

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA MERKEZ VE İLÇELERİNDE AVOKADO ÜRETİM
ALANLARINDA SORUN OLAN FUNGAL HASTALIKLARIN
BELİRLENMESİ**

Sefanur ÇELİK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

HAZİRAN 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA MERKEZ VE İLÇELERİNDE AVOKADO ÜRETİM
ALANLARINDA SORUN OLAN FUNGAL HASTALIKLARIN
BELİRLENMESİ**

Sefanur ÇELİK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

HAZİRAN 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA MERKEZ VE İLÇELERİNDE AVOKADO ÜRETİM
ALANLARINDA SORUN OLAN FUNGAL HASTALIKLARIN
BELİRLENMESİ**

**Sefanur ÇELİK
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2021-5520 nolu proje ile desteklenmiştir.**

HAZİRAN 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA MERKEZ VE İLÇELERİNDE AVOKADO ÜRETİM
ALANLARINDA SORUN OLAN FUNGAL HASTALIKLARIN
BELİRLENMESİ

Sefanur ÇELİK
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 20/06/2022 tarihinde jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ (Danışman)

Prof. Dr. Yusuf YANAR

Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

ÖZET

ANTALYA MERKEZ VE İLÇELERİNDE AVOKADO ÜRETİM ALANLARINDA SORUN OLAN FUNGAL HASTALIKLARIN BELİRLENMESİ

Sefanur ÇELİK

Yüksek Lisans Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Özer ÇALIŞ

Haziran 2022; 53 sayfa

Türkiye’de son 50 yılda üretimi yapılan avokadonun (*Persea americana* Mill), verimini ve kaliteyi sınırlandıran biyotik ve abiyotik faktörler bulunmaktadır. Bu problemlerden en büyük ekonomik kayıplar fungal hastalık etmenleri tarafından oluşturulmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında Antalya ili ve ilçelerinde avokado yetiştiriciliği yapılan alanlarda sörvey çalışması yapılarak, alınan örneklerde fungal hastalık etmenleri araştırılmış ve hastalık etmenlerinin tanılanmasında Koch postulatı, mikroskopi tekniklerinden faydalanılmıştır. Elde edilen sonuçlar moleküler olarak ITS primerleri kullanılarak tanıları kesinleştirilmiştir. Çalışmamız sonucu Antalya ili ve ilçelerinde tespit edilen hastalıklar doğu Gazipaşa bölgesinden batı Finike bölgesine şu şekilde sıralanmıştır; Gazipaşa ilçesinden toplanan örneklerde; *Neofusicoccum parvum*, *Lasiodiplodia theobromae* ve *Pestalotiopsis* türleri, Alanya ilçesinden toplanan örneklerde; *Phytophthora cinnomoni* ve *Macrophonima pheoseolina*, Manavgat ilçesinden toplanan örneklerde; *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora cinnomoni* ve *Pythium* türleri, Kumluca ilçesinden toplanan örneklerde; *Fusarium solani* ve *Fusarium oxysporum* hastalık etmenleri ve Finike ilçesinde toplanan örneklerde; *Macrophonima pheosolina* hastalık etmenleri tespit edilmiştir. Bu hastalık etmenleri avokado üretiminin yapıldığı alanlarda bulunan orman ve makiliklerden gelmekte olup fungal hastalıklardan dolayı üretim ve kalitedeki sorunlar günden güne artacağı düşünülmektedir. Hastalık etmenlerinin tanılanması gelecekte yapılacak mücadele yöntemleri için vazgeçilmezdir

ANAHTAR KELİMELER: Avokado, Fungus, Sörvey, Koch postulatı, Moleküler, ITS

JÜRİ: Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

Prof. Dr. Yusuf YANAR

Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

ABSTRACT

DETERMINATION OF FUNGAL PATHOGENS CAUSING DISEASES ON AVOCADO GROWN AREAS AT ANTALYA CENTER AND PROVINCES

Sefanur ÇELİK

Master of Science Thesis in Natural and Applied Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ

June 2022; 53 pages

There are biotic and abiotic factors limiting yield and quality of avocado (*Persea americana* Mill) which has been produced for the last 50 years in Turkey. Avocado's biggest economic loss and problems are caused by fungal pathogens. Aims of this thesis is to conduct surveys in avocado growing areas in Antalya province and its districts and to identify fungal disease pathogens from collected samples, to apply Koch postulates and microscopy for diagnosing the causal agents resulting diseases. Their results were confirmed with using ITS primers in molecular techniques. Their analyses revealed that fungal pathogens from eastern Gazipaşa to western Demre provinces of Antalya listed as follows: *Neofusicoccum parvum*, *Lasioidiplodia theobromae* and *Pestalotiopsis* species were in Gazipaşa, *Phytophthora cinnomoni* and *Macrophonima pheoseolina* were in Alanya, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora cinnomoni* and *Pythium* species were in Manavgat, *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* were in Kumluca and *Macrophonima pheosolina* was found in Finike, respectively. These disease agents come from Mediterranean forests and maquis to avocado grown areas, and it is thought that production and quality problems of avocado will increase due to these fungal pathogens in future. Identification of the disease agents is indispensable for future control methods.

KEYWORDS: Avocado, Fungus, Survey, Koch postulate, Molecular, ITS.

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ

Prof. Dr. Yusuf YANAR

Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmam Antalya’da Avokado üretim alanlarında sorun olan fungal hastalıkların ortaya konması ve bu konuda yapılan Türkiye’de ilk tez olması açısından önemlidir. Çalışma üreticilerden gelen sorunları çözebilmek adına yapılmış olup Türkiye’de bilinen fungal hastalıkları ortaya koyması açısından önem arz etmektedir. Akdeniz Bölgesi doğal Orman ve Makiliklerinden gelen polifag funguslar Türkiye’de üretimi yapılan Avokadolarda her geçen yıl daha da büyük sorunlara sebep olmaktadır. Bu tez çalışmam sırasında desteklerini esirgemeyen Danışman hocam Doç. Dr. Özer ÇALIŞ’a, görüş ve önerileriyle her zaman destek olan Doç. Dr. Hakan FİDAN hocama, örneklerin teşhisinde yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Yusuf YANAR, Prof. Dr. Ş. Evrim ARICI ŞENKAYNAĞI ve Doç. Dr. Mehraj- Ul-Din SHAH hocalarıma teşekkürlerimi borç biliyorum. Ayrıca Mikrosokopi aşamasında Mikroskoplarını ve Laboratuvarını bize açan Doç. Dr. Esin ARI hocama teşekkür ederim.

Projemi maddi olarak destekleyerek sürvey, mikroskopi ve moleküler çalışmaları gerçekleştirmemi sağlayan Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Projeler Koordinatörlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvarımızda maddi, manevi varlıklarıyla bana destek olan ekip arkadaşlarıma ve varlıklarıyla her daim gizli desteklerini gördüğüm aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Avokadonun Önemi	2
1.2. Avokado'nun Sistematığı	4
1.2.1. <i>Lauraceae</i> (Defnegiller) familyası	5
1.2.2. <i>Persea</i> cinsi.....	5
1.2.3. <i>Persea americana</i> var. <i>americana</i> (West Indian, Batı Hint, Antil ırkı)	5
1.2.4. <i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> (Meksika ırkı)	6
1.2.5. <i>Persea nubigena</i> var. <i>guatemala</i> (Guatemala ırkı).....	6
1.3. Melez Çeşitler.....	7
1.4. Avokadonun Morfolojik Özellikleri.....	7
2. KAYNAK TARAMASI	9
2.1. Dünya Geneline Avokado Ağaçlarında Tespit Edilen Önemli Fungal Hastalıklar	10
2.1.1. <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Antraknoz)	10
2.1.2. <i>Phytophthora cinnamomi</i> (Phytophthora Kök Çürüklüğü)	11
2.1.3. Dal Kanseri (<i>Dothiorellas</i> spp.)	13
2.1.4. <i>Botryosphaeria</i> spp. (Meyve çürüklüğü)	14
2.1.5. <i>Cercospora purpurea</i> (<i>Cercospora</i> leke hastalığı).....	15
2.1.6. <i>Pythium</i> spp. (<i>Pythium</i> kök çürüklükleri)	16
2.1.7. <i>Fusarium</i> spp. (<i>Fusarium</i> Kök Çürüklükleri).....	17
2.1.8. <i>Pestalotiopsis</i> spp. (Yaprak leke Hastalıkları).....	18
2.2 Dünyada Yapılan Çalışmalar.....	20
3. MATERYAL VE METOT	23
3. 1. Materyal.....	23

3.2. Metot	24
3.2.1. Sörvey çalışmalarıyla örneklerin toplanması ve muhafazası.....	24
3.2.2 Hastalıklı bitki örneklerden kültüre alma	25
3.2.3. Koch postulatı uygulamaları.....	26
3.2.4. Mikroskopik çalışmalar	27
3.2.5. Moleküler çalışmalar	27
3.2.6. Dizi ve filogenetik sınıflandırma analizleri	31
4. BULGULAR.....	32
4.1. Simptomatolojik Bulgular	32
4.2. Fungus İzolasyonu ve Morfolojik Karakterizasyon	34
4.2. Koch Postulatları	40
4.4. Moleküler Karakterizasyon	42
.....	44
4.5. Dizi ve Filogenetik Sınıflandırma Analizleri	45
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇLAR	49
7. KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya Merkez ve İlçelerinde Avokado Üretim Alanlarında Sorun Olan Fungal Hastalıkların Belirlenmesi.” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20/06/2022

Sefanur ÇELİK



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C : Santigrat Derece

% : Yüzde

µl : Mikrolitre

ml : Mililitre

Lt : Litre

Mm : Milimolar

M : Molar

Cm : santimetre

g : gram

Kisaltmalar

PDA : Patates Dekstroz Agar

ITS : Internal transcribed spacer

NCBI : National Center for Biotechnology

CTAB : Cetyltrimethylammonium bromide

PCR : Polymerase Chain Reacion

EtBr : Ethidium bromide

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Dünyada Avokado üretim yapılan alanlar	2
Şekil 1. 2. Türkiye’de Akdeniz Bölgesinde Avokado üretimi için uygun alanlar	3
Şekil 1. 3. Antalya Merkez ve İlçelerinde avokado üretiminin ticari olarak gerçekleştiği alanlar	4
Şekil 3. 1. Avokado ağaçlarında kurumaların görünümü	24
Şekil 3. 2 . a, b ve c) Sörvey çalışmasında avokado ağaçlarından alınan simptomlu yaprak örnekleri	25
Şekil 3. 3. Yüzey dezenfeksiyonundan sonra PDA ortamına yerleştirilen bitki örnekleri (a, b), dezenfeksiyon sonrası gelişen fungus kolonilerinin saf fungal kolonilerin gelişmesi (c).....	25
Şekil 3. 4. Avokado dallarına Koch postulatı uygulamaları yapılarak elde edilen hastalıkların bulaştırılarak hastalık kontrolü a) 4 adet dalın perlit ve su karışımına daldırılması, b) dalın tek görünümü	26
Şekil 3. 5. Avokado bitkisinden alınan sağlıklı yapraklara Koch postulatı uygulamaları. a) yaprak saplarının pamuk ile nemlendirilmesi ve Petri üzerine yerleştirilmesi, b) yara dokuların üzerine hastalık yerleştirilmesi.	27
Şekil 4. 1. Avokado ağaçlarında geriye doğru ölüm.....	32
Şekil 4. 2. Avokado ağaçlarında dalların üzerinde meydana gelen nekrozlar	33
Şekil 4. 3. Avokado ağaçlarında meydana gelen dal ve meyve kurumaları	33
Şekil 4. 4. Avokado dalları boyuna kesildiğinde iletim demetlerinde görülen lekelenmeler	33
Şekil 4. 5. Avokado ağaçlarının tamamen kuruması	34
Şekil 4. 6. Sörvey sonucu toplanan bitki örnekleri	34
Şekil 4. 7. PDA besi ortamına alınan avokado bitki parçalarında gelişen fungus kolonileri	35
Şekil 4. 8. Sub kültüre alınan ve saf olarak gelişen fungal izolatların PDA ortamında gelişimleri	36
Şekil 4. 9. <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> fungal etmeninin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü.....	37
Şekil 4. 10. <i>Neofusicoccum parvum</i> fungal etmeninin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B,C) görüntüsü	37

Şekil 4. 11. <i>Fusarium solani</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü	37
Şekil 4. 12. <i>Fusarium oxysporum</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü	38
Şekil 4. 13. <i>Lasioidiplodia theobromae</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü	38
Şekil 4. 14. <i>Pestalotiopsis species</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B, C) görüntüsü	38
Şekil 4. 15. <i>Pythium spp.</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü	39
Şekil 4. 16. <i>Aspergillius spp.</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B,C) görüntüsü	39
Şekil 4. 17. <i>Macrophonima pheocolina</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü	40
Şekil 4. 18. <i>Phytophthora cinnomoni</i> fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B, C) görüntüsü	40
Şekil 4. 19. Dört hafta sonunda avokado dallarının tek (A) ve genel (B) görüntüsü	41
Şekil 4. 20. Koch postulatı uygulaması sonunda hastalanan (A, B, C, D), hastalanmayan (D, E, F) avokado dallarının ve kontrol olan avokado dalının (G) görüntüsü	41
Şekil 4. 21. Koch postulatı uygulaması sonunda hastalanan (A,B) ve hastalanmayan (C) avokado yapraklarının görüntüsü	42
Şekil 4. 22. ITS 1-5 primeri ile kurulan PCR'ın jel görüntüsü	42
Şekil 4. 23. Toplam DNA'dan ITS1-4 (A), ITS2-5(B) gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. M: 100 bp DNA marker, N: su kontrol.....	43
Şekil 4. 24. Hastalıkların filogenetik ağaç olarak görüntüsü	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1. Avokado bitkisinin sistematığı	5
Çizelge 2. 1. Dünya genelinde avokado üretiminde en çok sorun olan hastalık etmenleri	9
Çizelge 3. 1. Sörvey yapılan ilçelerdeki üretim alanları ve toplam örnek sayıları	23
Çizelge 3. 2. CTAB protokolünde kullanılan kimyasallar	28
Çizelge 3. 3. Fungusların moleküler analizleri için kullanılan primerler ve dizilimleri	29
Çizelge 3. 4. Fungusların moleküler tanımlanmasında kullanılan PCR solüsyonunun içeriği.	30
Çizelge 3. 5. Çoğaltılan ITS bölgeleri için PCR protokolü	30
Çizelge 4. 1. NCBI GeneBank sistemine kaydettirilen ITS1 sekanslarına ait fungus türlerinin isimleri ve erişim numaraları. Burada ayrıca benzerlik oranlarında verilmektedir	44

1. GİRİŞ

Avokado (*Persea americana* Miller), meyvesi tüketilen ve besin kaynağı bakımından zengin tropik bir bitki türüdür. Meksika ve Güney Amerikanın belirli bölgelerinde uzun yıllardan beri tüketilmektedir (Snowdon, 1991). Amerika'da yetiştiriciliği 19. Yüzyılda başlayarak hızla artış göstermiştir (Whiley, 1991). Avokado bitkisinin anavatanı tam olarak bilinmemektedir ancak Orta Amerika ve Meksika'da tüm avokado çeşitlerinin yetiştiriciliği yapılmaktadır.

İspanyolların, 16. yüzyıldan itibaren Batı Hint, Venezuela, Kanarya Adaları, Şili ve Maderiya bölgelerinde avokado yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasında önemli rol oynamışlardır. Fransızlar ise 18. yüzyılda Reunion, Madagaskar ve Martinique'te gibi bölgelerde avokado yetiştirmeye başlamıştır. Ayrıca, avokado bitkileri 18. yüzyılın ilk yarısında Meksika'dan ABD'ye (Havai, Kaliforniya) geçtiği bilinmektedir. Afrika bölgesinde avokado bitkisinin yetiştiriciliği ise daha geç dönemlerde başlayıp bölgede yaygınlaşmıştır (Anonim, 2006).

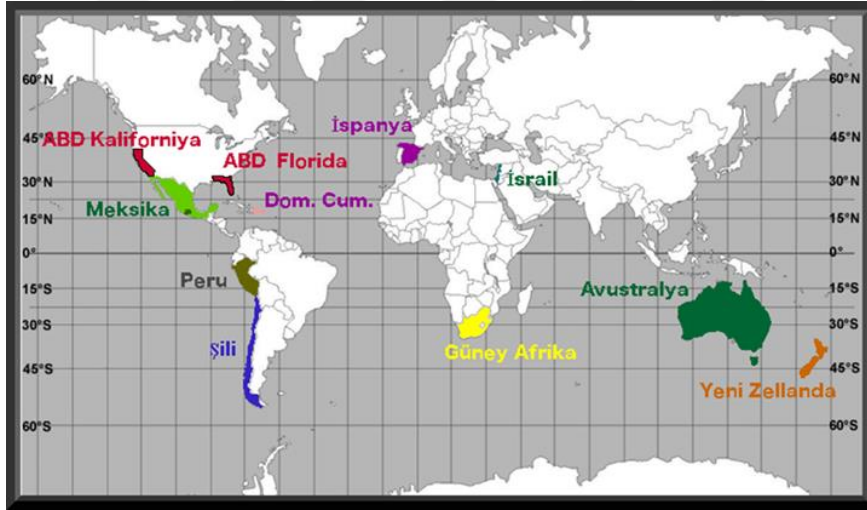
Avokado, kuzey ve güney yarım kürelerinde ve deniz seviyesinden 2500 m yüksekliğe kadar olan çok farklı iklim koşullarında yetiştirilebilmektedir. Yetiştiricilik yapılan bölgede dikkat edilmesi gereken iklimsel koşullar vardır. Bunlar; çiçeklenme döneminde hava şartlarının belirgin kuru bir dönemde ve çiçeklenme boyunca maksimum sıcaklık 19-20°C ve minimum sıcaklık değeri ise 7 °C'nin altına düşmeyen iklim şartlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Avokadonun yıllık 2.300 ila 2500 saat arasında güneşlenme istekleri bulunmaktadır. Avokado için optimum sıcaklık değerler, yaz aylarında ortalama 25 °C ve kış aylarında ise ortalama 15 °C olmalıdır. Genel olarak bu sıcaklıkların daha yüksek olduğu mevsimlerde avokadonun gelişim ve üretim dönemi kısalmaktadır (Anonim, 2006a).

Düşük sıcaklıklar, avokado yetiştiriciliğini kısıtlayan faktörlerin başında gelmektedir (Francis, 1974). Avokado yetiştiriciliği yapılan bölgelerde don zararına karşı toleransı yüksek çeşitlerin seçilmesi tavsiye edilmektedir (Du Plooy vd. 1992; Lahav ve Lavi, 2002). Avokado çeşitlerinin soğuk toleransını etkileyen en önemli faktörün çeşidin kökeni olduğu bilinmektedir (Malo ve Pall, 1977).

Dünya'da avokadonun 3 alt türü (ırkı) bilinmektedir (Knight, 1999; Scora vd. 2002). Alt türlerin, iklim ve çevresel koşullara göre adaptasyon yetenekleri farklılıklar göstermektedir (Bergh, 1976). Meksika alt türü soğuğa yüksek tolerans gösterirken, Guatemala alt türü orta derecede soğuğa toleranslıdır. Batı-Hint alt türünün ise soğuğa toleranslı olmadığı yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir (Bergh ve Ellstrand, 1986; McKellar vd. 1992). Avokadonun düşük sıcaklıklardan etkilenmesi alt türlere ve bu alt türlerin çeşitlerine göre değişiklik göstermesi hakkında yapılan çalışmalarda sıcaklığın -4°C veya -5°C'nin altına düştüğü bölgelerde yetiştiriciliğin kısıtlandığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda, düşük sıcaklık zararı kadar yüksek sıcaklıklarında avokado yetiştiriciliğinde kısıtlamalara neden olduğu bildirilmektedir (Lahav ve Lavi, 2002). Avokado yetiştirilen bazı yerlerin tipik özelliğinden dolayı, çok düşük nem ve rüzgâr ile yüksek sıcaklıklar birleşmekte (Wolstenholme, 2002) ve verimi önemli miktarda azaltmaktadır (Zamet, 1990; Wolstenholme, 2002; Tepe ve Bayram 2008).

1.1 Avokadonun Önemi

Avokado 5 kıtada 63'ye yakın ülkede yetiştirildiği bilinmektedir (Zentmyer, 1987; Knight, 2002). Dünyadaki 60 önemli subtropik ürünler arasında olmaktadır (Ploetz, 1994). Yetiştiricilik alanları diğer birçok meyve türünün çok altında olmasına rağmen, besin değerinin zengin olması ve kendine has tadı olması nedeniyle yüksek fiyatlarla alıcı bulan bir meyve türü olmaktadır. Avokado yağının insan beslenmesindeki önemi ise atherosklerotik kalp hastalıklarına neden olan kandaki düşük yoğunluktaki lipoprotein (LDL) kolesterol seviyesini azaltan, tek zincirli doymamış oleik asidi içermesinden gelmektedir (Bergh, 1992a; Pieterse vd. 2003). Ayrıca, diğer besinlere göre yüksek yoğunlukta antioksidant A, B ve E vitaminleri, Fe, P, Mg, S ve Cu elementleri bakımından oldukça zengindir. Yüksek çözülebilir lif içeriği ile kalp sağlığını koruması avokadonun faydaları arasındadır (Bergh, 1992a,b). Avokadonun gıda endüstrisinde değerlendirilmesinin yanı sıra zengin yağ içeriklerinden dolayı, saç maskeleri, yüz bakım kremleri, el losyonları ve sabunları olarak kozmetik endüstrisinde de kullanılmaktadır (Morton, 1987). İtalya ve Fransa'da avokado yağı çok fazla ilgi çekmektedir. Dünya'da avokado üretimi (Şekil 1) Meksika, Brezilya, ABD, İspanya, İsrail ve diğer ülkeler tarafından yapılmaktadır (Van Zyl ve Feraira, 1995).

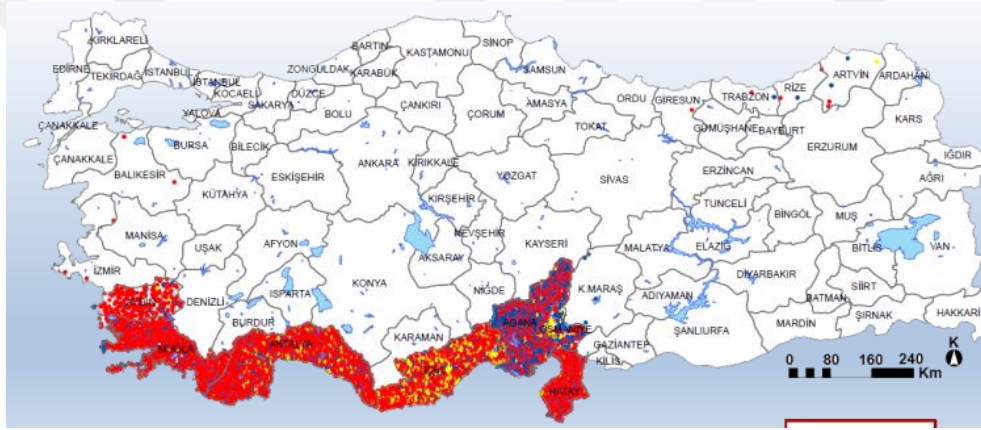


Şekil 1. 1. Dünyada Avokado üretim yapılan alanlar

Dünyada 2019 yılında 7,1 milyon ton avokado üretimi gerçekleşirken, bir önceki yıla göre toplam avokado üretiminde %6,1 artış yaşanmıştır. Aynı sezonda 2,3 milyon tonluk üretim payı ile Meksika dünya avokado üretiminde birinci olmaktadır. Üretim alanları 728 bin hektar olup zamanla artış göstermektedir. Dolayısıyla Meksika, yapmış olduğu 1,1 milyon tonluk ihracat ile küresel ihracatın %44,9'unu karşılamaktadır. Meksika, Hollanda, Peru, Şili ve İspanya en fazla avokado ihracatı yapılan ülkelerin en başında yer almaktadır. İthalat yapan ülkeler arasında ilk sıralarda; ABD, Hollanda Fransa, İspanya, İngiltere olduğu belirtilmiştir. (Anonim 2021).

Ülkemizde avokado yetiştiriciliği Şekil 1.2'de gösterilen Akdeniz kıyı kesimlerinde bulunan illerde yapılmaktadır. Bu illerin başında ise Antalya, Mersin,

Muğla, Adana ve Hatay gelmektedir. Ticari avokado yetiştiriciliğinin ülkemizde yaygınlaştırılması hedeflenerek, 1970’li yıllarda Kaliforniya’dan ‘Fuerte’, ‘Hass’, ‘Bacon’ ve ‘Zutano’ ile ‘Nabal’, ‘Wurtz’, ‘Reed’ gibi ticari öneme sahip çeşitler FAO aracılığı ile getirilmiştir. Topa Topa, Hass ve Mexicola ise tohum olarak gelen anaçlık çeşitler arasında yer almaktadır. Bu çeşitler yetiştirilmek üzere farklı illerde ekolojik denemeler yapılmıştır. Denemeler Antalya, Dalaman-Muğla, Alata-Mersin, Adana ve İskenderun-Hatay gibi illerde gerçekleştirilmiştir. Antalya ve Alanya koşullarında ‘Fuerte’, ‘Hass’, ‘Bacon’ ve ‘Zutano’ çeşitlerinin bölgeye uyum sağlayabildikleri ve çeşide özel karakterler gösterdikleri görülmüştür (Doğrular, 1983). Sıcaklığın -5 °C’nin altına düşmediği bölgelerde Meksika alt türüne ait olan Fuerte gibi çeşitler ve bu çeşitlerin melezlerinin yetiştiricilik için uygun olduğu gözlemlenmiştir. Kaş, Demre, Finike gibi ilçelerde ise Batı Hint Adalarının alt türü içerisinde yer alan çeşitlerin yetiştiricilik bakımından uygun olabileceği bildirilmiştir.



Şekil 1. 2. Türkiye’de Akdeniz Bölgesinde Avokado üretimi için uygun alanlar

Avokado yetiştiriciliğinin ticareti ülkemizde yakın dönemlerde başlamıştır. Kısa dönemde Dünya’da avokado üretim ticaretinde ilk sıralara yükseldiği görülmektedir. Coğrafi ve ekolojik koşulların yetiştiricilik bakımından uygun olması başta olmak üzere ülkemizin avokado tüketim pazarına yarkınlığı önemli rol oynamaktadır (Bayram,2008).

Antalya-Serik’te yapılan bir çalışmada ‘Bacon’, ‘Fuerte’, ‘Hass’ ve ‘Zutano’ ile 38 yeni çeşit denemeye alınmıştır. Bu denemelerde saptanan özellikler bakımından ‘Hass’, ‘Fuerte’, ‘Bacon’ ve ‘Zutano’, diğer çeşitlerin önünde yer almıştır. Bu çeşitlere ilaveten ‘Ettinger’ çeşidinin de bölge koşullarında, iyi sonuç verebileceği görülmüştür (Bayram vd. 2006). Bu bölgelerde bahsedilen çeşitlerin adaptasyon sağladıkları görüldükten sonra avokado üretimi hızla yayılmaya başlanmıştır (Anonymous, 2010a). Toplam avokado üretiminin yaklaşık %60-65’i Antalya ilinde üretilmektedir (Anonim, 2004).



Şekil 1. 3. Antalya Merkez ve İlçelerinde avokado üretiminin ticari olarak gerçekleştiği alanlar

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2019) Bitkisel Üretim İstatistiklerine göre, 2019 yılında Türkiye’de avokado üretimi 4 bin 209 ton olarak kayıtlara geçerek, üretimde bir önceki yıla göre yüzde 33 artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu veriler göz önünde bulunarak Türkiye, dünya avokado üretiminin %0,06’sını karşıladığı tesbit edilmektedir. Buna bağlı olarak dünya üretimde 44. sırada yerini almaktadır. FAO verilerine (FAO; 2020) göre 2019 yılında Türkiye, 681 ton ile de dünya avokado ihracatında 47. sırada yerini almaktadır. Üretim miktarına paralel üretim alanlarında da yıllara göre artışlar gösterildiği tesbit edilmiştir. 2020 yılında, 648 ton olarak ihracatı yapılan avokadonun Türkiye’nin bu alandaki en büyük pazarı Ukrayna (%25,8) ve Bulgaristan (%13,3) olduğu bildirilmiştir. Yine 2020 yılında, Türkiye 2535 ton ile avokado ithalatının büyük bir kısmını Kenya’dan (%75,4) gerçekleştirmiştir. Avokado üretimi 2019 yılında toplam 9491 dekar alanda yapıldığında, üretimde en büyük paya sahip şehirler sırasıyla %69,5 Antalya ve %29,2 Mersin olmaktadır. Dolayısıyla Antalya ve Mersin illeri toplam üretimin yüzde 96’sını tek başına karşılamaktadır. TÜİK verilerine (Bitkisel Üretim istatistiklerine) göre 2020 yılı avokado üretimi ise bir önceki yıla göre yüzde %40,7 artış göstererek 5 bin 923 tona yükseldiği kayıtlara geçmiştir.

Türkiye’de avokadonun bilinirliği hızla artıyor ve iç piyasada tüketimi %50’yi aşmıştır. Nitekim 2020 yılında ithalat miktarı bir önceki sezona göre %25,8 oranında artmıştır. Son 5 yıllık hal fiyatları incelendiğinde %31,2 oranında avokado meyvelerinde önemli bir artış olduğu ortaya konulmuştur (Anonim, 2021).

Dünyada ve ülkemizde gün geçtikçe avokadonun değeri artmakla beraber bazı hastalık ve zararlı sorunları da bu değerli ürünün üretiminde problemler oluşmaya başlamıştır. Bu sorunların başında fungal hastalıklar gelmektedir. Fungal hastalıklar hem üretim miktarını azaltmakta hem de kaliteyi düşürmektedir. Tüm bunlar avokado üretiminin yerli ve ihracat pazarını olumsuz etkilenmektedir (Demircan ve ark. 2021).

1.2. Avokado’nun Sistematığı

Persea cinsi, tarçın ve önemli ağaç türlerini içeren *Lauraceae* familyasının 50 cinsinden biri olmaktadır (Zentmyer, 1994). *Persea americana* kendi arasında 3 farklı

botaniksel ırkı bulunmaktadır. Bunlar; Meksika (*P. americana* var. *drymifolia* Schlecht and Cham), Guatemala (*P. americana* var. *guatemalensis* Williams) ve Antil (*P. americana* Miller var. *americana* Mill.)’dir (Whiley, 1991). *Persea* alt türüne ait, *P. americana*’nın her bir üyesi coğrafik olarak farklı çevre koşullarına uyum sağlayabilen birkaç çeşitten meydana gelen polimorfik türlerdir (Tamam, A.2008.) Avokado sistematigi Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1. 1. Avokado bitkisinin sistematigi

Familya	<i>Lauraceae</i>
Cins	<i>Persea</i>
Alt cins	<i>Persea</i>
Türler	<i>Persea schiedeana</i> Nees
	<i>Persea parvifolia</i> Williams
	<i>Persea americana</i> Mill
Irklar	<i>Persea americana</i> var. <i>americana</i> (Antil Irkı)
	<i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i> (Meksika Irkı)
	<i>Persea nubigena</i> var. <i>guatemala</i> (Guatemala Irkı)

1.2.1. *Lauraceae* (Defnegiller) familyası

Ağaç veya çalı şeklinde olan bitkilerin oluşturduğu bu familyanın birkaçı otsu olup tümü aromatic bitkilerdir. Yaprakları basit, derimsi, kulakçiksız, almaşık (nadiren karşılıklı) yapıda olan bu bitkiler tropik türlerdir. Bu familyadaki bitkiler daima yeşil olmasına rağmen yaprağını dökenler genellikle ılıman bölgelerde yetişmekte olanlardır (Anonim,2021b).

1.2.2. *Persea* cinsi

Persea cinsi, *Lauraceae* laurel familyasına ait 150 tür bulunmakla beraber daima yeşil bir bitki türü olmaktadır. Bu cins içinde en yaygın olanı ve yenilebilen meyvesiyle subtropik bölgede yetişen avokado, *P. americana*’dır. Yaklaşık 15-30 m’ye kadar uzayabilen orta boylu bir ağaç türü olmaktadır. Yaprakları gövdeye karşılıklı veya spiral dizilen, uzunluğu 5-30 cm arasında olan, 2-12 cm eninde, genellikle geniş lanseolate yapılı basit yapraklara sahip olmaktadır. Çiçekleri tek embriyolu, 6 küçük yeşil sarı renkli çiçek örtüsüyle, 3-6 mm uzunluğunda 9 stamenli kısa bileşik salkım şekline sahiptir. Meyvelerin büyüklüğü *P. americana*’da 10-20 cm olup 1-1.5 cm çapında tohum bulunmaktadır ve meyvenin dış kısmı etli ve oval bir şekle sahip olmaktadır (Koral ve ark, 2000).

1.2.3. *Persea americana* var. *americana* (West Indian, Batı Hint, Antil ırkı)

Kolombiya kökenli avokadolar olup tropikal bölgelerde yetişmektedir. Ağaçların büyük ve yeşil yapraklara sahiptir. Antil ırkı 30 metreye kadar uzayabilen, seyrek

dallanma göstermektedir. Yaprakları genellikle ovaoid şeklinde olduğu görülmektedir. Yaprak boyu 10-30 cm, eni 3-19 cm genişliğindedir. Yaprak boyutları diğer iki çeşide kıyasla daha büyüktür. Yapraklarında anason kokmamaktadır. Sürgün renkleri sarımsı-yeşil renkli olmakla beraber kuraklığa ve soğuğa karşı hassas, fakat tuzluluğa dayanıklı bir tür olduğu bilinmektedir (Yeşiloğlu, 2006). Avokado meyveleri armut gibi uzun ve büyüktür olmaktadır (400-900 g). Epidermisi oldukça ince (0.8-1.5 mm), parlak ve pürüzsüz görünmektedir. Olgunlaştığı zaman meyve kabuğu rengi açık yeşil, yeşilimsi sarı veya kırmızımsı olabilmektedir. Meyve etinin yağ içeriği az (%10'den daha az) olsa bile sulu olmaktadır. Çekirdek, genellikle meyve etine yapışık, büyük ve çekirdek yüzeyinde hafif bir buruşukluk gözlenmektedir. Yukarıdaki bu özellikler meyveyi daha hassas kılmaktadır. Depolama için kullanılan ve diğer ırkların meyvelerinin frigorifik taşınabildiği sıcaklıklarda (+6 , -8 °C), yaygın olarak meyve eti kararması (üşüme zararı) görülmektedir. Çiçeklenme ile hasat zamanı 5 -7 kadar ay karar bir süre olmaktadır. (Anonim, 2006).

1.2.4. *Persea americana var. drymifolia* (Meksika ırkı)

Meksika'nın dağlık bölgelerinde soğuklara dayanıklı bir bitki türü olmaktadır. Genel olarak subtropikal veya tropikal bölgelerde yetiştirildiği bilinmektedir. 40 metreye kadar ağaçlar uzayabilmektedir. Yapraklarının şekilleri genellikle oval olabilmektedir. Yaprak boyları 8-17 cm uzunluğuna, yaprak enleri 4-15 cm genişliğine sahip olmaktadır. Yaprakları diğer iki ırka göre daha küçük ve ezildiğinde anason kokmaktadır. Genç sürgünler yeşil renkte olmaktadır. Diğer ırklara oranla çiçeklenme daha erken olmakla beraber çiçeklenme zamanından hasat zamanına kadar 7-9 ay sürmektedir. Meyveleri genel olarak küçük ve uzun yapıda olmaktadır. Meyve kabuğu ince ve pürüzlü bir yapıya sahip olmaktadır. Meyve eti genellikle liflidir ve %30'dan fazla yağ içeriği içermektedir. Meyvenin çekirdeği genellikle büyük olmakla beraber bazende meyve etine yapışık olduğu bilinmektedir (Yeşiloğlu, 2006). Tuzluluğa karşı hassas bir ırk olmaktadır. Fakat yüksek sıcaklıklar ve düşük nispi nem dayanıklı olduğu bilinmektedir. Ayrıca, *Phytophthora cinnamomi* fungal etmenine karşı diğer ırklara oranla daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple iyi bir anaç olarak ıslah programlarında kullanıldığı bilinmektedir. Avokado yağı üretiminde en çok bu ırk kullanılmakta çünkü yüksek yağ oranına sahip olmaktadır. Çeşitlerin yaklaşık %20'si bu ırk oluşturmaktadır. En yaygın olarak kullanılan çeşitleri 'Duke', 'Gottfried', 'Topa Topa' ve 'Meksikola' olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2006).

1.2.5. *Persea nubigena var. guatemala* (Guatemala ırkı)

Bu ırkın kökeninin, Guatemala'nın dağlık bölgeleri ve Meksika'nın Chiapas bölgesinde olabileceği tahmin edilmektedir. Ağaçları 30 metreye kadar uzayabilmektedir. Yaprakları oval, ya da dikdörtgen şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. Yaprak boyları 8-20 cm boyunda, yaprak genişliği ise 10-24 cm olduğu gözlemlenmiştir. Soğuğa ve tuzluluğa toleransı orta derecede olmaktadır. Sürgünleri kırmızımsı bir renkte almaktadır. Yaprakları ezildiğinde anason gibi kokmaktadır. Diğer ırklarla karşılaştırıldığında daha yüksek oranda periyodisite görülmektedir (Yeşiloğlu, 2006). Yaprakları koyu yeşil ve büyük olmaktadır. Meksika ırkı kadar soğuklara dayanıklı olmamasına rağmen özel tarım alanlarında yetiştirilmeye müsait olmaktadır. Avokado meyveleri hafif yuvarlak, pürüzlü

ve kalın bir kabuk yapısına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Meyvelerinin büyüklükleri farklılık göstermektedir. Fakat Meksika ırkında bulunan meyvelerden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Çekirdekleri küçük ve meyve etine yapışık. %10-20 oranında meyve eti yağ içermektedir. Çiçeklenmeden hasat zamanına kadar 8-10 ay gibi bir süre geçmekte olduğu bilinmektedir. Kaliforniya'nın soğuk kesimlerinde bu süre çok daha da uzun olabileceği söylenmektedir (12-14 ay). Bu ırk küçük çekirdekli çeşit üretmek için melezleme programlarında ebeven olarak kullanılmaktadır. 'in olduğu bu ırk, Avokado çeşitlerinin yaklaşık % 40'ını içeren bu ırk içerisinde Anaheim, Corona, Sharwil çeşitlerini içermektedir. 'Edranol', 'Nabal', ve 'Reed' en önemli ticari çeşitleri olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2006).

1.3. Melez Çeşitler

Günümüzde uluslararası ticarete kullanılan çeşitlerin önemli bir kısmı melez çeşitler oluşturmaktadır. Genellikle doğal melez olmaktadır fakat bazı durumlarda yukarıda bahsi geçen üç ırkın üstün verimlilik özelliklerinden faydalanılarak yapılan ıslah çalışmaları neticesinde üretilmektedirler. Islah çalışmalarında temel seçim kriterleri agronomik (zararlılara ve hastalılarla özellikle kök çürüklüğü fungal etmenine dayanıklılık, tuzluluğa ve soğuğa karşı dayanıklılık, verimlilik gibi) ve meyve kalitesiyle (boyut, meyve eti oranı, tat, lifsizlik, yağ içeriği gibi) ilgili olmaktadır. 'Bacon', 'Ettinger', 'Fuerte' ve 'Lula' doğal Meksika × Guatemala melezleridir. Guatemala × Batı-Hint melezleri, genellikle Florida'da yetiştirilmekte olup 'Ajax', 'Booth', 'Choquette', 'Collinson' ve 'Simpson' çeşitlerini içermektedir. 'Indian River' gibi Meksika × Batı Hindistan melezleri nadiren görülen çeşitlerdendir. Irklar arası melezlemeler sonucu farklı çeşitlerin elde edilmesi mümkün olmaktadır (Anonim, 2006).

1.4. Avokadonun Morfolojik Özellikleri

Avokado ağaçları görümüm olarak çeşitlilik gösteren, 8 ile 20 metreye kadar uzayabilen yıl boyunca yeşil ağaçlardır (Jackson, 1986). Avokado bitkisinin yaprakları oval veya eliptik şekillerde olmaktadır. Yaprak uzunlukları 7.5-35.5 cm kadar büyüye göstermektedir. Ayrıca olgunlaşmamış yapraklar açık yeşil renğinde olmaktadır. Genç sürgünlerin kırmızımsı veya beyazımsı renkte olduğu bilinmektedir (Hodgson, 1947). Avokadonun çiçekleri salkım şeklinde gelişim göstermektedir. Avokado ağaçları açık yeşil, küçük ve gösterişsiz çiçeklere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çiçekleri hermafrodittir fakat fonksiyonel olma durumu gün ve çeşitler bakımında değişiklik göstermektedir. Soluk yeşil renkli çiçekler gün içinde iki defa açılır; ilk açtığında dişi, ikinci açtığında ise erkek çiçek özelliği göstermektedir (Whiley, 1991). Avokadolarda çeşitlere göre farklılık gösteren iki tip çiçek bulunmaktadır. Bunlara 'A' ve 'B' tipi çiçek olarak gruplandırılmaktadır. A grubu çiçekler sabah ila öğle arası dişi, öğleden sonra ise erkek çiçek özelliği göstermektedir. B grubu çiçeklerde ise sabah ila öğle arası erkek, öğleden sonra dişi çiçek özelliği göstermektedir. Erkek ve dişi çiçek ayrımını yapılabilmesi için erkek çiçek tozu keseciklerinin duruşuna bakılarak karar verilebilmektedir. Avokado çiçeklerinin erkek ve dişi organları farklı dönemlerde fonksiyonel oldukları için tek çeşit kendi kendine tozlanıp döllenememektedir. Bu

sebeple tek çeşitle veya tek grupla bahçe kurmak doğru olmamaktadır. Bahçe tesis kurulurken bölge çevre şartlarına dikkat edilerek A ve B grubu çeşitler karıştırılarak dikim yapılmalıdır (Tuzcu, 1996). Avokado ağacının çiçeklenme şekilleri göz önünde tutularak A tipi (Hass; Guatemala) ve B tipi (Bacon; Fuerte) olmak üzere gruplandırılmaktadır (Nakasone ve Paul, 1998). Meksika grubu erken dönemde çiçek açarken, Antil orta ve Guatemala grubu çeşitler ise geç dönemde çiçek açtığı gözlemlenmiştir. Meyve şekli genellikle armut veya oval şeklinde olmaktadır (Nakasone ve Paul, 1998). Meyveler büyüklük, şekil ve renk bakımından farklılık göstermektedir. Meyve ağırlıkları 200-600 gram arasında değişiklik göstermektedir. Her meyvede bir adet çekirdek bulunmaktadır. Çekirdek yuvarlak, konik veya yumurtamsı şeklinde olabilmektedir. Tohum kabuğu açık kahverengi tonlarında olmaktadır. Çekirdek içinin rengi; beyaz, sarımsı veya yeşilimsi beyaz gibi renklerde olabilmektedir (Hodgson, 1947). Soğuğa dayanıklı Meksika ve Guatemala, soğuğa hassas ise Antil türlerini kapsamaktadır. Meksika ve Guatemala alt türlerinin çeşitleri, daha serin ve kurak bir iklimde; Antil alt türleri ve melezleri, yıllık yağış miktarı 2500 mm'yi geçebilen tropik ovalarda iyi gelişme göstermektedir. Avokado yetiştiriciliğinde minimum yıllık yağış miktarı 750-1000 mm arasında almalıdır. Sulama yağışın yeterli olmadığı dönemlerde yapılmalıdır. Tohumdan büyütülen avokado ağaçları 4- 8 yılları arasında ürün vermeye başlamaktadır. Vejetatif çoğaltmalar da ise 3 yıl içinde avokado ağaçları ürün vermektedir (Zentmyer, 1994). Meyveler iklimik özellik göstermektedir. (Phan, 1975). Meyve eti rengi açık sarı, fındık yeşili ve soluk yeşil arasında değişmektedir (Tamam, 2008).

2. KAYNAK TARAMASI

Avokado (*Persea americana* Değirmeni), *Lauraceae* adlı eski bir bitki soyundandır. İnsan tüketimine dair kanıtlar 15.000 yıl öncesine dayansada, ticarileştirme yalnızca son 150 yılda gerçekleşti. Üretim dünya çapında artmaktadır ve şu anda yaklaşık 64 ülke avokado üretmektedir. Türkiye’de avokado üretimi 40 yıl öncesinde başlamış olup hali hazırda Muğla Fethiye’den Hatay’a uzanan Akdeniz sahil şeridi boyunca üretimi yapılmaktadır (Bayram, 2010).

Artan üretim ile birlikte bazı problemlerde meydana gelmektedir. Bu problemlerin en önemlisi hastalık patojenleridir. Avokado bitkisini birçok patojen (bakteri, fungus ve virüs) hastalandırmaktadır. Dünyada yaygın görülen avokado hastalıkları Çizelge 2.1’deki verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Dünya genelinde avokado üretiminde en çok sorun olan hastalık etmenleri

Fungal Hastalıklar	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
	<i>Phytophthora citricola</i>
	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	<i>Verticillium dahliae</i>
	<i>Dothiorella spp.</i>
	<i>Dothiorella gregaria</i>
	<i>Phomopsis persea</i>
	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>
	<i>Armillaria mellea</i>
	<i>Neofusicoccum parvum</i>
	<i>Fusarium solani</i>
	<i>Fusarium oxysporium</i>
	<i>Cercospora purpurea</i>
	<i>Pestalotiopsis sp.</i>
Bakteriyel Hastalıklar	<i>Erwinia sp.</i>
	<i>Xanthomonas campestris</i>
Virüs ve Viroid Hastalıkları	<i>Avocado sunblotch viroid</i>

Genel olarak avokado yetiştiriciliğinde üretimin düşüşüne sebep olan hastalıkları fungal patojenler gerçekleştirmektedir. Fungal patojenler ile bitkiler arasındaki ilişki uzun bir süreçte gelişmiştir. Fungal patojenler, canlı bitkilerin yalnızca %10’unda kolonileşebildiği için önemli bir ökaryotik organizma grubu haline gelmiştir. Bununla birlikte, çoğu bitki hastalığına (%70) funguslar neden olmaktadır. Yaklaşık 110.000 tür vardır. Hastalığın yayılmasında en önemli şey, patojenlerin üreme propagüllerinin hayatta kalması ve yayılmasıdır. Mantarlar, su, rüzgâr, toprak, tohumlar, diğer bitkisel bitki materyalleri (yani meyveler), kendi mekanik kuvvetleri, böcek vektörleri ve diğer

organizmalar dahil olmak üzere üreme propagüllerini dağıtmak için çeşitli mekanizmalar kullanarak hayatta kalmaya adapte olmuşlardır (Agrios, 2005). Funguslar kendi mekanik yayılma yollarına sahip olsalar da, yayılmaları için çevredeki abiyotik ve biyotik faktörlerde büyük ölçüde etkilemektedir (Fourie, 2017).

Avokado ağaçlarındaki hastalıklar sadece yıllık ürün kayıplarına neden olmamakta aynı zamanda ağaçların ölmesi nedeniyle üretimin sonlanmasına sebep olmaktadır. Avokado bitkilerinde fungal patojenler: meyvelerin pazarlanma değerinin düşmesine, ağaçların verim miktarının azalmasına, hasat ve hasattan sonra meyvelerde çürüklere neden olmaktadır (Fourie, 2017). Özellikle hasat sonrası fungal etmenler meyvenin gövdesinde hem de gövde ucundaki yaralardan enfekte olabilmektedirler (Fourie, 2017). Bazı avokado fungal patojenleri ağaç veya fidanların kök kısmında hastalık oluşturarak geriye doğru ölümlere sebep olmaktadır. Bu fungal patojenlerin coğrafi dağılımı muhtemelen çevredeki bitki örtüsüne göre değişebilmektedir (Fourie, 2017).

2.1. Dünya Geneline Avokado Ağaçlarında Tespit Edilen Önemli Fungal Hastalıklar

Colletotrichum gloeosporioides, *Phytophthora cinnamomic*, *Dothiorella* spp., *Botryosphaeria* spp., *Cercospora purpurea*, *Pythium* spp., *Fusarium oxysporium* ve *F.solani*, *Pestalotiopsis* spp.

2.1.1. *Colletotrichum gloeosporioides* (Antraknoz)

Hastalık etmeninin konukçu yelpazesi oldukça geniştir: avokado, badem, kahve, guava, elma, yusufçuk, manyok, mango, sorgum ve çilek gibi birçok bitkiyi hastalandırmaktadır. Antraknoz, çok yaygın bir hasat sonrası hastalıktır. Çoğu üretim alanında endemiktir ve yüksek yağış alan bölgelerdeki en önemli meyve hastalığıdır. (Perez-Jimenez RM 2008).

Antraknoz hastalığı etmeni *Colletotrichum gloeosporioides* konukçu türüne ve enfekte olan dokuya bağlı olarak çok çeşitli semptomlar üretmektedir. Hasat edilmiş meyvelerde başlangıç belirtileri yüzeyde küçük açık kahverengi lekelerdir. Meyve olgunlaştıkça ve fungus geliştikçe lezyonlar bitki dokusuna batmakta ve koyulaşmaktadır. Lekeler geniş nekrotik alanlar oluşturmakta bu nekrotik alanlar birleşerek gelişmektedir. Aynı anda, yüksek nem koşulları altında, bu lezyonların yüzeyinde bol miktarda somon renkli spor kütleleri üretilmektedir. Avokado ağaçlarının farklı organlarında da hastalığın belirtileri görülebilir. Çok nemli koşullarda yapraklarda nekrotik kahverengi lekeler ve yaprak dökümü meydana gelebildiğinden belirtiler görülebilir. Sürgünlerde beyaz akıntılı, kahverengi veya mor lezyonlar görülebilir ve dallarda solmanın ardından ölümler görülmektedir. Enfekteli çiçek salkımları koyu renkli lezyonlar gösterir ve bazı durumlarda çiçekler düşmektedir (Darvas and Kotze 1981: Fitzel 1987: Fucikovsky ve Luna 1987). Ayrıca avokado meyvelerinde biber veya benek adı verilen farklı bir hasat öncesi hastalık olarak da gelişebilmektedirler (Willingham ve ark. 2000: Perez-Jimenez 2008).

Ascomycetous fungus *Glomerella cingulata* (anamorph *Colletotrichum gloeosporioides*), tüm avokado üretimi yapılan ülkelerde antraknoz ile ilişkili başlıca fungal patojendir. Bununla birlikte, *Glomerella acutata* (anamorph *Colletotrichum acutatum*) türü de avokadolar için patojeniktir ve farklı alanlarda tanımlanmıştır (Hartill 1991; Peres ve ark. 2002; Guillen-Andrade ve ark. 2007). *C. gloeosporioides* fenotipik olarak daha değişkendir ve *C. Acutatum*'dan daha geniş bir konukçu yelpazesine sahiptirler. *C. Gloeosporioides*'in koloni renkleri soluk gri, somon veya koyu gri arasında değişmektedir. Patojen, meyvenin epidermisi boyunca patlayan acervuli üretmekte ve buradan konidia gelişmektedir. Konidia şekli değişken olup silindirik ve düz, sivri bir tabanı ve geniş veya sivri uçludur (Sanders ve Korsten 2003). *C acutatum* sivri uçlu daha küçük konidia üretmektedir. Her iki fungal etmenin eşeyli üreme evresinde perithecia içerisinde ascosporlar üretilmektedir (Allen, R. N 1985).

Genel olarak, %80 den fazla yüksek nem ve 18 ile 26 arasındaki sıcaklıklar enfeksiyonları teşvik etmektedir. Bu nedenle kuru yazların olduğu bölgelerde antraknoz hastalıkları önemli değildir. Acervuli/ ascomata normal olarak meyveler, yapraklar veya dallar gibi yaşlanmış dokularda meydana gelmektedir. Ancak teleomorflar hastalığın epidemiyolojisinde küçük de olsa bir rol oynamaktadır (Allen, R. N 1985). Hastalık sporları enfekteli dokulardan, toprakta buluna yaprak, dallardan sağlıklı organlara yayılmakta ve üzerlerinde spor oluşturmaktadırlar (Fitzel 1987). Meyvelerde enfeksiyon gelişim aşaması, herhangi bir zamanda meydana gelebilir (Binyamini ve Schiffmann-nadel 1972). Prusky ve ark. (1983), antifungal bileşiklerin örneğin lakkaz olgunlaşmamış meyvelerindeki varlığı enfeksiyon aşamasında etkilidir bu gizli enfeksiyonların etkisiz hale gelmesine neden olabilir. Mycelia meyvenin çoğunu çürüyene dek gelişimi sürdürür. İleri aşamalarda meyve yüzeyinin altında acervuli üretilir. Kütikül ve epidermal hücreler yırtıldığında, konidia sporlar salınır ve su ile çevreye dağılmaktadır. Şuan yetiştirilen tüm Florida çeşitleri, koşullar uygun olduğunda antraknoza orta derecede hassas olup enfeksiyon için uygun bitkilerdir. Diğer taraftan yetiştirilen Kaliforniya çeşitleri antraknoza daha hassas oldukları belirlenmiştir (Misafirky ve ark. 2007).

2.1.2. *Phytophthora cinnamomi* (Phytophthora Kök Çürüklüğü)

Phytophthora kök çürüklüğü hastalığı avokadonun üretildiği ülkelerde avokadonun en önemli ve en yaygın hastalığı olarak kabul edilmektedir. Avokado kök çürüklükleri Kaliforniya, Florida, Hawaii, Teksas, Avustralya, Yeni Zelanda, Güney ve Batı Afrika, Kenya, Fas, Meksika, Orta ve Güney Amerika, Filipinler, Tayvan, Caroline Adaları, Portekiz, İspanya, Kanarya Adaları ve İsrail'de ciddi hastalıklar oluşturmaktadır (Marais, L. J.,2004).

Yalnızca Kaliforniya'da, pazaların % 60-75'ini etkilediği ve yılda 40 milyon doları aşan bir kayba neden olduğu tahmin edilmektedir (Coffey 1992). Avokoda kök çürüklüğü etmeni fungus, *Phytophthora cinnamomi* Rands, ilk olarak 1922'de Sumatra'daki tarçın ağaçlarından izole edilmiştir ve günümüzde 70'den fazla ülkede varlığı rapor edilmiştir. Konukçu listesinde 1000 farklı bitki türü ve çeşitler bulunmaktadır. Başlıca konukçuları arasında avokado, ananas, kestane, okaliptüs, çeşitli çam türleri, çınar, şeftali, armut, macadamia fıındığı, birçok süs bitkisi (açelya, kamelya ve orman gülü dahil) bulunmaktadır (Coffey 1992). Sürgün uçlarından geriye doğru ölüm başlamakta, hastalık ilerledikçe dallar tamamen kurur ve ağaç çıplak bir görünüm almaktadır. Ağaçların ölüm

süresi toprağa, kültürel ve çevresel koşullara bağlı olarak birkaç aydan birkaç yıla kadar sürebilmektedir (Marais, L. J.,2004).

Hastalıklı ağaçlardaki küçük besleyici kökler, hastalığın ileri aşamalarında olmayabilir, varsa bunlar bol miktarda kremsi beyaz besleyici köklerin aksine genellikle karamış, kırılğan ve çürümüş bir hal almaktadır (Faber ve Ohr 1999, Manicom 2001, Pegg 1991, Zentmyer 1980, Zentmyer ve ark. 1984).

P. cinnamomi etmeninin, hastalık gelişimi ve hayatta kalmasında rol oynayan birkaç farklı spor aşaması bulunmaktadır. Bu sporlar sporangia, klamidosporlar ve oosporlardır. Sporangia, su üzerinde serbest hareket edebilen zoosporlara oluşturmaktadır. Toprağın yüzeyinde veya toprak gözeneklerindeki su tabakalarında zoosporlar, avocado kök eksüdatları tarafından köklere çekilirler. Zoosporlar kökleri sarmalar ve enfekte ederek köklerin hücreler arası ve hücre içini istila eder. Kök lezyonları 24 saat içinde ortaya çıkar ve miselyum 72 saat içinde küçük emici kökler boyunca gelişebilmektedir (Perez-Jimenez RM 2008). Klamidosporlar etmenin hayatta kalma yapılarıdır ve normalde kuru toprak koşullarında oluşmaktadırlar. Aşırı kuru koşullar altında klamidosporlar birkaç yıl yaşayabilirler. Bu klamidosporlar köklerde oluşur ve kökler çürüdüğünde toprağa salınmaktadırlar (Perez-Jimenez RM 2008). Oosporlar ise belirli toprak ve çevre koşulları altında, genellikle düşük sıcaklıkta üretilen hayatta kalma yapılarıdır. Hem klamidosporlar hem de oosporlar, uygun toprak nemi ve sıcaklık koşulları altında sporangia oluşumunu sağlamaktadır. Toprak nemi, *P. cinnamomi*'nin gelişimini etkileyen birincil çevresel faktörüdür (Perez-Jimenez RM 2008).

Semptomlar genellikle yaprakların su ihtiyacı ile köklerin suyu emme kapasitesi arasındaki dengede bir bozulma olmadıkça ortaya çıkmaz. *P. cinnamomi*'nin avokado bahçelerine girmesinin birincil kaynağı enfekteli fidanlıklarda üretilen bitki materyalleridir (Faber ve Ohr 1999, Manicom 2001, Menge ve Marais 2000a, Zentmyer ve diğerleri 1965, Pegg 1991, Zentmyer 1980 ve 1984, Zentmyer ve diğerleri. 1998a).

Özellikle Kaliforniya, Güney Afrika ve İsrail'de dayanıklı anaçların tespiti ve geliştirilmesi konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Duke 7, Thomas, Barr Duke, Toro Canyon, G755 (Martin Grande) ve Evstro gibi anaçların Phytophthora kök çürüklüğüne Topa Topa'dan daha toleranslıdır. Bazı dayanıklı anaçlar geleneksel hassas anaçlar kadar verim alınmasa da uygun mücadele yöntemleri ile birlikte hastalık baskısı altında kalabilmektedir (Bijzet ve Sippel 2001, Menge vd. 1992, Menge ve Marais 2000b).

1970'lerde ve 1980'lerde *Phytophthora* türlerine karşı sistemik fungusitler, *P. cinnamomi* gibi hastalıkların kontrolünde devrim yapmıştır. Bu bileşiklerden ilki, metalaksil (Ridomil®) ve fosetil Al (Aliette®) olmuştur (Coffey 1987 ve 1992, Erwin ve Ribeiro 1996, Menge ve Marais 2000b). Fosetil Al ve bunun aktif parçalanma ürünü fosfor asit ve potasyum fosfit dahil olmak üzere fosfonatlar, yaprak spreyleri, gövde boyları, gövde enjeksiyonu veya toprak uygulaması olarak uygulandığında etkili olmuştur (Darvas ve diğerleri 1984). Metalaxyl (Ridomil®) sulama suyu ile karıştırıldığında etkili olduğu görülmüştür. En popüler bileşik ise fosfonik asittir.

Aliette®'in Kaliforniya'daki olgun meyve bahçelerinde metalaksilden daha etkili olduğu gözlemlenmiştir (Coffey 1992).

2.1.3. Dal Kanseri (*Dothiorellas spp.*)

Loculoascomycetes sınıfı içerisinde yer alan *Botryosphaeriaceae* familyası, bugünkü taksonomik bilgilere göre 17 cins ve 110 türün bulunduğu büyük bir familyadır (Phillips et al. 2013). Daha önceki çalışmalardan Denman ve ark. (2000)'ın bildirdiğine göre, *Botryosphaeriaceae* türlerinin klasik taksonomisinde iki önemli ölçütü mevcut olup bunlar, şeffaf ince duvarlı veya koyu renkli kalın duvarlı pikniospor oluşturmalarıdır. Smith ve Stanosz (2001) Doğada gerçekleşen infeksiyonlarda, odun veya kabuk dokularında meydana gelen piknidyumlar ve bunlardan çevreye yayılan pikniosporların kabuk dokuyu enfekte ettiklerini rapor etmişlerdir (Amponsah et al. 2012).

Bu familya içerisinde bulunan *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Dothiorella*, *Lasiodiplodia*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium*, *Spencermartinsia* ve *Sphaeropsis* gibi önemli cinslerden bazı türlerin eşeyli-eşeysiz üreme formları keşfedilmiş ise de bu türlerin birçoğunun eşeyli üreme dönemleri henüz aydınlatılamamıştır (Urbez-Torres et al. 2015).

Botryosphaeriaceae ailesindeki üyeler dünya çapında bir dağılıma sahiptir ve çok çeşitli odunsu bitkiler konakçıları arasındadır. Kanseri ve meyve çürümesine neden olurlar. Türler saprofit veya parazit olarak hayatta kalabilir fakat bazı türleri ise endofit olarak hayatta kalabilmektedir (Urbez-Torres et al. 2015).

Botryosphaeriaceae familyasındaki türler, Meksika, Yeni Zelanda, Peru, Güney Afrika, Şili, Orta ve Güney Amerika, İspanya ve Amerika Birleşik Devletleri (19,20,38) dahil olmak üzere birçok farklı ülkedeki avokado bahçelerinden izole edilmiştir. *Botryosphaeriaceae*'nin teleomorfları doğada veya kültürde nadiren görüldüğünden, anamorfiklerin en ve boy oranları esas alınarak tanımlama yapılmıştır (5,7). DNA sekans verileriyle birlikte anamorf özelliklerinin kullanılması, dal kanseri ve meyve çürüklüğü hastalıklarında yer alan türlerin aydınlatılmasını sağlamaktadır. Örneğin, morfolojik ve genomik bilgilerin kullanımı, üzüm (36), mango (30) ve badem (16) 'da dal kanseri ve zeytinde (17) meyve çürümesine nitekim neden olan patojenleri son zamanlarda açıklığa kavuşturulmuştur. Yüksek yoğunluklu bir ormanlık alanlarda ve sık budamanın yapılması, *Botryosphaeriaceae*'nin kanserlere neden olan bu familya üyelerinin ağaçtan ağaca yayılmasını sağlamaktadır ve avokado üretiminde bu türlerin dal kanserlerine neden olduğu belirlenmiştir (McDonald, V.ve Eskalen, A. 2011).

Enfekteli dallar üzerinde koyu kahverengi veya siyah alanlar gözlemlenmektedir. Bu alanlar hastalık ilerledikçe yüzeyi hafifçe çökmüş kuru bir görünüme sahip olmaktadır. Daha ileri aşamalarda ise kabuktan sızan beyaz toz, dış kabukta çatlama ve dökülmelere sebep olmaktadır (Perez-Jimenez RM 2008). Kanseri kısımlar kesildiğinde kahverengi renkte olduğu görülmektedir. Eğer nekroz dalı çevrelerse, ölüm meydana gelmektedir. Bunun sonucunda yapraklar hızla kahverengiye döner ancak dökülmez ve bu durumdan ağaçların normal gelişimlerini de etkilenmektedir. Şiddetli durumlarda ise ağaçlar ölmektedir (Perez-Jimenez RM 2008).

Botryosphaeria patojeninin en yaygın olanları; *Botryodiplodia*, *Fusicoccum* ve *Lasiodiplodia* cinsleri olup en az 18 anamorf cinsi ilişkilendirildiği tür açısından zengindir. Cinsin kozmopolit bir dağılımı ve büyük bir morfolojik ve evrimsel karmaşıklığı vardır. *Botryosphaeriaceae* ailesi için yapılan moleküler ve morfolojik çalışmalara göre bu aile içinde yeni taksonların oluştuğu belirtilmiştir (Crous ve ark. 2006). Bu nedenle, daha önce dal kanserleri ve geri ölüme neden olan ajanlar olarak tanımlanan türler ile bu semptomlarla ilgili türlerin yeni isimleri arasında bir karışıklık bulunmaktadır. Dal kanserine en yaygın olarak *B.dothidae* (anamorph: *F. aesculi*, daha önce *Dothiorella gregaria* olarak kabul edilmiştir), daha sonraları meyve çürümesine ve gövde çürümesine neden olmaktadır. Hastalıkla ilişkili olan diğer *Botryosphaeria* benzeri türler de anamorf cinsidir: *Nefusicoccum parvum* (syn. *F. parvum*), *L. theobromae* (avokadoda daha önce *Botryodiplodia theobromae* olarak tanımlanmıştır) ve *N. ribis* (syn. *F. ribis*) ve daha önce *D. aromatica* olarak adlandırılmıştır (Zentmyer ve diğ. 1965: Rondon ve Guevara 1984: Crouset ve diğ. 2006: Zea-Bonilla ve diğ. 2007a). *Botryosphaeria* türlerinin ve bunlarla ilişkili anamorfaların tanımlanması, esas alınarak anamorfaların konidialarının morfolojisine ve boyutuna ve ITS ve 5.8 rDNA dizilerinin analizlerine dayanır (Jacobs ve Rehner 1998). Ayrıca kültüre alındığında bol miktarda piknidia ve konodia gelişmektedir (Perez-Jimenez RM 2008).

Botryosphaeria türleri, Hatill ve Everett'e (2002) göre endofit daha doğrusu fillofit olarak tanımlanmaktadır. Avokado ağaçlarında, diğer hastalıklar veya böcek saldırıları gibi biyotik faktörler ve kuraklık, sel veya beslenme yetersizlikleri gibi abiyotik faktörler tarafından strese girdiğinde enfeksiyon belirtileri belirginleşmektedir. Ascospores ve konidia, ölü kabuklar, ince dallar, kanserler, yaşlanan meyveler ve ölü yapraklarda üretilmektedir. Budama, rüzgâr, yağmur ve don gibi olayların neden olduğu yaralar ile etrafa yayılmaktadır. Ilık sıcaklıklar ve nemli koşullar hastalığın gelişimine teşvik etmektedir (Perez-Jimenez RM 2008).

Diğer konukçuları gözlemlendiği zaman, budama faaliyetleri *Botryosphaeria* türlerini uygun bir şekilde yayılmasını sağlamaktadır (Phillips 2002; Zea Bonilla et al., 2007a). Meksika çeşitlerinin hastalığa Guatemalalı çeşitlerden çok daha dirençli olduğu bildirilmiştir; bu nedenle anaç olarak kullanılmaları tavsiye edilmektedir (Zentmyer ve ark. 1965; Rondon ve Guevara 1984). Şiddetli ve tekrarlayan enfeksiyon durumlarında, yağmur mevsimi boyunca enfeksiyonlu bölgeye bakırlı ilaçları birkaç kez püskürtmenin faydalı olacağı belirtilmiştir (Perez-Jimenez RM 2008).

2.1.4. *Botryosphaeria* spp. (Meyve çürüklüğü)

Hastalık *Dothiorella* meyve çürüklüğü olarak da bilinmektedir (Zentmyer et al. 1965), *Botryosphaeria* cinsinin birkaç türü veya onunla ilişkili anamorfaları avokado meyvesinin çürümesine neden olabilir. Hastalığın Kaliforniya'da, özellikle nemli kıyı bölgelerinde ve Fuerte çeşidinde belirgin olduğu bildirilmiştir (Zentmyer 1955b). Meyvelerdeki hastalığın belirtileri, antraknozun neden olduğu belirtilerden ayırt edilmemektedir. Bu nedenle ilk raporlar bu hastalığa *Dothiorella/Colletotrichum* meyve çürüklüğü kompleksi olarak atıfta bulunmuştur (Darvas ve Kotze 1987).

Dothiorella türleri hem sap çürümesine hem de meyve çürümesine neden olmaktadır. Semptomlar sadece hasattan sonra meyve yumuşadığında gelişir, bu nedenle

meyve yüzeyinde küçük kırmızımsı kahverengi düzensiz noktalar görülmektedir. Meyve yaşlandıkça lekeler yavaş yavaş büyür, çöker ve siyahlaşır hoş olmayan bir koku meydana gelmektedir. Bu semptomlar antraknoz hastalığına benzer, ancak çürüklük daha yüzeyseldir ve sporlaşma görülmez. Bu türlerin tipik gri miselyumu meyve yüzeyinde gözlenebilmektedir (Darvas ve Kotze 1987).

Hastalığa birkaç mantar türü neden olmaktadır. Genel olarak, *Botryosphaeria* cinsinin türleri veya *B. dothidea*, *Neofusicoccum parvum* veya *N. ribis* gibi avokadolarda kansere veya ölüme neden olan anamorfları, avokadoların meyve çürümesi ile ilişkilendirilmiştir. Yere düşen meyveler, dallar veya ölü ağaç kabuğu üzerinde konidia ve askosporları bol miktarda ürettiği bilinmektedir. Normalde rüzgâr ve yağmurla yayılırlar, meyveye yaralardan ve açıklıklardan enfekte ederler aynı zamanda doğrudan penetrasyonlar da yapmaktadırlar (Darvas 1982). Enfeksiyondan sonra hastalık etmeni uykuda kalır ve meyveler yumuşamaya başlayana kadar çürüme yapmamaktadır.

İnokulasyon kaynaklarını azaltmak için ölü odun veya ölü yaprak dokularının ağaçlardan uzaklaştırmak önemlidir (Zentmyer et al.1965). Budama kurak dönemlerde yapılmalıdır. Çürüklük hastalıkları, kuraklık veya besin eksikliği nedeniyle strese giren ağaçlar sağlıklı ağaçlara göre daha hassastır. Tuzlu koşullardan kaçınmak önemlidir, çünkü hastalık etmeni, tuzluluk stresinin neden olduğu ölü yaprak kısımlarında hayatta kalmaktadır Bakırlı fungusitler hasat öncesi uygulanmalıdır. (Zentmyer et al.1965) veya benomil (% 0,0025) artı kaptafol (% 0,08) bir miktar kontrol sağlamaktadır (Darvas 1982; Darvas ve Kotze 1981). *Bacillus subtilis* ile kontrol, hastalığı önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir (Korsten ve ark.1991).

2.1.5. *Cercospora purpurea* (*Cercospora* leke hastalığı)

Hastalığa, ascomycete fungus *Pseudocercospora purpurea* (syn. *Cercospora purpurea*, teleomorf *Mycosphaerella*) neden olmaktadır (Deighton 1979). *Cercospora* lekesi *Pseudocercospora* leke veya siyah nokta olarak da bilinmektedir. Güney Afrika'da avokadonun önemli hasat öncesi hastalığıdır ve işlenmemiş meyve bahçelerinde %69'a varan kayıplara neden olmaktadır (Darvas ve Kotze 1987). Hastalık Florida'da, Meksika'nın çeşitli bölgelerinde ve Avustralya'da da önemlidir, çünkü sıcak ve nemli iklimler hastalığa elverişli yerlerdir. (Darvas ve Kotze 1979; Ploetz et al.1994; Teliz 2000). Hastalık etmeninin neden olduğu lezyonlar yapraklarda, gövdelerde veya meyvelerde görülmektedir (Perez-Jimenez RM 2008).

Fungal patojen, yaprak kenarlarında başlangıçta kahverengi ve daha sonra mor renkte küçük (3-6 mm çapında) köşeli lekeler neden olmaktadır. Lekeler, deforme olan yaprakların çoğunu veya tamamını etkileyerek büyümekte olup zamanla birleşmektedir. Enfeksiyon gövde boyunca ilerleyebilir ve genç ağaçlar yapraklarını dökmektedir. Meyvelerin üzerinde küçük dağınık hafif çökük benekler görülmektedir Ayrıca Meyvelerin çatlaması diğer patojenlerin girişine zemin hazırlamaktadır. Bazen fungal patojen meyve etini istila etmektedir. Nemli koşullar altında lekelerin yüzeyinde grimsi miselyum ve patojenin sporları görülmektedir (Darvas ve Kotze 1979; Ploetz ve ark. 1994).

Enfeksiyon genel olarak, yüksek nem ve sıcak koşullar altında enfekteli kısımlardan konidia sporlar gelişir. Daha sonra su, rüzgârı veya böcekler onları enfeksiyon noktalarına yayar. Penetrasyon, patojenin yaklaşık üç ay boyunca latent kalması olabilir. Küçük meyveler ve olgun meyveler bağışıklık kazanırken orta büyüklükteki meyveler duyarlıdır (Ploetz ve ark. 1994).

Kültürel veya önleyici bir uygulama olarak, budama artıkları meyve bahçesinden uzaklaştırılması önemlidir, çünkü budama artıkları üzerinde fungal patojen gelişmiş olabilir. Çeşitler arasında Fuerte ve Ryan, hastalığa Hass ve Edranol'den daha duyarlıdır (Darvas ve Kotze 1987). *Cercospora* leke hastalığını önlemek için hasat öncesi önlemler Güney Afrika'da yaygın bir şekilde geliştirilmiştir. Hali hazırda *Cercospora* leke hastalığı için entegre hastalık yönetimi programının bir bileşeni olarak Ekim'den Ocak'a kadar aylık uygulamalarla önerilmektedir. Bu öneriler içinde bakır oksiklorür (%0,2-0,3) tek başına veya azoxystrobin (%0,03) gibi sistemik fungisitlerle kombinasyon halinde uygulanmalıdır (Willis ve Mavuso 2007). Avokado ağaçlarına hasat öncesi *Bacillus Subtilis* ile biyolojik spreyler tek başına veya farklı fungusitlerle kombinasyon halinde uygulandığında *Cercospora* lekesinin şiddetinin azaldığı gösterilmiştir (Korsten ve ark. 1992).

2.1.6. *Pythium* spp. (*Pythium* kök çürüklükleri)

Pythium türleri dünya çapına dağılmış önemli toprak kaynaklı bitki patojenleridir (Hendrix ve Campbell 1973; van der plaats-Niterink 1981). Avokado ile ilişkili fungusların ve oomisetlerin karakterizasyonuna yönelik çalışmalarda *Pythium* spp. avokado kökleri ve toprakları üzerinden izole edilmiştir.(Wager 1942; Harver1945). (*Pythium* spp. Avakado besleyici köklerin nekrozuna neden olur. Fidanlıklarda *Pythium* spp. Defalarca avokado bitkisinden izole edilmiştir (solel ve Pinkas 1984). Meyve bahçelerinde, solma, kloroz, seyrek yaprak oluşumu son yıllarda İspanya'daki avokado ağaçlarının köklerinden izolasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Zea-Bonilla ve ark. 2007b). *Pythium* kök çürüklüğünün belirtilerini *Phytophthora* kök çürüklüğünden ayırt etmek zordur çünkü her ikisi de besleyici köklerde nekroza neden olmaktadır (Darvas1979; Solel ve Pinkas 1984; Zea-Bonillaet ark. 2007).

Güney Afrika'da *P. derbayanun*, *P. splendens* ve *P. ultimum* (Darvas 1979), İsrail'de *P. proliferum* (Solel ve pinkas 1984) ve *P. vexans* (Zea- Bonillaet al.2007b) gibi farklı *Pythium* türleri tanımlanmıştır. Avokado kök patojenleri olarak, virülentliklerinde büyük farklılıklar olmasına rağmen hiflerin, eşeysiz ve eşeyli yapıların ve sıcaklık-büyüme aralıklarının morfolojisi ve ölçümleri, gibi farklılıklar *Pythium* türlerinin klasik olarak tanımlanması kullanılmıştır. (van der plaats-Niterink 1981;Dick 1990). Ancak, türlerin belirlenmesi için gereken zaman ve deneyim nedeniyle çoğu izolatin tür düzeyinde tanımlanamaması sıklıkla karşılaşılan bir sorun haline gelmiştir. Bundan dolayı tanımlanması için, rDNA'nın ITS'sinin nükleotid dizilerine dayanan moleküler karakterizasyonlar kullanılmıştır (Levesque ve Cock 2004). Genel olarak, *Pythium* spp. farklı yöntemler kullanılarak izole edilmesi kolaydır ve 25C'de patates-havuç agarında hızlı büyüyen türlerdir (Van der Plaats-Niterink 1981).

Pythium türleri, yüzeysel toprak katmanlarında kök bölgesine yakın ekili topraklarda bol miktarda bulunur. Çoğu *Pythium* türü, suda zooporlar oluşturur ve bu

onları sulama sistemlerinde potansiyel bir tehdit haline getirir ve ayrıca insan ve hayvanlar tarafından da dağıtılabilir. Türlerin oosporları önemli hayatta kalma yapıları olduğundan, cinsel üreme yapıları verimli bir şekilde üretilir (Hafizi vd. 2013).

Darvas (1979), tarafından yapılan çalışmalarda toprağa uygulanan yüksek konsantrasyonlar da metalaxyl'in *Pythium* spp.'yi ortadan kaldırdığını rapor edilmiştir. Bununla birlikte, Darvas ve Becker (1984) daha sonra *Pythium* türleri arasında fungusitlere karşı farklı duyarlılık dereceleri olduğunu ve uzun süreli kullanımından sonra patojenin fungusitlere karşı direncinin gelişmesinden kaynaklanabilecek bir etkinlik kaybı olduğunu doğrulamıştır. Geniş anlamda, *Pythium* ve *Phytophthora* türlerinin fizyolojik ve patolojik yakınlığı göz önüne alındığında, *Phytophthora* kök çürüklüğü için rapor edilen benzer kontrol önlemleri başlangıçta *Pythium* kök çürüklüğü için tavsiye edilmektedir (Hafizi, R. vd.2013).

2.1.7. *Fusarium* spp. (*Fusarium* Kök Çürüklükleri)

F. solan kozmopolit bir türdür (Booth, 1971). *F. solani* 50 alt türe ayrılabilir ve bunların çoğu resmi olarak daha tanımlanmamıştır (O'Donnell, 2000). *Fusarium solani*, geniş bir bitki yelpazesinde çeşitli hastalıklara neden olan, iyi bilinen bir bitki patojenidir. Yaygın olarak *F. solani* ile enfekte olan 87 cinsten en az 111 bitki türü tanımlanmıştır (Kolattukudy ve Gamble, 1995).

F. oxysporum dünya çapında her türlü toprakta yaygın olarak bulunan kozmopolit bir türdür. (Burgess, 1981). Çeşitli mahsullerde şiddetli vasküler solgunluklara ve kök çürüklüğü hastalıklarına neden oldukları için ekonomik açıdan önemli türlerdir (Nelson vd. 1981).

Fusarium türlerinin tanımlanması temel olarak makrosporların şekil ve boyutlarının ayırt edici karakterlerine dayanmaktadır. Mikrokonidia, klamidosporların varlığı ve yokluğunun yanı sıra koloni görünüşleri, pigmentasyonlar ve agar besiyerinde büyüme oranları belirleyicidir. Özellikle mikroskop altında makrokonidia sayısı mikrokonidia sayısından fazlaysa *F. solani*, mikrokonidia sayısı makrokonidia sayısında fazla ise *F. oxysporum* olarak ayırt edilmektedir (Leslie ve Summerell, 2006). Genler arası aralayıcı (IGS) bölgesinin kısıtlama fragmanı uzunluk polimorfizmi (PCR-RFLP) ile polimeraz zincir reaksiyonu, IGS bölgesi hızla gelişen aralayıcı bölgeler gibi görüldüğü için yaygın olarak kullanılır (Hseu ve ark. 1996). Bu moleküler teknikler *Fusarium* taksonomik çalışmalarında tür içi düzeyde türlerin tanımlanması için oldukça güvenilirdir (Hillis ve Dixon, 1991; Mirete vd. 2003).

Fusarium türleri toprak kaynaklı olup önemli bitki patojeni olmaktadır. Genellikle tropik ve subtropik bölgelerde daha yaygın görülmektedir fakat bazı türleri soğuk iklimlerde de görülebilmektedir (Nelson, P. E. vd. 1994).

F. solani (Telemorf: *Haemanectria haematococca*): Sporodoşialar krem renklidir. Makrokonidileri düz ya da silindir şeklinde olup, uçları genel olarak yuvarlak çentikli bir yapıda olmaktadır. Makrokonidialar 5-7 bölme içermektedir. Mikrokonidiler ise oval, elips, böbrek ya da iğ şeklindedir. Genellikle bölmesiz çok nadiren ise 2 bölmelidir (Nelson vd. 1994).

Fusarium oxysporum türünün telemorfu bilinmemektedir. Sprodoşiumlar açık turuncu renk de olmaktadır. Makrokondileri daha kısadır ve hilal şekline benzemektedir. Mikrokonidileri oval ya da böbrek şeklinde olup genellikle bölmesizdir. Mikrokonidiler kısa monofialidler üzerinde üretilmektedir (Nelson, P. E. vd.1994).

Hastalık belirtisi ilk başlarda sararma ve solgunluk olarak başlamaktadır. Özellikle sıcak aylarda ani kurumalar görülmektedir. Hastalıklı bitkilerin kök boğazı kısmı enine kesildiğinde iletim demetlerinin tıkanması sonucunda kahverengimsi bir renk değişimi görülmektedir (Nelson, P. E. vd.1994).

2.1.8. *Pestalotiopsis* spp. (Yaprak leke Hastalıkları)

Pestalotiopsis türleri Fungus aleminin Ascomycota sınıfının *Xylariales* takımından *Amphisphaeriaceae* familyasına ait anamorfik bir fungustur (Barr, 1975; Anonymous, 2015). Konidiomata aservulus, piknit veya cornute (boynuz benzeri yapı) olabilir, bu yapılar bitki dokusuna gömük ya da dışarıda olabilir. Konidiomata tek lokullü ya da lokulleri tamamıyla ayrılmamış çok lokullü ve pürüzsüz, kahverenginden siyaha doğru bir renk değişimi olabilmektedir. Apikal duvar veya konukçu dokuyu örten düzensiz çatlakları olabilir ayrıca bu çatlaklar stroma şeklinde veya açılı, yuvarlağımsı, prizmatik veya karışık dokuda duvarlar olabilmektedir. Konidioforlar konidioma çukurunu kısmen ya da tamamıyla kaplar, dallanmış veya bölmelidir, nadiren mukusa bağlanmış renksiz, düzgün konidiogenus hücrelere dönüşebilmektedir. Konidiogenus hücreleri ayırık veya bütün hâlinde, silindirik, ampül şeklinde veya şişe şeklinde bir yapıdadır, renksiz ve düzgün olmaktadır. Konidiler fusiform şeklinde, düzgün ya da hafifçe kıvrık, çok bölmeli, bazal hücre kesik konik tabanlı ters konik biçiminde, genelde kendine özgü minik çıkıntıları vardır, renksiz, ince duvarlı; orta hücreler renkli, concolor veya versicolor, son hücrelerden daha ince bir duvara sahip, düzgün yüzeyli ya da pürüzlü, kırılgan yapıda, apikal hücreler konikden yarı küremsi yapıya, renksizden hemen hemen renksiz bir şekile değişkenlik göstermektedir. Uzantılar, tüp şeklinde çıkıntılar olarak ve konidi hücresi ile korunan protoplasmik devamlılıklardır, ipliksi yada dar ve kıvrımlıdır; apikal uzantılar bir veya birden fazladır, dallanmış veya dallanma olmamaktadır, apikal uç ya da tabakadan meydana gelen spatula şeklinde olan veya olmayan başlıkları vardır. Bazal uzantıları genelde bulunmaz, görüldüğünde ise tek, dallanmış ve merkez de bulunmaktadır (Nag Raj, 1993). *Pestalotiopsis* cinsinin taksonomisinde karışıklık bulunmaktadır (Nag Raj, 1993).

Maharachchikumbra ve ark. (2014)'nın belirttiğine göre ilk olarak Steyaert (1949), konidi morfolojisine göre Pestalotia De Notaris cinsini Pestolatia, Pestalotiopsis ve Truncatella olmak üzere 3 cinse ayırmaktadır. Yine Steyaert (1949) tarafından *Pestalotiopsis* cinsi apikal uzantıların sayılarına göre gruplara ayrılmış ve Monochaetia ayrı bir cins olarak kabul edilmemektedir. Ancak Guba (1961) tarafından *Pestalotia* cinsi quadriloculate (4 hücreli konidi), quinqueloculate (5 hücreli konidi) ve sexlloculate (6 hücreli konidi) olmak üzere 3 gruba ayrılmış, *Monochaetia* ayrı bir cins olarak ayırmaktadır ve Steyart (1949) tarafından tanımlanan 2 cins (*Pestalotiopsis* ve *Truncatella*) ise *Pestolatia* altında sinonim olarak kabul edilmektedir. Sutton (1980) aservulus, konidi pigmentasyonu ve annelidik konidiogenus hücrelerine göre *Pestalotiopsis*, *Pestolatia* ve *Truncatella* olarak sınıflandırmaktadır ve *Pestalotiopsis* taksonomisi ile ilgili birçok problemi tanımlamaktadır.

Fakat 600'den fazla tür cins dışında kaldığı için Sutton (1980) grubun *Monochaetia*, *Pestalotiopsis* veya *Truncatella* olarak tekrar değiştirilmesinin gerektiğini bildirmiştir (Nag Raj (1993)' da *Pestalotia* cinsinde tanımlanmış birçok türün tekrar düzenlenmesi gerektiğini düşünmüştür. *Pestalotiopsis* türlerinin koloni, konidi morfolojisi ve konukçuya göre gruplandırılmasında zorluklar bulunmaktadır (Keith vd. 2006b; Hu vd. 2007; Maharachchikumbura vd. 2011). Bu sebepten araştırmacılar eldeki bulguları destek amaçlı moleküler araştırmalara yönelmiştir (Jeewon vd. 2002; Keith vd. 2006b).

Jeewon vd. (2002), ribozomal DNA (28S) bölgesini inceleyerek ve morfolojik verilere göre kıyaslayarak *Pestalotia* türlerini *Pestalotiopsis* ile birlikte gruplandırılmıştır. Maharachchikumbura ve ark. (2014) morfolojik ve 28S nrRNA (LSU) gen bölgesindeki verilere dayanarak *Pestalotiopsis*'e ek olarak farklı 2 grup daha oluşturmuş ve bunları *Pestalotiopsis*, *Neopestalotiopsis* ve *Pseudopestalotiopsis* olarak isimlendirmiştir. Bu cinse ait bazı türler bitkilerde farklı lezyonlar oluşturmaktadır. Yapraklarda yanıklıklara, gri ve klorotik lekeler, dallarda yanıklık ve kanserlere, meyvelerde çürüklüğe, meyve kabuklarında uyuz ve çiçeklerde çürüklük belirtilerine sebep olmaktadır (Mordue ve Holliday, 1971a,b; Karakaya, 2001; Tagne ve Mathur, 2001; Karaca ve Erper, 2001; Keith vd. 2006a,b; Jeong vd. 2008; Maharachchikumbura, 2013). *Pestalotiopsis* türleri birçok bitkide tespit edilmiştir *Pestalotiopsis* geniş konukçu dizisine sahip bir cinsdir. Fungus dünyada birçok bölgede tespit edilmiş olup, genellikle tropik ve subtropik bölgelerde gözlenmiştir. Dünyada Hindistan, Çin, Tayland, Japonya, Güney Kore, Türkiye, İran, Brezilya gibi ülkelerden rapor edilmiştir. Fungus, çay (Çakır ve Ceylan, 1988; Maharachchikumbura vd. 2014; Ertaş vd. 2016) , kivi (Ushiyama vd. 1996; Karakaya, 2001; Jeong vd. 2008; Ertaş vd. 2016), maviyemiş (Dil vd. 2013, Erper ve Çelik 2013), fındık ve ceviz (Karaca ve Erper, 2001), sakız ağacı (Göre vd. 2010), funda (Hopkins ve McQuilken, 2000), palmiye (Zhang vd. 2012; Suwannarach vd. 2013), Trabzon hurması (Yasuda vd. 2003), ananas (Barguil vd. 2008), mango (Ismail vd. 2013), gardenya (Watanabe vd. 1998), mısır (Tagne ve Matur, 2001) gibi bitkilerden rapor edilmiştir.(Ertaş, M. ve Karakaya, A. 2018).

Pestalotiopsis türleri ascomycete mantarlarıdır ve yaygın olarak bitki patojenleri olarak ortaya çıkar. Avokadolarda bu mantarlar hasat sonrası kök uç çürümeye neden oluyor. Ayrıca meyve çürüklüğü ve kahverengi yaprak lekesi ile de ilişkilidir. Belirtiler, antraknoz için tipik olan, gövdenin ucundaki kabukta küçük düzensiz ve kahverengi lezyonlar olarak ortaya çıkabilir. Lezyonlar yumuşaktır ve içine çöker ve olgunlaştıkça tüm meyveyi kapsayacak şekilde hızla genişler. Ortaya çıkan diğer belirti ve semptomlar, genellikle gövde boşluğu çevresinde bulunan beyaz miselyum ve meyve olgunlaştıkça meyve özünde koyu kahverengi nekrozdur. Bu mantar ayrıca sporodogia adı verilen aecervulus (meyve veren yapı) dışında ıslak kütleler halinde toplanan siyah sporlar (conidia) üretmektedir. Bu tür meyve veren yapıda, fungal patojenin yayılmasında böcekler önemli rol oynamaktadır. Böcekler üzerinde gezinirken spor kütleleri üzerlerine bulaşır ve böceğin beslendiği başka bir bitkiye dağılır (Fourie ve Coertzen 2017).

2.2 Dünyada Yapılan Çalışmalar

Güney Afrikada Urbez-Torres ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada avokado alanlarından böcek (hindistancevizi böceği) toprak, hava, yaprak ve meyve numuneleri toplanmıştır ve mantar büyümesi için bir büyüme ortamına yerleştirilmiştir.

Yıl boyunca, çiçeklenme döneminden meyvelerin hasadına kadar olan süreyi kapsayan tüm büyüme mevsimi göz önünde bulundurularak örnekler alınmıştır. Elde edilen bu örneklerden *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Neofusicoccum* spp. ve *Pestalotiopsis* spp. fungusları elde edilmiştir.

Alternaria alternata, bitkilerin içinde yaşayan ve bitki zayıf veya stres altında olduğunda ortaya çıkan bir endofittir. Bu mantar, ağaç dalları ve meyvede antraknoz ile ilişkilidir, konsantrik (iç içe halkalar) halkalar ve batık lezyonlar olarak tanımlanır. *Alternaria* yaprak lekesi (yapraklarda kahverengi lekeler) gibi simtom. *Alternaria alternata*, avokadoda hasat sonrası bir patojendir ve daha önce hasattan sonra meyve ve gövde ucu çürüklüğünden izole edilmiştir.

Cladosporium cladosporioides, geniş bir konukçu yelpazesine sahip ve dünya çapında iyi bilinen bir mantardır. Bitkilerde *C. cladosporioides* meyvelerde “siyah nokta” ile ilişkili *Cladosporium* çürümesine neden olur. *C. cladosporioides*, meyve ve yapraklar üzerindeki siyah lekelerden izole edilmiştir. Bununla birlikte, "kara nokta" nın birincil nedeni, *C. cladosporioides* kolonizasyonunun ikincil olduğu fiziksel soğutma hasarına atfedilir.

Neofusicoccum türleri (Daha önce *Botryosphaeria* spp. olarak biliniyordu), ağaç dallarının ölümüyle ilişkilidir. *Neofusicoccum parvum*, daha önce Pekan cevizi ağaçlarında iki hafta içinde yaralı kuruyemişlerde% 100 ürün kaybına ve 23 gün içinde yarasız kuruyemişlerde% 100 ürün kaybına neden olmuştu. Bu mantarın, delici-emici ağız parçalarıyla böcek vektörleri aracılığıyla yayıldığından şüpheleniliyor.

Pestalotiopsis türleri *Ascomycete* mantarlarıdır ve genellikle bitki patojenleri olarak bulunurlar. Avokadoda bu mantarlar, hasat sonrası kök ucu çürümesine neden olur. Aynı zamanda meyve çürümesi ve kahverengi yaprak lekesi ile de ilişkilidir. Semptomlar, antraknozun tipik özelliği olan gövde ucundaki kabukta küçük düzensiz ve kahverengi lezyonlar şeklinde görünebilir. Lezyonlar yumuşaktır ve içine batırılır ve olgunlaştıkça tüm meyveyi kaplayarak hızla genişler. Meydana gelen diğer belirti ve semptomlar, genellikle gövde boşluğu çevresinde bulunan beyaz miselyum ve meyve olgunlaştıkça meyve özünün koyu kahverengi nekrozudur. Bu mantar ayrıca sporodogia adı verilen aecervulus (meyve veren yapı) dışındaki ıslak kütlelerde toplanan siyah sporlar (conidia) üretir. Bu tür meyve yapıları, böcek yayılması için özel olarak uyarlanmıştır. Böcekler üzerinde sürünürken, spor kütleleri üzerlerine bulaşarak böceğin beslendiği başka bir bitkiye dağıldığını ileri sürmüşlerdir (Urbez-Torres vd. 2006).

Şili’de Valencia ve arkadaşları tarafından 2019 yılında yapılan bir çalışmada *Botryosphaeriaceae* familyasının birkaç türü, avokadoda (*Persea Americana*) dal pamukçuklarına, ölüm ve sap ucu çürümesi sebep olduğunu gözlemişlerdir. Şili’de avokado ağaçları 2011’den 2016’ya hastalık artmış ve bu da avokado üretimini ciddi bir şekilde etkilemiştir. Dahası, Şili’den avokado ithal edilen uzak ülkeler de olgun

avokadoların kök ucu çürümesinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle, Şili'de avokadonun dal kanseri, ölümü ve kök ucu çürüklüğü ile ilişkili patojen türlerini belirlemek ve patojenitelerini incelenmesini amaçlamışlardır. Bu çalışma, Şili'nin başlıca avokado üreten bölgelerinde bulunan "Hass" çeşidi ile kurula avokado bahçelerinde 2015 ile 2016 yılları arasında gerçekleştirmişlerdir.

Hasat edilen olgun meyvelerdeki hem nekrotik odunsu dokudan hem de nekrotik dokudan çeşitli mantar türleri izole etmişler. Moleküler çalışmalar sonucunda *Botryosphaeriaceae* ailesinden sekiz tür tespit etmişlerdir: *Diplodia mutila*, *D. pseudoseriata*, *D. seriata*, *Dothiorella iberica*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum australe*, *N. nonquaesitum* ve *N. parvum*. Bu türlerin her biri için, 1 yaşındaki sağlıklı Hass çeşidi olan avokado bitkileri üzerinde patojenite çalışmaları yapmışlar. Tüm izolatlar kahverengi sakız eksüdası üretmiş ve bulaştırmadan 3 hafta sonra vasküler sistemde nekroza neden olunmuştur. *N. nonquaesitum*, *N. parvum* ve *D. pseudoseriata* en öldürücü türlermiş. Hasat sonrası bulaştırma yapılan Hass çeşidi avokado meyvesinde, beyaz miselyalı nekrotik lezyonlar ve boşluklar gözlemlenmişler. *L. theobromae*, *N. australe* ve *N. parvum*, *Botryosphaeriaceae* familyasındaki diğer test edilen türlerden önemli ölçüde daha virülens olduğunu gözlemlenmişler. Böylece bu çalışmada, Şili'deki *Botryosphaeriaceae* türlerinin patojenitesini belirlemiş ve karakterize etmişlerdir; bu da avokado da daha etkili bir mücadele sistemi oluşturmayı sağlayacaktır bu patojenler hakkında gelecekteki araştırmalar için yararlı olacağını düşünerek yapmışlardır (Valencia ve ark. 2019).

Botryosphaeriaceae familyasının üyeleri, Kaliforniya'daki avokado dalı kanserlerinden en çok izole edilen mantarlardır (McDonald ve ark. 2011). *Botryosphaeriaceae* türleri Kaliforniya'da badem, avokado, asma, fıstık ve ceviz ağaçlarında hastalığa neden olur. Bu çalışmada, *Botryosphaeriaceae* familyasına ait dört izolat kullanılmıştır. Bunlar; *Dothiorella iberica*, *Neofusicoccum austral*, *Neofusicoccum luteum* ve *Neofusicoccum parvum*.

Diaporthaceae familyasına ait olan ve genellikle avokado dallarının kanserlerinden izole edilen bir tür olan *Phomopsis* sp.'nin izolatları da dahil edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen 5 patojenin mücadelesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Avokadonun dal kanserine neden olan mantarlar, çoğunlukla budama faaliyetlerinden kaynaklanan yaralar yoluyla enfekte olur. Dal kanserine karışan patojenlerin yönetimi, öncelikle ölü uzuvların ve dalların budanması, budama atıklarının avokado alanlarından uzaklaştırılması ve stresin en aza indirilmesi gibi iyi kültür uygulamalarına dayanır.

Bununla birlikte kültürel uygulamaların yetersiz olduğu ve başarısız kalındığı noktalarda kimyasal mücadele uygulamaları önemli rol oynar. Avokado dalı kanserine neden olan *Botryosphaeriaceae* familyasındaki fungusları kontrol etmek için fungisit uygulamaları hakkında rapor bulunmamaktadır. Bu çalışmada gövde kanserini kontrol etmek için avokado üzerinde fungusitler kullanılmıştır. Azoxystrobin, propiconazole ve metconazole uygulama yapılmış ve bu fungusitlerin dal kanserine neden olan funguslara karşı etkili olduğu ileriye sürülmüştür (Twizeyimana vd. 2013).

Güney Afrika'daki avokadolarda zayıf meyve tutumu avokado endüstrisinde önemli bir soru. Bu sorun geçmişte milyonlarca gelir kaybına neden olduğu tahmin edilmektedir. Bu araştırmada, avokado çeşitlerinin pistillerindeki mantarların tozlaşma sonrası rolü incelenmiştir. 'Pinkerton', 'Ryan', 'Hass', 'Fuerte' ve 'Nabal' avokado çeşitlerinin tozlaşan pistillerinden (dişicik organı), fungusların tespiti ve izolasyonu için örnekler almışlardır. Pistillerden bir dizi dematiaceous mantar izole edilmiş ve en önemli fungal türleri belirlemişlerdir.

İzole edilen önemli funguslar; *Nigrospora oryza*, *Fusarium oxysporum*, *Pilhomycis graminicola*, *Alternaria alternata* ve *Cladosporium cladosporioides*, yüksek oranda tüm çeşitlerde rastlamışlardır (Thomas vd. 1994).

Bu çalışmalara ek olarak Türkiye'de avokado çeşitleri, meyve tutumu, verim, toprak yapısı, bahçe tesisi kurma gibi literatür bilgileri bulunmaktadır. Ancak avokado hastalıkları ile ilgili yapılan mevcut bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tez kapsamında Antalya ilinde avokado ağaçlarında görülen fungal hastalıklar araştırılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3. 1. Materyal

Bu çalışma, 2020-2021 yıllarında Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Moleküler Mikoloji laboratuvarında ve Antalya ilinin; Gazipaşa, Alanya, Finike, Manavgat ve Kumluca ilçelerinde avokado yetiştiriciliği yapılan alanlarında yürütülmüştür.

Avokado yetiştiriciliği yapılan alanlardan güdümlü örnekleme yapılarak fungal hastalıkla bulaşık olduğu düşünülen bitki materyalleri toplanmıştır. Çalışma materyalini oluşturan bitki örneklerinin fotoğrafları çekilmiş ve örnekler ayrı ayrı plastik torbalara konularak etiketlenmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere buz kutularında laboratuvara getirilmiştir. Bitki örneklerinden izolasyon yapılncaya kadar buzdolabının +4 °C de muhafaza edilmiştir.

PCR çalışmalarında Nanogen Medikal firmasından temin edilen DreamTaq Green PCR Mix (2x) ve 100bp DNA Ladder Marker kullanılmıştır. Moleküler çalışmalarda da aynı firmadan temin edilen oligonükleotidler (primer) kullanılmıştır. Laboratuvar çalışmaları esnasında hassas terazi, vortex cihazı, santrifüj, su banyosu, cam ve plastik malzemeler kullanılmıştır. RT-PCR çalışmaları için BIO-RAD firmasının T100 Thermal Cycler cihazı kullanılmıştır.

Çizelge 3. 1. Sörvey yapılan ilçelerdeki üretim alanları ve toplam örnek sayıları

İlçeler	Bahçedeki Toplam Ağaç Sayısı (Dekar: Da)	Hastalıklı Ağaç Sayısı (Adet)
Alanya	1. Bahçe 300 2. Bahçe 500 3. Bahçe 147	1. Bahçe=90 2. Bahçe=100 3. Bahçe=70
Finike	1. Bahçe 250	1. Bahçe =50
Gazipaşa	1. Bahçe 300 2. Bahçe 200 3. Bahçe 120	1. Bahçe= 210(%70) 2. Bahçe=180(%85-90) 3. Bahçe=20
Kumluca	1. Bahçe=170 2. Bahçe=80 3. Bahçe=120	1. Bahçe=50 2. Bahçe=10 3. Bahçe=10
Manavgat	1. Bahçe=350	1. Bahçe=70
Toplam	2537	860

Elektroforez ve jel görüntülemelerinde yatay elektroforez tankı (Termo Fisher Scientific), Agaroz (Merck, Almanya), Consort E 861 güç kaynağı, Barnsteadlab-line e-

class çalkalayıcı, Etidium bromide ve UV ışık altında jel görüntüleme için ise BioDocAnalyze firmasının Biometra cihazı kullanılmıştır.

Çalışmalar Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı Moleküler Mikoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

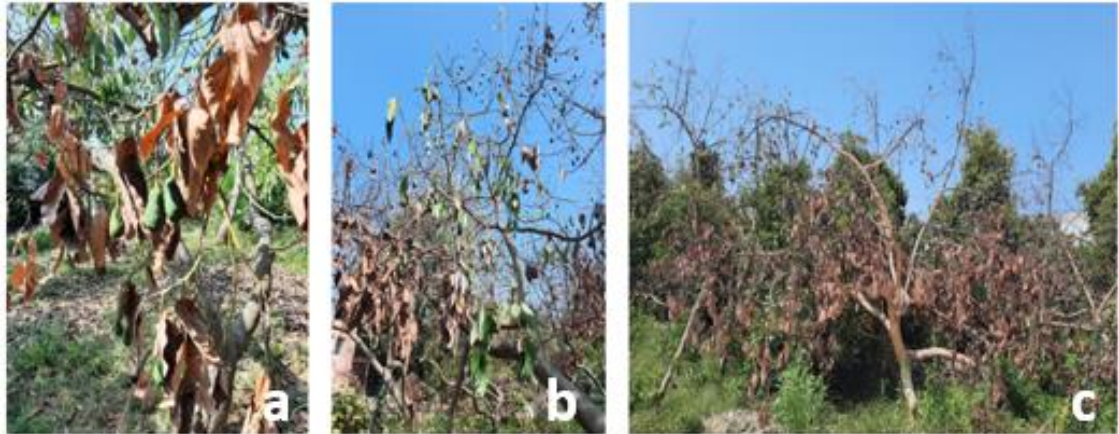
3.2. Metot

3.2.1. Sörvey çalışmalarıyla örneklerin toplanması ve muhafazası

Bu tez kapsamında Antalya bölgesinde avokado üretimi yapılan arazi ziyaretleri ile sörvey çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Avokadonun son yıllarda popüler bir bitki haline gelmesi üzerinde yapılan araştırmalar artırmıştır fakat avokado hastalıkları üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olması nedeniyle örnekleme yapılırken tesadüfi örnekleme ile değil güdümlü örnekleme ile yapılmıştır. Örnekleme yapılırken avokado ağaçları simptomatolojik olarak kontrol edilmiştir. Bu kontroller sırasında sararma (kloroz), solgunluk, yanıklık, geriye doğru ölüm ve lekelenme gibi belirtiler aranmış ve bu belirtileri gösteren ağaçlardan dal, yaprak, meyve ve sürgün örnekleri alınmıştır.

Alınan örnekler, naylon poşetlere etiketlenilerek konulmuş; üzerlerine örnek numarası, yeri, çeşidi, üreticinin ismi, hastalık notu, bahçede bulunan ağaç sayısı ve hastalıklı ağaç sayısı gibi bilgiler bulunan etiketleriyle birlikte laboratuvara getirilmiştir.

Sörvey çalışmalarının sonucunda bahçelerde genel olarak yapraklarda sararma, nekroz ve lekelenmeler görülmektedir. Karakteristik belirti gösteren ağaçlardan alınan örnekler numaralandırılmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Dallarda üsteki kabuk kısmı kaldırıldığında kurumalar, iletim demetlerinde ise renk değişimi gözlemlenmiştir. Ağaçlara genel olarak bakıldığında ise dalların uç kısımlardan geriye doğru kurumalar ve yaprakların dökülmüş olduğu gözlemlenmiştir. Hastalıklı ağaçlarda meyve tutumu yok denecek kadar azdır fakat bu meyvelerde büyümeyip belirli bir süre sonra kuruyup dökülmektedir.



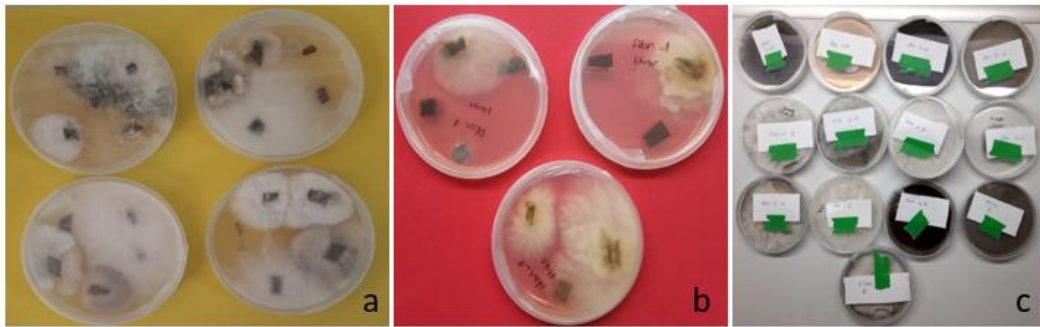
Şekil 3. 1. Avokado ağaçlarında kurumaların görünümü

3.2.2 Hastalıklı bitki örneklerden kültüre alma

Sörvey çalışmalarında tipik kök, gövde, yaprak ve meyvelerde belirtiler gösteren örnekler toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Toplanan örnekler düzenli bir şekilde etiketleriyle beraber fotoğraflanmıştır. Fotoğrafları çekilirken örneklerdeki belirtilerinin net bir şekilde görülmesine dikkat edilmiştir. İlk olarak örneklerin kültüre alınması için besiy ortamı hazırlanmıştır. Bunun için 10 gr PDA (Patates Dekstroz Agar) hassas terazide tartılmış ve 1L'lik cam şişe içerisinde konulmuştur ve üzerine 500 ml saf su eklenmiştir. Hazırlanan PDA ortamının homojen bir şekilde karışması için mayentik karıştırıcı kullanılmıştır ve 121 °C' de 20 dk. otoklav edilmiştir. Otoklav edilen besiy ortamı 45-50 °C'ye düşüncü steril Petri kaplarına eşit miktarlarda dökülüp katılaşması için 30-45 dakika bekletilmiştir. İzolasyon için toplanan bitki örnekleri küçük parçacıklar (2-4mm) halinde kesilmiştir. Daha sonra bitki örneklerin kültüre alınması için yüzey sterilasyonu işlemi yapılmıştır. %5'lik sodyum hipoklorit (Ace Türkiye) de 1 dakika, %70 'lik alkolde 1 dakika bekletildikten sonra 3 farklı steril suda yine birer dakika bekletilerek steril kağıt havluda kurulandıktan sonra PDA ortamına yerleştirilmiştir. Herbir Petri kabına 4-5 parçacık gelecek şekilde ekilmiştir. Hazırlanan Petriler 28°C 'lik inkubatöre konulmuştur.



Şekil 3. 2 . a, b ve c) Sörvey çalışmasında avokado ağaçlarından alınan simptomlu yaprak örnekleri



Şekil 3. 3. Yüzey dezenfeksiyonundan sonra PDA ortamına yerleştirilen bitki örnekleri (a, b), dezenfeksiyon sonrası gelişen fungus kolonilerinin saf fungal kolonilerin gelişmesi (c)

3.2.3. Koch postulatı uygulamaları

Avokado üretim yapılan alanlara gidilerek, sağlıklı avokado ağaçlarından yaklaşık 30-40 cm dal ve yapraklar toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Bu bitki materyalleri üzerinde klasik patojenite testi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İlk olarak dalların her iki uç kısmı parafilm ile kapatılmıştır. Her iki ucunun yaklaşık 5-6 cm yukarısından 0,5 cm'lik cork borer ile üstteki kabuk kısmı çıkartılmıştır. Açılan bu yerlere besi ortamında geliştirmiş olduğumuz 5 mm çapındaki fungus misel diskleri yerleştirilmiştir. Daha sonra ıslak pamuk ile çevresi sarılmıştır ve etrafı streç ile kapatılıp etiketlenmişlerdir. Son aşama olarak avokado dalları karanlık bir ortamda 22 ± 3 °C deki iklimlendirme odasında içerisinde steril perlit bulunan kasalara yerleştirilmiştir.

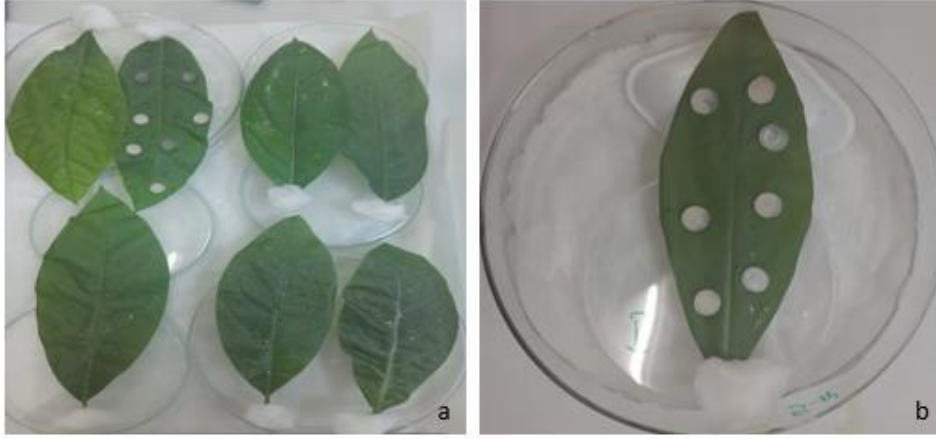
Paralel olarak toplanan yapraklar ilk olarak çeşme suyunda yıkanmıştır. Yıkanan yaprakların üzerine iğne ucu ile yara dokular açılmıştır. Delinen bu yaralı yaprağın üzerine cork borer yardımı ile kestiğimiz 5 mm çapındaki misel disk yaprakla temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Yapraklar steril su ile nemlendirilen içerisine. Whatman kağıtları bulunan tepsilere yerleştirildi. Yaprakların nemli kalabilmesi için her bir Whatman kâğıdı cam Petrilere yerleştirilerek üzerlerine distile su konulmuştur. Nemli bir ortam sağlamak amacı ile üzerlerine poşet ile geçirilerek 28°C 'lik inkibatörde 10- 15 gün gelişmeleri sağlanmıştır.

Kontrol olarak hem yaprak hemde dallar cork borer yardımı ile üstteki kabuk kısmı kaldırılarak sadece PDA diskleri yerleştirilmiştir.



Şekil 3. 4. Avokado dallarına Koch postulatı uygulamaları yapılarak elde edilen hastalıkların bulaştırılarak hastalık kontrolü **a)** 4 adet dalın perlit ve su karışımına daldırılması, **b)** dalın tek görünümü

Koch postulatı sonucunda hastalık oluşturan funguslar tekrar PDA besi ortamına alınarak gerek mikroskopik gerekse moleküler çalışmalarda kullanılmıştır.



Şekil 3. 5. Avokado bitkisinden alınan sağlıklı yapraklara Koch postulatı uygulamaları. **a)** yaprak saplarının pamuk ile nemlendirilmesi ve Petri üzerine yerleştirilmesi, **b)** yara dokuların üzerine hastalık yerleştirilmesi.

3.2.4. Mikroskopik çalışmalar

Avokado örneklerinden elde edilen fungusların Koch postulate sonuçlarına göre hastalık oluşturan fungal etmenlerin teşhisi için mikroskopik çalışmalar yapılmıştır. Önce

Petri besi ortamında gelişmelerine göre, oluşturdıkları renk gelişme şekli ve hızına göre sınıflandırılan fungal örneklerin spor yapıları, eşeysiz spor oluşumu, eşeyli spor yapılarının varlığı, koloni yapıları ve hif özellikleri ölçümlenerek dikkatli bir şekilde tanımlamaları yapılmıştır. Tüm mikroskopi çalışmaları K5Cmos/1 kamera sistemi (Leica, Almanya) eklenmiş Leica DM750 mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tüm izolatları uzun süreli saklamak için %20'lik gliserol stoğundan 600µl alınarak 1.5 ml'lik eppendorf tüplere dağıtılmıştır ve fungal patojenlerden bir parça hif veya spor alınarak tüplerin içerisine konulmuştur. Daha sonra tüpler etiketlenerek -20° C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.5. Moleküler çalışmalar

Yaptığımız mikroskopik çalışmaların sonuçlarını desteklemek amacıyla moleküler çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla PDA besi ortamında geliştirilen funguslardan toplam nükleik asit izolasyonunu yapılmış olup bu amaçla CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide) ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. CTAB ekstraksiyon solüsyonun hazırlanışı Çizelge 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3. 2. CTAB protokolünde kullanılan kimyasallar

Bileşenler	Buffer Son Konsantrasyonları	Hacim
EDTA PH:8	20 mM	40 ml
Tris-HCL PH:8	1000 mM	100 ml
NaCl	1.4 M	280 ml
CTAB	%2	20 g
Beta-merkaptotanol	%0.2	2 ml
Toplam	Toplam	1000

3.1.5.1.DNA izolasyonu

Elde edilen funguslardan kürdan yardımı ile miselleri alınarak Doyle ve Doyle (1990) tarafından geliştirilen CTAB yöntemi kullanılarak DNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Ekstraksiyon aşamaları aşağıda dataylı olarak verilmiştir.

DNA izalasyon prokoku;

-Kürdan yardımı ile aldığımız miseller 1,5 ml'lik ependorf tüplere konulup üzerine % 0.5 merkaptotanol içeren CTAB çözeltisinden (Çizelge3.1) önce 150 ml eklenip beyaz plastik ezme çubukları (pestil) yardımı ile iyice ezilmiştir daha sonra 350 ml daha eklenerek vorteks yapılmıştır.

-Ezme işlemi bittikten sonra 65°C'ye önceden ayarlanmış termomixer de 2 saat inkübasyona konulmuştur.

-İnkübasyon aşamasından sonra örneklerden proteinleri uzaklaştırmak için 600 µl kloroform izoamil alkol (24:1) çözeltisi ekleyerek vortex yapılmıştır.

-Vorteks işleminden sonra tüpler 20 dakika 13000 rpm hızında santrifüj edilmiştir.

-Santrifüj sonrası ependorf tüplerin içerisinde üç ayrı faz görülmüştür alt kısımda kloroform, orta kısımda protein, üst kısımda DNA'nın bulunduğu sıvı görülmüştür. Ependorf tüpünün süpernatant kısmı yani DNA'nın bulunduğu sıvı kısım 1.5 ml'lik yeni ependorf tüpe aktarılmıştır (ortalama 300 µl). Daha temiz DNA izolasyonu için bu aşama tekrar edilmiş ve ikinci tekrar sonrası yeni ependorflara ortalama 200 µl süpernatant kısım aktarılmıştır.

-Aktarılan sıvı içerisindeki DNA'nın tüpün dibine çökmesi için tüpün içerisine 500 µl - 20 °C muhafaza edilen soğuk izopropanal eklenir; ekleme sonrası tüp ters düziedilerek 10-15 saniye boyunca hafif hafif karıştırılır. DNA tamamen dibe çökmesi için bir gece -20 °C'ye bırakılmıştır.

- (-20) °C'ye bırakılan örnekler alınıp 13000 rpm'de 20 dakika santrifüj yapılmıştır.

-Santrifüj işleminden sonra ependorf tüplerinin dibinde pelet oluşumu gözlenmiştir. Tüpün içerisindeki peletler hareket ettirilmeden tüp içindeki sıvı dökülmüştür. Bu

aşamadan sonra -20 °C’de muhafaza edilen %70’lik etil alkol (etanol) tüp başına 500 µl konulup 13000 rpm’de 5 dakika santrifüj yapılmıştır. Aynı işlem bir defa daha tekrar edilmiştir. Bu aşamadan sonra dipteki pelete zarar vermeden içindeki etanol dikkatli şekilde boşaltılmış ve tüpler ters şekilde ağzı açık olarak kurutulmaya bırakılmıştır (yaklaşık 40-60 dakika).

-Tüpler tamamen kuruduktan sonra içerisine 100 µl otoklavlanmış saf su ilave edilmiştir. Ekleme sonrası tüp içerisindeki DNA’nın sıvıya geçebilmesi için örnekler +4 °C’de bir gece bekletilmiştir. Bir gece +4 °C bekletilen örnekler bozulmaması için -20 °C’de muhafaza edilmiştir

3.2.5.1. Polimeraz zincir reaksiyonu (Polymerase Chain Reacion: PCR)

Fungal materyallerden toplam DNA ekstraksiyon çalışmaları sonucunda elde edilen nükleik asitler PCR çalışmalarında kalıp olarak kullanılmıştır. PCR çalışmaları sırasında hedef nükleik asitlerin çoğaltılması amacıyla DreamTaq Green PCR Mastermix (2×) (Termo Fisher Scientific, Almanya); kimyasal kullanılmıştır. BIO-RAD markasına ait Gradient özellikli T100 Thermal Cycler aleti istenen ITS bölgelerinin çoğaltılmasında kullanılmıştır.

Funguslarda nuklear rDNA arka arkaya tekrar eden rDNA alt birimleri olarak organize olmuşlardır. Birinci alt birim küçük nuklear 18S rRNA, 5,8S rRNA ve büyük nuklear28S rRNA genlerini içermekte olup bu küçük ribozomal DNA’ların nükleik asit dizinleri korunmuştur. Bu 3 rDNA lar arasında birinci alt birimde bulunan nükleik asit sıralarına internal transcribed spacer (ITS1) denilmekte ve ITS2 bölgesi bulunmaktadır. Bu iki alt birim IGS (intergenic spacer) ile ayrılmıştır. Son rRNA geni (5S) fungal taksona bağlı olarak, tekrarlanmış alt birimler ile birlikte olabilir veya olmayabilir. 18S rDNA nispeten yavaş evrim geçirir ve uzak akraba organizmaların karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. ITS gibi DNA dizileri diğer tüm türler içerisinde tek bir türün saptanması için uygun olmaktadır (Abacı ve Haliki 2018).

PCR Reaksiyonu;

Elde edilen DNA ların spesifik pimerlerle çoğaltımı için karışım solüsyonu hazırlanmıştır (Tablo 1). Hazırlanan bu karışım 0.5 ml strip tüplere konularak PCR reaksiyonları (Tablo 2) Thermal Cycler cihazına yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 3. Fungusların moleküler analizleri için kullanılan primerler ve dizilimleri

Primer Adı	Primer Dizilimi
ITS1	TCCGTAGGSTGAACCTG
ITS2	CCTCCGCTTATTGATATGCTTA
ITS4	TCCTCCGCTTATTGATA
ITS5	CTTGGTCATTAGAGGA

Thermo Scientific firmasına ait Dream Taq Green Buffer Master mix ve fungal patojenlerdeki farklılıkları belirlemek için primerler kullanılarak PCR çalışmaları yapılmıştır. Kullanılan solüsyonların miktarları Çizelge 3.4.'te ve PCR protokolü Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Çizelge 3. 4. Fungusların moleküler tanılanmasında kullanılan PCR solüsyonunun içeriği.

Kimyasal Adı	Miktar
DreamTaq Green PCR Master Mix (2X)	25 µL
Forward primer	0.1-1.0 µM
Reverse primer	0.1-1.0 µM
Kalıp DNA	10 pg - 1 µg
Distile su	50 µL'ye kadar
Toplam Hacim	50 µL

Çizelge 3. 5. Çoğaltılan ITS bölgeleri için PCR protokolü

Aşamalar	Sıcaklık °C	Zaman	Döngü Sayısı
Denatürasyon (Ayrılma)	95	30sn	39 döngü
Anneling (Bağlanma)	52 - 56	1dk	
Extension (Uzama)	72	1dk	
Final Uzama	72	10dk	1 döngü

PCR çalışmaları sonucunda elde edilen ürünlerin, UV ışık altında görünür hale getirmek için önce Agoroz jel elektroforezinde yürütülmesi gerekmektedir. %1,5'luk agoroz jel hazırlamak için 1X TAE'den (40 mM Tris, 20 mM glasiyel asetik asit, 1mM

EDTA) 100 ml solüsyonun içerisine 1.5 gr agoroz hassas terazide tartıldıktan sonra üzerine eklenir. Mikrodalga fırın yardımı ile ısıtılarak çözünmesi sağlanır.

Soğuması için 15-20 dakika bekletilmeye bırakılır. Soğuduktan sonra taraklar tanka yerleştirilmiş çözelti jel tankına dökülmüş ve jel donduktan sonrası jel elektroforez tankı içerisine yerleştirilerek taraklar dikkatli bir biçimde çıkarılmıştır. DNA markırları ve PCR ürünleri yüklendikten sonra 80-100 voltta 70-80 dakika elektroforez yapılmıştır. Elektroforez yürüme işlemi tamamlandıktan sonra DNA'nın UV ışık altında görülebilmesi için elde edilen jel, oda sıcaklığında 15 dakika 100 ml H₂O + 30 µl (10 mg EtBr /ml distile su) ethidium bromide karışımı içerisinde boyanarak UV transilluminatör altında görüntü elde edilmiştir.

3.2.6. Dizi ve filogenetik sınıflandırma analizleri

DNA dizi analizi için PCR yöntemiyle 50 µl çoğaltımını yaptığımız örneklerimizden 10 µl alınarak agaroz jel elektroforezinde yürütülmüştür. Böylece elde edilen bantla fungal patojenin varlığı tekrardan doğrulanmıştır. Geriye kalan 40 µl ürünümüz ve ürünlere spesifik primer çiftleri sekans analizleri için MedSanTek firmasına gönderilmiş ve bu firmadan çift yönlü sekans hizmeti alınmıştır. Dizi analiz sonuçları, her fungus için ileri ve geri olmak üzere iki yönlü olarak okunarak bize geri gönderilmiştir.

MedSanTek firması tarafından gerçekleştirilen dizi analizleri sonucunda elde edilen veriler CHROMAS v.2.6.4 (Technelysium Pty. Ltd.), BIOEDIT v.7.2.5 (Hall 1999) ve Mega (Kumar vd.2011) programları kullanılarak yapılmıştır. CHROMAS programı ile kirlilikler silinmiştir. Forward ve reverse dizileri BIOEDIT programında üst üste hizalanarak okuma doğrulanmış ve olası baz kaymaları düzeltilmiştir. Sonuçta her bir primere ait olan tek bir bütün haline getirilerek düzenlenmiş dizi analizleri elde edilmiştir. Tez içerisinde bütün hizalama işlemleri Mega7 programı ile yapılmıştır. Avokado bitkisini enfekte eden ve biyoinformatik düzenlemeri yapılan fungul izolatlar National Center for Biotechnology (NCBI) BLAST sekmesinden dünya izolatlarıyla kıyaslanmış ve filogenetik analizleri MEGA7 programı ile yapılmıştır. Fungusların DNA dizilimleri bu sistem üzerine yüklenerek bunların erişim numaraları elde edilmiştir.

4. BULGULAR

Tamamlanan tez çalışması 2020-2021 yılları arasında Antalya ili ve ilçelerinde avokado yetiştiriciliği yapılan alanlarda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada toplanan avokado bitki örnekleri simptomatolojik olarak gözlemlenmiştir, fungal patojen benzeri simptom gösteren örnekler klasik ve moleküler olarak testlenmiştir. Daha sonra fungal izolatların sekanslama metodu ile genom dizileri belirlenerek biyoinformatik çalışmalarla dünya genelinde diğer konukçular üzerinde rapor edilen izolatlar ile karşılaştırılmıştır. Böylece Antalya ili ve ilçelerinde elde edilen avokado fungus izolatlarının dünyadaki yeri belirlenmiştir. Yapılan bu tezde elde edilen bitki hastalıklarını iki gruba ayıracak olursak dal kanseri ve geriye doğru ölümler bitkinin gövde üzeri aksanında hastalı oluştururken diğer fungal hatalık etmenleri kök, kök boğazı ve iletim demetlerinde hastalık oluşturmaktadır. Tespit edilen bu hastalık etmenlerinin genel özelliği polifag olmalarıdır. Ayrıca yeni üretilen avokado bitkisi gibi konukçulara adapte olabilmeleridir.

4.1. Simptomatolojik Bulgular

Antalya ticari olarak avokado yetiştiriciliğinin yapıldığı 5 ilçesinde (Gazipaşa, Alanya, Finike, Manavgat ve Kumluca) sörvey yapılmıştır. Sörvey çalışmaları sırasında yapılan gözlemler sonucunda avokado üretim alanlarındaki ağaçlarda geriye doğru ölümler (Şekil 4.1), gövde ve dallarda kabuk altı nekrozlar (Şekil 4.2), dallarda yanıklık kanserli, dalların iletim demetlerinde kararmalar (Şekil 4.4) ve dal kurumaları (Şekil 4.3) şeklindeki belirtiler gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 1. Avokado ağaçlarında geriye doğru ölüm



Şekil 4. 2. Avokado ağaçlarında dalların üzerinde meydana gelen nekrozlar



Şekil 4. 3. Avokado ağaçlarında meydana gelen dal ve meyve kurumaları



Şekil 4. 4. Avokado dalları boyuna kesildiğinde iletim demetlerinde görülen lekelenmeler



Şekil 4. 5. Avokado ağaçlarının tamamen kuruması

4.2. Fungus İzolasyonu ve Morfolojik Karakterizasyon

İlk olarak sörvey sonucu toplanan avokado bitki örnekleri etiket bilgilerine göre gruplandırılarak (Şekil 4.6) fotoğraflanmıştır.



Şekil 4. 6. Sörvey sonucu toplanan bitki örnekleri

Hastalık belirtisi gösteren avokado ağaçlarının gövde ve dallarından hastalığa neden olan fungal etmenleri izole edebilmek için Materyal ve metotda belirtildiği gibi yüzey dezenfeksiyonu (Şekil 4.6) yapıldıktan sonra Petrilerde örnekler geliştirilmiştir.

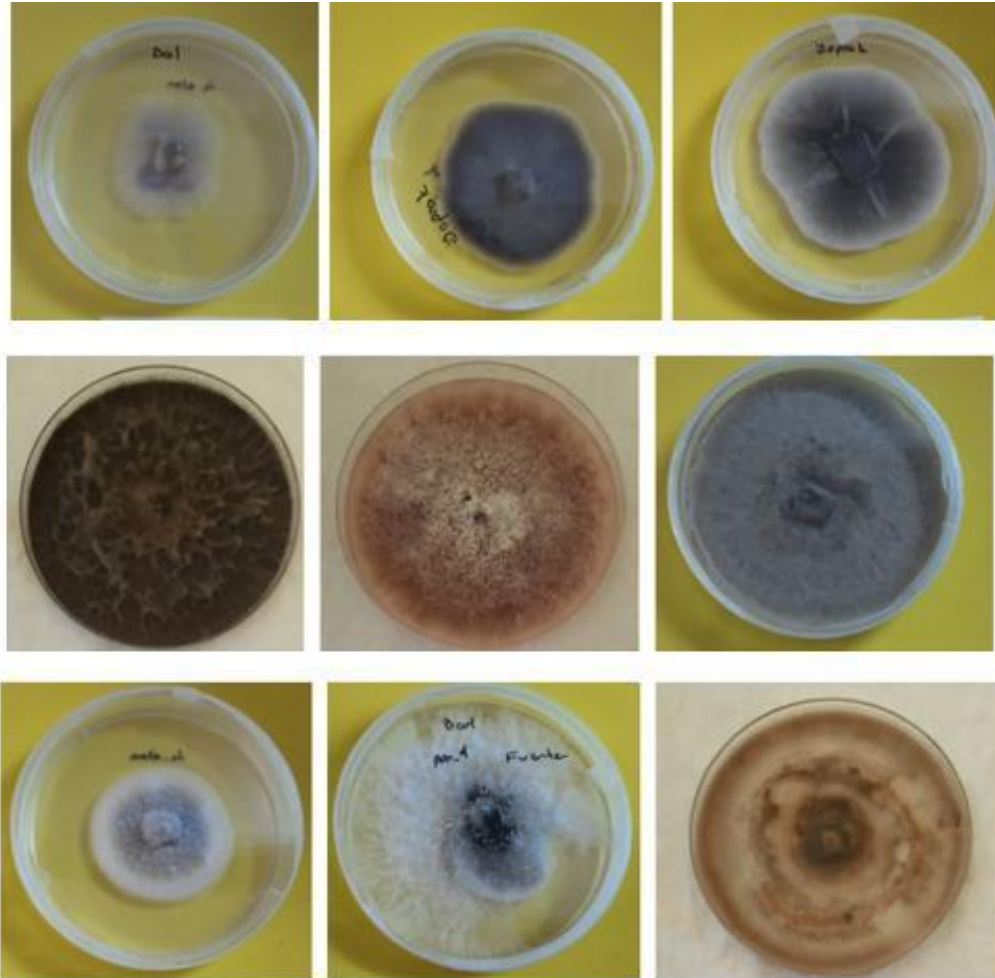
Hazırlanan Patates Dekstroz Agar (PDA) besi ortamına 4-5 tane bitki parçaacağı olacak biçimde yerleştirilmiştir. Ortalama 25 °C'ye ayarlı inkübatöre konulmuştur. 5-7 günlük inkübasyondan sonra gelişme gösteren (Şekil 4.7) misel kolonilerinin uç kısımlarındaki hiflerden bistüri yardımı ile küçük bir parça alınarak steril başka bir PDA'lı Petri kabına yerleştirilerek ve fungus izolatları saf olarak (Şekil 4.8) elde edilmiştir.



Şekil 4. 7. PDA besi ortamına alınan avokado bitki parçalarında gelişen fungus kolonileri

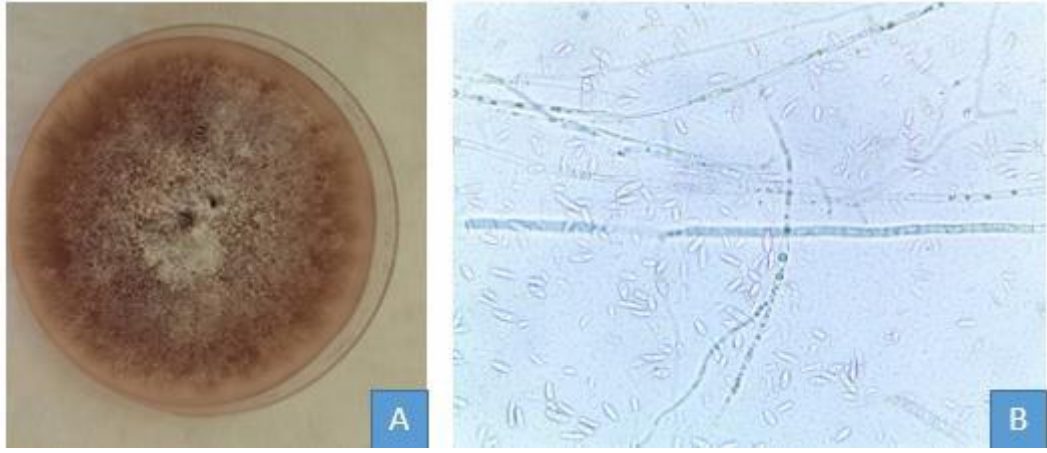
Fungal patojenlere ait mikroskop incelemeleri yapılırken konidia boyutu ve konidi çapı, ve aynı şekilde misel boyutları ayrıca Konidilerin septalı veya septasız oluşumları dikkate alınmıştır.

Mikroskopik çalışmaların sonucunda tesbit edilen fungal patojenler: *Colletotrichum gloeosporioides* (Şekil 4.9), *Neofusicoccum parvum* (Şekil 4.10), *Fusarium solani* (Şekil 4.11), *Fusarium oxysporum* (Şekil 4.12), *Lasioidiplodia theobromae* (Şekil 4.13), *Pestalotiopsis species* (Şekil 4.14), *Pythium spp.* (Şekil 4.15) *Aspergillus spp.* (Şekil 4.16), *Macrophonima pheocolina* (Şekil 4.17), *Phytophthora cinnomoni* (Şekil 4.18) 'dir.



Şekil 4. 8. Sub kültüre alınan ve saf olarak gelişen fungal izolatların PDA ortamında gelişimleri

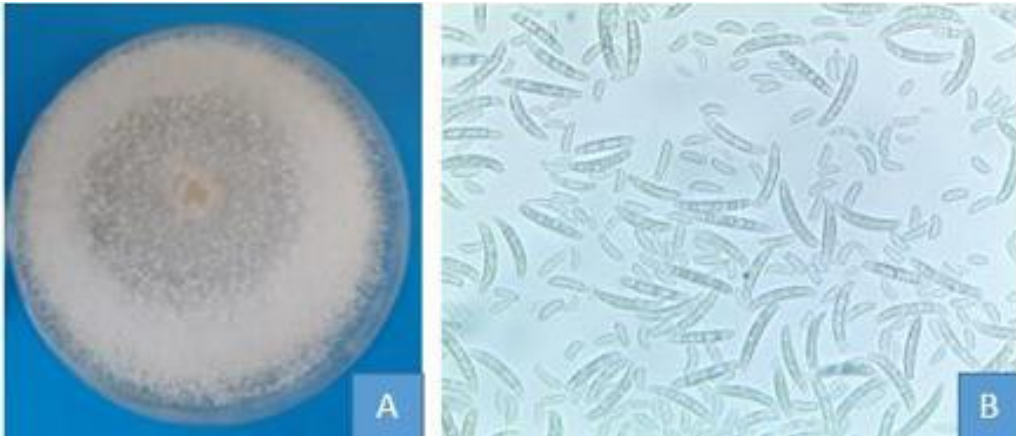
Colletotrichum gloeosporioides fungal etmen PDA besi ortamında ilk olarak gri renkte gelişim göstermiştir. Zamanla kahverengimsi koloniler (Şekil 4.9 A) gözlemlenmiştir. Konidioforlar PDA'da da genelde toplu halde bazen de tek tek oluşmaktadır. Mikroskopik incelemeler sonucunda silindirik, şeffaf ve bölmesiz konidilere (Şekil 4.9 B) sahiptir. Ayrıca fungus açık kahverengi, pürüzsüz şekilli apresoryumlara sahip olmaktadır.



Şekil 4. 9. *Colletotrichum gloeosporioides* fungal etmeninin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü

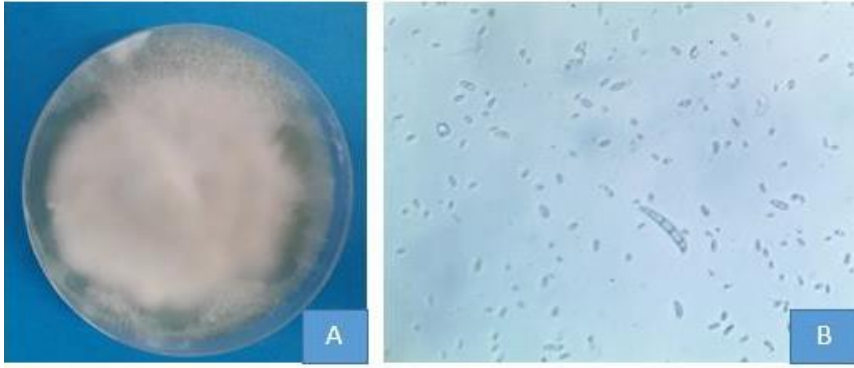


Şekil 4. 10. *Neofusicoccum parvum* fungal etmeninin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B, C) görüntüsü



Şekil 4. 11. *Fusarium solani* fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü

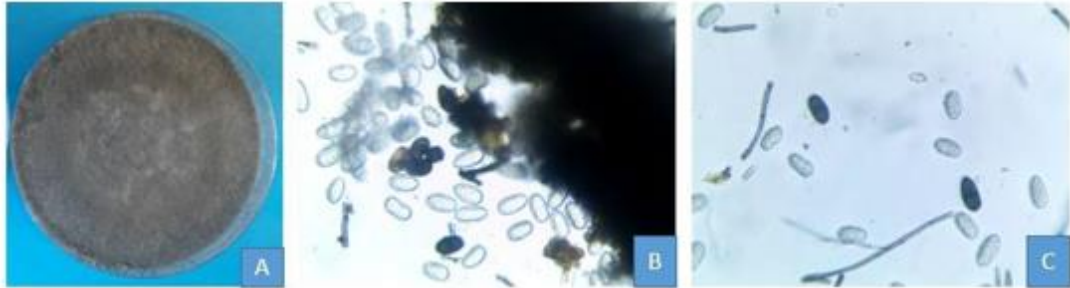
F. solani fungal etmen PDA besi ortamında beyaz renkte gelişim göstermiştir (Şekil 4.11 A). Makrokonidilerin düz veya silindir ve uçları genel olarak oval olup çentiklidir. 5-7 bölme içerir. Mikrokonidiler ise oval şekildeve genellikle bölmesizdir (Şekil 4.11B).



Şekil 4. 12. *Fusarium oxysporum* fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü

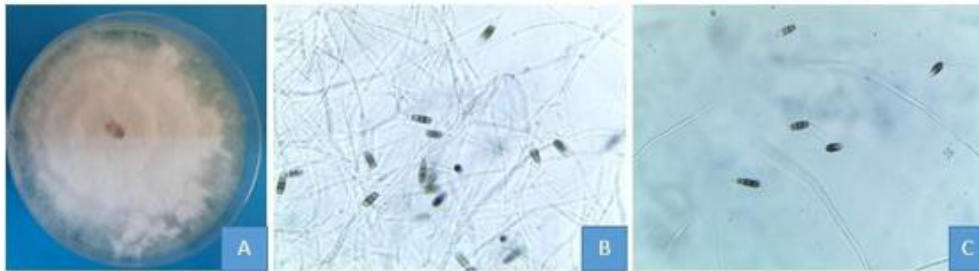
Fusarium oxysporum fungal etmenin PDA'daki koloni hali beyaz renkte olup miselyumlar yoğun bir şekildedir (Şekil 4.12A). Mikroskopik olarak incelendiğinde ise mikrokonidiler bölmesiz, oval ve eliptik böbrek şeklindedir (Şekil4.12B).

Özellikle mikroskop altında makrokonidia sayısı mikrokonidia sayısından fazlaysa *F. solani*, mikrokonidia sayısı makrokonidia sayısında fazla ise *F. oxysporum* olarak ayırt edilmektedir.



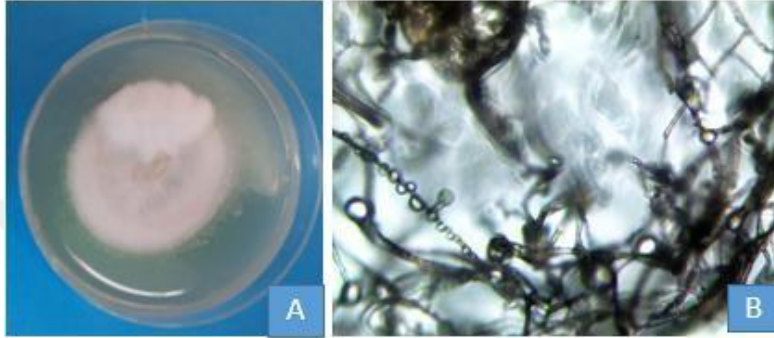
Şekil 4. 13. *Lasiodiplodia theobromae* fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü

Lasiodiplodia theobromae fungal etmenin PDA besi ortamındaki koloni gelişimi koyu gri renkte olmaktadır.



Şekil 4. 14. *Pestalotiopsis species* fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B, C) görüntüsü

Pestalotiopsis species (türleri) PDA besi ortamındaki gelişiminde koloni beyaz renkte olup havai miselleri bulunmaktadır. Besi yerinde kenarlara yaklaşıldıkça miseller bulutumsu bir yapı aldığı görülmektedir (Şekil 4.14A). Bu türün miselleri mikroskop altında incelendiğinde, sporları aynı bir böceği andırmaktadır (Şekil 4.14 B). Bu sporlar daha büyük objektifte incelendiğinde sporların uçlarında aynı antenlere benzer bir çift kamçıya benzer bir yapı görülmektedir (Şekil 4.14 C). Dolayısıyla bu fungus türünün sporları mikroskop altında bir böceği andırdığı için Pest yani böcek anlamında *Pestiolopsis* türleri olarak isimlendirilmişlerdir.



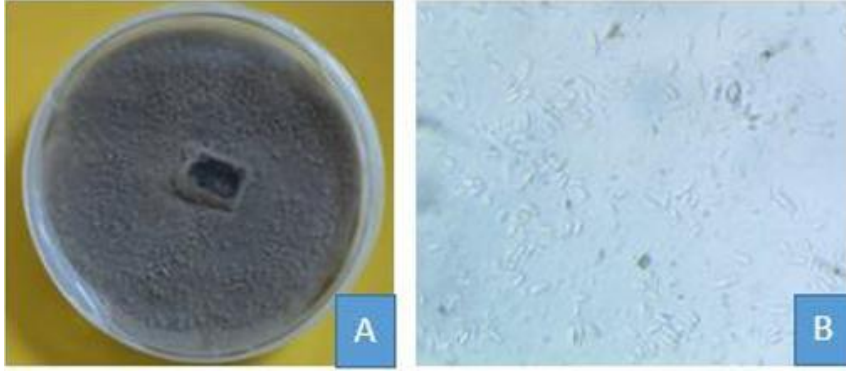
Şekil 4. 15. *Pythium* spp. fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü

Pythium spp. fungal etmen PDA besi ortamında beyaz renkli hiflerin gelişimi (Şekil 4.15 B) görülmektedir. Mikroskopik çalışmalar sonucunda sporangiumların çoğu kez hif uçlarında oluştuğu ve küresel şekilde (Şekil 4.15B) olduğu görülmüştür. Kist şeklinde zoospor oluşturmuştur. Eşeyli üreme organı olan oogonium ve oospor küresel, düz duvarlı görülmektedir.



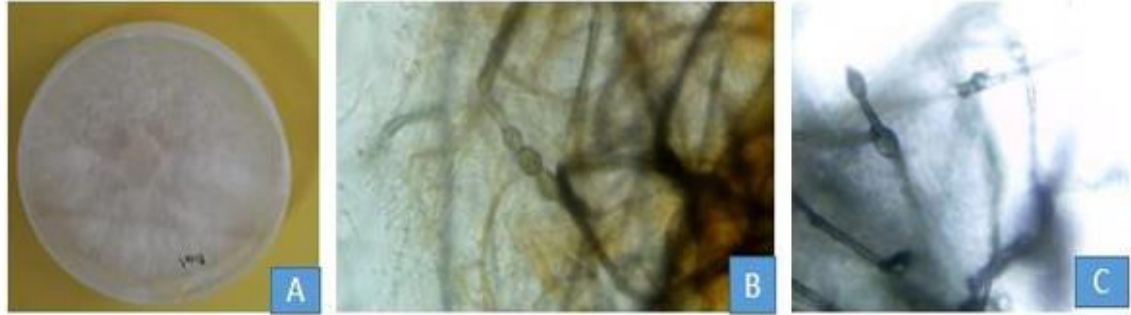
Şekil 4. 16. *Aspergillus* spp. fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B,C) görüntüsü

Aspergillus spp. PDA besi ortamında hızlı bir gelişim göstermektedir ve tozlu bir görünüme (Şekil 4.16A) sahip olmaktadır. Miselyumlar önce beyaz olup zamanla siyah bir renk almaktadır. *Aspergillus* spp. pürüzsüz veya hafif tanecikli konidiofora ve bol konidialar gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 17. *Macrophonima pheocolina* fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B) görüntüsü

Macrophonima pheocolina fungal etmen PDA besi ortamında başlangıçta beyaz renkte bir gelişim gösterirken zamanla siyah bir renk (Şekil 4.17A) almaktadır. Mikroskop altında ise bol miktarda mikrosklerotlar oluşturduğu (Şekil 4.17 B) gözlenmiştir.

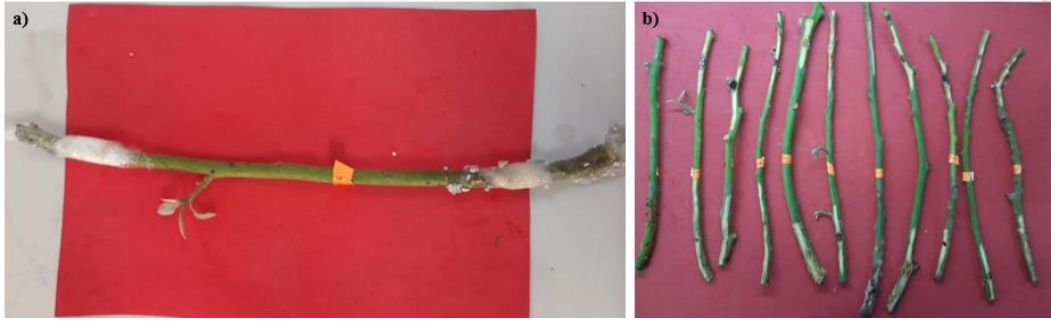


Şekil 4. 18. *Phytophthora cinnomoni* fungal etmenin PDA besi ortamındaki (A) ve mikroskopik (B, C) görüntüsü

Phytophthora cinnomoni PDA besi ortamında beyaz renkte, pamuksu havai yapıda misel kolonileri oluşturmaktadır (Şekil 4.18A). Mikroskopik gözlemlerde ise ovoid, küresel, limon veya ellipsoid şekilli sporangiumlar oluşturduğu bulunmuştur (Şekil 4.18 B, C).

4.2. Koch Postulatları

Sürveyler sonucu elde edilen fungusların Avokado bitkilerinde hastalık yapan funguslar olduğunu anlayabilmek için Koch postulatları yapılmıştır. Bu amaçla en yaygın ve hassas avokado türü olan Has çeşidinin yaprak ve dallarından faydalanılmıştır. Bu yaprak ve dallarına izole ettiğimiz yukarıda belirtilen fungusların misel yapıları bırakılarak bu dokularda hastalıklar gözlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4. 19. Dört hafta sonunda avokado dallarının tek (A) ve genel (B) görüntüsü

Koch postulatları sonucunda izole ettiğimiz fungusların avokado ağaçlarının dal ve yapraklarında hastalıklar oluşturdukları ortaya konmuştur (Şekil 4.20 ve 4.21). Sonuç olarak Koch postulatları izole ettiğimiz fungusların avokado bitkilerinde hastalık yapan adına doğru funguslar olduğunu göstermiştir.



Şekil 4. 20. Koch postulatı uygulaması sonunda hastalanan (A, B, C, D), hastalanmayan (E, F) avokado dallarının ve kontrol olan avokado dalının (G) görüntüsü

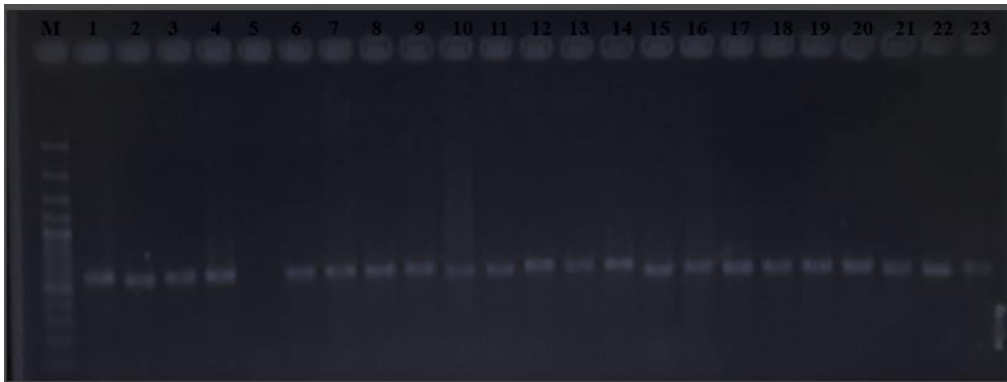


Şekil 4. 21. Koch postulatı uygulaması sonunda hastalanan (A, B) ve hastalanmayan (C) avokado yapraklarının görüntüsü

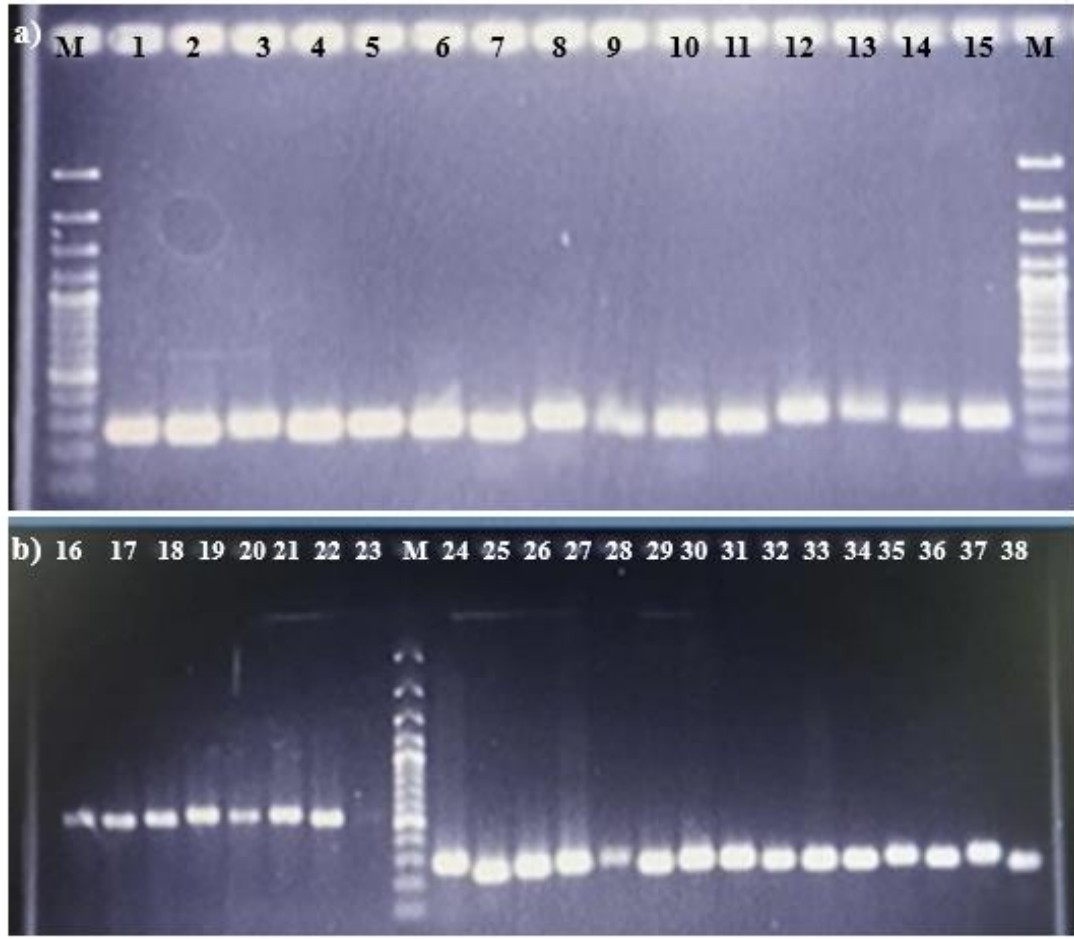
4.4. Moleküler Karakterizasyon

Sürveylerden toplanan örneklerden izole edilen fungusların mikroskopik teşhisleri ve koch postulatlarıyla klasik analizleri yapıldıktan sonra moleküler yöntemlerle daha detaylı analizleri yapılmıştır. Bu moleküler analizler korunmuş ribozomların alt ünitelerini oluşturan ribozomal DNA lar arasında aynı tür içerisinde farklılıklar oluşturan Ribozom alt üniteleri arasındaki transkript bölgelerini (Internal transcribed Spaces: ITS) içeren DNA kısmı çoğaltılarak Uluslararası Veri platformu olan National Center for Biotechnology Information (NCBI) daki DNA sıraları ile mukayese edilmişlerdir.

Bunun için ITS 1-4 ve ITS 2-5 primer çiftleri kullanılarak gen bölgeleri PCR yöntemi kullanılarak çoğaltılmıştır. ITS1-4 primer çifti 600 bp, ITS 2-5 primer çifti ise 250 bp band oluşturmuştur. PCR ürünleri, %1,5'lik agaroz jel içerisinde yürütülmüş ve etidyum bromid ile boyanarak jel görüntüleme cihazında UV ışık altında görüntülenmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4. 22. ITS 1-5 primeri ile kurulan PCR'ın jel görüntüsü



Şekil 4. 23. Toplam DNA'dan ITS1-4 (A), ITS2-5(B) gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. M: 100 bp DNA marker, N: su kontrol

Bu çalışmada izole ettiğimiz fungusların DNA sıralamaları NCBI sistemindeki GenBanka yüklenmiştir (Çizelge). Böylece NCBI dizileme sonuçları ile klasik olarak yapılan teşhisler doğrulanarak avokadolarda hastalık yapan fungal etmenler tam olarak tanımlanmıştır. Avokado ağaçlarında hastalık yapan toprak ve hava kökenli olarak 2 gruba ayırdığımızda fungal etmenlerin NCBI'de mevcut DNA benzerliklerine bakıldığında hava kökenli olanlarda %96.97-%100 arasında bir benzerlik olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Burada toprak kökenli fungal hastalık etmenleri için benzerlik oranlarının olduğu görülmektedir.

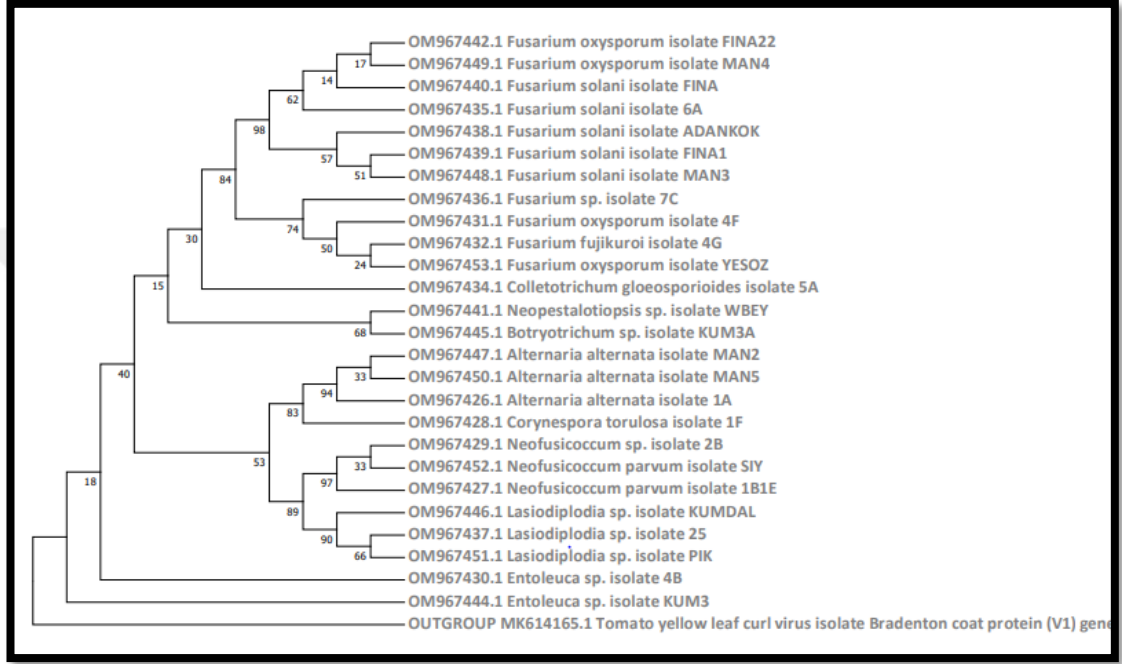
İzole edilen *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora cinnomoni* ve *Phythium* spp. türleri Prof. Dr. Yusuf YANAR tarafından tanımlanmıştır. Bu türler üzerinde ayrıca moleküler çalışma yapılmamıştır.

Çizelge 4. 1. NCBI GeneBank sistemine kaydettirilen ITS1 sekanslarına ait fungus türlerinin isimleri ve erişim numaraları. Burada ayrıca benzerlik oranları da verilmektedir

Tür	İzolat	ITS1		
		Çalışmada elde edilen fungusların Accession numaraları	GenBank	BenzerlikOranı
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	A1-Gazipasa-Antalya	OM967434	KT323196.2	99.65
<i>Neofusicoccum parvum</i>	Kumluca-Antalya	OM967452	MN519701.1	98.94
		OM967427	KJ657701.1	99.65
<i>Fusarium solani</i>	1F-Alanya Antalya	OM967435	MT447526.1	100.00
		OM967438	KJ019829.1	99.61
		OM967439	KJ620371.1	98.93
		OM967440	MT594368.1	100.00
		OM967448	KJ620371.1	99.61
<i>Fusarium oxysporum</i>	Finike-Antalya	OM967431	MH454071.1	98.82
		OM967442	EU888922.1	99.22
		OM967443	EU888922.1	97.65
		OM967449	KC764913.1	99.61
		OM967453	MT560381.1	96.97
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Siyah-Gazipaşa Antalya	OM967437	MK817054.1	97.76
		OM967446	MK817054.1	100.00
		OM967451	MW775430.1	100.00
<i>(Neo)Pestalotiopsis species</i>	Beyaz-Alanya Antalya	OM967441	MT322112.1	99.60

4.5. Dizi ve Filogenetik Sınıflandırma Analizleri

Moleküler analizlerden elde edilen ITS sekanslarının benzerlik analizlerine göre yapılan soy ağacına (Filogenetik ağaç) göre çalışmalarda bulunduğumuz fungal hastalıkların akrabalıkları ortaya konmuştur (Şekil 4.24). Bu fiogenetik ağaç üzerinde aynı dalda olan funguslar birbirne en yakın iken dallardan uzaklaştıkça fungusların akarabalıkları da uzaklaşmaktadır.



Şekil 4. 24. Hastalıkların filogenetik ağaç olarak görüntüsü

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada Türkiye’de hemen hemen bütün avokado üretiminin yapıldığı Akdeniz kuşağında Antalya’da fungal hastalık araştırılmıştır. Elde edilen fungal hastalıklar daha önce Akdeniz orman ağaçları ve makiliklerinde hastalık yapan fungal etmenler olduğu anlaşılmaktadır.

Türkiye’de 50 yıllık geçmişi olan Avokado üretimi yasal karantina tedbirlerini ve hastalıktan arı materyal ile başlanmıştır. Bu süreç içerisinde Akdeniz florasındaki ağaçlardan hastalık yapan polifag funguslar yeni avokado bitkilerine zaman içerisinde adapte olarak hastalık yapmaya başlamışlardır.

Orman ve makiliklerdeki hastalık etmenleri bu alanlarda ya da bitişğinde tesis edilen avokado bahçelerine yayılarak günden güne üretimde ciddi problemler oluşturmaya devam etmektedir. Yapılan bu çalışmayla gerek topraktan (soil-borne) gerekse hava yoluyla bu yeni konukçuya hastalık etmenlerinin adapte oldukları anlaşılmaktadır. Bu durum diğer avokado üretimi yapılan Akdeniz ülkeleri örneğin İtalya ve İspanya’da da olduğu rapor edilmiştir.

Güney Afrikada Urbez-Torres ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, yıl boyunca çiçeklenme döneminden meyvelerin hasadına kadar olan süreyi kapsayan tüm büyüme mevsimi göz önünde bulundurularak örnekler alınmıştır. Elde edilen bu örneklerden *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Neofusicoccum* sp. ve *Pestalotiopsis* spp. fungusları elde edilmiştir. Yapılan tez çalışmamızda da yukarıda ki belirtilen funguslar elde edilmiştir.

Şili’de Valencia ve arkadaşları tarafından 2019 yılında yapılan bir çalışmada *Botryosphaeriaceae* familyasının birkaç türü, avokadoda dal pamukçuklarına, ölüm ve sap ucu çürümesi sebep olduğunu gözlemişlerdir. Şili’de avokado ağaçlarında 2011’den 2016’ya hastalık artmış ve bu da avokado üretimini ciddi bir şekilde etkilemiştir. Hasat edilen olgun meyvelerdeki hem nekrotik odunsu dokudan hem de nekrotik dokudan çeşitli fungus türleri izole etmişler. Moleküler çalışmalar sonucunda *Botryosphaeriaceae* ailesinden sekiz tür tespit etmişlerdir: *Diplodia mutila*, *D. pseudoseriata*, *D. seriata*, *Dothiorella iberica*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum australe*, *N. nonquaesitum* ve *N. parvum* ‘dur. Yapılan tez çalışmamızda ise *Botryosphaeriaceae* ailesinden ise *Neofusicoccum parvum* ve *Lasiodiplodia theobromae* tespit edilmiştir.

Botryosphaeriaceae familyasının üyeleri, Kaliforniya’daki avokado dalı kanserlerinden en çok izole edilen funguslardır (McDonald ve ark. 2011). Bunlar; *Dothiorella iberica*, *Neofusicoccum austral*, *Neofusicoccum luteum* ve *Neofusicoccum parvum*’dır. Güney Afrika’daki avokadolarda zayıf meyve tutumu avokado endüstrisinde önemli bir soru. Bu sorun geçmişte milyonlarca gelir kaybına neden olduğu tahmin edilmektedir. İzole edilen önemli funguslar; *Nigrospora oryza*, *Fusarium oxysporum*

Pilhomycis graminicola, *Alternaria alternata* ve *Cladosporium cladosporioides* , yüksek oranda tüm çeşitlerde rastlamışlardır (Thomas ve ark. 1994). Bu arada 2020- 2021 yılları arasında yürütülen çalışmamızda ise Antalya il ve ilçelerinde 10 farklı fungal patojen tespit edilmiştir: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Neofusicoccum parvum*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Pestalotiopsis species*, *Pythium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Macrophonima pheocolina*, *Phytophthora cinnomoni* 'dir. Yukarıda bahsedilen 10 farklı fungal patojen ciddi anlamda avokado üretiminde verimi ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Gerek bizim gerekse yayımlarda bulunan sonuçlar birbirini desteklediği anlaşılmaktadır.

Akdeniz topraklarında yetiştirilen avokadolar da fungusların teşhisi ve etmenlerin tanınması mücadeleden temel adımdır. Avokado da üretimi kısıtlayan bu hastalık etmenlerinin bilinmeden mücadelesi mümkün değildir. Bu çalışma ile avokado üretimini tehdit eden fungal etmenler tanımlanmış olup mücadelesinde aşağıdaki tavsiyeler önerilebilir.

Solgunluk ve kuruma belirtilerinin görüldüğü hastalıklı sürgün ve dallar sağlam kısımdan itibaren budanmalı ve bahçeden uzaklaştırılmalıdır.

Yere dökülen hastalıklı bitki artıkları toprakta hastalık kaynağı oluşturacağından kuruyan kısımların budanması yaprak dökülmeden önce tamamlanmalıdır.

Hastalıkların bulaşma ve taşınma riskini azaltmak amacıyla kültürel işlemler sırasında kullanılan alet-ekipmanlar alkol, çamaşır suyu gibi dezenfektanlar ile muamele edilmelidir.

Özellikle hastalıklı ağaç kısımlarının kesilmesinde kullanılan budama aletlerinin kesici kısımlarında kalan odun parçaları sıyrılıp ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Toprak kökenli patojenlerin bitkiye girişini önlemek amacıyla köklere zarar verecek derin toprak işlemlerinden kaçınılmalıdır.

Hastalık etmeninin ve bulaşık toprağın taşınmasını önlemek için karık ve salma sulama sistemleri uygulanmamalıdır. Sulama patojen ile bulaşık olmayan temiz su ile damlamalardan uygulanmalıdır.

Antalya ilinde avokado ağaçları bulunan alanlarda daha öncesinde orman ağaçları bulunmaktaydı. Bu orman ağaçlarını yerine dikilen avokado ağaçlarının yakın çevresinde halen orman ağaçlarının bulunması hastalıkların yaşam döngülerini tamamlayabilmelerine olanak sağlar. Avokado ağaçlarında hastalığa neden olan etmenlerin kaynağı olarak yakın çevresinde bulunan orman ağaçlarını gösterebiliriz. Bu durumda yeni kurulacak olan avokado üretim tesislerinin ormanlık alanlara uzak olması tavsiye edilmelidir.

Avokado yetiştiriciliğinde karşılaşılan fungal hastalıklara karşı entegre mücadele en uygun mücadele yöntemi olacaktır. Çünkü Bitki Korumadaki Hastalık üçgeni kuralına göre konukçu avakoda ağaçları, üzerindeki fungal hastalıklar çevre ile ilişkilendirilerek

kolayca entegre mücadele uygulanabilecektir. Avokado yetiştiriciliğinde hastalıklara karşı mücadelede dayanıklı anaç ve çeşitlerin seçimi ve dayanıklı bitkilerden kurulacak bahçelerin tesisi çok önemlidir. Bahçe tesislerinin kurulumunda sağlıklı üretim materyali ile üretime başlanmalıdır. Avokado fidanları sertifikalı olmalı, sertifikalı fidan üreten kurum ve kuruluşlardan temin edilmelidir.

Avokado yaprağı ve meyve yüzeylerinden toplam 176 bakteri izole edilmiştir., Avokado hasat sonrası hastalığa neden olan; *Dothiorella spp*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phomopsis perseae*, *Lasiodiplodia spp*. Gibi hastalıklara karşı *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* ve *Bacillus licheniformis* bakterileri olumlu etki göstermiştir. Avokadonun hasat öncesi ve sonrası hastalıklarına karşı ekonomik olarak uygulanabilir biyolojik kontrol programlarının ticari olarak başarıyla geliştirilebileceğini ve uygulanabileceğini göstermiştir (Korsten 1994).

Avokoda hasat sonrası hastalıklarına karşı önleyici ve koruyucu ticari sınıf dezenfektan ürünleri peroksiasetik asit, kuaterner amonyum bileşikler veya çeşitli fungusit içeren kimyasallar hastalıkları kontrol eder. Yasal olarak ruhsatlı fungusitlerin sınırlı sayıda olması alternatif ürünlerin kullanımını artırmaktadır. Kullanılan fungusitler arasında ise azoxystrobin, bakır hidroksit ve bakır sülfat yaygın olarak tavsiye edilmektedir (Sonke vd. 2005).

Farklı sekiz bitki türünden ekstrakte edilen uçucu yağların *in vitro* koşullarda *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Botryosphaeria*'nın miselyum büyümesi üzerine etkinliği üzerine yapılan çalışmada; Kekik, nane, tarçın, tuzlu yağ, çay ağacı, lavanta, mersin ve okaliptüs yağlarının fungusların gelişimlerini baskılayıcı etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir. Bu durum test edilen uçucu yağların kullanılabilme potansiyelini gösterilmiştir (Sarkhosh vd. 2018).

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında Antalya ili ve ilçelerinde avokado yetiştiriciliği yapılan alanlarda yapılan sörvey çalışmaları sonucu sorun olan fungal hastalık etmenleri teşhis edilmiştir. Sörvey çalışmaları sırasında yapılan gözlemler de avokado üretim alanlarındaki ağaçlarda geriye doğru ölümler, gövde ve dallarda kabuk altı nekrozları, dallarda yanıklık kanserli, dalların iletim demetlerinde kararmalar ve dal kurumaları şeklindeki belirtiler gözlemlenmiştir.

Antalya ilçelerinde tespit edilen hastalıklar doğudaki Gazipaşa ilçesinden batıdaki Demre ilçesine sıralamesı; Gazipaşa ilçesinde *Neofusicoccum parvum*, *Lasioidiplodia theobromae* ve *Pestalotiopsis species* hastalık etmenleri, Alanya ilçesinden *Phytophthora cinnomoni* ve *Macrophonima pheosolina* hastalık etmenleri, Manavgat ilçesinde *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora cinnomoni* ve *Pythium* spp. hastalık etmenleri, Kumluca ilçesinde *Fusarium solani* ve *Fusarium oxysporum* hastalık etmenleri ve Finike ilçesinde *Macrophonima pheocolina* hastalık etmenleri tespit edilmiştir.

Türkiye’de avokado üretiminin %70’i Antalya ilinde yapılmaktadır. Üretimin yapıldığı alanlardaki hastalık etmenlerinin belirlenmesi, bu üretim alanlarında yapılacak avokado üretiminde karşılaşılabacak hastalık etmenlerinin önceden bilinmesine ve buna uygun mücadele stratejilerinin oluşturulmasına olanak sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press, London. 922 pp.
- Allen, R. N. 1985. Avocado Diseases. Agfact H6. AB. 5. Department of Agriculture. *New South Wales, Australia*.
- Anonim 2021b. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Defnegille>
- Anonim, 2004. DİE, Tarımsal Yapı
- Anonim, 2006. Akdeniz İhracatçı Birlikleri.
- Bayram, S. 2010.Yılı Avokado Gelişim Raporu.Antalya.
- Bayram, Süleyman; TEPE, Seyla, 2008. Antalya koşullarında bazı avokado çeşitlerinin yetiştirilmesi üzerine düşük ve yüksek sıcaklıkların etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21.1: 97-104.
- Bayram, Süleyman; ARSLAN, M. Alper; Turgutoğlu, Ertuğrul, 2006. Türkiye'de Avokado Yetiştiriciliğinin Gelişimi, Önemi Ve Önerilen Bazı Çeşitler. *Derim* 23.2: 1-13.
- Bergh, B. and Ellstrand, N. 1986. Taxonomy of the Avocado. *California Avocado Society Yearbook*, 70: 135-146.
- Bergh, B. O. 1976. Factors Affecting Avocado Fruitfulness. In: J. W. Sauls, R. L. Phillips and L. K. Jackson (Editör), *Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: The Avocado*, University of Florida, pp. 83-88.
- Bergh, B.D. 1992A. The Avocado and Human Nutrition. I. Some Human Health Aspects of the Avocado. *Proc. of Second World Avocado Congress 1992* pp. 25-35.
- Bergh, B.D. 1992B. The Avocado and Human Nutrition. II. Avocados and Your Heart. *Proc. of Second World Avocado Congress 1992* pp. 37-47.
- Darvas JM, Kotze JM (1981) Post-harvest diseases of avocados. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 4,63-66
- Demircan, Bahar; VELİOĞLU, Yakup Sedat, 2021. Avokado: Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 19.3: 309-324.
- Doğrular, H.A., Şengüler, A. ve Tuncay, M. 1985. Avokado Yetiştiriciliği. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Proje ve Uygulama Genel Müdürlüğü Turunçgiller Araştırma Enstitüsü Yayın No: 11.
- Doğrular, H.A., Tuncay, M. ve Şengüler, A. 1983. Antalya ve Alanya Koşullarında Avokado Çeşitlerinin Adaptasyonu. (Ara Sonuç Raporu), Yayınlanmamış, Turunçgiller Araştırma Enstitüsü, Antalya.
- Donat, İ. 2021 Avokado Üretimi Ve Pazarına Dair Merakedilenler. <https://www.bloomberght.com>. (Erişim tarihi: 17.05.2022)
- Du Plooy, C.P., Marais, Z. and Sippel, A. 1992. Breeding and Evaluation Strategy on Avocado. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 15: 75-77.
- Ertaş, M. N., & Karakaya, A. (2018). Çay ve kivi bitkilerinde hastalık oluşturan *Pestalotiopsis* türleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 152-168.

- Fitzell R.D ,1987. Epidemiology of anthracnose disease of avocado. South African Avocado Grower Association Yearbook 1, 113-116.
- Fourie, De V.; COERTZEN, J. 2017. Böcek zararlılarının vektör potansiyeline atıfta bulunarak Güney Afrika'daki avokado ağaçlarında mantar patojenlerinin yayılması.
- Fourie, D. V.,ve Coertzen, J. 2017. The dissemination of fungal pathogens on avocado trees in South Africa with reference to vector potential of insect pests.
- Francis, H.L. 1974. An Evaluation of Avocado Plantings in The Santa Rosa Hills of Riverside County. California Avocado Society Yearbook, 58: 60–65.
- Fuclkovsky L, Luna I. 1987 Avocado fruit diseases and their control in Mexico. South African Avocado Growers Association Yearbook 10,119-121.
- Gaillard, J.P. and Godefroy, J. 1994. L'avocatter. Maisonneuve et Larose, 15. Rue Victor-Cousin, Paris, pp. 192.
- Guillen-Andrade H, Gutierrez M, Lara- Chavez MBN, Chavez T, Vidales-Fernandez A, Ochoa S, Lopez- Medina J. 2007 , *Anthracnose*: research on its causing agent in the avocado-producing area of Michoacan, Mexico. Book of Abstracts of the VI World Avocado Congress, November,12-16,2007,Vina del Mar, Chile, p 108.
- Hafizi, R., Salleh, B., & Latiffah, Z. 2013, Morphological and molecular characterization of *Fusarium. solani* and *F. oxysporum* associated with crown disease of oil palm. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(3), 959-968.
- Hartill WFT, 1991. Post- harvest diseases of avocado fruits in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 19,297-304.
- Hodgson, R.W., 1947 . The California industry AB International, Wallingford.
- Kaplanlıran, M. ve Tuzcu, Ö. 1994. Bazı Avokado Çeşitlerinin Adana Koşullarında Gösterdikleri Özellikler. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (2): 103–112.
- Kassım, A.; Workneh, T. S.; Bezuidenhout, 2013. C. N. A review on postharvest handling of avocado fruit. African Journal of Agricultural Research, 8.21: 2385-2402.
- Knight, Jr. R. J. 1999. Genetic Diversity in Avocado In: M. L. Arpaia and R. Hofshi (Editör), Proceedings of Avocado Brainstorming. Session I. Plant Breeding and Genetics, pp. 16–18.
- Knight, Jr. R. J. 2002. History, Distribution and Uses. In: A.W. Whaley, B.Schaffer And B.N. Wolstenholme (Eds) The Avocado: Botany, Production and Uses; Cabi Publishing, 1:10.
- Koral, S., SULUDERE, Z., AYVALI, C., 2000. Biyoloji Terimleri Sözlüğü. Kılıçaslan Matbaacılık. ISBN: 975-16-1012-5.
- Korsten, Lisa. "Biological control of avocado fruit diseases."1994. 5463-5463.
- Lahav, E. and Lavi, U. 2002. Genetics and Classical Breeding. In: A. W. Whaley, B. Schaffer and B. N. Wolstenholme (Editör), The Avocado: Botany, Production and Uses; Cabi Publishing, 3: 45–46.
- Lahav, E. and Lavi, U. 2002. Genetics and Classical Breeding. In: A. W. Whaley, B. Schaffer and B. N. Wolstenholme (Editör), The Avocado: Botany, Production and Uses; Cabi Publishing, 3: 45–46.

- Malo, S.E. and Pall G.O. 1977. Effects of The 1977 Freeze on Avocados and Limes in South Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc., 90: 247–251.
- Marais, L. J. (2004). Avocado diseases of major importance worldwide and their management. In *Diseases of Fruits and Vegetables: Volume II* (pp. 1-36). Springer, Dordrecht.
- McDonald, V. ve Eskalen, A. 2011. Botryosphaeriaceae species associated with avocado branch cankers in California. *Plant Disease*, 95(11), 1465-1473.
- McKellar, M.A., Buchanan, D.W., Ingram., D.L. ve Campbell, C.W. 1992. Freezing Tolerance of Avocado Leaves. *HortScience*, 27(4): 341–343.
- Morton, J. 1987. Avocado: In: *Fruits of Warm Climates*. p. 91–102.
- Nakasone, H.Y., & PAUL, R.E., 1998. Avocado. Pages 76-102 in *Tropical Fruits*.
- Nelson, P. E., Dignani, M. C., & Anaissie, E. J. (1994). Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. *Clinical microbiology reviews*, 7(4), 479-504.
- Peres NAR, Kuramae, EE Dias MSC, de Souza NL. 2002. Identification and characterization of *Colletotrichum* spp. Affecting fruit after harvest in Brazil *Journal of Phytopathology* 150, 128-134
- Perez-JIMÉNEZ, Rosa María. 2008. Significant avocado diseases caused by fungi and oomycetes. *Eur J Plant Sci Biotechnol*, 2.1: 1-24
- Perez-Jimenez RM. 2006. A review of the biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix*, the cause of white root rot disease of fruit trees and other plants. *Journal of Phytopathology* 154, 257-266
- Phan, C.T., Pantastico, Er. B., Ogato, K ve Chachin, K. 1975. Respiration and Respiration Climacteric. In: Er. B. Pantastico (ed.) *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables*. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. Pp: 86- 104.
- Pieterse, Z., Jerling, J. ve Oosthuizen, W. 2003. Avocados (monounsaturated fatty acids), weight loss serum lipids. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*. 26:65-71.
- Sanders GM, Korsten L. 2003. A comparative study of South African avocado and mango isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Canadian Journal of Botany* 81, 877-885.
- Scora, R.W., Wolstenholme, B.N. and Lavi, U. 2002. Taxonomy and Botany. In: A. W. Whaley, B. Schaffer and B. N. Wolstenholme (Editor), *The Avocado: Botany, Production and Uses*; Cabi Publishing, 2: 15.
- Snowdon, A.L., 1990. Miscellaneous tropical and subtropical fruits. A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol 1 General introduction and fruits. Wolfe Scientific. Pages: 92-93.
- Tamam, A. 2008. Bazı Avokado (*Persea Americana* Mill.) Çeşitlerinin Morfolojik Ve Moleküler Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana 116 S.

- Toplu, C., Demirkese, T.H., Kaplankıran, M., Demirkol, A., Baturay, S.G. ve Yanar, M. 1998. Bazı Avokado Çeşitlerinin İskenderun Koşullarında Gösterdikleri Verim Durumları ve Kalite Parametreleriyle Büyüme Şekilleri. *Derim*, 15 (2): 50–57.
- Tuzcu, Ö., 1996. Subtropik Meyveler Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları (Yayınlanmamış)
- Van Zyl JL, Ferreira SG (1995). Avokado endüstrisine genel bir bakış Güney Afrika tarafından talep edildiği gibi: Güney Afrika Kalkınma Bankası. Güney Afrika Avokado Yetiştiricileri 'Dernek Yıllığı 18:23-30
- Vogel, R. 1980. L'avocattier en Corse. Extrait de la Revue d'Information. SOMVAC No: 93. pp. 8
- Whiley, A.W., 1991. *Persea americana* Miller. Pages 249-354 In: Plant resources of South East Asia 2: Edible fruits and nuts. Verheij, E. W. M & Coronel, R. E.(Eds.) Pudor, Wageningen
- Wolstenholme, B.N. 2002. Ecology: Climate and The Edaphic Environment. In: A. W. Whiley, B. Schaffer and B. N. Wolstenholme (Editör), *The Avocado: Botany, Production and Uses*; Cabi Publishing, 4: 71–99
- Yeşiloğlu, T., 2006, Subtropik Meyveler, Lisans Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (yayınlanmamış)
- Zamet, D.N. 1990. The Effect of Minimum Temperature on Avocado Yields. *California Avocado Society Yearbook*, 74: 247–256.
- Zentmyer, G. A. 1987. Avocados Around the World. *Calif. Avoc. Soc. Yearb.*, 71:63-77.
- Zentmyer, G. A., 1994. Part 4. Avocado Pages 71-84 In: *Compendium of tropical fruit diseases*. PLOETZ , R. C., ZENTMYER, G. A ., Nishijima , W.T ., Rohrback, K .G .& Ohr, H.D.(Eds.) APS Pres. St Paul, Minneso

ÖZGEÇMİŞ

Sefanur ÇELİK

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2019- 2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
2015-2019	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Laboratuvar Sorumlusu	ARGETO Sebze Tohumları
2021-Devam Ediyor	Antalya