



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BATMAN ve SİİRT İLLERİNDE ANTEPFISTIĞI ÜRETİM
ALANLARINDA GÖRÜLEN FUNGAL KÖKENLİ KURUMALARIN
ETİYOLOJİSİ, ETMENLERİ, TANILANMASI, YAYGINLIKLARI ve
MÜCADELE OLANAKLARININ BELİRLENMESİ**

Nedim SAKÇI

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**HATAY
EYLÜL - 2022**



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BATMAN ve SİİRT İLLERİNDE ANTEPFISTIĞI ÜRETİM
ALANLARINDA GÖRÜLEN FUNGAL KÖKENLİ KURUMALARIN
ETİYOLOJİSİ, ETMENLERİ, TANILANMASI, YAYGINLIKLARI ve
MÜCADELE OLANAKLARININ BELİRLENMESİ**

Nedim SAKÇI
ORCID:0000-0001-8896-8021

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Şener KURT
ORCID: 0000-0003-4545-5968

HATAY
EYLÜL - 2022

28/09/2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmzası

Nedim SAKÇI

ÖZET

BATMAN ve SİİRT İLLERİNDE ANTEPFISTIĞI ÜRETİM ALANLARINDA GÖRÜLEN FUNGAL KÖKENLİ KURUMALARIN ETİYOLOJİSİ, ETMENLERİ, TANILANMASI, YAYGINLIKLARI ve MÜCADELE OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin önemli ürünlerinden biri olan antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) üretim alanlarında son yıllarda fungal kökenli hastalıklardan kaynaklı geriye doğru ölümler, kısmi dal kurumaları, sakızlanma, solma gibi belirtilerin gözlemlendiği ve ciddi bir şekilde verim kayıplarının yaşandığı gözlenmiştir. Bu çalışma ile Batman ve Siirt illerinde fıstık (Siirt Çeşidi) üretim alanlarında kurumaya ve ağaç ölümlerine yol açan fungal hastalıkların yaygınlığı, etmenlerinin tanılanması ve bunlarla mücadele olanaklarının belirlenmesi için 2020-2021 yılları arasında sörveyler gerçekleştirilmiştir. Sörveyler sonucunda hastalık yaygınlığı, Batman'ın Merkezde %65, Beşiri %67, Kozluk %50, Gercüş %77 ve Sason ilçelerinde %100 oranında tespit edilirken, Siirt Merkez'inde %53, Baykan %67, Kurtalan %63 ve Tillo ilçelerinde ise %67 oranında tespit edilmiştir. Antepfıstığı ağaçlarının hastalık belirtisi gösteren kök, gövde, dal ve sürgünlerinden yapılan izolasyonlar sonucunda; *Botryosphaeria* spp, *Neoscytalidium* spp, *Lasiodiplodia* spp, *Diaporthe* spp, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum*, *F.solani*, *Phytophthora* spp. türleri morfolojik ve kültürel olarak karakterize edilmiştir. Bu türleri moleküler olarak doğrulamak için; *Fusarium* ve *Botryosphaeria* türleri için ITS, TUB2 ve EF, *Phytophthora inundata* için ITS ve Cox2 genomik bölgelerine göre multilokus filogenetik dizi analizleri gerçekleştirilmiştir. Fungal izolatların moleküler karakterizasyonları sonucunda *F. oxysporum*'un 2, *F. equiseti*'nin 3, *F. solani*'nin 4, *F. brachygibbosum*'un 3, *F. acuminatum*'un 1 ve *P. inundata*'nın 2 izolatı tespit edilirken, *B. dothidea*, *M. phaseolina*, *N. dimidiatum*, *D. ambigua* ve *L. theobromae* türlerine ait birer izolat elde edilmiştir. Kök ve gövde aksamlarından elde edilen funguslarla 2 farklı şekilde yürütülen patojenisite denemesinde, Gövde inokulasyon tekniği ile *N. novaehollandiae*, *B. dothidea*, *D. ambigua* ve *L. theobromae* fungal türlerinin fidan gövdelerinde belirgin enfeksiyonlar meydana getirdiği gözlenmiştir. En yüksek lezyon çapı *N. novaehollandiae* (35 mm) ve *B. dothidea* (33,75 mm) türlerinde tespit edilirken en düşük lezyon çapı ise *L. theobromae* türünde (17,1 mm) tespit edilmiştir. Yapılan fungusit biyoetkinlik çalışmaları sonucunda fidan uygulamalarında *Fusarium* türlerinde 3 fungusitin yüksek dozlarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Boscalid+pyraclostrobin aktif madde kombinasyonunun 150 ml dozunun, *B. dothidea* ve *N. novaehollandiae* enfeksiyonlarında, %83.3 ve %79.1 düzeylerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bahçe uygulamalarında ise boscalid + pyraclostrobin karışımının 150 ml dozunun, kök enfeksiyonlarında %71.0, gövde ve dal enfeksiyonlarında ise %72.7 oranında etkili olduğu tespit edilmiştir.

2022, 84 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antepfıstığı, kuruma, kanser, geriye doğru ölüm, fungusit,

ABSTRACT

DETERMINATION of ETIOLOGY, FACTORS, DIAGNOSIS, PREVALENCE and FIGHTING OPPORTUNITIES of FUNGAL ORIGINAL ISTITUTIONS in PISTACHIO PRODUCTION AREAS in BATMAN and SİİRT PROVINCES

In the production areas of pistachio (*Pistacia vera* L.), which is one of the important products of the Southeastern Anatolia Region, symptoms such as backward deaths, partial drying of branches, gummosis, wilting and serious yield losses have been observed in recent years due to fungal diseases. With this study, surveys were carried out between 2020-2021 to determine the prevalence of fungal diseases that cause drying and tree death in pistachio (Siirt variety) production areas in Batman and Siirt provinces, to identify their factors and to determine the possibilities of combating them. As a result of the surveys, the prevalence of the disease was determined as 65% in the Center of Batman, 67% in Beşiri, 50% in Kozluk, 77% in Gercüş and 100% in Sason, while it was 53% in the Center of Siirt, 67% in Baykan, 63% in Kurtalan and it was detected at a rate of 67% in Tillo districts. As a result of the isolations made from the roots, stems, branches and shoots of pistachio trees showing signs of disease; *Botryosphaeria* spp, *Neoscytalidium* spp, *Lasiodiplodia* spp, *Diaporthe* spp, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum*, *F.solani*, *Pythophthora* spp. species have been characterized morphologically and culturally. To confirm these species molecularly; Multilocus phylogenetic sequence analyzes were performed according to ITS, TUB2 and EF genomic regions for *Fusarium* and *Botryosphaeria* species, and ITS and Cox2 genomic regions for *Phytophthora inundata*. As a result of molecular characterization of fungal isolates, 2 isolates of *F. oxysporum*, 3 of *F. equiseti*, 4 of *F. solani*, 3 of *F. brachygibbosum*, 1 of *F. acuminatum* and 2 isolates of *P. inundata* were detected. One isolate each of *B. dothidea*, *M. phaseolina*, *N. dimidiatum*, *D. ambigua* and *L. theobromae* species were obtained. In the pathogenicity test carried out in 2 different ways with fungi obtained from root and stem parts, it was observed that fungal species of *N. novaehollandiae*, *B. dothidea*, *D. ambigua* and *L. theobromae* caused significant infections on sapling stems with the stem inoculation technique. While it was detected in *N. novaehollandiae* (35 mm) and *B. dothidea* (33.75 mm) species, *L. theobromae* (17.1 mm) were detected at the bottom. As a result of the fungicide bioactivity studies, it was determined that high doses of 3 fungicides were effective in *Fusarium* species in seedling applications. It was determined that 150 ml dose of Boscalid+pyraclostrobin active substance combination was effective in *B. dothidea* and *N. novaehollandiae* infections at 83.3% and 79.1% levels. In horticultural applications, 150 ml dose of boscalid + pyraclostrobin mixture was found to be 71.0% effective in root infections and 72.7% in stem and branch infections.

2022, 84 pages

Key Words: Pistachio, drying, canker, dieback, fungicide

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca, her zaman yanımda olan tez konumunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarına ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Şener KURT'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında öngörülerini ile doktora çalışmalarımı zenginleştiren ve yardımlarını esirgemeyen Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Emine Mine SOYLU ve Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL'e, tez çalışmalarım sırasında tüm laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKÜ) Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİSAK)'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı maddi yönden destekleyen Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKÜ) Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (Proje No: 20.D.005)' yetkililerine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince, tüm laboratuvar çalışmalarında yapmış oldukları katkı ve yardımları nedeniyle Dr. Aysun UYSAL, Zir. Yük. Müh. Mehmet KOÇ, Zir. Yük. Müh. Murat KARACA ve Zir. Yük. Müh. Tuğba HANEDAN'a çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yanımda olan ve bana yardım eden mesai arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Ramazan ASLAN'a ve Zir. Müh. Ahmet KAVAK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Akademik kariyerimde beni teşvik eden, yanımda olan, bugünkü başarımın mimarları canım annem, babam ve kardeşlerime, çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen, güvenen ve daima yanımda olan sevgili eşim Zeynep SAKÇI'ya, arazi çalışmalarında birçok kez yanımda bulunup yardım eden küçük asistanım, canım oğlum Berat SAKÇI 'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.1.1. Deneme Alanı Özellikleri.....	22
3.1.2. Deneme Alanı Toprak Özelliği.....	22
3.1.3. Deneme Alanına ilişkin İklim Özelliği.....	23
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Hastalık Sörveyi	24
3.2.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu.....	26
3.2.3. Morfolojik Karakterizasyon	27
3.2.4. Moleküler Karakterizasyon	28
3.2.5. Patojenisite Çalışmaları	30
3.2.5.1. Fidan Uygulamaları.....	30
3.2.5.2. Siirt Çeşidi Fıstık Üretim Alanlarında Kurumalara Neden Olan Fungal Hastalıkların Mücadele Olanaklarının Belirlenmesi	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	37
4.1. Hastalık Sörveyi ve Fungal İzolasyon	37
4.2. Morfolojik Karakterizasyon	41
4.3. Moleküler Karakterizasyon	54
4.4. Patojenisite Çalışmalarına Ait Sonuçlar	56
4.5. Siirt Çeşidi Antepfıstığı Üretim Alanlarında Kurumalara Neden Olan Fungal Hastalıkların Mücadele Olanaklarının Belirlenmesine Ait Sonuçlar	62
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	77
EKLER.....	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünyada Antepfıstığı üretiminin yıllara göre dağılımı (ton).....	2
Çizelge 1.2. Türkiye'de illere göre antepfıstığı üretim alanı (dekar) ve ürün artış oranları (%).....	3
Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü bahçe toprağının 0-30 cm derinlikteki bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	23
Çizelge 3.2. Batman İline ait 2020 yılı iklim verileri	23
Çizelge 3.3. Batman İli iklim verileri uzun yıllar ortalaması (1959-2020).....	24
Çizelge 3.4. Batman ve Siirt illerine bağlı ilçelerde sörvey yapılan fıstık üretim alanları ve örnek alınan bahçe sayısı.....	25
Çizelge 3.5. PCR işlemleri için kullanılan evrensel primerler ve dizilimleri	29
Çizelge 3.6. Fungisitlerin etkinlik denemelerinde kullanılan preparatlar, içerdikleri etken maddeler ve özellikleri	33
Çizelge 3.7. Standart İlaçlama Metotlarına göre hastalık değerlendirme skalası (Anonim, 2020).	36
Çizelge 4.1. Batman ve Siirt illerinde Antepfıstığı bahçelerinde yapraklarda kuruma ve geriye doğru ölüme neden olan fungal patojenlerin yaygınlık oranları (%)	40
Çizelge 4.2. Antepfıstığı ağaçlarından elde edilen farklı fungal türlerin 25°C sıcaklıkta 4 farklı besi yerinde 3, 6 ve 10. günlerde ölçülen miselyal gelişimleri (mm).	41
Çizelge 4.3. Antepfıstığı ağaçlarından elde edilen fungal izolatların farklı gen bölgelerine göre tür tanımları ve GenBankası Erişim Numaraları.....	55
Çizelge 4.4. Sörveyler sonucu elde edilmiş fungal patojenlere ait izolat dağılımları (%)	61
Çizelge 4.5. 2021 yılında fungisit uygulamalarının tarihi, kullanılan ilaçların aktif madde ve oranı, dozu ve uygulama dönemi	63
Çizelge 4.6. Kullanılan pestisitlerin aktif maddesi, dozu, hastalık oranı ve uygulanan ilaçların etkisi (%)	65
Çizelge 4.7. Seçilmiş fungisitlerin fidan uygulamalarında 8 farklı patojene karşı etkileri (%).....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya antepfıstığı üretimi (ton) (FAO, 2020).....	2
Şekil 1.2. Türkiye’de son 10 yıldaki antepfıstığı üretim alanı (bin dekar, TÜİK, 2021)..	3
Şekil 3.1. Antepfıstığı ağaçlarından alınan lezyonlu ve nekrotik doku örnekleri.....	26
Şekil 3.2. Hastalıklı bitki örneklerinin kök, dal ve gövdelerinden alınan kesitler (A), bitki doku kesitlerinin besi yerlerine transferi (B)	27
Şekil 3.3. Kök fungal etmenlerinin çöğür fidanlardaki patojenisite testi. Steril spatül yardımıyla köklerin yaralanma işlemi (A), kök funguslarının spor süspansiyonları ile köklerin inokulasyonu (B), inkübasyon süresi sonucunda fidanların kök, gövde ve yapraklarında meydana gelen solgunluk, lezyon ve nekrozlar	31
Şekil 3.4. Fidan denemelerinde belirlenen farklı aktif maddelere ve dozlara sahip fungisitlerin uygulanması	34
Şekil 3.5. Bahçe denemelerinde ilaçlama A) İlaçlama için kalibrasyon işlemi, B) ve C) ilaçlama uygulamaları ve D) Uygulamaların kayıt altına alınması ve ara kontrol takviminin hazırlanması.....	35
Şekil 4.1. Siirt ilinin farklı ilçelerinde kuruma görülen ağaçlar A) Ağacın bazı bölgelerinde yapraklarda sararma ve kurumalar, B-C) ağaçlarda tamamen kuruma ve D) ağacın bir sadece bir bölgesinde sararma, kuruma ve geriye doğru ölüm belirtileri	37
Şekil 4.2. Batman ilinin farklı ilçelerinde kuruma görülen ağaçlar A) hastalık sonucunda tamamen kurumuş, B-C) enine kesiti alınmış gövde ve kök bökgesinde nekrotik dokular ve D) tamamen kurumuş fidan	38
Şekil 4.3. Batman ve Siirt İllerinde hastalık sorveyinde kullanılan GPS koordinatları için farklı örnek lokasyonlarını gösteren harita.....	39
Şekil 4.4. Hastalıklı fıstık bitkilerinden izole edilen farklı renk, şekil ve yapıdaki bazı fungus kültürleri	40
Şekil 4.5. <i>B. dothidea</i> 'nın (A) PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucunda başta beyaz merkezinde grimsi renge sahip koloni görünümü (B) bölmesiz elips veya fusoid şekilli konidileri	42
Şekil 4.6. <i>N. novaehollandiae</i> 'nin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu miselyal gelişimi (A) oval uçlu yuvarlak ya da elipsiodal bölmesiz veya tek bölmeli konidileri (B).....	43
Şekil 4.7. <i>L. theobromae</i> 'nin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu koloni gelişimi (A) koyu gri havai misellere sahip koloni ve (B) fungusun bölmeli konidileri	44
Şekil 4.8. <i>D. ambigua</i> 'nin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) beyazımsı gri miselyal hatlara sahip kolonileri (B) elipsiodal yapıya sahip bölmesiz konidileri.....	46
Şekil 4.9. <i>M. phaseolina</i> PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) koyu renkli kolonileri (B) mikrosklerot yapıları	47
Şekil 4.10. <i>F. oxysporum</i> 'un PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) beyaz gelişme gösteren kolonileri (B) makro ve mikro konidileri	48
Şekil 4.11. <i>F. solani</i> kültürlerinin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen, merkezi sarımsı pembe ve kenarları beyaz renge sahip kolonileri (A) ve fungal hiflerde gelişen tipik şişkin klamidospore yapıları (B)	49

Şekil 4.12. <i>P. inundata</i> kültürlerinin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) gül benzeri gelişen kolonisi, (B) hiflerde meydana gelen şişkinlikler	50
Şekil 4.13. Fungal türlerin farklı besi ortamlarında 3, 6 ve 10 günlük miselyal gelişimi	52
Şekil 4.15. Agaroz jelde farklı primerlere göre elde edilen PCR sonuçlarının görüntüleme programında DNA bantları	54
Şekil 4.16. Patojenisite çalışması sonucunda A ve B) yapraklarda ve C ve D) köklerde oluşan belirtiler ve renk değişimleri.....	57
Şekil 4.17. Gövde patojenisite çalışmaları sonucunda fungus türlerinin inokulasyonundan 60 gün sonra fidanlarda oluşan lezyonlar	59
Şekil 4.18. Siirt çeşidi fıstık fidanlarının gövdelerine miselyal disklerle yapılan inokulasyondan 60 gün sonra belirlenen lezyon uzunlukları (mm)	59



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
Ha	: Hektar
µg	: mikrogram
mg	: miligram
g	: gram
kg	: kilogram
mL	: mililitre
µm	: mikrometre
min	: Dakika
ppm	: part per million (milyon birimde bir birim)
rpm	: rotation per minute (dakikadaki dönme sayısı)

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
WHO	: World Health Organization
İPA	: İran Antepfıstığı Üreticiler Birliği
USDA	: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
PDA	: Patates dekstroks agar
CDA	: Czapek-dox agar
MEA	: Malt extract agar
V8	: V8 juice agar

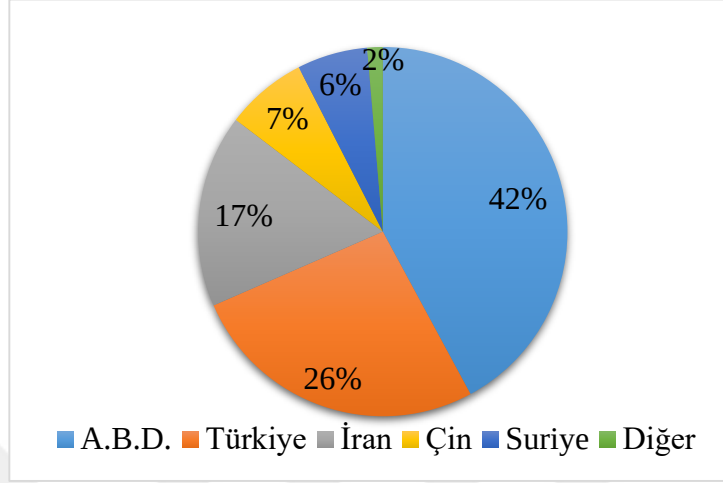
1. GİRİŞ

Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.), sakız ağacıgiller (*Anacardiaceae*) familyasından ekonomik öneme sahip en önemli türlerden birisidir (Aliakbarkhani ve ark., 2015). Kendine özgü doğal bir tat ve bunun yanında besin değeri açısından oldukça zengin bir meyve olan antepfıstığı, tatlılarda ve birçok yemekte kullanılmasının yanında; çerez olarak da tüketilmektedir. Yağlı meyveler arasında yer alan fındık, badem ve yerfıstığı ile karşılaştırıldığı zaman protein ve karbonhidrat açısından birinci, yağ oranı açısından ise fındıktan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Gezginç ve Duman, 2004).

Ülkemizin en önemli meyve türü olan antepfıstığı, ilk olarak Eti'lerin yerleştikleri Güney Doğu Anadolu'da kültüre alınmıştır. O çağlarda bu ürünün kral sofralarında yer alması ve iyi kültür çeşitlerinin bulunması, meyve değerinin bilindiğini göstermektedir (Özbek, 1978). Sulama yapılmayan taşlık, kayalık ve fakir topraklara sahip alanlarda bile ekonomik olarak yetiştirilebilen antepfıstığı; "yeşil altın", "altın ağacı", "meyvelerin kralı ve kralların meyvesi" gibi isimlerle anılmaktadır (Ayfer, 1990). Yakındoğu Gen Merkezi'nin içinde yer alan Türkiye, antepfıstığı bitkisinin başlıca gen merkezlerinden biridir. Bu gen merkezlerinden birisi olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sahip olduğu ekolojik koşullardan dolayı, bu meyve türünün başarılı şekilde yetişmesi ve yayılması sağlanmıştır. Dünyada bu ürün, kuzey ve güney yarım kürelerin 30-45° paralellerinde uygun mikro klima alanlarında yetişmektedir (Tekin ve ark., 2001). Türkiye'de ülke ekonomisine katkısı yüksek olan antepfıstığı, eski yıllardan beri Güneydoğu Anadolu Bölge'sinde yetiştirilmektedir. Ülkemizde antepfıstığı üretimi, doğal olarak kendiliğinden yetişen ya da kültüre alınmış çeşitlere anaç olarak kullanılan antepfıstığı, buttum (*Pistacia khinjuk* Stocks), menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) ve Atlantik sakızı (*Pistacia atlantica* Desf.) türlerinden alınan çöğürlerin dikilmesi veya tohumlardan elde edilen çöğürlerin ya da doğada bulunan bu türlerin yabanilerinin aşılması ile gerçekleştirilmektedir. Bu yabani ağaçlar arasında yer alan menengiç, Akdeniz iklimine sahip (Hatay, Mersin ve Antalya) bölgelerden, kurak ve az yağış alan kara iklimine sahip bölgelere kadar her yerde yetişebilmektedir. Antepfıstığı yabanilerinden, buttum, Doğu ve Güneydoğu Anadolu (Siirt, Hakkâri, Bitlis, Şırnak) ve Atlantik sakızı ise özellikle Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgelerinde görülmektedir (Kuru ve Özsabuncuoğlu, 1990).

Dünyada antepfıstığı üretimi yapılan ülkeler dikkate alındığında Amerika Birleşik Devletleri, İran, Türkiye, Çin ve Suriye'nin ön planda olduğu görülmektedir. Ülkelere

göre dağılımları incelendiğinde %42'lik üretim ile ABD ilk sırada yer alırken, bunu %26 ile Türkiye, %17 ile İran ve %10 ile Çin izlemektedir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Dünya antepfıstığı üretimi (ton) (FAO, 2020)

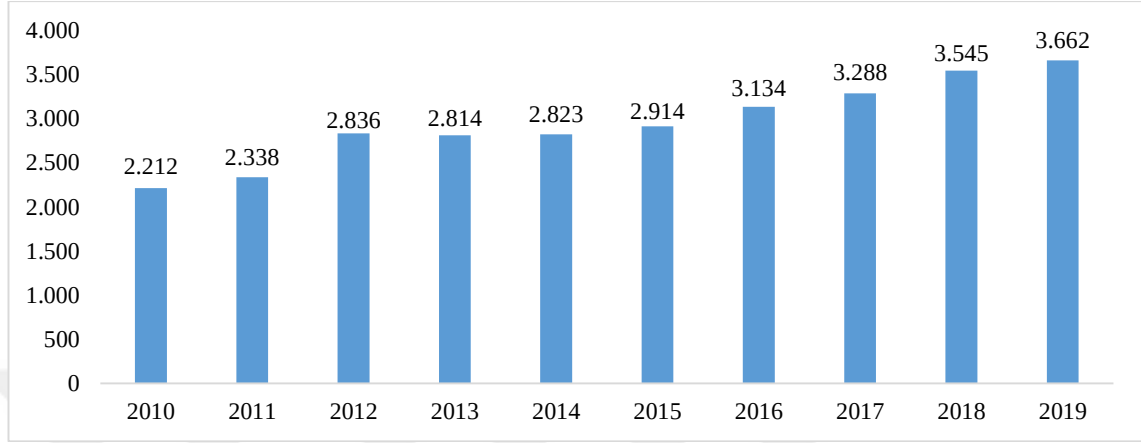
Dünyada antepfıstığı üretimi esas alındığında (FAO, 2020), ortalama 474.004 ton ile ABD birinci sırada yer alırken, bunu 296.376 ton ortalama ile Türkiye ve 190.000 ton ortalama ile İran izlemiştir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Dünyada Antepfıstığı üretiminin yıllara göre dağılımı (ton)

Ülkeler	2016	2017	2018	2019	2020	Ortalama
ABD	406.115	271.936	447.696	331.538	474.004	386.257
Türkiye	170.000	78.000	240.000	85.000	296.376	173.875
İran	153.000	225.000	52.000	205.000	190.000	165.000
Çin	83.310	75.290	74.828	74.828	80.227	77.696
Suriye	56.833	28.800	28.800	28.800	69.403	49.688
Toplam	879.258	690.862	851.882	735.517	1.110.010	853.505

Ülkemizde antepfıstığı yetiştiriciliği hem üretim alanı hem de üretim miktarı açısından giderek artış göstermektedir. Son 10 yıl içerisinde antepfıstığı üretim alanı, 2.2 milyon dekaradan 3.7 milyon dekar alana yükselmiştir (Şekil 1.2.). Türkiye, kuru koşullarda gerçekleştirilen antepfıstığı yetiştiriciliği ile diğer ülkelerden önemli

farklılıklar arz etmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi 2019 yılı verilerine göre, 61.180 antepfıstığı işletmesinin toplam üretim alanının %6.8'inde sulama yaptığı kaydedilmiştir.



Şekil 1.2. Türkiye’de son 10 yıldaki antepfıstığı üretim alanı (bin dekar, TÜİK, 2021)

Antepfıstığının iklim isteklerini karşılayan ve tarihsel olarak en önemli antepfıstığı üretim bölgesi olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Türkiye üretiminin yaklaşık olarak %96’sı karşılanmaktadır. Ülkemizde son dört yıl içinde antepfıstığı üretiminin illere göre durumları incelendiğinde, en yüksek artış %203 ile Batman’da gerçekleşirken, bunu %117 ile Mardin ve %107 ile Mersin illeri izlemiştir (TÜİK, 2021). Diyarbakır ve Şırnak illerinde de son yıllarda antepfıstığı yetiştiriciliğinin yaygınlaştığı görülmektedir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Türkiye’de illere göre antepfıstığı üretim alanı (dekar) ve ürün artış oranları (%)

İller	2016	2017	2018	2019	Artış %
Şanlıurfa	1.129.895	1.253.983	1.392.160	1.411.482	24.9
Gaziantep	1.335.385	1.363.473	1.363.473	1.393.759	4.4
Siirt	198.950	188.073	282.071	285.206	43.4
Adıyaman	261.298	258.092	263.928	269.609	3.2
Kahramanmaraş	66.603	67.990	75.289	82.853	24.4
Batman	24.755	37.983	44.793	75.122	203.5
Kilis	64.677	63.355	64.829	67.921	5.0
Mardin	10.029	10.689	14.874	21.838	117.7

Çizelge 1.2. (Devam) Türkiye'de illere göre antepfıstığı üretim alanı (dekar) ve ürün artış oranları (%)

İller	2016	2017	2018	2019	Artış %
Mersin	5.224	5.094	5.913	10.833	107,4
Manisa	10.185	9.963	9.478	10.411	2,2
Diyarbakır	4.603	5.676	5.083	8.464	83,9
İzmir	6.850	6.695	6.224	6.789	-0,9
Şırnak	2.575	4.052	4.869	5.069	96,9
Çanakkale	4.726	4.625	4.325	4.732	0,1
Aydın	2.805	2.672	2.333	2.540	-9,4
Kütahya	2.180	2.176	1.970	1.970	-9,6
Muğla	1.515	1.483	1.369	1.370	-9,6
Diğerleri (22 İl)	2.021	1.967	2.022	2.135	5,6
Toplam	3.134.276	3.288.041	3.545.003	3.662.103	16,8

Türkiye'de antepfıstığı üretiminde verim ve kalite, biyotik ve abiyotik faktörlerden sürekli olarak etkilenmektedir. Bunlar arasında hastalıklar, toprak tuzluluğu, kuraklık ve yüksek sıcaklık dalgalanmaları, her yıl kayda değer ürün kayıplarına yol açan en önemli faktörlerdir. Antepfıstığı yetiştiriciliğini ve ihracatı sınırlayan en önemli faktör, hastalık ve zararlılardan kaynaklanan ekonomik kayıplardır. Uluslararası Bitki Genetik Kaynaklar Enstitüsü (IPGRI), antepfıstığı yetiştiriciliğinde 96 fungal etmenin tespit edildiğini ve bunlardan 29'unun, yaprak, meyve ve kök hastalıklarına sebep olduğunu bildirmektedir (IPGRI, 1997). Antepfıstığı ağaçlarında gövde ve dal kanseri, dal, sürgün ve meyvelerde yanıklık, tomurcuk yanıklığı ve dallarda geriye doğru ölüm gibi belirtilere neden olan *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe* spp., *Diplodia mutila*, *Neoscytalidium* spp. gibi fungal patojenlerin ciddi verim kayıplarına ve ağaç kurumalarına neden olduğu tespit edilmiştir (Ma ve Michailides, 2002; Chen ve ark., 2002; Inderbitzin ve ark., 2010; Moral ve ark., 2010; Wunderlich ve ark., 2012; Chen ve ark., 2014; Kurt ve ark., 2019). ABD'de en yaygın olarak görülen hastalıkların, *Botryosphaeria dothidea* tarafından neden olunan Salkım ve sürgün yanıklığı, *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu *Verticillium solgunluğu*, *Alternaria* spp. tarafından neden olunan Alternaria geç yanıklık hastalığı ve *Botryotinia fuckeliana* (= *Botrytis cinerea*) tarafından oluşturulan çiçek ve sürgün yanıklığı hastalıklarının en yaygın ve en önemli hastalıklar olduğu bildirilmiştir (Michailides, 2007). Antepfıstığında kökboğazı ve kök çürüklüğü, kök kanseri, solma ve geriye doğru ölüm gibi belirtilere *Fusarium* spp. ve *Neocosmospora* spp. türlerinin

ekonomik olarak şiddetli kayıplara sebep olduğu belirtilmiştir (Triki ve ark., 2009; Crespo ve ark., 2019). Kaliforniya'da fıstık ağaçlarında toprak kökenli hastalık etmenleri arasında yer alan ve ağaçta kökboğazı ve kök çürüklüğünün yanı sıra sakızlanmaya sebep olan *Phytophthora niederhauserii*, *P. cinnamomi* ve *Phytophthora* taksonları hastalık etmenlerinin yanı sıra solgunluk ve ölümlere sebep olan *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. proliferatum* ve *Macrophomina phaseolina*'nın dokuları kolonize ederek ciddi verim kayıplarına sebep oldukları tespit edilmiştir (Nouri ve ark., 2017 & 2020; Fichtner ve ark. 2017). Ayrıca antepfıstığında geriye ölüme sebep olan bakteriyel *Xanthomonas translucens* hastalık etmeni (Facelli ve ark. 2002; 2005), bakteriyel kök-ur kanseri *Agrobacterium radiobacter*'in antepfıstığında yeni bir hastalık patojeni olduğu (Basavand ve ark. 2022) ifade edilmiştir.

Botryosphaerales (Dothideomycetes) takımı, birçok farklı konukçuda ortaya çıkan ve geniş bir küresel coğrafik dağılıma sahip filogenetik ve morfolojik olarak farklı çeşitli fungus topluluğunu içerir (Zhang ve ark. 2021). Bunlar, en yaygın olarak odunsu bitkilerde olmak üzere çok çeşitli belirtilerle ilişkili çok sayıda endofitik, saprofitik ve bitki patojeni türleri içerirler. Bunlar hem gymnospermelerde hem de anjiyospermelerde patojen veya saprofit olarak bulunurlar ve esas olarak odunsu bitkilerin gövde ve dallarında meydana gelirler (Phillips ve ark. 2013). Bazı türler, konukçu bitkilerinin strese maruz kalması sonucu belirgin hale gelen genellikle asemptomatik endofitler olarak ortaya çıkarlar (Slippers ve Wingfield, 2007). İlginç bir şekilde, bazı türlerin insanlarda fırsatçı enfeksiyonlara neden olduğu veya deniz ortamlarında deniz otlarından izole edildiği bilinmektedir (Sakayaroj ve ark. 2010). Bu takım üzerinde çok genli morfolojik verilerle birlikte ITS, tef1, tub2, LSU ve rpb2 lokuslarını kullanarak filogenetik analizler gerçekleştirilmiştir (Zhang ve ark. 2021). Bu verilere dayanarak, 58 tür sinonime indirgenmiş ve sekiz yeni tür (*Diplodia afrocarpi* (*Afrocarpus*, Güney Afrika), *Dothiorella diospyricola* (*Diospyros*, Güney Afrika), *Lasiodiplodia acaciae* (*Acacia*, Endonezya), *Neofusicoccum podocarpi* (*Podocarpus*, Güney Afrika), *N. rapanea* (*Rapanea*, Güney Afrika), *Phaeobotryon ulmi* (*Ulmus*, Almanya), *Saccharata grevilleae* (*Grevillea*, Avustralya) ve *S. hakeiphila* (*Hakea*, Avustralya) isimleri ile tanımlanmıştır. Ayrıca, takım içerisindeki taksonlar hakkında gelecekteki çalışmalar için daha derinlemesine sağlam bir temel sağlarlar. Bununla birlikte tef1, tub2 ve rpb2 genlerinin dizilerinin, en güvenilir belirteçler olduğu kanıtlanmıştır. Buna ek olarak tür düzeyinde

sonuçlar, en bilgilendirici genlerin tutarsız olduğunu, ancak 4 aday barkodun (ITS, tef1, tub2 ve rpb2) bir kombinasyonunun güvenilir znrlk sağladığını göstermiştir.

Son yıllarda Güneydoğu Anadolu Bölgesinde antepfıştığı yetiştiriciliği yapılan alanlarda yağış miktarlarının fazla ve düzensiz olduğu yıllarda ciddi kurumalar meydana gelmektedir. Ağaç lmleri ve verim kayıpları ile sonuçlanan bu sorunlar, üreticiler açısından ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bölgede Gaziantep ve şanlıurfa illerinde 20 yılı aşkın bir süredir devam eden bu kurumalar (Sarpkaya ve ark. 2014), son 5 yıldır Batman ve Siirt illerinde yaygınlaşmaya başlayınca üreticiler, Bakanlık araştırma kuruluşları ve uzmanların dikkatini yoğun bir şekilde çekmeye başlamıştır. Gelineen nokta itibariyle son yıllarda ABD, Çin, İran ve dünyanın diğer antepfıştığı üreticisi ülkelerde antepfıştığı ağaçlarında zamk akıntısı, geriye doğru ölüm, solgunluk ve diğer kök hastalıkları ile ilişkili kaydedilen en yaygın fungal patojenler gözden geçirildiğinde birçok yeni türün varlığı göze çarpmaktadır.

Antepfıştığı ağaçlarında abiyotik faktörlerden kaynaklı sorunlardan farklı olarak dal, sürgün, yaprak, iek, meyve yanıklık ve kurumaları şeklinde görülen hastalık belirtilerinin etiyolojisinin ve söz konusu hastalığın fungal patojenlerinin ileri teknolojileri kullanarak tür seviyesinde son taksonomisi üzerinden tanımlanması ve patojen türlerin doğru tanısı doğrultusunda hastalık biyolojisini ve mücadele yöntemlerini ortaya koymak, tüm dünyanın benimsediği birincil yaklaşımdır. Bu hastalık etmenlerinin doğru tanısının yapılmaması neticesinde başvurulan mücadele, taktik ve stratejileri, etkisiz veya yetersiz düzeyde kalmaktadır. Ülkemizde başta Siirt ve Batman illeri olmak üzere Türkiye'nin antepfıştığı yetiştiriciliğinin yoğun olarak gerçekleştirildiği Güneydoğu Anadolu Bölgesinde solgunluk, geriye doğru ölüm ve kanser konusunda son yıllarda kapsamlı ve doyurucu bir çalışmanın yapılmamış olması, bu alanda önemli bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır. Bu noktada, hastalıklardan kaynaklı kurumaların önüne geçilemediği gibi başarısız uygulamalardan dolayı, her geçen yıl farklı düzeylerde hastalıkların ortaya çıkmasına zemin hazırlanmaktadır. Bu nedenle bu alışma, Batman ve Siirt İllerinde görülen antepfıştığı üretim alanlarında görülen fungal kökenli kurumaların etiyolojisi, etmenlerinin tanılanması, yaygınlıkları ve bunlarla mücadele olanaklarının belirlenmesi amacıyla yrtlmştr.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Michailides (1991), Kaliforniya'da antepfıstığı ağaçlarında *Botryosphaeria dothidea*'nin neden olduğu salkım ve sürgün yanıklığı hastalığını ilk kez bildirmiştir. Araştırmacı, söz konusu hastalığın kuzeydeki şehirlerde yaygın olduğunu, ilkbaharın ilk aylarında, salkım ve sürgün yanıklığı belirtilerinin, önceki yılın yaz ve sonbahar mevsimlerinde enfekte olan tomurcuklarda patojenin devam eden aktivitesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Morgan ve ark. (1992), Kaliforniya'da antepfıstığı ağaçlarında yapılan çalışmalarda 0-4 skala değerleri kullanılarak gözlemlenen sonuca göre fungal hastalık etmeni *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu *Verticillium* solgunluğunun, Pioner Gold çeşidinde %73, Standart Atlantica çeşidinde %97 oranında hastalığa sebep olan ve en yaygın görülen hastalık olduğunu bildirmişlerdir.

MacDonald ve ark. (1992), Kaliforniya'da antepfıstığı bulunan bölgelerde bulunan kanser hastalıklarının tarihsel olarak *Phytophthora* spp. ile ilişkili olduğunu kaydetmişlerdir.

Michailides (1995), antepfıstığı ağaçlarında kök hastalıklarının üretim yapılan ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte, tüm bitkilerde olduğu gibi en önemli hastalık grubunu oluşturduklarını ve ABD'de, *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu solgunluğu, ana hastalık olarak bildirmiştir.

Satıl (1995), antepfıstığı yetiştiriciliğinin yoğun olarak gerçekleştiği Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, fidan dikim teknikleri, gübreleme, sulama, budama gibi bakım işlemlerinin yanı sıra hastalık ve zararlılar ile mücadele işlemleri sırasında uygulanan üretici hatalarının oldukça fazla olduğunu ve bu durumun hastalıkların oluşumuna ve dolayısıyla antepfıstığı veriminin düşmesine, kalitenin azalmasına sebep olduğunu belirtmiştir.

Tatlı (1996), Şanlıurfa ilinin antepfıstığı üretim alanlarında görülen fungal hastalık etmenleri ile bunların yaygınlık ve yakalanma oranlarını belirlemek amacıyla Merkez, Birecik, Bozova, Halfeti ve Suruç ilçelerinde sürveyler yürütmüştür. Bir üretim dönemi boyunca 3800 ağaçta örnekleme yapan araştırmacı, hastalıklı bitki örneklerinden yaptığı makroskobik ve mikroskobik incelemeler sonucunda karazenk (*Septoria pistacina* Ali.), meyve ve salkım yanıklığı (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), meyve çürüklüğü (*Aspergillus niger* Link., *Penicillium* sp.), solgunluk (*Fusarium moniliforme* Sheld.) ve

pas (*Uromyces terebinthi* (D.C.) Wint.) hastalıklarını tespit etmiştir. Bu hastalıkların yaygınlık oranlarını, sırasıyla, %93.86, 76.94, 100.00, 6.66 ve 55.55; hastalık oranları ise aynı sıraya göre, %28.44, 19.87, 18.46, 1.00 ve 3.24 olarak belirlemiştir. Yapılan patojenisite denemeleri sonucunda; *S. pistacina*, *U. terebinthi*, *A. alternata*, *A. niger*, *Penicillium sp.* ve *F. moniliforme* funguslarının virulent olduğunu bildirmiştir.

Swart ve Blodgett (1998), Güney Afrika'da yer alan Northern Cape şehrinde yaklaşık 2 yaşında olan *Pistacia atlantica* ve *P. integerrima* anaçları üzerine kurulmuş olan antepfıstığı bahçelerindeki hastalıklı gövdelerden alınan kesitlerinden alınan örneklerin izolasyonu sonucunda *Fusarium spp.* (%44), *Botryosphaeria dothidea* (%23), *Cytospora spp.* (%19) ve bazı sporlanma göstermeyen fungus türleri (%11) elde etmişlerdir. Bu çalışma, *B. dothidea*'nın Güney Afrika'da antepfıstığı ağaçlarında kanser patojen olduğuna ilişkin ilk raporudur.

Eskalen ve ark. (2001), Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yer alan antepfıstığı ağaçlarında görülen fungal hastalıklar üzerinde yaptıkları çalışmada, Septoria yaprak lekesi hastalığı etmenin *S. pistaciarum* Carac. (=Mycosphaerella *pistaciarum* Chit.) olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte etmen fungusun, kışı yere düşen yapraklarda pseudotesyumlar halinde geçirdiğini ve ilkbaharda ilk enfeksiyonların, bu fungusun ürettiği eşeyli askosporlar tarafından gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir.

Ash ve Lanoiselet (2001), Güney Galler'de yetiştirilen antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) yapraklarından ve meyvelerinin dış kabuklarında *Colletotrichum acutatum* fungusunu tespit etmişlerdir. Fungusun antepfıstığı yaprakları ve kabuklarını kullanarak yapılan patojenisite testi sonrasında bitkide ortaya çıkan belirtilerin, bahçede görülen belirtiler ile aynı olması nedeniyle patojen olarak ilk kez bildirilmiştir.

Ma ve ark. (2001), su potansiyelinin *Botryosphaeria dothidea*'nın spor çimlenmesi, çimlenme tüpünün uzaması ve miselyal gelişimi ile bu fungusun antepfıstığında neden olduğu yanıklık hastalığının enfeksiyonu üzerine etkilerini laboratuvar ve sera koşullarında araştırmışlardır. Sonuç olarak, *in vitro* koşullarda patojenin spor çimlenmesi, çim tübü uzunluğu ve miselyal gelişiminin, su potansiyelinin 0'dan -2 MPa'ya doğru düştükçe arttığını fakat -2 MPa altında ise azaldığını bildirmişlerdir.

Facelli ve ark. (2002), Avustralya'da antepfıstığında ölümlere sebep olan *Xanthomonas* bakterilerinin antepfıstığı ile ilişkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak; dört

farklı bahçedeki on farklı ağaçtan alınan örneklerin izolasyonu sonucunda *Xanthomonas* cinsine ait bakteri türleri ve patojenik funguslar tespit edilmiştir.

Ma ve ark. (2002), Kaliforniya'da antepfıstığına *Botryosphaeria* yanıklığı ve kanser hastalığına yol açan *Botryosphaeria dothidea* fungusunun, tebuconazole aktif maddeli fungisite karşı duyarlılığını araştırmışlardır. 1999-2000 yıllarında toplanan 105 adet *B. dothidea* izolatına karşı uygulanan tebuconazole fungisitinin EC₅₀ (%50 etkin konsantrasyon) değeri, 0.019-0.159 µg/ml arasında değişmekte olup ortalama EC₅₀ değeri, 0.080 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Bunun dışında 2000 yılında, 4 yıl boyunca tebuconazole uygulaması yapılan bir fıstık bahçesinden toplanan 277 izolatın EC₅₀ değeri, 0.099 µg/ml olarak bulunmuştur. Ayrıca 4 yıl boyunca ilaç uygulaması yapılan araziden elde edilen PB22 izolatının EC₅₀ değeri, 0.291 µg/ml olup, bunun diğer toplam 381 izolatın EC₅₀ değerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Fani ve ark. (2006), İran'da 2002-2003 yılları arasında farklı mevsimlerde, farklı yaşlara ait antepfıstığı ağaçlarının bulunduğu bahçelerden izolasyon çalışmaları yapmışlardır. Hastalık ile enfekteli olan antepfıstığı ağaçlarının kökboğazı etrafında bulunan suya doymuş topraklara narenciye yaprakları yerleştirilerek fungal türler izole edilmiş ve PARPH besiyerinde gelişimleri sağlanmıştır. Bazı fungal izolatlar ise hastalık ile bulaşık olan antepfıstığı ağaçlarının kök ve kökboğazı bölgelerinden doğrudan alınarak PARPH besiyerinde geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda toplam 18 farklı *Phytophthora* cinsine ait izolatlar tespit edilmiştir. Elde edilen *Phytophthora pistaciae* sp. nov. ve *Phytophthora nicotianae* etmenlerinin patojenisite testi için olgunlaşmamış armut ve elma meyvelerine, fıstık dalları ve kök bölgelerine inokulasyonu sonucunda bunların patojen oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışma, Sistan ve Belucistan Eyaleti'ndeki antepfıstığı ağaçlarında kök ve kökboğazı çürüklüğüne sebep olan *Phytophthora* cinsine ait etmenler için ilk rapordur.

Haggag (2006), Mısır-Rhafah bölgesinde, 8 yaşındaki fıstık ağaçlarının yaklaşık %60'ında yaprak lekeleri tespit etmiş ve yürüttüğü detaylı çalışmada hastalık etmenin *S. pistaciae* olduğunu belirleyerek, bunu Mısır'da ilk rapor olarak yayınlamıştır.

Mohammadi ve ark. (2006), İran'da *Verticillium* solgunluğunun yaygınlığını araştırmak için Kerman, Semnan ve Horasan illerinde antepfıstığı ağaçlarından örnekler alarak, sınırlı miktarda *Verticillium dahliae* etmeni izole etmişlerdir. Fosfor ve potasyum eksikliği görülen topraklarda *Verticillium* solgunluğun daha yüksek olduğunu, elektriksel

iletkenliğin önemli bir faktör olmadığını ve toprak pH değerlerinin 7,3 ile 8,6 arasında olan yerlerde hastalığın daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Mohammadi ve ark. (2007), İran'da antepfıstığı bahçelerinde toprak tuzluluğunun *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu solgunluk hastalığı ile duyarlılığını sera koşullarında denemiştir. Yapılan çalışma sonucunda, toprakta bulunan NaCl seviyesi artarken, sürgün ve köklerde bulunan Na, K ve Cl birikimi de artış göstermiştir. Sarakhs çeşidinin sürgün ve köklerinde daha yüksek iyon konsantrasyonları tespit edilirken, Sarakhs ve Qazvini çeşitlerinin tuzluluk için duyarlılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Facelli ve ark. (2009), Avustralya'da antepfıstığında geriye doğru ölüme sebep olan bakteriyel etmen *Xanthomonas translucens*'in ağaçların ksilemlerinde renk değişimi meydana getirdiği, gövde ve dallarda aşırı şekilde reçine şeklinde zamk benzeri ekzudat salgıladığını bildirmişlerdir.

Güldür ve ark. (2009), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2008 yılında antepfıstığı ağaçlarında görülen hastalıkları tespit etmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda antepfıstığı ağaçlarında; septorya yaprak lekesi (*Septoria pistacina*), *Verticillium solgunluğu* (*Verticillium dahliae*), meyve ve salkım yanıklığı (*Alternaria alternata*), siyah küf (*Aspergillus niger*), *Fusarium solgunluğu* (*Fusarium moniliforme*), pas hastalığı (*Uromyces terebinthi*) patojen türleri tespit edilmiştir. *Septoria pistacina*'nın sebep olduğu yaprak lekesi hastalığı antepfıstığı yetiştirilen neredeyse tüm bölgelerde gözlemlenmiştir. *Verticillium dahliae*'nin sebep olduğu solgunluk hastalığı genç veya tamamen gelişmiş antepfıstığı ağaçlarının yeni sürgünlerinde tespit edilmiştir.

Moral ve ark. (2010), *Botryosphaeriaceae* familyasına bağlı olan türlerin, birçok odunsu bitkide geriye doğru ölüm ve meyve çürüklüğüne neden olan yaygın patojenler olduklarını ifade etmişlerdir. Bu türlerden *Neofusicoccum mediterraneum*, zeytin ile birlikte antepfıstığında dallarda geriye doğru ölüme yol açtıklarını ve söz konusu konukçular için patojenin ilk kez kaydedildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, zeytin dışındaki ancak zeytin ağaçlarının yakınında yetişen konukçu bitkilerden Bot izolatları toplanarak, bu konukçuların aynı Bot patojenlerini paylaşp paylaşmadığı araştırılmıştır. İspanya'da zeytin ve antepfıstığı ağaçlarının birlikte yetiştirildiği bahçelerde antepfıstığı ağaçları, *Botryosphaeria* salkım ve sürgün yanıklığından şiddetli düzeyde etkilenirken zeytin ağaçlarının söz konusu hastalıktan daha az etkilendiği bildirilmiştir. İspanya ve Kaliforniya'da zeytin ve fıstık arasındaki *N. mediterraneum*'un çapraz

enfeksiyon potansiyeli, bu patojenler tarafından zeytin enfeksiyonu için inokulum kaynaklarının etraftaki diğer kaynaklardan veya tersinden gelebileceğini düşündürmektedir.

Göre ve ark. (2010), Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu coğrafik bölgelerinde yetiştirilen sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* var. *chia*) bitkisinin ekonomik önemini vurgulamakta ve son zamanlarda Batı Anadolu'nun sahil bölgelerinde bu türlerde sürgün ve dallarda geriye doğru ölüm, odun dokusunda renklenme ile birlikte kabukta nekrotik lezyonlar ve kanser oluşumlarına dikkate çekmektedir. Araştırmacılar, bu alanlardaki hastalıklı sakız fidanları ve İzmir'deki fidanlıklardaki bitkilerde gözlenen küçük nekrotik lezyonlardan *Pestalotiopsis guepinii* fungusunu izole etmişlerdir. Sakız fidanlarının sürgünlerini kullanarak yapılan patojenisite testi sonucunda bu fungal etmenin patojen olduğu ve bunun Türkiye için ilk kayıt olduğunu bildirmişlerdir.

Triki ve ark. (2011), Tunus'ta antepfıstığı ağaçlarında kök çürüklüğüne sebep olan fungal hastalık etmeni olarak *Fusarium solani* türünü izole etmişlerdir. Hastalıklı antepfıstığı ağaçlarının köklerinden alınan doku örnekleri dezenfekte edilerek PDA besi yerinde 3 gün boyunca inkübe edilmiştir. Gelişen fungal kolonilerin morfolojik gelişimlerinin karakterizasyonu sonucunda; kirli beyaz renkte miselyal bir gelişim ve 3 bölmeli makrokonidilerin varlığı tespit edilmiştir. Bu çalışma Tunus'ta antepfıstığı ağaçlarında kök çürüklüğüne sebep olan *Fusarium solani* etmeninin ilk raporudur.

Pitt ve ark. (2012), Avustralya'da bağlarda *Botryosphaeria* kanseri olarak bilinen ve asmalarda (*Vitis vinifera*) geriye doğru ölüme sebep olan patojenlere karşı *in vitro* laboratuvar ve bahçe koşullarında hastalık kontrolü için fungusitlerin etkinlikleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla, *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum parvum*, *Diplodia seriata* ve *Lasiodiplodia theobromae* olmak üzere 4 farklı fungal türün fungusitlere karşı duyarlılıkları araştırılmıştır. *In vitro* koşullarda EC₅₀ değerleri <1.0 mg/L olan fludioxonil, carbendazim, fluazinam, tebuconazole, flusilazole, penconazole, procymidone, iprodione, myclobutanil ve pyraclostrobin etken maddeler, en etkili fungusitler olarak bildirilmiştir. Arazi denemelerinde ise yeni kesilen budama yaralarına uygulanmış olan carbendazim, fluazinam, tebuconazole, cyproconazole + iodocarb ve ACTS (ağaç yara örtücü – macun) en etkili maddeler olduğu ve *D. seriata*'nın gelişimini, %41-65 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Wunderlich ve ark. (2012), Avustralya'da ortalama 20-26 yaşındaki antepfıstığı ağaçlarından alınan bitki örnekleri üzerinde yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda siyah piknitlerin varlığını tespit etmişlerdir. Daha sonra yapılan moleküler tanı sonucunda bu fungusun; *Botryosphaericeae* familyasına ait *Botryosphaeria dothidea* türü olduğu ilk kez kaydedilmiştir.

Chen ve ark. (2014), antepfıstığında *Botryosphaeria* sürgün ve salkım yanıklığının Kaliforniya'da son 20 yılın fıstık endüstrisindeki en büyük tehdit olduğunu tespit etmişlerdir. Sörvey yapılan 18 ilçeden toplanan 304 izolatin ITS, Tef-1 α , β -tubulin primerlerini kullanılarak yapılan moleküler tanısı sonucunda; *Botryosphaeria*'nın sekiz türü (*Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata*, *Dothiorella iberica*, *Dot. sarmentorum*, *Lasiodiplodia citricola*, *L. gilanensis*, *Neofusicoccum mediterraneum* ve *Neof. vitifusiforme* ile *Diaporthe*'nin bir türü (*Diaporthe chamaeropsis*) tespit edilmiştir. Ayrıca *Botryosphaeriaceae* familyasından izolatların %86'sı, örnekleme yapılan tüm ilçelerde yaygın olan *Neof. mediterraneum* olarak tanımlanmıştır. Kerman ve Peters fıstık çeşitlerini kullanarak yapılan patojenisite denemeleri sonucunda, söz konusu türlerin tümünün konukçu bitkilere virulent oldukları ve bunlar içerisinde *Lasiodiplodia citricola* ve *L. gilanensis* türleri en virulent olarak bulunurken, bunları *Neof. mediterraneum* türü izlemiştir.

Sarpkaya ve ark. (2014), ülkemizden farklı olarak antepfıstığı üretimi İran ve ABD'de sulu koşullarda yapıldığından kök hastalıklarının yaygın olarak görüldüğünü, ülkemizde ise yeni kurulan antepfıstığı bahçelerinde bu hastalıklarda önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir. Gaziantep ve ilçelerinde toplam 40 bahçede yürütülen sörveyler sonucunda, en yüksek hastalık oranının %16.18 ile Şehitkâmil ilçesinde görüldüğü, en düşük hastalık yaygınlığının %3.94 ile Yavuzeli ilçesinde olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte Gaziantep ili geneli dikkate alındığında hastalık şiddetinin %0.67-28.75 arasında değişiklik gösterdiğini, ayrıca patojen olarak tespit edilen 44 izolattan 20'sinin *Fusarium* türlerinin oluşturduğunu ve bunların da 9'unun *F. oxysporum* olduğunu bildirmişlerdir.

Chen ve ark. (2015), dünya çapında antepfıstığı ağaçlarında patojen türlere sahip olan *Botryosphaeria*'nın çeşitli türlerinin ABD ve Yunanistan'da salkım ve sürgünlerde yanıklıklara, yaprak dökülmesine, meyvelerde çürümelere sebep olduğunu ve bu belirtileri gösteren antepfıstığı bahçelerinden örnek toplamışlardır. ITS, tef 1- α (TEF1)

ve β -tubulin (TUB2) genlerini kullanarak DNA dizisi verilerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, ABD'de *Lasioidiplodia americana* sp. nov. Türü ve Yunanistan'da ise *Neofusicoccum hellenicum* sp. nov. türlerini tespit etmişlerdir.

Mohammadi ve ark. (2015a), İran'da 2011-2013 yılları arasında antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ve yabani antepfıstığı (*P. atlantica* Desf. subsp. *mutica*) ağaçlarında ortaya çıkan gövde hastalıklarının belirlenmesi için araştırma yapmışlardır. Ağaçların enine kesitlerinden elde edilen renk değişimleri, yaprak dökümü ve kurumaların görüldüğü hastalıklı ağaçlardan örnekler toplanmıştır. Elde edilen hastalık izolatlarının moleküler çalışmaları için cinsi türleri için ITS ve TEF-1 α geni ve *Phaeoacremonium* cinsi türler için β -tubulin geni DNA dizi verilerini kullanılarak karşılaştırma yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda; sırasıyla en baskın türden en düşüğüne doğru değerlendirildiğinde; *Phaeoacremonium aleophilum*, *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum parvum*, *Phaeoacremonium cinereum*, *P. viticola* ve *Dothiorella viticola* türleri olarak belirlenmiştir.

Mohammadi ve ark. (2015b), İran'ın Kirman ilinde yetiştiriciliği yapılan fıstık (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında salkım yanıklığı ile karakterize edilen bir hastalık tespit etmişlerdir. ITS primerlerini kullanarak yapılan moleküler karakterizasyon sonucunda elde edilen 5 izolatın, *Botryosphaeria dothidea* türü olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile İran'daki fıstık ağaçlarında *Botryosphaeria dothidea* türü ilk kez kayıt edilmiştir.

Dissanayake ve ark. (2016), *Botryosphaeriaceae* familyasının, endofitler, saprofitler ve bitki patojenlerini içerdiğini ve son zamanlarda bu familyada, bazı taksonomik değişiklikler yapıldığını belirtmişlerdir. 2013'ten beri *Botryosphaeriaceae* familyasında yer alan 23 cins ve 187 türü kapsamlı olarak ele alıp alfabetik olarak sıralamışlardır. Daha sonra eski tip izolatların taksonomik sınıflandırmadaki yeri, yeni konukçu kayıtları, türlerin coğrafi dağılımı ve en önemli cinslerin multilokus filogenetik ağaçları hakkında bilgi vermişlerdir.

Fichtner ve ark. (2016a), Kaliforniya'da antepfıstığı hibrit fidanında (*Pistacia integerrima* x *P. vera*) hızlı şekilde ölümler ve kök ve kökboğazı çürüklüğü belirtileri gözlemlenmiştir. Fidanların nekrotik dokularından yapılan izolasyon sonucunda *Phytophthora* kolonileri tespit etmişlerdir. Bu kolonilere ait DNA'lar, ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak çoğaltılmış ve sekans verileri GenBank veritabanında (GenBank

Erişim No: KT901800) 760-bp BLAST analizi ile karşılaştırılmış ve sonuç olarak, ABD'de ITS primer dizi ile *Phytophthora parsiana* (AY659737) ile %99 oranında benzerlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu alışmanın Kaliforniya'da antepfıstığı ağaçlarında *P. parsiana* ile ilgili ilk kayıt olduğu bildirilmiştir.

Fichtner ve ark. (2016b), Kaliforniya'da açık alanda 2 yaşındaki antepfıstığı anaçlarını kullanarak 25 saksıdan oluşan bir deneme kurmuşlardır. Çalışma sonucunda CMA-PARP seçici ortamına daldırılan UCB-1(*Pistacia atlantica* x *P. integerrima*) hibrit anacın köklerindeki l dokularda *Pythium* benzeri organizmalar tespit etmişlerdir. Fungal izolattan elde edilen DNA, ITS1 ve ITS4 primerleri kullanarak oğaltılmış ve sekans verileri GenBank veritabanında (GenBank Erişim No: KT901799) BLAST analizi ile karşılaştırılmış ve sonuç olarak, *Phytophythium helicoides* (HQ643382) ile %98 oranında benzerlik gösterdiğini tespit edilmiştir. Bu alışmanın Kaliforniya'da antepfıstığı ağaçlarında *P. helicoides* ile ilgili ilk kayıt olduğu bildirilmiştir.

Footohiyan ve ark. (2017) *Verticillium dahliae* 'nin neden olduğu solgunluk hastalığının, İran başta olmak üzere bölgedeki fıstık ağaçlarında en yıkıcı hastalıklardan birisi olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları alışma sonucunda biyolojik kontrol potansiyeli açısından *Trichoderma*'nın, açık arazi ve sera koşullarında çıkan sonuçlara göre etkili bir biyolojik kontrol ajanı olabileceğini bildirmişlerdir.

Tanrıöver (2017), Gaziantep'te antepfıstığı üretim alanlarında solgunluk ve kurumalara neden olan *Fusarium oxysporum* ile *Fusarium solani* etmenlerine karşı 7 fungusitin, *in vitro* etkinlik düzeylerini araştırmıştır. Bu fungusitlerden prothioconazole + spiroxamine etken maddelerini içeren bitki koruma ürününün, miselyal gelişim denemelerinde *F. oxysporum* izolatlarında 20 ppm'den itibaren, *F. solani*'de ise 100 ppm'den itibaren artan tüm dozlarda %100 etkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte fosforoz asit içeren fungusitin, tavsiye dozunun 2,5 katında her iki tür üzerinde düşük (%18.3 -33.3) oranlarda etkili bulunurken, metalaxyl-M + mancozeb etken maddeli preparatın, *F. solani* izolatında 100 ppm dozunda ve *F. oxysporum*'a karşı 500 ppm dozunda ise gelişmeyi %100 engellediği belirtilmiştir. Öte yandan promocarb + cymoxonail etken maddeli fungusit, *F. oxysporum* izolatları üzerinde herhangi bir etki göstermezken. *F. solani* izolatında en yüksek dozda (350 ppm) %55.04 oranında etkili olduğu saptanmıştır. Denemeye alınan tüm izolatların konidiyal çimlenme üzerinde

prothioconazole + spiroxamine ve captan etken madde içeren fungisitlerin, en düşük dozlarda bile %100 engelleme sağladığı tespit edilmiştir.

Heidarian ve ark. (2018) İran'ın 10 ilinde geriye doğru ölümlerin olduğu fıstık ağaçlarından 700 örnek almışlar ve bunlardan 23 fungus izolatını tanımlamışlardır. Yapılan analizlerde geriye doğru ölümlere neden olan etmenin *Paecilomyces formosus* olduğunu ve filogenetik analizlere göre *P. formosa*, *P. lecythidis* ve *P. maximus* türlerinden oluşan bir tür kompleksinin ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Moradi ve ark. (2018), İran'da, fıstık ağaçlarında *Phytophthora* kök kökboğazı çürüklüğü (gummosis olarak da bilinir) hastalığının her yıl önemli sayıda verimli ve verimsiz ağacı yok ettiğini bildirmişlerdir. Antepfıstığında sakızlanmanın kontrolünde etkili olan potansiyel biyokontrol ajanlarını belirlemek için Kirman ilinde yer alan 19 fıstık yetiştirme bölgesinden 200 toprak örneği toplanmıştır. *Phytophthora pistaciae*'ya karşı antagonist aktiviteye sahip 13 izolat, ikili kültür testi ile analiz edilmiştir. En yüksek inhibisyon, fenotipik özellikler, biyokimyasal ve fizyolojik testler ve ayrıca her bir izolat için 16S rRNA genomik bölgesinin dizi analizi sonucunda 3 izolat *Bacillus subtilis* olarak tanımlanmıştır. Sonuçta, 6 aylık fıstık fidanlarının *P. pistaciae* ile birlikte seçilen 3 *B. subtilis* izolatının inokulasyonu sonucunda ölüm oranlarını %80'e kadar azaltmıştır.

Mostowfizadeh-Ghalamfarsa ve ark. (2018), İran'da fıstık ağaçlarında sakızlanmaya neden olan *Phytophthora pistaciae*'nin kontrolüne yönelik olarak kalsiyum klorit ve kalsiyum sülfatın etkilerini, *in vitro* koşullarda katı ve sıvı ortamlarda ve fasulye ve 3 farklı fıstık çeşidi üzerinde araştırmışlardır. İlk bulgulara göre incelenen tuzların tüm konsantrasyonları (1.5, 4, 8 ve 15mM) misel gelişimini, miselyal kitlenin kuru ağırlığını ve patojenin sporangial üretimini zayıflatmıştır. Bununla birlikte kalsiyum klorür, sporangiumlar, anteridiumlar ve oogoniumlar'ın boyutunu ve hacmini azaltmıştır. Ayrıca kalsiyum sülfat sporangiumların boyutunu ve hacmini azaltmış, ancak oogoniumların hacmi üzerinde daha az etkisi olmuş ve anteridiumların boyutunu ve oosporların hacmini artırmıştır. Bu sonuçlara göre, *P. pistaciae* bulaşmış topraklara kalsiyum klorür uygulanmasının, ticari fıstık ağaçlarında *P. pistaciae*'nin neden olduğu sakızlanmanın kontrolü için kalsiyum sülfattan daha avantajlı olabileceği kanısına varılmıştır. Nouri ve ark. (2019), California'da San Joaquin Vadisi boyunca fıstık yetiştirilen alanlarda görülen kanser hastalıkları, kurumalar ve geriye doğru ölümlerin çoğunlukla 15 yaşından büyük ağaçlarda ortaya çıktığını gözlemlemişlerdir. Bu ağaçlardan alınan hastalıklı bitki

örneklerinden elde edilen 58 izolatın yapılan filogenetik (ITS, glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase, beta-tubulin, calmodulin, actin alpha 1 ve tef-1-alfa) analizleri sonucunda; 11 fungal tür (*Colletotrichum karsti*, *Cytospora californica*, *Cytospora joaquinensis*, *Cytospora parapistaciae*, *Cytospora pistaciae*, *Diaporthe ambigua*, *Didymella glomerata*, *Diplodia mutila*, *Neofusicoccum mediterraneum*, *Phaeoacremonium canadense* ve *Schizophyllum commune*) tanımlamışlardır. Kerman, Golden Hills ve Lost Hills fıstık çeşitlerinde yürütülen patojenisite denemesinde, bu fungal türlerin orta ile yüksek derecede virulent olduklarını, *N. mediterraneum* ve *Cytospora* spp. etmenlerinin ise kansere neden olan virulent türler olduğunu saptamışlardır.

Aiello ve ark. (2019), İtalya’da antepfıstığı üretim alanlarında yaptıkları çalışmada ağaçlarda geriye doğru ölüm ve kansere neden olan etmenlerin *Eutypa lata* ve *Cytospora pistaciae* olduklarını ilk kez kaydetmişlerdir.

Crespo ve ark. (2019), Kaliforniya’da yapılan saha çalışmaları sonucunda fıstık anaçlarında kök kanseri ve kökboğazı çürüklüğüne sebep olan hastalıkların araştırılması için çalışmalar yürütmüşlerdir. Hastalık belirtilerine sahip anaçlardan elde edilen izolatlar, 1- α ve RNA polimeraz II gen dizilimlerinin filogenetik analizleri sonucunda, *Fusarium equiseti*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *Neocosmospora falciformis* ve *N. solani* türleri olarak tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen 5 farklı türün patojenisite testi için Pioneer Gold I ve Berkeley I (UCBI) anaçlarının dallarına inokule etmişlerdir. Denemeye alınan 5 türün, antepfıstığı ağaçlarında damar renklerinde bozulma, gövdelerde çürüme ve renk değişikliğine sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Derviş ve ark. (2019), Türkiye’de antepfıstığı bahçelerinde kurumaya sebep olan etmenlerden biri olarak *Neoscytalidium dimidiatum*’un fıstık üretimi için önemli olduğunu ve genç ağaçlarda ölümlerin yanı sıra yaşlı ağaçlarda ekonomik ömrün azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kurt ve ark. (2019), Güneydoğu Anadolu Bölgesinde antepfıstığı bahçelerinde yaptıkları sörveylerde geriye doğru ölümlere neden olan fungal etmenin *Neoscytalidium novaehollandiae* olduğunu ilk kayıt olarak bildirmişlerdir.

Moral ve ark. (2019), *Botryosphaeriaceae* familyasına bağlı türlerin çok yıllık bitkilerde öldürücü zararlara ve verim kayıplarına neden olduğunu, bu türlerin Kaliforniya’da fıstık ağaçlarında salkım ve sürgün yanıklıklarına yol açtıklarını ifade

etmişlerdir. Antepfıstığı ve cevizde *Botryosphaeria* hastalıklarının sentetik fungusitlerle kontrol altına alınması, bu bölgede etkin bir yönetim stratejisi olarak benimsenmiştir. Hastalık ne olursa olsun, kültürel uygulamalar, bitki dayanıklılığının artırılması veya biyolojik kontrol gibi farklı yönetim uygulamalarını entegre etmek bir zorunluluk olarak belirtilmektedir. Kaliforniya fıstık ve ceviz bahçelerinde, sanitasyonlu budama ile QoI ve SDHI fungusitlerinin veya ön karışımlarının kullanımının kombinasyonu yüksek düzeyde hastalık kontrolü sağladığı belirtilmiştir.

Demiray ve Akçalı (2020), Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Mersin, Gaziantep ve Kilis illerinde yaptıkları çalışmada antepfıstığında, salkım ve sürgün yanıklık hastalığına neden olan etmenin morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanmış olan *Botryosphaeria dothidea* olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, sörvey çalışmaları sonucunda salkım ve sürgün yanıklık hastalığının en yüksek yaygınlık oranı ve hastalık şiddetini, sırasıyla %71.28 ve %2.90 ile Mersin ilinde tespit etmişlerdir.

Kurt ve ark. (2020), Hatay'ın İskenderun ilçesinde ceviz bahçelerinde yapılan çalışmalar sonucunda Türkiye'de ceviz yetiştiriciliği yapılan alanlarda *Botryosphaeria dothidea*'nin gövde kanserine sebep olduğunu ilk kayıt olarak bildirmişlerdir. Ayrıca bu hastalık etmenine karşı fluazinam (0.001-0.015 µg/ml), thiophanate-methyl (0.1-10.1 µg/ml), boscalid + pyraclostrobin (1.0-50.0 µg/ml), trifloxystrobin (0.5-50.0 µg/ml), kresoxim-methyl (0.1-50.0 µg/ml) ve tebuconazole (0.5-50.0 µg/ml) olmak üzere toplam 6 farklı konsantrasyona sahip fungusitin *in vitro* koşullarda etkinlikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, EC₅₀ değerlerini esas alarak en etkili olan fungusit fluazinam (0.002 µg/ml) olarak kaydedilmiş ve sırası ile thiophanate-methyl (0.275 µg/ml), tebuconazole (0.994 µg/ml), boscalid+pyraclostrobin (3.993 µg/ml) ve trifloxystrobin (4.262 µg/ml) olarak tespit edilmiştir. Kresoxim-methyl fungusitin ise en düşük antifungal etkinlik gösteren fungusitler arasında patojenin miselyal gelişimini %37.5 oranından en fazla engelleyen aktif madde olduğu bildirilmiştir.

Lopez-Moral ve ark. (2020), İspanya'da yeni kurulan fıstık üretim alanlarında hastalık belirtisi gösteren ağaçlardan *Botryosphaeriaceae* familyasına ait fungusları izole etmişlerdir. Bu fungal izolatlar, koloni, konidi morfolojisi, optimum büyüme sıcaklığı ve DNA dizi verilerinin (ITS, LSU, EF, TUB2 ve ACT genomik bölgeleri) karşılaştırılması ile karakterize edilmiştir. Kerman çeşidini kullanarak yapılan patojenisite testi sonucunda; *Botryosphaeria dothidea*, *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, *Neofusicoccum*

mediterraneum, *N. parvum*, *Diaporthe neotheicola*, *Diaporthe* sp., *Eutypa lata*, *Eutypa* sp., *Cytospora* sp. ve *Phaeoacremonium minimum* virulent olarak tespit edilmiştir.

Lichtemberg ve ark. (2020), Kaliforniya'nın Butte ilçesinde 35 yaşındaki ticari fıstık bahçesinde 8 fungusit programı ile 9 tekli ticari fungusitin yararlılığını belirlemek için araştırmalar yapmışlardır. Deneme, Kirman çeşidi ile tesadüf blokları deneme deseninde 5 tekrar ve 4 uygulamadan oluşmuştur. İlaç uygulamaları, Nisan ve Temmuz ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Hastalık, her bir ağaçta tesadüf 10 meyve salkımı arasında yanıklık belirtisi gösteren meyveleri sayarak kaydedilmiştir. Araştırma sonunda penthiopyrad + tebuconazole karışımı, *Botryosphaeria* kanserinin mücadelesinde en yüksek etkiyi göstermiştir. Metconazole, fenbuconazole ve *Streptomyces lydicus* gibi fungusitlere göre penthiopyrad'ın tekli veya tebuconazole veya azoxystrobin ile karışımları, aynı kimyasal grupların dönüşümlü kullanımlarına göre daha etkili sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Penthiopyrad'ın difenoconazole veya metconazole ile dönüşümlü kullanımının ise penthiopyrad + tebuconazole karışımına göre hastalık ile mücadelede daha düşük etkili olduğu kaydedilmiştir.

Sohrabi ve ark. (2020), İran'da 2008-2015 yılları arasında 43 fıstık bahçesinde belirti gösteren ağaçlardaki fungal patojenleri belirlemek için arazi sörveyleri gerçekleştirilmiştir. Yürütülen patojenisite testi sonucunda; *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata*, *Eutypella* sp. 2, *Eutypella citricola*, *Phaeoacremonium minimum*, *P. parasiticum* ve *P. viticola* türlerinin fıstık sürgünlerinde lezyonlara neden oldukları belirlenmiştir. Bu fungal türler içerisinde *Phaeoacremonium parasiticum*, fıstık ağaçlarında özellikle gövde hastalıkları etmenleri içerisinde en yaygın patojen olarak bildirilmiştir.

Aydın ve Ünal (2021), Siirt ilinde hastalıklı antepfıstığı fidanlarından izole edilmiş olan *Rhizoctonia* benzeri 7 izolatin, patojenisite ve anastomosis gruplarını belirlemişlerdir. Toplanan örnek antepfıstığı fidanlarının kökboğazında kahverengileşme ve bitkilerde kuruma görüldüğünü ve en virulent izolatin, %93.75 hastalık şiddeti ile Rs2 olduğunu kaydetmişlerdir. Antepfıstığı fidanlarının tamamen kurumasına neden olan bu izolatin anastomosis grubunun, *Rhizoctonia solani* AG-4 olduğunu ilk kayıt olarak bildirmişlerdir.

Bezerra ve ark. (2021), İspanya, İtalya, Yunanistan, Portekiz ve Malta olmak üzere 5 farklı Avrupa ülkesindeki turuncgil üretim alanlarından elde edilen isolatlar ile yapılan

moleküler ve morfolojik karakterizasyonlar sonucunda; *Botryosphaeriaceae* familyasına ait *Diplodia* spp., *Dothiorella* spp., *Lasiodiplodia* spp. ve *Neofusicoccum* spp. türleri tespit edilmiştir. En yaygın türler, *Neofusicoccum parvum* ve *Diplodia pseudoseriata* türleri olurken, *Dothiorella viticola* 5 ülkeden elde edilen örneklerin 4'ünde tespit edilmiştir. Ayrıca, *Diplodia pseudoseriata* ve *Diplodia olvarum* türleri, turunçgillerde ilk kayıt olarak bildirilmiştir.

Gusella ve ark. (2021), İtalya'da fıstık bahçelerinde yapılan arazi araştırmaları sonucunda sürgünlerde geriye doğru ölüm, kanser, meyvelerde ve yapraklarda hastalık lezyonlarını tespit etmişlerdir. Toplanan izolatların morfolojik ve moleküler olarak (ITS, tef1- α ve tub2 gen bölgeleri) karakterizasyonu sonucunda, *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum hellenicum* ve *N. mediterraneum* türleri tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda *N. hellenicum* türünün, İtalya'da ilk rapor olduğu bildirilmiştir.

Karlić ve ark. (2021), sarıçam (*Pinus sylvestris*) bitkisinin kabuk dokusundan elde ettikleri kimyasal (sulu ekstraktları) ve biyolojik (kabuktan izole edilen *Trichoderma* spp.) bileşenlerinin *Botryosphaeria dothidae*, *Dothiorella sarmentorum* ve *Neofusicoccum parvum* izolatlarının gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, 80°C ile 120 °C sıcaklık ve 7-9 arasındaki pH değerlerine sahip sulu ekstraktların, *B. dothidae* izolatının miselyal gelişimini, sırasıyla %39-44, *D. sarmentorum*'ın ise %53-60 oranında engellediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca sarıçam kabuklarından elde edilen üç farklı *Trichoderma* spp. izolatının *B. dothidae* türünün miselyal gelişimini, %67-85, *D. sarmentorum*'un %63-75 ve *N. parvum*'un gelişimini ise %55-62 oranlarında engellediği tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda sarıçam kabuğundan elde edilen ekstraktların ve *Trichoderma* türlerinin *in vitro* koşullarda *Botryosphaeriaceae* familyasına ait hastalık etmenlerine karşı çevre dostu mücadele yöntemi olarak kullanılabileceği tavsiye edilmiştir.

Martínez-Diz ve ark. (2021), asmada *Botryosphaeria* geriye doğru ölüm ve esca kanserine sebep olan *Diplodia seriata* ve *Phaeomoniella chlamydospora* fungal etmenlerine karşı pyraclostrobin + boscalid + thiophanate methyl karışımı ve macun + tebuconazole formülasyonlu fungusitlerin yanı sıra biyolojik kontrol ajanı olan *Trichoderma atroviride* SC1 ve *T. atroviride* I-1237 izolatlarının etkinliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, uygulanan fungusitlerin, sırasıyla *D. seriata* türünde %44-95, *P. chlamydospora* türünde ise %46-67 oranında hastalığı kontrol altına aldığını ve en

etkili tedavi yönteminin pyraclostrobin+ boscalid + thiophanate-methyl karışımının olduğu bildirilmiştir.

Gusella ve ark. (2022), İtalya'nın güney Sicilya bölgesindeki fıstık üretim alanlarında *Botryosphaeriaceae* spp. ve *Leptosillia pistaciae*'nin başlıca kanser/çürüme patojenleri ve *Cytospora pistaciae* ve *Eutypa lata*'nın ise ikinci derecede önemli kanser patojenleri olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu bu patojenlere karşı bazı *Bacillus amyloliquefaciens* ırklarının yanısıra *Trichoderma asperellum*, *T. atroviride* ve *T. atroviride*'ye ait farklı biyolojik kontrol ajanlarının biyolojik kontrol potansiyelleri değerlendirilmiştir. İkili kültür testlerinin sonuçları, hem fungal hem de bakteriyel olmak üzere tüm biyolojik ürünlerin, *in vitro* koşullarda patojenlerin misel gelişimini engellediğini ortaya koymuştur. Kesilmiş sürgün testleri, *T. harzianum* T22 ile muamele edilen *Neofusicoccum hellenicum* ve *B. amyloliquefaciens* D747 ile tedavi edilen *Leptosillia pistaciae* dışında, biyokontrol ajanlarının enfeksiyonları azaltmada hiçbir etkisi olmadığını göstermiştir. Koparılmış meyve testlerinin sonuçları, *N. mediterraneum*'un neden olduğu lezyonları azaltmada tüm biyolojik ajanların %32.5-66.9'u arasında değişen bir etkinlik ortaya koymuştur.

Trouillas ve ark. (2022), son yıllarda Kaliforniya'da, önemli ağaç kayıplarının ortaya çıktığı birkaç meyve bahçesi tespit etmişlerdir. Bu alanda belirtiler, zayıf canlılığa sahip ağaçlar, yaprakların sararması ve solması, kökboğazı çürüklüğü ve gövdelerin alt kısmında bol miktarda sakızlanma şeklinde gözlenmiştir. Aşılı fıstık ağaçlarının anaçlarındaki kökboğazı çürüklüğü dokularından 37 *Phytophthora* benzeri izolat elde edilmiştir. Bu izolatlar, internal transcribed spacer rDNA, beta-tubulin ve mt cox1 dizi verilerini içeren multilokus filogeni aracılığıyla karakterize edilmiştir. Analiz sonucunda, azalan fıstık ağaçlarıyla ilişkili üç *Phytophthora* türünün (*P. niederhauserii*, *P. mediterranea* ve *Phytophthora* takson ceviz) tanımlandığı bildirilmiştir. Saksı koşullarında California Üniversitesi Berkeley I (UCBI) anaçlarında (klonal ve çekirdekli) yürütülen patojenisite çalışmaları, üç *Phytophthora* türünün de antepfistığında kökboğazı ve kök çürüklüğüne neden olabileceğini doğrulamıştır. Yakın zamanda dikimi yapılan fıstık bahçelerinde *Phytophthora* kökboğazı çürüklüğünün yaygın olarak görülmesi ve UCBI anaçlarının duyarlılığı, bu hastalığın Kaliforniya fıstık endüstrisi için ortaya çıkan yeni bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir. Bu araştırma, antepfistığının kökboğazı ve

kök çürüklüğüne neden olan etmenler olarak *P. niederhauserii*, *P. mediterranea* ve *Phytophthora* türlerini bildiren ilk çalışma olarak bildirilmiştir.

Sakçı ve ark. (2022a), Batman ilinin Binatlı köyünde yetiştiriciliği yapılan badem alanlarında kanser ve geriye doğru ölüme sebep olan *Neoscytalidium novaehollandiae*'nin morfolojik ve moleküler karakterizasyon çalışmaları sonucunda tespit edilmesi ve bazı fungusitlerin bu patojen türe karşı *in vitro* koşullarda etkinliği tespit edilmiştir. Ferragnes türü badem fidelerinde *N. novaehollandiae*'nin 5 izolatının patojenisite çalışması sonucunda AlNov79 izolatının en virulent etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. AlNov79 izolatına karşı 5 farklı fungusitin etkinliğinin sonucu sırası ile fluazinam (EC₅₀; 0.002 µl ml⁻¹), thiophanate-methyl (EC₅₀;0.3 µl ml⁻¹), tebuconazole (EC₅₀;0.4 µl ml⁻¹), boscalid + pyraclostrobin (EC₅₀;2.2 µl ml⁻¹). Trifloxystrobin (EC₅₀;19.5 µl ml⁻¹) etkili olduğu belirlenmiştir.

Sakçı ve Kurt., (2022), Batman ilinde antepfıstığı bahçelerinde yaptıkları sörveylerde kanser ve geriye doğru ölümlere neden *Diaporthe ambigua*'nın olduğunu ilk kayıt olarak bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Batman ve Siirt illerinde Siirt Çeşidi antepfıstığı üretim alanlarında fungal hastalık belirtisi gösteren kök, kök boğazı, gövde, sürgün ve dal gibi bitki kısımları oluşturmuştur. Arazi çalışmalarında, budama makası, kürek, kazma, saklama kapları gibi örneklerin alınmasında yardımcı olunan malzemelerden yararlanılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında, çeşitli cam ve plastik laboratuvar malzemeleri, besi ortamları ve moleküler çalışmalar için kullanılan sarf malzemeler ile ilaç denemelerinde kullanılan bitki koruma ürünleri (boscalid+pyraclostrobin, pyraclostrobin + fluxapyroxad, pyrimethanil + fluopyram), Petri kapları ve çeşitli laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır.

3.1.1. Deneme Alanı Özellikleri

Fungisitlerin biyoetkinlik deneme alanı, Batman İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Antepfıstığı Entegre Mücadele Programı kapsamında yer alan Batman İli Merkeze bağlı Kuyubaşı Köyü'nde kurulmuştur.

3.1.2. Deneme Alanı Toprak Özelliği

Fungisit denemelerinin kurulduğu bahçeden sonbaharda 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve bu alanın toprak yapısının fiziksel özellikleri ve kimyasal analiz sonuçları, Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü bahçe toprağının 0-30 cm derinlikteki bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Derinlik (cm)	0-30 cm	Alınabilir Fosfor(P) (ppm)	3 ppm
Bünye Dağılımı (%)	61 % Killi-tınlı	Değişebilir Potasyum (K) (ppm)	375 ppm
pH	7.88	Kalsiyum (Ca) (ppm)	11868 ppm
Kireç (%)	11.03-	Sodyum (ppm)	31 ppm
Organik Madde (%)	1.82	İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	186 $\mu\text{S cm}^{-1}$

Fungisitlerin biyoetkinlik denemelerinin yürütüldüğü lokasyon olarak belirlenen Kuyubaşı köyündeki deneme alanının toprak yapısı, organik madde bakımından düşük olup, tuzluluk sorunu olmayan killi-tınlı bünyeden oluşmaktadır. Toprak mineralleri bakımından yüksek oranda kil içermesinden dolayı yaz aylarında yüzeyden 70-80 cm derinliklere inen derin çatlaklar oluşmaktadır.

3.1.3. Deneme Alanına ilişkin İklim Özelliği

Batman ili ve çevresinde karasal iklim görülmektedir. Batman İline ait 2020 yılı iklim verileri (Çizelge 3.2.) ile uzun yıllar ortalaması (Çizelge 3.3.) Batman Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğünden alınarak aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.2. Batman İline ait 2020 yılı iklim verileri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	80.4	79.5	73.9	74.1	64.3	41.0	33.7	32.1
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	3.5	4.0	10.9	13.7	18.9	25.1	30.0	28.6
Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)	129.3	105.9	148.7	224.7	300.2	367.8	372.5	384.3
Aylık Toplam Yağış (mm= $\text{kg}\div\text{m}^2$)	53.1	111.9	159.1	95.1	85.9	0.0	0.5	0.0
OMGİ								

İlin yıllık ortalama sıcaklık değeri 16.5 °C olup, yörede yaz mevsimi mutlak olarak kurak ve çok sıcak geçmektedir. Batman Meteoroloji İstasyonu'nun 1959-2020 yıllarını kapsayan dönemdeki en sıcak ay ortalamaları 39.5 °C ile Temmuz ve 39.4°C ile Ağustos aylarına ait olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde hemen hemen hiç yağış kaydedilmeyip, uzun yıllar toplam yağış miktarına baktığımızda Temmuz ayında 1.7 mm ve Ağustos ayında 1.8 mm yağış düşmektedir.

Çizelge 3.3. Batman İli iklim verileri uzun yıllar ortalaması (1959-2020)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
1	2.5	7.7	-1.4	61.3	18.6	-24.0
2	4.5	10.6	0.0	66.2	24.6	-22.2
3	9.2	15.9	3.7	76.3	30.6	-17.0
4	14.3	21.6	7.8	75.5	35.8	-9.0
5	19.4	27.7	11.4	47.1	42.0	0.9
6	25.9	35.0	15.9	8.6	45.1	0.0
7	30.2	39.5	20.2	1.7	48.8	11.8
8	29.5	39.4	19.7	1.8	46.2	11.5
9	24.2	34.6	15.0	4.9	43.8	4.4
10	17.3	26.7	10.0	34.0	37.0	-3.0
11	9.6	17.0	4.1	53.8	28.6	-7.6
12	4.3	9.7	0.5	64.0	22.6	-23.0
Yıllık	15.9	23.8	8.9	495.2	48.8	-24.0

3.2. Yöntem

3.2.1. Hastalık Sörveyi

Antepfıstığı bahçelerinde kurumlara neden olan fungal etmenlerin belirlenmesi ve örneklenmesi amacıyla fıstık bahçelerinin bulunduğu Batman ve Siirt İllerinde 2020 yılının Mart ayı ile Kasım ayı arası vejetatif ve generatif dönemlerde, sörvey çalışmaları yürütülmüştür. Örnek alma işlemi, tesadüfi örnekleme yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Her bir fıstık bahçesindeki gözle görülebilir sararma, solgunluk, kuruma, akıntı, geriye doğru ölüm, yanıklık ve kanser gibi hastalık belirtileri gösteren ağaçlardan bitki örnekleri alındı. Plastik veya kâğıt torbalar içerisine konulmuş ve her bir örneğe ait olacak şekilde bahçenin GPS koordinatları, fıstık çeşidi, toprak tipi, sulama

şekli, yöney ve iklim özelliği, bitkinin yaşı ve fenolojik dönemi gibi önemli bilgiler kaydedilmiştir. Kayıt altına alınan bu örnekler, analiz için laboratuvara transfer edilmiştir.

Batman ve Siirt illerindeki fıstık üretim alanlarında yürütülen sorveyler kapsamında bölgedeki toplam meyve veren ile vermeyen ağaç sayısı ve bu alanlarda örnekleme yapılan bahçe sayısı Çizelge 3.4'te verilmiştir. Antepfıstığı üretim alanlarında inceleme, gözlem ve örneklemler Batman ilinde 100, Siirt ilinde ise 75 bahçede yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Batman ve Siirt illerine bağlı ilçelerde sorvey yapılan fıstık üretim alanları ve örnek alınan bahçe sayısı

Sörvey yapılan lokasyonlar	Meyve Veren Ağaç Sayısı	Meyve Vermeyen Ağaç Sayısı	Ağaç sayısı bakımından İlçelerin İldeki Payı (%)	Örnek Alınan Bahçe Sayısı
BATMAN	198.280	299.370	100	100
Merkez	5.635	44.943	10,16	20
Beşiri	153.943	180.517	67,24	62
Kozluk	22.591	4.176	5,37	4
Gercüş	14.472	53.526	13,66	13
Hasankeyf	871	4.353	1,04	-
Sason	768	11.855	2,53	1
SIİRT	5.318.953	2.491.642	100	75
Merkez	2.077.716	810.036	36,97	15
Baykan	441.515	175.508	7,89	21
Eruh	558.386	575.908	14,52	-
Kurtalan	33.763	32.400	0,84	27
Pervari	844.072	337.515	15,16	-
Tillo	649.286	270.012	11,76	12
Şirvan	714.215	290.263	12,86	-
Genel Toplam	5.517.233	2.791.012	100	175

Her iki üretim alanlarından alınan hastalıklı bitki örnekleri, laboratuvara getirilerek izolasyonları yapılmaya kadar + 4 °C’ de saklanmıştır.

3.2.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu

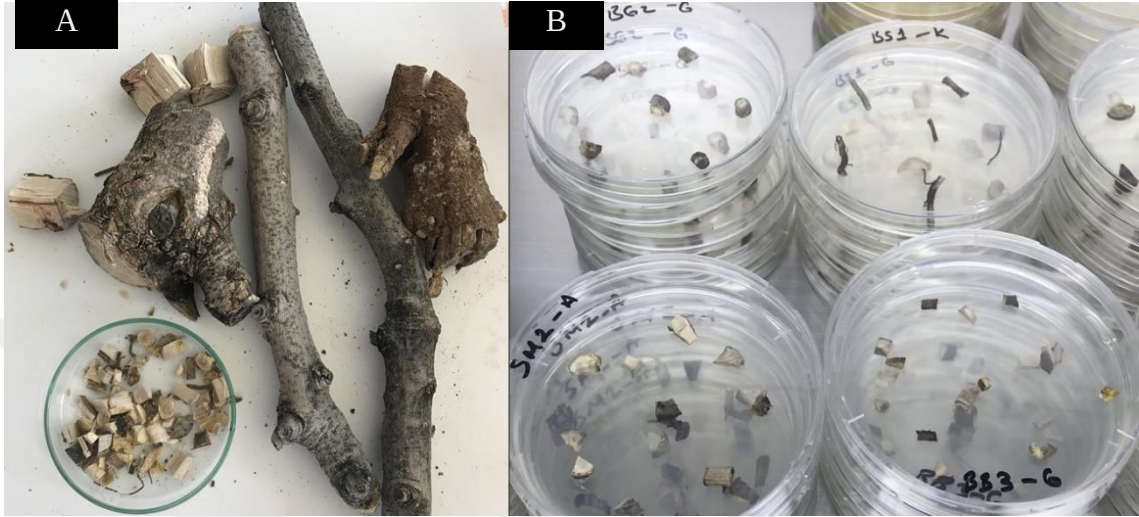
Batman ve Siirt illeri fıstık üretim alanlarında yapılan sörveyler sırasında fungal etmenlerin enfeksiyonundan kuşkuilanılan ağaçların kök, gövde ve dallarından etmen/etmenleri izole etmek için alınan bitki doku kesitleri, akan çeşme suyu altında yıkanmıştır. Enfeksiyon sonucu oluşan klorotik veya nekrotik dokuları içeren bitki parçaları, steril bir bistüri ile kesilmiştir. 1-2 mm büyüklüğündeki bu parçalar, %75’lik etanol içerisinde 1 dakika yüzeyden steril edilmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Antepfıstığı ağaçlarından alınan lezyonlu ve nekrotik doku örnekleri

Dezenfekte edilen bu doku parçaları, steril distile suda çalkalanıp, steril kurutma kağıtlarında 1- 2 saat kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan bitki doku kesitleri, MEA (malt extract agar), V8 Juice agar, CDA (czapek-dox agar), PDA (patates dekstrozu agar) gibi besi ortamları içeren 9 cm’lik plastik Petri kaplarına transfer edilmiştir. Besi ortamlarına bakteriyel bulaşmaları önlemek için içine 250 mg/L oranında streptomisin sülfat eklenmiştir. Hastalıklı bitki dokularından alınan ve yüzey sterilizasyonu yapılmış 1-2 mm büyüklüğündeki parçalardan, 9 cm’lik her bir Petri kabına 5-6 parça transfer edildikten

sonra (Şekil 3.2.) Petri kapları, 25 °C’de 5 gün süre ile inkübe edilmiş ve besi yerlerinde farklı büyüklük, renk ve şekillerdeki fungal kolonilerden PDA besi yerine saflaştırmalar yapılmıştır.



Şekil 3.2. Hastalıklı bitki örneklerinin kök, dal ve gövdelerinden alınan kesitler (A), bitki doku kesitlerinin besi yerlerine transferi (B)

3.2.3. Morfolojik Karakterizasyon

Antepfıstığı üretim alanlarındaki enfekteli ağaçlardan elde edilen fungal kültürlerin, morfolojik ve moleküler filogenetik analiz çalışmaları için izolatların tek spor kültürleri yapılmıştır. *Botryosphaeriaceae* familyasına ait olabileceği düşünülen fungal izolatlarının morfolojik tanımlama çalışmaları yapılırken Phillips ve ark. (2013) tarafından önerilen tanı kriterleri; koloni gelişimi ve rengi, konidilerin şekli, bölmeli veya bölmesiz olması gibi özellikleri, *Fusarium* spp. için Leslie ve ark. (2008)’nın önerdiği; miselyal gelişim, mikro ve makrokonidi oluşumu, şekil ve büyüklükleri, koloni yapısı ve rengi gibi özelliklerine, *Phytophthora inundata* için Brasier ve ark. (2003) ile Safaiefarahani ve ark. (2013) tarafından önerilen genel koloni gelişimi ve rengi, miselyal gelişim ve hifsel şişkinliklerin varlığı gibi kriterler esas alınmıştır.

İzolatların optimum miselyal gelişimleri ve koloni özelliklerinin tespit edilmesi için patates dektroz agar (PDA), malt extract agar (MEA), V8 juice agar ve czapek-dox agar (CDA) olmak üzere dört farklı besi ortamı kullanılmıştır. Tüm ortamlar, 121 °C’de 20 dakika süre ile otoklav edildikten sonra, steril kabin içerisinde 90 mm çapındaki plastik

Petri kaplarına aktarılmıştır. Tek spor kültürü elde edilmiş olan *F. solani*, *F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *N. novaehollandiae*, *D. ambigua*, *L. theobromae*, *B. dothidea* ve *P. inundata* izolatlarının 5-7 günlük geliştirilmiş kültürlerinden mantar delici yardımıyla 5 mm çapında miselyal diskler alınarak PDA, MEA, CDA ve V8 içeren Petri kaplarının merkezine, üstteki miselyal kısım agar yüzeyi ile temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra bu Petri kapları, parafilm ile sarılarak $25\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 12 saat ışıklı ortam, 12 saat karanlık ortam içeren inkübatörde 3, 6 ve 10 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Kullanılan farklı besi ortamları üzerinde gelişen fungal kolonilerin çapları, planlanan süreler sonunda bir cetvel yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra izolatların besi ortamları üzerinde meydana getirmiş oldukları kolonilerin şekil, büyüklük ve renklerini belirlemek amacıyla günlük kontroller yapılmıştır. *Botryosphaeriaceae* familyasına ait izolatlarının kültürlerde elde edilen piknidium yapıları steril su içeren 1.5 ml ependorf tüplere alınarak binoküler mikroskop altında ayrıca incelemeye alınmıştır.

3.2.4. Moleküler Karakterizasyon

Simptomatik antepfıstığı ağaçlarından elde edilen morfolojik ve kültürel olarak tanımlanan fungal izolatların moleküler olarak karakterizasyonu için öncelikle PDA besi yerinde 25°C 'de 5-7 gün boyunca geliştirilen izolatların tek spor kültürlerinden DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, fungal kültürlerden alınan 20-30 mg fungus hifi, 2 ml'lik tüplere aktarılmıştır. El homojenizatörü yardımıyla parçalanmış hifler, QIAGEN DNeasy (250) Plant mini kit yardımı ile firma tarafından önerilen ekstraksiyon protokolüne uygun olarak DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan DNA izolasyon kiti protokolüne göre izlenen yollar şu şekildedir;

1. Homojenizatör ile parçalanmış hifler 45-60dk 65°C su banyosundan inkübe edilmiştir.
2. İnkübasyondan sonra 130µl Buffer P3 eklenmiş ve -20°C ' de 5dk veya buz üzerinde bekletip 14.000rpm' de 5dk santrifüj işlemi gerçekleştirilmiştir.
3. Santrifüjden sonra tüpün üst kısmındaki süpernatant alınarak QIAshredder Mini Spin Column (lila) tüplerine konmuş ve 14.000rpm' de 2 dk santrifüj edilmiştir.
4. Tüpte kalan süpernatant kısmının 1.5 katı kadar Buffer AW1 eklendikten sonra, pipetleme ile karıştırılmıştır.

5. Bu karışımdan 650µl alınarak DNeasy Mini Spin Column tüplerine aktarılmış, 8000rpm' de 1 dk santrifüj edilmiş ve 500µl Buffer AW2 eklenerek ve 8000rpm' de 1 dk santrifüjlenmiştir.

8. Son olarak, 60µl Buffer AE eklenip 8000 rpm' de 1 dk santrifüj edildikten sonra genomik DNA elde edilmiştir.

9. Elde edilen genomik DNA'lar kullanılmak üzere -20°C' de uzun süre saklanmıştır.

Fungal DNA örneğinin konsantrasyonunu ölçmek için, son derece hassas ve doğru floresan esaslı Qubit 2.0 fluorometer cihazı kullanılmıştır. DNA kalite ve miktarı iyi olan izolatlar seçilerek PCR aşamasına geçilmiştir. Morfolojik çalışmalar sonucunda, farklı cins ve türlere ait olduğu bilinen fungal izolatlar için PCR işlemleri, önceki çalışmalar esas alarak belirlenen primerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.5. PCR işlemleri için kullanılan evrensel primerler ve dizilimleri

Bağlanma Bölgesi	Primer Adı	DNA fragment uzunluğu	Nükleotid Dizilimi (5'→3') Q- BANK	Kaynak
Internal transcribed spacers (ITS) regions	ITS1 ITS-4	550-650bp	5'-CTT GGT CAT TTA GAG GAA GTA A-3' 5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3'	(Gardes ve Bruns 1993; White ve ark., 1990)
Kısmi β-tubulin (BT) gene	Bt-2A Bt-2B	600-700 bp	5'-GGT AAC CAA ATC GGT CGT GCT TTC-3' 5'-ACC CTC AGT GTA GTG ACC CTT GGC-3'	(Glass ve Donaldson, 1995)
Translation elongation factor (TEF) 1-α gene	EF1 EF2	650-700 bp	5'-ATG GGT AAG GAR GAC AAG AC-3' 5'-GGA RGT ACC AGT SAT CAT GTT-3'	Geiser ve ark., 2004
Cytochrome oxidase II gene (Cox2)	Cox2F Cox2R	500-600bp	5'-GGC AAA TGG GTT TTC AAG ATC C-3' 5'-CCA TGA TTA ATA CCA CAA ATT TCA CTA C-3'	(Robideau ve ark., 2011)

PCR amplifikasyon çalışmasında her bir reaksiyon için 5 µl 10× enzim buffer, 10mM dNTP, 50mM MgCl₂, 0.5µl primer, 0.2 µl Taq DNA polimeraz ve 0.2 µl (ng) DNA ile toplam 50µl olacak şekilde üzeri steril saf su ile tamamlanmıştır.

DNA'yı çoğaltmak için kullanılan ITS-1/ITS-4, EF1/EF2, Bt-2a /Bt-2b, Cox2F/Cox2R primer çiftlerinin kullanıldığı PCR protokolü ürünlerine ait sıcaklık ve döngüler sırasıyla Çizelge 3.6' da verilmiştir.

Çizelge 3.6. PCR işleminde kullanılan Primer çiftlerine ait sıcaklık, süre ve döngü sayıları

	ITS1F/ITS-4			EF1/EF2			Bt-2a/Bt-2b - Cox2F/Cox2R		
Aşamalar	°C	Süre	Döngü	°C	Süre	Döngü	°C	Süre	Döngü
Ön denaturasyon	95	1dk	1	95	3dk	1	94	2dk	1
Denaturasyon	94	20sn		95	1dk		94	1dk	
Bağlanma	55	25sn	30	53	75sn	45	58-52	30sn	35
Uzama	72	1dk		72	1dk		72	1.5dk	
Final uzama	72	10dk	1	72	7 dk	1	72	10dk	1

PCR için kullanılan aynı primerleri kullanarak reaksiyonlarda, elde edilen amplikonlar her iki yönde sekanslanmıştır. Jel görüntülemesi sonucunda DNA bandlarının kalitesine göre seçilen PCR ürünlerinin nükleotid dizileme işlemi için, MedSanTek (İstanbul) firmasından hizmet alımı şeklinde yaptırılmıştır. Fungal izolatların PCR ürünlerine ait DNA nükleotid dizileri, NCBI (National Center for Biotechnology Information) kütüphanesinde yer alan BLASTn algoritmasını kullanarak (Boratyn ve ark., 2013) gerçekleştirilmiştir. BLAST analizleri sonucunda kesin tanıyı yapılan ve farklı primerler ile aynı türe ait sonucu veren izolatlar, NCBI Genbankası kütüphanesinden erişim numaraları alınmıştır. İzolatlar erişim numaralarına göre, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği UAM kültür koleksiyonunda saklanmıştır.

3.2.5. Patojenisite Çalışmaları

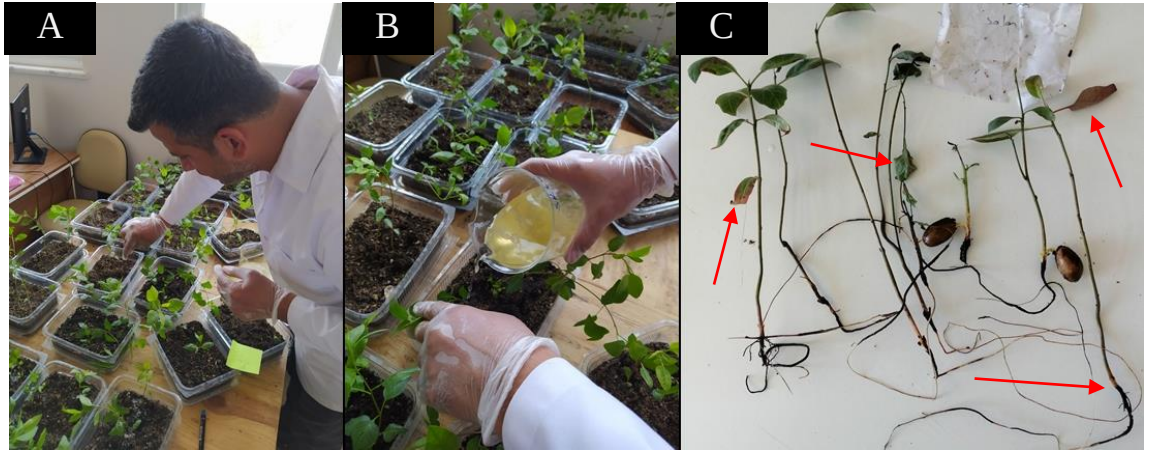
Antepfıstığı ağaçlarında kurumalara neden olan fungal kökenli etmenlerin patojen olup olmadığını doğrulamak için gerçekleştirilen bu deneme, 2020–2021 yıllarında sörveyler sonucu elde edilen izolatlar ile Batman Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitim Merkezi sahasında ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür.

3.2.5.1. Fidan Uygulamaları

Hastalıklı antepfıstığı köklerinden elde edilen fungal izolatların virülenslik düzeylerini belirlemek için Siirt çeşidi fıstık fidanları kullanılmıştır. Bu amaçla fıstık tohumları, steril suda bir gün boyunca bekletilmiştir. Bu tohumlar, otoklavda steril edilmiş torf toprağı içeren 1000 cc ebatındaki şeffaf sızdırmaz saklama kaplarına

ekilmiştir. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde kurulan denemede tohumların, $25\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa sahip oda koşullarında çimlenmesi ve yaklaşık 15 cm boya gelmesi için beklenmiştir. Gelişen fidelerin inokulasyonu için gerekli inokulum için fungal izolatlar, türe özgü optimum sıcaklıklarda 5-7 gün boyunca gelişen kolonilerin aktif olan kenar kısımlarından alınan miselyal diskler, bir beher içerisinde 500 mL saf su içerisinde 200 rpm hızda bir dakika boyunca karıştırılarak sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Hazırlanan bu konidial süspansiyonlardan inokulum yoğunlukları, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora inundata* ve *Macrophomina phaseolina* türleri için 10^6 konidi-spor/mL olacak şekilde hazırlanmıştır.

İnokulasyon amacıyla 45 gün boyunca tohumdan çimlendirilerek geliştirilen çöğür fidanların köklerine, steril edilmiş olan bir spatula yardımıyla hafif basınç uygulayarak yaralanma sağlanmıştır. Kök patojeni olduğu düşünülen *Phytophthora inundata*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani* ve *Macrophomina phaseolina* izolatlarının 1×10^6 konidi-spor/mL r konsantrasyonunda hazırlanan spor süspansiyonları, yaralanan herbir çöğür köküne 100 ml olacak şekilde bulaştırılmıştır. $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de Kontrol bitkiler ise aynı şekilde yaralama yapılmış fakat spor süspansiyonu yerine steril su uygulanmıştır. (Şekil 3.3.). İnokulasyon yapılmış olanlarla birlikte kontrol bitkilerin tümü, $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 30 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.3. Kök fungal etmenlerinin çöğür fidanlardaki patojenisite testi. Steril spatül yardımıyla köklerin yaralanma işlemi (A), kök funguslarının spor süspansiyonları ile köklerin inokulasyonu (B), inkübasyon süresi sonucunda fidanların kök, gövde ve yapraklarında meydana gelen solgunluk, lezyon ve nekrozlar

Çöğürler inokulasyondan 30 gün sonra sökülerek kök bölgesindeki topraklar yıkanmıştır. Kök ve iletim demetlerindeki lezyonlar, nekroz ve renk değişimleri gibi belirtiler göz önüne alınarak bitkilerdeki hastalık oranları belirlenmiştir. Enfekteli olarak değerlendirilen bitkilerin kök bölgesinden fungus geri izole edilerek, orijinal izolatlarla karşılaştırılmıştır. Orijinal kültürleri andıran re-izolatlar, türe özgü tanı yöntemlerini kullanarak teyit edildikten sonra denemelerde kullanılmak amacıyla +4 °C sıcaklıkta PDA besi yerlerinde muhafaza edilmiştir.

Diğer patojenisite çalışmasında ise gövde patojenleri olduğu düşünülen *Botryosphaeria dothidea*, *Neoscytalidium novaehollandiae*, *Diaporthe ambigua* ve *Lasiodiplodia theobromae* izolatları için 2-3 yaşındaki Siirt çeşidi fıstık fidanlarının kök boğazının 10 cm üst kısmından kabuk dokusu, 5 mm çaplı mantar delici ile çıkarılmıştır. Bu bölgelere, besi yerinde gelişen 10 günlük izolat kültürlerinden 5 mm çaplı mantar delicisi yardımıyla 3 mm derinlikte alınan miselyal diskler yerleştirilerek izolatların odun dokusu ile doğrudan teması sağlanmıştır. Sonrasında inokülasyon alanına birkaç damla steril su damlatılıp inokülasyon bölgesi parafilm ile kaplanmıştır. Oda koşullarında $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de, ilk 24 saat için şeffaf plastik torbalar içerisinde steril su püskürtülmüş, daha sonraki günlerde plastik torbalar kullanılmadan fidanlar 60 gün bekletilerek inokülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Her bir fidanda iki veya üç farklı noktaya yapılan inokülasyondan sonra enfeksiyonun sağlanması için gerekli olan nem, steril saf su ile ıslatılan pamuk yardımıyla sağlanmıştır. Kontrol olarak fidanlardaki inokülasyon noktasına misel içermeyen su agar (WA) diskleri yerleştirilmiştir. Daha sonra inokülasyon alanları parafilmle sarılmıştır. Oda sıcaklığında bekletilen hastalıkla inoküleli ve kontrol uygulamaları, inokülasyondan 60 gün sonra hastalık belirtileri yönünden değerlendirilmiştir. Tüm deneme sonuçlarında elde edilen veriler, SPSS istatistik yazılım programı ile analiz edilmiş ve ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre karşılaştırılmıştır.

Hastalık etmeni funguslar, belirti gözlenen inokülasyon yerlerinden tekrar izole edilmiş ve orijinal izolatla benzer yapıda olup olmadığı teyit edilmek suretiyle Koch postulatı tamamlanmıştır. Denemeler, Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde ve arazi koşullarında kurulmuştur. Laboratuvar koşullarında yapılan patojenisite sonuçları dikkate alınarak virülensliği en yüksek olarak belirlenen fungus türleri için virülenslik testleri, her tekrarda 5 adet fidan olacak şekilde 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.2. Siirt eşidi Fıstık Üretim Alanlarında Kurumalara Neden Olan Fungal Hastalıkların Mücadele Olanaklarının Belirlenmesi

Siirt ve Batman illerinde fıstık ağaçlarında geriye doğru ölüm, kanser, sakızlanma, salkım yanıklığı ve sürgünlerde kurumaya neden olduğu belirlenen fungal hastalıkların kimyasal mücadelesine yönelik olarak denemeler yürütölmüştür. Fungisit denemeleri, fidan ve bahçe koşullarında olmak üzere iki farklı aşamada gerçekleştirilmiştir. Denemede *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora inundata*, *Macrophomina phaseolina*, *Botryosphaeria dothidae*, *Neoscytalidium novaehollandiae*, *Diaporthe ambigua* ve *Lasiodiplodia theobromae*'nın virölensliği yüksek olduğu patojenisite denemeleri ile tespit edilen izolatları kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan fungisitlerin ticari isimleri, etken madde oranı, kullanım dozu ve formölasyonları aşağıda verilmiştir (izelge 3. 6).

Çizelge 3.6. Fungisitlerin etkinlik denemelerinde kullanılan preparatlar, içerdikleri etken maddeler ve özellikleri

Etken Madde ve Oranı	FRAC Kodları	Ticari İsim	Formölasyon	Dozu	Firma
Boscalid+	FRAC 7	Signum	%26.7+%6.7,	100 ve	BASF
pyraclostrobin	ve 11		WG	150 g	
Pyraclostrobin +	FRAC 11	Priaxor	150 gr/l+ 75	100 ve	BASF
Fluxapyroxad	ve 7		gr/l, EC	125 ml	
Pyrimethanil +	FRAC 9	Luna	375 g/L+	75 ve	Bayer
Fluopyram	ve 7	Tranquility	125 g/L, SC	100 ml	Crop Science

Fungisit denemeleri, fidan ve bahçe denemeleri olmak üzere iki farklı aşamada gerçekleşmiştir.

Fidan denemelerinde, fungisitlerin tedavi edici etkilerini belirlemek amacıyla, izolasyon sonucu elde edilen toprak kökenli izolatlar ile gövde ve dallardan izole edilen költürler kullanılmıştır.

Toprak kökenli fungal etmenlerden *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Phytophthora inunda* ve *Macrophomina phaseolina* türlerine ait 1×10^6 konidi/ml konsantrasyondaki spor süspansiyonu ile yüzey gerilimi azaltıcı etkiye sahip Tween 80'den 2-3 damla eklenmiş karışımı fidanların kök bölgeleri steril spatül yardımıyla yaralanarak inokule edilmiştir. Kontrol olarak kullanılan sağlıklı fidanlara ise sadece saf su uygulaması yapılmıştır.

Gövde ve dallardan izole edilen kültürler (*Botryosphaeria dothidea*, *Neoscytalidium novaehollandiae*, *Diaporthe ambigua* ve *Lasiodiplodia theobromae*) için ise; fidanların gövdelerine 5 mm çaplı mantar delici (cork borer) ile yara açılarak, PDA'da 10 günlük gelişmiş izolatlar mantar delici (cork borer) yardımıyla 5 mm çapta ve 3 mm derinlikle kesitler alınarak fidanda yara açılan dokuya temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Gövde ve dallarda yapılan çalışmalar için kontrol olarak su agarı (WA) kullanılmıştır.



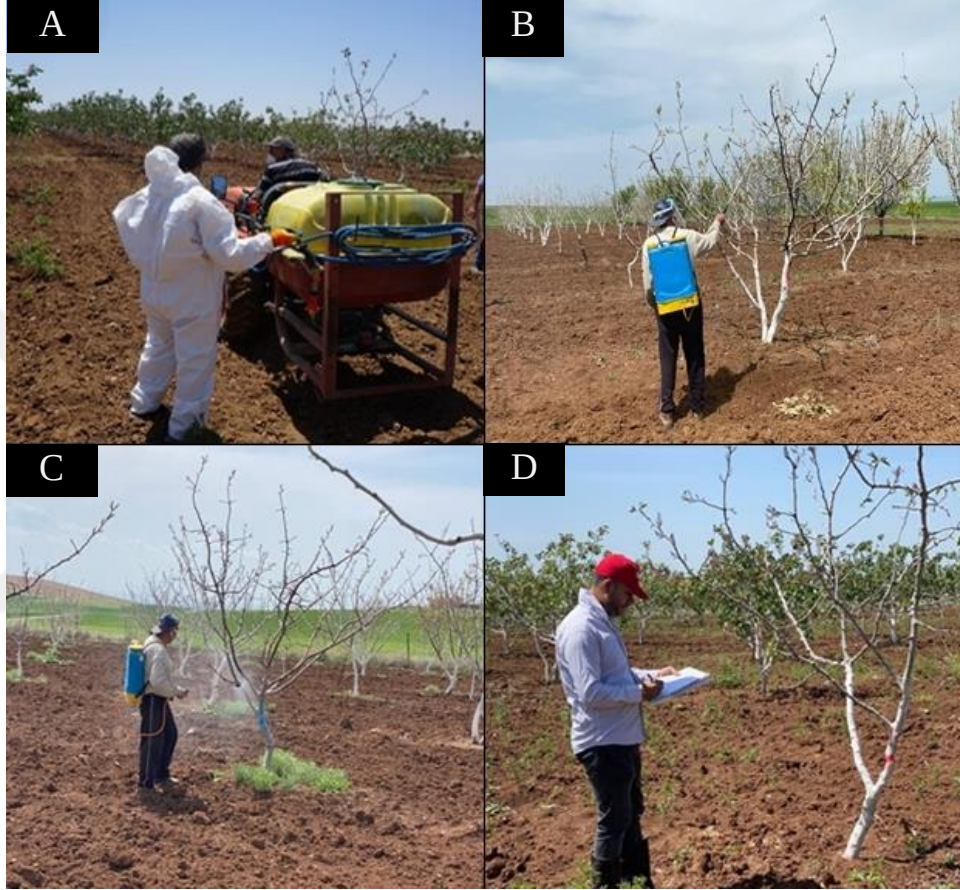
Şekil 3.4. Fidan denemelerinde belirlenen farklı aktif maddelere ve dozlara sahip fungusitlerin uygulanması

Bahçe denemeleri, sörvey çalışmalar sonucunda fungal hastalıklardan dolayı kurumaların yaygın olarak tespit edildiği Batman Merkez'e bağlı Kuyubaşı Köyü'ndeki fıstık bahçelerinde yürütülmüştür. Bu denemede ağaçların ortalama 14 yaşında, büyüklüğünün 2.5-3.5 m, sıra arası mesafenin 6 m ve sıra üzeri mesafenin 6 m olduğu kaydedilmiştir. Uygulama yapılacak bahçe seçilirken önceki yıllarda hastalığın görülmüş olması ve meyveye yatmış olması göz önünde bulundurulmuştur.

Hazırlanan fungusit solüsyonları ağaçların kök bölgesi için ıslatma, gövde ve dal bölgeleri için ise püskürtme (yıkama) şeklinde uygulanmıştır. Her bir fungusit dozu için

4 tekerrürlü ve her tekerrürde 6 ağaç olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Parseller arasında birer sıra boş bırakılarak emniyet şeridi olacak şekilde deneme parselleri oluşturulmuştur.

Kök çürüklüğü ve gövde kanserine sebep olan fungal patojenlere karşı yeşil aksam ve gövde ilaçlaması şeklinde uygulama yapılmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.5. Bahçe denemelerinde ilaçlama A) İlaçlama için kalibrasyon işlemi, B) ve C) İlaçlama uygulamaları ve D) Uygulamaların kayıt altına alınması ve ara kontrol takviminin hazırlanması

İlaçlama uygulamaları deneme alanında tekdüze dağılım sağlayacak şekilde sırt pülverizatörü ile yapılmıştır. Birinci ilaçlama: 16 Nisan 2022 tarihinde çiçeklenme öncesi, ikinci ilaçlama: birinci ilaçlamadan 15 gün sonra ve üçüncü ilaçlama ise: ikinci ilaçlamadan 15 gün sonra olmak üzere toplam üç ilaçlama yapılmıştır (Şekil 3.5.).

Fidan denemeleri ise 3 tekerrürlü ve her parselde 5 fidan olacak şekilde ve parseller arasında birer fidan boş bırakılarak bir sıra emniyet şeridi olacak şekilde deneme parselleri oluşturulmuştur. Denemede kullanılan fidanlar sökülerek kök bölgesi yıkanmış

ve 0-3 skala aralığında (Çizelge 3.7) sayımlar yapılmıştır. Sayım sonucu elde edilen değerler Towsen-Heuberger formülüne göre yüzde cinsinden hastalık oranı ve Abbott formülüne göre kullanılan ilaçların yüzde cinsinden etkileri araştırılmıştır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu bitki hastalıkları standart ilaç deneme metotlarına göre elde edilen değerlerin hastalık oranı [$\% \text{Hastalık oranı} = \text{Hastalıklı bitki sayısı} / \text{Toplam bitki sayısı} \times 100$] formülüyle ve ilaçların yüzde etkileri ise (Abbott, 1925) formülüyle belirlenmiştir. Elde edilen veriler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine ($P>0.05$) göre değerlendirilmiştir.

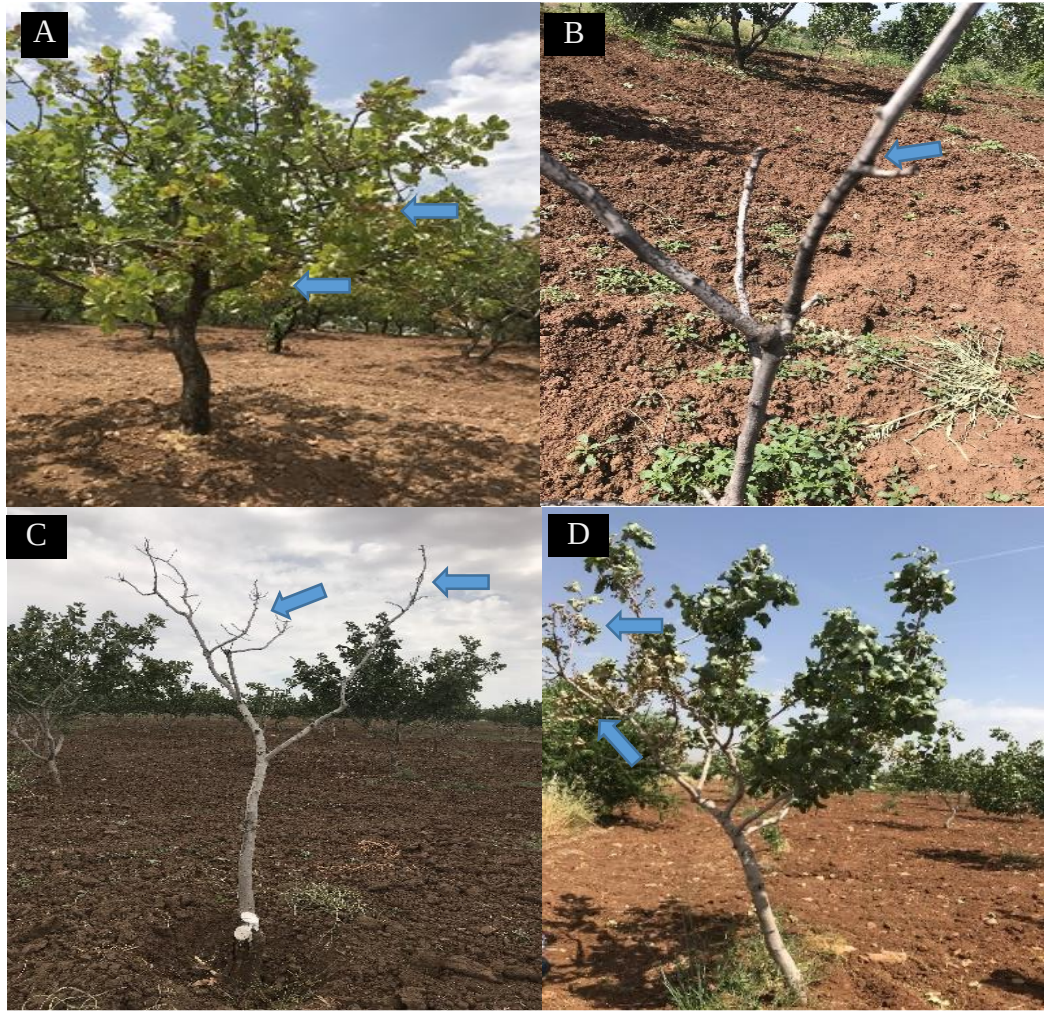
Çizelge 3.7. Standart İlaçlama Metotlarına göre hastalık değerlendirme skalası (Anonim, 2020).

Standart İlaçlama Metotları Hastalık Değerlendirme Skalası	
Skala Değeri	Skala Tanımı
0	Sağlıklı bitki
1	Alt yapraklarda solgunluk
2	Bitkinin tamamında solgunluk
3	Tamamen kurumuş bitkiler

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Hastalık Sörveyi ve Fungal İzolasyon

Çalışmanın yürütüldüğü Batman ve Siirt illeri antepfıstığı üretim alanlarındaki ağaçlarda kurumalara (Şekil 4.1.) neden olan fungal etmenlerin belirlenmesi amacı ile 175 bahçede hastalık örneklemeleri yapılmıştır. Sörvey yapılan 114 bahçede fungal kökenli etmenler saptanmıştır (Çizelge 4.1). Hastalıklı bahçelerin dağılımı incelendiğinde, en fazla hastalık 67 adet bahçe ile Batman'da belirlenirken bunu, 47 bahçe ile Siirt izlemiştir.



Şekil 4.1. Siirt ilinin farklı ilçelerinde kuruma görülen ağaçlar A) Ağacın bazı bölgelerinde yapraklarda sararma ve kurumalar, B-C) ağaçlarda tamamen kuruma ve D) ağacın bir sadece bir bölgesinde sararma, kuruma ve geriye doğru ölüm belirtileri

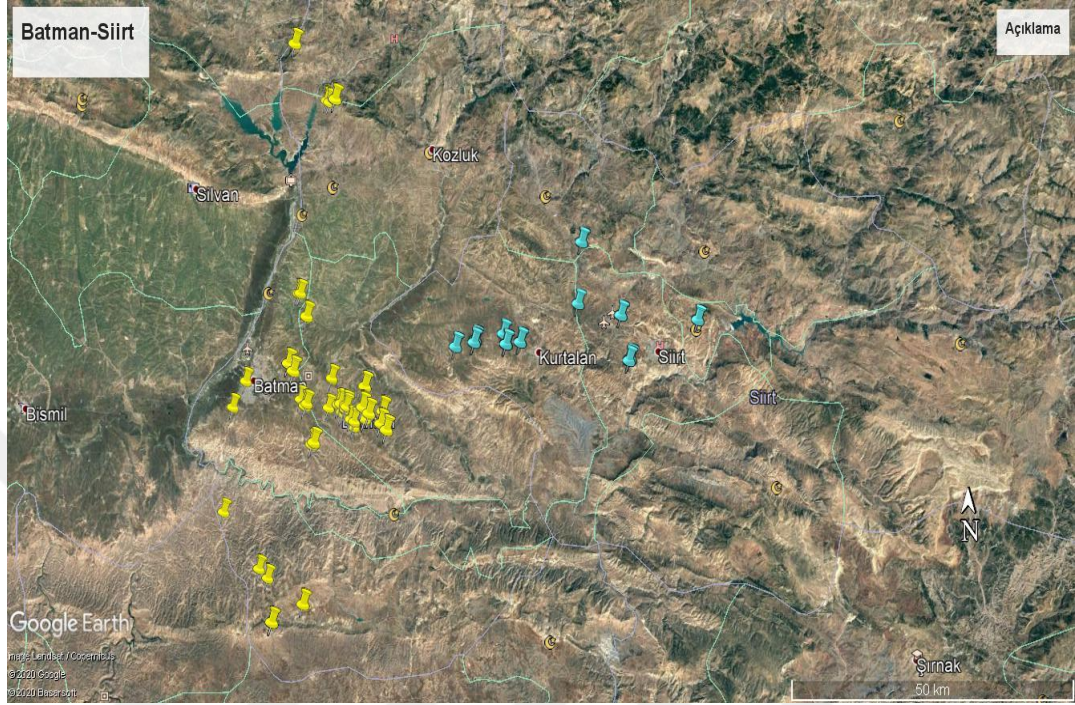
Örneklerin elde edildiği Siirt ilinin farklı ilçelerindeki ağaçlarda genellikle tamamen kuruma, yapraklarda sararma ve sürgünlerde geriye doğru ölümlerin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.2. Batman ilinin farklı ilçelerinde kuruma görülen ağaçlar A) hastalık sonucunda tamamen kurumuş, B-C) enine kesiti alınmış gövde ve kök bökgesinde nekrotik dokular ve D) tamamen kurumuş fidan

Örneklerin elde edildiği Batman ilinin farklı ilçelerindeki ağaçlarda gövde ve köklerden enine kesit alındığında nekrotik lezyonların olduğu, fidanlarda tamamen

kuruma olmasına rağmen kurumuş yaprakların dallarda asılı olarak kaldığı ve zamanla dökülme meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.3. Batman ve Siirt İllerinde hastalık sorveyinde kullanılan GPS koordinatları için farklı örnek lokasyonlarını gösteren harita

Çizelge 4.1'den görüleceği gibi antepfıstığı (Siirt Çeşidi) ağaçlarında tespit edilen hastalık yaygınlığı incelendiğinde Batman ilinin Merkez ilçesinde %65, Beşiri %67, Kozluk %50, Gercüş %77, Sason ilçesinde ise %100 oranında tespit edilmiştir. Siirt ilinin Merkez ilçesinde %53, Baykan %67, Kurtalan %63, Tillo ilçesinde ise %67 oranında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Batman ve Siirt illerinde Antepfıstığı bahçelerinde yapraklarda kuruma ve geriye doğru ölüme neden olan fungal patojenlerin yaygınlık oranları (%)

	İncelenen Bahçe Sayısı	Hastalıklı Bahçe Sayısı	Hastalık Yaygınlığı (%)
Batman Merkez	20	13	65
Beşiri	62	41	67
Kozluk	4	2	50
Gercüş	13	10	77
Sason	1	1	100
Toplam	100	67	Ort. 71.8
Siirt Merkez	15	8	53
Baykan	21	14	67
Kurtalan	27	17	63
Tillo	12	8	67
Toplam	75	47	Ort. 62.5

EK 2 'de yer alan Batman ve Siirt illerine bağlı olan ilçede yapılan arazi sörveyleri sonucunda elde edilen örneklerin izolasyonları yapıldıktan sonra bazı saf fungus kültürleri Şekil 4.4.'teki gibi elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Hastalıklı fıstık bitkilerinden izole edilen farklı renk, şekil ve yapıdaki bazı fungus kültürleri

Daha sonra saf fungus kültürlerinin tür teşhisleri yapılarak antepfıstığında patojen olup olmadığını tespit etmek amacıyla patojenisite testleri yapılmıştır.

4.2. Morfolojik Karakterizasyon

Antepfıstığı ağaçlarının hastalık belirtisi gösteren kök, gövde, dal ve sürgünlerinden yapılan izolasyon sonucunda *Botryosphaeriaceae* familyasına ait türler, *Fusarium* cinsine bağlı türler ile *Phytophthora* cinsi izolatlar incelemeye alınmıştır. *Botryosphaeriaceae* familyasına ait izotlar için Phillips ve ark (2013) ve diğer çalışmalarda yer alan tür tanı anahtarları kullanılarak ve karşılaştırmalara göre *Botryosphaeriaceae* familyasına ait türlerin tanımlanması yapılırken tek spor kültürü ile elde edilmiş olan fungal izolatların koloni rengi, konidilerinin şekli ve bölmeli olup olmaması, farklı besi ortamlarında 3, 6 ve 10 günlük gelişimleri (mm) dikkate alınmıştır.

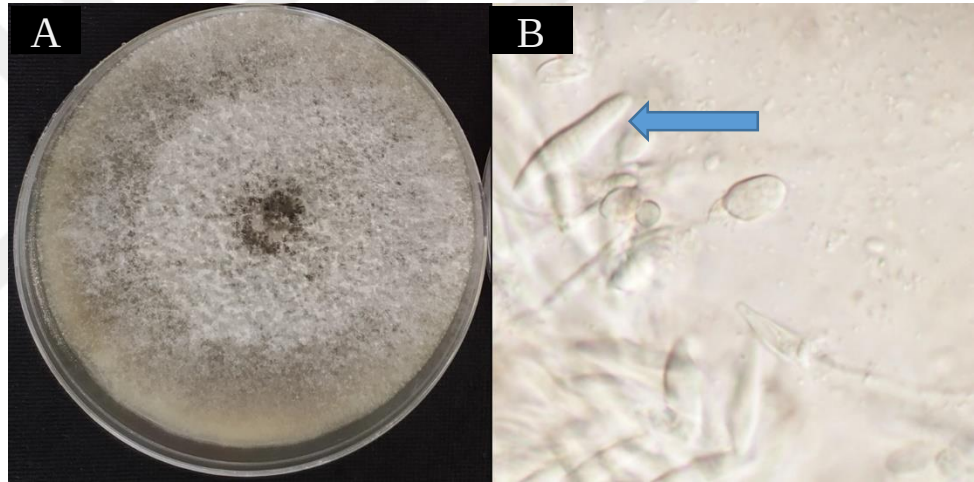
Morfolojik ve kültürel özelliklerin belirlenmesi amacıyla *Fusarium* cinsine bağlı türler için Leslie ve ark. (2008), *Phytophthora inundata* türü için (Brasier ve ark. 2003; Safaiefarahani ve ark. 2013) tarafından önerilen tür tanı anahtarları kullanılmıştır. Buna göre herbir fungal tür esas alınarak elde edilen veriler aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.2. Antepfıstığı ağaçlarından elde edilen farklı fungal türlerin 25°C sıcaklıkta 4 farklı besi yerinde 3, 6 ve 10. günlerde ölçülen miselyal gelişimleri (mm)

Fungal Türler	PDA			V8			MEA			CDA		
	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10
<i>F. solani</i>	40.8	57.0	80.0	47.5	80.0	80.0	37.0	80.0	80.0	37.6	80.0	80.0
<i>F. oxysporum</i>	25.5	58.8	80.0	46.0	59.8	75.6	33.5	74.8	80.0	33.8	62.0	80.0
<i>M. phaseolina</i>	7.5	29.6	80.0	21.3	62.1	80.0	7.0	31.3	80.0	12.6	60.3	80.0
<i>N. novaehollandiae</i>	41.8	80.0	80.0	73.0	80.0	80.0	56.0	80.0	80.0	21.3	80.0	80.0
<i>D. ambigua</i>	33.5	77.0	80.0	40.0	80.0	80.0	33.3	80.0	80.0	37.5	80.0	80.0
<i>P. inundata</i>	28.6	72.3	80.0	30.5	63.8	75.0	29.0	66.0	80.0	35.8	74.8	80.0
<i>L. theobromae</i>	56.6	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	43.1	80.0	80.0	45.8	80.0	80.0
<i>B. dothidea</i>	9.1	60.1	80.0	43.3	62.1	80.0	45.5	80.0	80.0	26.6	64.6	80.0

***Botryosphaeria dothidea* (Moug. ex Fr.) Ces. & De Not.:** Bu fungal tür, PDA besi ortamında diğer besi ortamlarına göre daha yavaş gelişme göstermiştir. Bununla birlikte *B. dothidea*'nın 25°C'de 3 günlük inkübasyonu sonucunda PDA'da 9.1 mm, V8'de 43.3 mm, MEA'da 45.5 mm ve CDA'da 26.6 mm miselyal gelişme gösterdiği gözlemlenmiştir.

Etmenin 6 günlük inkübasyonunda miselyal gelişimin PDA'da 60.1 mm, V8'de 62.1 mm, MEA'da 80 mm ve CDA'da ise 64.6 mm olduğu (Çizelge 4.2.), 10 günlük inkübasyon sonucunda ise tüm besi ortamlarını içeren petri kaplarını tamamen kapladığı (80 mm olduğu) tespit edilmiştir. PDA ortamında *B. dothidea*'nın 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyonu sonucunda petriyi tamamen kapladığı (Şekil 4.13.), başta beyaz renkli iken zaman geçtikçe merkezi kısımdan başlayarak açık zeytinimsi gri, Petri kabı kenarlarına doğru yayılan renkte koloninin gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Koloni gün geçtikçe koyulaşarak zamanla tamamen siyah bir renge dönüştüğü tespit edilmiştir. Fungal etmenin 10 günlük inkübasyonu sonucunda çok seyrek piknidium oluşturduğu ve ayrıca fungusun mikroskopik çalışma sonucunda kültürlerde renksiz, bölmesiz, elips şeklinde ya da fusoid şekilli konidiler meydana getirdiği gözlenmiştir (Şekil 4.5.).

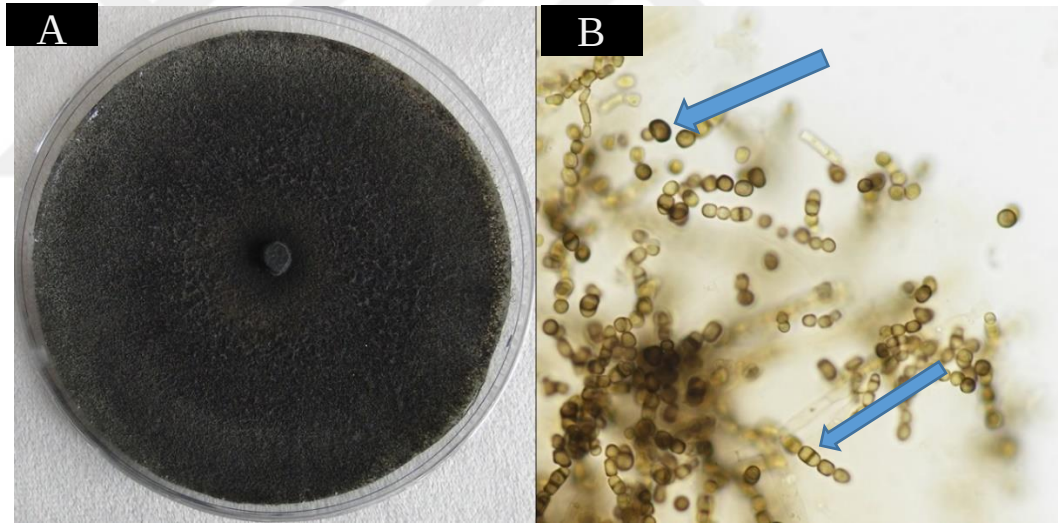


Şekil 4.5. *B. dothidea*'nın (A) PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucunda başta beyaz merkezinde grimsi renge sahip koloni görünümü (B) bölmesiz elips veya fusoid şekilli konidileri

Phillips ve ark. (2013), çalışmamızda elde ettiğimiz bulguları destekler nitelikte patojen fungus *B. dothidea*'nın konidilerinin fusiform ve bölmesiz olduğunu ancak çimlenmeden önce nadiren bölmeli olduğunu vurgulamışlardır. Öte yandan Kurt ve ark. (2020), hastalıklı ceviz ağaçlarından elde ettikleri *B. dothidea*'nın başta renksiz ya da açık zeytin renkli kolonilerinin olduğunu ve zamanla koyulaşarak, siyah renk aldığını ve konidilerinin ise fusiform, şeffaf ve bölmesiz olduğunu bildirmişlerdir. Antepfıstığından elde etmiş oldukları *B. dothidea*'nın kolonilerinin başlangıçta beyaz renkli daha sonra ise zamanla zeytin yeşilinden siyaha dönüştüğünü ve PDA ortamında 21 günlük gelişim

sonucunda siyah renkli piknitlerinin olduğunu belirten Demiray ve ark. (2020)'nın bu bulgularının, elde ettiğimiz veriler ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte piknitlerden oluşan konidilerin renksiz, bölmesiz ve tek hücreli olduğu gözlenmiştir.

***Neoscytalidium novaehollandiae* Pavlic et al., 2008:** Bu fungal türün, PDA besi ortamında 25°C'de 3 günlük inkübasyonunda, V8 ve MEA besi ortamlarına göre daha yavaş gelişmesine rağmen CDA besi ortamına göre daha hızlı geliştiği gözlemlenmiştir. 3 günlük inkübasyonda PDA'da 41.8 mm, V8'de 73.0 mm, MEA'da 56.0 ve CDA'da ise 21.3 mm gelişme gözlemlenmiştir (Şekil 4.14.). 6 ve 10 günlük inkübasyonlarda ise tüm besi ortamlarında petri kaplarını tamamen kapladığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Kolonileri başta beyaz renkli iken zamanla yeşilimsi siyah renk almıştır. Oluşturmuş olduğu havai miselyumları tozlu, silindirik, geniş, kalın duvarlı ve doliform şekildedir. Konidileri elipsoidal veya oval, uçları yuvarlak ve tek hücreli olup 0-1 bölmeye sahip halde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.6.).

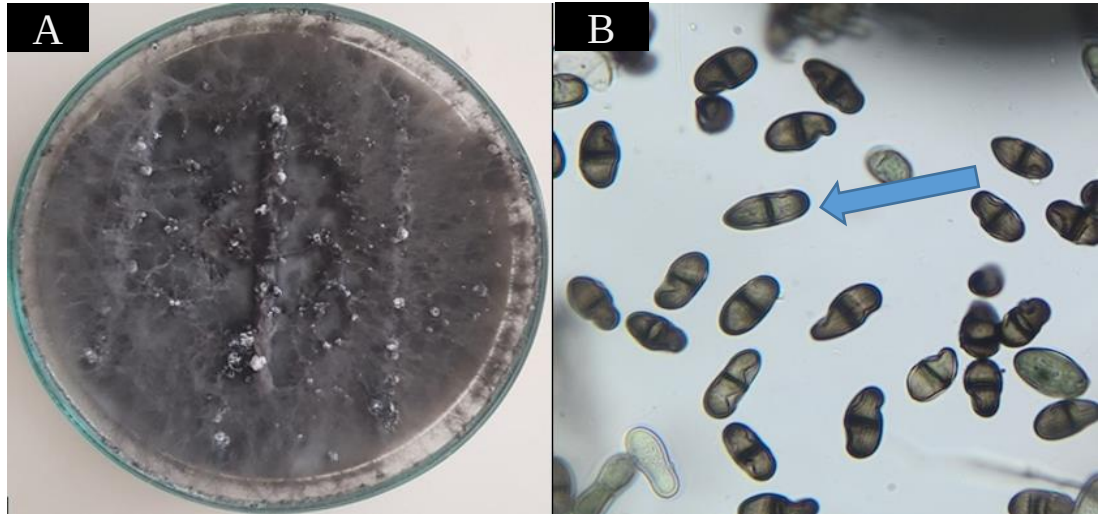


Şekil 4.6. *N. novaehollandiae*'nin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu miselyal gelişimi (A) oval uçlu yuvarlak ya da elipsoidal bölmesiz veya tek bölmeli konidileri (B)

Phillips ve ark. (2013), *N. novaehollandiae*'nin konidilerinin iki tip olduğunu, ilkinin elipsoidal veya oval, tek hücreli, bölmesiz veya tek bölmeli ya da daha koyu renge dönüşünce 2 bölmeden oluştuğunu, ikincisinin ise küresel ya da obpiriform veya muriform olabildiğini bildirmişlerdir. Zhu ve Lui (2012), *N. novaehollandiae*'nin yok ya olduğunu ve kenarlarının pürüzsüz olduğunu kaydetmişlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar, fungusun konidilerinin elipsoidal, oval ve uçları yuvarlak olduğunu,

bölmesiz veya tek bölmeli veya daha koyu renkli olanlarında 2 bölmeli olduğunu bildirmişlerdir. Akgül ve ark. (2019), *N. novaehollandiae*'nin kolonilerinin PDA'da renkli, kalın duvarlı, tek bölmeli olduğunu, konidilerinin açık kahverengi, uçları yuvarlak ve 0-2 bölmeden oluştuğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Kurt ve ark. (2019), hastalıklı antepfıstığı ağaçlarından elde ettikleri *N. novaehollandiae*'nin arthrokonidilerinin kalın duvarlı, dairesel, oval ya da silindirik, bölmesiz veya tek bölmeli olduğunu, konidilerinin başlangıçta şeffaf olup, daha sonra elipsoidal, küresel ve muriform bölmeli olduğunu bildirmişlerdir. Tüm bu bulgular, elde ettiğimiz verileri destekler nitelikte bulunmuştur.

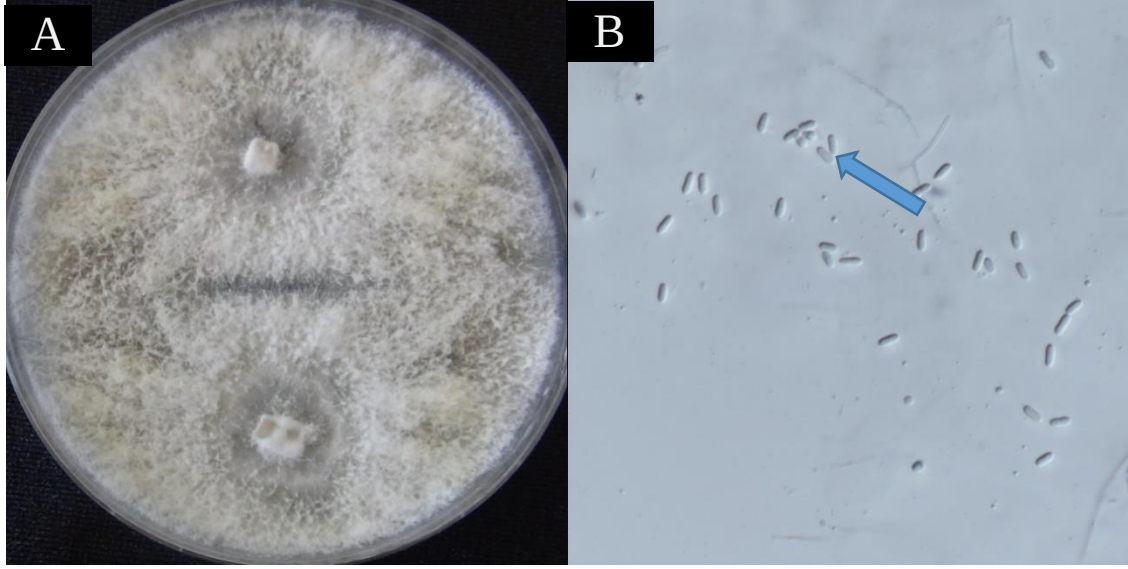
***Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.:** Fungusun PDA ortamındaki miselyal gelişimi, V8 haricindeki diğer besi ortamları ile yakın düzeyde olmuştur. V8 besi ortamındaki gelişimi ise, 3 gün içerisinde tamamen Petri kabını kaplamıştır. 3 günlük inkübasyon sonucunda, PDA'da 56.6 mm, V8'de 80 mm, MEA'da 43.1 mm ve CDA'da ise 45.8 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.14). 6 ve 10 günlük inkübasyon sonucunda ise tüm besi ortamlarında petri kaplarını tamamen kapladığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Kolonileri, başlangıçta beyaz veya soluk gri renkli iken yaşlandıkça koyu gri ve kabarık şekilde havai misellere sahip olarak gelişmiştir. Konidileri olgunlaşınca koyu kahverengi ve tam ortada yer alan bir bölmenin bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. *L. theobromae* 'nin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu koloni gelişimi (A) koyu gri havai misellere sahip koloni ve (B) fungusun bölmeli konidileri

Phillips ve ark. (2013), *Lasiodiplodia theobromae*'nin konidilerinin elipsoid, geniş ve yuvarlak taban tarafa doğru sivri ve kalın duvarlı, başlangıçta ve uzun süre hiyalin olarak kaldığını ve yaşlandıkça koyu kahverengi tek bölmeli, içerisinde melanin biriktiren hücre duvarlarına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte Munirah ve ark. (2017), mango yapraklarından elde etmiş oldukları *L. theobromae*'nin bol miktarda havai miselyum oluşturduğunu ve soluk gri renkten koyu griye kadar renk değişikliği gösteren ve yaşlandıkça kabarık ve siyah pigmentlerin oluştuğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca konidileri başlangıçta hiyalin ve ince duvarlı bölmesiz, silindirik, subvoid geliştikçe koyu kahverengi ve ortasında sadece bir bölme bulunduran çizgili kalın duvarlı bir hal aldığı gözlemlenmiştir.

***Diaporthe ambigua* Nitschke:** PDA besi ortamındaki gelişimi, diğer besi ortamları ile benzer şekilde olmuştur. 25°C'de 3 günlük inkübasyonda PDA'da 33.5 mm, V8'de 40.0, MEA'da 33.3 ve CDA'da 37.5 mm olarak gözlemlenmiştir (Şekil 4.14). 6 günlük inkübasyonda PDA'da 77.0 mm gelişim olurken diğer besi ortamlarında petri kaplarını tamamen kapladığı ve 10 günlük inkübasyon periyodunda ise tüm besi ortamlarında tamamen petri kaplarını kapladıkları gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2). PDA ortamında oluşturduğu kolonileri ilk başlarda beyaz veya grimsi şekilde ve soluk mat miselyal hatlara sahiptir. Ayrıca elipsiodal yapıya sahip bölmesiz konidileri gözlemlenmiştir (Şekil 4.8.).

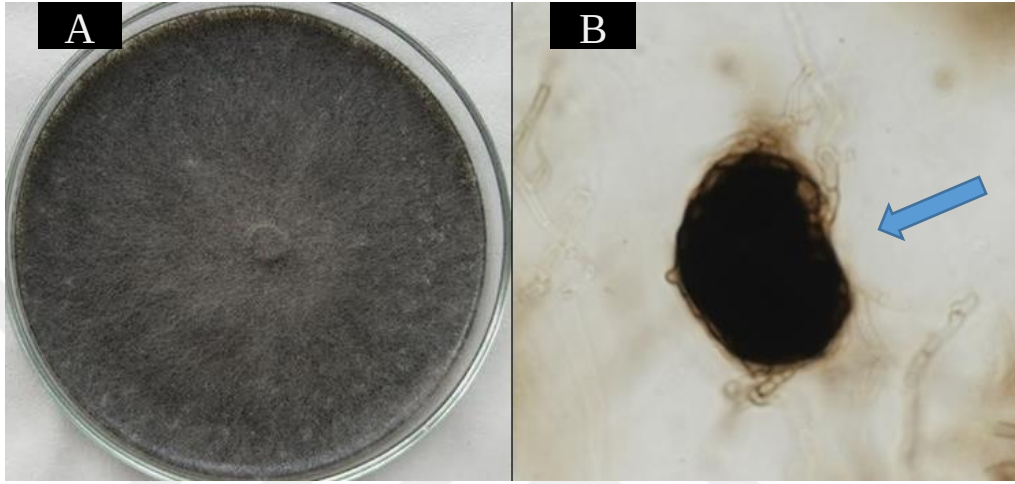


Şekil 4.8. *D. ambigua* 'nin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) beyazımsı gri miselyal hatlara sahip kolonileri (B) elipsoidal yapıya sahip bölmesiz konidileri

Auger ve ark. (2013), kivi meyvelerinden elde etmiş oldukları *Diaporthe ambigua* ve diğer *Diaporthe* cinsine bağlı türlerin benzer morfolojik özellikler gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacılar, PDA ortamında başlangıçta beyaz miselyal gelişimin olduğu ve yaşlandıkça renklerin soluk grimsi ve mat miselyal örtüler şeklinde devam ederek kahverengi hal aldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca elipsoidal ve biguttulate konidilere sahip siyah renkli küresel şekilde piknitlerin geliştiği gözlenmiştir. Ayrıca 3 haftalık inkübasyon sonrasında belirgin, siyah ve kabarık stromalar içerisinde yer alan bolca peritesyumlar geliştiği bildirilmiştir. Ancak yaptığımız çalışmada besi ortamlarında piknit ve peritesyum oluşumlarına rastlanmamış olması ile bulgular arasında farklılıklar göze çarpmaktadır.

***Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.:** Bu fungal etmenin PDA'daki gelişiminin, 3 ve 6 günlük inkübasyonu sonucunda MEA ortamındaki gelişime benzer şekilde olduğu tespit edilmiştir. Fungusun, V8 ve CDA ortamında ise biraz daha hızlı gelişim gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.13.). *M. phaseolina*'nın 3 günlük inkübasyonu sonucunda miselyal gelişim PDA'da 7.5 mm, V8'de 21.3 mm, MEA'da 7.0 mm ve CDA'da ise 12.6 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.2). Patojen fungusun 6 günlük inkübasyonda ise koloni gelişimi PDA'da 29.6 mm, V8'de 62.1, MEA'da 31.3 mm ve CDA'da ise 60.3 mm ölçülürken, 10 günlük inkübasyon sonucunda fungusun tüm besi

ortamlarında Petri kaplarını tamamen kapladıkları gözlenmiştir. *M. phaseolina* PDA'da başlangıçta beyaz gelişim gösterirken zamanla koyu griden, siyaha kadar değişen bir gelişim meydana gelmiştir. Koloninin merkezinden kenarlarına doğru gittikçe koyulaşmanın daha da yoğunlaştığı tespit edilmiştir. *M. phaseolina*'ya özgü küresel ve siyah mikrosklerotlar gözlenmiştir (Şekil 4.9.).

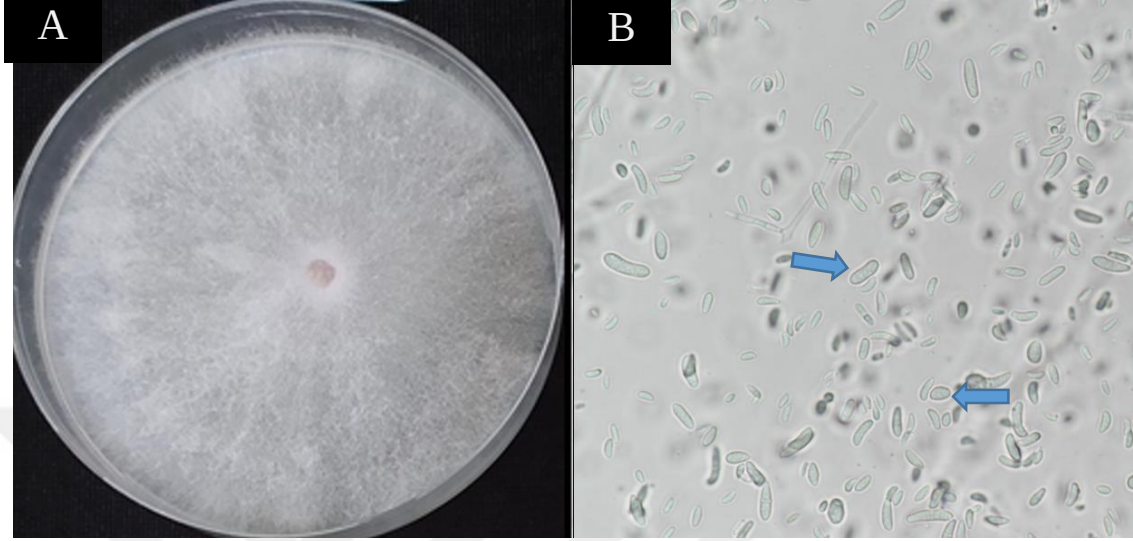


Şekil 4.9. *M. phaseolina* PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) koyu renkli kolonileri (B) mikrosklerot yapıları

Nouri ve ark. (2020), fıstık ağaçlarından elde ettikleri *M. phaseolina* fungusunun, PDA'da havai misellerinin oluşmadığını ve hiflerinin bölümeli olup başlangıçta beyaz renkli sonrasında ise koyu kahverengiye dönen kolonilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca fungusun, su agarı (WA) ve PDA'da çok sayıda küresel ya da dikdörtgen şeklinde mikrosklerotlar oluşturması yönü ile de elde ettiğimiz verilerle uyumlu bulunmaktadır.

***Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen:** MEA'daki gelişimi diğer besi ortamlarına göre yavaş gerçekleşmiştir. Fungusun 3 günlük inkübasyon sürecinde miselyal gelişim PDA'da 25.5 mm, V8'de 46.0 mm, MEA'da 33.5 mm ve CDA'da 33.8 mm olarak ölçülmüştür. *Fusarium oxysporum*'un 6 günlük inkübasyon süreci sonunda PDA'da 58.8 mm, V8'de 59.8 mm, MEA'da 74.8 mm ve CDA'da ise 62.0 mm olduğu, 10 günlük inkübasyonda ise V8'de 75.6 mm gelişim göstermesine rağmen diğerleri besi ortamlarında tamamen petri kaplarını kaplamıştır (Şekil 4.13). PDA'da kolonileri tamamen beyaz bir gelişme göstermiş ve bolca havi miselyumlar meydana getirmiştir (Şekil 4.10.). Zamanla gelişimi beyaz ya da özellikle merkezde soluk mor bir

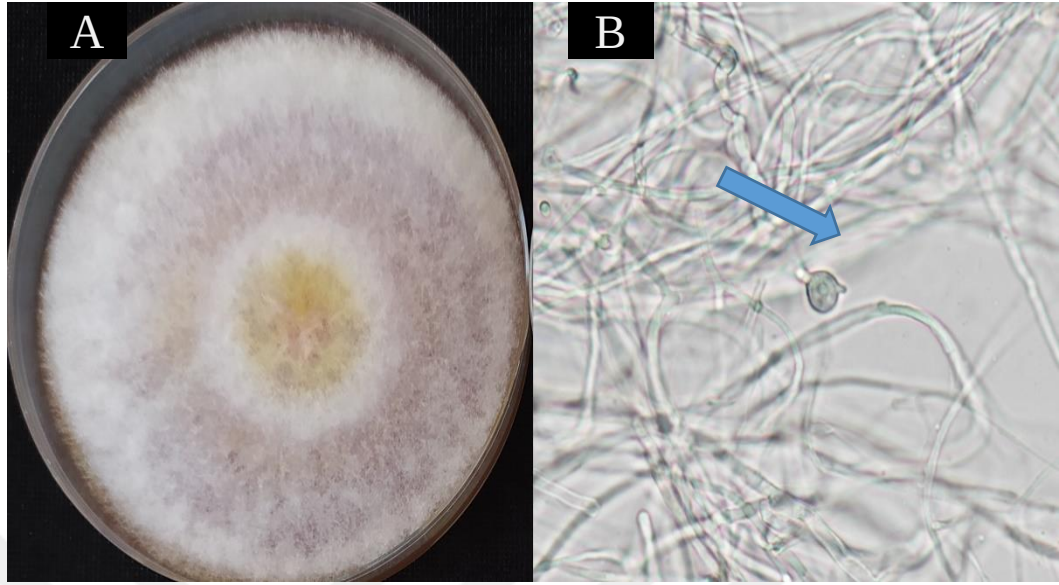
renge dönüşmüştür. Mikrokonidilerinin şekilleri genellikle oval veya böbrek benzeri şekildedir.



Şekil 4.10. *F. oxysporum*'un PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) beyaz gelişme gösteren kolonileri (B) makro ve mikro konidileri

F. oxysporum türünün koloni gelişimlerinin morfolojik görünümünün farklı olduğu ve genellikle seyrek ya da bol miselyal yapıya sahip olup renginin beyazdan soluk menekşeye kadar değişiklik gösterdiğini vurgulayan Leslie ve ark. (2008), fungusun mikrokonidilerinin oval, eliptik ya da böbrek şeklinde ve genellikle bölmesiz olduğunu, bolca havai miselyum meydana getirdiğini bildirilmişler ve elde ettiğimiz verileri destekler nitelikte değerlendirilmiştir.

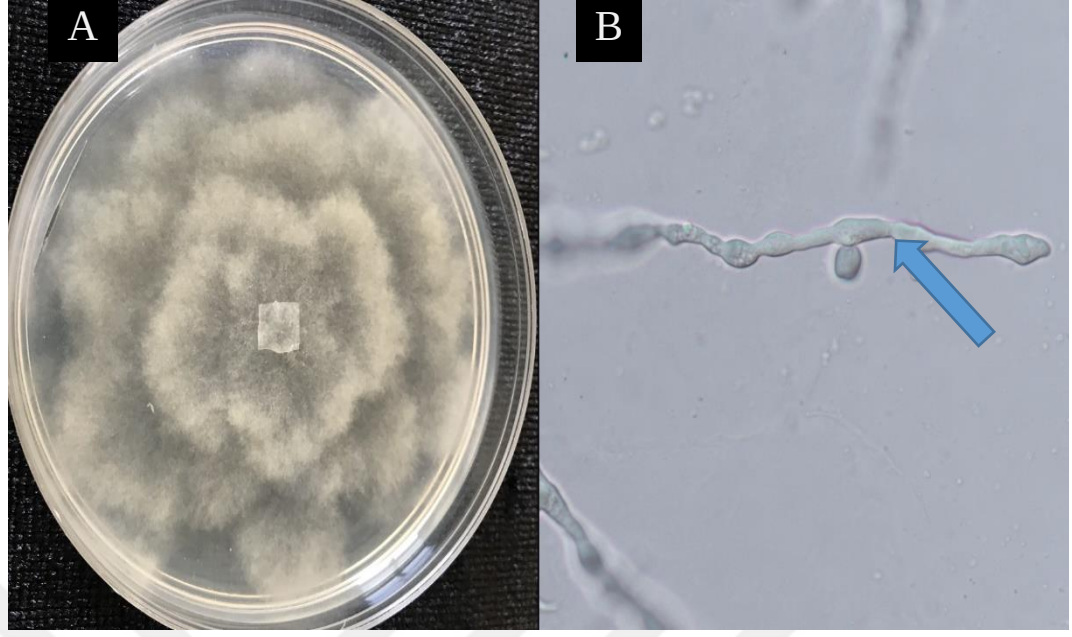
***Fusarium solani* (Mart.) Sacc.:** Bu fungusun PDA'daki gelişimi, diğer besi ortamlarındaki gelişimlere benzer biçimde gerçekleşmiştir (Şekil 4.13.). Miselyal gelişim 3 günlük inkübasyonda, PDA'da 40.8 mm, V8'de 47.5 mm, MEA'da 37.5 ve CDA'da ise 37.6 mm iken 6 ve 10 günlük inkübasyon sonucunda koloniler tüm besi ortamlarında Petri kaplarını tamamen kaplamıştır (Çizelge 4.2). PDA'da kolonilerinin gelişimi başlangıçtan petriyi tamamen kaplayacak döneme kadar merkezde sarımsı pembe ve sonrasında halka şeklinde beyaz renkten sonra kenarlara doğru pembe renkli ve tam kenarlarda ise beyaz pamuğumsu gelişim gözlenmiştir. Hiflerin gelişmesi sonucunda hücre duvarları kalınlaşarak oluşturmuş oldukları klamidospore yapısının tek ya da çift şekilde hifin yanlarından şişkinlik şeklinde küresel veya oval olarak çıktığı tespit edilmiştir (Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. *F. solani* kültürlerinin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen, merkezi sarımsı pembe ve kenarları beyaz renge sahip kolonileri (A) ve fungal hiflerde gelişen tipik şişkin klamidospor yapıları (B)

F. solani'nin morfolojik olarak tanımlanması konusunda araştırmalar yapan Leslie ve ark. (2008), seyrek olarak krem, beyaz renkli genellikle bol miktarda krem, mavi ya da yeşil renkli sporodokyumlar ürettiğini ve klamidosporlarının, tekli ya da ikili olarak bazen ise kısa zincirli halde, küreselden ovale kadar değişen düz veya pürüzlü duvarlara sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

***Phytophthora inundata* Brasier, Sánch. Hern. & S.A. Kirk.:** PDA'daki gelişimi, diğer besi ortamlarındakine benzer şekilde gerçekleşmiştir. 3 günlük inkübasyonda PDA'da 28.6 mm, V8'de 30.5 mm, MEA'da 29.0 mm ve CDA'da 35.8 mm olarak, 6 günlük inkübasyonda PDA'da 72.3 mm, V8'de 63.8 mm, MEA'da 66.0 mm ve CDA'da 74.8 mm iken 10 günlük inkübasyon sonucunda ise V8'de 75.0 mm gelişme görülürken (Şekil 4.14), koloni gelişiminin diğer besi ortamlarını içeren Petri kaplarını tamamını kapladığı gözlenmiştir (Çizelge 4.2). PDA'da oluşturduğu koloni yapısı, güle benzer şekilde ve beyaz gelişme göstermiştir. Bu kolonilerin mikroskopta incelenmesi sonucunda fungusun, hifsel şişkinlikler ürettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. *P. inundata* kültürlerinin PDA'da 25°C sıcaklıkta 10 günlük inkübasyon sonucu gelişen (A) gül benzeri gelişen kolonisi, (B) hiflerde meydana gelen şişkinlikler

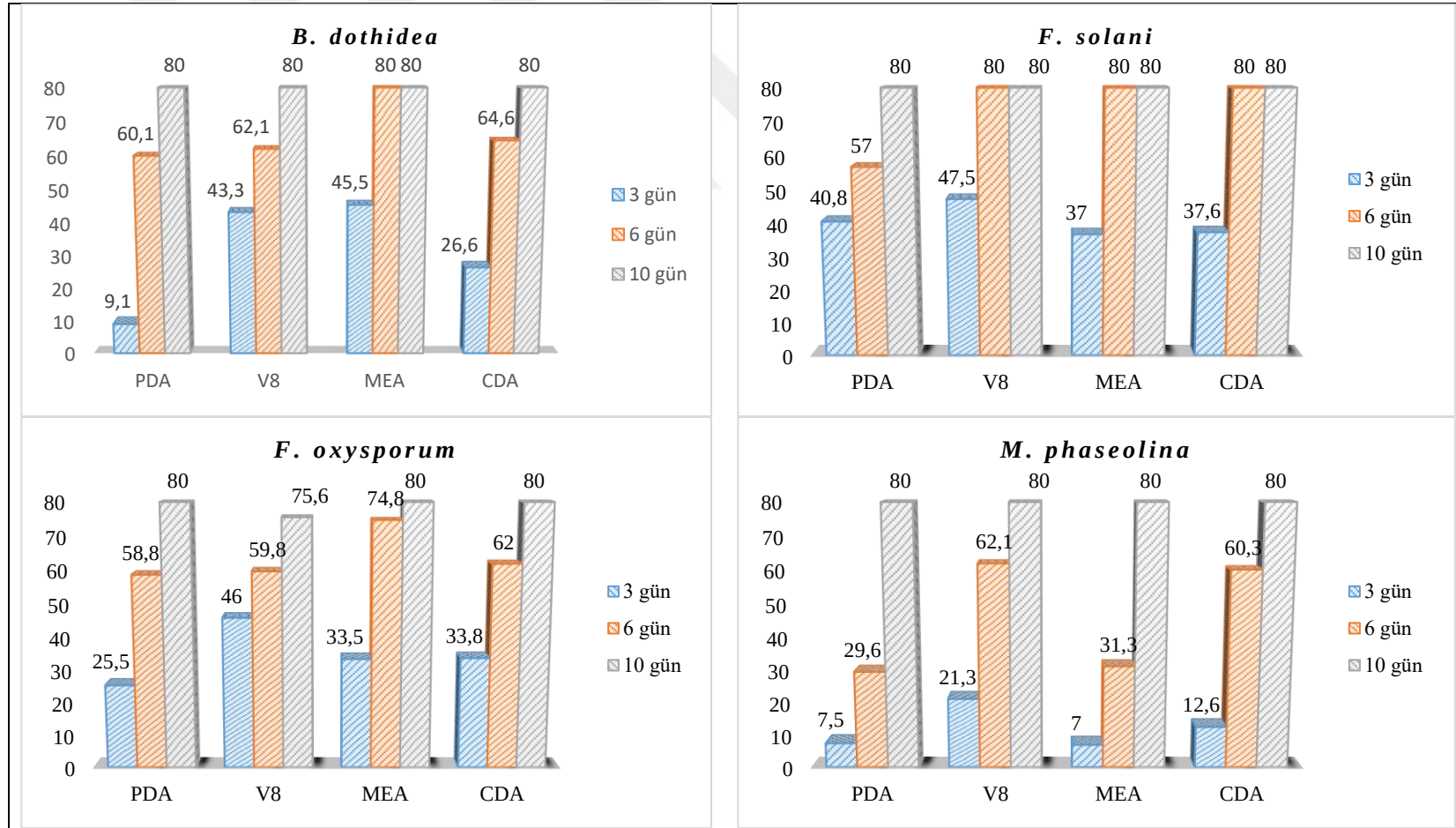
Phytophthora inundata fungusunun konukçu dizisi, morfolojik varyasyonu ve filogenetik yapısı üzerine araştırmalar yapan Safaiefarahani ve ark. (2013), *Phytophthora* türlerinin optimum gelişim sıcaklıklarının 30°C olduğunu ve PDA haricindeki V8 juice agar, MEA ve mısır unu agar ortamlarının tamamında tipik gül gibi beyaz miselyal gelişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte *Phytophthora* türlerinin sıvı ortamlarda hifsel şişkinlik meydana getirdiğini, fakat katı besi ortamlarında şişkinlik oluşturmadığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise *Phytophthora inundata* türünün, katı PDA besi ortamında hifsel şişkinlik oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu veriler, Safaiefarahani ve ark. (2013)' nın sonuçları ile uyumlu bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar sonucunda tek spor izolatların elde edilmiş ve patojenisite testi sonuçlanmış olan ve antepfıstığında gövde patojenleri (*B. dothidea*, *L. theobromae*, *D. ambigua* ve *N. novaehollandiae*) ile kök patojenleri (*F. solani*, *F. oxysporum*, *M. phaseolina* ve *P. inundata*) türlerinin farklı besi ortamları üzerinde gelişimleri tespit edilmiştir.

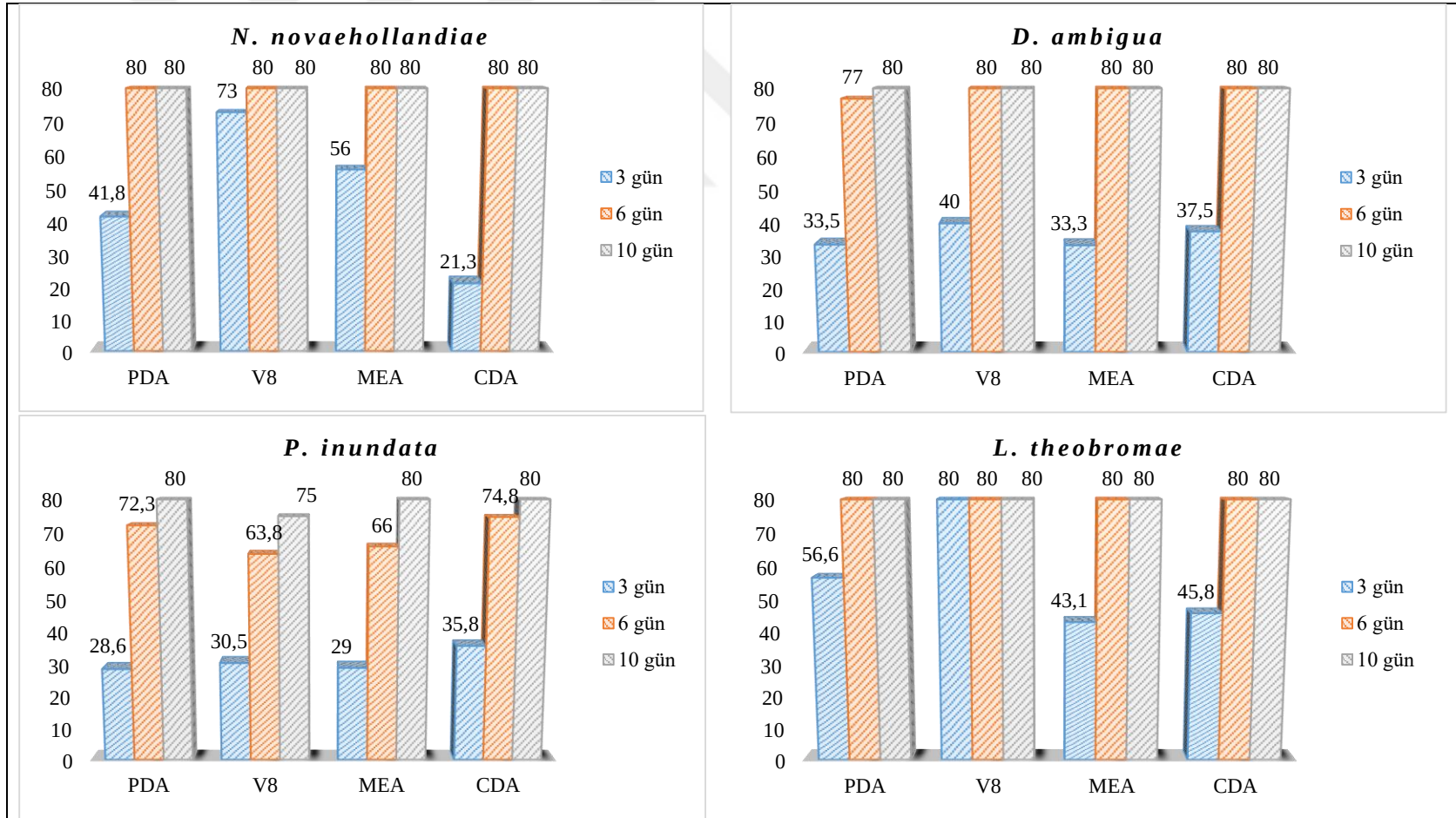
Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.'te yer alan fungal türlerin PDA, V8, MEA ve CDA besi ortamlarında 3, 6 ve 10 günlük gelişimlerinin (mm) ölçülmesi sonucunda; MEA ve CDA besi ortamlarının 10 günlük gelişim periyodunda tüm fungal türlerde petri kabını tamamen doldurduğu gözlemlenmiştir. PDA besi ortamında 10 günlük gelişim periyodu

sonucunda; *F. solani* harici diğ er fungal türlerde tamamen petri kabını doldurduğu, V8 besi ortamında ise *F. oxysporum* ve *P. inundata* fungal türlerinde petri kabını doldurmaya yaklaştığı diğ er fungal türlerde ise tamamen doldurduğu gözlemlenmiştir.





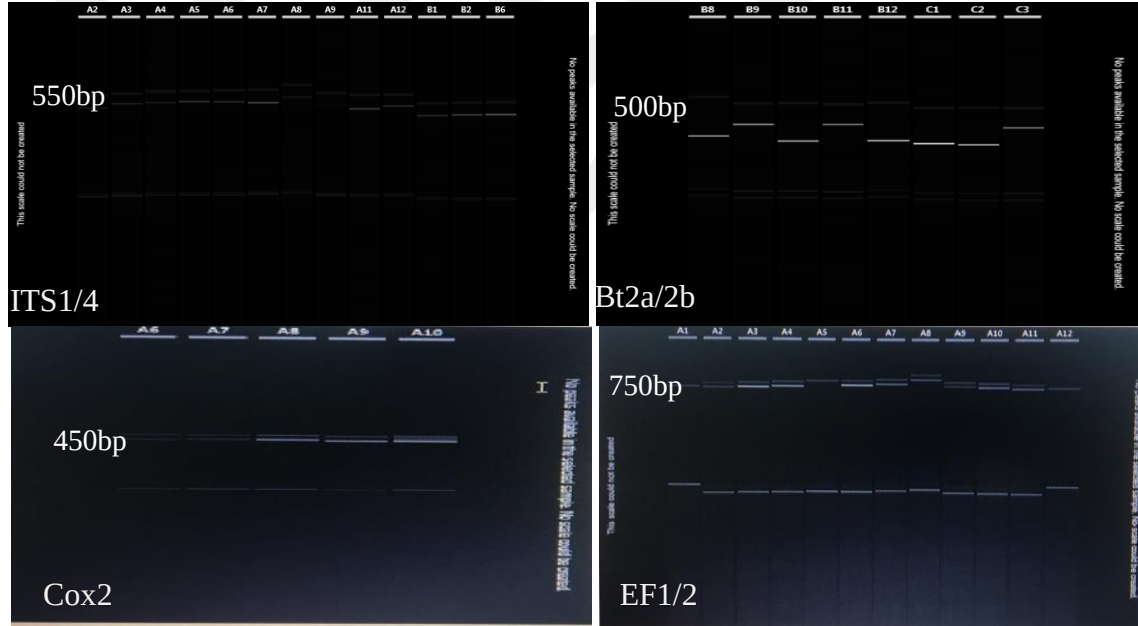
Şekil 4.13. Fungal türlerin farklı besi ortamlarında 3, 6 ve 10 günlük miselyal gelişimi



Şekil 4.13. (Devam) Fungal türlerin farklı besi ortamlarında 3, 6 ve 10 günlük miselyal gelişimi

4.3. Moleküler Karakterizasyon

Botryosphaeriaceae familyasına, *Fusarium* ve *Phytophthora* cinsine ait olan türlerin moleküler filogenetik analizi için yapılan fungal DNA izolasyonlarının sonucunda 20-40 ng/μl aralığında değişiklik gösteren miktarlarda genomik DNA elde edilmiştir. Bu genomik DNA'lardan ITS (internal transcribed spacer), beta tubulin (TUB2), translation elongation factor (tef) 1-α gene (EF), cytochrome oxidase II (Cox2) genlerine ait primerler kullanılarak nükleotid dizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. PCR amplifikasyon çalışmaları ile çoğaltılan DNA ürünlerinden ITS, β-tub, cox2 ve EF genlerine ait primerler ile sırasıyla 550, 500, 450 ve 750 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiştir (Şekil 4.15.).



Şekil 4.14. Agaroz jelde farklı primerlere göre elde edilen PCR sonuçlarının görüntüleme programında DNA bantları

İzolasyonlar sonucunda elde edilen izolatların NCBI veri tabanından BLAST programı ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda tüm izolatların ITS, β-tub, cox2 ve EF genomik bölgelerine göre yapılan dizi analizleri sonucunda eşleşme gösteren izolatlarla aralarında benzerlik oranı belirlenmiştir.

Dizi analizleri sonucunda elde edilen GenBank erişim numaraları ve GenBankasinda benzerliği referans alınan erişim numaraları ile karşılaştırmaları, ITS, TUB, COX ve EF olmak üzere genomik bölgelerine göre (Çizelge 4.3.) verilmiştir.

Çizelge 4.3. Antepfıstığı ağaçlarından elde edilen fungal izolatların farklı gen bölgelerine göre tür tanımları ve GenBankası Erişim Numaraları

Tür Adı	İzolat kodu	Lokasyon	ITS	Gen Bankası erişim numaraları		
				TUB2	EF	Cox2
<i>Fusarium oxysporum</i>	BB1-K	Beşiri	OM416245	-	OM468565	-
	BBF7	Beşiri	OM416251	OM468556	OM468568	-
	SK1-G	Kurtalan	OM416244	-	OM468564	-
<i>F. equiseti</i>	BM1-K	Merkez	OM416246	-	-	-
	BBF39	Beşiri	-	-	OM468571	-
<i>F. solani</i>	BBF15	Beşiri	OM416253	OM468558	OM468569	-
	BBF22	Beşiri	-	OM468560	-	-
	BBF30	Beşiri	OM416255	OM468561	OM468570	-
	BBF40	Beşiri	OM416256	-	OM468572	-
<i>F. brachygibbosum</i>	BB2-K	Beşiri	OM416248	-	OM468566	-
	SBF12	Baykan	OM416257	-	OM468573	-
	SKF19	Kurtalan	OM416259	-	OM468575	-
<i>F. acuminatum</i>	BB3-K	Beşiri	OM416250	-	OM468567	-
<i>P. inundata</i>	ST1-G	Tillo	OM416247	-	-	OM468576
	SKF13	Kurtalan	-	-	-	OM468577
<i>B. dothidea</i>	BBF13	Beşiri	OM416252	OM468557	-	-
<i>M. phaseolina</i>	BBF20	Beşiri	OM416254	OM468559	-	-
<i>N. dimidiatum</i>	SKF14	Kurtalan	OM416258	-	OM468574	-
<i>D. ambigua</i>	BGK1	Gercüş	OL375210	OL419361	-	-
<i>L. theobromae</i>	BGK2	Gercüş	OM416260	OM468563	-	-

Batman ilinin ilçeleri: Beşiri, Merkez ve Gercüş – Siirt ilinin ilçeleri: Kurtalan, Baykan ve Tillo

Fungal morfolojik karakteristiklerin yanısıra çoklu DNA dizi karşılaştırmalarına dayanarak fıstık bahçelerinde geriye doğru ölüm, kanser ve solgunluk belirtisi oluşturan *Botryosphaeriaceae* familyasına, *Fusarium* ve *Phytophthora* cinsine ait olan türlerin konukçu türe göre dağılımı incelendiğinde 16 izolat arasında; *Fusarium* cinsine ait *F. solani* ve *F. brachygibbosum* türlerinden 3'er izolat, *F. oxysporum*, *F. equiseti* türlerinden

2'şer izolat, *F. acuminatum* türünden ise 1 izolat; *Botryosphaeriaceae* familyasına ait olan *B.dothidea*, *D. ambigua*, *M. phaseolina*, *N. dimidiatum* ve *L. theobromae* türlerine ait 1'er izolat ve *Phytophthora* cinsine ait *P. inundata* türünden ise 2 izolatın GenBank erişim numaraları alınarak dizi analizleri sonucunda eşleşme gösteren izolatlarla aralarında %100 oranında benzerliğe sahip oldukları belirlenmiştir.

Kaliforniya'da fıstık üretim alanlarından toplanan izolatları tanımlamak, bu fungal türlerin dağılımını ortaya koymak ve bu fungusların fıstık çeşitlerini patojenisitesini tespit etmek amacıyla yürütülen bir araştırmada (Chen ve ark. 2014), *Botryosphaeriaceae* familyasına bağlı *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata*, *Dothiorella iberica*, *Dot. sarmentorum*, *Lasiodiplodia citricola*, *L. gilanensis*, *Neofusicoccum mediterraneum*, *Neof. vitifusiforme* ve *Diaporthe* cinsine bağlı *D. chamaeropsis* türleri elde edilmiştir. Fıstık patojen türleri ve dağılımları yönünden elde edilen bulgular, çalışmamızdaki türler ve dağılımları yönünden benzerlik taşımaktadır.

4.4. Patojenisite Çalışmalarına Ait Sonuçlar

Patojenisite çalışmaları, kök ve gövde patojenlerini esas alarak 2 farklı şekilde yapılmıştır. Kök patojenleri için çalışmalar Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde, gövde çalışmaları ise Batman Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitim Merkezi sahasında gerçekleştirilmiştir.

Kök patojenleri için çimlendirilen Siirt çeşidi fıstık fidanlarının kök bölgesine kök patojeni olarak tespit edilen *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora inundata* ve *Macrophomina phaseolina* izolatlarından elde edilen spor ve misel süspansiyonları kök bölgesine bulaştırılmıştır.

Patojenisite testi yapılan fidanlar $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ derecede 30 gün bekletildikten sonra yapraklarında lokal sararma ve renk değişimleri, kök bölgelerindeki dokuların ise koyu bir renk aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.15. Patojenisite çalışması sonucunda A ve B) yapraklarda ve C ve D) köklerde oluşan belirtiler ve renk değişimleri

Kök patojenleri *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *P. inundata* ve *M. phaseolina* ile yapılan patojenisite denemesi sonucunda fidanların köklerinde zayıflamalar, siyah ve yumuşak doku oluşumunun yanı sıra iletim demetlerinde renk değişimleri neticesinde yapraklarda kızarıklık ve başta açık yeşilden beyaza kadar renk değişimleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.16). Orta Kaliforniya’da fıstık anaçlarının kökboğazı çürüklüğü ve gövde kanseri ile ilişkili *Fusarium* ve *Neocosmospora* cinslerine bağlı türlerin biyoçeşitliliği, taksonomisi ve patojenisitesine yeni bir yeni bir bakış açısı kazandıran bir çalışmada (Crespo ve ark. 2019), fıstık ağaçlarından toplam 5 tür içerisinde *F. oxysporum* ve *N. falciformis*, izole edilen en yaygın türler olarak kaydedilmiştir. Ayrıca *F. oxysporum* ve *N. falciformis* türleri, fıstık ağaçlarının yeni fungal türleri olarak kaydedilmiştir. Saksı koşullarında UCB1 fıstık anaçlarını kullanarak yapılan patojenisite denemeleri sonucunda; *F. oxysporum*, *F. proliferatum* ve *Neocosmospora* (= *Fusarium*) *solani* fungusları, en yaygın türler olarak tespit edilmiştir. Bu türlerden *F. oxysporum* ve *N. solani* fungusları, yaptığımız çalışmada fıstık ağaçlarında kuru çürüklük ve kanser etmenleri olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, elde ettiğimiz verileri destekler niteliktedir.

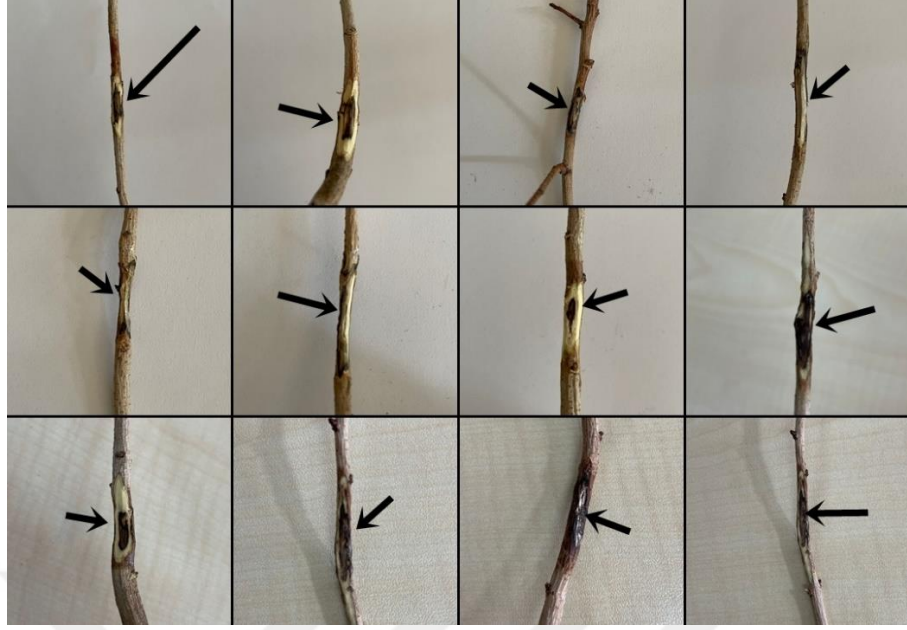
Aynı etmenler, turunçgilde kuru çürüklük patojenleri olarak ülkemizden bildirilmiştir (Kurt ve ark. 2020). Ayrıca Tunus'tan *F. solani*'nin fıstık ağaçlarında kök çürüklüğüne neden olduğu (Triki ve ark. 2009), Kaliforniya ve Teksas'da kuru çürüklüğe yol açtığı (Adsemoye ve ark.2011; Kunta ve ark. 2015) bildirilmiştir. Buna ek olarak Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde fıstık ağaçlarına kök ve kökboğazı çürüklüğü ile ilişkili olarak *Fusarium equiseti* türü kaydedilmiştir (Eskalen ve ark.2001).

Aşı uyumsuzluğu, zayıf drenaj, kuraklık stresi, aşırı gübre ve dengesiz toprak pH'sından olumsuz etkilenen ağaçlarla birlikte *Fusarium* ve *Neocosmospora* türlerinin *Phytophthora* kök ve kökboğazı çürüklükleri ile ilişkisi genel olarak yaygın bir durum olarak göze çarpmaktadır. Kuraklığın şiddeti ile karşı karşıya gelen Kaliforniya'da su stresinden etkilenen fıstık ağaçları, fırsatçı *Fusarium/Neocosmospora* patojenlerine karşı daha duyarlı olabileceği vurgulanmıştır (Crespo ve ark. 2019). Ayrıca fıstık endüstrisi geliştikçe marjinal arazilere daha fazla anaç dikilmekte ve tuzlu su ile sulanmakta olup, bu faktörlerin fıstık ağaçlarında daha büyük stres oluşturup patojen saldırılarına karşı daha duyarlı hale gelmesine yol açtığı belirtilmiştir.

Sonuç olarak yapılan morfolojik ve moleküler karakterizasyon çalışmalarına göre kök patojenlerinin antepfıstığı Siirt çeşidi bitkilerde patojen olduğu ve Koch Postulatu çalışmasını destekler biçimde olduğu tespit edilmiştir.

Gövde patojenleri için 2-3 yaşındaki Siirt çeşidi fıstık fidanlarına *Botryosphaeriaceae* izolatları olan; *Neoscytalidium novaehollandiae*, *Diaporthe ambigua*, *Lasiodiplodia theobromae* ve *Botryosphaeria dothidea* türlerinin bulunduğu PDA içeren Petri kaplarından mantar delici yardımıyla 5 mm çapında ve 3 mm derinliğinde kesitler alınarak odun dokusuna temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Oda sıcaklığında hastalık ile bulaşık ve kontrol uygulamaları yapılmış olan fidanlar 60 gün boyunca bekletilerek lezyon çapları ölçülmüştür. Tüm deneme sonuçları, SPSS istatistik yazılım programında hazırlanarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre değerlendirilmiştir.

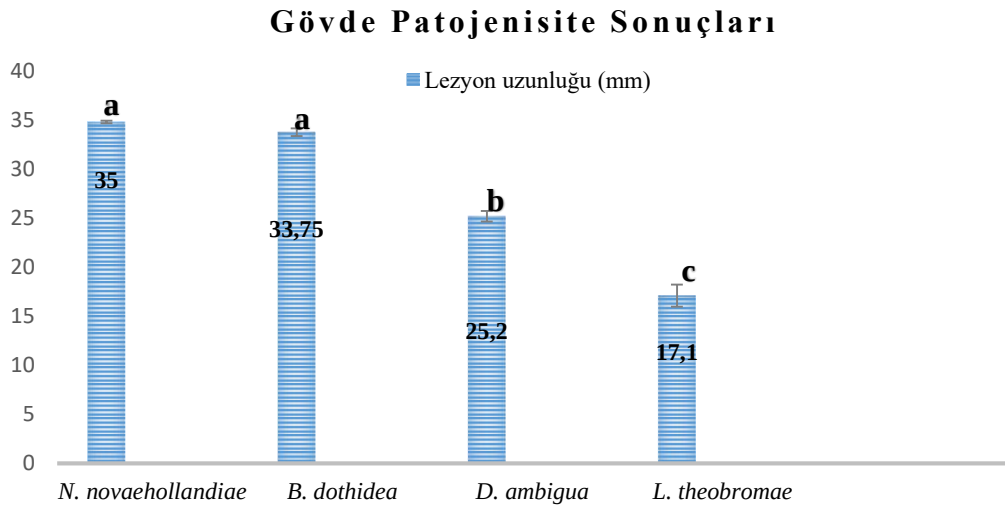
Gövdelerde kabuk üzerinde meydana gelen lokal lekeler kazıldığında kabuk altındaki dokularda da kahverengiden siyaha değişiklik gösteren koyu ve birbirine benzer lekeler tespit edilmiştir. Ayrıca bazı gövdelerde bu lekeler üzerinde siyah piknitlerin varlığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. Gövde patojenisite çalışmaları sonucunda fungus türlerinin inokulasyonundan 60 gün sonra fidanlarda oluşan lezyonlar

Yapılan patojenisite çalışması sonucunda antepfıstığı Siirt çeşidi fidanların gövdelerinde *Neoscytalidium novaehollandiae*, *Diaporthe ambigua*, *Lasiodiplodia theobromae* ve *Botryosphaeria dothidea* türlerinin gözlemlenen lezyon uzunluklarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.17.).

Her patojen için 5 adet antepfıstığı fidanı olacak şekilde 3 tekerrür olarak patojenisite çalışması yapılmıştır.



Şekil 4.17. Siirt çeşidi fıstık fidanlarının gövdelerine miselyal disklerle yapılan inokulasyondan 60 gün sonra belirlenen lezyon uzunlukları (mm)

Gövde inokulasyon tekniği ile patojenisite çalışması sonucunda kullanılan *N. novaehollandiae*, *B. dothidea*, *D. ambigua* ve *L. theobromae* türlerinin fidan gövdelerinde belirgin enfeksiyonlar meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Ancak oluşan lezyonların çapı etmenlere göre farklılık göstermiş olup en uzun lezyon çapı *N. novaehollandiae* (35 mm) ve *B. dothidea* (33,75 mm) türlerinde tespit edilirken en düşük lezyon uzunluğu ise *L. theobromae* türünde (17,1 mm) tespit edilmiştir (Şekil 4.18). Kaliforniya’da salkım ve sürgün yanıklığı ile ilişkili *Botryosphaeriaceae* ve *Diaporthaceae* familyasına ait izolatların inokulasyon denemeleri sonucunda (Chen ve ark. 2014), *Diaporthe chamaeropsis*, *Diplodia seriata*, *Dothiorella iberica* ve *Dot. sarmentorum*’un tümünün antepfistığında zayıf derecede virulent olduğu gösterilmiştir. *Lasiodiplodia* türlerinin virülenslik düzeyinin oldukça yüksek seviyelerde olduğu belirlenen çalışma sonuçları, çalışmamızda enfeksiyon düzeyi düşük tespit edilen *L. theobromae* ile ilgili verilerle uyumlu görülmemektedir. Bu durum, virülenslik testlerinde kullanılan çeşit duyarlılığı ve izolat farklılıklarından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Buna ek olarak Chen ve ark. (2015), fıstık ağaçlarından topladığı izolatlardan bazılarının filogenetik analizleri sonucunda; bizim çalışmamızda izole ettiğimiz türden farklı olarak *Lasiodiplodia americana* türünü ayrıntılı olarak tanımlamışlardır. Bunların patojenisite denemeleri, *L. americana*’nın denemeye alınan tüm fıstık çeşitlerinin dallarında patojen olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu formun, Kaliforniya’da fıstık salkım ve sürgün yanıklığının ana nedeni olarak kabul edilen ve geniş çapta yaygın olarak bilinen *Neofusicoccum mediterraneum*’a göre daha yüksek virülensliğe sahip olduğu ifade edilmiştir.

Öte yandan yine Kaliforniya’da yetişkin fıstık ağaçlarında kanser ve geriye doğru ölüm belirtileri ile ilişkili olarak 7 farklı familyada 8 değişik cinse bağlı 11 fungal tür tanımlanmıştır (Nouri ve ark. 2019). Bu türlerin miselyal diskler kullanılarak fıstık dallarında gerçekleştirilen patojenisite denemesi sonucunda tüm türlerin dallarda kanserlere neden olabildiği gösterilmiştir. Bunlar içerisinde bizim yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz funguslardan birisi olan *Diaporthe ambigua* türünün, patojenisite testi sonunda benzer düzeyde virülenslik gösterdiği belirlenmiştir. Bu veriler, elde ettiğimiz bulgular ile uyumlu ve destekler nitelikte bulunmuştur. *Diaporthe* cinsine bağlı olan türlerin doğal ve agro-ekosistemlerde saprofit, endofit ve bitki patojeni olarak hareket ettiği belirtilmektedir (Udayanga ve ark. 2011). Kaliforniya’da *Diaporthe chamaeropsis*

türünün, fıstıkta salkım ve sürgün yanıklığının hafif virulent olarak ortaya çıktığı bildirilmiştir (Chen ve ark. 2014).

Gövdelerde lezyonların meydana geldiği bölgelerden alınan kesitlere "3.2.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu" aşaması tekrarlanarak re-izolasyon yapılmıştır. Re-izolasyon sonucunda elde edilen izolatların patojen olup olmadığının belirlenmesi için orijinal izolatlar ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Kesin tür teşhisi için morfolojik ve moleküler karakterizasyon aşamaları tekrarlanmıştır. Sonuç olarak, gövde patojenisitesi için yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen izolatların, orijinal izolatlar ile aynı olduğu ve Koch Postulatı çalışmasını desteklediği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Sörveyler sonucu elde edilmiş fungal patojenlere ait izolat dağılımları (%)

	Elde Edilen İzolatlar			
	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Phytophthora inundata</i>
Batman Merkez Beşiri	17	27	5	-
Kozluk	-	20	-	-
Gercüş	1	8	-	-
Sason	-	-	-	-
Batman Ortalama (%)	7.8	17.4	2	0.2
Siirt Merkez	12	17	3	2
Baykan	23	38	4	2
Kurtalan	9	23	6	2
Tillo	11	17	4	6
Siirt Ortalama (%)	13.75	23.75	4.25	3

Çizelge 4.4. (Devam) Sörveyler sonucu elde edilmiş fungal patojenlere ait izolat dağılımları (%)

	Elde Edilen İzolatlar			
	<i>Botryosphaeria dothidae</i>	<i>Neoscytalidium novaehollandiae</i>	<i>Diaporthe ambigua</i>	<i>Lasioidiplodia theobromae</i>
Batman Merkez	8	6	2	-
Beşiri	4	3	1	-
Kozluk	20	10	-	-
Gercüş	12	10	-	14
Sason	100	-	-	-
Batman Ortalama (%)	28.8	5.8	0.6	2.8
Siirt Merkez	8	11	-	-
Baykan	-	-	-	-
Kurtalan	11	12	-	-
Tillo	11	18	-	-
Siirt Ortalama (%)	7.5	10.25	-	-

Sörveyler sonucunda fungal patojenlere ait izolat dağılımlarına baktığımızda en yaygın izolatın Batman ilinde *B. dothidae*'nin %28.8, Siirt ilinde *F. oxysporum*'un %23.75 olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.4).

4.5. Siirt Çeşidi Antepfıstığı Üretim Alanlarında Kurumalara Neden Olan Fungal Hastalıkların Mücadele Olanaklarının Belirlenmesine Ait Sonuçlar

Fidan ve Bahçe Denemeleri olarak iki farklı aşamada gerçekleştirilen denemelerde kök ve gövde patojenleri için T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Meyve-Bağ Hastalıkları Standart İlaç Deneme Metotları göz önünde bulundurularak skala değerlerine göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Çizelge 4.5. 2021 yılında fungusit uygulamalarının tarihi, kullanılan ilaçların aktif madde ve oranı, dozu ve uygulama dönemi

İlaçlama Tarihi	Uygulama Zamanı	Fungisit etken Maddeleri ve Oranı	Kullanım Dozu (ml / 100 lt su)
16 Nisan	Çiçeklenme öncesi	boscalid (%26.7)+ pyraclostrobin	100 150
1 Mayıs	Çiçeklenme sonrası	(%6.7)	
		pyrimethanil (375 g/l +) fluopyram (125 g/l)	100 125
16 Mayıs	İkinci ilaçlamadan 15 gün sonra	pyraclostrobin (150 g/l) + fluxapyroxad (75 g/L)	75 100

Çizelge 4.5'te belirtilen ilaçlama tarihleri ve kullanılan ilaçların dozları göz önüne alınarak kurulan Bahçe Denemeleri Çizelge 3.7'de verilen skala değerlerine göre değerlendirilerek hastalık şiddeti ve hastalık oranı tespit edilmiştir.

Bahçe denemeleri için 4 tekerrür ve her tekerrürde 6 ağaç olmak üzere her fungusit dozu için toplam 24 ağaç kullanılmıştır. Fidan denemeler için ise 3 tekerrür ve her tekerrürde 5 fidan olmak üzere her fungusit dozu için toplam 15 fidan kullanılmıştır. İlaç uygulamasından sonra hastalıklı ve sağlıklı fidan/ağaç sayımları yapılarak Abbott formülüne göre uygulanan ilaçların % etkisi ve hastalık oranı ise [%Hastalık oranı= Hastalıklı bitki sayısı / Toplam bitki sayısı x 100] formülüyle sayım sonucunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.6'da bahçe ve fidan uygulamalarında kullanılan pestisitlerin aktif maddeleri, dozları, hastalık oranları ve ilaçların etkisi (%) verilmiştir.

Bahçe uygulaması; örneklerin toplandığı ve kayıt altına alındığı bahçelerde hastalık belirtilerinin tespit edildiği ağaçlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada hastalık belirtileri görülen doğal olarak enfekte olmuş antepfıstığı ağaçlarının seçilmesi ve ağaçlarda kompleks halde tüm patojenlerin varlığı göz önüne alınarak pestisit uygulaması

yapıldığı için fidan uygulaması gibi Çizelge 4.7' e benzer şekilde her pestisit her patojene karşı etkinliği kontrol edilmemiştir.

Fidan uygulaması; sağlıklı fidanlara, bahçelerden elde edilen, izolasyonu, moleküler ve morfolojik karakterizasyon sonucunda tür teşhisi yapılmış ve sonuç olarak antepfıstığına bulaştırılarak patojenisite sonucu alınmış kök ve gövde patojenleri uygulanmıştır. Bu uygulamada sağlıklı fidanlara türleri bilinen izolatlar bulaştırıldığı için uygulama sonucunda pestisitlerin dozları ve aktif maddelerinin % olarak etkileri tüm izolatlar için ayrı ayrı tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6'da Tawsend-Heuberger formülüne göre bahçe ve fidanlık kontrol hastalık oranları, Abbott (1925), formülüne göre belirlenen ilaç uygulamalarının etkilerinin istatistiksel analizleri sonucunda elde edilen veriler bahçe ve fidan uygulamalarında antepfıstığı Siirt çeşidinde uygulama sonrası hastalık oranı (%) tespit edilmesini sağlamıştır.

Bahçe uygulamasında antepfıstığı Siirt çeşidi ağaçlarda yapılan sayımlar sonucunda gövde ve dallarda uygulama yapılan boscalid+pyraclostrobin aktif maddeli fungusitin 150 ml dozunda kullanıldığı gövde ve dallardaki etkisi %72.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Fidan uygulamalarında ise antepfıstığı Siirt çeşidi fidanlarda yapılan sayımlar sonucunda boscalid+pyraclostrobin aktif maddesinin 150 ml dozda uygulamasında en yüksek etki %71.2 en düşük etki ise pyraclostrobin+fluaxapyroxad aktif maddesinin 75 ml dozda uygulanmasında %57.2 olarak gözlemlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6. Kullanılan pestisitlerin aktif maddesi, dozu, hastalık oranı ve uygulanan ilaçların etkisi (%)

Uygulama	Etken	Doz	Kontrolde		Uygulama Sonrası	Uygulamaların	
Şekli	maddeler		Hastalık oranı (%)		Hastalık Oranı	Etkisi (%)	
			Kök	Gövde ve Dal	(%)	Kök	Gövde ve Dal
Bahçe	Boscalid+	100 ml	-	21.3a	9.3	-	57.4a
	Pyraclostrobin	150 ml	-	22.1a	6.2	-	72.7c
	Pyrimethanil+	100 ml	-	21.1a	10.0	-	54.8a
	Fluopyram	125 ml	-	21.5a	7.0	-	69.0c
	Pyraclostrobin+	75 ml	-	20.7a	9.8	-	53.4a
	Fluaxapyroxad	100 ml	-	19.4a	7.4	-	64.1b
Fidanlık	Boscalid+	100 ml	0	0	1.6	62.4c	63.4a
	Pyraclostrobin	150 ml	0	0	1.4	68.1d	71.2a
	Pyrimethanil+	100 ml	0	0	1.8	49.0a	57.7a
	Fluopyram	125 ml	0	0	1.5	62.1cd	68.1a
	Pyraclostrobin+	75 ml	0	0	1.8	51.1ab	57.2a
	Fluaxapyroxad	100 ml	0	0	1.6	56.1bc	65.5a

Hastalık oranı: Tawsend-Heuberger formülüne göre belirlenmiştir. [%Hastalık oranı= Hastalıklı bitki sayısı / Toplam bitkisi sayısı x 100]

İlaçların yüzde etkisi: Abbott (1925), formülüne göre belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Seçilmiş fungusitlerin fidan uygulamalarında 8 farklı patojene karşı etkileri (%)

Fungal Türler	Boscalid + pyraclostrobin		Pyraclostrobin + fluxapyroxad		Pyrimethanil + fluopyram	
	A ₁	B ₁	A ₁	B ₂	A ₃	B ₃
<i>F. oxysporum</i>	79.1a	91.6c	74.9a	91.6c	83.3a	95.8c
<i>F. solani</i>	74.9a	91.6c	70.7a	87.4bc	79.1abc	91.6c
<i>M. phaseolina</i>	33.3a	41.6a	29.1a	37.4a	24.9a	37.4a
<i>P. inundata</i>	41.6ab	50.0b	37.4ab	45.8ab	33.3a	37.4ab
<i>B. dothidea</i>	79.1a	83.3a	74.9a	79.1a	70.7a	74.9a
<i>N. novaehollandiae</i>	74.9a	79.1a	70.7a	74.9a	70.7a	74.9a
<i>D. ambigua</i>	54.1ab	62.4b	45.8ab	54.1ab	41.6a	45.8ab
<i>L. theobromae</i>	70.7a	70.7a	58.3a	74.9a	54.1a	66.6a

A₁:100 ml, B₁:150 ml, B₂: 125 ml, A₃: 75 ml ve B₃: 100 ml dozlarındadır.

Çizelge 4.7'e göre fidan uygulamalarında boscalid+pyraclostrobin aktif maddesinin en yüksek etkisi 150 ml dozda *Fusarium oxysporum* ve *F. solani* türlerinde %91.6 olarak, en düşük etkisi ise 100 ml dozda *Macrophomina phaseolina* türünde %33.3 olarak tespit edilmiştir. Pyraclostrobin+fluaxpyroxad aktif maddesinin en yüksek etkisi 125 ml dozda *F. oxysporum* türünde %91.6 olarak, en düşük etkisi ise 100 ml dozda *M. phaseolina* türünde %21.9 olarak tespit edilmiştir. Pyrimethanil+fluopyram aktif maddesinin en yüksek etkisi 100 ml dozda *F. oxysporum* türünde %95.8 olarak, en düşük etkisi ise 75 ml dozda *M. phaseolina* türünde %24.9 olarak tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Batman ve Siirt İllerinde 2020-2021 yılları arasında antepfıstığı üretim alanlarında görülen fungal kökenli yerel ve genel ağaç kurumalarının etiyolojisi, bu kurumlara neden olan etmenlerin morfo-kültürel ve moleküler tekniklerle tanılanması, kuruma sebebi fungal etmenlerin yaygınlıkları ve bunlarla mücadele olanaklarının belirlenmesi bu araştırma ile gerçekleşmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda hastalık yaygınlığı, Batman Merkezde %65, Beşiri %67, Kozluk %50, Gercüş %77 ve Sason ilçelerinde %100 oranında tespit edilirken, Siirt Merkez’inde %53, Baykan %67, Kurtalan %63 ve Tillo ilçelerinde ise %67 oranında tespit edilmiştir.

Yapılan izolasyonlar sonucu elde edilen kültürlerde *Botryosphaeriaceae* familyasına ait fungal izolatlarının morfolojik tanımlama çalışmaları yapılırken Phillips ve ark. (2013) tarafından önerilen tanı kriterleri; koloni gelişimi ve rengi, konidilerin şekli, bölmeli veya bölmesiz olması gibi özellikleri, *Fusarium spp.* için Leslie ve ark. (2008)’nın önerdiği tanı kriterleri olan; miselyal gelişim, mikro ve makrokonidi oluşumu, koloni yapısı ve rengi gibi özelliklerine, *Phytophthora inundata* için Brasier ve ark. (2003) ile Safaiefarahani ve ark. (2013) tarafından önerilen genel koloni gelişimi ve rengi, miselyal gelişim ve hifsel şişkinliklerin varlığı gibi kriterler esas alınarak türler tanımlanmıştır. İzolatların optimum miselyal gelişimleri ve koloni özelliklerinin tespit edilmesi için patates dektroz agar (PDA), malt extract agar (MEA), V8 juice agar ve czapek-dox agar (CDA) olmak üzere dört farklı besi ortamı kullanılmıştır.

Fungusların morfolojik özelliklerini doğrulamak için yürütülen moleküler filogenetik analizler sonucunda fıstık bahçelerinden elde edilen *Botryosphaeriaceae* familyasına, *Fusarium* ve *Phytophthora* cinsine ait olan türlerin konukçu türe göre dağılımı incelendiğinde 16 izolat arasında; *Fusarium* cinsine ait *F. solani* ve *F. brachygibbosum* türlerinden 3’er izolat, *F. oxysporum*, *F. equiseti* türlerinden 2’şer izolat, *F. acuminatum* türünden ise 1 izolat; *Botryosphaeriaceae* familyasına ait olan *B.dothidea*, *M. phaseolina*, *N. dimidiatum* ve *L. theobromae* türlerine ait birer izolat ve *P. inundata* türünden ise 2 izolatın GenBank erişim numaraları alınarak dizi analizleri sonucunda eşleşme gösteren izolatlarla aralarında %100 oranında benzerliğe sahip oldukları belirlenmiştir.

Çalışmada *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *P. inundata* ve *M. phaseolina* kök patojenleri ile yürütülen patojenisitede; fidanların köklerinde zayıflamalar, siyah ve yumuşak doku oluşumunun yanı sıra iletim demetlerinde bozukluk neticesinde yapraklarda kızarıklık ve başta açık yeşilden beyaza kadar renk değişimleri gözlemlenmiştir. Gövde patojenleri *N. novaehollandiae*, *B. dothidea*, *D. ambigua* ve *L. theobromae* ile patojenisite yapılan fidanların gövdelerinde kabuk üzerinde meydana gelen lekeler kazıldığında kabuk altındaki dokularda da kahverengiden siyaha değişiklik gösteren koyu ve birbirine benzer lekeler tespit edilmiştir. Ayrıca bazı gövdelerde bu lekeler üzerinde siyah piknitlerin varlığı kaydedilmiştir.

Çalışma sonucunda antepfıstığı ağaçlarında tespit edilen hastalık etmenlerinin dağılımları incelendiğinde Batman ilinde en yaygın patojen fungus, Beşiri İlçesi'nde % 32 ile *Fusarium oxysporum* olarak dikkati çekerken en az yaygınlık oranına, %1 ile *Diaporthe ambigua* sahip olduğu belirlenmiştir. Siirt ilinde ise yine en yaygın patojen Baykan ilçesi'nde %38 ile *Fusarium oxysporum* olarak kaydedilirken en az yaygın tür ise Merkez, Baykan ve Kurtalan ilçelerinde % 2 ile *Phytophthora inundata* tespit edilmiştir.

Mücadele olanaklarının belirlenmesi için bahçe uygulamasında antepfıstığı Siirt çeşidi ağaçlarda yapılan sayımlar sonucunda gövde ve dallarda uygulama yapılan boscalid+pyraclostrobin kombinasyonu olan fungisit 150 ml dozunda kullanıldığı gövde ve dallardaki etkisi ortalama %72.7 olarak tespit edilmiştir. Fidan uygulamalarında ise antepfıstığı Siirt çeşidi fidanlarda yapılan sayımlar sonucunda boscalid+pyraclostrobin aktif maddesinin 150 ml dozda uygulamasında en yüksek etki %71.2 en düşük etki ise pyraclostrobin+fluaxapyroxad karışımının 75 ml dozda uygulanmasında %57.2 olarak gözlemlenmiştir. Fidan uygulamalarında boscalid+pyraclostrobin aktif maddesinin en yüksek etkisi 150 ml dozda *F. oxysporum* ve *F. solani* %91.6 olarak, en düşük etkisi ise 100 ml dozda *M. phaseolina*'da %33.33, pyraclostrobin+fluaxapyroxad aktif maddesinin en yüksek etkisi 125 ml dozda *F. oxysporum*'da %91.6, en düşük etkisi ise 100 ml dozda *M. phaseolina*'da %21.9, pyrimethanil+fluopyram aktif maddesinin en yüksek etkisi 100 ml dozda *F. oxysporum*'da %95.8, en düşük etkisi ise 75 ml dozda *M. phaseolina*'da %24.9 olarak tespit edilmiştir.

Bu araştırma, son yıllarda Güneydoğu Anadolu Bölgesinde antepfıstığı üretim alanlarında kurumlara neden olan fungal etmenlerin tanınması ve mücadelesi

konusunda yapılan en kapsamlı çalışmadır. Fungal etmenlerden kaynaklı geriye doğru ölümler ve kısmi kurumaların görüldüğü antepfıstığı ağaçlarında ciddi verim kayıpları yaşandığından dolayı bu konu üzerinde bilimsel çalışma yapılması önem arz etmektedir. Ayrıca, çiftçilerimiz tarafından bilinmeyen bu hastalıklar, yanlış mücadele yöntemlerine ve kimyasal uygulamalara sebep olarak hem çevreye zarar verilmesine hem de ürüne zarar verilerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bölge açısından kurumlara neden olan fungal etmen türleri üzerine geniş kapsamlı bir çalışma yapmak ve çıkan sonuçlar doğrultusunda çiftçilerimizi bilgilendirmek ve gerekli önlemler almak sağlıklı ürün ve ekonomik kazanç için önem arz etmektedir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler hem bilimsel olarak hemde fıstık üreticileri açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışma ile yıllardır fıstık üretim alanlarında kurumlara neden olan fungal kökenli etmenlerin enfeksiyon şekilleri ile mücadelesi ve en önemlisi üreticiler tarafından bilinmediği ortaya çıkmıştır. Fıstık üreticileri tarafından bitki besin element noksanlığı, kültürel işlemler sonucunda meydana gelen kurumalar olarak bilinen yanlışların artık geri planda kaldığı ve yerini teşhis edilen hastalıklara bıraktığı yapılan arazi gözlemleri ve laboratuvar analizleri kesinleşmiştir.

Sonuç olarak, kurumlara neden olan etmenlerin fıstık üretim alanlarındaki popülasyon yapısının morfolojik, genetik ve patojenik karakterizasyonu ile etiolojisinin daha iyi aydınlatılması ve etkili hastalık yönetim stratejilerinin geliştirilmesinin teşvik edilmesinde zorunludur. Ayrıca fıstık üretim alanlarında fungal kökenli kurumlara karşı dayanıklı çeşit geliştirme ve ıslah çalışmaları yürüten araştırmacıların, teşhis edilen bu etmenlerin tehlikelerini göz önünde bulundurmaları da faydalı olacaktır. Konu ile ilgili Tarım ve Orman Bakanlığı zirai mücadele teknik talimatların düzenlenmesi, standart ilaç deneme metodlarının oluşturulması ve bu hastalıklar ile ilgili ilaç ruhsatlama çalışmalarının teşvik edilmesi öncelikli konular arasında yer almalıdır.

Diaporthe ambigua etmeni ülkemizde antepfıstığında hastalık oluşturduğuna dair ilk kayıt işlemleri tamamlanmış ve uluslararası literatüre kaydedilerek yayınlanmıştır.

Bunun dışında tez çalışması kapsamında *Lasiodiplodia theobromae* ve *Phytophthora inundata*'nın fıstık ağaçlarında kurumlara sebep olan patojenler olduğu ülkemizde ilk kez tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Adsemoye, A., Eskalen, A., Faber, B., Bender, G., O'Connell, N., Kallsen, C., Shea, T., 2011. Current knowledge on *Fusarium* dry rot of citrus. **Citrograph**, 2:29-33.
- Aiello, D., Polizzi, G., Gusella, G., Fiorenza, A., Guarnaccia, V., 2019. Characterization of *Eutypa lata* and *Cytospora pistaciae* causing dieback and canker of pistachio in Italy. **Phytopathologia Mediterranea**, 58(3): 699-706.
- Akgül, D. S., Savaş, N. G. and Özarslandan, M., 2019. First report of wood canker caused by *Lasioidiplodia exigua* and *Neoscytalidium novaehollandiae* on grapevine in Turkey. **Plant Disease**, 103(5): 1036.
- Aliakbarkhani, S. T., Akbari, M., Hassankhah, A., Talaie, A. and Moghadam, M. F., 2015. Phenotypic and genotypic variation in Iranian Pistachios. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, 13(2): 235-241.
- Anonim, 2020. Meyve-Bağ Hastalıkları. Bitki Hastalıkları Standart İlaçlama Deneme Metotları. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://tarim.gov.tr> (Erişim Tarihi: 05.03.2020).
- Anonim, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi 21.11.2021.
- Anonymous, 2021. **FAOSTAT**, World Production Data. Statistics of Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.faostat.fao.org>, (Erişim Tarihi 20.11.2021.)
- Anonymus, 1997. Descriptors for Pistachio (*Pistacia vera* L.) **International Plant Genetic Resources Institute**, Rome, Italy. 53 p.
- Armengol, J., Gramaje, D., Pérez-Sierra, A., Landeras, E., Alzugaray, R., Luque, J. and Martos S., 2008. First Report of Canker Disease Caused by *Neofusicoccum australe* on Eucalyptus and Pistachio in Spain. **Plant Disease**, 92(6): 980.
- Ash, G. J. and Lanoiselet, V. M., 2001. First report of *Colletotrichum acutatum* causing a leaf spot and hull rot of pistachio. **Australasian Plant Pathology**, 30(4), 365-366.
- Auger, J., Perez, I. and Esterio, M., 2013. *Diaporthe ambigua* associated with post-harvest fruit rot of kiwifruit in Chile. **Plant disease**, 97(6), 843-843.
- Aydın, M.H., Ünal, F., 2021. Anastomosis Groups and Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn Isolates Obtained from Pistachio (*Pistacia vera* L.) Saplings in Siirt Province, Turkey. **Turkish Journal of Agricultural Research**, 8(1): 18-26.
- Ayfer, M., 1990. Antepfıstığının dünü bugünü geleceği. **Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu Bildirileri**, 11-12 Eylül, Gaziantep, 14-23.
- Basavand, E., Khodaygan, P.i Moradi, M. Mousavi, SA, Lindstrom, K. and Sedaghati, N., 2022. Characterization of *Agrobacterium radiobacter*, a new pathogen of pistachio. **Australasian Plant Pathology**, 51,167-174.
- Bezerra, J. D. P., Crous, P. W., Aiello, D., Gullino, M. L., Polizzi, G. and Guarnaccia, V., 2021. Genetic Diversity and Pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* Species Associated with Symptomatic Citrus Plants in Europe. **Plants**, 10(3), 492.
- Brasier, C. M. and Sanchez-Hernandez, E., 2003. *Phytophthora inundata* sp. nov., a part heterothallic pathogen of trees and shrubs in wet or flooded soils. **Mycological Research**, 107(4), 477-484.

- Chen, S., Li, G., Liu, F. and Michailides, T. J., 2015. Novel species of *Botryosphaeriaceae* associated with shoot blight of pistachio. **Mycologia**, 107(4), 780-792.
- Chen, S.F., Morgan, D.P. and Michailides, T. J., 2014. *Botryosphaeriaceae* and *Diaporthaceae* associated with panicle and shoot blight of pistachio in California, USA. **Fungal Diversity**, 67: 157-179.
- Chen, W. Q., Ntahimpera, N., Morgan, D. P. and Michailides, T. J., 2002. Mycoflora of *Pistacia vera* in the central valley, California. **Mycotaxon**, 83:147-158.
- Crespo, M., Lawrence, D. P., Nouri, M. T., Doll, D. A. and Trouillas, F. P., 2019. Characterization of *Fusarium* and *Neocosmospora* species associated with crown rot and stem canker of pistachio rootstocks in California. **Plant disease**, 103(8), 1931-1939.
- Demiray, S. T., Akçalı, E., 2020. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde Antepfıstığında Salkım ve Sürgün Yanıklık Hastalığı (*Botryosphaeria dothidea*)'nın Patojenik ve Moleküler Karakterizasyonu. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 30(4): 31-12.
- Derviş, S., Türkölmez, Ş., Çiftçi, O., Ulubaş Serçe, Ç., Dikilitaş, M., 2019. First Report of *Neoscytalidium dimidiatum* Causing Canker, Shoot Blight, and Root Rot of Pistachio in Turkey. **Plant Disease**, 103 (6): 1411.
- Dissanayake, A.J., Phillips, A.J.L., Li, X.H. and Hyde, K.D., 2016. *Botryosphaeriaceae*: Current status of genera and species. **Mycosphere**, 7 (7): 1001-1073.
- Epstein, L., Beede, R., Kaur, S. and Ferguson, L., 2004. Rootstock effects on pistachio trees grown in *Verticillium dahliae*-infested soil. **Phytopathology**, 94: 388-395.
- Eskalen, A., Küsek, M., Daniştı, L. and Karadağ, S., 2001. Fungal diseases in pistachio trees in East-Mediterranean and Southeast Anatolian regions. **Cahiers Options Méditerranéennes**, 56, 261-264.
- Facelli, E., Taylor, C., Scott, E., Emmett, R., Fegan, M., Sedgley, M., 2002. Bacterial dieback of pistachio in Australia. **Australasian Plant Pathology**, 31, 95–6.
- Facelli, E., Taylor, C., Scott, E., Fegan, M., Huys, G., Emmett, R., Noble, D., Sedgley, M., 2005. Identification of the causal agent of pistachio dieback in Australia. **European Journal of Plant Pathology**, 112, 155–65.
- Facelli, E., Taylor, C., Williams, N. M., Emmett, R. W., Sedgley, M., Joyce, C. K. and Scott, E. S., 2009. Location of *Xanthomonas translucens* in pistachio trees. **Australasian Plant Pathology**, 38(6): 584-593.
- Fani, S. R., Zamanizadeh, H. R. and Mirabolfathy, M., 2006. Isolation and identification of the causal agents of root and crown rot of pistachio trees in the Sistan and Baluchistan provinces. **In IV International Symposium on Pistachios and Almonds**, 726:647-650.
- Fichtner, E. J., Browne, G. T., Mortaz, M., Ferguson, L. and Blomquist, C. L., (2016b). First report of root rot caused by *Phytophthora helicoides* on pistachio rootstock in California. **Plant Disease**, 100(11), 2337-2337.
- Fichtner, E. J., Kallsen, C. E. and Blomquist, C. L., (2016a). First report of crown rot caused by *Phytophthora parsiana* on pistachio in the Southern San Joaquin Valley, California. **Plant Disease**, 100(8), 1795-1795.
- Fichtner, E. J., Kallsen, C. E., Dhaouadi, S. and Blomquist, C. L. 2017. First Report of *Phytophthora* Taxon Walnut on *Pistacia vera* in California. **Plant Disease**, 101(6), 1059-1059.

- Fotoohiyan, Z., Rezaee, S., Bonjar, G. H. S., Mohammadi, A. H., Moradi, M., 2017. **Journal of Plant Protection**, Vol. 57, No. 2: 185–193.
- Gardes, M., Bruns T.D., 1993. ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes: application to identification of mycorrhizae and rusts. **Mol Ecol**, 2:113–118.
- Geiser, D.M., del Mar Jiménez-Gasco, M., Kang, S., Makalowska, I., Veeraraghavan, N., Ward, T.J., Zhang, N., Kulda G.A., 2004. FUSARIUM-ID v. 1.0: a DNA sequence database for identifying *Fusarium*. **Eur J Plant Pathol**, 110:473–479.
- Gezginç, Y., Duman, A.D., 2004. Antepfıstığı İşleme Tekniği ve Muhafazasının Kalite Üzerine Etkisi. **Gıda**, 29 (5): 373-378.
- Glass N. L, Donaldson, G., 1995. Development of primer sets designed for use with PCR to amplify conserved genes from filamentous Ascomycetes. **Applied and Environmental Microbiology**, 61: 1323–1330.
- Göre, M.E., Parlak, S., Aydın, M.H., 2010. *Pestalotiopsis guepinii* newly reported to cause dieback on *Pistacia lentiscus* var. *chia* in Turkey. **New Disease Reports**, 21: 8.
- Gusella, G., Lawrence, D.P., Aiello, D., Luo, Y., Polizzi, G., Michailides, T., 2021. Etiology of *Botryosphaeria* Panicle and Shoot Blight of Pistachio (*Pistacia vera*) caused by in Italy. **Plant Disease**, 8: 21-1672.
- Gusella, G., Vitale, A., Polizzi, G., 2022. Potential Role of Biocontrol Agents for Sustainable Management of Fungal Pathogens Causing Canker and Fruit Rot of Pistachio in Italy. **Pathogens**, 11: 829.
- Güldür, M. E., Dikilitas, M. and Ak, B.E., 2009. Pistachio diseases in the southeastern Anatolian region. In **V International Symposium on Pistachios and Almonds**, 912:739-742.
- Güldür, M.E., Simsek, E., Çağlar, B.K., Dikilitas, M., Gumus, H., and Ayvaci, H., 2018. First report of a 'Candidatus Phytoplasma solani'-related strain (16SrXII-A subgroup) associated with pistachio leaf scorch disease in Turkey. **New Disease Reports**, 38: 4.
- Haggag, W. M., 2006. First Report of *Septoria pistaciae* Causing Leaf Spot of Pistachio in Egypt. **Plant Disease**, 90:12-1553.
- Heidarian, R., Fotouhifar, K. B., Debets, A. J. and Aanen, D. K., 2018. Phylogeny of *Paecilomyces*, the causal agent of pistachio and some other trees dieback disease in Iran. *PloS one*, 13(7).
- Inderbitzin, P., Bostock, R. M., Trouillas, F. P. and Michailides, T. J., 2010. A six locus phylogeny reveals high species diversity in *Botryosphaeriaceae* from California almond. **Mycologia**, 102:1350-1368.
- Karličić, V., Zlatković, M., Jovičić-Petrović, J., Nikolić, M. P., Orlović, S. and Raičević, V., 2021. *Trichoderma* spp. from Pine Bark and Pine Bark Extracts: Potent Biocontrol Agents against *Botryosphaeriaceae*. **Forests**, 12(12), 1731.
- Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K., 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. **Molecular Evolutionary Genetics Analysis**, 33(7):1870–1874.
- Kumar, M., Campbell, L., Turner, S., 2016. Secondary cell walls: Biosynthesis and manipulation. **J Exp bot**, 67: 515–531.
- Kurt, Ş, Soylu, S., Uysal, A., Soylu, E. M. ve Kara, M., 2020. Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nın tanılanması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı in vitro antifungal etkinliklerinin

- belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 25(1), 46-56.
- Kurt, Ş., Uysal, A., Soylu, E.M., Kara, M. and Soylu, S., 2019. First record of *Neoscytalidium novaehollandiae* associated with pistachio dieback and decline in the Southeastern Anatolia Region of Turkey. **Mycologia Iranica**, 6(1), 55-57.
- Kuru, C. ve Özsabuncuoğlu İ. H., 1990. Yabani *Pistacia* Türlerinin Aşılmasında Sorunlar ve Çözüm Yolları. **Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu Bildirileri**, 11-12 Eylül, Gaziantep, 49-57.
- Leslie, J. F. and Summerell, B. A., 2008. **The Fusarium laboratory manual**. Blackwell Publishing, Ames, Oxford and Victoria, 1-388.
- Lichtemberg, P., Felts, D., Michailides, T.J., 2020. Fungicide management of *Botryosphaeria* panicle and shoot blight of pistachio in California. **Plant Disease Management Reports**, 13: PF071.
- Lopez-Moral, A., Raya, M.C., Ruiz-Blancas, C., Medialdea, I., Lovera, M., Arquero, O., Trapero, A., Agusti-Brisach, C., 2020. Aetiology of branch dieback, panicle and shoot blight of pistachio associated with fungal trunk pathogens in southern Spain. **Plant Pathology** 69 (7):1237-1269.
- Ma, Z., and Michailides, T. J., 2002. Characterization of *Botryosphaeria dothidea* isolates collected from pistachio and other plant hosts in California. **Phytopathology**, 92: 519-526.
- Ma, Z., Morgan, D. P. and Michailides, T. J., 2001. Effects of water stress on *Botryosphaeria* blight of pistachio caused by *Botryosphaeria dothidea*. **PlantDis.** 85:745-749.
- Ma, Z., Morgan, D. P., Felts, D. and Michailides, T. J., 2002. Sensitivity of *Botryosphaeria dothidea* from California pistachio to tebuconazole. **Crop Protection**, 21(9), 829-835.
- MacDonald, J.D., Banihashemi, Z., Mircetich, S.M., Browne, G. and Bolkan, L., 1992. Trunk and branch canker of pistachio caused by *Phytophthora* spp. **Phytopathology**, 82:1089.
- Martin, F. N. and Tooley, P. W., 2003. Phylogenetic relationships among *Phytophthora* species inferred from sequence analysis of mitochondrially encoded cytochrome oxidase I and II genes. **Mycologia**, 95(2), 269-284.
- Martínez-Diz, M. D. P., Diaz-Losada, E., Diaz-Fernandez, A., Bouzas-Cid, Y. and Gramaje, D., 2021. Protection of grapevine pruning wounds against *Phaeomoniella chlamydospora* and *Diplodia seriata* by commercial biological and chemical methods. **Crop Protection**, 143, 105465.
- Michailides, T. J., 1991. Pathogenicity, distribution, sources of inoculum, and infection courts of *Botryosphaeria dothidea* on pistachio. **Phytopathology**, 81:566-573.
- Michailides, T. J., 2007. Pest Disease and Physiological Disorders management, above ground. **Fungal Diseases**, P. 214-232
- Michailides, T. J., Morgan, D. P., Doster, M. A., 1995. Diseases of Pistachio in California and Their Significance. **ActaHorticulturae**, 419, 337–343.
- Mohammadi, A. H., Banihashemi, Z., Maftoun, M., 2007. Interaction Between Salinity Stress and *Verticillium* Wilt Disease in Three Pistachio Root stocks in a Calcareous Soil. **Journal of PlantNutrition**, 30:2, 241-252.

- Mohammadi, A. H., Haghdel, M., Moghaddam, MM., Banihashemi, Z., 2006. Current Status of *Verticillium* Wilt Disease of Pistachio Trees in Iran. **ActaHorticulturae**, 726, 108.
- Mohammadi, H., Sarcheshmehpour, M. and Mafi, E., 2015a. Fungal trunk pathogens associated with wood decay of pistachio trees in Iran. **Spanish journal of agricultural research**, 13(2), 6.
- Mohammadi, H., Sarcheshmehpour, M. and Mafi, E., 2015b. First record of *Botryosphaeria dothidea* associated with pistachio (*Pistacia vera* L.) panicle blight in Iran. **Journal of Crop Protection**, 4(1), 39-42.
- Moradi, M., Nejad, F. J., Bonjar, G. H. S., Fani, S. R., Mimand, B. M., Probst, C. and Madani, M., 2018. Efficacy of *Bacillus subtilis* native strains for biocontrol of *Phytophthora* crown and root rot of pistachio in Iran. **Tropical Plant Pathology**, 43(4), 306-313.
- Moral, J., Morgan, D., Michailides, T.J. 2019. Management of *Botryosphaeria* canker and blight diseases of temperate zone nut crops. **Crop Protection**, 126: 104927.
- Moral, J., Muñoz-Díez, C., González, N., Trapero, A. and Michailides, T. J., 2010. Characterization and pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* species collected from olive and other hosts in Spain and California. **Phytopathology**, 100:1340-1351.
- Morgan, D.P., Epstein, L., Ferguson, L., 1992. *Verticillium* Wilt resistance in pistachio rootstock cultivars: Assay and assessment of two interspecific hybrids. **Plant Disease**, 76: 310–313.
- Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R., Hussaini, K., Ghasemi-Fasaei, R., 2018. Effects of calcium salts in controlling *Phytophthora pistaciae*, the causal agent of pistachio gummosis. **Eur J Plant Pathol**, 151:475–485.
- Munirah, M. S., Azmi, A. R., Yong, S. Y. C. and Nur Ain Izzati, M. Z., 2017. Characterization of *Lasiodiplodia theobromae* and *L. pseudotheobromae* causing fruit rot on pre-harvest mango in Malaysia. **Plant Pathol Quar**, 7(2), 202-213.
- Nouri, M. T., Holland, L. A., Doll, D., Kallsen, C. E., Michailides, T. J. and Trouillas, F. P., 2017. Investigating canker and soil borne diseases of pistachio in California. **VII International Symposium on Almonds and Pistachios** 1219: 295-302.
- Nouri, M. T., Lawrence, D. P., Kallsen, C. E. and Trouillas, F. P. 2020. *Macrophomina* Crown and Root Rot of Pistachio in California. **Plants**, 9(2), 134.
- Nouri, M.T., Lawrence, D. P., Holland, L. A., Doll, D.A., Kallsen, C. E., Culumber, C. M., Trouillas, F. P., 2019. Identification and Pathogenicity of Fungal Species Associated with Canker Diseases of Pistachio in California. **Plant Disease**, 103(9):2397-2411.
- O'Donnell, K., Kistler, H. C., Cigelnik, E., Ploetz, R.C., 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. **Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)**, 95: 2044–2049.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik. **Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, Adana, Yayın No:128, 486 s.

- Pavlic, D., Wingfield, M. J., Barber, P., Slippers, B., Hardy, G. E. S. J. and Burgess, T. I., (2008). Seven new species of the *Botryosphaeriaceae* from baobab and other native trees in Western Australia. **Mycologia**, 100(6), 851-866.
- Phillips, A.J.L., Alves, A., Abdollahzadeh, J., 2013. The *Botryosphaeriaceae*: genera and species known from culture. **Studies in Mycology**, 76: 51–167.
- Pitt, W. M., Sosnowski, M. R., Huang, R., Qiu, Y., Steel, C. C. and Savocchia, S., 2012. Evaluation of fungicides for the management of *Botryosphaeria* canker of grapevines. **Plant Disease**, 96(9), 1303-1308.
- Safaiefarahani, B., Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R., Cooke, D.E., 2013. Characterisation of *Phytophthora inundata* according to host range, morphological variation and multigene molecular phylogeny. **Phytopathologia Mediterranea**, 46-65.
- Sakayaroj, J., Preedanon, S., Supaphon O., 2010. Phylogenetic diversity of endophyte assemblages associated with the tropical seagrass *Enhalus acoroides* in Thailand. **Fungal Diversity**, 42: 27–45.
- Sakçı, N. and Kurt, Ş., 2022. First report of *Diaporthe ambigua* causing canker and dieback on pistachio trees in Turkey. **Journal of Plant Pathology**, 104(2), 851-852.
- Sakçı, N., Kurt, Şener., Uysal, A., Soylu, E. M., Kara, Merve., Soylu, S., 2022. Identification and Pathogenicity of *Neoscytalidium novaehollandiae*, the Agent of Canker and Dieback in Almonds and In Vitro Activities of Some Fungicides. **Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences**, 32(1), 132-142.
- Sarpkaya, K., Karadağ, S., Yılmaz, Y. B., Usanmaz, H., Uzun, M., Türkölmez, Ş., Can, C., Kurt, Ş. 2014. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yeni Tesis Antepfıstığı Bahçelerinde Kurumalara Neden Olan Fungal Etmenlerin Belirlenmesi ve Mücadelesine Yönelik Çalışmalar. **TAGEM projesi gelişme raporu**.
- Satıl, F., 1995. Balıkesir'de Menengiç Ağaçlarına Aşıl原因arak Elde Edilen Antepfıstığı Ağaçlarının Gaziantep'te Yetiştirilen Doğal Antepfıstıkları ile Biyoekolojik ve Diğer Yönlerden Karşılaştırılması. **Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Slippers, B., Wingfield, M. J., 2007. *Botryosphaeriaceae* as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. **Fungal Biology Reviews**, 21: 90–106.
- Sohrabi, M., Mohammadi, H., León, M., Armengol, J., Banihashemi, Z., 2020. Fungal pathogens associated with branch and trunk cankers of nut crops in Iran. **Eur J Plant Pathol**, 157:327–351.
- Swart, W. J. and Blodgett, J.T., 1998. First report of *Botryosphaeria dothidea* basal canker of pistachio trees in South Africa. **Plant Disease**, 82: 960.
- Tanrıöver, C., 2017. Antepfıstığında *Fusarium* spp. Mücadelesinde Bazı Fungisitlerin *in Vitro* Etkinlikleri Üzerine Araştırmalar. **Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Tatlı, F., 1996. Şanlıurfa antepfıstığı alanlarında görülen fungal hastalık etmenlerinin saptanması. **Harran Üniversitesi, fen Bilimleri Enstitüsü**, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H. S., Açar, İ., Karadağ, S., Yükçeken, Y. ve Yaman, A., 2001. Antepfıstığı Yetiştiriciliği (Kitap). **Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü**, Gaziantep, Yayın No: 13, 132 s.

- Triki, M. A., Rhouma, A., Chaabouni, A. C. and Ioos, R., 2009. Emergence of *Fusarium solani* causing root rot of pistachio trees in Tunisia. In **V International Symposium on Pistachios and Almonds** 912:717-721.
- Triki, M. A., Rhouma, A., Chaabouni, A. C. and Ioos, R., 2011. Emergence of *Fusarium solani* causing root rot of pistachio trees in Tunisia. **Acta Horticulturae** 912: 717-721.
- Udayanga, D., Liu, X., McKenzie, E. H., Chukeatirote, E., Bahkali, A. H. and Hyde, K. D., 2011. The genus *Phomopsis*: biology, applications, species concepts and names of common phytopathogens. **Fungal diversity**, 50(1), 189-225.
- White, T. J., Bruns, T., Taylor, J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: A Guide to Molecular Methods and Applications (Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White JW, eds). **Academic Press**, New York: 315–322.
- Wunderlich, N., Costa, S. S., Tpoi, R. P. and Ash, G.J., 2012. First report of *Botryosphaeria dothidea* causing shoot blight and cankers of pistachio in Australia. **Australasian Plant Disease Notes**, 7: 47-49.
- Zhang, W., Groenewald, J. Z., Lombard, L., 2021. Evaluating species in Botryosphaerales. **Persoonia** 46: 63–115.
- Zhu, X. M., Liu, X. F., 2012. A new species and genus distribution record from China: *Neoscytalidium novaehollandiae*. **Indian journal of microbiology**, 52(4), 565-568.

EKLER

EK 1

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Maksimum Nispi Nem (%)	99.0	99.0	100.0	99.0	100.0	90.0	83.0	75.0	57.0	66.0	100.0	100.0
Aylı Maksimum Rüzgar Hızı (m÷sn)	SSE 18.5	SSE 15.4	E 14.4	SSE 15.4	SE 17.5	SW 13.9	E 18.5	SE 10.8	SW 20.6	SW 12.3	SE 18.5	SSE 15.9
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	12.7	18.4	24.5	25.9	36.0	38.8	42.9	41.6	42.1	33.1	27.9	15.4
Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m²) OMGİ	9.3	40.9	23.0	19.9	33.8	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0	13.0	19.4
Aylık Minimum Nispi Nem (%)	25.0	21.0	20.0	17.0	11.0	7.0	4.0	7.0	8.0	10.0	13.0	24.0
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	-7.1	-10.9	-1.4	1.3	5.5	8.2	13.6	14.4	12.2	5.8	-3.7	-6.5
Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	-1.1	-0.6	4.9	6.9	10.0	13.0	18.6	17.0	14.8	8.7	4.2	0.0
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	80.4	79.5	73.9	74.1	64.3	41.0	33.7	32.1	27.7	29.8	74.0	85.6
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	3.5	4.0	10.9	13.7	18.9	25.1	30.0	28.6	26.5	19.0	10.4	4.6
Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)	129.3	105.9	148.7	224.7	300.2	367.8	372.5	384.3	312.2	286.5	149.5	115.9
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m²) OMGİ	53.1	111.9	159.1	95.1	85.9	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0	30.4	44.5

EK 2

İzolât Adı	Lokasyon	GPS koordinatları	Alınan bitki dokusu		
			Kök	Gövde	Dal
BM1	Batman/Merkez	N 37° 53'43. 82" E 41° 11' 31.74"	+	+	
BB1	Batman/Beşiri	N 37°49'23. 87" E 41°20' 48.77"	+	+	
BB2	Batman/Beşiri	N 37° 49'52. 50" E 41° 18' 06.33"	+	+	
BB3	Batman/Beşiri	N 37° 49'00. 08" E 41° 22' 44.28"		+	
BK1	Batman/Kozluk	N 37° 55'34. 65" E 41° 34' 03.10"		+	+
BG1	Batman/Gercüş	N 37° 34'44. 50" E 41° 13' 24.66"	+	+	
BG2	Batman/Gercüş	N 37° 33'20. 00" E 41° 09' 43.34"		+	+
BS1	Batman/Sason	N 38° 18'58. 14" E 41° 12' 17.00"	+	+	
SM1	Siirt/Merkez	N 37°57'30. 17" E 41°51' 35.72"		+	+
SM2a	Siirt/Merkez	N 37°54'04. 05" E 41°52' 43.56"		+	+
SM2b	Siirt/Merkez	N 37°53'55. 37" E 41°52' 33.55"		+	+
SK1	Siirt/Kurtalan	N 37°55'34. 65" E 41°34' 03.10"		+	+
ST1	Siirt/Tillo	N 37°57'06. 06" E 42°00' 49.42"		+	+
STM	Siirt/Tillo	N 37°57'07. 44" E 42°00'48.35"		+	+
BB6	Batman/Beşiri	N 37°50'9.50"	+	+	

		E 41°18'31.12"			
BB4	Batman/Beşiri	N 37°50'30.05" E 41°17'38.43"	+	+	
BB5	Batman/Beşiri	N 37°50'27.72" E 41°17'40.21"	+		+
BB7	Batman/Beşiri	N 37°48'47.16" E 41°19'35.40"	+	+	
BB8	Batman/Beşiri	N 37°59'19.85" E 41°12'50.50"	+		
BB9	Batman/Beşiri	N 37°49'14.75" E 41°19'34.32"	+	+	
BB10	Batman/Beşiri	N 37°48'50.07" E 41°19'30.12"	+		
BB11	Batman/Beşiri	N 37°59'21.11" E 41°12'47.76"	+	+	
BB12	Batman/Beşiri	N 37°50'1.26" E 41°23'2.14"	+	+	+
BB13	Batman/Beşiri	N 37°50'26.09" E 41°18'31.46"	+	+	+
BB14	Batman/Beşiri	N 37°50'8.54" E 41°18'32.10"	+	+	+
BB15	Batman/Beşiri	N 37°59'22.32" E 41°12'44.71"	+	+	
BB16	Batman/Beşiri	N 37°59'21.37" E 41°12'42.32"	+	+	
BB17	Batman/Beşiri	N 37°49'26.18" E 41°19'4.85"	+	+	
BB18	Batman/Beşiri	N 37°50'9.96" E 41°18'29.07"	+	+	+
BB19	Batman/Beşiri	N 37°49'25.63" E 41°19'4.61"	+	+	

BB20	Batman/Beşiri	N 37°49'25.46" E 41°19'9.10"	+	+	
BB21	Batman/Beşiri	N 37°50'2.33" E 41°23'3.23"	+	+	+
BB22	Batman/Beşiri	N 37°52'40.44" E 41°16'52.04"	+	+	
BB23	Batman/Beşiri	N 37°50'5.98" E 41°18'30.33"		+	+
BB24	Batman/Beşiri	N 37°50'8.09" E 41°18'28.95"		+	+
BB25	Batman/Beşiri	N 37°50'7.58" E 41°18'32.71"	+	+	
BB26	Batman/Beşiri	N 37°50'2.70" E 41°18'17.73"	+	+	
BB27	Batman/Beşiri	N 37°50'8.54" E 41°18'31.05"	+	+	+
BB28	Batman/Beşiri	N 37°52'35.00" E 41°16'52.16"		+	+
BB29	Batman/Beşiri	N 37°59'22.20" E 41°13'2.46"	+	+	
BB30	Batman/Beşiri	N 37°50'9.17" E 41°17'28.10"	+	+	+
BB31	Batman/Beşiri	N 37°50'25.30" E 41°18'37.58"	+	+	
BB32	Batman/Beşiri	N 37°50'4.19" E 41°18'16.94"		+	+
BB33	Batman/Beşiri	N 37°50'4.84" E 41°23'4.72"	+	+	+
BG3	Batman/Gercüş	N 37°42'4.00" E 41° 3'52.24"	+	+	

BG4	Batman/Gercüş	N 37°36'55.32" E 41° 9'14.87"	+	+
BG5	Batman/Gercüş	N 37°37'37.54" E 41° 8'11.41"	+	+
BG6	Batman/Gercüş	N 37°37'37.55" E 41° 8'11.47"	+	+
BG7	Batman/Gercüş	N 37°36'57.13" E 41° 9'13.59"	+	+
BG8	Batman/Gercüş	N 37°36'56.15" E 41° 9'13.49"	+	+
BG9	Batman/Gercüş	N 37°36'53.90" E 41° 9'14.94"	+	+
BG10	Batman/Gercüş	N 37°37'37.48" E 41° 8'11.34"	+	+
BG11	Batman/Gercüş	N 37°36'52.74" E 41° 9'14.49"	+	+
BK2	Batman/Kozluk	N 38°14'37.44" E 41°16'8.55"		+
BK3	Batman/Kozluk	N 38°14'33.31" E 41°16'11.91"	+	+
BK4	Batman/Kozluk	N 38°14'26.11" E 41°16'29.14"	+	+
BM2	Batman/Merkez	N 37°50'19.68" E 41°16'27.12"	+	+
BM3	Batman/Merkez	N 37°50'20.27" E 41°16'27.63"	+	+
BM4	Batman/Merkez	N 37°50'39.13" E 41°13'49.95"		+
BM5	Batman/Merkez	N 37°50'59.41" E 41°13'5.83"		+
BM6	Batman/Merkez	N 37°50'2.54"	+	+

		E 41°12'20.89"			
BM7	Batman/Merkez	N 37°50'19.89"	+	+	
		E 41°16'27.10"			
BM8	Batman/Merkez	N 37°52'24.79"	+		
		E 41° 6'26.93"			
BM9	Batman/Merkez	N 37°50'21.07"	+	+	
		E 41° 4'54.23"			
SK2	Siirt/Kurtalan	N 37°55'16.36"	+	+	+
		E 41°37'45.32"			
SK3	Siirt/Kurtalan	N 37°55'15.85"	+	+	+
		E 41°37'45.10"			
SK4	Siirt/Kurtalan	N 37°55'15.81"	+	+	+
		E 41°37'45.49"			
SK5	Siirt/Kurtalan	N 37°55'3.36"	+	+	+
		E 41°31'43.32"			
SK6	Siirt/Kurtalan	N 37°55'3.56"	+	+	+
		E 41°31'41.24"			
SK7	Siirt/Kurtalan	N 37°56'4.29"	+	+	
		E 41°37'26.75"			
BM10-	Batman/Merkez	N 37°53'7.88"	+		
F1-F20		E 41°12'9.46"			
SB-F1-F20	Siirt/Baykan	N 38° 9'39.35"	+		
		E 41°46'49.08"			
SK-F1-F20	Siirt/Kurtalan	N 37°58'25.92"	+		
		E 41°46'27.58"			
BB-F1-F8	Batman/Beşiri	N 37°50'33.59"	+		
		E 41°17'56.30"			
BB-F9-F18	Batman/Beşiri	N 37°49'58.71"	+		
		E 41°22'58.21"			
BB-F19-F26	Batman/Beşiri	N 37°49'58.75"	+		
		E 41°22'57.36"			
BB-F27-F44	Batman/Beşiri	N 37°49'58.52"	+		
		E 41°22'58.50"			

BB34	Batman/Beşiri	N 37°57'26.99" E 41°13'47.16"	+	+	+
BB35	Batman/Beşiri	N 37°49'49.39" E 41°21'17.98"	+	+	+
BM-D	Batman/Merkez	N 37°47'21.11" E 41°14'25.91"	+	+	
SB-FÜ	Siirt/Baykan	N 37°58'25.92" E 41°46'27.58"	+	+	
BG-K1	Batman/Gercüş	N 37°33'20.96" E 41° 9'44.64"		+	+
BG-K2	Batman/Gercüş	N 37°33'19.77" E 41° 9'39.15"		+	+
BM-B	Batman/Merkez	N 37°50'24.49" E 41°13'35.85"		+	+
SK-R	Siirt/Kurtalan	N 37°58'22.76" E 41°27'30.10"	+	+	
