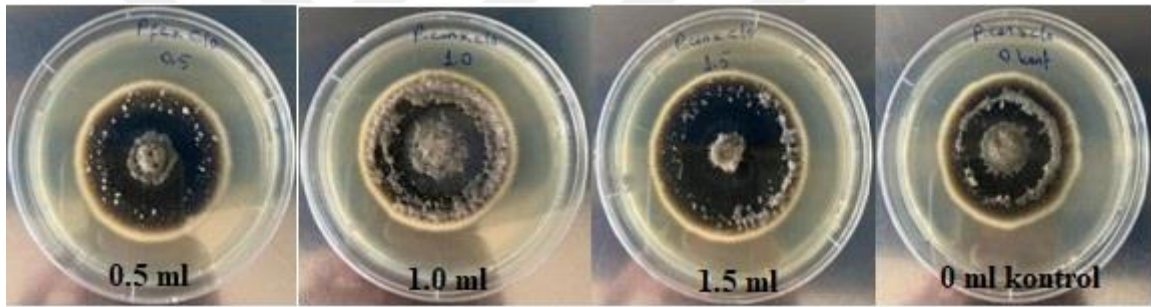
Şekil 4.12. *P. canescens*(Pcan)'nin farklı dozlarda kültür filtratlarının uygulanmasıyla *P. minimum*(Pm)'un koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.

Bu sonuçlara karşıt olarak *P. canescens*'in farklı dozlardaki kültür filtratları *C. luteo-olivacea*'nin koloni büyümesini azaltmak yerine az da olsa arttırmış, fakat bu artış varyans genişliği

nedeniyle önemsiz çıkmıştır. Kontrolde *C. luteo-olivacea*'nın koloni çapları 47.1-47.3 mm arasında değişirken 0.5, 1.0 ve 1.5 ml'lik dozlarda koloni çapları sırasıyla 48.5, 51.2, 51.9 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.13 ve 4.14).



Şekil 4.13. *P. canescens*(*Pcn*)'nin farklı dozlarda kültür filtratlarının uygulanmasıyla *C. luteo-olivacea*(*Clo*)'nun koloni çapları (mm). *t-testine göre istatistiksel fark mevcuttur.



Şekil 4.14. *C. luteo-olivacea*(*Clo*)'nın *P. canescens*(*Pcn*) kültür filtratı içeren PDA besi ortamında miseliyal gelişimi (0.5 ml, 1.0 ml, 1.5 ml ve 0 kontrol).

Bu sonuçlar genel olarak ele alındığında, *P. fructuaria-cellae* ve *P. canescens* kültür filtratlarının *P. minimum* koloni büyümesini azaltıcı etki gösterdiği fakat *C. luteo-olivacea*'ya herhangi bir etki göstermediği anlaşılmıştır. Güney İtalya'da, fungitoksik ekstroloit etkinliğinin incelendiği bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma da, *Penicillium canescens* ve *P. janczewskii* türlerine ait bazı izolatların kültür filtratlarının, *Rhizoctonia solani* ve diğer bazı funguslara karşı *in vitro* test sonucunda, *P. canescens* izolatındaki bir ekstroloit (Sch 642305) *R. solani* ve bazı diğer fungusların miseliyal büyümesini engellediğini belirlemişlerdir (Nicoletti ve ark., 2007). *Penicillium canescens* ile oluşturulan kültür filtratının yürütülen bu çalışmada, *P. minimum* koloni büyümesinde gösterdiği azaltıcı etkisi, Nicoletti ve ark., (2007) tarafından *R. solani*'ye karşı yürüttükleri çalışma sonucunda *R. solani* miseliyal büyümede gösterdiği etki ile benzerlik gösterdiği fakat filtratın *C. luteo-olivacea*'ya karşı koloni büyümesine yönelik tersi yönde etki ile farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

4.1.3. Endofitik Fungusların Uçucu Metabolitlerinin Patojenlerin Koloni Büyümesine Etkisine Dair Test Sonuçları

PDA besi ortamında ayrı ayrı gelişimleri sağlanan hem Petri patojenleri (*P. minimum* ve *C. luteo-olivacea*) hem de endofitik fungusların (*P. fructuaria-cellae* ve *P. canescens*) birbiri üzerine kapatılarak endofitlerin uçucu metabolitlerinin patojen koloni büyümesi üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan test sonucunda, kontroldeki koloni çaplarıyla uçucu metabolitlere maruz kalan kolonilerin çapları arasında fark çıkmamış, endofitlerin uçucu metabolitlerinin *P. minimum* ve *C. luteo-olivacea* patojenlerinin koloni büyümesine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. İran bölgesinde yer fıstığı beyaz kök çürüklüğü etmeni *Sclerotium rolfsii*'ye karşı potansiyel biyolojik mücadele etmeni olarak endofitik fungusların kullanıldığı (*Trichoderma viride*, *T. virens*, *Penicillium decaturense*, *Aspergillus flavus* ve *Penicillium rubens*) bir çalışma yürütülmüş ve *in vitro* koşullarda yapılan uçucu metabolit testinde, patojen miseliyal gelişimini engelleme de en etkili izolatlar *P. rubens* (%84.3) ve *A. flavus* (%73.5) olarak belirlemişlerdir (Motlagh ve ark., 2022). *Sclerotium rolfsii*'ye karşı yapılan uçucu metabolit testinde ulaşılan sonuçlarda, bir *Penicillium* cisinsine ait türün etkili olmaması ya da çok düşük etki göstermesi ile bu çalışma sonucunda her iki *Penicillium* türünün de etkisiz olması açısından benzerlik taşıdığı fakat başka bir *Penicillium* türü'nün etkili olması yönünden farklılıklar taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu sonuçlardan yola çıkıldığında, aynı cinse ait farklı türlerin değişik hastalık etmenlerine karşı etkili olma durumlarının da değişkenlik gösterebileceği anlaşılabilir.

4.1.4. Endofitik Fungusların Kültür Filtratlarının Patojenlerin Konidi Çimlenmesine Etkisine Dair Test Sonuçları

Endofitik funguslardan hazırlanan farklı dozlardaki kültür filtratları su agar ortamına eklenmiş ve üzerine patojenlerden hazırlanan spor süspansiyonu yayılarak patojen eşeysiz konidilerinin çimlenme durumları incelenmiştir.

Yapılan test sonucunda hem kontrolde hem de filtrat uygulanmış besi yerindeki konidilerin tümü çimlenmiş, kültür filtratlarının *P. minimum* ve *C. luteo-olivacea* konidilerinin çimlenmesine herhangi bir engelleyici etkisi tespit edilmemiştir.

4.2. Saksı Denemesi Sonuçları

4.2.1. Endofitik Fungusların Petri Hastalığını Azaltıcı Etkileri

Fidan gövdelerine 2 mm çapında yara açılarak patojen inokulasyonu yapılan steril ve steril olmayan köklendirme ortamlarındaki asma fidanlarının köklenmeleri teşvik edilmiş ve köklenme sonrası *P. fructuaria-cellae*, *P. canescens* ve *T. brevicompactum* endofitik fungus türlerinden hazırlanan spor süspansiyonundan (10^8 spor/ml) her fidanın rizosfer bölgesine 30 ml, 2 uygulama olacak şekilde yapılarak patojenlerin oluşturduğu nekrozlara etkisi incelenmiştir.

Steril ve steril olmayan köklendirme ortamlarında büyütülen asma fidanlarında, hastalık oluşumu yönünden farklılıklar görülmüştür. Steril köklendirme ortamında sadece *Phaeoacremonium minimum* inokule edilen fidanların %63.6'sı kururken, steril olmayan ortamda hiç biri kurumamıştır. Benzer şekilde her iki köklendirme ortamında endofit inokule edilen tüm uygulamalarda *P. minimum* yüzünden bir ölüm görülmemiştir (Çizelge 4.1). Endofitik türler steril köklendirme ortamında, gövde nekrozlarını istatistiksel olarak azaltmış, steril olmayan ortamda kayda değer bir etki gösterememiştir.

Çizelge 4.1. *P. minimum*'un ve endofitik türlerin uygulandığı asma fidanlarında içsel gövde nekrozu uzunlukları (mm) ve fidanlardaki kuruma oranları (%)

Endofitik Fungus Uygulamaları	Steril Olmayan Köklendirme Ortamı		%
	Nekroz Uzunluğu (mm)		
	Deneme 1 (Adana)	Deneme 2 (Tokat)	Kuruma
<i>Pcn + Pm</i>	4.3	12.7	-
<i>Pfc + Pm</i>	4.1	11.3	-
<i>Tbr + Pm</i>	4.7	10.7	-
<i>Pm</i> (Kontrol)	4.9	11.0	-
	Steril Köklendirme Ortamı		%
	Deneme 1 (Adana)	Deneme 2 (Tokat)	Kuruma
<i>Pcn + Pm</i>	3.8 b	5.0 a*	-
<i>Pfc + Pm</i>	2.5 a	4.7 a	-
<i>Tbr + Pm</i>	4.2 b	10.9 b	-
<i>Pm</i> (Kontrol)	4.4 b	18.7 c	63.6

Pm: *Phaeoacremonium minimum*, *Pcn*: *Penicillium canescens*, *Pfc*: *Penicillium fructuariae-cellae*, *Tbr*: *Trichoderma brevicompactum*.

* Sütunlar içerisinde farklı harf içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Steril köklendirme ortamında *Penicillium* türlerinin Petri hastalığını azaltıcı etkileri, *T. brevicompactum*'a göre daha belirgin olmuştur. Birinci denemede kontroldeki asma fidanlarındaki nekrozlar 4.4 mm ölçülürken, *P. fructuariae-cellae* ve *P. canescens* uygulananlarda sırasıyla 2.5 ve 3.8 mm olarak kaydedilmiş, *T. brevicompactum*'un nekroz azaltıcı etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Fakat ikinci denemede hem *Penicillium* türleri hem de *T. brevicompactum* kontrole göre hastalık oluşumunu kayda-değer bir şekilde azaltmıştır. Endofitik türlerle birlikte *C. luteo-olivacea* inokule edilen asma fidanlarında durum daha farklı bir şekilde seyretmiştir. Hem steril hem de steril olmayan köklendirme ortamlarında endofitik türler fidanlardaki içsel gövde nekrozunu azaltmıştır (Çizelge 4.2). Steril olmayan ortamlarda köklendirilen asma fidanlarının hiçbiri kurumamış ancak sterilize edilen ortamlarda köklendirilen asmalarda %9.1-28.6'lık kuruma meydana gelmiştir (*T. brevicompactum* uygulananlar hariç).

Steril olmayan köklendirme ortamlarındaki denemelerde *P. canescens* uygulanmış asma fidanlarındaki içsel nekroz diğer uygulamalardakine oranla daha düşük ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Özellikle ikinci denemede sadece *C. luteo-olivacea* inokule edilmiş kontrolde içsel

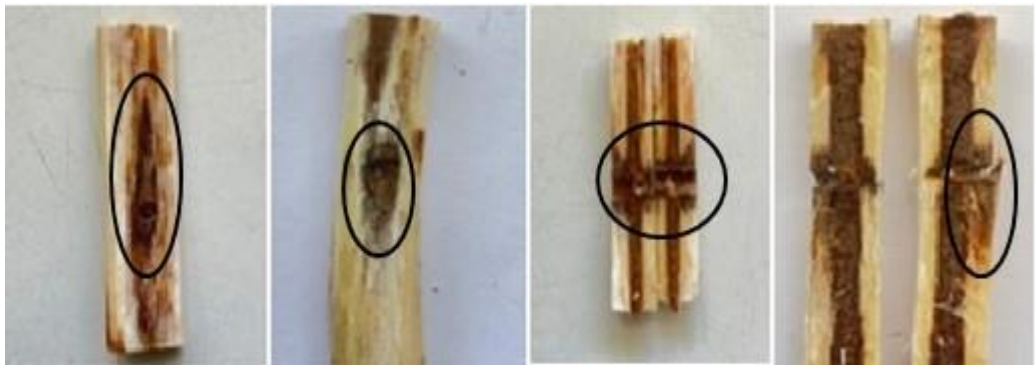
nekroz 13.0 mm, *P. canescens* uygulananlarda ise 6.4 mm olarak ölçülmüştür (yaklaşık %50'lik azalış). Buna karşın *P. fructuariae-cellae* uygulamaları *C. luteo-olivacea*'nın nekrozunun azaltılmasına önemli bir katkı sağlayamamış, *T. brevicompactum*'un etkisi birinci denemede önemli (yaklaşık %30'luk azalış), ikinci denemede ise önemsiz bulunmuştur. Köklendirme ortamları sterilize edildiğinde ise *P. fructuariae-cellae*'nin etkisi tutarlı olmuş, birinci denemede nekroz uzunluğunu yaklaşık %24, ikinci denemede %40 azalmıştır. *P. canescens*'in katkı sağladığı nekroz azalışı steril köklendirme ortamlarında kontrolle kıyaslandığında daha iyi fakat *P. fructuariae-cellae*'dan daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.1 ve 4.2'den anlaşılacağı üzere asma fidanı köklerine antagonistik *P. canescens*, *P. fructuariae-cellae* ve *T. brevicompactum*'un spor süspansiyonu inokule edildiğinde içsel nekrozun azaldığı söylenebilir. Özellikle köklendirme ortamı sterilize edildiğinde bu durum daha net ortaya çıkmıştır.

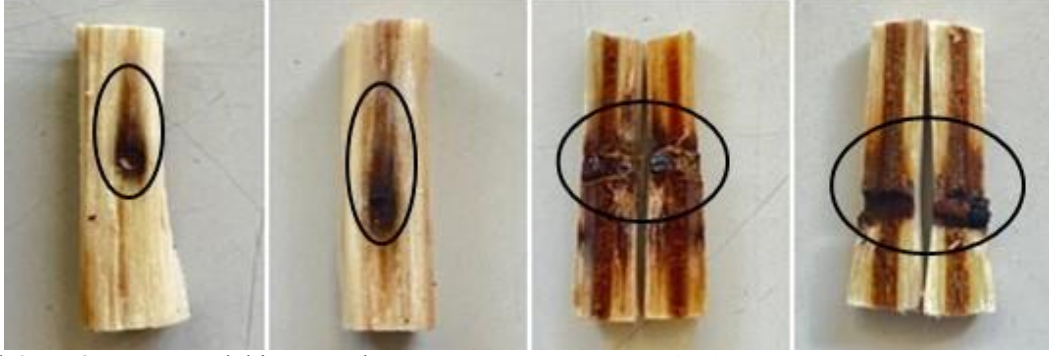
Çizelge 4.2. *C. luteo-olivacea*'nın ve endofitik türlerin uygulandığı asma fidanlarında içsel gövde nekrozu uzunlukları (mm) ve fidanlardaki kuruma oranları (%)

Endofitik Fungus Uygulamaları	Steril Olmayan Köklendirme Ortamı			
	Nekroz Uzunluğu (mm)		% Kuruma	
	Deneme 1 (Adana)	Deneme 2 (Tokat)		
<i>Pcn + Clo</i>	4.6 ab*	6.4 a	-	
<i>Pfc + Clo</i>	5.6 c	12.6 b	-	
<i>Tbr + Clo</i>	3.9 a	10.4 b	-	
<i>Clo</i>	5.6 c	13.0 b	-	
	Steril Köklendirme Ortamı			
			% Kuruma	
	Deneme 1 (Adana)	Deneme 2 (Tokat)		
	<i>Pcn + Clo</i>	3.0 ab	12.0 ab	9.1
	<i>Pfc + Clo</i>	2.8 a	9.3 a	18.3
<i>Tbr + Clo</i>	3.7 b	8.4 a	-	
<i>Clo</i>	3.7 b	15.6 b	28.6	

Sütunlar içerisinde farklı harf içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 4.15. 2 mm çapındaki yara noktasına *P. minimum* inokulasyonu sonucu meydana gelen lezyonlar.



Şekil 4.16. 2 mm çapındaki yara noktasına *C. luteo-olivaceae* inokulasyonu sonucu meydana gelen lezyonlar

Özellikle *Penicillium* ve *Trichoderma* gibi endofitik fungal cinsler için, besin-alan rekabetinde önemli kriterlerden hızlı gelişme, hiperparazitizm ile bitki'nin veya mikrobiyal faaliyet sırasında diğer canlıların hücre duvarında yapısal değişikliklere neden olan kitinaz, selüloz, glukosidaz, ksilenaz gibi enzimlerin yanı sıra antibiyotik ve benzeri üretilen sekonder metabolitler ile toprak, kök ve bitki içsel doku florasında üstünlükler kurarak kolonize olması onları buldukları yerlerde avantajlı konuma geçirebilmektedir (De Stefano ve ark., 1999).

Yürütülen çalışmada endofitik fungus olarak kullanılan iki *Penicillium* türü ile bir *Trichoderma* türünün toprak, bitki kılcal ve içsel dokularından yapılan re-izolasyonlar sonucu bu türler ile aynı cinslerin ortalama izole edilme oranlarının yüksekliği, Petri hastalığı etmenleri *P. minimum* ile *C. luteo-olivacea*'nın oluşturduğu nekroz uzunluklarını azaltıcı etkisi (Çizelge 4.1 ve 4.2) ile bitki kurumalarını en aza indirme yönünde ki etkisi (Çizelge 4.1) *Penicillium* ve *Trichoderma* gibi fungal cinslerin kendi doğal karakteristik özellikleri ile fungal florada değişiklikler yapabilmeleri bitki sağlığı yönünden ciddi önem taşımaktadır. Çünkü patojen fungal türler ile rekabete girerek ya da bazı salgıladıkları kimyasal bileşikler vasıtasıyla hastalık etmeni fungal patojenlerden kaynaklanacak yüksek düzeyde hastalık şiddetini minimum düzeye indirerek bitki'nin yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirmesinde bir hayli önem arz etmektedir. Ayrıca fungal patojenlerin gelişmelerinin engellenmesinin yanı sıra oksin, gibberellin gibi bitki büyüme ve gelişme üzerinde elzem olan sekonder bileşiklerin üretimlerinin teşviki bahsedilen fungal cinslerin bitki sağlığındaki bir diğer pozitif yönleri olarak görülmektedir (Dang ve ark., 2023).

Çin'de semptomatik ve asemptomatik moğol çamı ağaçlarındaki endofitik fungus çeşitliliği ve bunların bazı bitki patojenlerine antagonistik etkilerini belirlemek üzere yapılan çalışmada, sera koşullarında çam fidanlarına yapılan patojen ve endofit inokulasyon işlemleri sonucunda, bitki sürgün kurumalarının sadece *D. sapinea* ile enfekteli fidanlarda en yüksek olduğu (%60) belirlenirken, *P. fructuaria-cellae* ve *D. sapinea* ile enfekte olan fidanlarda patojenden kaynaklanan lezyon uzunluğunun daha az (2 mm) sürgün kurumalarının ise gözlemlenmediği belirlenmiştir. Yürütülen bu çalışma ile (Ren ve ark., 2024) yürüttüğü çalışma da, sadece patojenden kaynaklanan bitki kurumalarının en yüksek kuruma oranlarını göstermesi ile steril köklendirme ortamlarına

endofit uygulamasının nekroz uzunluklarında yaptığı değişiklik ile benzerlik taşıdığı ancak bir steril olmayan köklendirme ortamında endofit uygulamasının nekroz ve bitki kurumalarına etkisinin olmaması yönünden farklılıklar içermektedir.

Bir diğer çalışma ise, Vietnam’da tarçın bitkisinden izole edilen endofitlerin kullanılmasıyla tarçın (*Cinnamomum cassia*) kök çürüklüğü etmeni *Phytophthora*’ya karşı koruma potansiyellerini araştırma üzerine çalışma yürütülmüş, sera koşullarında tarçın tohum, toprak ve fidanlarına yapılan endofit uygulamalarında biri *Penicillium* olmak üzere üç farklı endofit tür hastalık baskılama ve bitki büyümesini teşvik etmesi ile yürütülen bu çalışmada köklendirme ortamlarına endofit süspansiyon uygulamasının benzerliği ve uygulama sonucunda bitki kurumaları açısından azaltıcı etkisi de nispeten benzerlik göstermektedir (Dang ve ark., 2023).

4.2.2. Endofitik Fungusların Bitki Kılcal Kökleri ve İçsel Dokuları Kolonizasyonu

Bitki rizosfer bölgesine 2 kez uygulanan antagonistik *P. fructuaria-cellae*(Pfc), *P. canescens* (Pcan) ve *T. brevicompactum* (Tbr) türlerinin uygulamaları sonrasında asma fidanları steril ve steril olmayan köklendirme ortamlarından sökülmüş ve re-izolasyonlar yapılarak uygulanan antagonistlerin fidanların içsel ve kılcal dokularını kolonize etme ve fungal mikrobiyom yönünden ortalama izole edilme oranları(%) incelenmiştir (Çizelge 4.3).

Birinci deneme (Adana)’da, steril köklendirme ortamlarında yetiştirilen fidanların içsel ve kılcal dokularından yapılan izolasyonlar sonucunda morfolojik (koloni büyüklüğü ve şekli) ve mikroskopik (misel ve spor şekli) incelemeler ile her iki doku bölgesinden de birçok farklı fungal cins izole edilmiştir. İçsel dokulardan yapılan izolasyonlar sonucu *Acremonium* (%6.4) spp, *Alternaria* (%10.7) , *Aspergillus* (%39.6) spp, *Cadophora*(%8.5) spp, *Fusarium* (%4.7) spp, *Penicillium* (%32.5) spp, *Phaeoacremonium* (%5.7) spp, *Trichothecium* (%10.0) spp ve *Trichoderma* (%5.7) spp, fungal cinsler izole edilmiş, izole edilen cinsler içerisinde *Aspergillus* %39.6 ve *Penicillium* %32.5 ortalama en yüksek izole edilme oranına sahip fungal cinsler olmuştur.

Benzer şekilde aynı köklendirme ortamındaki fidanların kılcal kök dokularından yapılan izolasyon sonucunda ise içsel dokudan izole edilen aynı fungal cinslere ek olarak sırasıyla *Basidiomycetes* (%4.3) spp, *Black-Foot* (%2.8) spp, *Botryosphaeria* (%4.3) spp, *Cladosporium* (%2.8) spp, *Clonostachys* (%2.8) spp, *Phomopsis* (%10.0) spp, *Rhizoctonia* (%5.7) spp, ve *Seimatosporium* (%7.1) spp, cinsleri izole edilirken, kılcal kök dokusundan izolasyonlarda da içsel doku izolasyon sonucundaki ortalama en yüksek izole edilme oranına sahip fungal cinslere benzer olarak *Aspergillus* %21.7 ve *Penicillium* %41.0 cinsleri ortalama en yüksek izole edilme oranına sahip fungal cinsler olmuştur.

Çizelge 4.3. Fidan içsel ve kılcal dokuların fungal mikrobiyom yönünden kolonizasyonu ve ortalama izole edilme oranları(%)

Endofitik Türler	Fidan İç Dokuları				Kılcal Kökler			
	1.Deneme(Adana)		2.Deneme(Tokat)		1.Deneme(Adana)		2.Deneme (Tokat)	
	Steril	Steril Olmayan	Steril	Steril Olmayan	Steril	Steril Olmayan	Steril	Steril Olmayan
<i>Acremonium</i>	6.4	10.1	-	2.8	9.2	-	-	2.8
<i>Alternaria</i>	10.7	-	9.5	14.4	7.4	2.8	5.7	8.1
<i>Aspergillus</i>	39.6	31.2	21.0	17.9	21.7	5.7	9.1	2.8
<i>Basidiomycetes</i>	-	2.8	12.1	25.7	4.3	2.8	21.7	26.1
<i>Botryosphaeriaceae</i>	-	2.8	10.0	17.1	4.3	-	-	-
<i>Cadophora</i>	8.5	-	17.1	14.2	-	-	5.7	2.8
<i>Cladosporium</i>	-	14.2	2.8	-	2.8	2.8	2.8	5.7
<i>Clonostachys</i>	-	-	10.4	5.7	2.8	-	12.3	-
<i>Cylindrocarpon</i>	-	-	2.8	7.6	2.8	2.8	25.0	40.0
<i>Fusarium</i>	4.7	11.4	11.9	15.5	6.5	24.2	16.7	8.5
<i>Penicillium</i>	32.5	35.8	9.7	7.5	41.0	30.0	7.1	9.7
<i>Phaeoacremonium</i>	5.7	54.2	-	5.7	-	-	-	-
<i>Phomopsis</i>	-	23.8	-	-	10.0	-	-	2.8
<i>Macrophomina</i>	-	-	-	-	-	5.7	-	-
<i>Rhizoctonia</i>	-	-	-	5.7	5.7	-	-	2.8
<i>Seimatosporium</i>	-	-	-	-	7.1	-	-	-
<i>Trichoderma</i>	5.7	6.4	17.1	25.7	3.9	28.5	19.4	10.0
<i>Trichothecium</i>	10.0	11.8	29.3	18.0	-	7.1	11.4	5.7

Birinci deneme(Adana)'da steril olmayan (non-steril) köklendirme ortamlarında fidanların içsel ve kılcal dokularından re-izolasyonlar sonucu fungal cinsler yukarıda ikinci paragrafta anlatıldığı şekilde incelenmiş ve ortalama yüzde izole durumları belirlenmiştir. İçsel dokulardan yapılan izolasyonlar sonucunda; *Alternaria*(%10.1) spp, *Aspergillus* (%31.2) spp, *Basidiomycetes* (%2.8) spp, *Botryosphaeria* (%2.8) spp, *Cladosporium* (%14.2) spp, *Fusarium* (%11.4) spp, *Penicillium* (%35.8) spp, *Phaeoacremonium* (%54.2) spp, *Phomopsis* (%23.8) spp, *Trichothecium* (%11.8) spp ve *Trichoderma* (%6.4) spp, fungal cinsler izole edilmiş ve %54.2 ile %35.8 oranlarına sahip fungal cinsler olan *Phaeoacremonium* ve *Penicillium* ortalama en yüksek izolasyon oranlarına sahip cinsler olmuştur.

Aynı şekilde steril olmayan köklendirme ortamındaki fidanların kılcal kök dokularından yapılan izolasyonlar sonucunda da, içsel dokulardan izole edilen farklı oranlarda benzer fungal cinsler olmuş ve bu cinslere ek olarak; *Cylindrocarpon* (%2.8) spp, *Macrophomina* (%5.7) spp fungal cinsler izole edilmiştir. Kılcal kök dokularından izolasyonlar da *Penicillium* %30.0 ve *Trichoderma* %28.5 ortalama en yüksek izole edilme oranlarına sahip fungal cinsler olarak belirlenmiştir.

İkinci deneme (Tokat)'da ise yapılan re-izolasyon sonuçlarına dair tüm incelemeler ve değerlendirmeler yukarıdaki paragraflarda belirtilen birinci deneme(Adana) de olduğu gibi yapılmıştır. Steril köklendirme ortamındaki fidanların içsel dokularından yapılan izolasyonlar sonucunda; *Alternaria* (%9.5) spp, *Aspergillus* (%21.0) spp, *Basidiomycetes* (%12.1) spp, *Black-Foot* (%2.8) spp, *Botryosphaeria* (%10.0) spp, *Cadophora* (%17.1) spp, *Cladosporium* (%2.8) spp, *Clonostachys* (%10.4) spp, *Fusarium* (%11.9) spp, *Penicillium* (%9.7) spp, *Trichothecium* (%29.3) spp ve *Trichoderma* (%17.1) fungal cinsler izole edilmiş ve ortalama en yüksek izole edilme oranına sahip cinsler %29.3 ve %21.0 oranlar ile sırasıyla *Trichothecium* ve *Aspergillus* olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde steril köklendirme ortamındaki fidanlarına kılcal kök dokularından yapılan izolasyonlar da ise; *Alternaria* (%5.7) spp, *Aspergillus* (%9.1) spp, *Basidiomycetes* (%21.7) spp, *Black-Foot* (%25.0) spp, *Cadophora* (%5.7) spp, *Cladosporium* (%2.8) spp, *Clonostachys* (%12.3) spp, *Fusarium* (16.7) spp, *Penicillium* (%7.1) spp, *Trichothecium* (%11.4) spp ve *Trichoderma* (%19.4) fungal cinsler izole edilmiş ve ortalama en yüksek izole edilme oranları sırasıyla %25.0 ve %21.7 ile *Cylindrocarpon* ve *Basidiomycetes* cinsleri olmuştur.

İkinci deneme (Tokat)'da steril olmayan (non-steril) köklendirme ortamındaki fidanların içsel dokularından yapılan izolasyon sonucunda farklı ortalama yüzde izole edilme oranlarına sahip; *Acremonium* (%2.8) spp, *Alternaria* (%14.4) spp, *Aspergillus* (%17.9) spp, *Basidiomycetes* (%25.7) spp, *Black-Foot* (%7.6) spp, *Botryosphaeria* (%17.1) spp, *Cadophora* (%14.2) spp, *Clonostachys* (%5.7) spp, *Fusarium* (%15.5) spp, *Penicillium* (%7.5) spp, *Phaeoacremonium* (%5.7) spp, *Rhizoctonia* (%5.7) spp, *Trichothecium* (%18.0) spp ve *Trichoderma* (%25.7) fungal cinsler izole edilmiş ve %25.7'şer ortalamalar ile *Trichoderma* ve *Basidiomycetes* en yüksek ortalama yüzde izole edilen cinsler olarak belirlenmiştir.

Steril olmayan (non-steril) köklendirme ortamındaki fidanların kılcal kök dokularından yapılan izolasyonlar sonucunda içsel doku izolasyon sonuçlarına benzer olarak farklı ortalama yüzde izole edilme oranlarına sahip; *Acremonium* (%2.8) spp, *Alternaria* (%8.1) spp, *Aspergillus* (%2.8) spp, *Basidiomycetes* (%26.1) spp, *Black-Foot* (%40.0) spp, *Cadophora* (%2.8) spp, *Cladosporium* (%5.7) spp, *Fusarium* (%8.5) spp, *Penicillium* (%9.7) spp, *Phomopsis* (%2.8) spp, *Rhizoctonia* (%2.8) spp, *Trichothecium* (%5.7) spp ve *Trichoderma* (%10.0) fungal cinsler izole edilmiş ve bu cinsler içerisinde %40.0 oranına sahip olan *Black-Foot* ortalama en yüksek izole edilen cins olarak belirlenmiştir.

Fidan gövdelerine patojenlerin inokule edildiği noktanın 10 cm altından yapılan izolasyonlarda *C. luteo-olivacea* %8.5-17.1, *P. minimum* ise %5.7-54.2 arasında değişen oranlarda yeniden izole edilmiştir. Kontroldeki fidanlardan ise izole edilememiştir. Bu durum patojenlerin inokulasyon noktasından aşağı doğru ilerlediğini göstermektedir. Öyle ki *C. luteo-olivacea* Tokat'taki fidanların kılcal köklerinden dahi yeniden izole edilebilmiş fakat *P. minimum* izole edilememiştir.

Saksılara spor süspansiyonlarının dökülerek uygulandığı *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinde, hem içsel doku hem de kılcal köklerden re-izolasyon oranları diğer türlere göre daha yüksek bulunmuştur. Adana'daki denemelerde bu oranlar Tokat'takine göre daha yüksek seviyede çıkmıştır. Steril köklendirme ortamlarında *Penicillium*'ların re-izolasyon oranı steril olmayan ortama göre daha fazladır. Bu durum *Penicillium*'ların kılcal kökleri kolonize ederek iç dokulara ulaştığını göstermektedir. Benzer şekilde *Trichoderma* türleri de içsel dokulara yerleşebilmiş ve bu dokulardan yeniden izole edilebilmiştir. İçsel dokulardan gelişen kolonilerden alınan tesadüfi örneklerden PCR ve gen sekanslama işlemi yapılmış, *Penicillium cansecens*, *P. fructuariae-cellae* ve *T. brevicompactum*'un varlığı doğrulanmıştır.

Birinci ve ikinci denemedeki farklı köklendirme ortamlarındaki fidanların içsel ve kılcal kök dokularından yapılan tüm re-izolasyonlar bir bütün olarak incelendiğinde, izole edilen fungal cinsler genel anlamda benzerlik göstermiş fakat yüzde izole oranları farklılık belirttiği anlaşılmaktadır. Ayrıca toprakta zengin fungal mikrobiyom oluşturan saprofitik (çürükçül) ve parazitik (zararlı) formları mevcut olan *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium* gibi fungal cinsler sterilizasyon işlemine rağmen steril köklendirme ortamındaki fidanların dokularından yapılan izolasyonlarda tekrar ortaya çıkabildiği görülmektedir. Bu durumun sebebi ise, bu cinsler veya benzer fungal cinslerin daha öncesinden bitkinin ksilem, floem gibi vasküler iç dokularına yerleşerek bitki ile birlikte yaşam sürdürmesine veya bitki kök rizosfer bölgesindeki yanal, kılcal veya kalın köklerin içlerine yerleşerek bitki ile yaşam sürdürmesiyle ilişkilendirilebilmektedir. Fakat fungal cinslerin bu şekilde bitki ile yaşam sürdürmesi bitki açısından her zaman olumlu anlam ifade etmemektedir. Bitkinin direncinin zayıf düştüğü bir zaman da bu cinsler zararlı formlarını ortaya çıkararak bitki yaşamını olumsuz etkilemektedir.

Gaziantep bađ alanlarındaki endofitikfungusların asma gövde patojeni funguslar ile interaksiyonlarını içeren çalıřma içerisinde yapılan sűrveyler sonucu fungal izolasyonlarda bazı endofitik funguslar (*Penicillium*, *Trichoderma* vd) ile asma gövde hastalıkları ile iliřkili fungusların (*Phaeoacremonium*, *Cadophora* vd) ortalama izole edilme durumları incelenmiř, fungusların izole edildikleri asma çeřitleri, sűrvey bölgesi farklı olmasına rađmen yűrűtűlműř bu çalıřmada yapılan kılcal kűk ve içsel doku izolasyonları sonucu endofitik ve gövde hastalıkları iliřkili fungusların ortalama izole durumlarında bazı örtűřmeler olduđu anlařılabilir (Akgűl ve Kara., 2022).



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Denemede yer alan *Penicillium canescens*, *P. fructuaria-cellae* ve *Trichoderma brevicompactum* türleri, asma fidanlarında Petri hastalığı patojenlerinin biyolojik mücadelesi için ümitvar niteliktedir.

Kılcal kökler ve içsel dokularda diğer rekabetçi türlerle birlikte bu endofitlerin (*Penicillium canescens*, *Penicillium fructuaria-cellae* ve *Trichoderma brevicompactum*) yeniden izole edilmesi, bunların sistemik olarak bitkiyi kolonize ettiğinin bir göstergesidir.

Bu endofitlerin (*P. canescens*, *P. fructuaria-cellae* ve *T. brevicompactum*) köklendirme ortamlarını kolonizasyonu ve kalıcılığının memnun edici seviyede olduğu bulunmuştur.

Sterilize edilmiş köklendirme ortamlarında, sadece hastalık etmeninden kaynaklanan bitki ölümlerinin (%63.6 ve %28.6) ve içsel nekrozu ve fidan kurumalarının azaltması dikkate değer bulunmuştur.

Daha sonra yapılacak çalışmalarda bu endofitlerin bazı destek maddeleriyle birlikte formüle edilmesi ve toprak gibi yetiştirme ortamlarında kalıcılığı ve rekabetçiliğiyle ilgili araştırmaların yapılması gerektiği anlaşılmıştır.



KAYNAKLAR

- Akgül, D. S ve Kara, H. İ., 2022. Gaziantep bağ alanlarındaki endofitik funguslar ve bunların fungal gövde patojenleriyle antagonistik ilişkileri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 13(1), 48-66.
- Akgül, D. S., 2020. Asmalarda fungal gövde hastalıklarının araştırılmasında farklı inokulasyon yöntemlerinin karşılaştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 25: 262-270.
- Akgül, Davut., Güngör Savaş, N., Yıldız, M., Bülbül, İ ve Özarslandan, M., 2023. Current status of grapevine trunk disease pathogens on asymptomatic nursery-produced grapevines in Türkiye. Phytopathologia Mediterranea, 62(2).
- Aktar, M. W., Sengupta, D ve Chowdhury, A., 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdisciplinary toxicology, 2(1), 1
- Álvarez-Pérez, J. M., González-García, S., Cobos, R., Olego, M. Á., Ibañez, A., Díez-Galán, A., ve Coque, J. J. R., 2017. Use of endophytic and rhizosphere actinobacteria from grapevine plants to reduce nursery fungal graft infections that lead to young grapevine decline. Applied and environmental microbiology, 83(24): e01564-17.
- Bigot, G., Sivilotti, P., Stecchina, M., Lujan, C., Freccero, A., ve Mosetti, D., 2020. Long-term effects of *Trichoderma asperellum* and *Trichoderma gamsii* on the prevention of esca in different vineyards of Northeastern Italy. Crop protection, 137: 105264.
- Billar de Almeida, A., Concas, J., Campos, M. D., Materatski, P., Varanda, C., Patanita, M ve Felix, M. D. R., 2020. Endophytic fungi as potential biological control agents against grapevine trunk diseases in Alentejo region. Biology, 9(12): 420.
- Blanco-Ward, D., Ribeiro, A., Paoletti, E ve Miranda, A. I., 2021. Assessment of tropospheric zone phytotoxic effects on the grapevine (*Vitis vinifera* L.): A review. Atmospheric Environment, 244: 117924.
- Blundell, R ve Eskalen, A., 2022. Evaluation of biological and chemical pruning wound protectants to control grapevine trunk disease pathogens *Eutypa lata* and *Neofusicoccum parvum*. Plant Health Progress, 23(2): 197-205.
- Blundell, R., Arreguin, M ve Eskalen, A., 2021. *In vitro* evaluation of grapevine endophytes, epiphytes and sap micro-organisms for potential use to control grapevine trunk disease pathogens. Phytopathologia Mediterranea, 60(3): 535-548.
- Bouquet, A., Torregrosa, L., Iocco, P ve Thomas, M. R., 2006. Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Agrobacterium* Protocols Volume 2: 273–285.
- Bustamante, M. I., Elfar, K ve Eskalen, A., 2022. Evaluation of the antifungal activity of endophytic and rhizospheric bacteria against grapevine trunk pathogens. Microorganisms, 10(10), 2035.
- Carro-Huerta, G., Mayo-Prieto, S., Rodríguez-González, Á., Cardoza, R. E., Gutiérrez, S ve Casquero, P. A., 2023. Vineyard management and physicochemical parameters of soil affect

- native *Trichoderma* populations, sources of biocontrol agents against *Phaeoacremonium minimum*. *Plants*, 12(4), 887.
- Cobos, R., Mateos, R. M., Álvarez-Pérez, J. M., Olego, M. A., Sevillano, S., González-García, S ve Coque, J. J. R., 2015. Effectiveness of natural antifungal compounds in controlling infection by grapevine trunk disease pathogens through pruning wounds. *Applied and environmental microbiology*, 81(18): 6474-6483.
- Çalkan Sağlam, Ö ve Sağlam, H., 2018. İnsanlık Tarihinde Üzümün Önemi. *Journal of Agriculture*, 1(2), 1-10.
- Dang, Q. N., Burgess, T. I., McComb, J., Pham, T. Q., Le, B. V., Tran, T. V ve Hardy, G. E. S. J., 2023. Fungal and bacterial endophytes antagonistic to *Phytophthora* species causing root rot in *Cinnamomum cassia*. *Mycological progress*, 22(4), 28.
- De Stefano, S., Nicoletti, R., Milone, A ve Zambardino, S., 1999. 3-O-Methylfunicone, a fungitoxic metabolite produced by the fungus *Penicillium pinophilum*. *Phytochemistry*, 52(8), 1399-1401.
- Del Frari, G., Cabral, A., Nascimento, T., Boavida Ferreira, R ve Oliveira, H., 2019. *Epicoccum layuense* a potential biological control agent of esca-associated fungi in grapevine. *Plos One*, 14(3): e0213273.
- del Pilar Martínez-Diz, M., Díaz-Losada, E., Andrés-Sodupe, M., Bujanda, R., Maldonado-González, M. M., Ojeda, S ve Gramaje, D., 2021. Field evaluation of biocontrol agents against black-foot and Petri diseases of grapevine. *Pest Management Science*, 77(2), 697-708.
- Geiger, A., Karácsony, Z., Geml, J ve Váczy, K. Z., 2022. Mycoparasitism capability and growth inhibition activity of *Clonostachys rosea* isolates against fungal pathogens of grapevine trunk diseases suggest potential for biocontrol. *Plos one*, 17(9): e0273985.
- Gimenez, C., Cabrera, R., Reina, M ve Gonzalez-Coloma, A., 2007. Fungal endophytes and their role in plant protection. *Current Organic Chemistry*, 11(8): 707-720.
- Gramaje, D ve Armengol, J., 2012. Effects of hot-water treatment, post-hot-water-treatment cooling and cold storage on the viability of dormant grafted grapevines under field conditions. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18(2), 158-163.
- Haidar, R., Amira, Y., Roudet, J., Marc, F ve Patrice, R., 2021. Application methods and modes of action of *Pantoea agglomerans* and *Paenibacillus* sp. to control the grapevine trunk disease-pathogen, *Neofusicoccum parvum*. *Oeno one*, 55(3): 1-16.
- Hassine, M., Aydi-Ben-Abdallah, R., Jabnoun-Khireddine, H ve Daami-Remadi, M., 2022. Soil-borne and compost-borne *Penicillium* sp. and *Gliocladium* spp. as potential microbial biocontrol agents for the suppression of anthracnose-induced decay on tomato fruits. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 20.
- Kolanlarlı, T. K., Asan, A., Şen, B ve Ökten, S., 2019. Biodiversity of *Penicillium* species isolated from Edirne Söğütlük forest soil (Turkey). *Mantar Dergisi*, 10(1), 26-39.

- Kotze, C., Van Niekerk, J., Mostert, L., Halleen, F ve Fourie, P., 2011. Evaluation of biocontrol agents for grapevine pruning wound protection against trunk pathogen infection. *Phytopathologia Mediterranea*, 50: S247-S263.
- Küpe, M., 2021. Mersin İli Bağcılığının Genel Durumu ve Erkenci Üzüm Yetiştiriciliği. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1): 55-66.
- Leitão, A. L., 2009. Potential of *Penicillium* species in the bioremediation field. *International journal of environmental research and public health*, 6(4), 1393-1417.
- Liang, L. J., Jeewon, R., Dhandevi, P., Durairajan, S. S. K., Li, H., Lin, F. C ve Wang, H. K., 2021. A novel species of *Penicillium* with inhibitory effects against *Pyricularia oryzae* and fungal pathogens inducing citrus diseases. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 604504.
- Mannerucci, F., D'Ambrosio, G., Regina, N., Schiavone, D ve Bruno, G. L., 2023. New Potential Biological Limiters of the Main Esca-Associated Fungi in Grapevine. *Microorganisms*, 11(8): 2099.
- Mostert, L., Crous, P. W., Fourie, P ve Halleen, F., 2006. A review of "*Phaeoacremonium*" Species Involved in Petri Disease and Esca of Grapevines. 1000-1018.
- Motlagh, M. R. S., Farokhzad, M., Kaviani, B ve Kulus, D., 2022. Endophytic fungi as potential biocontrol agents against *Sclerotium rolfsii* Sacc.—The causal agent of peanut white stem rot disease. *Cells*, 11(17), 2643.
- Mugnai, L., Graniti, A ve Surico, G., 1999. Esca (black measles) and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant disease*, 83(5), 404-418.
- Nair, D. N ve Padmavathy, S., 2014. Impact of endophytic microorganisms on plants, environment and humans. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Narmani, A., Arzanlou, M ve Babei Ahrai, A., 2018. Antagonistic Effect of Endophytic and Commercial *Trichoderma* Isolates on *Phaeoacremonium minimum*, the Causal Agent of Leaf Stripe Disease of Grapevine. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 7(1): 151-169.
- Nashat, L. H., Haleem, R. A ve Ali, S. H., 2024. Molecular identification and antimicrobial potential of endophytic fungi against some grapevine pathogens. *Plos one*, 19(10), e0309041.
- Nicoletti, R., Lopez-Gresa, M. P., Manzo, E., Carella, A ve Ciavatta, M. L., 2007. Production and fungitoxic activity of Sch 642305, a secondary metabolite of *Penicillium canescens*. *Mycopathologia*, 163(5), 295-301.
- Núñez-Trujillo, G., Cabrera, R., Burgos-Reyes, R. L., Silva, E. D., Giménez, C., Cosoveanu, A ve Brito, N., 2012. Endophytic fungi from *Vitis vinifera* L. isolated in Canary Islands and Azores as potential biocontrol agents of *Botrytis cinerea* Pers: Fr.
- O'Donnell, K., Cigelnik, E. ve Nirenberg, H.I. 1998. Molecular systematics and phylogeography of the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia*, (90) 465-493.
- Parihar, S ve Sharma, D., 2021. A brief overview on *Vitis vinifera*. *Sch Acad J Pharm*, 12: 231-239.

- Pazooki, S., Shekariesfahlan, A., Maleki, M ve Naeimi, S., 2024. Isolation and identification of endophytic and grapevine trunk diseases associated fungi with antagonistic potential against *Cytospora chrysosperma*. *Journal of Plant Pathology*, 1-12.
- Poyraz, D ve Uysal-Morca, A., 2022. Bağlarda Petri Hastalığı'nın Mücadelesi Üzerine Araştırmalar. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 50(2-3): 23-33.
- Radhakrishnan, R., Kang, S. M., Baek, I. Y ve Lee, I. J., 2014. Characterization of plant growth-promoting traits of *Penicillium* species against the effects of high soil salinity and root disease. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 754-762.
- Rana, K. L., Kour, D., Sheikh, I., Dhiman, A., Yadav, N., Yadav, A. N ve Saxena, A. K., 2019. Endophytic fungi: biodiversity, ecological significance, and potential industrial applications. *Recent advancement in white biotechnology through fungi: Volume 1: Diversity and Enzymes Perspectives*, 1-62.
- Rego, C ve Blume, E., 2016. *Trichoderma* spp., and *Bacillus subtilis* for control of *Dactylonectria macrodidyma* in grapevine. *Phytopathologia Mediterranea*, 55(2): 293-300.
- Ren, N., Wang, L ve You, C., 2024. Diversity, Community Structure, and Antagonism of Endophytic Fungi from Asymptomatic and Symptomatic Mongolian Pine Trees. *Journal of Fungi*, 10(3), 212.
- Saikkonen, K., Faeth, S. H., Helander, M ve Sullivan, T. J., 1998. Fungal endophytes: a continuum of interactions with host plants. *Annual review of Ecology and Systematics*, 29(1): 319-343.
- Savaş, N. G., 2019. Asmalarda Fungal Odun Doku Hastalık Komplekslerinin Tanılanması Ve Yönetimi. In *International Symposium On Multidisciplinary Academic Studies* (p. 128).
- Silva-Valderrama, I., Toapanta, D., Miccono, M. D. L. A., Lolas, M., Díaz, G. A., Cantu, D ve Castro, A., 2021. Biocontrol potential of grapevine endophytic and rhizospheric fungi against trunk pathogens. *Frontiers in microbiology*, 11: 614620.
- Singh, C. K., Liu, X ve Ahmad, N., 2015. Resveratrol, in its natural combination in whole grape, for health promotion and disease management. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1348(1): 150-160.
- Şenocak, E., 2008. Türk Halk Kültüründe ve Mitolojik Bağlamda Üzümün Yeri. *Electronic Turkish Studies*, 3(5).
- TEPGE., 2024. Üzüm Tarım Ürünleri Piyasaları Raporu Temmuz-2024-v5.pdf. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/>.
- TÜİK, [Türkiye İstatistik Kurumu, 2023. \(www.tuik.gov.tr\)](http://www.tuik.gov.tr)
- Úrbez-Torres, J. R ve Gubler, W. D., 2011. Susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. *Plant Pathology*, 60(2): 261-270.
- Urbez-Torres, J. R., Tomaselli, E., Pollard-Flamand, J., Boule, J., Gerin, D ve Pollastro, S., 2020. Characterization of *Trichoderma* isolates from southern Italy, and their potential biocontrol activity against grapevine trunk disease fungi. *Phytopathologia Mediterranea*, 59(3): 425-439.

- Whiteman, S. A., Jaspers, M. V., Stewart, A ve Ridgway, H. J., 2002. Detection of *Phaeomoniella chlamydospora* in soil using species specific PCR. *New Zealand Plant Protection*, 55, 139-145.
- Winkler A J, Cook J A, Kliewer W M ve Lider L A., 1974. *General Viticulture*, Univ. Calif. Press. Berkeley, Los Angeles.
- Zanfaño, L., Carro-Huerga, G., Rodríguez-González, Á., Mayo-Prieto, S., Cardoza, R. E., Gutierrez, S ve Casquero, P. A., 2024. *Trichoderma carraovejensis*: a new species from vineyard ecosystem with biocontrol abilities against grapevine trunk disease pathogens and ecological adaptation. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1388841.
- Zhao, J., Zhou, L., Wang, J., Shan, T., Zhong, L., Liu, X ve Gao, X., 2010. Endophytic fungi for producing bioactive compounds originally from their host plants. *Curr Res, Technol Educ Trop Appl Microbiol Microbial Biotechnol*, 1, 567-576.





ÖZGEÇMİŞ

Suat ERDEM, ilk, Orta ve Lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 2017 yılında Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi'nde yüksek-öğrenimine başladı. 2022 yılında Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Fitopatoloji alanında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.

