

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANADOLU SIĞLA AĞACI (*Liquidambar orientalis* Mill.)
YAPRAKLARININ ENDOFİTİK MİKOBİYOTASININ
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SULTAN AKYOL

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2024

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**



**ANADOLU SIĞLA AĞACI (*Liquidambar orientalis* Mill.)
YAPRAKLARININ ENDOFİTİK MİKOBİYOTASININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SULTAN AKYOL

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2024

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 2023FEBE037 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

SULTAN AKYOL

ÖZET

**ANADOLU SIĞLA AĞACI (*Liquidambar Orientalis* Mill.)
YAPRAKLARININ ENDOFİTİK MİKOBİYOTASININ BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SULTAN AKYOL
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ REFİKA CEYDA BERAM)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2024

Endofitik funguslar, bitki dokularında genellikle zarara yol açmadan yaşamakta, ancak bazıları stres koşullarında patojenik hale gelebilmektedir. Bitkilerin stres ve zararlılara karşı direncini artırarak ekosistem sağlığını desteklemekte ve biyokontrol ajanı olarak kimyasal pestisitlere doğal bir alternatif sunmaktadır. Ayrıca, biyoaktif bileşiklerin üretiminde potansiyel kaynaklar olarak biyoteknoloji çalışmalarında büyük umut vaat etmektedirler.

Bu çalışmadaki fungal endofitler Türkiye'ye özgü ve ekonomik değeri yüksek bir odunsu bitki olan *Liquidambar orientalis* Mill.'in yaprak ve yaprak sapından izole edilmiştir. Bitki materyalleri Muğla il sınırları içerisinde yer alan 10 farklı örnek alandan Eylül 2023'te toplanmıştır. İzolasyonlar sonucunda 499 fungal izolat elde edilmiş ve bu izolatlar 38 farklı morfolojik gruba atanmıştır. Her morfolojik gruptan temsili izolatlar, DNA izolasyonuna ve ardından ITS (Internal Transcribed Spacer) ve Beta-tubulin gen bölgelerinin PCR reaksiyonuna tabi tutulmuştur.

Tüm funguslar Ascomycota şubesine ait olup 11 fungus cins düzeyinde 26 fungus tür düzeyinde olmak üzere 15 farklı familyadan toplam 37 grup fungus tanımlanmıştır. Elde edilen fungal gruplar arasında daha önce kaydı olmayan bir tür bulunmuştur. En yaygın familyalar sırasıyla; Diaporthaceae (%34,86), Pleosporaceae (%23,44), ve Botryosphaeriaceae (%22,24) familyalarıdır. En yaygın ve baskın türler sırasıyla *Diaporthe eres* (%15,03), *Phomopsis* sp. (%12,42), *Alternaria* sp. (%11,22)'dir. Fungal çeşitlilik üzerinde yapılan analizlerde, Shannon ve Simpson alfa çeşitlilik indeksleri, Chao1 indeksi ve tür zenginliği verileri kullanılmıştır. Bu analizler, mekansal, bireysel, yönelimsel, doku tipi, doku bölgeleri ve besiyerine bağlı varyasyon verileri ile gerçekleştirilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

L. orientalis için daha önce fungal endofitlerin bildirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada yapılan tüm endofit kayıtları bu tür için ilk kez rapor edilmiştir. Ayrıca *Alternaria destruens*, *Alternaria alstroemeriae*, *Stemphylium majusculum*, *Diaporthe cynaroidis*, *Pseudopithomyces rosae*, *Nothophoma variabilis*, *Cladosporium endophyticum*, *Cladosporium colombia*, *Muyocopron* sp., *Sphaerulina rhododendricola*, *Constantinomyces macerans*, *Aequabiliella effusa* türleri Türkiye'de ilk kayıt niteliği taşımaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: fungal endofit, fungal patojen, mikobiyota, ITS, Beta-tubulin, Türkiye

ABSTRACT

DETERMINATION OF ENDOPHYTIC MYCOBIOTA IN LEAVES OF ANATOLIAN SWEETGUM TREE (*Liquidambar orientalis* Mill.)

MSC THESIS

SULTAN AKYOL

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
BIOLOGY

(SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. REFİKA CEYDA BERAM)

DENİZLİ, AUGUST 2024

Endophytic fungi generally live within plant tissues without causing harm, but some can become pathogenic under stress conditions. They enhance plant resistance to stress and pests, supporting ecosystem health, and serve as natural alternatives to chemical pesticides in biocontrol. Additionally, as potential sources for the production of bioactive compounds, they hold great promise in biotechnological research.

In this study, fungal endophytes were isolated from the leaves and petioles of *Liquidambar orientalis* Mill., a woody plant endemic to Türkiye with high economic value. Plant materials were collected from 10 different sampling sites within Muğla province in September 2023. As a result of the isolations, 499 fungal isolates were obtained and assigned to 38 different morphological groups. Representative isolates from each morphological group were subjected to DNA isolation, followed by PCR reactions targeting the ITS (Internal Transcribed Spacer) and beta-tubulin gene regions.

All fungi belong to the Ascomycota phylum, with a total of 37 fungal groups identified across 15 different families, including 11 genera and 26 species. Among the fungal groups obtained, a previously unrecorded species was identified. The most common families were Diaporthaceae (%34.86), Pleosporaceae (%23.44), and Botryosphaeriaceae (%22.24). The most common and dominant species were *Diaporthe eres* (%15.03), *Phomopsis* sp. (%12.42), and *Alternaria* sp. (%11.22). Fungal diversity analyses, including Shannon and Simpson alpha diversity indices, Chao1 index, and species richness, revealed statistically significant variations based on spatial, individual, directional, tissue type, tissue region, and medium-related factors.

This study represents the first report of endophytic fungi associated with *L. orientalis*, marking a significant contribution to the knowledge of this species. Furthermore, the species *Alternaria destruens*, *Alternaria alstroemeriae*, *Stemphylium majusculum*, *Diaporthe cynaroidis*, *Pseudopithomyces rosae*, *Nothophoma variabilis*, *Cladosporium endophyticum*, *Cladosporium colombia*, *Muyocopron* sp., *Sphaerulina rhododendricola*, *Constantinomyces macerans*, and *Aequabiliella effusa* are reported for the first time in Türkiye.

KEYWORDS: fungal endophyte, fungal pathogen, mycobiota, ITS, Beta-tubulin, Türkiye

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. <i>Liquidambar orientalis</i> HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	9
2.1 Taksonomisi	9
2.2 Yayılışı.....	10
2.3 Botanik özellikleri.....	10
2.4 Tıbbi ve Kozmetik Kullanımlar ile Ekonomik Önemi	11
2.4.1 Sıgla yağının çıkarılması	13
2.4.2 Sıgla reçinesinin tütüsü olarak kullanımı.....	14
2.5 Korunma durumu	15
3. LİTERATÜR ÖZETİ	17
4. YÖNTEM.....	26
4.1 Materyal	26
4.1.1 Araştırma alanı	26
4.1.2 Arazi çalışmaları	27
4.1.2.1 Örnek alanların belirlenmesi	27
4.1.2.2 Verilerin toplanması ve örnekleme	27
4.2 Yöntem.....	30
4.2.1 Laboratuvar çalışmaları	30
4.2.2 Fungal izolasyonlar	31
4.2.3 Fungal izolasyonlarda kullanılacak besiyerleri	31
4.2.4 Bitki materyallerinin yüzey sterilizasyonu	32
4.2.5 Bitki materyallerinin ekimi ve fungusların saflaştırılması	32
4.2.6 Fungal izolatların morfolojik gruplandırılması ve teşhisi	33
4.2.7 Fungal endofitlerin mikroskopik karakterizasyonu	34
4.2.8 Fungal endofitlerin moleküler karakterizasyonu.....	34
4.2.8.1 DNA izolasyonu	34
4.2.8.2 Fungusların Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR).....	35
4.2.8.3 Jel elektroforezi	36
4.2.8.4 DNA dizileme ve tür tayini	37
4.2.8.5 Filogenetik Analiz	37
4.2.9 Fungal biyoçeşitliliğin belirlenmesi ve istatistik çalışmaları	38
5. BULGULAR.....	40
5.1 Bitki materyallerinden elde edilen morfolojik ve moleküler bulgular.....	40
5.2 İstatistik Çalışmaları	88
5.2.1 Mekansal çeşitlilik analizi	88
5.2.2 Bireysel çeşitlilik analizi.....	89
5.2.3 Yönelimsel çeşitlilik analizi	92
Doku tipine bağlı çeşitlilik analizi.....	92

5.2.4	Doku bölgelerine göre çeşitlilik analizi: yaprak (lamina)	93
5.2.5	Doku bölgelerine göre çeşitlilik analizi: sap (petiol)	94
5.2.6	Besiyerine bağlı çeşitlilik analizi	95
6.	TARTIŞMA	96
7.	SONUÇ	109
8.	KAYNAKLAR	112
9.	ÖZGEÇMİŞ	130



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1 <i>Liquidambar orientalis</i> 'in coğrafik yayılışı (IUCN resmi sitesinden alınmıştır, ulaşım tarihi: 20 haziran 2024)	16
Şekil 2 Araştırma alanı yer bulduru haritası	26
Şekil 3 Örneklemeye metodu	29
Şekil 4 Örnek alandan bitki materyallerinin toplanması ve ağaç çapı ölçümü	30
Şekil 5 İzolasyonlar için kullanılan besiyerleri	31
Şekil 6 Bitki materyallerinin besiyerlerine ekim yöntemi	33
Şekil 7 Besiyerine bitki materyalinin ekimi ve fungusların gelişimi	33
Şekil 8 Arazi ve laboratuvar çalışmalarının şematik gösterimi	39
Şekil 9 <i>Alternaria</i> sp.'nin PDA besiyerindeki gelişimi	42
Şekil 10 <i>Alternaria destruens</i> 'in PDA besiyerindeki gelişimi	43
Şekil 11 <i>Alternaria alstroemeriae</i> 'nin PDA besiyerindeki gelişimi	44
Şekil 12 <i>Bipolaris subramanianii</i> 'nin PDA besiyerindeki gelişimi	45
Şekil 13 <i>Stemphylium</i> sp.'nin PDA besiyerindeki gelişimi	46
Şekil 14 <i>Stemphylium botryosum</i> 'un PDA besiyerindeki gelişimi	47
Şekil 15 <i>Stemphylium majusculum</i> 'un PDA besiyerindeki gelişimi	48
Şekil 16 Pleosporaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının NeighborJoining ağacı gösterimi	49
Şekil 17 <i>Diaporthe bohemiae</i> 'nin PDA besiyerindeki gelişimi	50
Şekil 18 <i>Diaporthe cynaroidis</i> 'in PDA besiyerindeki gelişimi	51
Şekil 19 <i>Diaporthe eres</i> 'in PDA besiyerindeki gelişimi	52
Şekil 20 <i>Phomopsis</i> sp.'nin PDA besiyerindeki gelişimi	53
Şekil 21 Diaporthaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	54
Şekil 22 <i>Paraconiothyrium brasiliense</i> 'nin PDA besiyerindeki gelişimi	55
Şekil 23 <i>Pseudopithomyces rosae</i> 'nin PDA besiyerindeki gelişimi	56
Şekil 24 Didymosphaeriaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	57
Şekil 25 <i>Neofusicoccum</i> sp.1'in PDA besiyerindeki gelişimi	57
Şekil 26 <i>Neofusicoccum</i> sp.2'nin PDA besiyerindeki gelişimi	58
Şekil 27 <i>Neofusicoccum</i> sp.3'ün PDA besiyerindeki gelişimi	59
Şekil 28 <i>Neofusicoccum</i> sp.4'ün PDA besiyerindeki gelişimi	60
Şekil 29 <i>Neofusicoccum</i> sp.5'in PDA besiyerindeki gelişimi	61
Şekil 30 Botryosphaeriaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	62
Şekil 31 <i>Nothophoma variabilis</i> 'in PDA besiyerindeki gelişimi	63
Şekil 32 <i>Didymella prosopidis</i> 'in PDA besiyerindeki gelişimi	64
Şekil 33 Didymellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	65
Şekil 34 <i>Aspergillus niger</i> 'in PDA besiyerindeki gelişimi	65
Şekil 35 <i>Penicillium</i> sp.1'in PDA besiyerindeki gelişimi	66
Şekil 36 <i>Penicillium rubens</i> 'in PDA besiyerindeki gelişimi	67
Şekil 37 <i>Penicillium italicum</i> 'un PDA besiyerindeki gelişimi	68

Şekil 38 Aspergillaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	69
Şekil 39 <i>Trichoderma harzianum</i> 'un PDA besiyerindeki gelişimi	70
Şekil 40 <i>Trichoderma lixii</i> 'nin PDA besiyerindeki gelişimi	71
Şekil 41 Hypocreaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	72
Şekil 42 <i>Cladosporium endophyticum</i> 'un PDA besiyerindeki gelişimi	72
Şekil 43 <i>Cladosporium colombia</i> 'nın PDA besiyerindeki gelişimi	73
Şekil 44 Cladosporiaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	74
Şekil 45 <i>Pseudopezicula</i> sp.1 'in PDA besiyerindeki gelişimi	75
Şekil 46 <i>Pseudopezicula tetraspora</i> 'nın PDA besiyerindeki gelişimi	76
Şekil 47 <i>Pseudopezicula tracheiphila</i> 'nın PDA besiyerindeki gelişimi	77
Şekil 48 Discinellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	78
Şekil 49 <i>Muyocopron</i> sp.1 'in PDA besiyerindeki gelişimi	78
Şekil 50 <i>Muyocopronaceae</i> familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	79
Şekil 51 <i>Neocucurbitaria cava</i> 'nın PDA besiyerindeki gelişimi	80
Şekil 52 Cucurbitariaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	81
Şekil 53 <i>Sphaerulina rhododendricola</i> 'nın PDA besiyerindeki gelişimi	81
Şekil 54 <i>Mycosphaerellaceae</i> familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	82
Şekil 55 <i>Constantinomyces macerans</i> 'ın PDA besiyerindeki gelişimi	82
Şekil 56 Meruliaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	83
Şekil 57 <i>Aequabiliella effusa</i> 'nın PDA besiyerindeki gelişimi	84
Şekil 58 Cyphellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	85
Şekil 59 <i>Gnomoniopsis idaeicola</i> 'nın PDA besiyerindeki gelişimi	85
Şekil 60 Glomerellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	86
Şekil 61 Tanımlanamayan Türün PDA besiyerindeki gelişimi	87
Şekil 62 Mekansal çeşitlilik analizi grafiği	89
Şekil 63 Shannon entropisine dayalı evrensel beta çeşitliliği sonuçları	90
Şekil 64 İzolatların D toplumunda beta çeşitliliğine katkı oranları	91
Şekil 65 Tüm toplumlar için beta çeşitliliğine en fazla katkı yapan türler	91

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1 <i>Liquidambar orientalis</i> 'in taksonomik sınıflandırması	9
Tablo 2 Arazi Karnesi	28
Tablo 3 Çalışmada kullanılan primer çiftleri.....	35
Tablo 4 PCR reaksiyonunda kullanılan kimyasallar ve konsantrasyonları	36
Tablo 5 PCR sıcaklık ve döngü koşulları	36
Tablo 6 Elde edilen fungusların gruplanması, morfolojik tanımlanması ve NCBI eşleşmesi.....	41
Tablo 7 Mekansal çeşitlilik analizi verileri.....	88
Tablo 8 Yönelimsel alfa çeşitlilik değerleri.....	92
Tablo 9 Yaprak ve sap için elde edilen alfa tür çeşitliliği değerleri.....	93
Tablo 10 Yaprak kısımları için elde edilen alfa çeşitlilik değerleri	94
Tablo 11 Sap kısımları için elde edilen alfa çeşitlilik değerleri	94
Tablo 12 Farklı besiyerlerine göre hesaplanan çeşitlilik değerleri	95

SEMBOL LİSTESİ

PDA	:	Patates Dekstroz Agar
MEA	:	Malt Extract Agar
PLMEA	:	Plant- Malt Extract Agar
PCA	:	Potato Carrot Agar
WA	:	Water Agar
SDA	:	Sabouraud Dekstroz Agar
DNA	:	Deoksiribo Nükleik Asit
ITS	:	Internal Transcribed Spacer
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
m	:	Metre
NCBI	:	National Center for Biotechnology Information
ITS	:	Internal Transcribed Spacer
OTU	:	Operational Taxonomic Units
µL	:	MikroLitre
ng	:	Nanogram
TBE	:	Tris Borate EDTA Buffer
GRISP	:	Green DNA Stain
rDNA	:	Ribozomal Deoksiribo Nükleik Asit
H'	:	Tür Çeşitlilik İndeksi
CO₂	:	Karbondioksit
NaOCl	:	Sodyum Klorür
°C	:	Santigrad Derece
AM	:	Arbusküler Mikorizal
SNK	:	Student-Newman-Keuls
BLAST	:	Basic Local Alignment Search Tool
IF	:	İzolasyon Frekansları
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
NGS	:	Next-Generation Sequencing
NMS	:	Nonmetric Multidimensional Scaling
NMDS	:	Non-Metrik Çok Boyutlu Ölçeklendirme
MANOVA	:	Çok Değişkenli Varyans Analizi
ISA	:	İndikatör Tür Analizi
ARISA	:	Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, yüksek lisans eğitimim süresince edindiğim bilgi ve deneyimleri akademik alana katkı olarak sunma çabamı yansıtmaktadır. Tez çalışmam boyunca bana rehberlik eden ve her aşamada destek olan, sevgisini ve bilgisini eksik etmeyen beraber çalışmaktan ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum saygıdeğer danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Refika Ceyda BERAM'a sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamın planlanmasında, yürütülmesinde ve istatistiksel analiz çalışmalarında desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan değerli arkadaşlarım Nurzhan TASHİGUL, Muhammed Rahim BİKZAD ve Aizhan KUSMANOVA'ya teşekkür ederim.

2023FEBE037 numaralı proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Tezimin arazi çalışmalarında bana yardımcı olan Eskere Orman İşletme Müdürlüğü Çiçekli Orman İşletme Şefi Sayın Ömer ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni destekleyen annem, babam ve kardeşlerime her zaman yanımda oldukları ve bana inandıkları için minnettarım.

1. GİRİŞ

Funguslar, bitkiler, hayvanlar ve diğer mikroorganizmalarla parazitik veya simbiyotik ilişkiler kurabilen ökaryotik organizmalardır. Genellikle nemli ve karanlık ortamlarda yaşamayı tercih eden bu canlılar, ekosistem süreçlerini düzenlemede önemli roller üstlenmektedir (Větrovský ve diğ. 2019). Organik maddenin ana ayrıştırıcıları, bitkilerin ortakları veya patojenleri olarak bilinen funguslar; bitkilerin birincil üretimini, karbon mineralizasyonunu ve tutulmasını önemli ölçüde etkilerleyerek toprak karbon dengesinin önemli düzenleyicileri arasında yer alır (Peay ve diğ. 2016).

Biyçeşitlilik, bir ekosistemde bulunan genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği gibi farklı katmanlardaki çeşitliliği ifade eder (Reid ve diğ. 2005). Funguslar, ekosistemlerde önemli rol oynayan ve yüksek biyçeşitliliğe sahip organizmalardır. Biyçeşitlilikleri, genetik çeşitlilik, ekosistemlerdeki fonksiyonel roller ve farklı habitatlarda bulunma yeteneklerini içerir (Giguère-Tremblay ve diğ. 2020).

Fungus toplulukları, geniş bir ekolojik niş spektrumunu işgal etmekte ve çeşitli temel işlevleri yerine getirmektedir. Bu nedenle, birçok orman ekosisteminin işlevinde hayati bir rol oynamaktadır (Balami ve diğ. 2020). Örneğin, bazı fungus türleri bitkilerde endofitik olarak yaşayarak bitki büyümesini desteklerken, bazıları ise patojenik olup bitki hastalıklarına neden olabilmektedir (Afandhi ve diğ. 2019). Özellikle tarımsal ortamlarda, funguslar bitki hastalıklarının yayılmasına ve ciddi verim kayıplarına katkıda bulunabilmektedir (Park ve diğ. 2020). Ayrıca, bazı funguslar hayvanlarda hastalıklara neden olabilmekte; bazı entomopatojenik funguslar böcekleri enfekte ederek orman ve tarım alanlarında zarara neden olan böcek popülasyonlarını kontrol edebilmektedir (Ortega-Palomares ve diğ. 2014).

Ormanlar, insan yaşamının ve çevrenin çeşitli yönlerinde hayati roller üstlenmektedir. Bu doğal alanlar, atmosferdeki karbonu depolayarak iklim değişikliğiyle mücadelede kritik rol oynamaktadır. Ayrıca, ormanlar su döngüsünü düzenleyerek, toprağı erozyondan korumakta ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına

katkıda bulunmaktadır (Li ve diğ. 2022; Taddese ve diğ. 2022). Dünya ekosistemlerinin sürdürülebilirliği ve insan refahı açısından büyük önem taşıyan ormanlar, milyonlarca bitki, hayvan ve mikroorganizma türüne ev sahipliği yapmakta ve birçok yerli topluluğun kültürel mirasını ve yaşam biçimini desteklemektedir. Ormanların sağladığı ekosistem hizmetleri, ekonomik kalkınma ve insan sağlığı açısından da büyük değer taşımaktadır (IPCC 2019; FAO 2020). Ayrıca ormanlar insan ruh sağlığı üzerinde de birçok olumlu etki sağlamaktadır. Stresi azaltma, refahı artırma ve çevre dostu davranışları teşvik etme yoluyla ormanlar, bireylerin mental sağlıklarını iyileştirmektedir (Pichlerová ve diğ. 2023). Aynı zamanda, ormanlar geçim kaynağının sağlanması ve ekonominin desteklenmesi açısından da büyük öneme sahiptir (Birch ve diğ. 2014; Acharya ve diğ. 2019).

Orman ekosistemlerinde, bitkiler ve mikroorganizmalar arasındaki simbiyotik ilişkiler, ekosistemin işleyişi ve sağlığı için gerekli ve hayatidir. Bu simbiyotik ilişkiler, bitkilerin ve fungusların uyum sağlamasına, biyotik ve abiyotik stresi azaltarak büyümeyi teşvik etmesine ve sinyal yoluyla değişikliklere uğramasına olanak tanımaktadır (Braga ve diğ. 2016). Özellikle mikorizal funguslar ve azot sabitleyici bakteriler gibi mikroorganizmalar, besin döngüsünde hayati rol oynayarak orman ekosistemlerinin genel sağlığına ve üretkenliğine katkıda bulunmaktadır (Jasper 2007; Öpik ve diğ. 2009).

Bitki-fungus ilişkisi, simbiyotik ortaklık olarak bilinir ve bu ilişki bitkiler ile funguslar arasında karşılıklı yarar sağlayan bir etkileşimi ifade etmektedir. Bu ilişki, bitkilerin kök sistemleri ile fungusların misel ağları arasında gelişir. Örneğin, arbusküler mikorizal (AM) funguslar, bitki köklerini kolonileştirerek bitkilerin topraktan mineral besinleri almasına yardımcı olurken, bitkiler de funguslara karbon sağlamaktadır (Backer ve diğ. 2018). Bu karşılıklı ilişki, bitki büyümesini destekler, toprağın verimliliğini artırır ve ekosistemdeki besin döngüsünü güçlendirir (Backer ve diğ. 2018; Yüzbaşıoğlu 2021). Ayrıca, bitki-fungus ilişkisi hastalıklara karşı direnci artırarak bitki sağlığını korumakta ve bitkinin çevresel streslere karşı direncini arttırmaktadır (Bellande 2017). Bu karmaşık ilişki, bitki ve fungusların birlikte gelişmesine, çeşitli habitatlara uyum sağlamasına ve ekosistemde önemli bir rol oynamasına olanak tanımaktadır (Mücevher 2021).

Fungusların yaşam döngüleri genellikle spor oluşumu, spor dağılımı, konak kolonizasyonu, enfeksiyon ve üreme aşamalarını içerir. Örneğin, bazı funguslar sporlarını bitki yapraklarına yerleştirerek enfeksiyon oluşturabilmekte ve bu da bitki hastalıklarına yol açabilmektedir (Park ve diğ. 2020). Bu süreçte funguslar sıklıkla çevresel faktörlerden etkilenmekte ve uygun koşullar altında hızla çoğalabilmektedir (Acevedo ve Naulin 2022). Özellikle fungusların çevresel faktörlere duyarlılığı ve konakçılarla olan etkileşimleri; ekosistem dengelerini etkileyebilmekte, ortamdaki funguslar ve diğer canlılar için biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli roller oynamaktadır (Acevedo ve Naulin 2022). Küresel değişimin büyüklüğü göz önüne alındığında, iklim ve diğer çevresel faktörlerin fungus topluluklarının çeşitliliğini ve dağılımını nasıl etkilediğini belirlemek büyük önem taşımaktadır (Hillebrand 2004). Çünkü funguslar, ısı ve kuraklık gibi iklim değişikliğiyle ilişkili abiyotik stresörleri iyileştirerek bitkilere fayda sağlayabildikleri gibi (Redman ve diğ. 2002; Kivlin ve diğ. 2013) iklim değişikliğiyle artan ısı ve kuraklık ile bitkileri stres altına sokarak şiddetli kurumalara da neden olduğu bilinmektedir. Çeşitli yaşam döngüleri ve konakçı ilişkileriyle geniş bir biyolojik çeşitlilik sergileyen fungusların kurak alanlardaki iklim faktörlerinden etkilendiği de bildirilmiştir (Maestre ve diğ. 2015). Funguslarında yaşam tarzlarını ve ekolojik rollerini tanımlarken onları mikorizal, saprofitik, patojen ve endofit olarak ayırabilmekteyiz.

Mikorizal funguslar, bitkilerle karşılıklı bir alışveriş içerisinde önemli bir simbiyotik ilişki yürütürler ve bu ilişki, bitkilerin mineral beslenmesini ve dirençlerinin artırılmasını sağlar (Akpınar ve diğ. 2020; Yurdakul 2023). Mikorizal funguslar, topraktan besin elementlerinin alınmasına yardımcı olur ve bitkilerin kuraklık stresine karşı daha dirençli olmalarını sağlar (Toprak 2020). Özellikle arbusküler mikorizal (AM) fungusları, bitkilerin topraktan su ve besin maddelerini daha etkin bir şekilde almasına yardımcı olur ve kuraklık gibi zorlayıcı koşullarda bile daha iyi gelişmelerini sağlar (Toprak 2020). Ayrıca, mikorizal funguslar, bitkilerin çimlenmesi için gerekli olan ortamı oluşturur ve bitkilerin kök salgıları ve hidroliz yoluyla organik fosfor alımını artırır (Yurdakul 2023). Bazı bitkiler, mikorizal funguslar olmadan çimlenemez ve büyüyemezler. Örneğin, orkideler mikorizal funguslarla simbiyotik bir ilişki içinde olup, topraktan besinleri alarak büyürler (Kurt ve Çalışkan 2020; Aytar ve Kömpe 2021). *Morchella* türü funguslar ise ağaçlarla mikorizal ilişki içinde yaşarlar ve bu ilişki sayesinde bitkilerle besin alışverişini yaparak

hem fungusların hem de bitkilerin büyümesine katkıda bulunurlar (Dağtekin ve diğ. 2022).

Saprofitik funguslar, çürümüş organik maddeler üzerinde yetişen ve yaşayan fungus türleridir. Bu funguslar, organik madde ve bitki artıklarının ayrışmasından sorumlu olup ekosistemdeki besin döngüsünün düzenli devamlılığını sağlarlar (Satar ve Ulusoy 2016; Ruiz Almenara ve diğ. 2019). Spor üretimi yoluyla üremelerini sürdürürler ve yeni besin kaynakları bulurlar (Karakurt ve Kalkancı 2023). Konakçı ilişkileri açısından, saprofitik funguslar genellikle bitki ve hayvan dokularında parazitik olmayan bir yaşam sürerler. Bu tür funguslar, bitki gelişimini destekleyerek toprak sağlığını iyileştirebilirler (Dağtekin ve diğ. 2022). Parazitik funguslar, konakçı bitkinin besin maddelerini tüketerek bitki hücrelerinin metabolizmasını olumsuz etkilerler. Bu durum, bitkide oksijen, fosfor ve nitrojen dengesinin bozulmasına yol açar. Metabolik bozulmalar, bitkinin dokularında, organlarında ve bazen tüm bitki boyunca yayılabilir. Bitki köklerinde, gövdelerinde, yapraklarında, çiçeklerinde, meyvelerinde ve tohumlarında görülen lekeler, solgunluklar, buruşmalar, tümörler, fistüller ve nekrozlar genellikle parazitik fungusların neden olduğu belirtilerdir (Bahçecioğlu 1995).

Patojen funguslar, genellikle konak organizmanın dokularında veya oluşumunda yaşayarak konak organizmanın sağlığını olumsuz etkilerler. Patojen funguslar, genellikle karmaşık bir iletişim ağı içinde konak organizma ile etkileşirler. Konak organizmanın sağlık sistemi ile patojen fungus arasındaki etkileşimler, enfeksiyonun seyrini belirleyebilir (Köse ve diğ. 2020). Orman ekosistemlerinde, belirli patojen funguslarla mücadele edilen hastalıklara bakıldığında, fungus hastalıklarının giderek yaygınlaştığı görülmektedir (Severoğlu ve diğ. 2021). Bazı patojen funguslar, konak organizmadan hücreler yayarak bulaşabilir ve yeni konakçılar bulabilirler. Bu yaşam döngüsü, enfeksiyonların kontrol edilmesi ve önlenmesi açısından kritiktir (Özoğlu ve diğ. 2022). Örneğin, bazı bitki türlerindeki patojen funguslar, hastalıklara neden olabilir ve bu bitki türlerinin popülasyonlarını etkileyebilirler (Altınok ve Çifçi 2019). Özellikle patojen fungusların bitki köklerine zarar verme potansiyeli göz önünde bulundurularak birçok araştırma yapılmaktadır (Whipps 2001). Bu funguslarla mücadele etmek ve enfeksiyonları önlemek için çeşitli tedavi yöntemleri geliştirilmiştir (Coşkun 2018). Yapılan son çalışmalarla birlikte

endofitik fungusların bitki sağığının korunmasında ve patojenlerle etkili bir şekilde mücadele edilmesinde önemli bir roller üstlendiğı görölmektedir (Özdemir 2023).

Endofitik funguslar, konakçı bitkiye herhangi bir görünür zarar vermeden, bitkilerin iç dokularında yaşayan fungus türleridir. Bu funguslar, bitkiler üzerinde çeşitli faydalar sağlayarak bitkinin savunma mekanizmasını güçlendirip çevresel streslere karşı direncini artırır (Deshmukh ve diğ. 2018). Bununla birlikte doğrudan böcekleri ve patojenleri inhibe edebilen veyahut bitkiyi uyararak pasif durumdaki dayanıklılık mekanizmalarını harekete geçiren sekonder metabolitler üretebilirler (Beram 2016; Ju ve diğ. 2022). Endofitik funguslar ürettikleri antimikrobiyal, antitümör ve antiinflamatuvar aktiviteler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler bitki hastalıklarıyla mücadelede etkinlik gösterebilmektedir (Ortega ve diğ. 2021). Endofitik mikroorganizmalar tarafından üretilen bazı kimyasallar, fitopatojenler de dahil olmak üzere diğer organizmaların büyümesini güçlü bir şekilde engelleyen antifungal, antibakteriyel ve insektisit özelliklere sahiptir. Endofitler gibi antagonistik mikroorganizmaların kullanımı, bitki hastalıkları mücadelesinde en ideal yöntemlerden biri olarak kabul edilir ve hastalıkların biyokontrolünde büyük umut vaat etmektedir (Beram 2016).

Endofitik funguslar; bitkilerdeki hastalıklara, böceklere, patojenlere, kuraklık, tuzluluk ve ağır metal konsantrasyonları gibi abiyotik streslere karşı direnci artırıp; bitkinin büyümesine ve gelişmesine yardımcı olan fitohormonlar (oksinler ve gibberellinler) gibi biyoaktif doğal ürünlerin üretimini sağlayarak bitkinin büyümesini teşvik edebilirler (Kumar ve diğ. 2019; Ortega ve diğ. 2020). Bu funguslar, tarım, ilaç ve biyoremediasyon gibi birçok alanda potansiyel uygulamalar sunmaktadır. Bu potansiyel, özellikle biyoaktif bileşikler üretme, bitki savunma mekanizmalarını güçlendirme ve bitki büyümesini destekleme yetenekleri sayesinde daha da artmaktadır. Endofitik fungusların sahip olduğu bu yetenekler hem bitki sağığına katkı sağlamada hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemede önemli fırsatlar sunmaktadır (Bogas ve diğ. 2024). Endofitik çeşitliliğin daha iyi anlaşılması, ilaç keşfi, endüstriyel kullanım ve tarımsal uygulamalar için yeni moleküllerin keşfi için muazzam potansiyele sahip önemli biyoaktif doğal ürün kaynaklarının araştırılmasına yol açmıştır (Kumar ve diğ. 2019).

Çoğu fungus cinsi/türü kolonizasyon için hareket eden yaprak dokusunda bulunan fitokimya ve mikro/makro besin içerikleri nedeniyle sadece belirli konukçu bitki türlerinde bulunmaktadır (Arnold ve diğ. 2003). Ayrıca aynı bitki türü içindeki endofitik fungus topluluğu oldukça dinamiktir ve taksonların zenginliği ve çeşitliliği, çeşitli biyotik ve abiyotik faktörler tarafından etkilenebilir ve belirlenebilir (Reis 2022).

Taxus türleri ile ilişkili endofitik bir fungusta taksolün keşfi (Stierle ve diğ. 1993) ile birlikte, endofitik funguslar, tür çeşitliliği ve/veya biyoaktif moleküller üretme kapasiteleriyle bilim camiasının dikkatini çekmiştir (Reis ve diğ. 2022). Bu mikroorganizmalar, biyoteknolojik, tarımsal ve farmasötik uygulamalarda önemli bir rol oynayabilecek büyük potansiyele sahiptir. Endofitik funguslar, çeşitli biyolojik aktiviteleri olan ikincil metabolitler üretebilirler ve bu özellikleri, onları yeni teknolojilerin geliştirilmesi açısından oldukça değerli kılmaktadır. Özellikle tarım alanında, biyogübreler ve biyokontrol ajanları gibi yenilikçi çözümler, kimyasal gübre ve pestisit kullanımını azaltma potansiyeline sahiptir. Bu tür uygulamalar, bitki büyümesini teşvik ederken, aynı zamanda bitkileri patojenlerden koruma işlevi görebilir. Tarımsal üretim sürecinde bu tür çevre dostu yaklaşımların benimsenmesi, ekosistem sağlığı ve sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahiptir (Liu ve diğ. 2016). Farmasötik alanda ise, endofitik funguslar tarafından üretilen ikincil metabolitler, antimikrobiyal, antikanser, antioksidan ve antiinflamatuvar gibi çeşitli biyolojik aktiviteler gösteren bileşikler içerir. Bu bileşikler, yeni ilaçların geliştirilmesinde potansiyel kaynaklar olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, endofitik fungusların incelenmesi, sadece bitki sağlığı ve tarımsal verimlilik değil, aynı zamanda insan sağlığı ve endüstriyel uygulamalar için de büyük önem taşır (Strobel ve Daisy 2003). Bu araştırma alanı, yeni biyoteknolojik ürünlerin keşfi ve geliştirilmesine temel teşkil etmekte ve sürdürülebilir ve çevre dostu teknolojilerin ilerlemesine katkıda bulunmaktadır. Endofitik fungusların biyolojik potansiyelini anlamak hem mevcut uygulamaların iyileştirilmesine hem de yeni, etkili çözümler geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bitkilerin endofit çeşitliliğinin belirlenmesi, ekosistem fonksiyonları ve bitki sağlığı açısından önemli bir araştırma konusudur (Schulz ve diğ. 2002).

Dünya literatüründe yapılan çalışmaların çoğu, endemik bitki türlerinin fungal endofitler için önemli bir habitat olduğunu vurgulamış ve yeni fungal türler giderek daha fazla tanımlanmıştır. Dünya literatüründe farklı konukçulardan elde edilen endofitik funguslarla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, ülkemizdeki orman ağaçlarında fungal endofitlerin belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Gezgin ve Eltem 2009). Yapılan literatür taramalarında, özellikle endemik ağaç türleri üzerinde yapılan fungal çalışmaların yeni kayıtlar ortaya çıkardığı görülmektedir (Arnold ve Lutzoni 2007).

Bu tez çalışması, Türkiye'nin relikt endemik türlerinden biri olan *Liquidambar orientalis* Mill. (Anadolu sığla ağacı)'in yaprak ve yaprak sapında bulunan fungal endofit çeşitliliğini anlamak ve bu çeşitliliği potansiyel olarak etkileyebilecek bazı ekolojik ve fiziksel parametreleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra, bu endemik türde bulunan potansiyel tehlikeli bitki patojenlerini tespit etmek çalışmanın diğer bir amacıdır. Böylece, tehlikeli bitki patojenlerine karşı nesli tehlikede olan bu tür için ilk adım atılmış olacaktır. İklim değişikliği gibi sebeplerle, *Neofusicoccum* cinsi Botryosphaeriaceae familyasına ait türlerin ağaçta endofit formdan patojen forma dönüşebileceği birçok çalışma rapor edilmiştir (Slippers ve Wingfield 2007). Konukçuda mevcut olan fungal endofitlerin bilinmesi kadar, bu endofitlerin konukçu üzerindeki biyoçeşitliliği ve bu biyoçeşitliliğin nedenlerinin anlaşılması da önemlidir.

L.orientalis ile ilişkili endofitik funguslar hakkında uluslararası literatürde mevcut bilgi eksiklikleri, bu araştırmayı eşsiz bir ekosistemden elde edilen fungal endofitlerin taksonomik çeşitlilik potansiyelini ortaya koyma açısından son derece önemli kılmıştır. Bu nedenle, bu tür üzerinde temel çalışmaların başlatılması, endofit türlerinin tespiti, ekolojik ve evrimsel önemlerinin anlaşılması açısından büyük bir değer taşımaktadır. *L. orientalis*'in relikt endemik bir tür olması, bu bitkinin endofit çeşitliliğini incelemek için ideal bir araştırma materyali olma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu tür, Türkiye'de önemli ekolojik bir değere sahip olup, nesli tükenmekte olan türler arasında listelenmektedir (Ürker ve diğ. 2023). Bugüne kadar *L. orientalis* ile ilişkili fungal endofitler üzerine herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, *L. orientalis*'in endofit çeşitliliği üzerine Türkiye ve dünya literatüründe yapılmış ilk rapor niteliğini taşımaktadır. Böylece, bu araştırma, bu türün ekosistem içindeki rolü ve endofit çeşitliliği hakkında önemli veriler

sağlayarak, hem bilimsel bilgi havuzuna katkıda bulunacak hem de korunma stratejilerinin geliştirilmesine ışık tutacaktır.

Bu bağlamda, *L. orientalis* türünün endofit çeşitliliğinin ekolojik ve biyoteknolojik açıdan büyük bir öneme sahip olduğu ve çalışmadan elde edilen bulguların bu türün korunması ve sürdürülebilirliği için önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada ayrıca bu endemik bitki türünde bulunan endofitlerin patojenik potansiyele sahip olma durumları da değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın bulguları, *L. orientalis*'in korunması ve sürdürülebilirliği için önemli stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.



2. *Liquidambar orientalis* HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1 Taksonomisi

Liquidambar, Altingiaceae familyasının tek cinsi olup 15 tür içermektedir. Bu cinse ait türler daha önce yapılan sınıflandırmalarda sıklıkla Hamamelidaceae familyasında yer almaktaydı (Tablo 1). Ülkemizde geleneksel olarak "günlük ağacı" olarak bilinen Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) *Liquidambar* cinsine ait bir paleoendemik türdür (Davis 1982; Arslan ve Şahin 2016). Türkiye'ye özgü bu tür, Akdeniz ikliminin karakteristik bitkilerinden biridir ve bu nedenle ekosistemlerimizde özel bir öneme sahiptir. *L. orientalis* türü, iki alt türü ile tanınır: *Liquidambar orientalis* Mill var. *orientalis* ve *Liquidambar orientalis* var. *integrifolia* (Aitchison) Ietsw. (Selim ve Sönmez 2015).

Kingdom:	Plantae
Clade:	Tracheophytes
Clade:	Angiosperms
Clade:	Eudicots
Order:	Saxifragales
Family:	Altingiaceae
Genus:	<i>Liquidambar</i>
Species:	<i>L. orientalis</i> Mill.

Tablo 1 *Liquidambar orientalis*'in taksonomik sınıflandırması

2.2 Yayılışı

L. orientalis, Türkiye'nin güneybatısında, özellikle Muğla, Aydın ve Denizli illerinde doğal olarak yetişir (Davis 1982). Bu tür, Türkiye'de en geniş yayılışını Muğla ilinde, özellikle Köyceğiz, Dalaman, Fethiye, Ula ve Marmaris ilçelerinde gösterir (OGM 2023). Türkiye ve Rodos Adası dışında doğal olarak bulunmayan *L. orientalis*, diğer ülkelerde peyzaj düzenlemeleri veya botanik bahçelerinde yetiştirilebilir. Ancak, bu tür Türkiye'ye özgü olup, ülkemizdeki ekosistemler için önemli bir yer tutar.

L. orientalis'in dağılımı, Doğu ve Batı Asya, Kuzeydoğu Amerika ve Orta Amerika gibi çeşitli bölgelerde de belirtilmiş olmakla birlikte, Türkiye bu türün merkezi yayılış alanıdır (Ünügül ve diğ. 2022). Ancak son 50 yıl içinde, *L. orientalis* ormanlarında önemli ölçüde kayıplar yaşanmıştır. Kurt (2008) tarafından yapılan araştırmalara göre, 1940'larda Türkiye'deki toplam *L. orientalis* ormanlık alanı 6300 hektar iken, günümüzde bu alan sadece 1350 hektara düşmüştür. Bu ciddi azalma, *L. orientalis* üzerine araştırmaların artmasına ve bu türün korunması için daha fazla çabanın gerektiğine işaret etmektedir (Selim ve Sönmez 2015).

2.3 Botanik özellikleri

Balsam kanalları bulunan *Liquidambar*; Latince sıvı anlamına gelen “liquidus” ve Arapça güzel kokulu maddelere verilen ortak ad anlamına gelen “amber” sözcüklerinin birleşmesinden oluşmuştur, güzel kokulu sıvı anlamı taşımaktadır (Arslan ve Şahin 2016). Genellikle uzun ömürlü olup, 500 yıl veya daha uzun süre yaşayabilir. *L. orientalis* geniş yapraklı bir türdür ve büyük, geniş yaprakları ve belirgin dişli kenarları ile tanınır. Sonbaharda, yaprakları canlı kırmızı ve turuncu renklere dönüşür, bu da bitkinin dekoratif değerini artırır. Yaklaşık 30–35 metre yüksekliğe, 100 cm çapında bir gövdeye sahip olabilir. Çiçekleri, küçük ve yeşilimsi renkte olup, genellikle sonbaharda olgunlaşır. Tek eşeyli çiçekler Mart ile Nisan arasında açar. Meyveler Kasım ile Aralık arasında olgunlaşır ve tohumlar rüzgarla dağılır. Meyveleri, dikenli kapsüller şeklindedir ve olgunlaştığında kahverengi bir renk alır (Smilyanets ve diğ. 2024). Ağaç zengin, derin ve nemli topraklarda, bataklıklar,

nehir kenarları ve kıyı bölgelerinde optimal büyüme gösterir, ancak eğimli ve kuru topraklarda da yetişebilir.

Bu türde gençken kabuk çatlamaz, ancak yaşlandığında yarıklar oluşur. Genç kabuk griye çalan bir renkte olup, yaşlandıkça gri-kahverengi veya kahverengiye döner (Arslan ve Şahin 2016). Genç lentiseller ilk başta yeşilimsi, sonra kırmızımsı-kahverengi ve ince görünür. Yüzeydeki lentiseller küçük ve çıplak gözle görünür. Yan tomurcuklar, sürgünler üzerinde çok sıra halinde ve lentiselere doğru eğilimli olarak düzenlenmiştir. Apikal tomurcuk, yan tomurcuklardan biraz daha büyüktür. Tomurcuklar yumurta şeklinde, elipsoidal ve sivridir, parlak olup, pul kenarları hafifçe kıvrımlıdır, kahverengi ve çıplaktır. Pul renginin elma yeşili-kahverengi olduğu görülür. Ovulduğunda aromatik bir koku yayar (Atay 1985; Yaltırık ve Efe 1994; Anşin ve Özkan 1997; Alan ve Kaya 2003; Özmen 2011).

Beş loblu ve radyal damarları olan yapraklarda her lob genellikle ikincil loblara ayrılır. Küt veya sivri ucu olan lobların sayısı nadiren 3 veya 7'dir. Yaprakların kenarları ince ve düzenli dişlidir. Yaprak sapının tabanında, ana damarların birleşim yerinde, saplı saç demetleri bulunur ve bazı yapraklarda bu saçlar önemsizdir. Üst yüzey tamamen çıplak ve parlak yeşildir. Yaprak sapı ince ve oldukça uzundur. Erkek çiçekler tahta şeklindedir ve tomurcukların üst ekseninde yoğun ve sarkık, alt tarafında ise daha az sıklıkta bulunur (Arslan ve Şahin 2016).

2.4 Tıbbi ve Kozmetik Kullanımlar ile Ekonomik Önemi

L. orientalis, özellikle tıbbi ve kozmetik alanlarda geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan önemli bir odunsu bitkidir. Akdeniz bölgesinde yaygın olarak bulunan bu bitki, reçine üretimi ve çeşitli farmasötik ürünlerin hazırlanmasında değerli bir kaynak olarak kabul edilir (Baytop 1999). Reçineleri, özellikle antiseptik ve antiinflamatuvar özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu bitkinin reçineleri, cilt bakım ürünlerinde ve kozmetiklerde sıkça tercih edilirken, aynı zamanda doğal antiseptik özellikleri nedeniyle çeşitli sağlık ürünlerinde de yer

almaktadır. Bitkinin sağlık alanındaki bu kullanımları, onun ekonomik önemini ve ekosistem içindeki rolünü önemli ölçüde artırmaktadır (Gürbüz ve diğ. 2002).

L. orientalis'in farmasötik ve kozmetik uygulamalardaki potansiyeli hem yerel hem de uluslararası pazarlarda büyük bir değer taşır. Tıbbi kullanımlarında, özellikle antiinflamatuvar ve antiseptik özellikleri, bitkinin terapötik uygulamalarını destekler. Ayrıca, bitkinin reçinelerinin ve diğeri bileşenlerinin işlenmesi, ekonomik faydalar sağlayan bir endüstriyel süreç oluşturur. Bu yönleriyle *L. orientalis*, ekosistem hizmetlerinin ve biyoteknolojik ürünlerin sağlanmasıda önemli bir rol oynamaktadır (Ustaoglu 2019).

L. orientalis, antibakteriyel amaçlı uçucu yağ mikrokapsüllerinin sentezi (Çağlar ve Şahbaz 2023), tedavi edici özelliklerinin değerlendirilmesi (Baloğlu 2023) ve yara pansuman malzemesi olarak potansiyeli (Demir ve diğ. 2022) dahil olmak üzere çeşitli alanlarında kullanılmıştır. Ayrıca, bu türün farklı ekstraktlarının antimikrobiyal özellikleri ve kimyasal bileşimi araştırılarak mikrobiyolojideki potansiyel uygulamaları ortaya konmuştur (Keskin ve Güvensen 2022).

L. orientalis, çeşitli biyoaktif bileşiklerin kaynağı olarak tanınmış ve insanlara sağladığı önemli faydalar ve çeşitli uygulamalar nedeniyle araştırılmıştır. Özellikle "Sığla Yağı" olarak bilinen reçineli eksudası, hepatotoksisite ve oksidatif strese karşı koruyucu ve antioksidan özellikler göstermiştir (Suzek ve diğ. 2015). *Liquidambar* türlerinin evrimsel tarihi ve çeşitliliği incelenmiş, yaprak morfolojisi ve polen özelliklerine dayanarak *Liquidambar hainanensis*'in Batı Asya'daki mevcut *L. orientalis* ile yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir (Maslova 2023). Türkiye'nin Muğla ili gibi belirli bölgelerindeki endemik *L. orientalis* popülasyonlarının genetik karakterizasyonu da yapılmış ve türün kalıntı endemik doğasına dikkat çekilmiştir (Yüzer ve diğ. 2022).

L. orientalis, tıbbi kullanımlardan antimikrobiyal özelliklere kadar geniş bir yelpazede faydalar sunarak Türkiye'nin florası ve biyolojik çeşitliliğinde önemli bir rol oynamaktadır (Mutlu ve diğ. 2017). Endemik doğası, genetik çeşitliliği ve çeşitli

uygulamaları, onu ülke içindeki araştırma ve potansiyel endüstriyel uygulamalar için değerli bir kaynak haline getirmektedir.

2.4.1 Sığla yağının çıkarılması

Sığla yağı (storax), Anadolu'da yüzyıllardır üretilen ve *L. orientalis* ağacından elde edilen değerli bir üründür. Yağın üretim süreci, geleneksel yöntemler ve belirli mevsimsel uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilir. İlk aşamada, uygun gövdeye sahip ağaçlar seçilir ve mart ayı sonlarına doğru ağacın gövdesine uzun hatlı yaralar açılarak kabuk inceltir. Bu işlemin ardından yaralanan ağaçlar yaklaşık bir ay süreyle bu şekilde bekletilir. Mayıs ayı itibarıyla, "kaşık" adı verilen özel bir alet ile yaralar diri kabuk, kambiyum ve diri odun kısımlarına kadar açılarak damar oluşturulur. Bir hafta sonra yaralar tekrar tazelenerek "surlama" işlemi yapılır. Bu işlem, yaralarda biriken yağın alınmasına olanak tanır ve "sur arkası" olarak adlandırılan bu aşama ile tamamlanır (Ustaoglu 2019)

Yağın elde edilmesi süreci ise temmuz ayı ortasından ekim ayının sonuna kadar devam eder. Bu süreçte, ağaç gövdesinde biriken ve çevresel etkilerle katılaşmış olan reçine, kabuk ve odun kısımlarından sıyrılarak toplanır; bu işleme ise "karakap" adı verilir. Toplanan bu ürünler, "sefer" adı verilen bir işlemle kıl torbalara konur ve ardından presleme işlemi uygulanarak sığla yağı mekanik yollarla ayrıştırılır. Presleme sonrası su ve yağın karışık olarak bulunduğu bu sıvı, derin beton havuzlarda dinlendirilir ve yağ üst kısımda toplanarak saflaştırılır. Kalan katı maddeler ise "küspe" olarak adlandırılır ve buhur yapımında kullanılır (Arslan ve Şahin 2016).

Sığla yağı üretiminde ayrıca modern ekstraksiyon teknikleri de kullanılmaktadır. Örneğin, çözücü ekstraksiyon yöntemlerinde etanol veya diklorometan gibi organik çözücüler kullanılarak reçine işlenebilir (Nalbantsoy ve diğ. 2016; Keskin ve Güvensen, 2022). Geleneksel yöntemlerin yanı sıra, ultrasonik destekli ekstraksiyon gibi modern teknolojiler, ultrasonik dalgalar aracılığıyla yağın verimliliğini artırmakta ve kimyasal bileşenlerin bütünlüğünü korumaktadır (Çağlar ve Şahbaz 2023).

Sığla yağı; antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleriyle öne çıkan bir üründür ve bu özellikleri nedeniyle hem farmakolojik hem de kozmetik alanlarda geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir (Ökmen ve diğ. 2014). Yağın kimyasal bileşimi ve kalitesi, ağacın yetiştiği bölgenin coğrafi ve iklimsel koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup, bu faktörler yağın etkinliği ve uygulama alanlarını da etkilemektedir (Biltekin ve diğ. 2015).

2.4.2 Sığla reçinesinin tütsü olarak kullanımı

L. orientalis, Türkiye'nin güneybatısında, özellikle Muğla ve çevresinde yetişen endemik bir türdür. Bu ağacın reçinesi, tarih boyunca hem dini ritüellerde hem de sağlık amaçlı olarak değerli bir madde olarak kullanılmıştır. Sığla reçinesi, özellikle tıbbi ve aromaterapik özellikleri nedeniyle tütsü olarak yakılmakta, ortama hoş bir koku yayarak çeşitli inançlara dayalı olarak kötü ruhların uzaklaştırılması ve hastalıklardan korunma amacıyla kullanılmaktadır. Halk arasında "sığla yağı" adıyla bilinen bu reçine, ayrıca solunum yolu hastalıklarının tedavisinde de tütsüleme yöntemiyle uygulanmıştır (Baytop 1999).

Sığla reçinesinin tütsü olarak kullanılmasının arkasındaki bilimsel temelde, içerdiği uçucu bileşenlerin (sinnamik asit türevleri, alfa-pinen ve çeşitli terpenler) yer aldığı bilinmektedir. Bu bileşenler, antibakteriyel ve anti-inflamatuvar özellikler göstererek rahatlatıcı ve dinlendirici bir etki yaratmaktadır. Geleneksel halk tıbbında bu reçine, stres azaltma, zihinsel rahatlama sağlama, uyku problemlerine yardımcı olma gibi amaçlarla kullanılmıştır (Arslan ve diğ. 2015). Ayrıca, tarih boyunca hem Osmanlı döneminde hem de daha önceki Anadolu uygarlıklarında sığla reçinesinin ruhsal arınma ve huzur sağlama amacıyla yakıldığı bilinmektedir (Öztürk 2012).

Sığla reçinesinin tütsü olarak kullanımı, aynı zamanda Mısır ve Mezopotamya'daki benzer tütsü gelenekleriyle paralellikler göstermektedir. Bu bölgelerde de sığla benzeri bitkilerden elde edilen reçinelerin dini ve tıbbi amaçlarla kullanıldığına dair kayıtlar bulunmaktadır (Güner 2006). Modern aromaterapi araştırmaları, sığla reçinesinin içerdiği uçucu bileşenlerin gevşeme ve stres azaltıcı etkilerini desteklemekte, ancak spesifik olarak sığla reçinesi üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sınırlı kalmaktadır.

2.5 Korunma durumu

L. orientalis, Türkiye'nin güneybatısında ve Yunanistan'ın Rodos Adası'nda doğal olarak bulunan bir ağaç türüdür. Bu tür, Türkiye'ye özgü olmakla birlikte yalnızca Türkiye ile sınırlı olmayıp Yunanistan'da da popülasyonlara sahiptir (Güner 2012). Habitat kaybı ve çevresel tehditler nedeniyle, IUCN (International Union for Conservation of Nature) tarafından "Tehlike Altındaki Türler" kırmızı listesinde (Endangered) sınıflandırılmış ve en son 2017 yılında A2c kriterlerine göre değerlendirilmiştir (Kavak ve Wilson 2018). Başlıca tehditler arasında tarımsal faaliyetler, yangınlar, kirlilik, yoğun turizm yatırımları, kirli su ve aşırı otlatma yer almaktadır (IUCN 2024). Ayrıca, iklim değişikliğine bağlı kuraklık, türün yaşam alanını daha da bozabilecek önemli bir gelecekteki tehdit olarak görülmektedir. IUCN Kırmızı Listesi (2018) ve GBIF (2018) de *L. orientalis*'i Akdeniz coğrafyasına özgü ve bölgesel endemik bir tür olarak değerlendirmeye devam etmektedir. Bu değerlendirmeler, türün yayılımının sınırlı olduğunu ve yalnızca Türkiye ile Yunanistan'ın belirli bölgelerinde görülen nadir bir ağaç olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle, *L. orientalis*'in dağılımı ve korunma durumu, bölgesel ekosistemler ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Bu türün sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla çeşitli koruma stratejileri ve koruma alanları uygulanmaktadır (Ürker 2023). Bu relik endemik taksonun ormanları, Muğla ilindeki Dalyan ve Köyceğiz arasında özel olarak korunmuş bir alanda bulunmaktadır. Burada, türün korunması için 286 hektarlık (710 dönüm) bir alan doğa koruma alanı ve ağaçlık olarak ayrılmıştır. Ayrıca, büyük bir *L. orientalis* ormanı Marmaris çevresini sarmaktadır. Burdur'un Bucak ilçesinde, Antalya yolundaki Karacaören barajı rezervuarı yanında yer alan 88,5 hektarlık (219 dönüm) başka bir korunan *L. orientalis* ormanlık alanı mevcuttur. Denizli'nin Beyağaç ve Tavas ilçelerinde de yerel olarak *L.orientalis* ağaçları bulunmaktadır. Türkiye'deki saf *L. orientalis* ormanlarının toplam alanı yaklaşık 1.300 hektar olup, ülkenin güneybatı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Mevcut alan, 1940'larda yaklaşık 6.000 hektar olan seviyelere göre belirgin bir azalmayı göstermektedir (Kurt 2008). Ancak, 1980'lerden

itibaren alınan koruma önlemleri ve yapılan altyapı çalışmaları, ormanların kaybını durdurmuş ve hafif iyileşmelere yol açmıştır (Şekil 1).

Türkiye'de *L. orientalis* ağacının durumu ve korunmasına ilişkin gelişmeler, yerel ve ulusal çevre gündeminde kritik bir önem taşımaktadır. *L. orientalis*'in korunması, ekosistem dengesi ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenlerle, *L. orientalis* Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğinde önemli bir konuma sahiptir ve endemik türler arasında en iyi bilinen sembollerinden biridir. Türün korunması, sadece ekosistem sağlığı açısından değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması ve gelecekteki araştırmalar için kritik öneme sahiptir. Türkiye'nin bu özel orman ekosistemini koruma çabaları hem yerel hem de ulusal düzeyde sürdürülebilir çevre yönetiminin bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, korunma stratejileri, habitatların iyileştirilmesi ve etkili koruma önlemleri, *L. orientalis* ormanlarının gelecek nesillere aktarılması için hayati önem taşımaktadır.



Şekil 1 *Liquidambar orientalis*'in coğrafik yayılımı (IUCN resmi sitesinden alınmıştır, ulaşım tarihi: 20 haziran 2024)

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Cannon ve Simmons (2002), tropik bölgelerdeki endofitik fungus topluluklarının konakçı bitki türlerine özgü olup olmadığını araştırmak amacıyla Guyana'daki Iwokrama Orman Rezervi'nde bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma, 12 farklı bitki türünden alınan sağlıklı yaprak örneklerinin laboratuvarda kültüre edilmesiyle yürütülmüştür. Fungus izolasyonu için %2 MEA ortamı kullanılmış ve izole edilen türler kültürel ve mikromorfolojik özelliklerine göre tanımlanmıştır. Bazı türler, ITS bölgelerinin PCR yöntemiyle dizilenmesiyle morfolojik olarak doğrulanmıştır. Sonuçlar, endofitik fungus topluluklarının bitki türlerine özgü olmadığını, ancak coğrafi faktörlerin belirleyici olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar 12 bitki türünden yaklaşık 350 adet fungal izolat elde etmişlerdir. *Colletotrichum*, *Nodulisporium*, *Pestalotiopsis* ve *Phomopsis* cinslerine ait türler çalışmada yaygın olarak bulunmuştur. Shannon çeşitlilik indeksi, her alanda yüksek fungus çeşitliliği göstermiştir. UPGMA kümeleme analizi ise fungus topluluklarının coğrafi konumlara göre kümелendiğini, ancak bitki türlerine göre belirgin bir ayrım göstermediğini ortaya koymuştur.

Ragazzi ve diğerleri (2003), İtalya'nın farklı bölgelerinde bulunan *Quercus cerris*, *Quercus pubescens* ve *Quercus robur* türlerinin endofitik mikrobiyota kompozisyonunu incelemiş ve bu kompozisyonun sağlıklı ve strese maruz kalan ağaçlarda nasıl farklılaştığını araştırmıştır. Çalışma, 1999 yılında Fagare, Ulgiano ve Radda in Chianti bölgelerinde gerçekleştirilmiş ve her iki durumdaki ağaçlardan dal ve yaprak örnekleri toplanmıştır. Örnekler yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra PDA ortamında inkübe edilmiş ve izole edilen funguslar morfolojik olarak tanımlanmıştır. Sonuçlar, endofitik fungus kompozisyonunun coğrafi bölgelere ve ağaçların sağlık durumuna göre önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Strese maruz kalan ağaçlarda *Diplodia mutila* ve *Discula quercina* gibi zayıf patojenlerin hastalığa yol açma potansiyeli daha yüksek bulunmuştur.

Suryanarayana ve diğerleri (2003), Hindistan'ın Nilgiri Biyosfer Rezervi'ndeki iki kuru tropikal ormanda, 24 farklı ağaç türünden elde edilen yaprak endofitlerinin kolonizasyonu, tür çeşitliliği ve konak spesifitesini incelemiştir. Çalışmada, yüzey sterilizasyonu yapılan 3600 yaprak parçasından 81 farklı endofit taksonu izole

edilmiştir. Elde edilen endofit verileri, kolonizasyon frekansı, çeşitlilik indeksleri (Shannon ve Simpson indeksleri) ve konak tekrarı gibi parametreler kullanılarak analiz edilmiştir. Farklı ağaç türlerinde bulunan endofitik fungus topluluklarının benzerliği ve farklılığı, Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çeşitlilik analizleri, kuru tropikal ormanların endofitik funguslar açısından hiperçeşitli olmadığını göstermiştir. Genel olarak, belirli endofit türlerinin birden fazla konak türünde yaygın olduğu, bu durumun da bitki topluluklarındaki endofit çeşitliliğini azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, endofitik fungusların dağılımında konak yoğunluğunun önemli bir faktör olduğu görülmüştür. Kolonizasyon frekansının farklı ağaç türleri arasında önemli ölçüde değiştiği belirlenmiş ve en yüksek kolonizasyon frekansı, *Diospyros montana* ve *Memecylon umbellatum* gibi belirli ağaç türlerinde gözlenmiştir. Endofitik fungus topluluklarının dağılımında coğrafi farklılıkların etkili olduğu tespit edilmiştir. Farklı orman alanları arasında endofit topluluklarının kompozisyonunda önemli farklılıklar gözlenmiş, bu durumun mikroklimatik koşullar ve bitki türü kompozisyonundaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Bettucci ve diğerleri (2004), Uruguay'ın güneyinde doğal yayılış alanlarında yetişen üç yerli Myrtaceae türü olan *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrceugenia glaucescens* ve *Acca sellowiana*'nın dallarında ve yapraklarında bulunan endofitik fungus kompozisyonunu incelemiştir. Her bitki türünden rastgele seçilen 10 ağaçtan 20 semptomsuz dal ve yaprak toplanmış, yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra fungus izolasyonu için %2 MEA ortamına ekilmiş ve inkübe edilmiştir. İzole edilen funguslar kültürel ve mikromorfolojik özelliklerine göre tanımlanmış, ITS1 ve ITS2 dizilimlerinin GenBank verileri ile karşılaştırılmasıyla doğrulanmıştır. Veriler, relatif frekans, Shannon çeşitlilik indeksi ve UPGMA kümeleme analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Toplamda 1.400 doku parçasından 35 taksona ait 771 izolat elde edilmiştir; en yüksek frekanslı türler arasında *Pestalotiopsis guepinii*, *Xylaria enteroleuca*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cladosporium cladosporioides* ve *Mycelia sterilia* yer almaktadır. Ev sahibi ağaçlar arasında genel kolonizasyon oranları *A. sellowiana* için %59.5, *B. salicifolius* için %60 ve *M. glaucescens* için %48 olarak belirlenmiştir. Yapraklarda petiol kolonizasyon oranı lamina kolonizasyonundan, dallarda ise kabuk kolonizasyon oranı ksilem kolonizasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Çalışma, üç yerli Myrtaceae türünün dallarında ve yapraklarında önemli ölçüde çeşitlilik gösteren endofitik fungus topluluklarının varlığını ortaya koymuş, bu toplulukların doku ve ev

sahibi tür tercihlerine dair belirgin farklılıklar gösterdiğini, bazı türlerin egzotik *Eucalyptus* türlerini de kolonize edebileceğini göstermiştir.

Kumar ve Hyde (2004), Çin'in Guangdong Eyaleti'nde bulunan Xenzhen Orman İstasyonu'ndan Mart 2001'de *Tripterygium wilfordii* örneklerinin yaprak, gövde, kabuk, kök ve çiçeklerinden endofitik fungusları izole etmiştir. Araştırmada toplam 1870 doku segmentinden 1246 endofitik fungus izolatu elde edilmiştir. İzolatlar 16 cins ve 26 türe sınıflandırılmış olup, en yaygın cinsler *Colletotrichum*, *Fusarium* ve *Phomopsis* olarak belirlenmiştir. Farklı dokular arasında kolonizasyon oranları ve izolasyon oranları önemli ölçüde farklılık göstermiştir; yapraklar en yüksek oranlara sahip olmuştur. Shannon-Wiener İndeksi, en yüksek tür çeşitliliğinin yapraklarda bulunduğunu, ardından gövde, kök ve kabukların geldiğini göstermiştir. Tek Yönlü ANOVA ve SNK testi, yaprakların diğer dokulara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek kolonizasyon ve izolasyon oranlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur ($P < 0.05$).

Bernett (2005), tez çalışmasında Chesapeake Körfezi Havzası'ndaki dört farklı sulak alanda gerçekleştirilmiş olup, *Acer rubrum*'un (kızıl akçaağaç) yaprak ve köklerinden alınan örneklerin incelenmesini içermektedir. Örnekleme alanları, kıyı ovası ve dağ eteklerinde yer almakta olup, her bir bölge için iki farklı sulak alan seçilmiştir. Örnekleme tarihleri çalışma süresince mevsimsel değişiklikleri gözlemlemek amacıyla planlanmıştır. Toplanan örnekler laboratuvarda işlenerek DNA ekstraksiyonu yapılmış ve ekstrakte edilen DNA, ARISA (Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis) parmak izi yöntemi ile PCR amplifikasyonu için hazırlanmıştır. Tür alan eğrileri ve Shannon çeşitlilik indeksleri hesaplanmış, Scree plotlar ile Nonmetric Multidimensional Scaling (NMS) kullanılarak çok boyutlu veri analizleri yapılmıştır. Yaprak ve kök örneklerinin fungal topluluk yapıları, çeşitli mevsimlerde ve farklı sulak alanlarda karşılaştırılmıştır. Parmak izi analizinin ardından, seçilen örnekler sekanslama için kullanılmış ve veriler RDP Bayesian Classifier ve BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) ile analiz edilmiştir. Ayrıca, indikatör tür analizi (ISA) yapılarak belirli mevsimlerde ve sulak alanlarda öne çıkan fungal türler belirlenmiştir. ARISA parmak izi analizi sonuçları, yaprak ve kök örneklerinin kombinasyonlarında belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Mevsimsel değişiklikler, yapraklardaki fungal topluluk yapısında belirgin bir etki

yaratmış, ancak kökler için bu değişiklikler daha az belirgin olup, köklerde fungal topluluk yapısının daha stabil olduğu gözlemlenmiştir. Farklı sulak alanlardaki yaprak örnekleri de belirgin farklılıklar göstermiştir. Kıyı ovası ve dağ eteği bölgelerindeki sulak alanlar arasında fungal topluluk yapısında önemli farklılıklar bulunurken, kök örnekleri bu farklılıkları daha az belirgin şekilde yansıtmıştır. Bölgesel analizler, kıyı ovası ve dağ eteği bölgeleri arasında belirgin fungal çeşitlilik farkları olduğunu ortaya koymuştur. Kıyı ovasında yer alan sulak alanlar, dağ eteği bölgesindekilere kıyasla daha fazla fungal çeşitlilik barındırmıştır.

Göre ve Bucak (2007), Batı Anadolu'daki *Laurus nobilis* (defne) ağaçlarından izole edilen endofitik fungus topluluklarının kompozisyonu üzerinde coğrafi ve mevsimsel etkileri araştırmıştır. Örnekleme, 2004 ve 2005 yıllarında, dört farklı ekolojik özelliklere sahip bölgeden ve bir alanın bahar ve sonbahar mevsimlerinde iki kez örneklenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Toplamda 110 *L. nobilis* ağacından 4500 bitki parçası toplanmıştır. Örnekleme işlemi sırasında, ağaçlardan kabuk diskleri, yaprak diskleri ve dal segmentleri rastgele seçilerek alınmıştır. Fungal izolasyonlar için Collado ve diğ. (1996) yöntemi kullanılmıştır. Toplamda 3892 fungus izolatu elde edilmiş ve bunlar 85 morfolojik tipe ayrılmıştır. Her bir örnekleme alanında 31 ila 45 farklı tür kaydedilmiştir. Verilerin istatistiksel analizleri SPSS yazılımı kullanılarak, Kruskal-Wallis ve Wilcoxon testleri ile gerçekleştirilmiştir. İzolasyon sıklıkları, baskın türler ve diğer türlerin sıklıkları örnekleme alanına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Coğrafi faktörlerin, endofitik fungus topluluklarının dağılım desenlerini mevsimsel faktörlerden daha fazla etkilediği gözlemlenmiştir. Çalışmada, en yaygın endofitik fungus türü *Phomopsis* sp. olarak belirlenmiş ve bu tür tüm örnekleme alanlarında tespit edilmiştir. *L. nobilis* ağaçlarında endofitik fungus çeşitliliğinin ve enfeksiyon derecesinin bahar mevsiminde daha yüksek olduğunu fakat coğrafi faktörlerin bu dağılımı mevsimsel faktörlerden daha fazla etkilediğini ortaya koymuştur.

Hata (2008), *Neolitsea sericea*'nın (Japon defnesi) yapraklarında bulunan endofitik fungusların izolasyonunu ve bu fungusların geniş yapraklı ve kozalaklı ağaç örtüsü altında nasıl farklılık gösterdiğini araştırmıştır. Çalışma, Japonya'nın Kyushu adasının güneyinde bulunan Kagoshima Üniversitesi'ne ait Takakuma Deneysel Ormanı'nda gerçekleştirilmiştir. Doğal geniş yapraklı orman ve dikim sahası

kozalaklı orman sınırında yer alan iki ayrı alanda yapılmıştır. Her alanda, geniş yapraklı ve kozalaklı olmak üzere iki alt bölge belirlenmiştir. Her alt bölgedeki *N. sericea* ağaçlarından yaprak örnekleri toplanmıştır. Endofitlerin izolasyon frekansları (IF), izole edilen parça sayısının toplam parça sayısına oranı olarak hesaplanmıştır. Endofitlerin IF'lerindeki farklılıklar Fisher'in kesin olasılık testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Örneklem alanı ve üst tabaka bitki örtüsünün etkileri, IF'ler arasındaki farklar karşılaştırılarak incelenmiştir. Çalışmada, yaprak ve yaprak sapı parçalarından izole edilen endofitlerin frekansları karşılaştırılmıştır. Yaprak parçalarından en sık izole edilen endofitler arasında *Cytosphaera* sp. ve tanımlanamayan bir Ascomycete türü yer alırken, yaprak sapı segmentlerinden en sık izole edilenler *Xylariaceae* ve *Phomopsis* türleridir. Genel olarak, endofitlerin izolasyon frekansları yaprak sapı parçalarında yaprak parçalarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Huang ve diğerleri (2008), 29 geleneksel Çin tıbbi bitkisiyle ilişkili endofitik fungusların biyolojik çeşitliliğini çalışmıştır. Çalışmada toplamda 1160 fungus izolatu elde edilmiş ve bu funguslar geleneksel morfolojik yöntemlerle sınıflandırılarak kolonizasyon oranı, izolasyon oranı ve relatif sıklık açısından analiz edilmiştir. Endofitik fungusların bileşimi ile konak bitkilerin kimyasal bileşenleri arasındaki ilişki de incelenmiştir. Bu kapsamda su agarında kültürlenme yöntemi kullanılarak fungusların ilk izolasyonu yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, 1160 fungus izolatu 31 taksonomik gruba ayrılmış ve 73 farklı morfo tür belirlenmiştir. İzole edilen endofitler arasında en yüksek relatif sıklığa sahip olan *Mycelia sterilia* iken, diğer baskın cinsler arasında *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Alternaria*, *Phoma* ve *Xylariales* bulunmaktadır. Endofitik funguslar yüksek biyolojik çeşitlilik, konak tekrarı, dokuya özgü olma ve mekansal heterojenlik göstermiştir. Ayrıca bazı fenolik bileşiklerin, aynı bitkilerde belirli endofitik funguslarla daha sık birlikte bulunduğu tespit edilmiştir.

Gamboa ve Bayman (2017) çalışmalarında, Puerto Rico'nun Luquillo bölgesinde bulunan *Guarea guidonia* ağaçlarının yapraklarındaki endofitik fungal toplulukların çeşitliliğini ve bileşimini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, koruma altındaki El Verde Biyolojik İstasyonu (EV) ve daha bozulmuş olan Las Piedras bölgelerinden toplam 268 yaprak parçası örneklenmiş ve 38 morfo tür belirlenmiştir. Çalışmada yaprak örneklerinin seçiminde sağlıklı ve uçlardaki yaprakların toplanması

gerektiği belirtilmiştir. Çeşitli endofitik fungusların, özellikle *Phomopsis*, *Colletotrichum*, *Xylaria* ve *Rhizoctonia* benzeri fungusların yaygın olduğu tespit edilmiştir. EV'deki fungal topluluğun daha çeşitli olduğu bulunmuş ve endofitik toplulukların ağaç içinde yüksekliklere göre farklılık gösterdiği, ancak lamina, petiol ve rachis segmentleri arasında fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Singh ve diğerleri (2017), *Tectona grandis*'in farklı doku türlerinde, coğrafı konumlarda ve mevsimlerde fungal endofit bileşimindeki değişiklikleri araştırmıştır. Araştırma Hindistan'ın kuzey ve kuzeydoğusunda yer alan ve iklim ile coğrafı koşulları farklı olan dört farklı örnekleme alanında gerçekleştirilmiştir. Bu alanlar, alt tropikal doğu Ganj ovaları, kuru yaprak döken tropikal orman, Himalaya etekleri ve yoğun yıllık yağış alan bir bölge olarak tanımlanmıştır. Her bir örnekleme alanında, beş *T. grandis* ağaının alt dallarından olgun, yeşil ve semptomsuz yapraklar rastgele toplanmış; kabuk ve gövde örnekleri göğüs yüksekliğinden alınmış ve her örnekleme alanında  mevsimde (kış, yaz ve muson) rnekleme yapılmıştır. Toplamda 8100 doku sparasından elde edilen 5089 fungal izolat, kültür morfolojisine dayalı olarak 45 operasyonel taksonomik birime (OTU) atanmıştır. ITS dizilimine dayalı moleküler tanımlama, neredeyse tüm durumlarda morfolojik tanımlamayı doğrulamış ve spor oluşturmayan OTU'lar için de isimler ortaya koymuştur. Dendrogram, endofit OTU'larının ve NCBI veritabanından alınan referans taksonların ITS dizilimlerini kullanarak oluşturulmuş, bu da *T. grandis*'in endofit topluluklarının Ascomycota ve Basidiomycota temsilcilerini içerdiğini göstermiştir. Fungal endofit çeşitliliğini ve dağılımını analiz etmek için kolonizasyon frekansı, tür baskınlığı ve Shannon-Wiener indeksi gibi metrikler hesaplanmış ve bu hesaplamalar PAST yazılımı ile yapılmıştır. Mevsim, konum ve doku tipinin etkilerini değerlendirmek için MANOVA ve biplot analizleri SPSS ve R yazılımları ile gerçekleştirilmiştir. Başlıca bileşenler analizi (PCA) ise örnekleme değişkenlerinin etkilerini görselleştirmek amacıyla kullanılmıştır. MANOVA sonuçları, konumlar, mevsimler ve doku tipleri arasında önemli istatistiksel farklılıklar olduğunu ($p \leq 0.001$) göstermiştir. Bu analizler, fungal endofit çeşitliliğinin coğrafı konum, mevsimsel değişiklikler ve bitki dokusu tipine bağlı olarak önemli lde değiştiğini ortaya koymuştur. Ancak, doku türünün en belirgin etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Schlegel ve diğerleri (2018), *Fraxinus excelsior* (Avrupa dişbudağı) ve *Acer pseudoplatanus* (çınar yapraklı akçaağaç) yapraklarında bulunan endofitik fungal toplulukları farklı coğrafi bölgelerde incelemeyi amaçlayan bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırma, bu ağaçlarla ilişkili fungal toplulukların coğrafi değişkenliğini, istilacı patojen *Hymenoscyphus fraxineus*'un neden olduğu dişbudak kurumasının endofitik mikrobiyom üzerindeki ekolojik sonuçlarını ve endofitik fungusların ev sahibi ağaçları dişbudak kurumasına karşı koruma potansiyelini değerlendirmeyi hedeflemektedir. Çalışma, İsviçre ve Kuzey İtalya'da sekiz karışık geniş yapraklı orman sahasından, Alp Dağları'nın kuzeyinde ve güneyinde olmak üzere dörder sahadan örneklerin toplanmasını içermektedir. Her sahada, 2-4 metre yüksekliğindeki Avrupa dişbudağı ve çınar yapraklı akçaağaç ağaçlarından örnekler alınmış ve her sahada dört alt plota gruplandırılmıştır. Örneklem, Ağustos sonu ve Eylül başında gerçekleştirilmiş, her sahada sağlıklı görünen 16 ağaçtan yaprak örnekleri toplanmış ve Alp Dağları'nın kuzeyinde dişbudak kuruması belirtileri gösteren ve göstermeyen 16'şar ağaçtan ek örnekler alınmıştır. Yapraklar yüzey sterilizasyonu yapılarak seçilmiş ve analiz için yaprak diskleri çıkarılmıştır. Funguslar, hem agar plakalarında yetiştirilerek hem de yeni geliştirilmiş fungal-spesifik primer kullanılarak Illumina amplicon sekanslama yöntemiyle tanımlanmıştır. Sekanslama verileri, endofitik fungal toplulukların çeşitliliğini ve kompozisyonunu karakterize etmek için analiz edilmiştir. Çalışma, her ev sahibi tür ile ilişkili farklı fungal topluluklar ortaya koymuş, Avrupa dişbudağında *Venturia fraxini*'nin baskın olduğu çeşitli türlerin bulunduğunu, çınar yapraklı akçaağaçta ise daha önce tanımlanmamış bir *Venturia* türünün varlığını tespit etmiştir. Coğrafi ve ev sahibi spesifik örüntüler incelendiğinde, dişbudak ağaçlarının endofitik fungusları üzerinde dişbudak kurumasının etkisini düşündüren, Alp Dağları'nın iki tarafı arasında dişbudak için belirgin coğrafi farklılıklar gözlemlenmiş, ancak çınar yapraklı akçaağaç için bu tür farklar bulunmamıştır. Ayrıca, semptomatik ve asemptomatik dişbudak ağaçları arasında fungal topluluklarda belirgin bir fark saptanmamıştır.

Esfahlan ve diğerleri (2019), yaptıkları çalışmada, Doğu Azerbaycan ve Luristan illerinde bulunan sağlıklı *Quercus macranthera* ve *Quercus brantii* türlerinin dallarında ve gövdelerinde yaşayan fungal endofit topluluklarının sıklığını ve çeşitliliğini araştırmıştır. Çalışma, Doğu Azerbaycan ilinde Arasbaran koruma alanı (Hatam-baig ve Kaleibar bölgeleri) ve Luristan ilinde Zagros bölgesi meşe

ormanlarında (Veisian, Shurab, Kaka Sharaf, Khorramabad ve Chegani ilçeleri) gerçekleştirilmiştir. Haziran ve Eylül 2014 tarihleri arasında 83 sağlıklı meşe ağacından kabuk örnekleri toplanmıştır. Her örnek, gövdenin aynı tarafından, yerden yaklaşık 1.5 metre yükseklikten alınmıştır. Fungus izolatlarının teşhisleri, morfolojik özellikler ve ITS-rDNA bölgesi ile Beta-tubulin geninin DNA filogenetik analizleri temel alınarak belirlenmiştir. Toplamda 30 türden oluşan 94 fungus izolatu tespit edilmiştir, ağırlıklı olarak Ascomycota grubunda olup, bir basidiomycota izolatu olan *Phlebia radiata* da dahil edilmiştir. Türler, filogenetik analizlere dayanarak on takım içine sınıflandırılmıştır. En yüksek fungus endofit sıklığı ve çeşitliliği, *Q. macranthera* ve Doğu Azerbaycan ilinde bulunmuştur. Belirlenen önemli taksonlar arasında *Biscogniauxia mediterranea*, *Alternaria alternata* ve *Trichothecium roseum* gibi potansiyel latent patojenler yer almıştır. Özellikle, *Pyronema domesticum* ve *Valsa persoonii* türleri İran'da ilk kez rapor edilmiştir. İstatistiksel analizler, fungus çeşitliliği ve sıklığının ana bitki türü ve coğrafi konumdan önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur. Shannon–Wiener indeksi ve Margalef zenginliği, *Q. macranthera* türünde, *Q. brantii*'ye kıyasla daha yüksek tür çeşitliliği olduğunu göstermiştir. Çalışma, *Q. macranthera* kabuğunun endofitik fungusların kolonizasyonu için daha elverişli olduğunu sonucuna varmıştır.

Bakys ve diğerleri (2020), Baltık bölgesinde bulunan *Fraxineus excelsior* türü ormanlık alanlarında bulunan fungus topluluklarının çeşitliliği ve bileşimini incelemiştir. Çalışmanın amacı, özellikle hastalık belirtisi göstermeyen ve gösteren dokulardaki fungus topluluklarını karşılaştırmak ve yaygın fungus türlerinin *Hymenoscyphus fraxineus* adlı külleme hastalığı patojeninin varlığı üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmektir. Araştırma, Litvanya'da on farklı orman alanında gerçekleştirilmiştir. Örnekleme, semptomatik ve asemptomatik ağaçlardan yaprak, kabuk ve odun örneklerinin toplanmasını içermektedir. Toplanan örnekler, yüzey sterilizasyon işlemlerinden geçirilerek izole edilmiş ve kültüre alınmıştır. Fungal endofitler hem morfolojik hem de moleküler araçlar kullanılarak tanımlanmıştır. Elde edilen verilerin analizinde MANOVA kullanılmış ve çeşitli çeşitlilik indeksleri hesaplanmıştır. MANOVA, semptomatik ve asemptomatik ağaçlar arasındaki tür çeşitliliği farklılıklarını belirlemek için kullanılmıştır ve sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermiştir. Başlıca bileşenler analizi (PCA) kullanılarak mevsimsel, coğrafi ve doku tipi değişkenliklerinin fungal topluluklar

üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çeşitlilik ölçümleri için Shannon-Wiener indeksi gibi metrikler hesaplanmış ve veriler PAST yazılımı ile analiz edilmiştir. Semptomatik ağaçların mikrobiyota çeşitliliğinin, asemptomatik ağaçlara kıyasla belirgin farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

Marciulynas ve diğerleri (2022), *Ulmus glabra* (karaağaç)'da farklı sağlık durumunda bulunan kök ve yapraklarda fungal toplulukları inceleyen bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, bu fungusların çeşitlilik dağılımını ve hastalık durumlarına bağlı değişimleri incelemişlerdir. Araştırma, İngiltere'nin çeşitli bölgelerinden seçilen sağlıklı ve hastalıklı *U. glabra* ağaçlarından alınan yaprak ve kök örneklerinin analizine dayanmakta olup, her bir ağaçtan rastgele seçilen yaprak ve kök örnekleri steril koşullarda toplanmış ve laboratuvar ortamında incelenmiştir. Fungal DNA, Next-Generation Sequencing (NGS) teknolojisi kullanılarak izole edilmiş ve analiz edilmiştir. Veri analizi, fungal toplulukların çeşitliliğini ve kompozisyonunu belirlemek amacıyla non-metrik çok boyutlu ölçeklendirme (NMDS) ve Venn diyagramları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. NMDS analizi, fungal toplulukların semptomatik ve asemptomatik örnekler arasındaki farklılıklarını ve bu toplulukların yaprak ve kök örneklerindeki dağılımını değerlendirmiştir. Değerlendirmeler *U. glabra* ağaçlarının yaprak ve köklerinde yüksek bir fungal çeşitlilik bulunduğunu göstermiştir. NMDS analizi, özellikle yaprak örneklerinde semptomatik ve asemptomatik örnekler arasında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Semptomatik yaprak örneklerinde, belirli fungal türlerin daha yaygın olduğu gözlenmiştir. Bu türler arasında *Cladosporium sp.*, *Fraxinicola fraxini* ve *Vishniacozyma foliicola* gibi türler öne çıkmıştır. Kök örneklerinde ise hastalıklı ve sağlıklı örnekler arasında fungal topluluk yapısı bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Toprak örneklerinde, fungal toplulukların mineral ve organik topraklar arasında büyük ölçüde örtüştüğü, ancak istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği bulunmuştur ($p < 0.041$).

4. YÖNTEM

4.1 Materyal

4.1.1 Araştırma alanı

Arazi çalışmalarının yapıldığı doğal *L. orientalis* meşcereleri, Muğla il sınırları içinde seçilen 10 farklı alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2 Araştırma alanı yer bulduru haritası (F1: Fethiye örnek alan 1; F2: Fethiye örnek alan 2; F3: Fethiye örnek alan 3; F4: Fethiye örnek alan 4; D: Dalaman örnek alan; K1: Köyceğiz örnek alan 1; K2: Köyceğiz örnek alan 2; M: Marmaris örnek alan; U: Ula örnek alan; A1: Örnek ağaç 1; A2: Örnek ağaç 2)

4.1.2 Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları 2023 yılının Eylül ayında yürütülmüştür. Sörvey çalışmalarında izlenen adımlar ilgili bölümlerde açıklanmıştır.

4.1.2.1 Örnek alanların belirlenmesi

Muğla il sınırları içerisinde bulunan farklı coğrafi özelliklere sahip olan doğal yayılış gösteren doğal *L.orientalis* meşcereleri tespit edilerek 10 farklı örnek alan belirlenmiştir. Örnek alanların belirlenmesinde amenajman planlarından yararlanılmıştır. Bu kapsamda, *L. orientalis* türünün yayılım gösterdiği alanlar sayısal formatta bulunan amenajman planları üzerinde belirlenmiştir. Sonrasında, bu alanlara ilişkin topoğrafik değişkenler olarak yükselti ve bakı; iklim değişkenleri olarak ise yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış verileri tanımlanmıştır. Yükselti verisi, EarthData veri tabanından 30 metre çözünürlükte indirilmiş ve bu veri, ArcMap yazılımında kullanılarak bakı haritası oluşturulmuştur. İklim verileri ise WorldClim veri tabanından 30 ark saniye (~1 km) çözünürlükte indirilen haritalar kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen bu dört değişken, ArcMap yazılımına aktarılmış ve *L. orientalis* türünün yayılış alanları bu haritalar üzerine işlenmiştir. Son aşamada, türün yayılış gösterdiği alanların farklı yetiştirme ortamı özelliklerine sahip temsil kabiliyeti en yüksek olanları seçilmiş ve bu alanlarda arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanlarının belirlenmesi ve örneklerin toplanması sürecinde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmıştır. ArcGIS programı kullanılarak, Muğla ilindeki çalışma sahası karelej şebekesi yöntemiyle parçalara ayrılmış ve bu şekilde alt örnek alanlar oluşturulmuştur. Bu karelajlar içerisinde, ArcGIS programında basit rastgele noktalar belirlenmiş ve bu noktalarda yer alan ağaçlar örnekleme için seçilmiştir (Oruç ve diğ. 2017).

4.1.2.2 Verilerin toplanması ve örnekleme

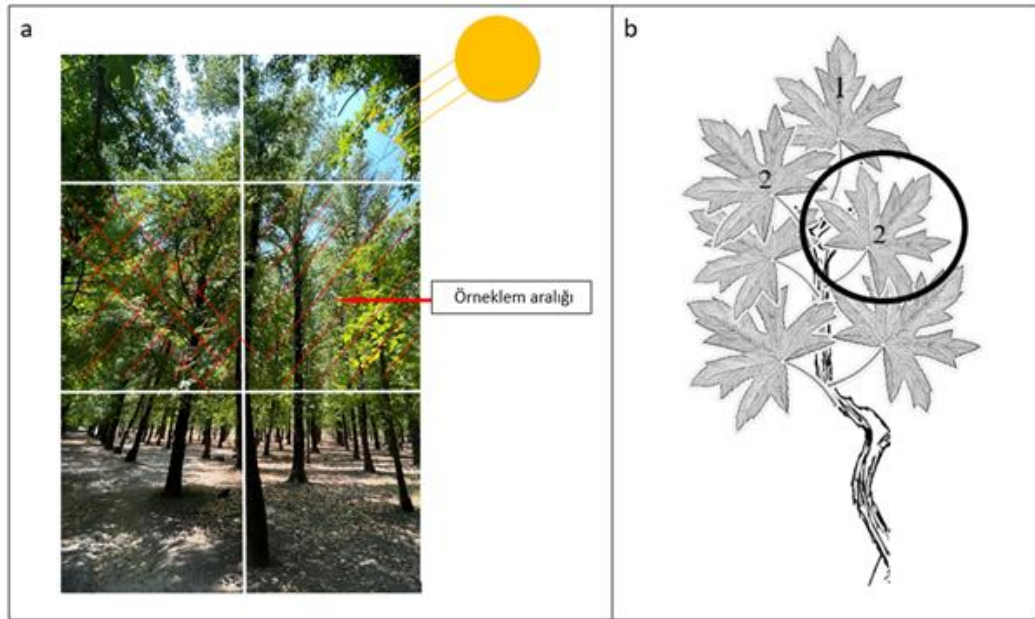
Örnek alanlar içerisinde belirlenen her bir alt örnek alanda, birbirine 50 metre mesafede olan iki örnek ağaç seçilmiştir. Örnek alanlarda bulunan meşcerelerin koordinat, bakı ve yükselti verileri ve konukçularının yaş, çap (Haglöf mantax black

1020mm, İsveç), boy (Blume carl leiss, Almanya) verileri (Tablo 2) arazi karnesine not edilmiştir.

Örnek alan adı	Ağaç yaşı (1.ağaç-2.ağaç)	Ortalama çap (cm) (1.ağaç-2.ağaç)	Ortalama Boy (m) (1.ağaç-2.ağaç)	Kordinatlar (1.ağaç-2.ağaç)	Bakı	Yükselti (m)
Fethiye	35-32	27-25	16-15	36°57'42''N- 28°40'20''E/ 36°59'28''N- 28°38'59''E	Güney	5
Fethiye1	25-15	37-20	19-14	36°52'34''N- 28°41'59''E/ 36°54'14''N- 28°42'43''E	Güneybatı	100
Fethiye2	20-22	25-35	15-18	36°50'34''N- 28°17'19''E/ 36°50'57''N- 28°17'08''E	Güney	70
Fethiye3	33-28	27-30	15-18	37°00'28''N- 28°27'58''E/ 36°59'58''N- 28°29'16''E	Kuzeydoğu	110
Fethiye4	15-18	32-33	16-14	36°47'09''N- 28°48'46''E/ 36°47'35''N- 28°48'07''E	Güney	120
Dalaman	25-27	22-23	22-25	36°46'21''N- 29°05'14''E/ 36°46'00''N- 29°05'09''E	Güney	20
Köyceğiz1	15-13	33-20	14-16	36°44'35''N- 29°04'01''E/ 36°44'13''N- 29°03'52''E	Güney	10
Köyceğiz2	23-25	20-21	37-39	36°44'28''N- 29°05'56''E/ 36°43'59''N- 29°05'50''E	Güneydoğu	10
Marmaris	28-22	28-24	21-19	36°43'49''N- 29°08'28''E/ 36°43'55''N- 29°08'07''E	Güneybatı	12
Ula	36-40	27-34	30-33	36°41'16''N- 29°02'59''E/ 36°40'57''N- 29°04'02''E	Güneybatı	100

Tablo 2 Arazi Karnesi

Seçilen aēaların yerden 4-8 m yükseklikteki ve ilgili yılın 1 yaşındaki dallarından nekrozsuz yaprak ve sap örnekleri baē makası (Meşem, Türkiye) ve merdiven yardımıyla alınmıştır (Oono ve diē. 2015) (Şekil 4). Toplanan yapraklar örneklenirken dalın uç sürgün yaprağının bir altındaki yapraklar olarak seçilmiş ve her aēa için aynı örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Gamboa ve Bayman 2001). Herhangi bir hastalık belirtisi göstermeyen yaprak örnekleri sapı ile birlikte 2 adet kuzey ve güneyden (Dos Reis ve diē. 2022) olmak üzere toplam dört yaprak olacak şekilde toplanmıştır (Şekil 3). Örneklenen yapraklar ayrı ayrı örneğin alındığı örnek alan numarası, örnek numarası ve örnekleme tarihinin yazıldığı etiketli kilitli poşetler içerisinde buz çantalarında taşınarak uygun koşullar altında laboratuvara getirilmiştir. Örnekler incelemeye alınana kadar $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ muhafaza edilmiştir. rnek sayıları, literatüre ve laboratuvar çalışmalarında öngörülen replike ekim sayısına baēlı optimum imkanlar göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.



Şekil 3 rnekleme metodu a) Yerden 4-8 metre yükseklikteki yaprak örnekleme alanı ve kuzey-güney alanlarının belirlenmesi b) 1 yaşındaki dallardan nekrozsuz yaprak ve sapların, dalın uç sürgün yaprağının bir altındaki yapraklar olarak seçilmesi



Şekil 4 Örnek alandan bitki materyallerinin toplanması ve ağaç çapı ölçümü

4.2 Yöntem

4.2.1 Laboratuvar çalışmaları

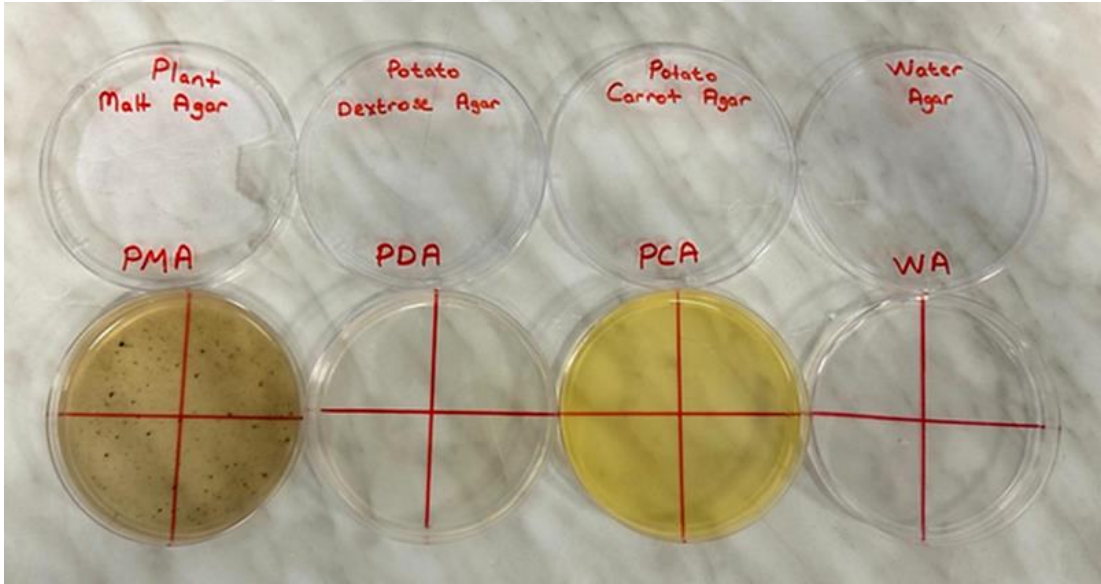
Bu araştırmanın laboratuvar çalışmaları, Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fungal Biyoteknoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada ağaç dokularında fungal konidi oluşumlarını gözlemek için stereo mikroskop, spor yapılarını gözlemek için ışık mikroskobu (Olympus, CX21), besiyerlerinin hazırlanmasında kullanılan sterilizasyon aletleri; etüv (Wiseven, Fuzzy Control System), otoklav (Nüve, NC 40M)), terazi (Precisa, XB 220A ve Mettler Toledo, PB 602-L) ve aseptik koşullarda çalışma imkanı sağlayan mikrobiyolojik güvenlik kabini (Nüve, Class II, MN 120) kullanılmıştır. Laboratuvarında, fungusların istenilen sıcaklıklarda geliştirilmesi ve saklanması için inkubatörler ve buzdolapları da mevcuttur. Moleküler karakterizasyon işlemleri çeker ocak, PCR cihazı (Kyratech.) (Şekil 4.3b), Jel elektroforezi (Cleaver scientific nanoPAC-300P) (Şekil 4.3a), Jel Görüntüleme Cihazı (Cleaver scientific, gelLite), Microplate reader (Epoch, Biotek.), santrifüj (Alfagen, 15K), vorteks (Dragon Lab, MX-F), su banyosu (Nükleon Laboratory Equipment) gibi alet ve ekipmanlarla gerçekleştirilmiştir.

4.2.2 Fungal izolasyonlar

İzolasyon, fungusun tanısı için gerekli bir aşama olup, izolasyonlar sonucunda elde edilen izolatlar (funguslara ait saf koloniler), morfolojik ve moleküler teşhis çalışmalarında kullanılmaktadır.

4.2.3 Fungal izolasyonlarda kullanılacak besiyerleri

Fungal izolasyonlarda 4 farklı besiyeri kullanılmıştır. Fungal izolasyonlarda besiyeri olarak %2'lik Potato Dextrose Agar (PDA; Merck, Almanya), Potato Carrot Agar (PCA; Merck, Almanya), Water Agar (WA; Almanya) (Huang ve diğ. 2008) ve *L. orientalis* yapraklarının parçalanarak eklendiği Malt Extract Agar (MEA; Merck, Almanya) (Mourad ve diğ. 2018) besiyerleri kullanılmıştır (Şekil 5). Hazırlanan besiyerleri otoklavda 121 °C'de 20 dakika steril edildikten sonra, antibakteriyel madde olarak 0.5 mg/ml streptomisin ve penisilin (Sigma- Aldrich- P4333) eklenerek 9 mm çapındaki steril petri kaplarına dökülmüştür (Huang ve diğ. 2008).



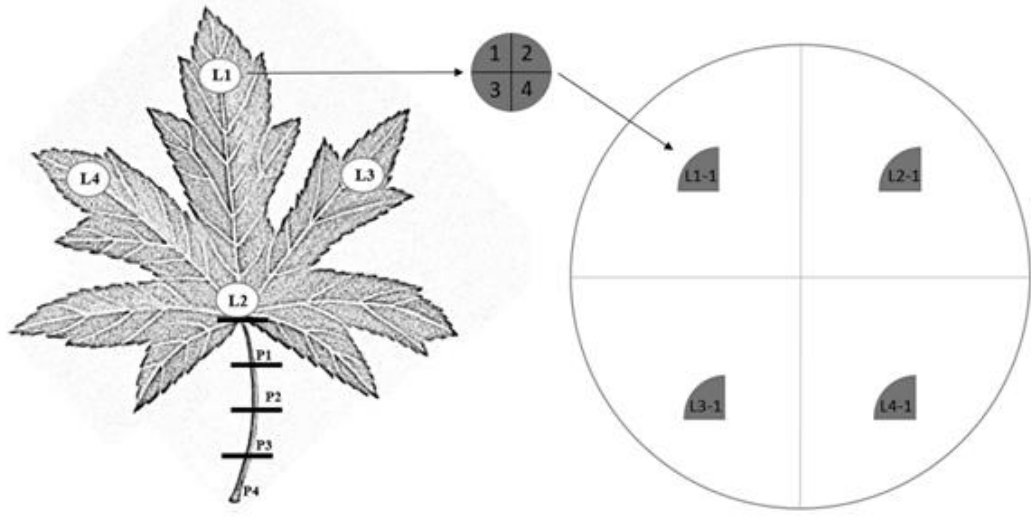
Şekil 5 İzolasyonlar için kullanılan besiyerleri (PMA: Plant-Malt Extract Agar; PDA: Potato Dekstroz Agar; PCA: Potato Carrot Agar; WA: Water Agar)

4.2.4 Bitki materyallerinin yüzey sterilizasyonu

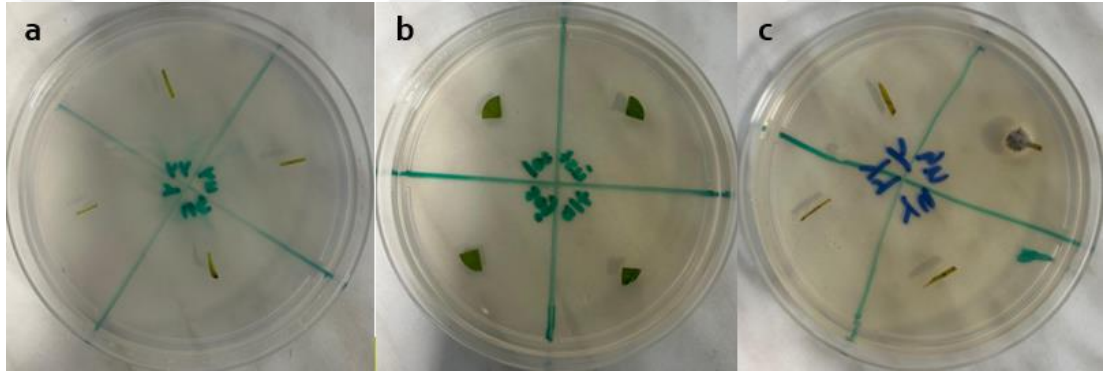
Makroskobik incelemeler sonrasında yapraklar ve sapları yüzey sterilizasyonu işlemine tabi tutulmuştur. Yüzey sterilizasyonu için öncelikle numuneler damıtılmış suda iyice yıkanmıştır. Yüzey sterilizasyonu işlemi için numunelerin her biri 1 dakika boyunca %75'lik etanole, 5 dakika boyunca %5'lik sodyum hipoklorite (NaOCl) , ardından 30 saniye boyunca %75'lik etanole daldırılmış ve son olarak steril damıtılmış suda 1 dakikalık beş tekrar şeklinde ardışık olarak durulanmıştır (Gamboa ve diğ. 2003; İbrahim ve diğ. 2021). Sterilizasyon işleminden sonra yapraklar ve sapları biyolojik güvenlik kabini içerisinde kurumaya bırakılmıştır.

4.2.5 Bitki materyallerinin ekimi ve fungusların saflaştırılması

Her bir yaprak tabakasından, biri yaprağın ucuna yakın (orta damar üzerinde), biri tabanına yakın (orta damar üzerinden), biri sağ kenara en yakın yerden ve diğeri ise sol kenara en yakın yerden olacak şekilde yaklaşık 10x5 mm boyutlarında dört parça steril büstüri yardımıyla çıkarılmıştır. Bu parçaların her biri daha sonra 4 eşit alt örneğe parçalanmıştır (Şekil 6). Alt örneklerin her biri PDA, PCA, WA ve bitki materyali eklenmiş MEA besiyerlerine ayrı ayrı yerleştirilmiştir (Şekil 7). Böylece her bir besiyerinde her dört parçadan da yaprak örneği ekilmiştir (Cannon ve Simmons 2002). Aynı işlem yaprak sapları için de uygulanmıştır. Her sap önce dikine dört eşit parçaya ayrılmış sonrasında her dört parça enine 4 eşit alt parçaya bölünmüştür. Petri kapları 21 gün boyunca $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ayarlı inkubatörde karanlıkta inkube edilmiştir. Petriler her gün düzenli olarak stereomikroskopta incelenmiş, bitki dokularında gelişen hifler tekrar aynı tür besiyerlerine aktararak saflaştırılmış ve elde edilen kültürler yine $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de inkube edilmiştir (Khalil ve diğ. 2020).



Şekil 6 Bitki materyallerinin besiyerlerine ekim yöntemi



Şekil 7 Besiyerine bitki materyalinin ekimi ve fungusların gelişimi a. PDA besiyerine yaprak ekim metodu b. PDA besiyerine sap ekim metodu c. PDA besiyerine ekilen bitki materyallerinden fungusların gelişimi

4.2.6 Fungal izolatların morfolojik gruplandırılması ve teşhisi

Elde edilen izolatlar teşhis kitaplarına göre renk, doku, boyut, yapı ve şekil gibi koloni özellikleri göz önüne alınarak gruplandırılmıştır (Bernicchia ve diğ. 2005; Campbell ve Johnson 2013; Sciortino 2017). Her bir morfotipi temsilen bir ya da iki izolat, morfolojik olarak teşhis edilip bu morfotip mikroskobik karakterizasyon ve moleküler yöntemlerden faydalanılarak yapılacak teşhisler için referans izolat olarak seçilmiştir. Fungal kültürlerine ait koloni ve konidial morfoloji yapıları fotoğraflanarak

kayıt altına alınmıştır. Elde edilen izolatlar Pamukkale Üniversitesi, Fungal Biyoteknoloji Laboratuvarında +4 C°'de saklanmaktadır.

4.2.7 Fungal endofitlerin mikroskopik karakterizasyonu

Morfotip temsilcisi izolatların morfolojik karakterizasyonları, saf koloniler halinde geliştirilen izolatların mikroskopik özelliklerine göre yapılmıştır. Her bir temsilci izolattan hazırlanan preparatlar, ışık mikroskobu altında incelenerek boyutları Olympus DP-Soft programında ölçülmüştür. Mikroskopik teşhisler için preparatlar, gelişmekte olan kolonilerin uç kısımlarından steril bir iğne yardımıyla alınan bir parça örneğin lam üzerine damlatılmış olan inceleme ortamı (laktofenol, Shear ortamı ya da saf su) üzerine aktarılıp, üzerinin lam ile kapatılması ile hazırlanmıştır. Fungal kültürlerle ait spor yapıları fotoğraflanarak kayıt altına alınmıştır.

4.2.8 Fungal endofitlerin moleküler karakterizasyonu

Her bir morfotip temsilcisi izolat için moleküler karakterizasyon işlemleri uygulanmıştır.

4.2.8.1 DNA izolasyonu

İzole edilen fungal izolatlar selofan membran bulunan PDA (%2) besiyerinde 24°C' de inkube edilmiştir. Bu sürenin sonunda besiyerinde gelişen miseller selofan membran üzerinden kazınarak, ependorf tüpleri içerisine aktarılmış ve DNA izolasyonu için -20°C'de muhafaza edilemiştir. Fungal dokulardan DNA izolasyonunun gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak dokuların ve hücrelerin mekanik olarak parçalanması gerekmektedir. Bu amaçla, kazınan fungus miselleri porselen havanlarda sıvı azot yardımı ile ezilerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen örneklerin DNA izolasyonunda Total genomik DNA, High Pure PCR Template Preparation Kit (Roche, Almanya) kullanılarak, kit içerisinde bulunan protokole göre ekstrakte edilmiştir. İzole edilen DNA'lar yoğunluklarının ve saflıklarının belirlenmesi amacıyla Microplate reader kullanılarak ölçülmüştür. Yeterli

konsantrasyon ve kaliteye sahip DNA'lar PCR amplifikasyonlarında kullanılmak üzere +4 °C'de saklanmıştır.

4.2.8.2 Fungusların Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Amplifikasyon aşamasına başlamadan önce her bir örneğe ait DNA konsantrasyonları nanodrop cihazı kullanılarak ölçülmüş ve her biri ideal bir PCR reaksiyonunda istenilen konsantrasyon olan 5ng/μl olacak şekilde seyreltilmiştir. Fungusların polimorfik DNA dizilerinden biri olan ITS bölgesi, fungusların teşhis çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Moleküler karakterizasyonlar için rDNA'nın ITS gen bölgesinin dizi bilgisi kullanılmıştır. Ayrıca, dizi benzerliği yüksek olan bazı türlerin teşhis çalışmalarında ikinci bir primer çifti kullanılmaktadır. Bazı fungusların moleküler karakterizasyon işlemlerinde ikinci bir gen bölgesi olarak β-tubulin gen bölgesi kullanılmıştır. ITS bölgesinin çoğaltılmasında ITS1-ITS4 primer çiftinden (White ve diğ. 1990) β-tubulin gen bölgesinin çoğaltılmasında BT2a-BT2b primer çiftinden (O'Donnell ve diğ. 1997) yararlanılmıştır (Tablo 3).

Primer	Yön	Primer dizileri (5'-3')	Hedef gen bölgesi	Kaynak
ITS1	İleri	TCCGTAGGTGAACCTGCGG	ITS	White ve diğ. 1990
ITS4	Geri	TCCTCCGCTTATTGATATGC	ITS	White ve diğ. 1990
BT2a	İleri	GGTAACCAAATCGGTGCTGCTTTC	BT2	O'Donnell ve diğ. 1997
BT2b	Geri	ACCCTCAGTGTAGTGACCCTTGGC	BT2	O'Donnell ve diğ. 1997

Tablo 3 Çalışmada kullanılan primer çiftleri

PCR reaksiyonları Xpert Fast Hotstart Mastermix (Grisp, Portugal) ile gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonunda kullanılan kimyasallar ve konsantrasyonları Tablo 4'de sunulmuştur.

Bileşen	Stok Kons. (25 µl)
Xpert Fast Hotstart Mastermix (2x)	12,5 µl
Forward primer (5 pmol/µl)	2 µl
Reverse Primer (5 pmol/µl)	2 µl
Template DNA	0,25-10 µl
PCR-grade water	25 µl'ye tamamlanır

Tablo 4 PCR reaksiyonunda kullanılan kimyasallar ve konsantrasyonları

Konvansiyonel PCR için kullanılan kit protokolü kullanılarak PCR cihazında protokol (Tablo 5) oluşturulmuştur. PCR için reaksiyon karışım işlemi tamamlandıktan sonra PCR tüpleri konvansiyonel PCR cihazının kuyucuklarına yerleştirilerek PCR protokolü uygulanmıştır.

Safha	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü sayısı
Ön denatürasyon	95	3 dk	1
Denatürasyon	95	15 sn	40
Bağlanma	55	15 sn	
Uzama	72	15 sn	
Son uzama	72	3 dk	1

Tablo 5 PCR sıcaklık ve döngü koşulları

4.2.8.3 Jel elektroforezi

Agaroz jel elektroforezi doğrulamak amacıyla %1'lik agaroz jel kullanılmıştır. Jel hazırlanırken, 1 g agaroz (BIOMAX) tartılıp temiz bir erlene koyulmuş ve üzerine 100 mL 1x Tris Borate EDTA buffer (TBE) tamponu eklenmiştir. Agarozun TBE tamponu içinde tamamen çözünmesi için karışım, mikrodalga fırında (600 Watt) agaroz eriyene kadar ısıtılmıştır. Oda sıcaklığına gelen jelin içine 3 µL Xpert Green DNA Stain (GRISP) eklenmiştir. Elektroforez tankında kullanılan tepsiye uygun bir tarak yerleştirildikten sonra, hazırlanan agaroz dikkatlice dökülmüş ve hava kabarcığı olmamasına özen gösterilmiştir. Jel oda sıcaklığında donduktan sonra, tepsinin kenarındaki silikonlar dikkatlice çıkarılıp tank içine yerleştirilmiştir. Daha sonra,

önceden hazırlanan 1 x TBE tamponu agaroz jel yüzeyini kaplayacak şekilde eklenmiş ve tarak dikkatlice çıkarılmıştır.

PCR ürünlerinin analizi için, jeldeki her bir kuyucuğa 5 µL DNA ve 1 µL GRS DNA Loading dye karışımı yüklenmiştir. DNA'nın boyutunu belirlemek amacıyla 100 bp'lık GRS DNA Ladder (GRISP) belirteç olarak kullanılmıştır. Yükleme işlemi tamamlandıktan sonra elektroforez tankına 120 V güç uygulanmış ve örnekler 45 dakika boyunca karanlıkta yürütülmüştür. Bu sürenin sonunda agaroz jel dikkatlice görüntüleme sistemine taşınmış ve elektroforez süresince yürüyen DNA ladder ile PCR ürün bantları karşılaştırılarak doğrulama yapılmıştır.

4.2.8.4 DNA dizileme ve tür tayini

PCR ürünlerinin dizileme işlemleri ticari bir firma aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen DNA dizileri düzenleme işlemlerinin ardından NCBI (National Center for Biotechnology Information) Gen Bankasında (NCBI veri tabanı) yer alan diğer dizilerle nucleotide BLAST algoritması kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tür seviyesinde teşhis için sorgulanan dizinin gen bankasındaki türlerle %98 üzerinde benzerlik göstermesi kriteri esas alınmıştır. Benzerlik oranı %95-98 arasında ise teşhis cins seviyesinde bırakılmıştır.

4.2.8.5 Filogenetik Analiz

Filogenetik analiz, Neighbor-Joining yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Tamura ve diğ. 2004). Bootstrap filogenetik ağacı, 500 tekrardan elde edilerek incelenen taksonların evrimsel ilişkilerini temsil etmektedir (Felsenstein 1985). Bootstrap değeri %50' nin altında olan dallar gösterilmemiştir. Yapılan bootstrap testinde, taksonların hangi oranlarda aynı dalda kümelendiği dalların yanında yüzdelik olarak gösterilmiştir (Felsenstein 1985). Evrimsel uzaklıklar, Maksimum Bileşik Olasılık yöntemiyle hesaplanmış ve birim olarak baz değişim sayısı kullanılmıştır (Tamura ve diğ. 2004). Dahil edilen kodon pozisyonları 1., 2., 3. pozisyonlar ve kodlama yapmayan bölgeleri

kapsamaktadır. Her dizi çiftindeki belirsiz nükleotid konumları çıkarılmıştır (çiftli silme yöntemi). Evrimsel analizler MEGA11 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Tamura ve diğ. 2021).

4.2.9 Fungal biyoçeşitliliğin belirlenmesi ve istatistik çalışmaları

Fungal endofit topluluğunun örnek alanlar ve doku tipleri arasındaki çeşitliliğini değerlendirmek için istatistik analizler yapılmıştır. Çalışmanın istatistik analizi R (R Core Team 2014) uygulamasında phyloseq (McMurdie ve Holmes 2013) ile vegan (Oksanen ve diğ. 2007) paketleri kullanılarak yapılmıştır. Fungal topluluklarının çeşitliliğini ve bileşimini karakterize etmek için Shannon çeşitlilik indeksleri ve Bray-Curtis benzerlik indeksi (Shannon 1948; Bray ve Curtis 1957), çeşitliliğin baskınlığını tahmin etmek için ise Simpson indeksi kullanılmıştır (Simpson 1949). Sayılabilen veriler ile beta çeşitliliğinin hesabına dayalı çeşitli indisler kullanılmaktadır (Bray ve Curtis 1957; Lande 1996; Jost 2007; Anderson ve diğ. 2011; Legendre ve De Caceres 2013; Ricotta ve diğ. 2021). Bu çalışmada Shannon entropisine dayalı evrensel beta çeşitliliği hesabı tercih edilmiştir.

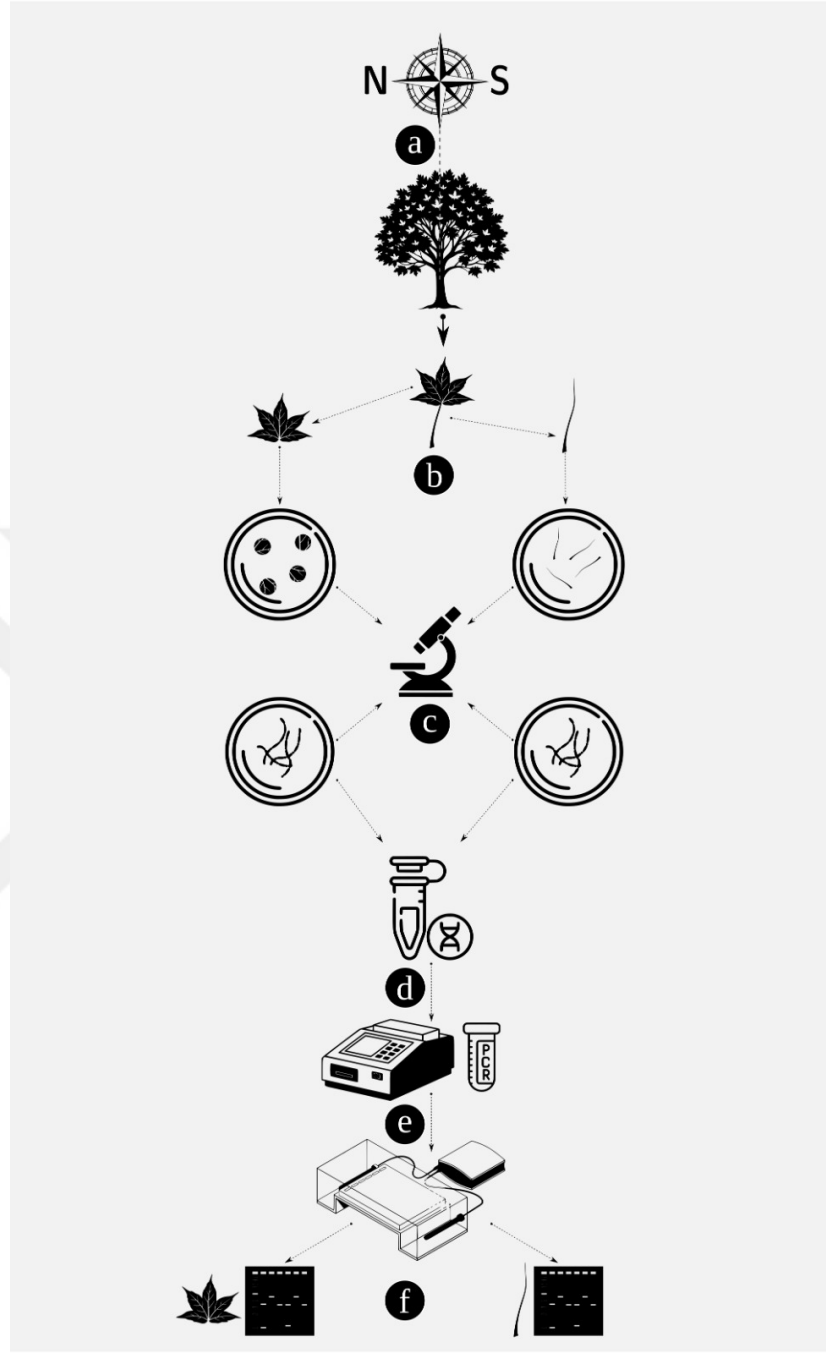
$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2$$

H' Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi, D Simpson çeşitlilik indeksi ve pi türlerin oransal değerleridir (Shannon 1948; Simpson 1949; Özdemir ve diğ. 2017; Süel ve diğ. 2021).

$$BC_{UV} = \frac{\sum_{j=1}^S |x_{Uj} - x_{Vj}|}{\sum_{j=1}^S (x_{Uj} + x_{Vj})}$$

BC_{UV} , Bray-Curtis benzerlik indeksi; x_{Uj} , U alanındaki j türünün bolluğunu; x_{Vj} , V alanındaki j türünün bolluğunu; S, karşılaştırılan toplam tür sayısını ifade eder.



Şekil 8 Arazi ve laboratuvar çalışmalarının şematik gösterimi a) Bitki materyallerinin örneklenmesi, b) Bitki materyallerinin dokulara göre ayrılması, c) Bitki materyalleri ve elde edilen fungusların morfolojik teşhis çalışmaları, d) Moleküler çalışmalar için seçilen fungusların DNA izolasyonu e) İzolasyonu gerçekleştiren fungusların ITS1 ve ITS4 ve Bt2a ve Bt2b primerleri ile PCR işlemleri, jel elektroforezi, görüntüleme.

5. BULGULAR

5.1 Bitki materyallerinden elde edilen morfolojik ve moleküler bulgular

Bu çalışma, Muğla il sınırları içerisinde 10 farklı örnek alandan toplanan *L. orientalis* yaprak ve saplarından elde edilen fungusların yaygınlıkları ile ilgili bulguları içermektedir. Çalışmada 20 adet ağaçtan 40 adet yaprak ve yaprak sapı örneği toplanmıştır. Toplanan yaprak ve yaprak sapı örnekleri 1280 adet petriye ekilmiştir.

Bu tez çalışmasında toplanan örneklerden 499 izolat elde edilmiştir. Yapılan morfolojik ve moleküler analizler sonucunda tamamı Ascomycota şubesine ait 11 fungus cins düzeyinde 26 fungus tür düzeyinde olmak üzere 15 farklı familyadan toplam 37 tane fungus tanımlanmıştır. Ayrıca 1 tane tanımlanamayan tür elde edilmiştir (Tablo 6).

Veriler incelendiğinde elde edilen en yaygın familyalar sırasıyla; Diaporthaceae familyası 174 izolat (%34,86), Pleosporaceae familyası 117 izolat (%23,44), Botryosphaeriaceae familyası 111 izolat (%22,24) şeklindedir.

Öte yandan tür bazında *D. eres* (75 izolat- %15,03) her alanda izole edilen en yaygın ve baskın tür iken aynı şekilde bu sırayı *Phomopsis* sp. (62 izolat- %12,42), *Alternaria* sp. (56 izolat- %11,22,) takip etmektedir.

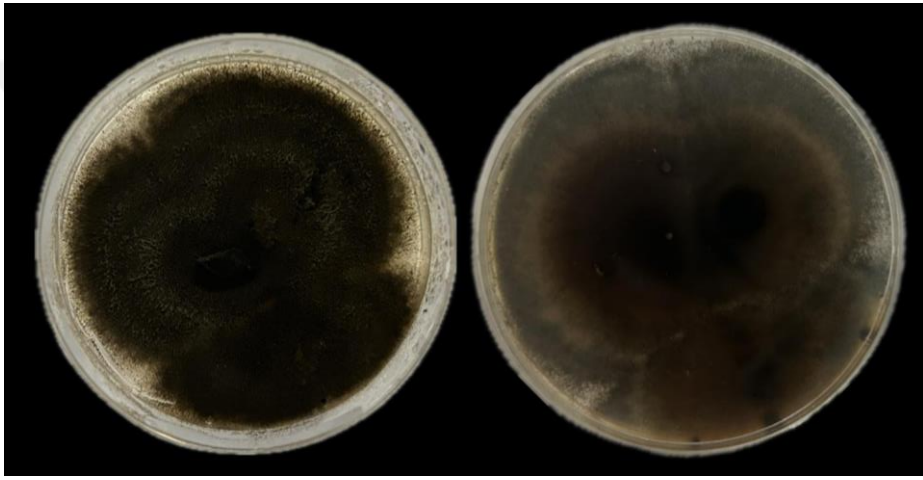
	Familiya	İzolat Kodu	Morfolojik Tanımlama	En yakın NCBI eşleşmesi
1	Pleosporaceae	FBL7	<i>Alternaria</i> sp.1	<i>Alternaria</i> sp.1
2		FBL56	<i>Alternaria</i> sp.2	<i>Alternaria destruens</i>
3		FBL3	<i>Alternaria</i> sp.3	<i>Alternaria alstroemeriae</i>
4		FBL53	<i>Bipolaris</i> sp.	<i>Bipolaris subramanianii</i>
5		FBL50	<i>Stemphylium</i> sp.1	<i>Stemphylium</i> sp.1
6		FBL13	<i>Stemphylium</i> sp.2	<i>Stemphylium botryosum</i>
7		FBL39	<i>Stemphylium</i> sp.3	<i>Stemphylium majusculum</i>
8	Diaporthaceae	FBL11	<i>Diaporthe</i> sp.1	<i>Diaporthe bohemiae</i>
9		FBL29	<i>Diaporthe</i> sp.2	<i>Diaporthe cynaroidis</i>
10		FBL23	<i>Diaporthe</i> sp.3	<i>Diaporthe eres</i>
11		FBL6	<i>Phomopsis</i> sp.1	<i>Phomopsis</i> sp.1
12	Didymosphaeriaceae	FBL12	<i>Paraconiothyrium</i> sp.	<i>Paraconiothyrium brasiliense</i>
13		FBL26	<i>Pseudopithomyces</i> sp.	<i>Pseudopithomyces rosae</i>
14	Botryosphaeriaceae	FBL25	<i>Neofusicoccum</i> sp.1	<i>Neofusicoccum</i> sp.1
15		FBL21	<i>Neofusicoccum</i> sp.2	<i>Neofusicoccum</i> sp.2
16		FBL33	<i>Neofusicoccum</i> sp.3	<i>Neofusicoccum</i> sp.3
17		FBL36	<i>Neofusicoccum</i> sp.4	<i>Neofusicoccum</i> sp.4
18		FBL27	<i>Neofusicoccum</i> sp.5	<i>Neofusicoccum</i> sp.5
19	Didymellaceae	FBL43	<i>Nothophoma</i> sp.	<i>Nothophoma variabilis</i>
20		FBL51	<i>Didymella</i> sp.	<i>Didymella prosopidis</i>
21	Aspergillaceae	FBL8	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Aspergillus niger</i>
22		FBL28	<i>Penicillium</i> sp.1	<i>Penicillium</i> sp.1
23		FBL55	<i>Penicillium</i> sp.2	<i>Penicillium rubens</i>
24		FBL48	<i>Penicillium</i> sp.3	<i>Penicillium italicum</i>
25	Hypocreaceae	FBL35	<i>Trichoderma</i> sp.1	<i>Trichoderma harzianum</i>
26		FBL40	<i>Trichoderma</i> sp. 2	<i>Trichoderma lixii</i>
27	Cladosporiaceae	FBL52	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Cladosporium endophyticum</i>
28		FBL32	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Cladosporium colombia</i>
29	Discinellaceae	FBL14	<i>Pseudopezicula</i> sp.	<i>Pseudopezicula</i> sp.1
30		FBL45	<i>Pseudopezicula</i> sp.	<i>Pseudopezicula tetraspora</i>
31		FBL49	<i>Pseudopezicula</i> sp.	<i>Pseudopezicula tracheiphila</i>
32	Muyocopronaceae	FBL42	<i>Muyocopron</i> sp.	<i>Muyocopron</i> sp.1
33	Cucurbitariaceae	FBL22	<i>Neocucurbitaria</i> sp.	<i>Neocucurbitaria cava</i>
34	Mycosphaerellaceae	FBL44	<i>Sphaerulina</i> sp.	<i>Sphaerulina rhododendricola</i>
35	Meruliaceae	FBL47	<i>Constantinomyces</i> sp.	<i>Constantinomyces macerans</i>
36	Cyphellaceae	FBL58	<i>Aequabiliella</i> sp.	<i>Aequabiliella effusa</i>
37	Glomerellaceae	FBL19	<i>Gnomoniopsis</i> sp.	<i>Gnomoniopsis idaeicola</i>
38	Bilinmeyen tür	FBL9		

Tablo 6 Elde edilen fungusların gruplanması, morfolojik tanımlanması ve NCBI eşleşmesi

Bu çalışmada elde edilen fungusların makroskobik özellikleri, petri görüntüleri, ITS dizileri ve fungusların NCBI’ da eşleştiği izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor Joining ağacı gösteriminden elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

Alternaria sp.1

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL7 izolatı incelendiğinde, koloni rengi koyu yeşil merkezli ve kenarlara doğru hafif kahverengimsi koyu yeşildir. Az pamuksu bir yüzey dallanarak oluşmuştur (Şekil 9).



Şekil 9 *Alternaria sp.*’nin PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 473 bp uzunluğundadır.

>FBL7

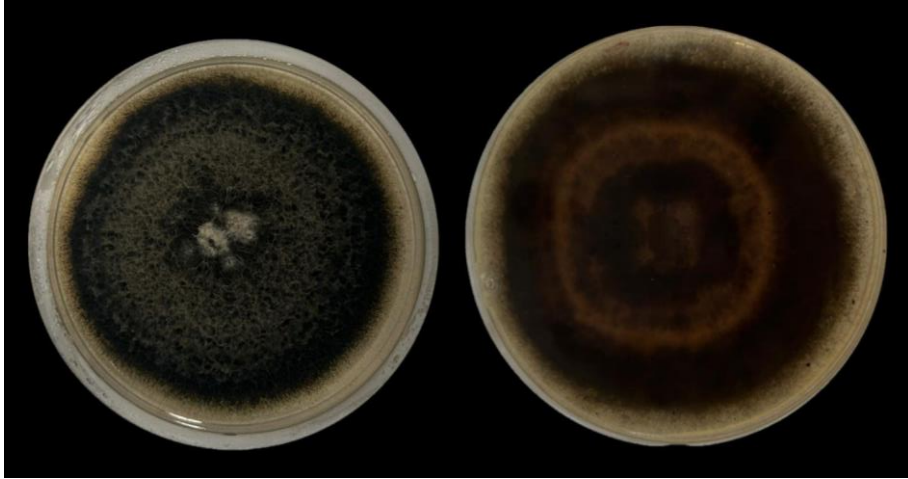
```
GGGCTGGAACCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGTCTTTTG  
CGTACTTCTTGTTTCCTTGGTGGGTTGCCCCACCACTAGGACAAACATAAACCTT  
TTGTAATTGCAATCAGCGTCAGTAACAAATTAATAATTACAACCTTCAACAACG  
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGT  
GAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTTGG  
TATCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGG  
TGTTGGGCGTCTTGCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAG  
CCGGCCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGT
```

CTAGCATCCATTAAGCCTTTTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATAC
CCGCTGAACTTAAGCA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Alternaria* sp.türüne ait OR245528.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir.

***Alternaria destruens* EG Simmons, 1998**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL7 izolatı incelendiğinde, koloni rengi koyu gri, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında ise koyulaşarak siyah renkli olarak görülmüştür. Miselyum gelişimi; yoğun, pamuksu görünümlüdür. Somatik hifler renksiz, bölmeli ve dallanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10 *Alternaria destruens*'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 508 bp uzunluğundadır.

>FBL56

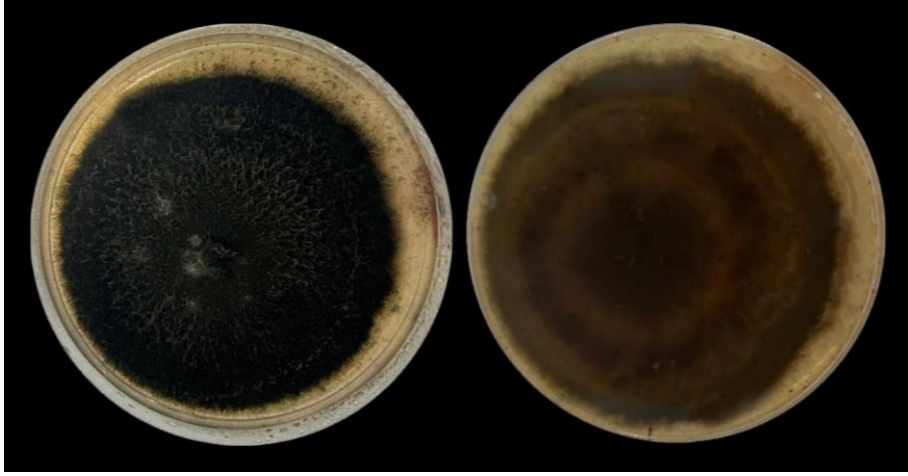
GGGCTGGAACCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGTCTTTTG
CGTACTTCTTGTTTCCTTGGTGGGTTGCCCCACCACTAGGACAAACATAAACCTT
TTGTAATTGCAATCAGCGTCAGTAACAAATTAATAATTACAACCTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGT
GAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTTGG
TATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGG
TGTTGGGCGTCTTGTCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAG

CCGGCCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGT
CTAGCATCCATTAAGCCTTTTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATAC
CCGCTGAACTTAAGCA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Alternaria destruens* türüne ait NR_137143.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Alternaria destruens* türüne ait JQ672038.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Alternaria alstroemeriae* EG Simmons ve CF Hill, 2007**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL3 izolatı incelendiğinde, koloni rengi oldukça açık soft yeşil merkezli olup kenarlara doğru yeşilin tonu giderek koyulaşmaktadır. Merkeze doğru yoğun pamuksu ve düzgün, yuvarlak şeklindedir (Şekil 11).



Şekil 11 *Alternaria alstroemeriae* 'nın PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 443 bp uzunluğundadır.

>FBL3

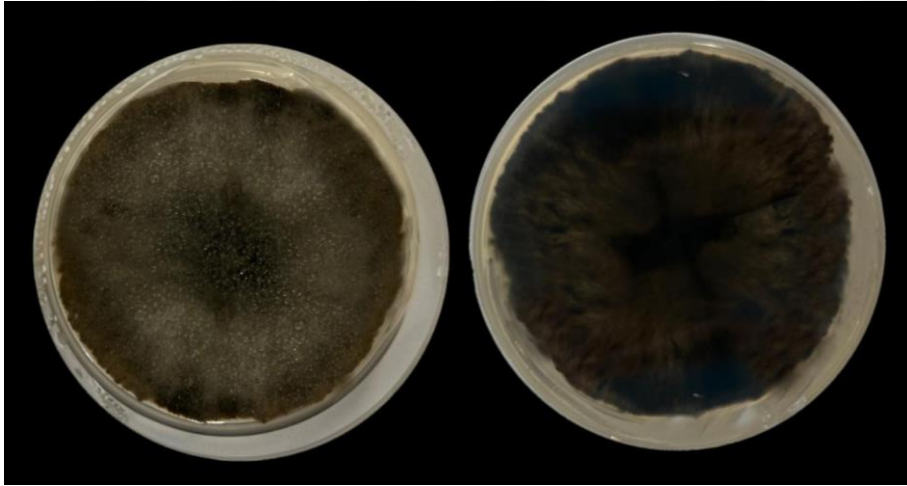
CGAAACCAGTAGGCCGGCTGCCAATTACTTTAAGGCGAGTCTCCAGCAAAGCTA
GAGACAAGACGCCCAACACCAAGCAAAGCTTGAGGGTACAAATGACGCTCGAA
CAGGCATGCCCTTTGGAATACCAAAGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATG

ATTCAGTGAATTCTGCAATTCACACTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCG
ATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTGTAATTATTAATTTGTTACTGA
CGCTGATTGCAATTACAAAAGGTTTATGTTTGTCTAGTGGTGGGCGAACCCACC
AAGGAAACAAGAAGTACGCAAAAAGACAAGGGTGAATAATTCAGCAAGGCTGTA
ACCCCGAGAGGTTCCAGCCCGCCTTCATATTTGTGTAATGATCCCTCCGCAGGTT
CACCTACG

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Alternaria alstroemeriae* türüne ait NR_163686.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Alternaria alstroemeriae* türüne ait OM522505.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.

***Bipolaris subramanianii* YP Tan ve RG Shivas, 2016**

Bu fungusa yalnızca sapta rastlanmıştır. Sadece PL-MEA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL53 izolatı incelendiğinde, koloni rengi koyu yeşil merkezli olup kenarlara doğru gri ve koyu yeşil renk almaktadır. Merkeze doğru yoğun pamuksu ve düzgün, yuvarlak şeklindedir (Şekil 12).



Şekil 12 *Bipolaris subramanianii*'nin PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 481 bp uzunluğundadır.

>FBL53

TCCTGGGCGGGATCGCCCGCCACCAGGACCAAACCATAAACCTTTTTTTTATGCA
GTTGCAATCAGCGTCAGTAAAAACAATGTAATTATTACAACCTTCAACAACGGA

TCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAGTGTGA
ATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTTGGTA
TTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCTTCAAGCTTTGCTTGGTG
TTGGGCGTTTTTTGTCTCCCTCTTTCTGGGAGACTCGCCTTAAAACGATTGGCAG
CCGGCCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACATATTTTTCGCTTTGTATCAGGAGAAA
AGGACGGTAATCCATCAAGACTCTACATTTTAACTTTTGACCTCGGATCAGGTA
GGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAACC

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Bipolaris subramanianii* türüne ait NR_147496.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Bipolaris subramanianii* türüne ait MW450846.1 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstermektedir.

***Stemphylium* sp.**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. PCA besiyeri dışında diğer üç besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL50 izolatı incelendiğinde, koloni rengi hafif pembe ve bej renkte olup, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında ise koyulaşarak gri-siyah renkli olarak görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, pamuksu ve yüzeyseldir (Şekil 13).



Şekil 13 *Stemphylium* sp.'nin PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 477 bp uzunluğundadır.

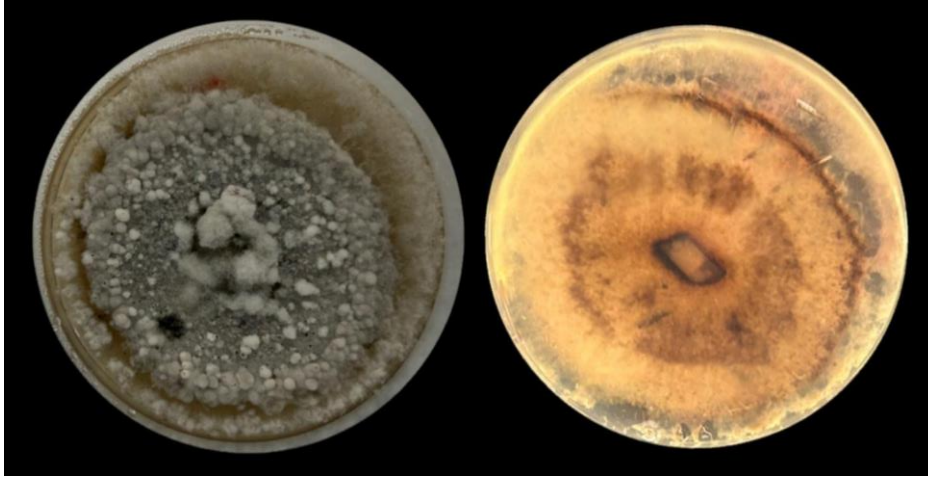
>FBL50

CAAGGCTGATTCAAAGTGCAAGAATTGTGCTGCGCTCCGAAACCAGTAGGTCGG
CTGCCAATCATTTTAAGGCGAGTCTCGTGAGAGACAAAGACGCCCAACACCAAG
CAAAGCTTGAGGGTACAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCTTTGGAATACCAA
AGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTCGATGATTCACTGAATTCTGCAATTCACA
CTACGTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTT
GTTGAAAGTTGTAATAATTACATTGTTTACTGACGCTGATTGCAATTACAAAAG
GTTTATGGTTTGGTCCTGGTGGCGGGCGAACCCGCCAGGAAACAAGAAGTGCG
CAAAAGACATGGGTGAATAATTCAGACAAGCTGGAGCCCTCACC GAAGTGAGG
TCCCAACCCGCTTTCATATTGTGTAATGATCCCTCCGCAGGTTC

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Stemphylium* sp. türüne ait OR562057.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir.

***Stemphylium botryosum* Wallroth, 1833**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapa rastlanmıştır. Sadece PDA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL13 izolatı incelendiğinde, koloni rengi beyaz-gri görülmüştür. Miselyum gelişimi; yoğun, pamuksu görünümlüdür (Şekil 14).



Şekil 14 *Stemphylium botryosum*'un PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 502 bp uzunluğundadır.

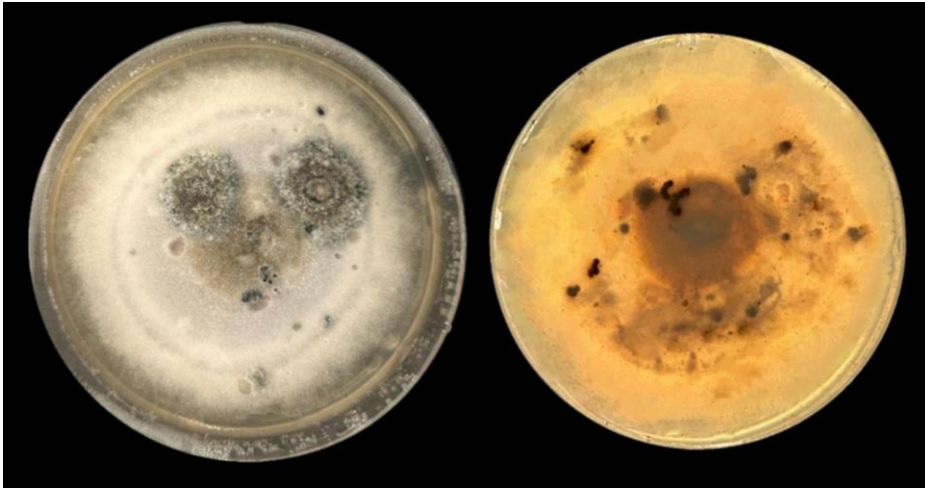
>FBL13

TCGGTGAGGGCTCCAGCTTGTCTGAATTATTCACCCATGTCTTTTGCGCACTTCTT
GTTTCCTGGGCGGGTTCGCCCCGCCACCAGGACCAAACCATAAACCTTTTTGTAAT
TGCAATCAGCGTCAGTAAACAATGTAATTATTACAACCTTTCAACAACGGATCTCT
TGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAGTGTGAATTGC
AGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTTGGTATTCCA
AAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGGTGTGGG
CGTCTTTGTCTCTCACGAGACTCGCCTTAAAATGATTGGCAGCCGACCTACTGGT
TTCGGAGCGCAGCACAATTCTTGCACCTTTGAATCAGCCTTGGTTGAGCATCCATC
AAGACCACATTTTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAA
CTTAAGC

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Stemphylium botryosum* türüne ait NR_163547.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Stemphylium botryosum* türüne ait JQ646450.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.

***Stemphylium majusculum* EG Simmons, 1969**

Bu fungusu yalnızca yaprakta rastlanmıştır. Sadece PDA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL39 izolatı incelendiğinde, koloni rengi kirli beyaz renkte olup, 7-10 gün sonra koyulaşarak gri-siyah renk aldığı görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, düz ve yüzeyseldir (Şekil 15).



Şekil 15 *Stemphylium majusculum*'un PDA besiyerindeki gelişimi

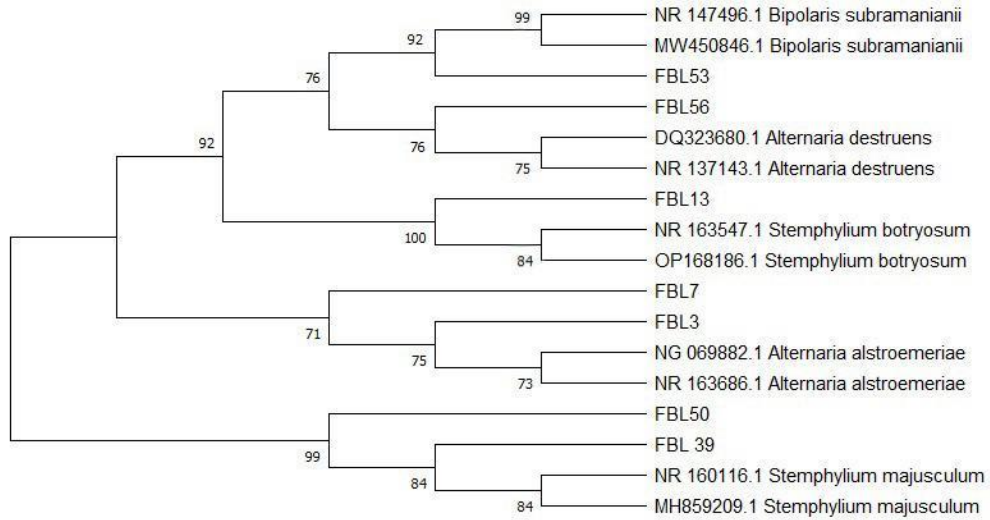
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 449 bp uzunluğundadır.

>FBL39

AAACCAGTAGGTCGGCTGCCAATCATTTTAAGGCGAGTCTCGTGAGAGACAAAG
ACGCCCAACACCAAGCAAAGCTTGAGGGTACAAATGACGCTCGAACAGGCATG
CCCTTTGGAATACCAAAGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTG
AATTCTGCAATTCACACTACGTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAG
AACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTGTAATAATTACATTGTTTACTGACGCTGA
TTGCAATTACAAAAAGGTTTATGGTTTGGTCCTGGTGGCGGGCGAACCCGCCCA
GGAAACAAGAAGTGCGCAAAAGACATGGGTGAATAATTCAGACAAGCTGGAGC
CCTCACCGAAGTGAGGTCCCAACCCGCTTTCATATTGTGTAATGATCCCTCCGCA
GGTTCACCCTACGGAA

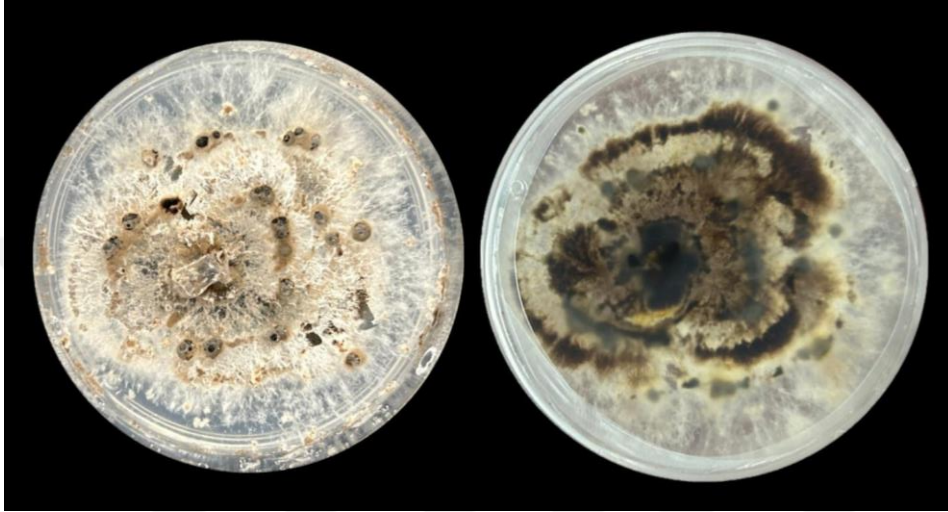
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Stemphylium majusculum* türüne ait NR_160116.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Stemphylium majusculum* türüne ait KU850618.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.



Şekil 16 Pleosporaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının NeighborJoining ağacı gösterimi

***Diaporthe bohemiae* Guarnaccia, Eichmeier & Crous, 2018**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL11 izolatı incelendiğinde, koloni rengi beyaz renkte olup, 7-10 gün sonra koyulaşarak turuncumsu kahve renk aldığı görülmüştür. Zamanla merkezden dışa doğru koyu renkli piknidyumlar gelişmiştir. Miselyum gelişimi; hafif ve pürüzlüdür (Şekil 17).



Şekil 17 *Diaporthe bohemiae*'nin PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 401 bp uzunluğundadır.

>FBL11

```
CACTGAACTCTGAGAATAAAACATAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATC
TCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAAT
TGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTCTGGTATT
CCGGAGGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCTGGCTTGGTGAT
GGGGCACTGCCTGTAAAAGGGCAGGCCCTGAAATTCAGTGGCGAGCTCGCCAGG
ACCCCGAGCGCAGTAGTTAAACCCTCGCTCTGGAAGGCCCTGGCGGTGCCCTGC
CGTTAAACCCCCAACTTCTGAAAATTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGC
TGA ACTTAAGCATATCAATAA
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Diaporthe bohemiae* türüne ait NR_164425.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki

diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Diaporthe bohemiae* türüne ait MG281189.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Diaporthe cynaroidis* Marinc., MJ Wingf. ve Crous, 2008**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. PDA ve PL-MEA besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL29 izolatı incelendiğinde, koloni rengi beyaz renkte olup, 7-10 gün sonra koyulaşarak soft kahve renk aldığı görülmüştür. Zamanla merkezden dışa doğru koyu renkli piknidyumlar gelişmiştir. Miselyum gelişimi; hafif ve pürüzlüdür (Şekil 18).



Şekil 18 *Diaporthe cynaroidis*'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 400 bp uzunluğundadır.

>FBL29

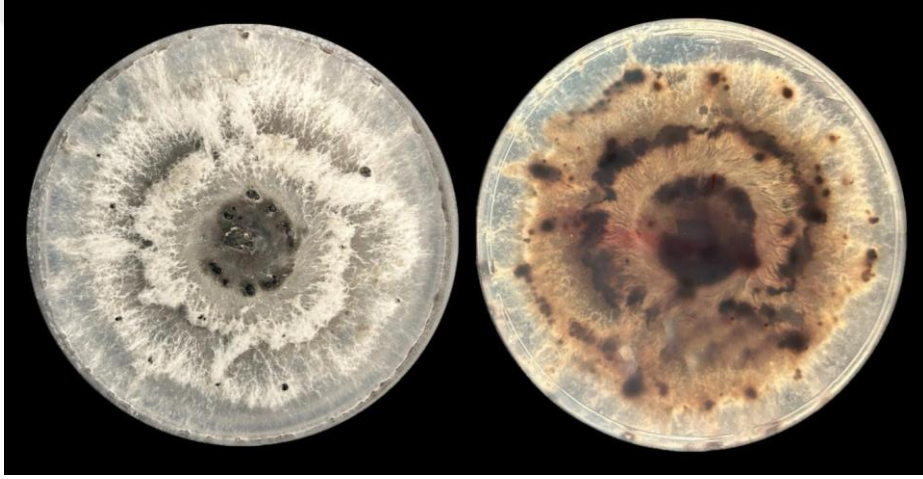
```
TCGGCGTCAGGCTGGCTCCCCTCGGGGGGTCCCTCACCATCTCGGTGAGGAGCA
GGCCCGCCGGCGGCCAAGTTAACTCTTGT TTTTACACTGAAACTCTGAGAATAA
AACAAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATG
AAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCAT
CGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTCTGGTATTCCGGAGGGCATGCCTGTTTCG
AGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCTGGCTTGGTGATGGGACACTGCCTTTGAGAA
AAGGCAGGTCCTGAAATTCAGTGGCGAGCTCGCCAGGACCCCGAGCGCAGTAGT
TAAACCCTCGCTTTGGAAGGT
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Diaporthe cynaroidis* türüne ait MH863230.1 no'lu izolat ile

%100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Diaporthe cynaroidis* türüne ait MW574122.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Diaporthe eres* Nitschke, 1870**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL50 izolatı incelendiğinde, koloni rengi beyaz renkte olup 7-10 gün sonra koyulaşarak yer yer gri renk aldığı, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında beyaz aralıklı çemberler şeklinde geliştiği görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, düz, yüzeysel veya yoğun, pürüzlü, pamuksudur (Şekil 19).



Şekil 19 *Diaporthe eres*'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 460 bp uzunluğundadır.

>FBL23

```
CTTCCAGAGCGAGGGTTTAACTACTGCGCTCGGGGTCCTGGCGAGCTCGCCACT
GAATTTTCAGGGCCTGCCCTTTTACAGGCAGTGCCCCATCACCAAGCCAGGCTTG
AGGGTTGAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCTCCGGAATACCAGAGGGCGCA
ATGTGCGTTCAAAGATTCGATGATTCAGTGAATTCTGCAATTCACATTACTTATC
GCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGT
TTTGATTCATTTATGTTTTATTCTCAGAGTTTCAGTGTA AAAACAAGAGTTAGGT
TGGCCGCCGGCGTGCTGCTCCTCCAGGAGAGGGGGCCCCCAAGGGGGCCGGCAT
GCGCCGAGGCAACAGTAAGGTATAAGTTCACAAAGGGTTTCTGGGTGCGCCTGG
GGCGCGTTCCAGCAATGATCCCTCCG
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Diaporthe eres* türüne ait NR_144923.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Diaporthe eres* türüne ait OU022059.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Phomopsis* sp.1**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL6 izolatı incelendiğinde, koloni rengi beyaz renkte olup, 7-10 gün sonra koyulaşarak sarımtırak turuncu renk aldığı görülmüştür. Merkezde iri, koyu renkli piknidyumlar gelişmiştir. Miselyum gelişimi; hafif ve pürüzlüdür (Şekil 20).



Şekil 20 *Phomopsis* sp.'nin PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

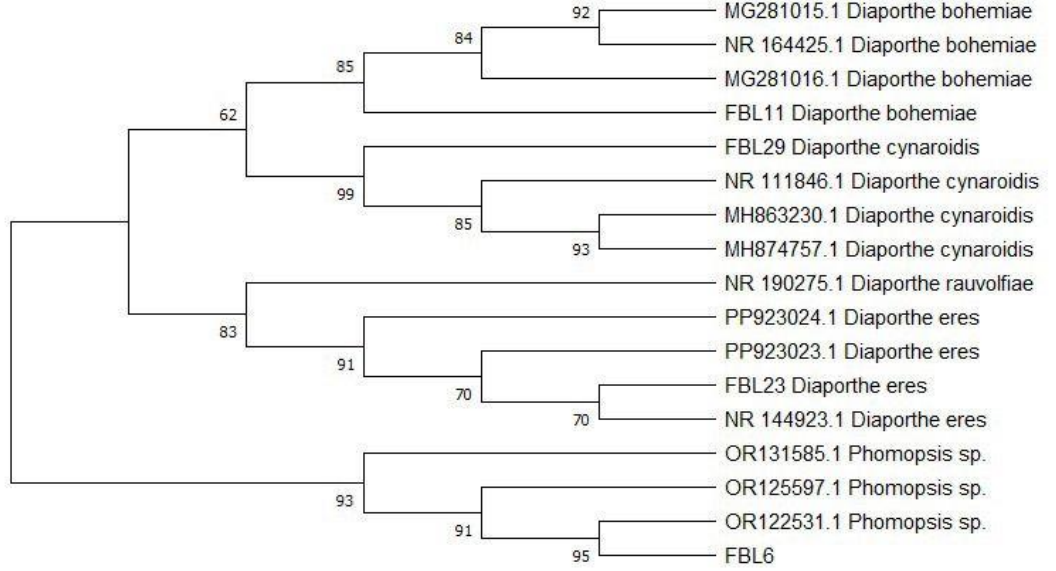
ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 466 bp uzunluğundadır.

>FBL6

```
GGGTGCGCCAGGAAGCGCGTTCCAGCAATGATTCCGTAGGTGAACCTGCGGAGG
GATCATTGCTGGAACGCCCTGGCGCACCCAGAAACCCTTTGTGAACCTTATACCTT
ACTGTTGCCTCGGCGCAGGCCGTCCCCTACGGGGTCCCTTGGAACAAGGAGCC
AGCCGGCCAAGGTGGCCAAATTA ACTCTGTTTACACTGAACTCTGAGTATAAA
ACATAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTAAGGCTTATCGA
TGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
ATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTCTGGTATTCCGGAGGGCATGCCTGTT
```

CGAAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCTGGCTTGGTGTTGGGGCACTGCTTTTTCC
GAAAAGCAGGCCCTGAAATATAGTGGCGAGCTCGCCAGGACTCCGAGCGTAGT
AGTTAAACCCTCGCTTTGGAAGGCCTGGCGGTGCCCTGCCGTTAAACCCCAACTT
TTGAAAATYTGACCTCGGATCAGGTGGAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATAT
CAATAA

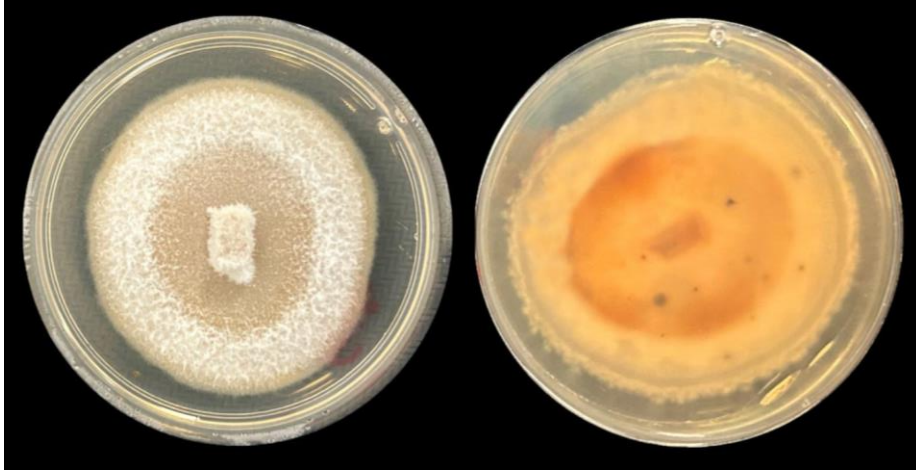
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Phomopsis* sp. türüne ait OR122531.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Phomopsis* sp. türüne ait HQ333511.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.



Şekil 21 Diaporthaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Paraconiothyrium brasiliense* Verkley, 2004**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Sadece PDA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL12 izolatı incelendiğinde, koloni rengi sarımtırak beyaz renkte olup, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında beyaz-bej aralıklı çemberler şeklinde görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeysel ve pamuksudur (Şekil 22).



Şekil 22 *Paraconiothyrium brasiliense*'nin PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 435 bp uzunluğundadır.

>FBL12

```
AGGCAAGGACCGCTGCCAATGAATTTGGGGCGAGTCCGCGCGCAGAGGCGGGA
CAGACGCCCCAACACCAAGCAGAGCTTGAGGGTGTAGATGACGCTCGAACAGGC
ATGCCCCATGGAATACCAAGGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCA
CTGAATTCTGCAATTCACACTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCC
AGAGCCAAGAGATCCATTGTTGAAAGTTGTAACGATTGTTTGTATCAGAACAGG
TAATGCTAGATGCAAAAAAAGGTTTTGATAGGTTCCAACGGCAGGTTGCCCCAC
CGAAGGAGAACGAAAGGTGCTCGTAAAAAAAGGATTCAGACATGCGGCGCGTG
AAAGTGTTACCTCTACCGCCCGACGGTAGCTGTTGCTCCCGCCGAGGGCCGCGA
CCGC
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında *Paraconiothyrium brasiliense* türüne ait NR_163552.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Paraconiothyrium brasiliense* türüne ait LT796975.1 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstermektedir.

***Pseudopithomyces rosae* Phukhams., Camporesi ve K.D. Hyde, 2018**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. PL-MEA ve WA besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL26 izolatı incelendiğinde, koloni rengi sarımtırak ve bej renkte olup, petrinin tabanında ve

ilerleyen kısmın sonunda beyaz çember şeklinde görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif ve pamuksudur (Şekil 23).



Şekil 23 *Pseudopithomyces rosae*'nin PDA besiyerindeki gelişimi

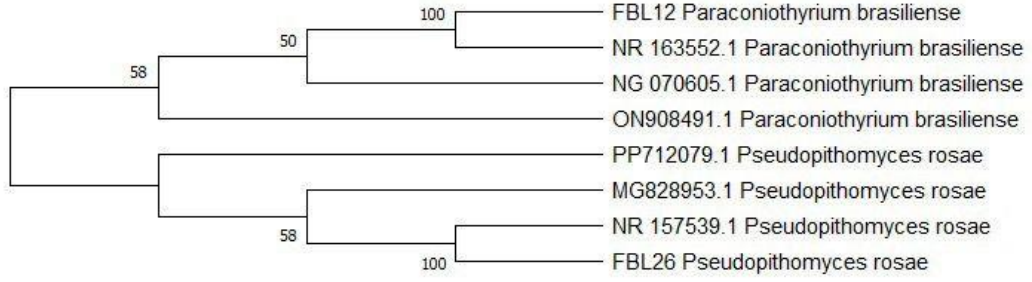
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 380 bp uzunluğundadır.

>FBL26

```
TGCGCGAGAGGAGGCAAGGACCGCTGCCAATGAATTTGGGGCGAGTCCACGCG
CGGAGGCGGGACAGACGCCCAACACCAAGCAGAGCTTGAGGGTGTAGATGACG
CTCGAACAGGCATGCCCCACGGAATACCGAGGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGAT
TCGATGATTCACTGAATTCTGCAATTCACACTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCT
TCATCGATGCCAGAGCCAAGAGATCCATTGTTGAAAGTTGTAACGATTGTTTGT
TCGGAACAGGTAATGCTAGATGCAAAAAGAGTTTATTCGGTTCCAACGGCAGGT
TGCCCCGCCGAGGGAGAACAGAAGGTGCTCGTAAAGTAAGGATGGCAGTCGTG
CG
```

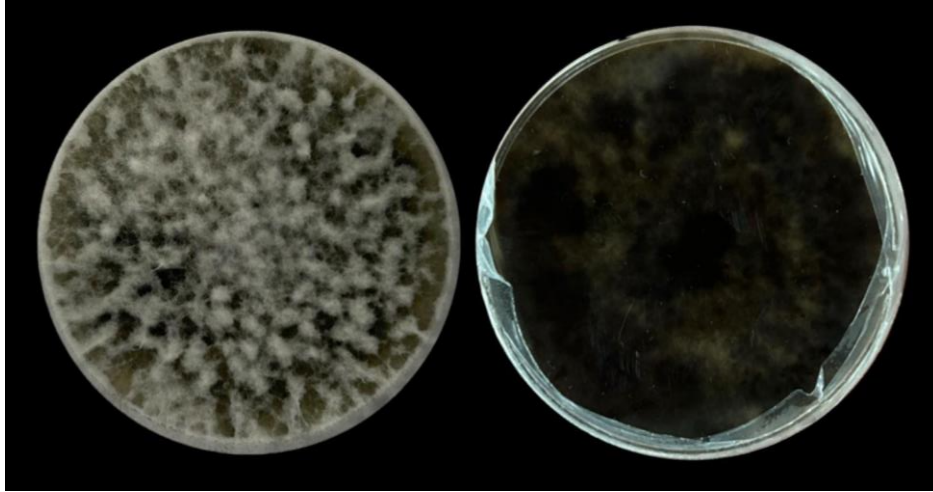
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pseudopithomyces rosae* türüne ait NR_157539.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pseudopithomyces rosae* türüne ait PP712079.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.



Şekil 24 Didymosphaeriaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

Neofusicoccum sp.1

Bu fungusa sadece yaprakta rastlanmıştır. Sadece PL-MEA ortamlarında gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL25 izolatı incelendiğinde, koloni rengi kirli beyaz renkte olup, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında yeşil-gri renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; yoğun ve boyuna uzayan pamuksudur (Şekil 25).



Şekil 25 *Neofusicoccum* sp.1'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 577 bp uzunluğundadır.

>FBL25

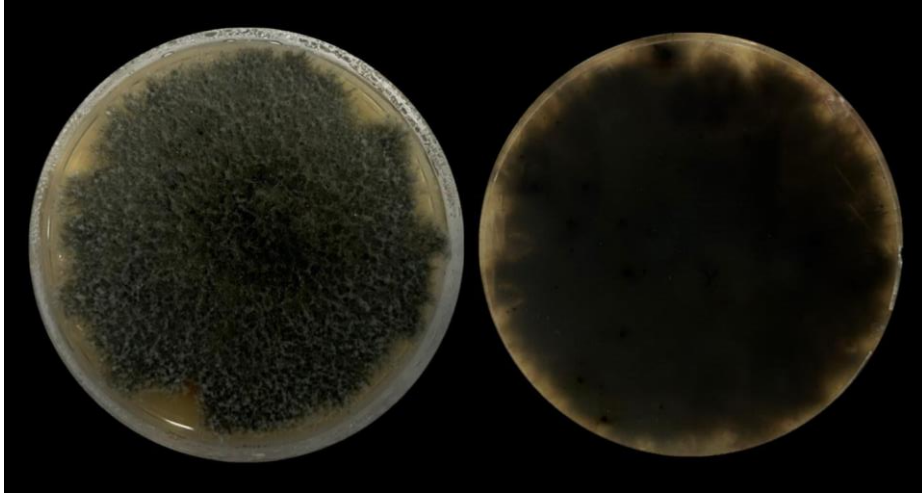
TTGACCTGGAGGTCATTACCGAGTTGATTGAGCTCCGGCTCGACTCTCCCACCC
AATGTGTACCTACCTCTGTTGCTTGCGGGCCGCGGTCCTCCGCAACCGGCGCCCT

TCGGGGGGCTGGCCAGCGCCCGCCAGAGGACCATAAACTCCAGTCAGAACTTC
GCAGTCTGAAAAACAAGTTAATAAACTAACTTTCAACAACGGATCTCCTTGGT
TCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
TTCAGTGAATCATGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTTGGTATTCCGAGGGG
CATGCCTGTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCTCTGCTTGGTATTAATGGGCC
CCGTCTCCACGGACGCCTTAAAGACCTCGGCGGTGGCGTCTTGCCTCAAGCGT
AGTAGAAAACACCTCGCTTTGGAGCGCACGGCGTCGCCCCGCCGGACGAACCTTT
GAATTATTTCTCAATTGACCCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGGCTGAACTTAA
GCATATCAATAAGCCGGAGGAAATGATTAAATA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Neofusicoccum* sp.türüne ait OR916288.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir.

***Neofusicoccum* sp.2**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL21 izolatı incelendiğinde, koloni rengi koyu gri ve yeşilimtrak renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeysel ve pamuksudur (Şekil 26).



Şekil 26 *Neofusicoccum* sp.2'nin PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 576 bp uzunluğundadır.

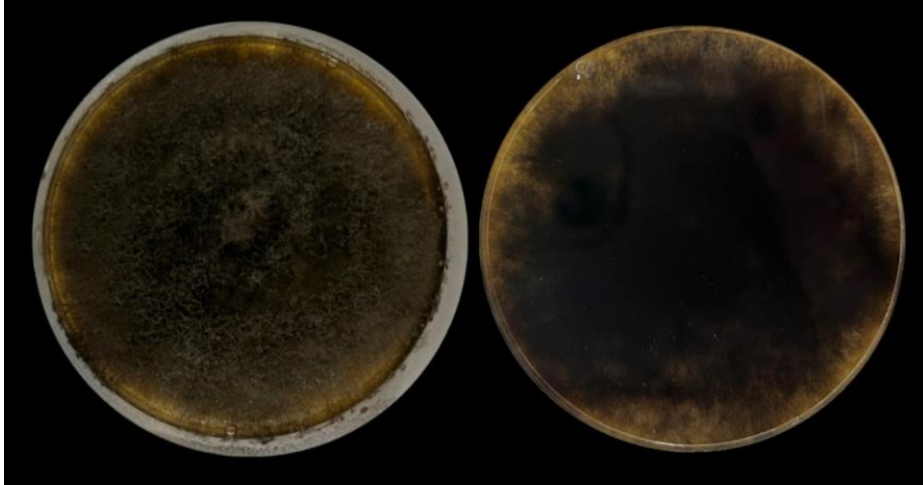
>FBL21

TCCGTAGGTGAACCTGCGAGGATCATTACCGAGTTGATTGAGCTCCGGCTCGA
CTCTCCCACCCAATGTGTACCTACCTCTGTTGCTTTGGCGGGCCGAACGGTCCTC
CGCACCGGCGCCCTTCGGGGCTGGCCAGCGCCCGCCAGAGGACCATAAACTCC
AGTCAGTGAACCTTTGCAGTCTGAGAAACAAGTTAATAAACTAAACTTTCAACA
ACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAATAGCGAAATGCGATAAG
TAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCC
CCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCTCT
GCTTGGTATTGGGCTCCGTCCCACGGACGCGCCTTAAAGACCTCGGCGGTGGCG
TCTTGCCTCAAGCGTAGTAGAAAACACCTCGCTTTGGAGCGCACGGCGTCGCCC
GCCGGACGAACCTTTGAATTATTTCTCAAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGAT
ACCCGCTGAACTTACATATCAATAAGCGGAGGA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Neofusicoccum* sp.türüne ait OR803190.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir.

***Neofusicoccum* sp.3**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL33 izolatı incelendiğinde, koloni rengi siyaha yakın koyu gri ve yer yer kül renginde görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeysel ve pamuksudur (Şekil 27).



Şekil 27 *Neofusicoccum* sp.3'ün PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 578 bp uzunluğundadır.

>FBL33

AAGTAAAAGTCGTAACAAGGTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTACC
GAGTTGATTTCGAGCTCGGCTCGACTCTCCACCTGTGTACCTATCCTCTGTTGCTT
TGGCGGGGCCGCGGTCTCCGCACCGACCCCGTTTCGGGGGGCCGGCCAGCGCCC
GCCAGAGGACCACAAAACCTCCAGTCAGTAGTCGCAGTCTAGGAAACAAGTTAAT
AAACTAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCA
GGAAATGCGATAAGTAATGGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCCTT
TTGAACGCACATTGCGCCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCA
TTTCAACCCTCAAGCTCTGCTTGGTATTGGGCTGTCCTCTGTGGACGCGCCTCGA
AGACCTCGGCGGTGGCGTCTTGCTCAAGCGTAGTAGAAAACACCTCCTTTGGA
GCGCACGGCGTCGCCCCGCGGACGAACCTTTGAATTTTCTCAAGGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCAT

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Neofusicoccum* sp.türüne ait PP701999.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir.

***Neofusicoccum* sp.4**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL36 izolatı incelendiğinde, koloni rengi koyu gri renkte olup, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında koyu yeşil renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; çok yoğun ve boyuna uzayan pamuksudur. 7-10 gün sonra tüm petri kabını yoğun bir şekilde kaplamıştır (Şekil 28).



Şekil 28 *Neofusicoccum* sp.4'ün PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 549 bp uzunluğundadır.

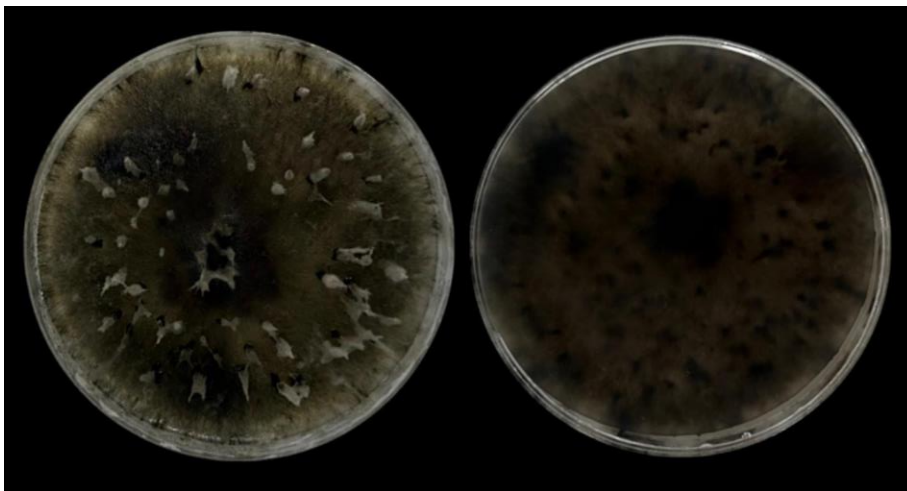
>FBL36

GCGGCGTCGGGCTGATCGAGCTCGGCTCGACTCTCCACCCAATGTGTACCTACC
TCTGTTGCTTTGGGGCGCTCGGTCCTCCGCACCGGCGCCCTTCGGGGGGCTGGCC
AGCGCCCGCCAGAGGACCATAAACTCCGTCAGTGAACCTTCGCAGTCTGAGAAA
CAAGTTAATAAACTAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGA
AGAACGCAGCGAGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCATCTGAATCATCGA
ATTTTGAACGCACATTGCGCCCCTTGTTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTCGAGAG
CGTCATTTCAACCCTCATCTGCTTGTTATTGGGCTCCGTCCTCCACGGACGCGCC
TTAAAGGCCTCGGCGGTGGCGTCTTGCCTCAAGCGTAGTAGAAAACACCTCGCT
TTGGAGCGAACACGGCGTCGCCCGCCGGACGAACCTTTGAACTATTTCCAAGGT
TGACCTCGGATCAGGTAGGGATAACCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGA
GGAA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Neofusicoccum* sp.türüne ait KX226449.1 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstermektedir.

***Neofusicoccum* sp.5**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. WA besiyeri dışında diğer besiyerlerinde gelişim göstermiştir. Bu fungusa sadece yaprakta rastlanmıştır. Sadece PL-MEA ortamlarında gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL27 izolatı incelendiğinde, koloni rengi gri renkte olup, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında yeşil renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; yoğun, boyuna uzayan pamuksu veya düz, yüzeyseldir (Şekil 29).



Şekil 29 *Neofusicoccum* sp.5'in PDA besiyerindeki gelişimi

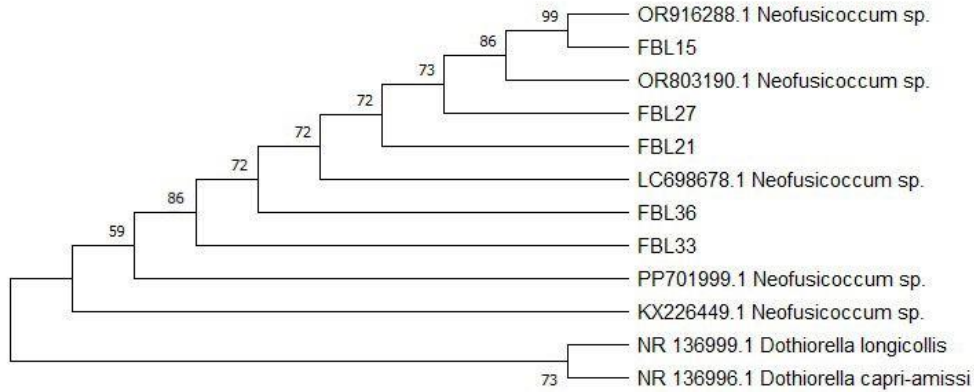
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 537 bp uzunluğundadır.

>FBL27

AAGGATCATTACCGAGTTGATAATCGAGCTCCGGCTCGACTCTCCCACCCTATGT
GTACCTACCTCTGTTGTGGCGGGCCGCGGTCCTCCGCACCGGCTCCCTTTGGGGG
GCTGGCCAGCGCCCGCCAGAGGACCACAACTCCAGTTTCAGTGAACGACGCAG
TCTGCAAAAACAAGTTAATAAACTAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCA
GTGAATTTCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGC
CTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCTCAAGCTCTGCTTGGTATTGGGCTCCGTCCTCC
GCGGACGCGCGCCTCAAAGACCTCGGCGGTGGCGTCTGCCTCAAGCGTAGTAGA
AAACACCTCGCTTTGGAGCGCACGGCGTCGCCTGCCGGACGAACCTTTGAATTTT
CTCAAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Neofusicoccum* sp.türüne ait LC698678.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir.

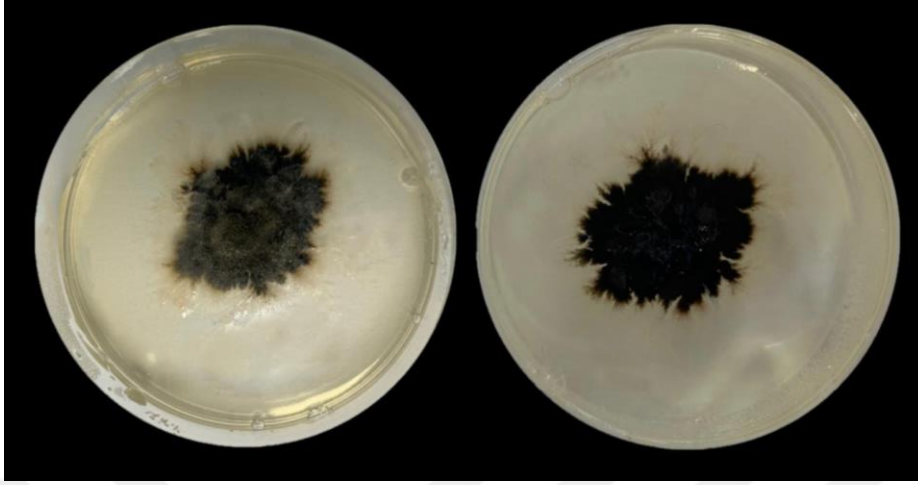


Şekil 30 Botryosphaeriaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Nothophoma variabilis* Valenz.-Lopez, Cano, Guarro & Stchigel, 2017**

Bu fungusu sadece yaprakta rastlanmıştır. Yalnızca PCA besiyerinde. gelişim göstermiştir (Şekil 31). PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL29 izolatı incelendiğinde, koloni rengi siyaha yakın koyu gri ve yer yer kül renginde

görülmüştür. Petri tabanına inildikçe gelişimi koyu yeşil ve dallanmış bir yapıda ilerlemiştir. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeysel ve pamuksudur.



Şekil 31 *Nothophoma variabilis*'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 420 bp uzunluğundadır.

>FBL43

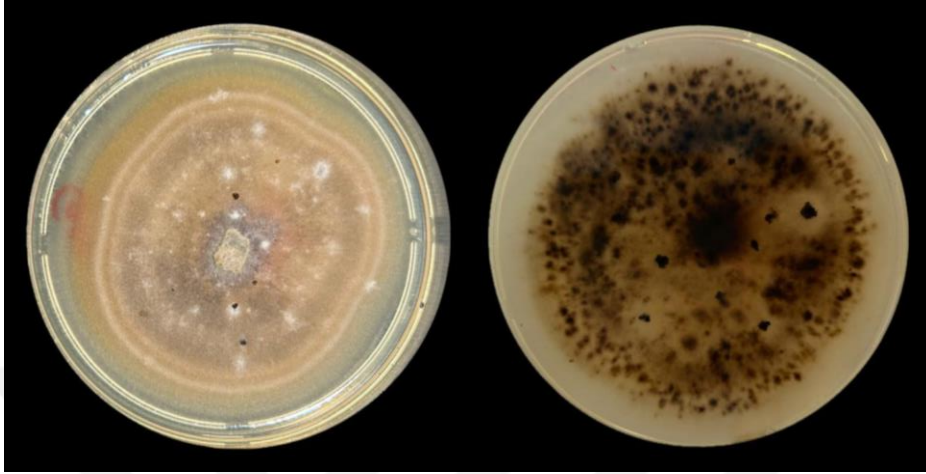
```
GGCGGGTCCGCCCCGCGATTGGACAATTTAAACCATTTGCAGTTGCAATCAGCG  
TCTGAAAAAACTTAATAGTTACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA  
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTG  
AATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTTGGTATTCCATGGGGCATGCC  
TGTTTCGAGCGTCATTTGTACCTTCAAGCTCTGCTTGGTGTGGGTGTTTGTCTCGC  
CTCCGCGTGTAGACTCGCCTCAAAACAATTGGCAGCCGGCGTATTGATTTCGGA  
GCGCAGTACATCTCGCGCTTTGCACTCATAACGACGACGTCCAAAAGTACATTTT  
TTACACTCTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGC
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Nothophoma variabilis* türüne ait NR_158280.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Nothophoma variabilis* türüne ait LT593008.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Didymella prosopidis* (Crous & A.R. Wood) L.W. Hou, L. Cai & Crous, 2020**

Bu fungusu sadece sapta rastlanmıştır. Yalnızca PDA besiyerinde gelişim göstermiştir. Bu fungusu sadece yaprakta rastlanmıştır. Sadece PL-MEA ortamlarında

gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL51 izolatu incelendiğinde, koloni rengi soft turuncu renkte olup, petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında beyaz ve koyu gri renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif düz ve yüzeyseldir (Şekil 32).



Şekil 32 *Didymella prosopidis*'in PDA besiyerindeki gelişimi

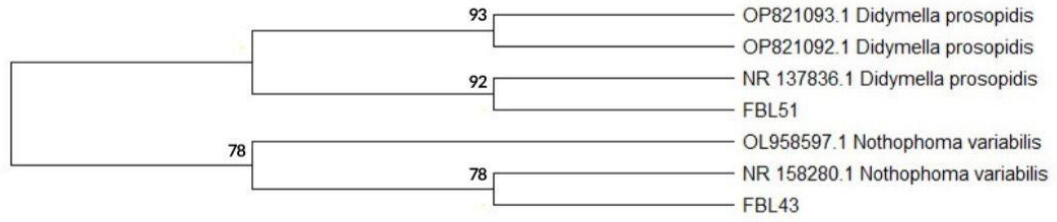
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 415 bp uzunluğundadır.

>FBL51

```
GGCGGGTCCGCCCCGCGATTGGACAATTTAAACCATTTGCAGTTGCAATCAGCG
TCTGAAAAAACTTAATAGTTACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTG
AATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTTGGTATTCCATGGGGCATGCC
TGTTTCGAGCGTCATTTGTACCTTCAAGCTCTGCTTGGTGTGGGTGTTTGTCTCGC
CTCCGCGTGTAGACTCGCCTCAAACAATTGGCAGCCGCGGTATTGATTTCCGA
GCGCAGTACATCTCGCGCTTTGCACTCATAACGACGACGTCCAAAAGTACATTTT
TTACACTCTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGC
```

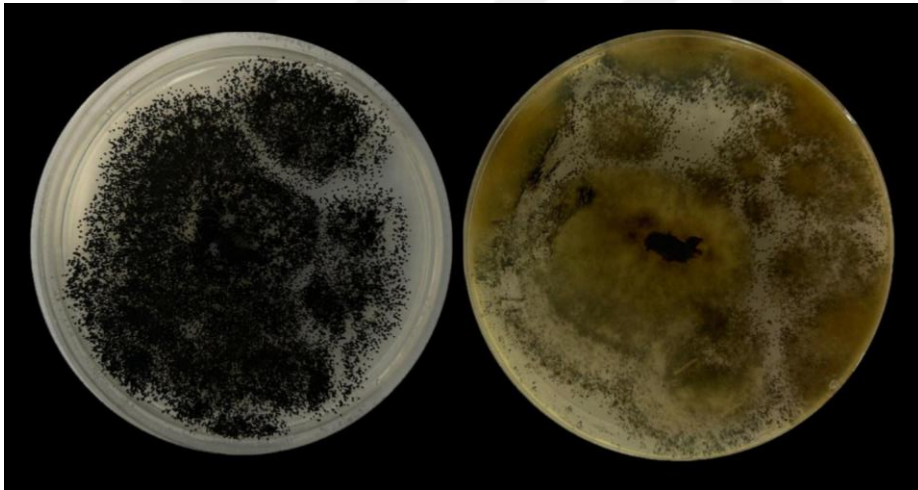
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Didymella prosopidis* türüne ait NR_137836.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Didymella prosopidis* türüne ait OP828922.1 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstermektedir.



Şekil 33 Didymellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Aspergillus niger* Tieghem, 1867**

Bu fungusu sadece yaprakta rastlanmıştır. Yalnızca PCA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL8 izolatı incelendiğinde, koloni rengi siyah renkte olup, siyah sporodochia kümeleri petrinin tabanında ve ilerleyen kısımlarında aralıklı olarak görülmüştür. Miselyum gelişimi; yoğun ve yüzeyseldir (Şekil 34).



Şekil 34 *Aspergillus niger*'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 557 bp uzunluğundadır.

>FBL8

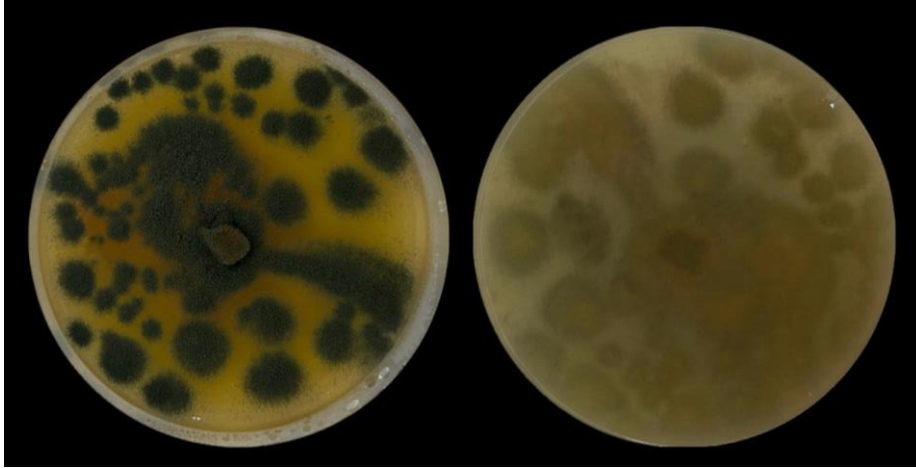
```
GTATCCTGTTGAGTTCGGCGGGCCCGCCGCTTGTCGGCCGCCGGGGGGGCGCCT
CTGCCCCCGGGCCCGTGCCCGCCGGAGACCCCAACACGAACACTGTCTGAAAG
CGTGCAGTCTGAGTTGATTGAATGCAATCAGTTAAACTTTCAACAATGGATCTC
TTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAACTAATGTGAATTG
```

CAGAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCC
GGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCCCGGCTTGTGTGTTG
GGTCGCCGTCCCCCTCTCCGGGGGGACGGGCCCCGAAAGGCAGCGGCGGCACCGC
GTCCGATCCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTCACATGCTCTGTAGGATTGGCCGGCG
CCTGCCGACGTTTTCCAACCATTCTTTCCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGAT
ACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAATATGAGTCCGCAGGTTGA
CCAAGGAAAGAA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Aspergillus niger* türüne ait NR_111348.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Aspergillus niger* türüne ait OP502858.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Penicillium* sp.1**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL28 izolatı incelendiğinde, koloni rengi koyu yeşil ve küllü yeşil olarak görülmüştür. Miselyum gelişimi; düzensiz, hafif ve yüzeyseldir (Şekil 35).



Şekil 35 *Penicillium* sp.1'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 504 bp uzunluğundadır.

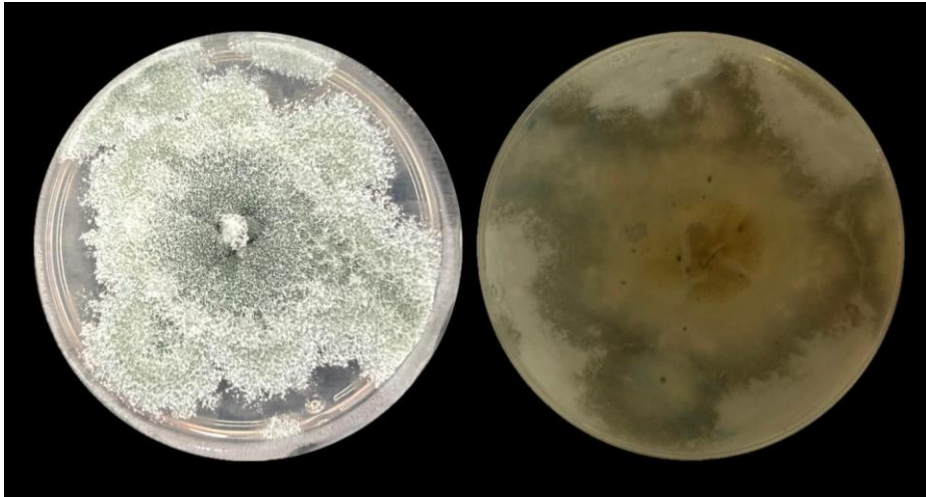
>FBL28

TGCTTCGGCGGGCCCGCCTTAACCTGGCCGCCGGGGGGCTTACGCCCCGGGGCCC
GCGCCCGCCGAAGACACCCTCGAACTCTGTCTGAAGATTGTAGTCTGAGTGAAA
ATATAAATTATTTAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAA
GAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAAATTCAGTGAATCATCGA
GTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGGCATGCCTGTCCGAGC
GTCATTTCTGCCCTCAAGCACGGCTTGTGTGTTGGGCCCCGTCTCCGATCCCGG
GGGACGGGCCCCGAAAGGCAGCGGCGGCACCGCGTCCGGTCCTCGAGCGTATGG
GGCTTTGTACCCGCTCTGTAGGCCCGGCCGGCGCTTGCCGATCAACCCAAATTT
TTATCCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATC
AATAAGCGGAGGAAG

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Penicillium* sp.1 türüne ait KP994293.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir.

***Penicillium rubens* Biourge, 1923**

Bu fungusu sadece yaprakta rastlanmıştır. Sadece PCA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL55 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkezde soft yeşil merkezden kenarlara gidildikçe yeşil-beyaz renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeysel ve pürüzlüdür (Şekil 36).



Şekil 36 *Penicillium rubens*'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 472 bp uzunluğundadır.

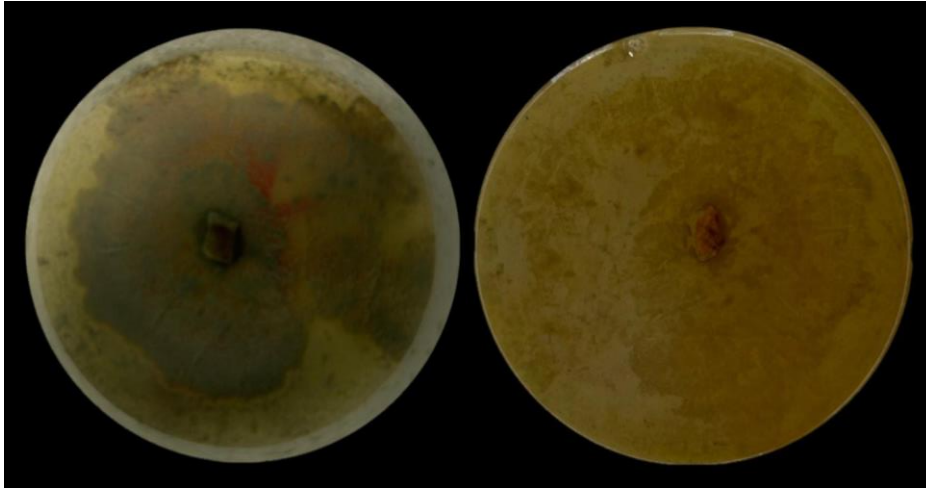
>FBL55

GGGTGACAAAGCCCCATACGCTCGAGGACCGGACGCGGTGCCGCCGCTGCCTTT
CGGGCCCGTCCCCCGGGATCGGAGGACGGGGCCCAACACACAAGCCGTGCTTGA
GGGCAGAAATGACGCTCGGACAGGCATGCCCCCGGAATACCAGGGGGCGCAA
TGTGCGTTCAAAGACTCGATGATTCACTGAATTTGCAATTCACATTACGTATCGC
ATTTGCTGCGTTCTTCATCGATGCCGGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTT
TAAATAATTTATATTTTCACTCAGACTACAATCTTCAGACAGAGTTTCGAGGGTGT
CTTCGGCGGGCGCGGGCCCGGGGGCGTAAGCCCCCGGCGGCCAGTTAAGGCG
GGCCCGCCGAAGCAACAAGGTAAAATAAACACGGGTGGGAGGTTGGACCCAGA
GGGCCCTCACTCGGTAATGATCCTTCCGCAGGTTACCTA

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Penicillium rubens* türüne ait NR_111815.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Penicillium rubens* türüne ait PP907092.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Penicillium italicum* Wehmer, 1894**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir (Şekil 37). PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL48 izolatı incelendiğinde, koloni rengi grimtrak yeşil olarak görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeysel ve düzensizdir.



Şekil 37 *Penicillium italicum* 'un PDA besiyerindeki gelişimi

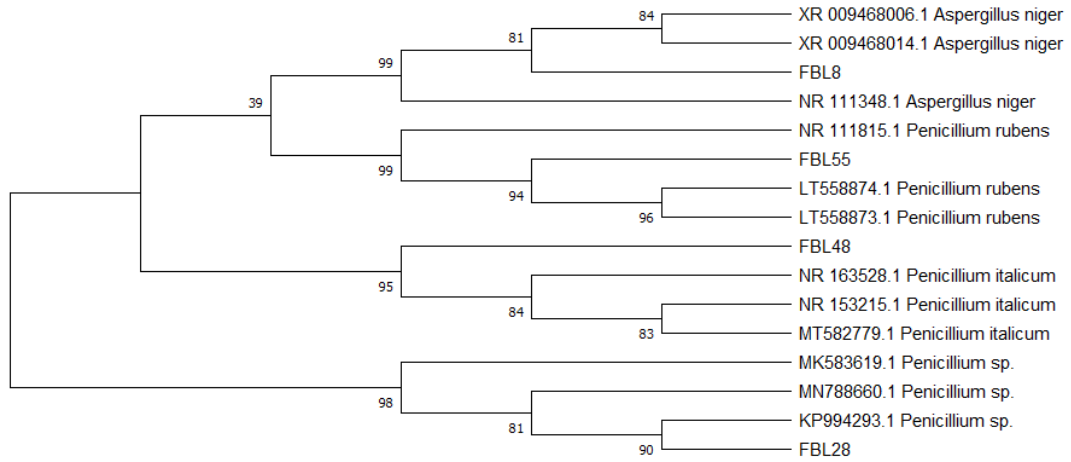
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 475 bp uzunluğundadır.

>FBL48

ATCGGCAAGCGCCGGCCGGGCCTACAGAGCGGGTGACAAAGCCCCATACGCTC
GAGGACCGGACGCGGTGCCGCCGCTGCCTTTCGGGCCCCGTCCCCCGGAATCGGA
GGACGGGGCCCAACACACAAGCCGGGCTTGAGGGCAGCAATGACGCTCGGACA
GGCATGCCCCCGGAATACCAGGGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGACTCGATGAT
TCACTGAATTTGCAATTCACATTACGTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATG
CCGGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTTAAATAATTTATATTTTCACTCAG
ACGACAATCTTCAGGCAGAGTTCGGGGGTGTCTTCGGCGGGCGCGGGCCCCGGGG
GCGTGAGCCCCCGGCGGCCAGTTAAGGCGGGCCCCGCCGAAGCAACGTGGTAA
ATAAACACGGGTGGGAGGTTGGACCCAGAGGGCCCTCACTCGG

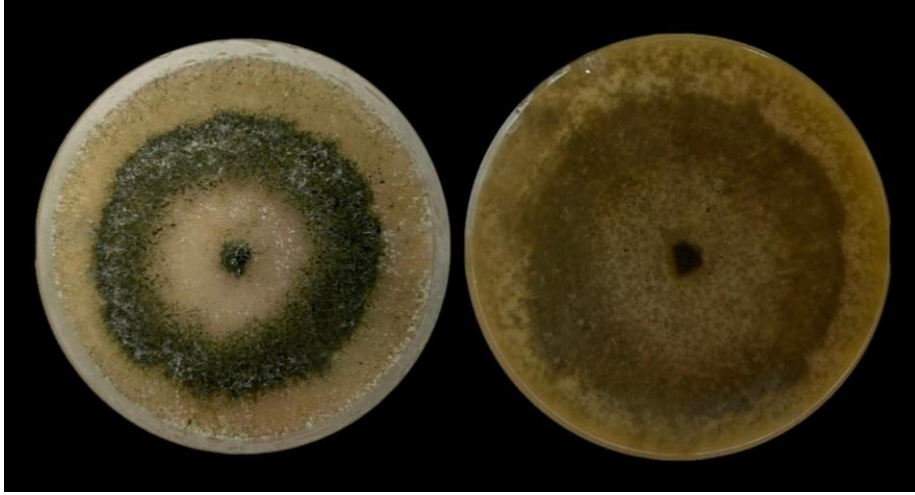
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Penicillium italicum* türüne ait NR_153215.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Penicillium italicum* türüne ait AY674398.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.



Şekil 38 Aspergillaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Trichoderma harzianum* Rifai, 1969**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Yalnızca PL-MEA besiyerinde gelişim göstermiştir (Şekil 39). PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL35 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkezde şeffaf-beyaz merkezde ilerledikçe yeşil ve kenarlara doğru tekrar şeffaf katmanlı bir gelişim gözlenmiştir. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeyel, yer yer pamuksu ve düzensizdir.



Şekil 39 *Trichoderma harzianum* 'un PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 517 bp uzunluğundadır.

>FBL35

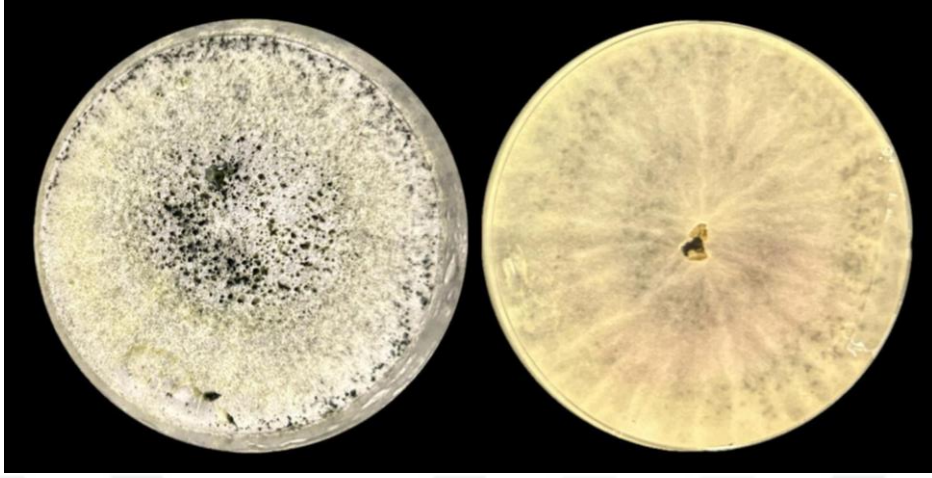
```
GCCGCGCTCCCGATGCGAGTGTGCAAACACTGCGCAGGAGAGGCTGCGGCGAG
ACCGCCACTGTATTTCGGAGACGGCCACCGCCAAGAGGCAGGGCCGATCCCCAA
CGCCGACCCCCCGGAGGGGTTGAGGGTTGAAATGACGCTCGGACAGGCATGCC
CGCCAGAATACTGGCGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGATTCACTGAA
TTCTGCAATTCACATTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAAC
CAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTTGATTCATTTTCGAAACGCCTACGAGAGGC
GCCGAGAAGGCTCAGATTATAAAAAACCCGCGAGGGGGTATACAAAAAGAGTT
TTGTTGGTCTCTCCGCGGGCGCCTTGGTCCGGGGCTGCGACGCACCCGGGGCA
GAGATCCCGCCGAGGCAACAGTTTGGTAACGTTTCACATTGGGTTTGGGAGTTGT
AAACTCGGTAATGATCCCTCCGCAGGTTCA
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Trichoderma harzianum* türüne ait NR_174890.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Trichoderma harzianum* türüne ait LT707601.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Trichoderma lixii* (Pat.) P. Chaverri, 2015**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. PL-MEA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL40 izolatı incelendiğinde,

koloni koyu gri ve beyaz olarak görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif, yüzeysel ve düzensizdir (Şekil 40).



Şekil 40 *Trichoderma lixii*'nin PDA besiyerindeki gelişimi

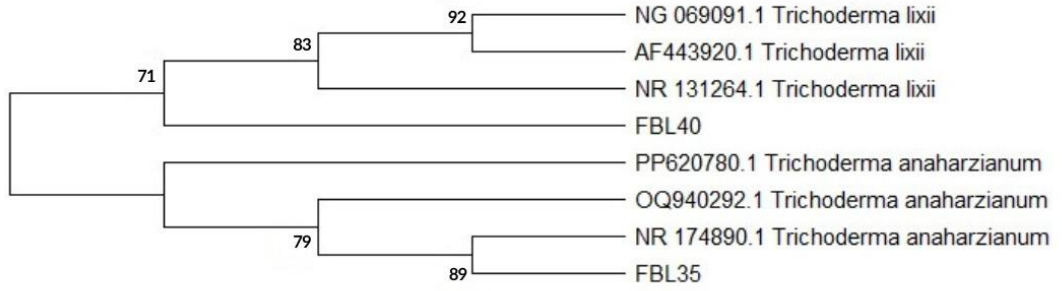
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 526 bp uzunluğundadır.

>FBL40

```
TGGACGCGCCGCGCTCCCGATGCGAGTGTGCAAACCTACTGCGCAGGAGAGGCTG
CGGCGAGACCGCCACTGTATTTTCGGAGACGGCCACCGCCAAGAGGCAGGGCCG
ATCCCCAACGCGACCCCCCGGAGGGGTTTCGAGGGTTGAAATGACGCTCGGACA
GGCATGCCCCGCCAGAATACTGGCGGGCGCAATGTGCGTTCAAAGATTTCGATGAT
TCACTGAATTCTGCAATTCACATTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGAT
GCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTGTGATTCATTTTCGAAACGCCTAC
GAGAGGCGCCGAGAAGGCTCAGATTATAAAAAACCCGCGAGGGGGTATACAAA
AAGAGTTTTGGTTGGTCCTCCGGCGGGCGCCTTGGTCCGGGGCTGCGACGCACC
CGGGGCAGAGATCCCGCCGAGGCAACAGTTTGGTAACGTTACATTGGGTTTGG
AACTCGGTAATGATCCCTCCGCAGGTTACCTACGGAA
```

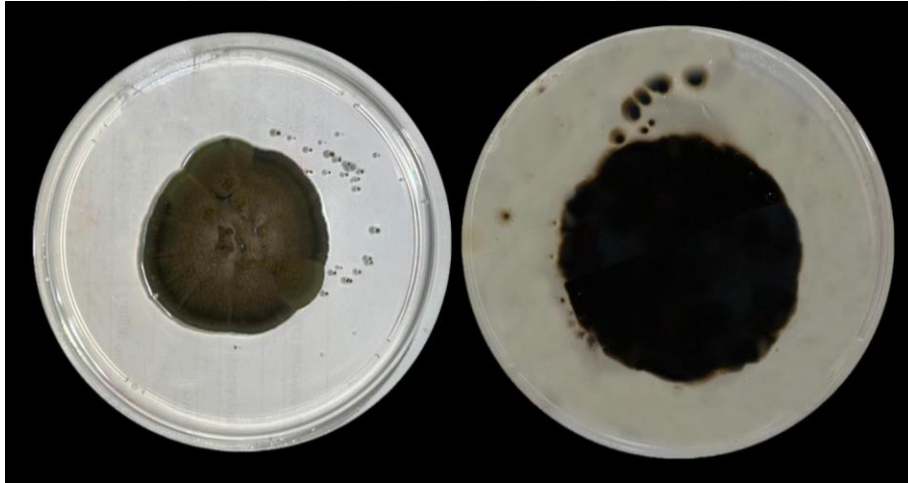
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Trichoderma lixii* türüne ait NR_131264.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Trichoderma lixii* türüne ait MN233629.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.



Şekil 41 Hypocreaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Cladosporium endophyticum* Tibpromma & K.D. Hyde, 2018**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL52 izolatı incelendiğinde, koloni rengi yeşil renkte olup, petrinin ilerleyen kısımlarında koyulaşmaktadır. Miselyum gelişimi; düz ve yüzeyseldir (Şekil 42).



Şekil 42 *Cladosporium endophyticum*'un PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 476 bp uzunluğundadır.

>FBL52

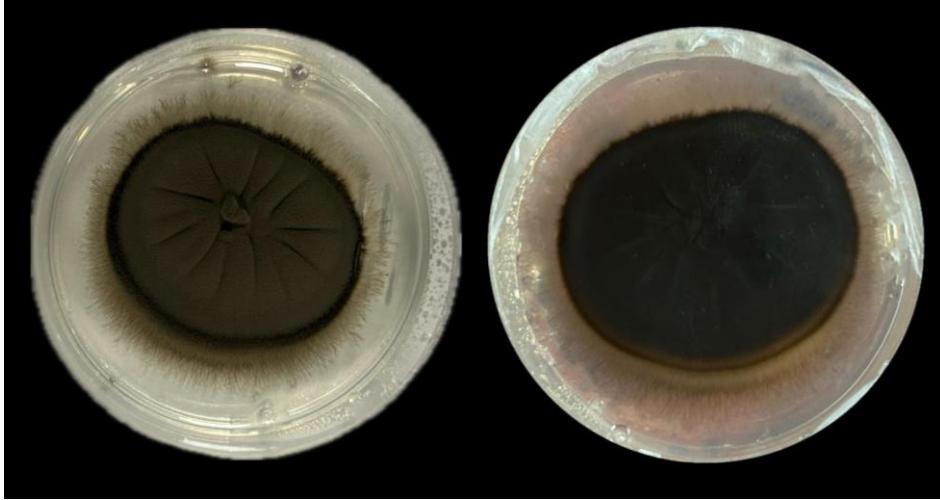
GACTCTGTTGCCTCCGGGGCGACCCTGCCTCCGGGCGGGGGCCCCGGGTGGACA
TTTCAAACCTCTTGCGTAACTTTGCAGTCTGAGTAAATTTAATTAATAAATTAAAA
CTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGC
GATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA

TTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTACCACTC
AAGCCTCGCTTGGTATTGGGCGACGCGGTCCGCCGCGCGCCTCAAATCGACCGG
CTGGGTCTTTTCGTCCCCTCAGCGTTGTGGAACTATTCGCTAAAGGGTGCCGCGG
GAGGCCACGCCGTAAAACAACCCCATTTCTAAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
GATACCCGCTGAACCTTAAGCATATCAATAAGGCGGAGGAAG

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Cladosporium endophyticum* türüne ait NR_158360.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Cladosporium endophyticum* türüne ait OR584064.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.

***Cladosporium colombia* K. Schub. & Crous, 2009**

Bu fungusa hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. Tüm besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL32 izolatı incelendiğinde, koloni rengi kahverengi-yeşil renkte olup, petrinin ilerleyen kısımlarında siyah halka oluşturmaktadır. Miselyum gelişimi; düz ve yüzeyseldir (Şekil 43).



Şekil 43 *Cladosporium colombia*'nın PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 475 bp uzunluğundadır.

>FBL32

TCATAACCCTTTGTTGTCCGACTCTGTTGCCTCCGGGGCGACCCTGCCTTCGGGC
GGGGGCTCCGGGTGGACACTTCAAACCTTTGCGTAACTTTGCAGTCTGAGTAAA
CTTAATTAATAAATTAACAACTTTTAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATG

AAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCAT
CGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGGCATGCCTGTTTCG
AGCGTCATTTCAACCACTCAAGCCTCGCTTGGTATTGGGCAACGCGGTCCGCCGCG
TGCCTCAAATCGACCGGCTGGGTCTTCTGTCCCCTAAGCGTTGTGGAACTATTC
GCTAAAGGGTGTTCGGGAGGCTACGCCGTAAAACAACCCCATTTCTAAGGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCAT

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Cladosporium colombiae* türüne ait NR_119729.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Cladosporium colombiae* türüne ait FJ936159.1 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstermektedir.



Şekil 44 Cladosporiaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Pseudopezicula* sp.1**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. PL-MEA ve WA besiyerlerinde gelişim göstermiştir. (Şekil 35). PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL14 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkez ve yakın çevresinde soft turuncu renkte ve petrinin kenarlarına ilerleyen kısımlarında yavruağzı renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; hafif yüzeysel, yer yer pürüzlü yer yer düzdür (Şekil 45).



Şekil 45 *Pseudopezizicula* sp.1'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 428 bp uzunluğundadır.

>FBL14

```
CGGGTAGATCTCCCACCCAATTGAATATTATACCTTAGTTGCTTTGGCAGGCCGG
GGCAACCCCCGGGGCTTCGGCCTTGGTGTGCCTGCCAGAGGAAACAACTCTGT
TTTTAGTGATGTCTGAGTACTATATAATAGTTAAACTTTCAACAACGGATCTCT
TTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGCGATGGAAGTAATGTGAATTTTGCAGA
ATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCGTGGTATTCCGCGG
GGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCATCAAGCATTCCGGCTTGGTCTTGGG
GCCTGCGATTCCGCATAGCCTCTAAACCCAGTGGAATCGGTGCCTCCGAGCTCTG
AGCGTAGTAATTCTTCTCGCTATAGGGTCTCGGTGGTGTCTTGCCAGTACCCAAT
TTTGGATTTACGTTGACCTCGGACAGGTAGGGATAACCGCTGAACTTAAGCATA
CTTCAATAAGCGGAGGA
```

Elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pseudopezizicula* sp. türüne ait PP447733.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.

***Pseudopezizicula tetraspora* Korf, R.C. Pearson & W.Y. Zhuang, 1986**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. WA besiyeri hariç diğer 3 besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL45 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkez ve yakın çevresinde soft sarı renkte ve petrinin

kenarlarına ilerleyen kısımlarında canlı, parlak sarı renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; yüzeysel, kenarlarda pürüzlü ve pamuklu merkezde ise düzdür (Şekil 46).



Şekil 46 *Pseudopezizicula tetraspora*'nın PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 462 bp uzunluğundadır.

>FBL45

```
GCCCCGGAGACACCGCGGGCTCGGGCCTGCGCGCGCCTGCCGGAGGAAGCAAA
CTCTGTCTCTAGCGATGTCTGAGTACTATACAATAGTTAAACCTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTG
AATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCGTGGT
ATTCCGCGGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCATCAAGCCCCGGCTTG
GTCTTGGGGCCTGCGACTCCGCAGCCCCTAAACCCAGTGGCGGTGCCCCCGAGC
TCTGAGCGTAGTAATTCTTCTCGCTACAGGGCCCCGGTGGTGTCTTGCCAGCAAC
CCCCCCCCATTCTATACAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAA
CTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAACCTTCTCGCTACAGGGCCTCGGCGGTGTC
TTGCCAGCAACCCCCAGCTTTTACCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACC
CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGG
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pseudopezizicula tetraspora* türüne ait NR_164096.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pseudopezizicula tetraspora* türüne ait MG385670.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.

***Pseudopezizcula tracheiphila* (Müll.-Thurg.) Korf & W.Y. Zhuang, 1986**

Bu fungusu sadece yaprakta rastlanmıştır. Yalnızca PDA besiyerinde gelişim göstermiştir PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL49 izolatu incelendiğinde, koloni rengi merkezde sarı renkte ve petrinin kenarlarına ilerleyen kısımlarda şeffaf-soft sarımsak renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; yüzeysel ve pürüzlüdür (Şekil 47).



Şekil 47 *Pseudopezizcula tracheiphila*'nın PDA besiyerindeki gelişimi

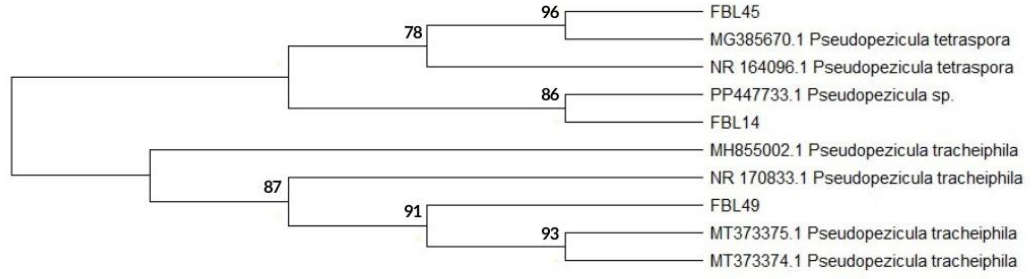
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 429 bp uzunluğundadır.

>FBL49

```
GCCCTGTAGCGAGAAGAATTACTACGCTCAGAGCTCGGGGGCACCGCCACTGGG
TTTAGGGGCTGCGGAGTCGCAGGCCCAAGACCAAGCCGGGGCTTGATGGGTTG
AAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCCGCGGAATACCACGGGGCGCAATGTGCGT
TCAAAGATTCGATGATTCACTGAATTCTGCAATTCACATTACTTATCGCATTTTCG
CTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTTTAACTA
TTGTATAGTACTCAAACATCACTAGAGACAGAGTTTGCTTCCTCCGGCAGGCGC
GCGCAGGCCCCGAGCCCGCGGTGTCACCACGGCCTGCCAAAGCAACTAAGGTATG
GTATTCAAGGGTGGGAGATCTACCCGTGAGGGCATGAACTCTGTAATGA
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pseudopezizcula tracheiphila* türüne ait NR_170833.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pseudopezizcula tracheiphila* türüne ait MT373374.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.



Şekil 48 Discinellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Muyocopron* sp.1**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. PDA hariç diğer 3 besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL42 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkez ve yakın çevresinde sarımtırak beyaz renkte ve petrinin kenarlarına ilerleyen kısımlarda soft bej renkte görülmüştür. Miselyum gelişimi; yüzeysel ve düzdür (Şekil 49).



Şekil 49 *Muyocopron* sp.1'in PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

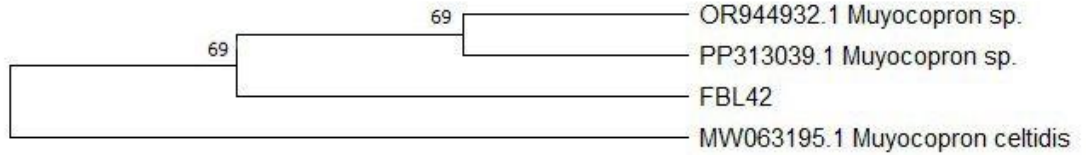
ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 577 bp uzunluğundadır.

>FBL42

```
GGCGTCAGACCACTGCGTATGAAGCTCTTAGTTGCCTTCCGGCCAGGGTGCGGT
AGACCCGGGGATTCTCCTCGCCAGCTCTAATCGGAGAGCGGGAGGCCTTGGCCC
GGGACTACAAGCGCATGTTTGCCGGAGGGTTGCTAGCACCTAGGACTTTGTTTCC
```

CTCGCGGGGTACCCCCCGCGACGGGACGCTACCAAACCTTAACCTTTATTAAGA
TGGCATCGTCTAAACCAAAAATATAAAAGTACAACCTTTCAACAATGGACTCCGG
CATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTGTGAATTGCAGATTTTCAGTGA
ATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCTCTTGGTATTCCTCGAGGCATGCCT
GTTCGAGCGTCGTTTCGAAGCGCAAGCTTGGTGTGGGGATCGCCCCTGAAATA
CGGCGGCGGCCCTTAAATGCATCGGCGGTGTTGGTACCCAACCCGGAGCGCAGC
AGACATGCTTGCCGCTTACCCCGCCGGACAACGACGAGACTTTTACGTGTCGAA
ACCTCGAATCAGGTAAGGATACCCGCTGAACTTAA

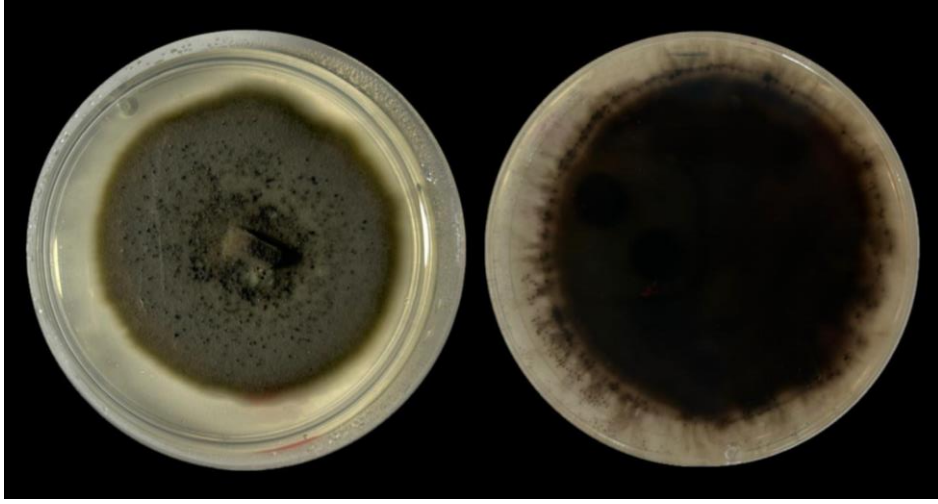
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Muyocopron* sp. türüne ait PP313039.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Muyocopron* sp. türüne ait NG_070118.1 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstermektedir.



Şekil 50 Muyocopronaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Neocucurbitaria cava* (Schulzer) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & J.F. Cano, 2017**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. PDA ve PCA besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL22 izolatu incelendiğinde, koloni rengi koyu gri olup haki yeşili bir halka ile çevrelendiği görülmüştür. Miselyum gelişimi; yüzeysel, pürüzlü ve düzgündür (Şekil 51).



Şekil 51 *Neocucurbitaria cava*'nın PDA besiyerindeki gelişimi

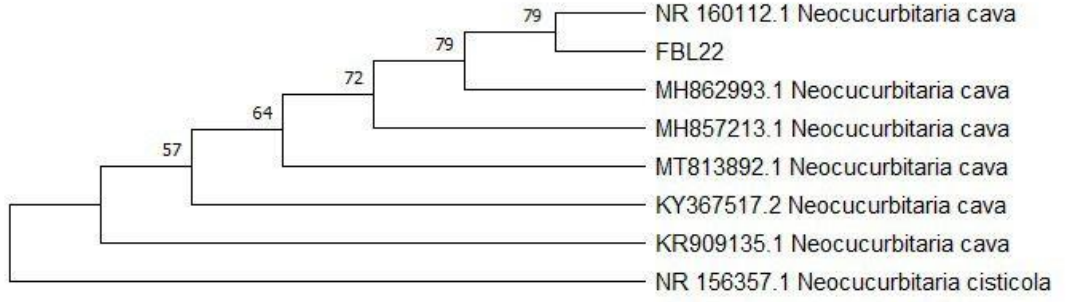
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 410 bp uzunluğundadır.

>FBL22

```
AGAGGCGCAAATTGTGCTGCGCTCCCAGACTAGTACGCCGGCTGCCAATTGCTT
TAAGGCGAGTCCACGCACAAAGCGGGACAAACACCCAACACCAAGCAGAGCTT
GAAGATACAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCCATGGAATACCAAGGGGCGC
AATGTGCGTTCAAAGATTCGATGATTCACTGAATTCTGCAATTCACACTACTTTT
CGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAACCAAGAGATCCGTTGTTGAAAG
TTGTAACTATTATGTTTTTCTGACGCTGATTGCAATTACAAGAGGTTAAGTGGTG
TCCTATTGGTAGGCAAAGCCTACCAAGGAAACAAATGGTACTCAAAAGACAAG
GGTTTCAGACAGGGACCGAAGTCCCCCGAAAT
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Neocucurbitaria cava* türüne ait NR_160112.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Neocucurbitaria cava* türüne ait NR_160112.1 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstermektedir.



Şekil 52 Cucurbitariaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Sphaerulina rhododendricola* Crous & Cheew., 2013**

Bu fungusu hem yaprak hemde sapta rastlanmıştır. WA besiyeri hariç diğer 3 besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL44 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkezde siyah, yakın çevresinde bej ve siyah çizgili olarak görülmüştür. Pürüzsüz, parlak ve kenarlara doğru düzensiz halkalıdır. Miselyum gelişimi; yüzeysel, pürüzlü ve kompaktır (Şekil 53).



Şekil 53 *Sphaerulina rhododendricola*'nın PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

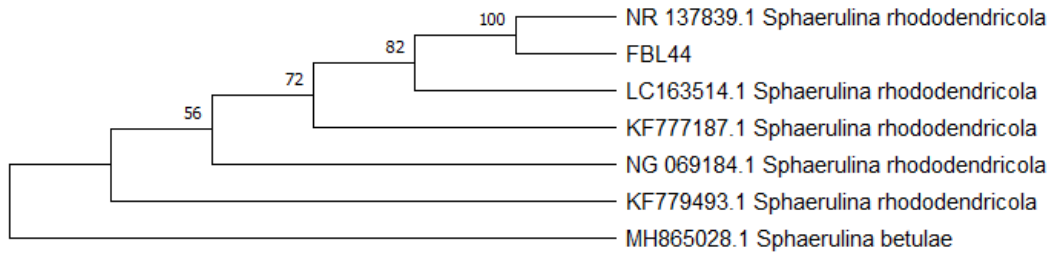
ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 406 bp uzunluğundadır.

>FBL44

GAGGCCTTCAAACACTGCATCTTTGCGTCGGAGTTTAAGTAAATTTAAACAAAA
CTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGC
GATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
TTGCGCCCTCTGGTATTCCGGAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTACCACTC

AAGCCTGGCTTGGTATTGGGCGCCGCGGTGTTCCGCGCGCCTCGAAGTCTCCGG
CTGAGCTGTCCGTCTCCAAGCGTTGTGATTTCATTAATCGCTTCGGGGTGCGGGC
GGCCGCGGCCGTTAAATCTTTCACAAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACC
CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC

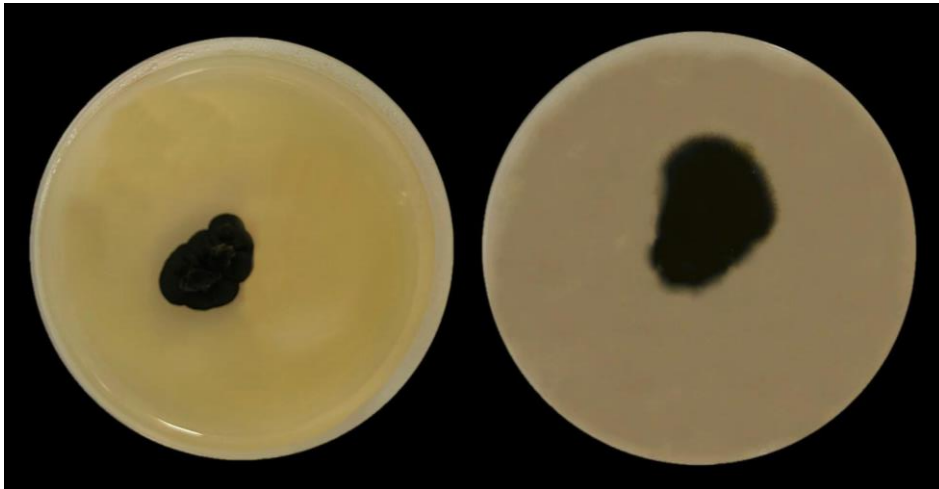
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Sphaerulina rhododendricola* türüne ait NR_137839.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Sphaerulina rhododendricola* türüne ait NG_069184.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.



Şekil 54 Mycosphaerellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Constantinomyces macerans* Hoog & Onofri, 2014**

Bu fungusa sadece sapta rastlanmıştır. PDA ve PCA besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL47 izolatı incelendiğinde, koloni rengi yoğun siyahtır. Miselyum gelişimi; pürüzlü, pamuksu ve yoğundur (Şekil 55).



Şekil 55 *Constantinomyces macerans*'ın PDA besiyerindeki gelişimi

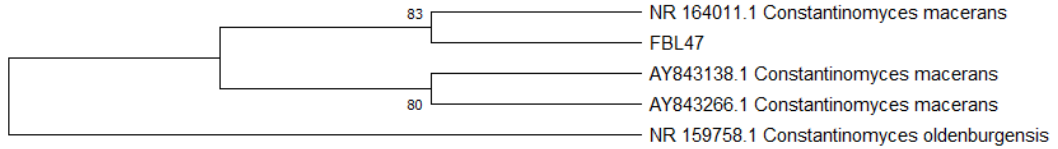
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 467 bp uzunluğundadır.

>FBL47

CATTACCGAGCGAGGGCCCCCGGGCCCGACTCAACCCCAATGTTGCCCGACACT
GTTGCCTCGGGGGACCCGGCCCTCCGGCGCCGGGGCCCCCGGTGGACCGTCAAA
CACTGCATCTGTGCGTCCGAGTCAAATGATAAATCAATCAAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAAATGCGAAATGCGATAAGTA
ATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCT
CTGGTAATATCCGGGGGGCATGCCTGTTCCGAGCGTCATTTACCACTCCAGCCT
GGCGGCTGGGTATTGGGCGTCGCCGCGTGGCGCGCCCCAATGTCTCCGGCTGAG
CCGTCCGTCTCAAAGCGTTGTGGCAACTCAATCCGCTTGTGGGCGCGTCGGTTTCG
ACGCCGATTTAAACCTATCTACAAGGTTGACC

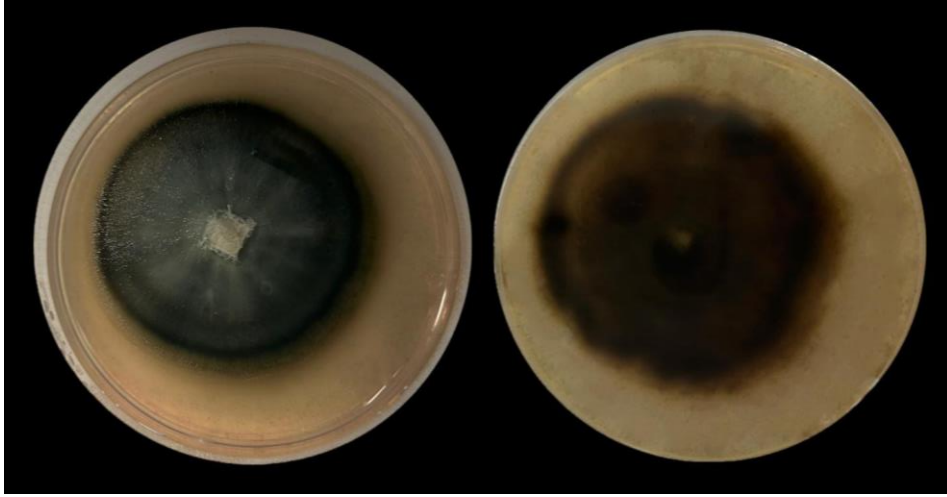
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Constantinomyces macerans* türüne ait NR_164011.1 no'lu izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Constantinomyces macerans* türüne ait NR_164011.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.



Şekil 56 Meruliaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Aequabiliella effusa* (Damm & Crous) Crous, 2015**

Bu fungusu sadece sapta rastlanmıştır. Yalnızca PL-MEA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL58 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkezde ve yakın çevresinde grimsiye soft yeşil kebarlara doğru ise siyaha yakın koyu yeşil olarak görülmüştür. Pürüzsüz, parlak ve düzdün bir yuvarlak şeklindedir. Miselyum gelişimi; yüzeysel, pürüzsüz ve kompaktır (Şekil 57).



Şekil 57 *Aequabiliella effusa*'nın PDA besiyerindeki gelişimi

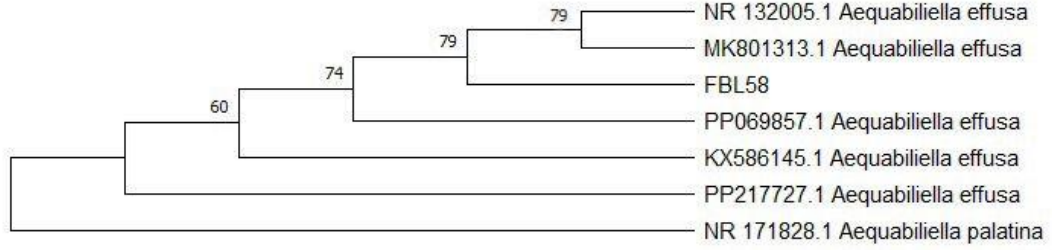
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 510 bp uzunluğundadır.

>FBL58

```
CATTACCGAGCGAGGGCCCTTGGGCCCCGACCTCTCAACCCCATGTTGCCCGACA  
CTGTTGCCTCGGGGGCGACCCGGCCCTCCGGCGCCGGGGCCCCCGGTGGACCGT  
CAAACACTGCATCTGTGCGTCCGAAAGTCAAATGATAAATTCCAATCAAACTT  
TCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGAT  
AAGTATGAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA  
TTGCGCCCTCTGGTATTCCGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTACCAAACCTCCA  
GCCTGGCTGGGTATTGGGCGTCGCCGCGTCGGCGCGCCCCAATGTCTCCGGCTG  
AGCCCGTCCGTCTCAAAGCGTTGTGGCAACTCAATCCGCTTGTGGGACGCGTCG  
GTTCGACGGCCGTTAAACCTATCTACAAGGTTGACC
```

ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Aequabiliella effusa* türüne ait NR_132005.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Aequabiliella effusa* türüne ait KR260451.1 no'lu izolat ile %98 benzerlik göstermektedir.



Şekil 58 Cyphellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

***Gnomoniopsis idaeicola* (P. Karst.) D.M. Walker 2010**

Bu fungusa sadece yaprakta rastlanmıştır. Yalnızca WA besiyerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL19 izolatı incelendiğinde, koloni rengi merkezde kirli beyaz kenarlara doğru ve beyaz renklidir. Misel gelişimi, merkezde dallanmış ve yoğun hiflerden oluşurken kenarlarda ise pürüzlü ve yüzeyseldir (Şekil 59).



Şekil 59 *Gnomoniopsis idaeicola*'nın PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

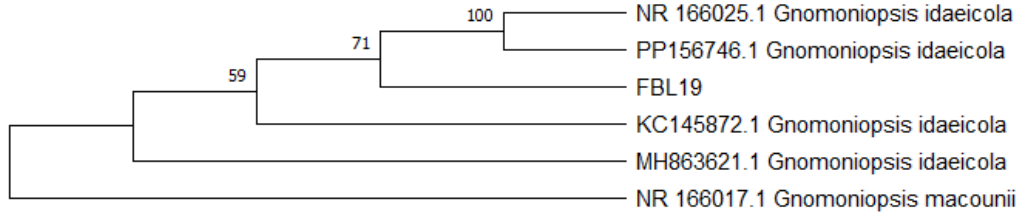
ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 535 bp uzunluğundadır.

>FBL19

```
GAATTCTTCTCTATTGTTGCCTCGGCACAGACTGGCTTCCTACGAAGTCCCCTAT
TTTTCTTCTCTTCGGAGAGGATAAGGGAGCAGGTCGGCCGGTGGCCCACTATAA
ACTCTTTGTTTTTACTATGTATCTTCTGAGTAAACAACATAAATGAATCAAAAC
TTTAAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCG
```

ATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCTGGTATTCCAGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCA
AAACCTCGGTTTTTGGTGTGGAGGACTACGCTGCTCACCCAGCGTAGCCTCTGAA
ATACAGTGGCGGGCTCGCTAGAATTTTGAGCGTAGTAATTTATACCTCGTTTGTA
AAGACTAGCGGTGTCTCTTGCCGTAAAACCCCCCACTTTCTGAAAATTGACCTC
GGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAG

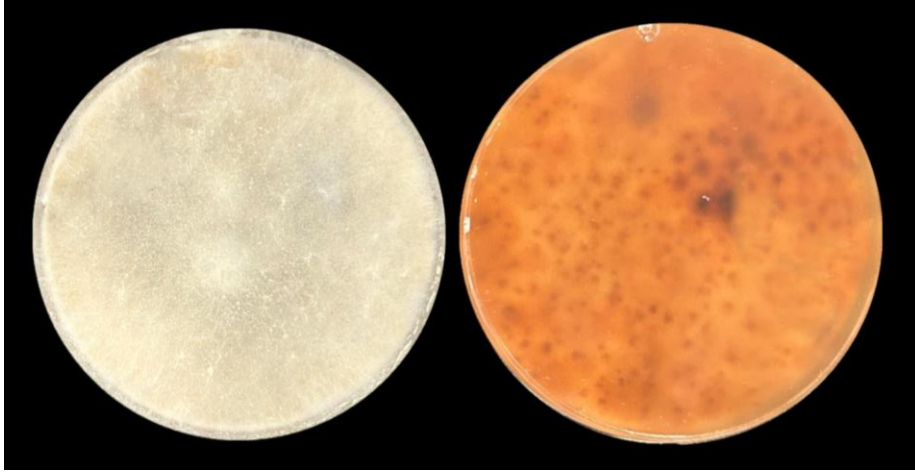
ITS bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Gnomoniopsis idaeicola* türüne ait NR_166025.1 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir. Beta tubulin bölgesinden elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Gnomoniopsis idaeicola* türüne ait OQ991913.1no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermektedir.



Şekil 60 Glomerellaceae familyasına ait izolatların gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

Tanımlanamayan Tür (Unknown type)

Bu fungusu yaprakta ve sapta rastlanmıştır. PDA ve PCA besiyerlerinde gelişim göstermiştir. PDA besiyerinde gelişimi verilen FBL9 izolatı incelendiğinde, koloni krem rengidir yer yer parlak beyaz geçişlidir. Misel gelişimi, yoğun hifli ve pürüzlüdür (Şekil 61).



Şekil 61 Tanımlanamayan Türün PDA besiyerindeki gelişimi

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 394 bp uzunluğundadır.

>FBL9

```
AAACACTTTTGAATCAATGTCATCTGTCTGATAATGTTTATAACAAACGTTAAAA
CTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGC
GATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
TTGCGCCTCCTGGTATTCCGGGAGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTAAACCTCC
TCAAGCTCTTTTGCTTGGTATTGGAAGAAGAGGCCGCTTGTCGGTCTCCCTTTTCG
AAATGCAATGGCAGATTGCCTCATGTGCCCTGGCGTAATAAGATTTATCTTTTCGC
TTGTGCATTGAGACGATCCCGCCGCAAACCCCAATTTTTTCTGGTTGACCTCGG
ATCAGGTAGG
```

ITS bölgesinden elde edilen diziler gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, FBL 9 herhangi bir dizi ile benzerlik göstermemektedir.

5.2 İstatistik Çalışmaları

5.2.1 Mekansal çeşitlilik analizi

Örnek alanlardan alınan veriler incelendiğinde en baskın olan türler frekans değerleri 10 olan FBL7, FBL23 ve FBL56'dır. Bunları 9 frekans değeri ile FBL6, FBL11 ve FBL32 takip etmektedir.

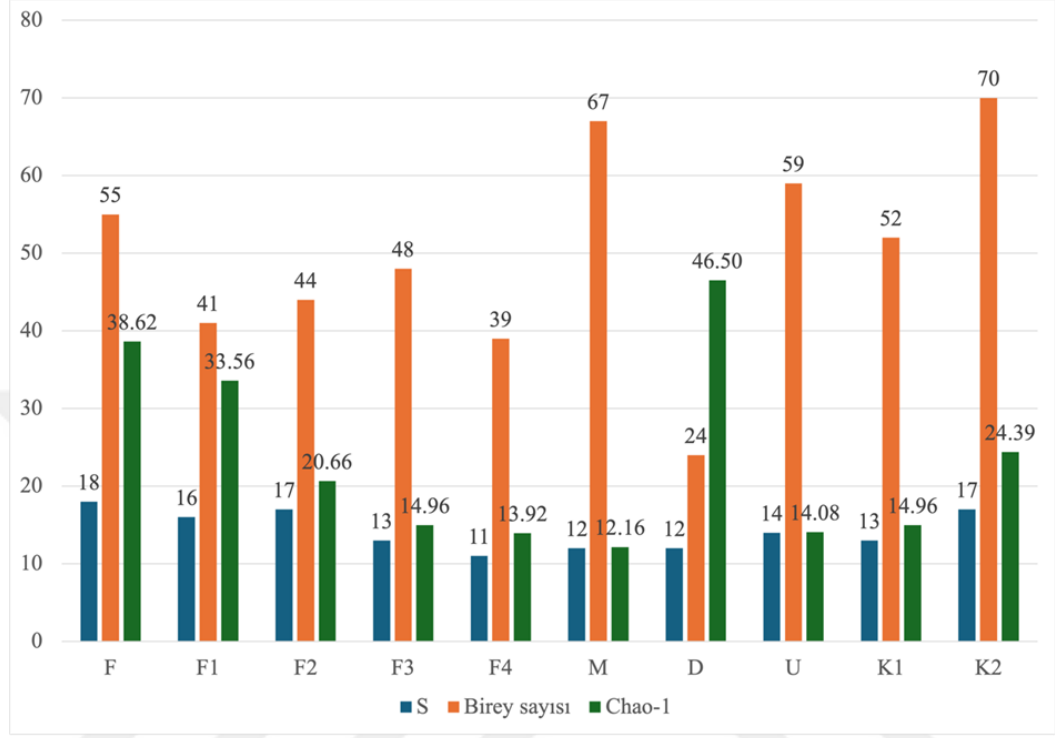
Shannon ve Simpson alfa çeşitlilik değerleri hesaplanmıştır. Hem Shannon hem de Simpson için çeşitliliği en yüksek alanlar F ve F2, en düşük olduğu alanlar ise F3 ve K1'dir (Tablo 7).

Plot	Simpson	Shannon	Tür zenginliği (S)	Birey sayısı (N)
F	0.9407	2.8450	18	55
F1	0.9207	2.6660	16	41
F2	0.9387	2.8270	17	44
F3	0.8892	2.3920	13	48
F4	0.8596	2.1980	11	39
M	0.9023	2.3800	12	67
D	0.8913	2.4010	12	24
U	0.9106	2.5280	14	59
K1	0.8499	2.2450	13	52
K2	0.9164	2.6400	17	70

Tablo 7 Mekansal çeşitlilik analizi verileri

Birey sayısı en fazla olan toplum K2 dir. Ancak F, F1 ve F2 alanlarının çeşitlilikleri daha yüksektir. Örneğin F2 ve K2 alanlarının tür zenginlikleri eşit ancak birey sayıları bakımından K2 daha zengindir. Fakat F2'nin Shannon ve Simpson çeşitlilik değerleri daha yüksektir (Şekil 62). Tür zenginliği ve birey sayısı en düşük olan toplum D'dir. Haliyle Shannon ve Simpson çeşitlilik değerleri düşük çıkmıştır.

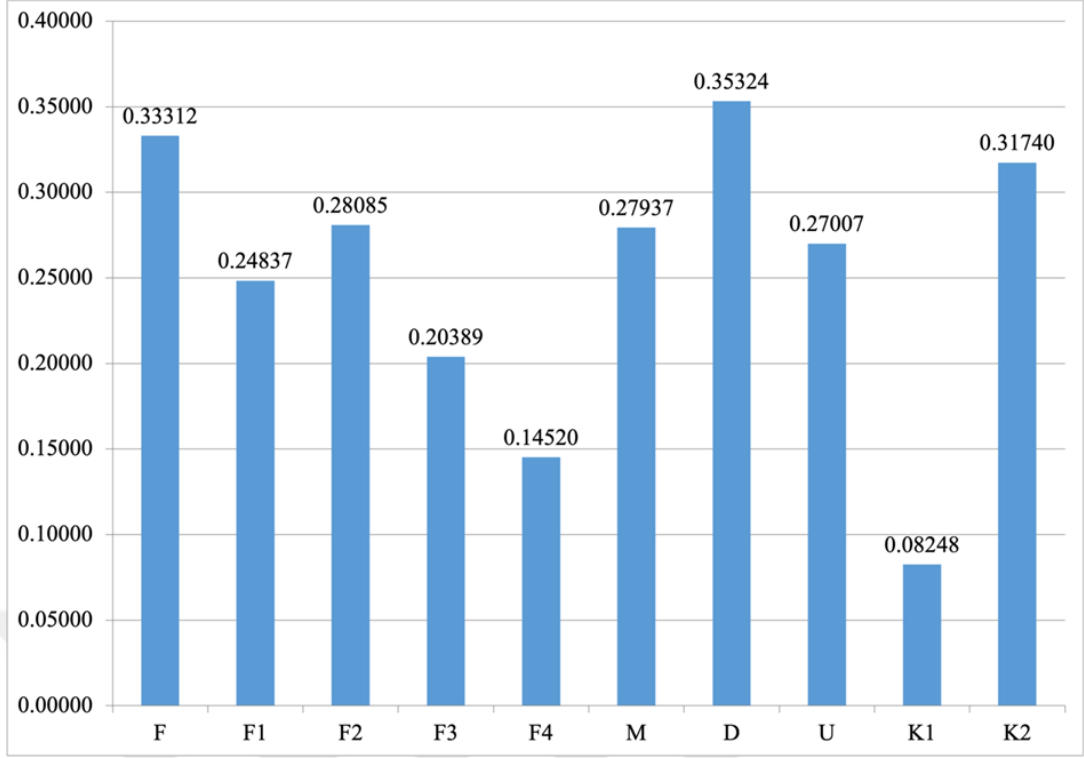
Ancak bunu aksine Chao-1 çeşitlilik indeksi hesaplandığından sonuç değişmektedir (Şekil 62).



Şekil 62 Mekansal çeşitlilik analizi grafiği

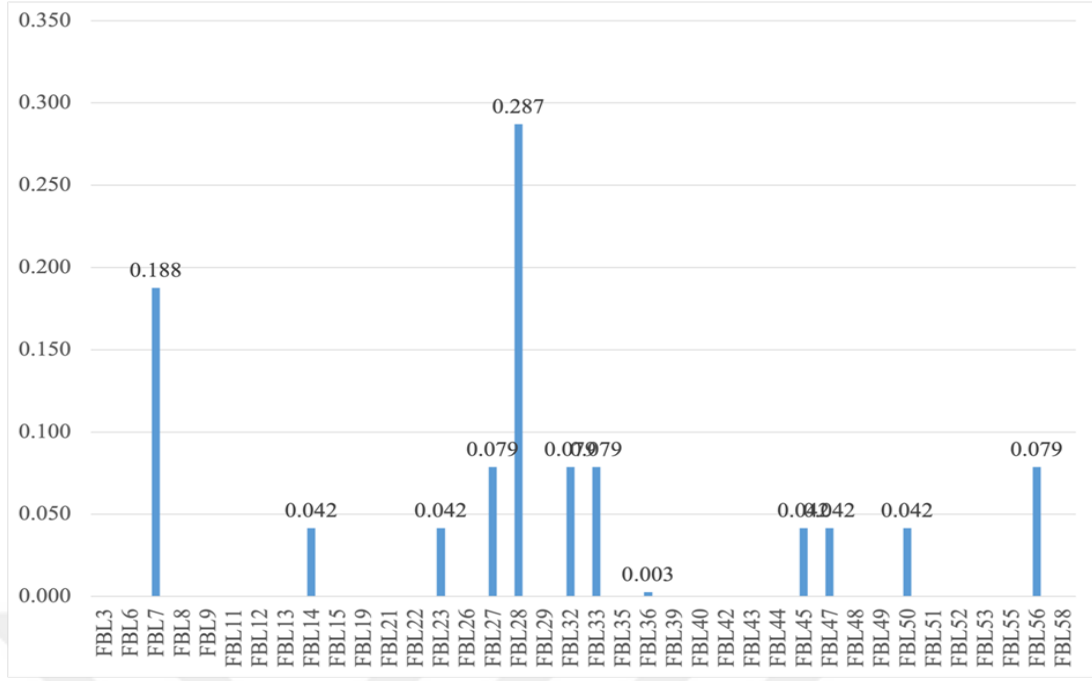
5.2.2 Bireysel çeşitlilik analizi

Örnek alanlarda farklı ağaçlara (T1 ve T2) ait ölçümlerden elde edilen değerler itibariyle kıyaslama yapabilmek için beta çeşitliliğinden faydalanılmıştır. Genel olarak iki toplum arasındaki farklılık için beta çeşitliliği ifadesi kullanılmaktadır. Beta çeşitliliği canlı toplumlarının kendilerine özgü durumlarına atfedilmektedir. Diğer bir ifade ile en az iki toplumun birbirine benzerliği dışında kalan fark beta çeşitliliğine karşılık gelmektedir.



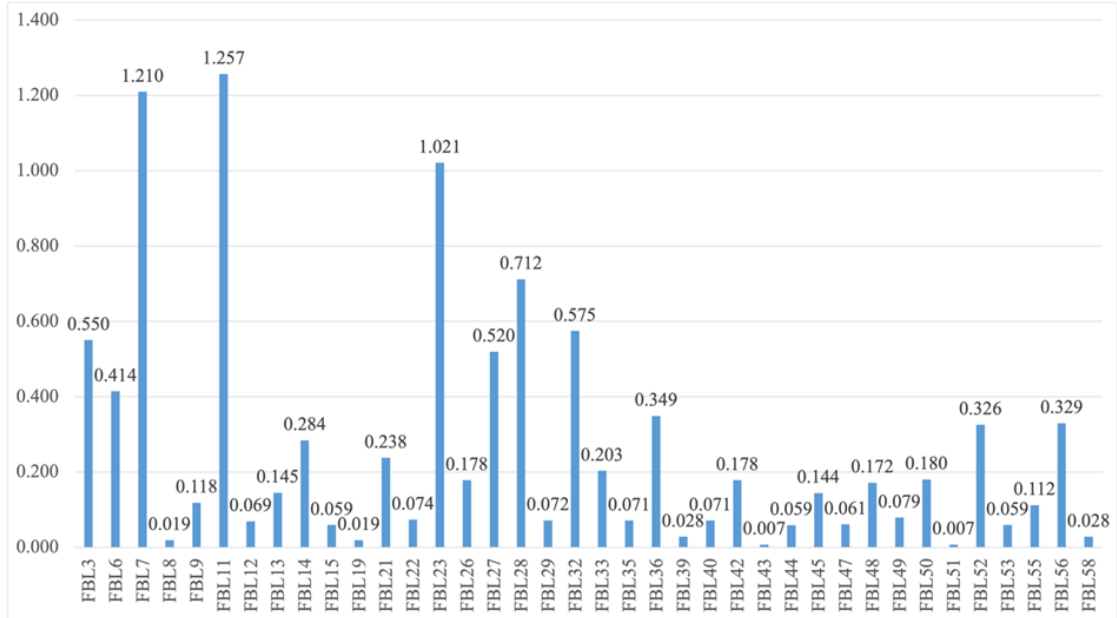
Şekil 63 Shannon entropisine dayalı evrensel beta çeşitliliği sonuçları

Yukarıdaki şekilden görüldüğü üzere beta çeşitlilik değeri en yüksek olan toplum D'dir. Bu durum D toplumunda farklı ağaçlar arasında yapılan ölçümlere göre benzerliğin fazla olduğunu göstermektedir. Başka bir ifade ile yukarıdaki şekil aynı örnek alanda farklı ağaçlarda tespit edilen izolat türlerinin farklılıklarını göstermektedir. Bu açıdan da D toplumu diğerlerine kıyasla öne çıkmaktadır (Şekil 63).



Şekil 64 İzolatların D toplumunda beta çeşitliliğine katkı oranları

Buna göre D toplumunda beta çeşitliliğine en fazla katkı yapan izolatlar FBL7 ve FBL28'dir (Şekil 64). Ancak tüm toplumlar beraber değerlendirildiğinde toplam beta çeşitliliğe en fazla katkı yapan izolatlar FBL7, FBL11, FBL23 ve FBL28'dir (Şekil 65).



Şekil 65 Tüm toplumlar için beta çeşitliliğine en fazla katkı yapan türler

5.2.3 Yönelimsel çeşitlilik analizi

İzolat sayısı bakımından kuzeyde 260 güneyde ise 239 birey tespit edilmiştir. Shannon ve Simpson alfa tür çeşitlilikleri bakımından güneyde çeşitlilik değerleri daha yüksektir. Chao-1 indisi bakımından ise kuzeyde daha yüksek değer elde edilmiştir (Tablo7).

Sonuçlar	K	G
Shannon	2.80656	2.82401
Simpson	0.91751	0.91879
Chao-1	37.2	33.1
S	30	31
N	260	239

Tablo 8 Yönelimsel alfa çeşitlilik değerleri

Bunun dışında FBL15, FBL19, FBL44, FBL47, FBL51, FBL53 ve FBL58 izolatları sadece kuzeydeki örnek alanlarda, FBL8, FBL12, FBL26, FBL29, FBL35, FBL39, FBL40 ve FBL43 izolatları ise sadece güneydeki örnek alanlarda tespit edilmiştir. Geri kalan 23 izolat ise ortak olarak hem kuzeyde hem de güneyde tespit edilmiştir (Tablo 8).

Doku tipine bağlı çeşitlilik analizi

Yaprak ve sap için elde edilen sonuçlara göre yaprakta toplam 34, sapta ise 31 farklı tür tespit edilmiştir. Diğer yandan yaprak için gözlenen tür sayısı 264, sap için gözlenen tür sayısı ise 235'tir. Yaprak için elde edilen sonuçlar Shannon, Simpson ve Chao1 çeşitlilik indeksleri bakımından sapa göre daha yüksek değerler ortaya koymuştur (Tablo 9).

Sonuçlar	L	P
Shannon	2.86113	2.79804
Simpson	0.92284	0.91278
Chao1	49.6	42
S	34	31
N	264	235

Tablo 9 Yaprak ve sap için elde edilen alfa tür çeşitliliği değerleri

Türlerin benzemezlikleri incelendiğinde 27 türün yaprak ve sap için ortak olduğu görülmüştür. Buna karşın FBL8, FBL15, FBL19, FBL39, FBL43, FBL49 ve FBL55 türlerinin sadece yaprakta, FBL47, FBL51, FBL53 ve FBL58 türlerinin ise sadece sapta görüldüğü tespit edilmiştir.

5.2.4 Doku bölgelerine göre çeşitlilik analizi: yaprak (lamina)

Yaprak kısımları için alfa çeşitlilik hesabı sonuçlarına göre tür zenginliğinin(S) en fazla olduğu kısım 23 ile L1 en az olduğu kısım ise 18 ile L2 ve L4'tür. Birey sayısı bakımından ise en yüksek değere sahip kısım L2 en düşük ise L4'tür. Shannon çeşitlilikleri bakımından yüksekten düşüğe doğru sırasıyla L1, L4, L3 ve L2 ile Simpson için ise L4, L1, L3 ve L2 şeklinde sıralanmıştır. Bu değerler itibariyle Shannon ve Simpson çeşitlilik değerleri benzerlik göstermektedir. Chao1 indisine göre ise en yüksek değere sahip kısım L1 iken bunu sırasıyla L3, L2 ve L4 takip etmektedir. Bu sonuçlar Shannon ve Simpson sonuçları ile nispeten farklılık göstermektedir (Tablo 10).

Sonuçlar	L1	L2	L3	L4
S	23	18	21	18
N	66	95	61	42
Shannon	2.75284	2.58479	2.68642	2.70886
Simpson	0.91506	0.9128	0.91373	0.9229
Chao1	36.2	25.5	34.75	21.5

Tablo 10 Yaprak kısımları için elde edilen alfa çeşitlilik değerleri

Diğer yandan yaprak kısımlarını alt örnek alan olarak değerlendirilerek beta çeşitliliği hesaplanmıştır. Bu sonuçlar itibariyle beta çeşitliliğine katkı yapan örnek alanlar katkı oranlarına göre sırasıyla L4, L2, L1 ve L3 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca veriler incelendiğinde FBL12, FBL14, FBL26, FBL35, FBL40, FBL44 türleri L1 için; FBL29, FBL39 türleri L2 için; FBL8, FBL19, FBL43 türleri L3 için ve FBL15, FBL22 türleri L4 için spesifik olduğu görülmüştür.

5.2.5 Doku bölgelerine göre çeşitlilik analizi: sap (petiol)

Sap kısımları için alfa çeşitlilik hesabı sonuçlarına göre tür zenginliğinin(S) en fazla olduğu kısım 20 ile P4, en az olduğu kısım ise 15 ile P2'dir. Birey sayısı bakımından ise en yüksek değere sahip kısım P1 en düşük ise P3'tür. Shannon çeşitlilikleri bakımından yüksekte düşüğe doğru sırasıyla P4, P3, P2 ve P1 olarak, Simpson için ise P4, P2, P3 ve P1 şeklinde sıralanmıştır. Bu değerler itibariyle Shannon ve Simpson çeşitlilik değerleri benzerlik göstermektedir. Chao1 indisine göre ise en yüksek değere sahip kısım P4 iken bunu sırasıyla P1, P3 ve P2 takip etmektedir (Tablo11).

Sonuçlar	P1	P2	P3	P4
S	17	15	16	20
N	81	47	42	65
Shannon	2.38119	2.49045	2.51204	2.59876
Simpson	0.88279	0.90358	0.90023	0.90083
Chao1	24	20	21.25	42.5

Tablo 11 Sap kısımları için elde edilen alfa çeşitlilik değerleri

Diğer yandan yaprak kısımları için olduğu gibi sap kısımları da alt örnek alan olarak değerlendirilerek Shannon entropisine dayalı beta çeşitlilikleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlar itibariyle beta çeşitliliğine katkı yapan örnek alanlar katkı oranlarına göre sırasıyla P4, P1, P2 ve P3 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca veriler incelendiğinde FBL9, FBL12, FBL13, FBL22, FBL27, FBL58 türleri P4 için; FBL51, FBL53 türleri P3 için;

FBL26, FBL42 türleri P2 için ve FBL29, FBL35, FBL40, FBL50 türleri P1 için spesifik olduğu görülmüştür.

5.2.6 Besiyerine bağlı çeşitlilik analizi

Besiyerlerine bağlı çeşitlilik analizi verileri incelendiğinde, çeşitlilik değerleri PL-MEA, PDA, PCA ve WA şeklinde sıralanırken, birey sayısına göre ise en yüksek değere sahip ekim yeri PCA olarak tespit edilmiş, bunu da sırasıyla PDA, PL-MEA ve WA takip etmiştir. Hem Shannon hem de Simpson için çeşitlilik değerleri büyükten küçüğe PL-MEA, PDA, PCA ve WA şeklinde sıralanmıştır. Bu sonuçların tür zenginliği değerleri ile paralel olduğu görülmüştür. Ancak Chao1 indeksi bakımından en yüksek değere sahip ekim yeri WA olarak tespit edilirken bunu sırasıyla PDA, PCA ve PL-MEA takip etmiştir (Tablo 12). Bazı türler yalnızca bir çeşit besiyerinde gelişmiştir. Bunlar; FBL8, FBL43, FBL55 yalnızca PCA besiyerinde FBL15, FBL35, FBL39, FBL40, FBL53, FBL58 yalnızca PL-MEA besiyerinde FBL49, FBL51 yalnızca PDA besiyerinde ve FBL19 yalnızca WA besiyerinde gelişmiştir.

Sonuçlar	PDA	PCA	WA	PL-MEA
S	25	23	18	27
N	123	146	112	118
Shannon	2.74855	2.63235	1.88984	2.82965
Simpson	0.91189	0.89914	0.74888	0.91396
Chao1	32	30	40.5	29.625

Tablo 12 Farklı besiyerlerine göre hesaplanan çeşitlilik değerleri

6. TARTIŞMA

Endofit fungus kolonileri aynı konukçu tür üzerinde farklı iklim, mevsim ve ortam şartlarında değişiklik gösterebilmektedir (Wilson ve Carroll 1994; Carroll 1995; Gamboa ve diğ. 2002; Arnold ve Lutzoni 2007). Mikrobiom kompozisyonu; konukçu, bitki sıklığı, besin durumu, çevre koşulları ve dış mikrobiomlar (toprak fungusları ve bakteriler) ile etkileşim gibi çok sayıda faktöre bağlı olup değişim her düzeyde görülmektedir. Aynı konukçu türde bulunan endofit fungus çeşitliliği, farklı ortam şartlarında artabilir veya hiçbir farklılık göstermeyebilir (Arnold ve Herre 2003; Herrera ve diğ. 2010). Çeşitli çalışmalar bitkinin endofit kolonizasyonlarının sıcaklık artışı, karbondioksit artışı, azot birikimi, uzun süreli kuraklık gibi iklim değişikliğinin çeşitli açılarından da etkilendiğini göstermiştir (Kannadan ve Rudgers 2008).

Bu çalışmada Arnold ve diğerleri (2000) çalışmasının önerilerini göz önünde bulundurarak, literatürde yer alan diğer çalışmaların bulguları (Daisy ve diğ. 2002; Li ve diğ. 2008; Suryanarayanan ve diğ. 2012; Chen ve diğ. 2021) doğrultusunda, ağaç mikobiyotasının konak tercihi ve mekânsal yönlendirmesinin, morfo türlerin varlığı veya yokluğundan ziyade, göreceli kolonizasyon sıklığı ile daha iyi açıklanabileceği çıkarımına varıldı ve verilerimiz bu yaklaşıma göre analiz edildi.

Shannon, Simpson, alfa çeşitliliği ve tür zenginliği verilerine dayanarak, mekansal, bireysel, yönelimsel, doku tipi, doku bölgeleri ve besiyerine bağlı varyasyonu boyunca önemli istatistiksel farklılıklar gözlemlendi.

Morfolojik yapıları değişken olan fungusların tür teşhisinde yalnızca morfolojik özelliklere dayanmak, doğru sonuçlar elde etmek için yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle, tür teşhisinin doğruluğunu artırmak ve kesinleştirmek için moleküler analizlerin yapılması gerekebilmektedir. Moleküler yöntemlerdeki gelişmeler DNA barkodlama yoluyla tür teşhislerinin daha doğru tanımlamalarını sağlamıştır (Verkley ve diğ. 2013; Vu ve diğ. 2019) Moleküler teşhislerde rDNA'nın ITS1-5.8 S-ITS2 bölgesi, genellikle fungusların genetik belirleme için yaygın olarak kabul edilen bir belirleyici işaretleyici olarak öne çıkmaktadır (Schoch ve diğ. 2012). Literatürdeki bazı kaynaklarca ITS bölgesinin tür içi ve türler arası ayrımlarda genellikle yeterli olduğu bildirilmektedir (James ve diğ. 2006). Örneğin, *Diaporthe* (*Phomopsis*) cinsine ait ITS bölgesinin intra-jenerik çeşitliliği yüksek bulunmuş ve bu,

%75 oranında farklı türlerin (4 türden 3'ü) tanınmasına olanak sağlamıştır. Bu yüksek tür çeşitliliği, daha önceki araştırmalarla tutarlı bir şekilde, Rhoden ve diğerleri (2012) ve Singh ve diğerleri (2017) tarafından da doğrulanmıştır. Ancak, bazı fungus gruplarında ITS bölgesi yeterince varyasyon göstermeyebilmekte veya türler arası farkları net bir şekilde ortaya koyamayabilmektedir (Köljalğ diğ. 2013). ITS dizilerinin fungus türlerini ayırmada bazen yetersiz kaldığı, önceki çalışmalar tarafından da rapor edilmiştir. Bu durum Grünig ve diğerleri (2004), Harder ve diğerleri (2013) ve Singh ve diğerleri (2017) gibi kaynaklarca da desteklenmektedir. Bu gibi durumlarda, ikinci bir primer seti ile farklı bir gen bölgesini teşhisin doğruluğunu artırır ve genetik çeşitliliğin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Örneğin Translation Elongation Factor 1-alpha (TEF1- α), RNA Polymerase II second largest subunit (RPB2) veya beta tubulin (Bt2) gibi protein kodlayan gen bölgelerini hedeflemek, filogenetik analizlerde ve tür tanımlamada daha kesin ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Stielow ve diğ. 2015). Bunun yanı sıra GenBank'ta daha fazla fungus türüne ait ITS dizilerine ihtiyaç bulunmaktadır (Hawksworth ve Lücking 2017) ve bazı dizilerin düşük kalitede olduğu görülmektedir (Vu diğ. 2016).

L. orientalis türünde Ascomycota'nın baskınlığının, daha önce yapılan çalışmalarda diğer bitki türlerindeki endofitik topluluklarla uyumlu olduğu belirlenmiştir (Bullington ve Larkin 2015; Singh ve diğ. 2017). Bu çalışmada, herhangi bir Basidiomycota üyesi izole edilememiştir. Bu sonuç *L. orientalis* ağacının endofitik topluluklarında Ascomycota'nın belirgin bir baskınlığına işaret etmektedir.

Bu tez çalışmasında Diaporthaceae (FBL6- FBL11- FBL23- FBL29) familyası 174 izolat (%34,86) ile en yaygın görülen familya olup bu sırayı 117 izolat (%23,44) ile Pleosporaceae (FBL3- FBL7- FBL13- FBL39- FBL53- FBL56) familyası ve 111 (%22,24) izolat ile Botryosphaeriaceae familyası takip etmektedir. Öte yandan tür bazında *D. eres* (FBL23- 75 izolat- %15,03) her alanda izole edilen en yaygın ve baskın tür iken aynı şekilde bu sırayı *Phomopsis* sp. (FBL6- 62 izolat- %12,42), *Alternaria* sp.(FBL7- 56 izolat- %11,22,) takip etmektedir. *D. eres*, *Phomopsis* sp., *Alternaria* sp. her alanda elde edilen yaygın ve baskın türler olduğu görülmüştür. Bu durumun sebebi bu türlerin geniş konak spektrumu, yüksek izolasyon frekansı, ekolojik uyum yetenekleri, ve bitki sağlığı üzerindeki etkileri ile açıklanabilmektedir. Bu fungus türleri, birçok farklı bitki türüyle simbiyotik ilişki kurabilme yetenekleri

sayesinde yaygın olarak bulunabilirler (Gomes ve diğ. 2013). Ayrıca, laboratuvar ortamında kolaylıkla izole edilebilmeleri ve farklı ekolojik rolleri üstlenebilme kapasiteleri, bu türlerin sıklıkla izole edilmesine katkı sağlamaktadır (Santos diğ. 2011; Udayanga diğ. 2011). Bazı türlerin bitki sağlığını olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmesi, bu fungusları endofit araştırmalarında öne çıkan türler haline getirmektedir (Hyde diğ. 2020).

D. eres (Barta ve diğ. 2022), *Phomosis* sp. (Gomes ve diğ. 2013), *Didymella* sp. (Gamboa ve Bayman 2001), ve *A. niger* (Kamble diğ. 2012), *Alternaria* sp. (Kusari ve diğ. 2013), *Penicillium* sp. (Singh ve diğ. 2017) gibi endofitler geniş yapraklı diğer bitkilerin yapraklarında da daha önce tespit edilmiş ve iyi kurulmuş endofitlerdir.

L. orientalis türündeki Diaporthe türlerinin hakimiyeti, farklı ağaç türleri için yapılan diğer çalışmalarda da bildirilmiştir (Mekkamol 1998; Chareprasert ve diğ. 2006; Verma ve diğ. 2007; Wenzel ve diğ. 2010). Bunun sebebi bu türlerin tutarlı endofitler olup muhtemelen geniş yapraklı türler ile birlikte evrimleşmiş olabileceği olabilir (Saikkonen ve diğ. 2004; Singh ve diğ. 2017). Örneğin, Barta ve diğ. 2022 çalışmasına bakıldığında bu çalışma ile tutarlı olarak yine Ascomycota türleri hakim olurken en sık görülenler Pleosporales (%44.17) familyasına aittir. Bu çalışmada, bu familya %23.44 en sık görülen ikinci familyadır. Ayrıca çalışmamızda *Muyocopron* sp., *N. cava*, *C. macerans*, *A. effusa*, *G. idaeicola* gibi nadiren bildirilen fungal endofitlerinin varlığı, örneklem ve izolasyon yöntemlerinin farklı ve çeşitli olmasından kaynaklanabilir.

Endofitik fungus topluluklarının coğrafi konum ve çevre koşulların yanı sıra bitki türüne görede değişebilir (Glynou ve diğ. 2017; Huang 2020; Thangavel ve diğ. 2022). Bu sebeple yeni fungal türlerin keşfi için endemik bitki ve ağaç türlerinin fungal mikrobiyotasının araştırılması büyük önem taşımaktadır. U'Ren ve diğ. 2010 yılında yaptıkları çalışmada; farklı geniş yapraklı ağaç türlerinde bulunan endofitik fungus topluluklarının, önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ve her bir ağaç türünün benzersiz bir fungus topluluğuna ev sahipliği yaptığını ortaya koymaktadır. Suryanarayanan ve diğerleri (2011), tropik geniş yapraklı ağaçların yapraklarında yüksek düzeyde endofit fungus çeşitliliği tespit etmiş ve bu çeşitliliğin ağaç türlerine göre değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Bu güne kadar relik endemik bir tür olan *L. orientalis* fungal

mikrobiyotası üzerine hiçbir çalışma yapılmamış olup, bu çalışmada Türkiyede ilk niteliği taşımaktadır.

Zimmerman ve Vitousek 2012, Yokoya ve diğerleri 2017 ile Fan 2023 yaptıkları çalışmalarla, endofit çeşitliliğinin habitat tipi ve coğrafi konum gibi farklı çevresel faktörlere bağlı olarak değişebileceğini göstermiştir. Örneğin Correia ve diğerleri 2017 yılında Brezilya Atlantik Yağmur Ormanları'ndan Begonya türleri üzerinde yaptıkları araştırmada, iki uzak bölgede, bir kıta bölgesinde ve bir ada bölgesinde fungal endofit topluluklarının varlığını vurgulamış ve coğrafi konuma bağlı olarak fungal çeşitlilikteki değişiklik olduğunu gözlemlemiştir. Türkiyenin Batısında yapılan bir çalışmada ise *Laurus nobilis*' teki fungal endofitler incelenmiş ve bitkilerin coğrafi konumunun fungal endofitlerin dağılımını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Göre ve Bucak 2007). Coğrafi faktörlere daha yakından incelendiğinde endofitik fungus çeşitliliğinin, yükseklik gibi çevresel faktörlerden etkilenebildiği tespit edilmiştir (X ve diğ. 2021). Çin'deki farklı rakımlarda *Nicotiana tabacum* üzerine yapılan çalışmada Yuan ve diğ. (2018), farklı rakımlarda endofitik fungus topluluklarının çeşitliliği ve bileşiminde farklılıklar olduğu, belirli rakım seviyelerinde belirgin fungus gruplarının baskın olduğunu gözlenmiştir. Bitkiler ve endofitik funguslar arasındaki simbiyotik ilişki oldukça karmaşıktır ve konuk bitkinin sağladığı çevresel ve beslenme koşullarındanda etkilenebilmektedirler (Lu ve diğ. 2021). Örneğin, Lee ve diğerleri (2014) tarafından yapılan araştırmada su stresinin belirli fungus türleriyle enfekte olmuş çam iğnelerindeki endofitik fungus topluluklarını etkilediği bulunmuştur.

Çalışmamızda coğrafi konum ve çevresel faktörler yönünden farklı olarak seçilmiş 10 örnek alanda fungal çeşitliliğin farklı olduğu gözlemlenmiştir. Shannon ve Simpson alfa çeşitlilik değerlerine göre hem Shannon hem de Simpson için çeşitliliği en yüksek alanlar F ve F2, en düşük olduğu alanlar ise F3 ve K1'dir. Alanlar elde edilen değerler incelendiğinde en baskın olan türler frekans değerleri 10 olan FBL7, FBL23 ve FBL56'dır. Bunları 9 frekans değeri ile FBL6, FBL11 ve FBL32 takip etmektedir.

Yapılan çalışmalarda mevsimsel değişim, bitkiler içindeki endofitik fungus çeşitliliğini etkileyen bir diğer önemli faktör olarak tanımlanmıştır (Oliveira ve diğ. 2020; Debbarma 2024). Mevsimsel değişimler, farklı türlerin farklı mevsimlerde

gelişim göstermesi nedeniyle, endofitik fungusların çeşitliliğini etkileyerek yeni türlerin tanımlanmasına yol açmaktadır (Nessa ve diğ. 2023; Liu 2024). Kabuk gibi kalıcı organların aksine yaprak dokuları dökülmektedir ve yaşları, sertlikleri, şekilleri ve kimyaları bir yıl içinde büyük ölçüde değişebilmektedir. Bu çalışmada verilerin daha tutarlı sonuç vermesi amacıyla aynı yaşlı yapraklar örneklenmiştir. *L. orientalis* ağacının yeni yaprakları mart'ta (ilkbahar) ortaya çıkar, eylül'e (müson) kadar büyür ve olgunlaşır ve ardından ocak (kış) ayına kadar kısmi düşüş yaşar. Bu tez çalışmasında örnekleme işlemi sadece eylül ayında yapılmıştır. Sonbaharda ilkbahara kıyasla daha yüksek yağış nedeniyle daha yüksek tür zenginliği ve yağışın fungal topluluğu şekillendirmedeki rolünü vurgulayan çalışmalar bildirilmiştir (Zamora ve diğ. 2008). Vaz ve diğerleri (2014), yağışın artması ve sıcaklığın azalması ile fungal endofitlerin kolonizasyonunda önemli istatistiksel farklılıklar bulmuşlardır ve bu durumda sonbaharda çeşitliliğin artmasını açıklayabilir. Ancak, çalışmamızda yalnızca sonbahar döneminde örnekleme yapılması, ilkbahar döneminde gelişim gösteren fungusların tespit edilememesine sebep olmuş olabilir.

Ağaçların kuzey ve güney yönlerinden alınan örnekler arasındaki çeşitlilik farkları, endofitik fungus çeşitliliğini belirlemek için önemlidir. Literatürde yapılan çalışmalar, örnekleme yönünün endofitik fungus çeşitliliği üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermiştir (Arnold ve diğ. 2003; Aoki ve diğ. 2003). Özellikle güneş ışığına maruz kalma süresi ve yoğunluğu gibi mikroklimatik faktörlerin, fungus çeşitliliği ve bolluğu üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Bacon ve White 2000). Ağaçların güneş gören ve gölgede kalan kısımlarından alınan örnekler arasındaki çeşitlilik farkları da önemli bir araştırma konusudur. Güneş ışığı, bitkilerin ve endofitik fungusların metabolik aktivitelerini ve etkileşimlerini doğrudan etkiler. Dolayısıyla, güneş gören kısımlarda daha yüksek bir fungus çeşitliliği ve yoğunluğu gözlenebilir (Bacon ve White 2000; Atsatt ve Whiteside 2014). Bu durum, güneş ışığının fungusların büyüme ve rekabet yeteneklerini artırdığı hipotezini desteklemektedir (Su-Han ve diğ. 2019). Ek olarak, güneş ışığına maruz kalma gibi çevresel faktörler, konak bitkinin fizyolojisini ve biyokimyasını etkileyerek endofitik fungusların çeşitliliğini dolaylı olarak etkileyebilir. Güneş ışığına maruz kalmadaki değişiklikler bitki metabolizmasını değiştirebilir ve bu da bitki içindeki endofitik fungus topluluklarının bileşimini ve çeşitliliğini etkileyebilir (Li 2023). Bu tez çalışmasında Shannon ve Simpson alfa tür çeşitlilikleri bakımından güneyde çeşitlilik değerleri daha yüksek

çıkıştır. Chao-1 indisi bakımından ise kuzeyde daha yüksek değer elde edilmiştir. Bu sonuç güneyde çeşitlilik fazla olmasına rağmen kuzeyden alınan örneklerde tek bireyli nadir bireylerin daha fazla olduğunu göstermektedir (Tablo 7). Ayrıca FBL15, FBL19, FBL44, FBL47, FBL51, FBL53 ve FBL58 izolatları sadece kuzeydeki örnek alanlarda, FBL8, FBL12, FBL26, FBL29, FBL35, FBL39, FBL40 ve FBL43 izolatları ise sadece güneydeki örnek alanlarda tespit edilmiştir.

Ağaçlar arasındaki mesafe, endofitik fungus çeşitliliği üzerinde potansiyel olarak etkili olabilir. Yakın mesafedeki ağaçlar, benzer çevresel koşullara ve mikrohabitatlara sahip olabilir, bu da benzer endofitik fungus topluluklarına yol açabilir. Diğer yandan, uzak mesafedeki ağaçlar farklı mikrohabitatlara sahip olabilir ve bu da farklı endofitik fungus topluluklarını destekleyebilir (Osono 2008; Rodriguez ve diğ. 2009). Yakın mesafedeki ağaçlar, benzer toprak özellikleri, nem seviyeleri ve mikroklimatik koşullara sahip olabilirler. Bu, benzer endofitik fungus topluluklarının oluşmasını destekleyebilir. Örneğin, Rodriguez ve diğerleri (2009) çalışmasında, yakın mesafedeki (0-50 m) bitkiler arasında benzer endofitik fungus topluluklarının bulunduğu gözlemlenmiştir. Yine Yücel ve diğerleri (2014) yaptığı çalışmada, aynı alandaki yakın mesafedeki ağaçların fungus çeşitliliğinin yüksek benzerlik gösterdiğini bulmuştur. Orta mesafedeki ağaçlar (50-100 m), bazı mikrohabitat farklılıkları gösterebilir. Bu, fungus topluluklarının çeşitlenmesine yol açabilir. Osono 2008 yılında yaptığı çalışmada, orta mesafedeki bitkilerde farklı fungus türlerinin gelişebileceğini öne sürmektedir. Uzak mesafedeki (+100 metre) ağaçlar, daha belirgin çevresel ve mikrohabitat farklılıklarına sahip olabilir. Bu, endofitik fungus çeşitliliğinin artmasına veya tamamen farklı toplulukların oluşmasına neden olabilir. Bu durum, geniş bir alanda yapılan çalışmalarda farklı fungus topluluklarının varlığını gösteren bulgularla desteklenmektedir (Arnold ve Herre 2003). Örneğin Uzak mesafeler, farklı çevresel koşullara ve daha az spor taşınımına neden olabilmektedir. Smith ve Jones (2017) çalışmasında, farklı alanlardaki ağaçlar arasında fungus çeşitliliğinde belirgin farklılıklar bulunmuştur. Bu tez çalışmasında orta mesafede (50-100 m) örnekleme yapılmış olup arasında mesafe bulunan iki ağaç endofit tür çeşitliliği bakımından farklı çıkmıştır. Aynı alandan elde edilen birçok tür konukçu ağaç bakımından yalnız bir ağaçtan izole edilirken bu duruma en çok katkı sağlayan türler FBL7, FBL11, FBL23 ve FBL28'dir. Örnek alan olarak değerlendirildiğinde ise bu

durumun en yoğun görüldüğü alan D alanıdır. Bu durum, D alanında kısa mesafelerde farklı mikrohabitatlara sahip olma olasılığı ile açıklanabilir.

Literatürde, yaprak, dal ve kabuk gibi farklı doku tiplerinin, endofitik fungus çeşitliliği üzerinde belirgin bir etkisi olduğu gösterilmiştir (Stone ve Bacon 2000; Arnold ve Herre 2003). Farklı dokular, fungusların yaşam döngüleri ve beslenme stratejileri açısından çeşitli mikrohabitatlar sağlar (Rodriguez ve diğ. 2009). Örneğin, yaprak dokusu daha fazla fotosentez ürünü içerdiğinden, bu dokuda daha fazla fungus çeşitliliği gözlenebilir (Carroll 1988). Kök endofitik funguslarının çeşitliliği, toprak tipi, nem ve besin maddeleri gibi çevresel faktörlere bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir (Arnold ve Herre 2003). Örneğin, *Pinus* türleri üzerine yapılan araştırmalar, farklı dokular (yaprak, gövde ve kök) arasında endofitik fungal topluluklarda farklılıklar olduğunu göstererek, doku çeşitliliğinin fungal çeşitlilik üzerindeki etkisini göstermiştir (Rim ve diğ. 2021). Bir diğer çalışmada *Aristolochia chilensis* bitkisinin yaprak ve kök dokularında farklı endofit fungus türleri tespit edilmiş ve bu türlerin topluluk yapısının dokular arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Guevara-Araya ve diğ. 2020). Bu tez çalışmasında iki farklı doku tipi olan sap ve yaprak ile çalışılmıştır. Yaprak ve sap için elde edilen sonuçlara göre yaprakta toplam 34, sapta ise 31 farklı tür tespit edilmiştir. Yaprak için elde edilen sonuçlar Shannon, Simpson ve Chao1 çeşitlilik indeksleri bakımından sapa göre daha yüksek değerler ortaya koymuştur. Ayrıca FBL8, FBL15, FBL19, FBL39, FBL43, FBL49 ve FBL55 türlerinin sadece yaprakta, FBL47, FBL51, FBL51 ve FBL58 türlerinin ise sadece sapta görüldüğü tespit edilmiştir.

Farklı doku tipleri arasında çeşitlilik değişmekle birlikte, doku tiplerinin parçalanma yöntemlerine göre de çeşitli fungusların izole edilme ihtimali artmakta ve bu durum da çeşitliliği etkilemektedir (Gazis ve diğ. 2011). Dokuların farklı şekilde parçalanması, endofitik fungus topluluklarının yapısını ve çeşitliliğini önemli ölçüde etkileyebilir. İnce parçalanmış dokular, daha fazla yüzey alanı ve besin maddesi sunarak, daha geniş bir fungus topluluğu yelpazesinin kolonize olmasını teşvik ederken, kalın parçalardaha sınırlı yüzey alanı ve besin maddesi sunduğundan, belirli fungus türlerinin baskın olmasına neden olabilir (Osono 2008; Rodriguez ve diğ. 2009). Örneğin, Arnold ve Lutzoni (2007), çeşitli bitki dokularının ince parçalanmasının, endofitik fungus çeşitliliğini artırdığını ve daha geniş bir fungus

topluluğu yelpazesi sunduğunu gözlemlemiştir. Osono (2008), kalın bitki dokularının endofitik fungus çeşitliliğini sınırlayabileceğini ve belirli fungus türlerinin baskın hale gelebileceğini belirtmiştir. Kalın dokuların fungus sporlarının ve hiflerinin iç kısımlara ulaşmasını zorlaştırdığı vurgulanmıştır. Wu ve diğ. (2020) tropikal ağaç dokularında farklı parçalanma stratejilerinin fungus çeşitliliğini nasıl etkilediğini araştırmış ve çeşitli mikrohabitatların farklı fungus türlerinin kolonizasyonunu desteklediğini bulmuştur.

Yaprakta bulunan endofitik fungus çeşitliliği üzerine yapılan araştırmalar, bu çeşitliliğin yaprağın farklı bölgelerine göre değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Arnold ve Lutzoni (2007) tropikal yapraklardaki endofitik fungus çeşitliliğini incelemiştir. Yaprığın farklı bölgelerinde (uç, orta ve taban) fungus çeşitliliği farklılık göstermiştir. Yaprığın uç bölgelerinde daha yüksek çeşitlilik gözlenmiştir. Osono (2008) *Camellia japonica* yapraklarındaki endofitik ve epifitik fungusları incelemiştir. Santamaria ve Bayman (2005) *Musaceae* yapraklarındaki endofitik fungusları incelemiştir. Yaprığın farklı bölümlerinde (damarlar, yaprak yüzeyi) fungus çeşitliliği farklılık gösterirken, damarlar boyunca daha yüksek çeşitlilik bulunmuştur. Bu durumu damarlar, fungusların kolonizasyonu için uygun mikrohabitatlar sunmaktadır şeklinde açıklamıştır. Helander ve Jonsell (2003) *Quercus robur* yapraklarındaki endofitik fungusları incelemiştir. Yaprığın alt ve üst yüzeylerinde farklı fungus toplulukları gözlenmiştir. Alt yüzeyde daha yüksek çeşitlilik bulunmuştur. Bu durumu, alt yüzeyin daha fazla nem ve gölge sunmasıyla açıklamıştır. Rodrigues (1994) Amazon ormanındaki tropikal ağaç yapraklarındaki endofitik fungusları incelemiştir. Yaprığın farklı bölümlerinde (kenar, orta kısım) fungus çeşitliliği farklılık göstermiştir. Orta kısımlara göre kenar bölgelerde daha yüksek çeşitlilik bulunmuştur.

Yaprak uçları ve kenarları genellikle daha yüksek fungus çeşitliliği sunmaktadır. Arnold ve Lutzoni (2007) bu durumu bu bölgelerin daha fazla mikrohabitat ve besin maddesi sunmasıyla ilişkilendirmiştir. Bu durum, stomatalar, hidatotlar ve bez açıklıkları gibi doğal açıklıkların bolluğu ile kolay giriş noktaları sağlaması ve tüylü yüzeylerin inokulumun yerleşmesi ve bağlanmasına yardımcı olmasıyla da açıklanabilir. Örnek alınan yaprakların en ucundan (L1) elde edilen fungal çeşitlilik daha yüksek olup kenar (L4-L3) kısımlarındada çeşitlilik yine yüksek bulunmuştur. Fakat bazı çalışmalar bu durumun tersini göstermiştir. Santamaria ve

Bayman (2005) yaprak damarları boyunca daha yüksek fungus çeşitliliğinin bulunduğunu ve damarların fungusların kolonizasyonu için uygun mikrohabitatlar sunmakta olduğunu belirtmiştir. Helander ve Jonsell, 2003 yaprağın alt yüzeyinde genellikle daha yüksek fungus çeşitliliği bulunduğunu belirtmiş ve bu durumu alt yüzey, daha fazla nem ve gölge sunar, bu da fungusların kolonizasyonunu destekler şeklinde açıklamıştır.

Yaprak sapında endofitik fungus çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalar, sapın farklı bölümlerinde çeşitliliğin nasıl değiştiğini incelemiştir. Kembel ve Mueller (2014) farklı bitkilerin yaprak saplarındaki endofitik fungus çeşitliliğini incelemiştir. Yaprak sapının farklı kısımlarında (proksimal, orta ve distal) endofitik fungus çeşitliliği farklılık göstermiştir. Suryanarayanan ve Thennarasan (2004) tropikal bitkilerin yaprak saplarındaki endofitik fungus çeşitliliğini incelemiştir. Çalışma, sapın farklı bölümlerinde farklı fungus türlerinin baskın olduğunu göstermiştir. Örneğin, sapın proksimal kısmında daha fazla fungus türü bulunmuştur. Parfitt ve Hunt (2010) ılıman orman bitkilerinin yaprak saplarındaki endofitik fungus çeşitliliğini incelemiştir. Çalışma, yaprak sapının proksimal (tabana yakın) ve distal (yaprağa yakın) kısımlarında farklı fungus toplulukları bulunduğunu göstermiştir. Unterseher ve Schnittler (2010) ılıman orman ağaçlarının yaprak saplarındaki endofitik fungusları incelemiştir. Yaprak sapının dış yüzeyi ve iç kısmında farklı fungus türleri bulunmuştur. Dış yüzeyde daha yüksek çeşitlilik gözlenmiştir. Bu durum, dış yüzeyin daha fazla çevresel etkileşime açık olmasıyla açıklanmıştır.

Literatür incelendiğinde distal ve proksimal bölgelerin endofit çeşitlilik karşılaştırmasında distal bölgelerde daha yüksek fungus çeşitliliği gözlenmiştir. Bu durum, bu bölgelerin daha fazla nem ve besin maddesi sunmasıyla ilişkilendirilmiştir (Suryanarayanan ve Thennarasan 2004; Kembel ve Mueller 2014). Bu tez çalışması, bu bulgularla uyum göstermekte ve en fazla çeşitliliğin çıktığı 2. bölüm küçük bir farkla Distal (P1) bölge olup çeşitliliğin en fazla çıktığı bölüm ise Proksimal (P4) bölüm olmuştur. Bu durum alt kısımların, daha fazla nem ve gölge sunmasıyla, bu da fungusların kolonizasyonunu desteklenmesiyle açıklanabilir (Parfitt ve Hunt, 2010). Ayrıca sapın alt ve üst kısımlarının farklı mikrohabitatlar sunmasıyla ilişkilendirilebilmektedir (Suryanarayanan ve Thennarasan 2004). Çeşitliliğin en az olduğu bölümler ise orta bölümlerdir (P2-P3).

Endofitik fungus çeşitliliğini belirlemek için kullanılan besiyerleri, bu fungusların izole edilme ve büyüme yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Farklı besiyerleri, sundukları çeşitli besin maddeleri ve büyüme koşulları nedeniyle fungus türlerinin çeşitliliği ve bolluğu üzerinde belirleyici olabilir (Bills ve Polishook 1992; Arnold ve Lutzoni 2007). Örneğin, yalnızca Patates Dekstroz Agar (PDA) kullanılarak yapılan çalışmalarda endofitik fungus çeşitliliği sınırlı kalabilirken (İbrahim ve diğ. 2021), iki veya daha fazla farklı besiyerinin kullanımı geri kazanılan takson sayısını artırabilir (Man ve diğ. 2015; Gong ve diğ. 2019). Patates ekstresi, fungusların ihtiyaç duyduğu çeşitli besin maddelerini içerirken, dekstroz hızlı bir enerji kaynağı sağlar; ancak bazı fungus türleri için optimum büyüme koşullarını sağlamayabilir (Arnold ve Lutzoni 2007).

Besiyerlerinin çeşitlendirilmesi, endofitik fungusların çeşitliliğini artırmak için önemli olmakla birlikte besiyeri içerisine bitki materyali eklenmesi, endofitik fungusların geri kazanımını iyileştirebilir (Mourad ve diğ. 2018). Bununla birlikte, su agarı (WA) gibi basit besiyerlerinin kullanımı, hızlı büyüyen fungus türlerinin yavaş büyüyen türler üzerindeki baskısını azaltarak, fungal endofit çeşitliliğini ortaya çıkarmada faydalı olabilir (Stone ve diğ. 2004). Nitekim, Sieber (2007); Hoffman ve Arnold (2010); U'Ren ve diğ. (2012); Zimmerman ve Vitousek (2012) ve Gazis ve Chaverri (2015) gibi çalışmalar, farklı besiyerlerinin fungal çeşitlilik ve izolasyon yoğunluğu üzerinde belirgin etkileri olduğunu göstermiştir. Arnold ve diğ. (2000) tropik geniş yapraklı ağaçlar üzerinde yaptığı çalışmada, PDA ve Malt Ekstrakt Agarı (MEA) besiyerleri kullanıldığında benzer fungus çeşitliliği tespit ederken, *Colletotrichum* cinslerinin PDA'da, *Xylaria* cinslerinin ise MEA'da daha yaygın olduğunu gözlemlemiştir. Benzer şekilde, Gange ve diğ. (2014) Avrupa'daki geniş yapraklı ağaçlarla yaptığı çalışmada, Kompost Agar besiyerinin *Alternaria*, *Fusarium* ve *Cladosporium* gibi fungus cinslerinin izolasyonunda daha etkili olduğunu bildirmiştir (Pitt ve Hocking 2009; Smith 1997).

Bu tez çalışmasında kullanılan dört farklı besiyerinde (PDA, PCA, WA, PLMEA) de endofitik fungus çeşitliliğinin farklı olduğu gözlemlenmiştir. Besiyerleri arasında en yüksek zenginlik PLMEA'da, ardından sırasıyla PDA, PCA ve WA'da tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, literatürdeki benzer çalışmalarla örtüşmektedir ve besiyerinin kimyasal bileşimi, pH değeri, su aktivitesi gibi faktörlerin fungusların

gelişimi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu doğrulamaktadır. Dolayısıyla, endofitik mikrobiyota çalışmalarında, birden fazla besiyerinin kullanılması, tür çeşitliliğini daha doğru ve kapsamlı bir şekilde değerlendirmek açısından önemlidir (Bills ve Polishook 1991, 1992; Bérdy 2005; Arnold ve Lutzoni 2007; Hata ve Sone 2008; Sharma ve diğ. 2015).

PL-MEA'nın en yüksek fungal çeşitliliğe sahip olması, bitki materyali ile zenginleştirilmiş besiyerlerinin endofit fungusların doğal yaşam ortamlarını ve besin kaynaklarını taklit ederek onların büyüme ve izolasyon süreçlerini kolaylaştırması ile açıklanabilir (Bills ve Polishook 1991). Bu besiyerlerinin endofitlerin doğal ortamlarını daha iyi simüle ettiği ve bu sayede fungusların laboratuvar koşullarında daha etkin bir şekilde izole edilmesini sağladığı bilinmektedir (Hata ve Sone 2008). Bunun yanı sıra birey sayısına göre ise en yüksek değere sahip besiyeri PCA olarak tespit edilmiştir. PCA besiyeri birey sayısı olarak daha az sayıda fungus izole ederken, çok daha yüksek çeşitlilikte izolasyonlar yapılmasını sağlamıştır. Ayrıca Chao1 indeksi bakımından en yüksek değere sahip besiyeri WA olarak tespit edilmiştir. Bu durum WA besiyerinden izole edilebilen bazı türlerin diğer besiyerlerinden izole edilmediğini göstermektedir.

Farklı besiyerlerinin kullanımı tüm endofit fungus çeşitliliğinin izole edilmesi için yeterli olmamaktadır. Endofit çeşitliliğinin güvenilir bir tahminini elde etmek için kültür bağımlı ve kültür bağımsız yaklaşımların bir kombinasyonunun kullanılması gerekmektedir (Sun ve Guo 2012). Yeni nesil dizileme (NGS) teknolojisinin kullanımı, bu çalışmada keşfedilmemiş birçok başka türü ortaya çıkarabilir. NGS'nin yüksek çözünürlüklü genetik veri sağlaması, endofitik toplulukların karmaşıklığını daha iyi anlamamıza ve *L. orientalis* türünün mikrobiyal çeşitliliği üzerinde daha derinlemesine bir bakış sunmamıza olanak tanır (Zhang ve Yao 2015). Ancak bu yöntem diğer yöntemlere nazaran daha maliyetlidir.

Ağaçlardaki endofit fungus çeşitliliğinin incelendiği çalışmalarının sonucunda elde edilen türler benzerlik göstermektedir. Bu tez çalışmasında elde edilen fungus türlerinin daha önceki çalışmalarda ağaçlarda endofit olarak kaydedildiği görülmüştür. Endofitik funguslar genellikle konakçılarında zararsız veya yararlı ilişki kurarlar; ancak çevresel stres, konakçı zayıflığı, genetik-metabolik sebepler, iklim değişikliği veya diğer patojenik koşullar altında patojenik davranışlar sergileyebilirler (Schulz ve

Boyle 2005; Sieber 2007; Rodriguez ve diğ. 2009). Bu tez çalışmasında elde edilen *S. botryosum* (Koike ve diğ. 2003), *D. eres* (Udayanga ve diğ. 2011), *Phomopsis* sp. (Udayanga ve diğ. 2011), *Neofusicoccum* sp. (Slippers ve diğ. 2004), *N. cava* (Zhang ve diğ. 2012) gibi türler endofit olarak kaydedilmelerinin yanısıra belirli koşullar altında kanser ve ölüme neden olduğu bilinen patojenlerdir. İklim değişikliği, küresel ısınma ve çeşitli stres faktörleri gibi patojenik koşullar ortaya çıktığında, bu türler özellikle *L. orientalis* olmak üzere birçok bitki türünde ciddi zararlara yol açabilir ve hatta ölüme sebep olabilir (Delaye ve diğ. 2013; Kivlin ve diğ. 2013). Öte yandan elde edilen Pleosporaceae (Zhang ve Zhang 2011), Diaporthaceae (Crous ve Groenewald 2009) Didymosphaeriaceae (Ewing ve Smith 2010), Botryosphaeriaceae (Slippers ve Wingfield 2007), Didymellaceae (Prihastuti ve Hyde 2008), Aspergillaceae (Samson ve Hoekstra 2004), Cladosporiaceae (Schubert ve Pfenning 2010), Mucoraceae (Zhang ve Li 2014), Cucurbitariaceae (Mains ve Smith 2010), Mycosphaerellaceae (Crous ve Groenewald 2009), Glomerellaceae (Munkvold ve Marasas 2009) familyalarına ait funguslarda daha önceki çalışmalarda literatüre bitki patojeni olarak kaydedilmiştir.

Belirli bir bölge için bir türün ilk kaydı, o bölgenin mikrobiyal ekosistemine dair yeni ve özgün bilgiler sunar. Bu tür keşifler, bilim insanlarına hem mevcut biyolojik çeşitliliği anlama hem de ekosistemlerin sağlığını ve işleyişini daha iyi kavrama imkanı verir. İlk kayıtlar, bölgenin tür zenginliğini ortaya koyar ve bu türlerin ekosistem içindeki rolünü araştırmak için temel oluşturur (Taylor ve diğ. 2006). Örneğin, Çin'de *Neolitsea sericea* yapraklarından izole edilen ve daha önce bölgede kaydedilmemiş endofit türler, yerel biyoçeşitliliğin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlamıştır (Li ve diğ. 2007). *A. destruens*, *A. alstroemeriae*, *S. majusculum*, *D. cynaroidis*, *P. rosae*, *N. variabilis*, *C. endophyticum*, *C. colombia*, *Mucor* sp., *S. rhododendricola*, *C. macerans*, *A. effusa* türleri bu çalışmada izole edilerek Türkiye'de ilk kayıt niteliği taşımaktadır.

Endofitik mikrobiyotada çalışmalarında yeni türlerin tanımlanması mümkün olabilmektedir (Petrini 1991). Örneğin Liu ve diğerleri (2012) *Camellia sinensis* bitkisinde literatürde eşlenmeyen daha önce tanımlanmamış yeni bir fungal tür keşfetmiştir. Yapılan analizler ile birlikte yeni bir endofitik fungus türü olarak *Pestalotiopsis biciliata*'yı tanımlamıştır. Crous ve diğerleri (2014) ise *Eucalyptus*

ağaçlarında *Colletotrichum chrysophilum*'u yeni bir endofitik fungus türü olarak tanımlamıştır. Ayrıca, Hindistan'da tropikal orman ağaçlarının yapraklarında yapılan bir araştırmada, daha önce tanımlanmamış ve literatürde eşlenmeyen, belirli bir coğrafi bölge için yeni kayıt olan birçok endofit fungal tür tespit edilmiştir (Suryanarayanan ve diğ. 2003). Bu tez çalışmasında da benzer şekilde, literatürde eşlenmeyen ve daha önce tanımlanmamış bir tür bulunmaktadır. Ancak, bu çalışmada yapılan analizler mevcut türü tam olarak tanımlamak için yetersiz kalmıştır. Gelecek çalışmalarda daha kapsamlı analizler gerçekleştirilerek bu türün doğru bir şekilde tanımlanması ve yeni bir tür kaydı sağlanması mümkün olacaktır.



7. SONUÇ

Bu çalışma, Muğla il sınırları içerisinde yer alan 10 farklı örnek alanda bulunan *L. orientalis* ağaçlarındaki fungal türlerin izolasyonu, morfolojik ve moleküler teşhisleri hakkında bulgular içermektedir. Tez çalışması kapsamında, hastalık belirtisi gözlenmeyen yaprak örnekleri toplanarak bunlardan izolasyonlar yapılmış, elde edilen veriler ile istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir.

Tez kapsamında 2022-2024 yılları arasında on farklı örnek alandan 20 adet ağaçtan ve 40 adet yaprak ve sap örneği alınmıştır. Yaprak ve sap örneklerinden toplamda 1280 adet petriye ekim yapılmış; yapılan ekimlerden toplamda 38 fungus elde edilmiştir.

Teşhis çalışmaları sonucunda; yaprak ve saplardan yapılan izolasyonlarda Pleosporaceae familyasına ait *Alternaria* sp, *Alternaria destruens*, *Alternaria alstroemeriae*, *Bipolaris subramaniani*, *Stemphylium* sp, *Stemphylium botryosum*, *Stemphylium majusculum*, Diaporthaceae familyasına ait *Diaporthe bohemiae*, *Diaporthe cynaroidis*, *Diaporthe eres*, *Phomopsis* sp, Didymosphaeriaceae familyasına ait *Paraconiothyrium brasiliense*, *Pseudopithomyces rosae*, Botryosphaeriaceae familyasına ait 5 farklı *Neofusicoccum* sp, Didymellaceae familyasına ait *Nothophoma variabilis*, *Didymella prosopidis*, Aspergillaceae familyasına *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp, *Penicillium rubens*, *Penicillium italicum*, Hypocreaceae familyasına ait *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma lixii*, Cladosporiaceae familyasına ait *Cladosporium endophyticum*, *Cladosporium colombia*, Discinellaceae familyasına ait *Pseudopezicula* sp, *Pseudopezicula tetraspora*, *Pseudopezicula tracheiphila*, Muyocopronaceae familyasına ait *Muyocopron* sp, Cucurbitariaceae familyasına ait *Neocucurbitaria cava*, Mycosphaerellaceae familyasına ait *Sphaerulina rhododendricola*, Meruliaceae familyasına ait *Constantinomyces macerans*, Cyphellaceae familyasına ait *Aequabiliella effusa*, Glomerellaceae familyasına ait *Gnomoniopsis idaeicola* ve tanımlanamayan tür olmak üzere endofit ve patojen türler elde edilmiştir.

Endofitik fungus çeşitliliğinin analiz edilmesi, bitki-mikroorganizma etkileşimlerini ve ekosistem dinamiklerini anlamak için kritik öneme sahiptir. Bu funguslar, bitkilerin hastalıklara ve stres koşullarına karşı direncini artırarak bitki

sağlığı ve ekosistem fonksiyonları üzerinde olumlu etkiler yaratır (Saikkonen ve diğ. 1998; Rodriguez ve diğ. 2009). Ayrıca, endofitik fungusların biyoteknolojik uygulamaları, antibiyotikler, antikanser ajanları ve diğer biyoaktif bileşiklerin üretiminde potansiyel kaynaklar olarak kullanımından dolayı oldukça değerlidir (Strobel ve Daisy 2003). Günümüzde sürdürülebilir tarım uygulamaları ve biyolojik kontrol ajanları olarak kullanımları, çevresel zararlı etkileri azaltmada önemli rol oynamaktadır (Bacon ve White 2000). Gelecekte, bu fungusların yeni ilaç geliştirme, ekosistem restorasyonu ve iklim değişikliği ile mücadele gibi alanlarda büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Schulz ve diğ. 2002; Redman ve diğ. 2002; Arnold ve diğ. 2003).

Endemik konukçulardaki endofitik funguslar ise bu bitkilerin özel ekolojik nişlerinde hayatta kalmalarına ve adaptasyonlarına yardımcı olur, böylece biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve sürdürülebilir ekosistemlerin devamına destek sağlar (Schulz ve diğ. 2002). Ayrıca, endemik bitkilerdeki endofitik fungusların benzersiz biyolojik aktif bileşikler üretme potansiyeli, yeni ilaçların ve biyoteknolojik uygulamaların geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Strobel ve Daisy 2003). Bu tez çalışmasında elde edilen fungal topluluklar endemik bir tür üzerinden elde edilmeleri nedeniyle eşsiz bir doğaya sahiptir ve birçok bilimsel alan için önemli bir altlık oluşturmaktadır.

Bitkilerin mikrobiyotası, bitki fizyolojisini, sağlığını ve hastalık direnci de dahil olmak üzere konukçunun genel durumunu ve kondisyonunu etkilemek için konukçularıyla etkileşime girmektedir (Van der Heijden ve diğ. 1998, 2008; Hansen ve Moran 2014; Karasov ve diğ. 2014; Ludwig- Müller 2015; Panke-Buisse ve diğ. 2015). Ayrıca, belirli bir konukçunun kendi doğal ortamındaki mikrobiyal toplulukları, konukçunun yerel biyotik ve abiyotik faktörlere adaptasyon derecesinden etkilenebilir (Agler ve diğ. 2016). Bitki mikrobiyomunun önemli bileşenleri olan endofitler, bitki sağlığı ve metabolizmasındaki önemli rolleriyle geniş çapta tanınmaktadır (Faeth ve Fagan 2002; Arnold 2007; Rodriguez ve diğ. 2009). Yeni bir fungal patojenin eklenmesiyle çekirdek mikrobiyomla ilişkili önemli fungal ortak yaşamlarının bileşiminde ve baskınlığında meydana gelen değişiklikler, bitki kondisyonuna katkıda bulunan birlikte gelişen etkileşimin istikrarlı dengesini bozabilir. Yeni bir patojen ortaya çıktığında ve halihazırda aynı ekolojik alanı ele geçirdiğinde bu değişiklikleri

ölçmek zordur. Yani bir patojenin istilas  sonucunda yapraklardaki fungal endofitlerinin göreceli bolluğu ve bileşimi patojenin ilk istilasını takiben her yıl değişebilir (Cross ve diğ. 2017). Bu da endofit fungusların kolonizasyon stratejilerini ve trofik modlarını etkilemektedir. Bu nedenle konuk da var olan endofit topluluğunun geç kalınmadan belirlenmesinin önemini göstermektedir. Bu durum ise endofit fungus  aşlışmalarının önemini ve aciliyetini göstermektedir. Öte yandan, iklim değişikliği dünya genelinde biyolojik çeşitliliği tehdit eden en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Endemik türler, sınırlı coğrafi dağılımları nedeniyle iklim değişikliğine karşı daha hassastır ve bu türlerin yok olma riski daha yüksektir. Endemik türlerin yok oluşu, ekosistem fonksiyonlarını ve genetik çeşitliliği olumsuz yönde etkileyerek ekosistemlerin sağlığını ve sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır (Bellard ve diğ. 2012). Bu durumda birçok fungal türün tanımlanamasına sebep olabilmektedir.

Ülkemizdeki endemik bitki ve ağaç türlerindeki fungal mikobiyotayı anlamak büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bu tür ekolojik ve mikrobiyal analizlerin artırılması gerekmektedir. Özellikle, NGS teknolojileri kullanılarak, bu fungal toplulukların çeşitliliği ve işlevleri hakkında daha derinlemesine ve kapsamlı veriler elde edilebilir.

8. KAYNAKLAR

Aceve”do, B. M., & Naulin, P. I. The diversity and distribution of poroid wood-inhabiting fungi of Chile is influenced by climate and host species. *Forest Pathology*, 52(5), e12763 (2022).

Acharya, R. P., Maraseni, T., & Cockfield, G. Global trend of forest ecosystem services valuation—An analysis of publications. *Ecosystem Services*, 39, 100979 (2019).

Afandhi, A., Widjayanti, T., Emi, A. A. L., Tarno, H., Afiyanti, M., & Handoko, R. N. S.. Endophytic fungi *Beauveria bassiana* Balsamo accelerates growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 6(1), 1-6 (2019).

Agler, M. T., Mari, A., Dombrowski, N., Haquard, S., & Kemen, E. M. New insights in host-associated microbial diversity with broad and accurate taxonomic resolution. *Biorxiv*, 050005 (2016).

Akpınar, Ç., Demirbaş, A., & Ortaş, İ. The effects of different mycorrhiza species, compost and rock phosphate applications on the growth of sorghum plant. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(12), 2583-2589 (2020).

Altınok, H. H., & Çifçi, G. Patlıcan tohumlarında bitki büyüme düzenleyici rizobakteri uygulamalarının kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) hastalığına etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 421-429 (2019).

Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., Inouye, B. D., Freestone, A. L., & Swenson, N. G.. Navigating the multiple meanings of β diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology letters*, 14(1), 19-28 (2011)

Aoki T, O'Donnell K, Homma Y, Lattanzi AR. Sudden-death syndrome of soybean is caused by two morphologically and phylogenetically distinct species within the *fusarium* solani species complex— *F. virguliforme* in North America and *F. tucumaniae* in South America. *Mycologia*, 95:660–684 (2003).

Ariyawansa, H. A., Tanaka, K., Thambugala, K. M., Phookamsak, R., Tian, Q., Camporesi, E., & Hyde, K. D. A molecular phylogenetic reappraisal of the Didymosphaeriaceae (= Montagnulaceae). *Fungal Diversity*, 68, 69-104 (2014).

Ariyawansa, H. A., Thambugala, K. M., Manamgoda, D. S., Jayawardena, R., Camporesi, E., Boonmee, S., & Hyde, K. D. Towards a natural classification and backbone tree for Pleosporaceae. *Fungal Diversity*, 71, 85-139 (2015).

Arnold, A. E., & Herre, E. A. Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes: ecological pattern and process in *Theobroma cacao* (Malvaceae). *Mycologia*, 95(3), 388-398 (2003).

Arnold, A. E., & Lutzoni, F. Diversity and host range of foliar fungal endophytes: Are tropical leaves biodiversity hotspots?. *Ecology*, 88(3), 541-549 (2007).

Arnold, A. E., Maynard, Z., Gilbert, G., Coley, P.D., Kursar, T.A., Are tropical fungal endophytes hyperdiverse?. *Ecology Letters*, (2000).

Arslan, M., & Şahin, H. Unutulmuş bir orman ürünü kaynağı: anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 3, 267–274 (2016).

Arslan, N., Çalışkan, O., & Şahin, F. Sığla yağı ve kullanım alanları. *Bitkisel Ürünler Araştırma Dergisi*, 18(1), 103-117 (2015).

Atsatt PR, Whiteside MD. Novel symbiotic protoplasts formed by endophytic fungi explain their hidden existence, lifestyle switching, and diversity within the plant kingdom. *Plos One*, 9(4), 0095266 (2014).

Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., & Smith, D. L. Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1473 (2018).

Bacon CW, White J. *Microbial endophytes*. New York, NY: CRC (2000).

Bahçecioğlu, Z., & Isiloğlu, M. Parasitic Fungi of Malatya Province (East Anatolia), İzmir: IV th. In *Plant Life in Southwest and Central Asia Symposium*, 414-426 (1995).

Bakys, R., Pliūra, A., Bajerkevičienė, G., Marčiulynas, A., Marčiulynienė, D., Lynikienė, J., & Menkis, A. Mycobiota associated with symptomatic and asymptomatic *Fraxinus excelsior* in Post-Dieback Forest Stands. *Forests*, 13(10), 1609 (2022).

Balami, S., Vašutová, M., Godbold, D., Kotas, P., & Cudlín, P. Soil fungal communities across land use types. *Forest-Biogeosciences and Forestry*, 13(6), 548 (2020).

Barta, M., Pastirčáková, K., Ostrovský, R., Kobza, M., & Kádasi Horáková, M. Culturable endophytic fungi in *Fraxinus excelsior* and their interactions with *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forests*, 13(7), 1098 (2022).

Baytop, T. Türkçe bitki adları sözlüğü. Türk tarih kurumu basımevi, (Vol. 578) (1999).

Bellande, K., Bono, J. J., Savelli, B., Jamet, E., & Canut, H. Plant lectins and lectin receptor-like kinases: how do they sense the outside?. *International Journal Of Molecular Sciences*, 18(6), 1164 (2017).

Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, Thuiller W, Courchamp F Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15: 365–377 (2012).

Bensch K, Braun U, Groenewald JZ, Crous PW. The genus *Cladosporium*. *Study Mycology*, 15;72(1) (2012).

Bernardi-Wenzel, J., García, A., Prioli, A. J., & Pamphile, J. A. Evaluation of foliar fungal endophyte diversity and colonization of medicinal plant *Luehea divaricata* (Martius et Zuccarini). *Biological Research*, 43(4), 375-384 (2010).

Bernett, C. C. Fungal biodiversity of acer rubrum varies by seasons, host tissue, wetland type, and region. Doctoral dissertation, George Mason University, (2015).

Bernicchia, A. Polyporaceae. *Fungi Europaei*, 10, 808 (2005)

Bettucci, L., Simeto, S., Alonso, R., & Lupo, S. Endophytic fungi of twigs and leave from three native species of Myrtaceae in Uruguay. *Sydowia-Horn*, 56, 8-23 (2004).

Bills, G. F., & Polishook, J. D. Recovery of endophytic fungi from *Chamaecyparis thyoides*. *Sydowia- Horn* (1992).

Biltekin, M., Tuncay, M., & Gökdemir, F. Muğla bölgesi sıgla yağı üretimi ve kullanım alanları. *Doğa bilimleri dergisi*, (2015).

Birch, J. C., Thapa, I., Balmford, A., Bradbury, R. B., Brown, C., Butchart, S. H., & Thomas, D. H. What benefits do community forests provide, and to whom? A rapid assessment of ecosystem services from a Himalayan forest, Nepal. *Ecosystem Services*, 8, 118-127 (2014).

Bogas, A. C., Cruz, F. P. N., Lacava, P. T., & Sousa, C. P. Endophytic fungi: an overview on biotechnological and agronomic potential. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e258557 (2022).

Braga, R. M., de Sousa, F. F., Venturin, N., & de Assis Braga, F. Biomass and microbial activity under different forest covers. *Cerne*, 22(2), 137-144 (2016).

Bray RJ, Curtis JT. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27(4), 326-349 (1957)

Bullington, L. S., & Larkin, B. G. Using direct amplification and next-generation sequencing technology to explore foliar endophyte communities in experimentally inoculated western white pines. *Fungal Ecology*, 17, 170-178 (2015).

Caglar, S., & Sahbaz, D. A. Ultrasonic-assisted synthesis, characterization, and release kinetics of Sweetgum (*Liquidambar orientalis* Mill.) essential oil microcapsules as efficient antibacterial materials. Research Square, (2023).

Campbell, C. K., & Johnson, E. M. Identification of pathogenic fungi. John Wiley & Sons 978-1-118-52007-9 (2013).

Cannon, P. F., & Simmons, C. M. Diversity and host preference of leaf endophytic fungi in the Iwokrama Forest Reserve, Guyana. Mycologia, 94(2), 210-220 (2002).

Carroll, G. Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. Ecology, 69(1), 2-9 (1988).

Chareprasert, S., Piapukiew, J., Thienhirun, S., Whalley, A. J., & Sihanonth, P. Endophytic fungi of teak leaves *Tectona grandis* L. and rain tree leaves *Samanea saman* Merr. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 22, 481-486 (2006).

Chen Q, Jiang JR, Zhang GZ, Cai L, Crous PW. Resolving the *Phoma* enigma. Study Mycology, 82:137-217 (2015).

Chen, H., Qi, Y., He, X., Xu, L., Zhang, W., Lv, X., ... & Liang, Z. Endophytic fungus *Mucor circinelloides* DF20 promote tanshinone biosynthesis and accumulation in *Salvia miltiorrhiza* root. Plant Science, 307, 110898 (2021).

Core Team, R. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing (2014).

Correia, A. M., Lira, S. P., Assis, M. A., & Rodrigues, A. Fungal endophyte communities in *Begonia* species from the Brazilian Atlantic rainforest. Current Microbiology, 75, 441-449 (2018).

Cross, H., Sønstebo, J. H., Nagy, N. E., Timmermann, V., Solheim, H., Børja, I., ... & Hietala, A. M. Fungal diversity and seasonal succession in ash leaves infected by the invasive ascomycete *Hymenoscyphus fraxineus*. New Phytologist, 213(3), 1405-1417 (2017).

Crous PW, Shivas RG, Quaedvlieg W, van der Bank M, Zhang Y, Summerell BA, Guarro J, Wingfield MJ, Wood AR, Alfenas AC, Braun U, Cano-Lira JF, García D, Marin-Felix Y, Alvarado P, Andrade JP, Armengol J, Assefa A, den Breeÿen A, Camele I, Cheewangkoon R, De Souza JT, Duong TA, Esteve-Raventós F, Fournier J, Frisullo S, García-Jiménez J, Gardiennet A, Gené J, Hernández-Restrepo M, Hirooka Y, Hospenthal DR, King A, Lechat C, Lombard L, Mang SM, Marbach PA, Marincowitz S, Marin-Felix Y, Montañó-Mata NJ, Moreno G, Perez CA, Pérez Sierra AM, Robertson JL, Roux J, Rubio E, Schumacher RK, Stchigel AM, Sutton DA, Tan YP, Thompson EH, van der Linde E, Walker AK, Walker DM, Wickes BL, Wong PT, Groenewald JZ. Fungal Planet description sheets 32:184-306. (2014)

Crous, P. W. *Colletotrichum chrysophilum* sp. nov., endophytic on *Eucalyptus*. Mycologia 8, 131-152 (2014).

Crous, P. W., & Groenewald, J. Z. The genera of fungi—G 4: *Camarosporium* and *Dothiora*. IMA fungus, 106(5): 996-1006 (2017).

Dağtekin, A., Tuna, AL ve Allı, H. Farklı dönemlerdeki ödemeler *Morchella* sp. cinsi mantarların askokarplarında ve toprakta besin elementi kapsamları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 541-555 (2022).

Daisy, B. H., Strobel, G. A., Castillo, U., Ezra, D., Sears, J., Weaver, D. K., & Runyon, J. B. *Naphthalene*, an insect repellent, is produced by *Muscodor vitigenus*, a novel endophytic fungus. Microbiology, 148(11), 3737-3741 (2002).

Davis PH Flora of Turkey and the Aegean Islands. Vol. 7. Edinburgh, Edinburgh University, 382–384 (1982).

Debbarma, P. Endophytic Fungal Diversity and Seasonal Variation in *Parthenium hysterophorus* L.: an invasive plant species of Tripura, Northeast India (2024).

Delaye, L., García-Guzmán, G., & Heil, M. Endophytes versus biotrophic and necrotrophic pathogens—are fungal lifestyles evolutionarily stable traits?. Fungal Diversity, 60(1), 125-135 (2013).

Demir, D., Özdemir, S., Ceylan, S., Yalcin, M. S., Sakım, B., & Bölgen, N. Electrospun composite nanofibers based on poly (ϵ -caprolactone) and styrax liquidus (*Liquidambar orientalis* Mill.) as a wound dressing: preparation, characterization, biological and cytocompatibility results. Journal of Polymers and the Environment, 30(6), 2462-2473 (2022).

Deshmukh, S. K., Gupta, M. K., Prakash, V., & Saxena, S. Endophytic fungi: a source of potential antifungal compounds. Journal of Fungi, 4(3), 77 (2018).

Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Erdoğan, R. C., Lehtijärvi, A., Woodward, S., & Aday Kaya, A. G. Pathogenicity of *Heterobasidion annosum* (Fr.) B ref. sensu stricto on coniferous tree species in Turkey. Forest Pathology, 46(1), 22-28 (2016).

Dos Reis, J. B. A., Lorenzi, A. S., & do Vale, H. M. M. Methods used for the study of endophytic fungi: A review on methodologies and challenges, and associated tips. Archives of Microbiology, 204(11), 675 (2022).

Faeth, S. H., & Fagan, W. F. Fungal endophytes: common host plant symbionts but uncommon mutualists. Integrative and Comparative Biology, 42(2), 360-368 (2002).

Fan, L., Li, Y., Wang, X., Leng, F., Li, S., Zhu, N., & Wang, Y. Culturable endophytic fungi community structure isolated from *Codonopsis pilosula* roots and

effect of season and geographic location on their structures. *Microbiology*, 23(1), 132 (2023).

Gezgin, Y., & Eltem, R. Diversity of endophytic fungi from various *Aegean* and *Mediterranean orchids* (saleps). *Turkish journal of Botany*, 33(6), 439-445 (2009).

Ghasemi-Esfahlan, S., Khodaei, S., Karimi, K., Tavakoli, M., Pertot, I., & Arzanlou, M. Biodiversity study of endophytic fungi associated with two *Quercus* species in Iran. *Forest Systems*, Volume 28, Issue 1, e003 (2019).

Giguère-Tremblay R, Laperriere G, de Grandpré A, Morneau A, Bisson D, Chagnon P-L, Germain H, Maire V. Boreal forest multifunctionality is promoted by low soil organic matter content and high regional bacterial biodiversity in northeastern Canada. *Forests*, 11, no. 2 149 (2020)

Glynou, K., Ali, T., Kia, S. H., Thines, M., & Maciá-Vicente, J. G. Genotypic diversity in root-endophytic fungi reflects efficient dispersal and environmental adaptation. *Molecular Ecology*, 26(18), 4618-4630 (2017).

Gong, A., Zhou, T., Xiao, C., Jiang, W., Zhou, Y., Zhang, J., & Zhang, C. Association between *dipsacus saponin* VI level and diversity of endophytic fungi in roots of *Dipsacus asperoides*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35, 1-14 (2019).

Göre, M. E., & Bucak, C. Geographical and seasonal influences on the distribution of fungal endophytes in *Laurus nobilis*. *Forest Pathology*, 37(4), 281-288 (2007).

Grünig, C. R., McDonald, B. A., Sieber, T. N., Rogers, S. O., & Holdenrieder, O. Evidence for subdivision of the root-endophyte *Phialocephala fortinii* into cryptic species and recombination within species. *Fungal Genetics and Biology*, 41(7), 676-687 (2004).

Guevara-Araya, M. J., Vilo, C., Urzúa, A., & González-Teuber, M. Differences in community composition of endophytic fungi between above-and below-ground tissues of *Aristolochia chilensis* in an arid ecosystem. *Revista Chilena de Historia Natural*, 93 (2020).

Güner, A., aslan, S. Ekim, T. Vural, M. & Babaç, M.T. (edlr.). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Flora Dizisi 1 İstanbul.

Hansen, A. K., & Moran, N. A. The impact of microbial symbionts on host plant utilization by herbivorous insects. *Molecular Ecology*, 23(6), 1473-1496 (2014).

Harder, C. B., Læssøe, T., Frøslev, T. G., Ekelund, F., Rosendahl, S., & Kjøller, R. A three-gene phylogeny of the *Mycena pura* complex reveals 11 phylogenetic

species and shows ITS to be unreliable for species identification. *Fungal Biology*, 117(11-12), 764-775 (2013).

Hata, K., & Sone, K. Isolation of endophytes from leaves of *Neolitsea sericea* in broadleaf and conifer stands. *Mycoscience*, 49(4), 229-232 (2008).

Helander, M., Ahlholm, J., Sieber, T. N., Hinneri, S., & Saikkonen, K. Fragmented environment affects birch leaf endophytes. *New Phytologist*, 175(3), 547-553 (2007).

Herrera, J., Khidir, H. H., Eudy, D.M., Porras-Alfaro, A., Natvig, D. O., Sinsabaugh, R. L., Variation in root-associated fungal endophytes: some taxonomic consistency at a transcontinental scale. *Mycologia*, 102, 1012–26 (2010).

Higgins, K. L., Arnold, A. E., Miadlikowska, J., Sarvate, S. D., & Lutzoni, F. Phylogenetic relationships, host affinity, and geographic structure of boreal and arctic endophytes from three major plant lineages. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 42(2), 543-555 (2007).

Hillebrand, H. On the generality of the latitudinal diversity gradient. *The American Naturalist*, 163(2), 192-211 (2004).

Hoffman, M. T., & Arnold, A. E. Diverse bacteria inhabit living hyphae of phylogenetically diverse fungal endophytes. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(12), 4063-4075 (2010).

Huang, L. Q., Niu, Y. C., Su, L., Deng, H., & Lyu, H. The potential of endophytic fungi isolated from cucurbit plants for biocontrol of soilborne fungal diseases of cucumber. *Microbiological Research*, 231, 126369 (2020).

Huang, W. Y., Cai, Y. Z., Hyde, K. D., Corke, H., & Sun, M. Biodiversity of endophytic fungi associated with 29 traditional Chinese medicinal plants. *Fungal Diversity* (2008).

Hyde, K. D., Cai, L., Cannon, P. F., Crouch, J. A., Crous, P. W., Damm, U., ... & Tan, Y. P. *Colletotrichum*—names in current use. *Fungal Diversity*, 39(1), 147-182 (2009).

Ibrahim, M., Oyeboji, E., Fowora, M., Aiyeolemi, A., Orabuchi, C., Akinnawo, B., & Adekunle, A. A. Extracts of endophytic fungi from leaves of selected Nigerian ethnomedicinal plants exhibited antioxidant activity. *Complementary Medicine and Therapies*, 21, 1-13 (2021).

Jasper, D. A. Beneficial soil microorganisms of the jarrah forest and their recovery in bauxite mine restoration in Southwestern Australia. *Restoration Ecology*, 15, S74-S84 (2007).

Jost, L. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88(10), 2427-2439 (2007).

Kannadan, S., & Rudgers, J. A. Endophyte symbiosis benefits a rare grass under low water availability. *Functional Ecology*, 22(4), 706-713 (2008).

Karakurt, F., & Kalkancı, A. *Mucor circinelloides*' in maya ve küf dönüşümünün gösterilmesi ve iki formun *Galleria mellonella* enfeksiyon modelinde virülansının değerlendirilmesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi* 53, no. (2023).

Karasov, T. L., Almario, J., Friedemann, C., Ding, W., Giolai, M., Heavens, D., & Weigel, D. *Arabidopsis thaliana* and *Pseudomonas* pathogens exhibit stable associations over evolutionary timescales. *Cell Host & Microbe*, 24(1), 168-179 (2018).

Kaya, Z., Raynal, D.J.,. Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biological Conservation*, 97:131-141 (2001)

Kembel, S. W., & Mueller, R. C. Plant traits and taxonomy drive host associations in tropical phyllosphere fungal communities. *Botany*, 92(4), 303-311 (2014).

Keskin, D., & Güvensen, N. Investigation of antimicrobial properties and chemical composition of different extracts of Sweet gum leaves (*Liquidambar orientalis*). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(1), 13-18 (2022).

Khalil, D., El-Zayat, S. A., & El-Sayed, M. A. Phytochemical screening and antioxidant potential of endophytic fungi isolated from *Hibiscus sabdariffa*. *Journal of Applied Biotechnology Reports* 7(2), 116-124 (2020).

Kivlin, S. N., Emery, S. M., & Rudgers, J. A. Fungal symbionts alter plant responses to global change. *American Journal of Botany*, 100(7), 1445-1457 (2013).

Koike, M., Shinya, R., Aiuchi, D., Mori, M., Ogino, R., Shinomiya, H., & Goettel, M. Future biological control for soybean cyst nematode. *Soybean physiology and biochemistry*. Rijeka, 193-208 (2011).

Köse, M. Ş. H., Doğan, M., & Sadi, G. Surface sterilization of *Staurogyne repens* (Nees) Kuntze with hydrogen peroxide. *Bulletin of Biotechnology*, 1(2), 39-42 (2020).

Kumar, D. S. S., & Hyde, K. D. Biodiversity and tissue-recurrence of endophytic fungi in *Tripterygium wilfordii*. *Fungal diversity* (2004).

Kumar, V., Soni, R., Jain, L., Dash, B., & Goel, R. Endophytic fungi: recent advances in identification and explorations. *Advances in Endophytic Fungal Research*, 267-281 (2019).

Kurt, D., & Çalışkan, Ö. Doğal florada çimlenmiş sekiz farklı salep orkidesi türünün ilk yıl gelişimlerinin tanımlanması. Uluslararası Tarım Ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6(2), 302-309 (2020).

Kurt, L. Anadolu sığla ağacı (günlük ağacı), 4(20):13-14 (2008).

Lande, R. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. Oikos, 5-13 (1996).

Lee, H., Jang, Y., Choi, Y. S., Kim, M. J., Lee, J., Lee, H., ... & Kim, J. J. Biotechnological procedures to select white rot fungi for the degradation of PAHs. Journal of Microbiological Methods, 97, 56-62 (2014).

Lee, S. K., Lee, S. K., Bae, H., Seo, S. T., & Lee, J. K. Effects of water stress on the endophytic fungal communities of *Pinus koraiensis* needles infected by *Cenangium ferruginosum*. Mycobiology, 42(4), 331-338 (2014).

Legendre, P., & De Cáceres, M. Beta diversity as the variance of community data: dissimilarity coefficients and partitioning. Ecology Letters, 16(8), 951-963 (2013).

Li, J., Zhao, J., Xu, L., Zhou, L., Li, X., & Wang, J. Endophytic fungi from rhizomes of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24, 733-737 (2008).

Li, L., Mu, X., Chianucci, F., Qi, J., Jiang, J., Zhou, J., & Liu, S. Ultrahigh-resolution boreal forest canopy mapping: Combining UAV imagery and photogrammetric point clouds in a deep-learning-based approach. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 107, 102686 (2022).

Li, W. C., Zhou, J., Guo, S. Y., & Guo, L. D. Endophytic fungi associated with lichens in Baihua mountain of Beijing, China. Fungal Diversity, 25, 69-80 (2007).

Li, X. G., Ding, C. F., Zhang, T. L., & Wang, X. X. Fungal pathogen accumulation at the expense of plant-beneficial fungi as a consequence of consecutive peanut monoculturing. Soil Biology and Biochemistry, 72, 11-18 (2014).

Liu, L., Xu, W., Cui, C., Wei, L., Tian, Y., Liu, H., & Tian, Y. Endophytic fungi of *Lycium barbarum*: isolation, determination, bioactivity and separation of compounds. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 40 (1), 26 (2024).

Liu, Y., Chen, L., Wu, G., Feng, H., Zhang, G., Shen, Q., & Zhang, R. Biofertilizers as a promising approach to improve soil fertility, plant growth, and disease control. Agronomy for Sustainable Development, 36(2), 1-24 (2016).

Liu, Y., Gao, L., Liu, L., Yang, Q., Lu, Z., Nie, Z., & Xia, T. Purification and characterization of a novel galloyltransferase involved in catechin galloylation in the

tea plant (*Camellia sinensis*). Journal of Biological Chemistry, 287(53), 44406-44417 (2012).

Lu, H., Wei, T., Lou, H., Shu, X., & Chen, Q. A critical review on communication mechanism within plant-endophytic fungi interactions to cope with biotic and abiotic stresses. Journal of Fungi, 7(9), 719 (2021).

Ludwig-Müller, J. Bacteria and fungi controlling plant growth by manipulating auxin: balance between development and defense. Journal of Plant Physiology, 172, 4-12.7 (2015).

Maestre, Fernando T., Manuel Delgado-Baquerizo, Thomas C. Jeffries, David J. Eldridge, Victoria Ochoa, Beatriz Gozalo, José Luis Quero et al. Increasing aridity reduces soil microbial diversity and abundance in global drylands. Proceedings of the National Academy of Sciences 112, no. 51: 15684-15689 (2015).

Man, B., Wang, H., Xiang, X., Wang, R., Yun, Y., & Gong, L. Phylogenetic diversity of culturable fungi in the Heshang Cave, central China. Frontiers in Microbiology, 6, 1158 (2015).

Marčiulynas, A., Marčiulynienė, D., Lynikienė, J., Bakys, R., & Menkis, A. Fungal communities in leaves and roots of healthy-looking and diseased *Ulmus glabra*. Microorganisms, 10(11), 2228 (2022).

Maslova, N. P., Kodrul, T. M., Kachkina, V. V., Hofmann, C. C., Xu, S. L., Liu, X. Y., & Jin, J. H. Evidence for the evolutionary history and diversity of fossil sweetgums: Leaves and associated capitate reproductive structures of *Liquidambar* from the Eocene of Hainan Island, South China. Papers in Palaeontology, 9(6), e1540 (2023).

McMurdie, P. J., & Holmes, S. Phyloseq: an R package for reproducible interactive analysis and graphics of microbiome census data. Plos one, 8(4), e61217 (2013).

Mekkamol, S. Endophytic fungi of *Tectona grandis* L.(teak). Liverpool John Moores University (United Kingdom), (1998).

Mourad, E. F., Sarhan, M. S., Daanaa, H. S. A., Abdou, M., Morsi, A. T., Abdelfadeel, M. R., & Hegazi, N. A. Plant materials are sustainable substrates supporting new technologies of plant-only-based culture media for in vitro culturing of the plant microbiota. Microbes and Environments, 33(1), 40-49 (2018).

Mucevher, O., & Dursun, S. O. Compost production from chicken manure and enriched with different materials obtained from agricultural wastes for the improvement of degenerated agricultural lands. Proceeding book, 288, (2021).

Murali, T. S., Suryanarayanan, T. S., & Venkatesan, G. Fungal endophyte communities in two tropical forests of southern India: diversity and host affiliation. *Mycological Progress*, 6(3), 191-19 (2007).

Mutlu, S. S., Selim, C., & Ün, G. Plant biodiversity of urban roadside trees in Antalya, Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 17(1), 80-87 (2017).

Nessa, F., Shamsi, S., & Al Noman, M. A. Morphological and molecular characterization of endophytic fungi isolated from *Andrographis paniculata* (burm. f.) wall. ex nees and *Centella asiatica* (L.) urban. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 30(1) (2023).

Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Stevens, M. H. H., Oksanen, M. J., & Suggests, M. A. S. S. The vegan package. *Community Ecology Package*, 10 (631-637), 719 (2007).

Oliveira, T. G., Bezerra, J. D., Silva, I. R. D., Souza-Motta, C. M., & Magalhães, O. M. Diversity of endophytic fungi in the leaflets and branches of *Poincianella pyramidalis*, an endemic species of Brazilian tropical dry forest. *Acta Botanica Brasilica*, 34(4), 755-764 (2020).

Oono, R., Lefèvre, E., Simha, A., & Lutzoni, F. A comparison of the community diversity of foliar fungal endophytes between seedling and adult loblolly pines (*Pinus taeda*). *Fungal biology*, 119 (10), 917-928. (2015).

Ortega, H. E., Torres-Mendoza, D., & Cubilla-Rios, L. Patents on endophytic fungi for agriculture and bio-and phytoremediation applications. *Microorganisms*, 8(8), 1237 (2020).

Ortega-Palomares, J. E., Nuñez-Palenius, H. G., Cruz-Avalos, A. M., Hernández-Rangel, A. A., Lezama-Gutiérrez, R., & Angel-Sahagún, C. A. Occurrence of entomopathogenic fungus from flea *Ctenocephalides canis* (Siphonaptera: Pulicidae). *Open Journal of Veterinary Medicine*, 4(12), 281-285 (2014).

Oruç, M. S., Mert, A., & Özdemir, İ. Modelling habitat suitability for red deer (*Cervus elaphus* L.) using environmental variables in çatacık region. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1(2), 135-142 (2017).

Osono, T. Endophytic and epiphytic phyllosphere fungi of *Camellia japonica*: seasonal and leaf age-dependent variations. *Mycologia*, 100(3), 387-391 (2008).

Ozdemir, I. O. Efficacy of diatomaceous earth, and entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, and *Trichoderma asperellum* in combination and separately, against *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Chrysomelidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1), 48 (2023).

Ozoglu, O., Colak-Sasmazer, R., & Korukluoglu, M. A Survey about plain and apricot probiotic drinks in shelf life process by different microbiological parameters. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 16(46), 27-34 (2022).

Ökmen, H., Kara, H., & Demir, C. Sığla yağının antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri. *Farmakolojik bilimler dergisi*, (2014)

Özdemir, S., Negiz, M.G., Turhan, U.U., Şenol, A., Arslan, M. Indicator plant species of alpha diversity in Kuyucak Mountain district. *Turkish Journal of Forestry*, 18(2), 102-109 (2017)

Öztürk, M. Anadolu'nun endemik bitkileri ve tütsü gelenekleri. *Anadolu medeniyetleri dergisi*, (2012).

Panke-Buisse, K., Poole, A. C., Goodrich, J. K., Ley, R. E., & Kao-Kniffin, J. Selection on soil microbiomes reveals reproducible impacts on plant function. *The ISME Journal*, 9(4), 980-989 (2015).

Parfitt, D., Hunt, J., Dockrell, D., Rogers, H. J., & Boddy, L. Do all trees carry the seeds of their own destruction? PCR reveals numerous wood decay fungi latently present in sapwood of a wide range of angiosperm trees. *Fungal Ecology*, 3(4), 338-346 (2010).

Park, B. K., Kim, S. H., Ye, E. Y., Lee, H. J., Seo, S. J., Kwon, S. H., ... & Heo, M. J. A study on the safety of powdered agricultural products in Incheon. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 35(2), 136-145 (2020).

Park, J. H., Pavlov, I. N., Kim, M. J., Park, M. S., Oh, S. Y., Park, K. H., ... & Lim, Y. W. Investigating wood decaying fungi diversity in Central Siberia, Russia using ITS sequence analysis and interaction with host trees. *Sustainability*, 12(6), 2535 (2020).

Peay, K. G., Kennedy, P. G., & Talbot, J. M. Dimensions of biodiversity in the Earth mycobiome. *Nature Reviews Microbiology*, 14(7), 434-447 (2016).

Pichlerová, M., Výboštok, J., Önköl, D., Lamatunga, K. E., Tamatam, D., Marcinekova, L., & Pichler, V. Increased appreciation of forests and their restorative effects during the COVID-19 pandemic. *Ambio*, 52(3), 647-664 (2023).

Qin, X., Xu, J., An, X., Yang, J., Wang, Y., Dou, M., ... & Fu, Y. Insight of endophytic fungi promoting the growth and development of woody plants. *Critical Reviews in Biotechnology*, 44(1), 78-99 (2024).

Ragazzi, A., Moricca, S., Capretti, P., Dellavalle, I., & Turco, E. Differences in composition of endophytic mycobiota in twigs and leaves of healthy and declining *Quercus* species in Italy. *Forest Pathology*, 33(1), 31-38 (2003).

Redman, Regina S., Kathy B. Sheehan, Richard G. Stout, Russell J. Rodriguez, and Joan M. Henson. Thermotolerance generated by plant/fungal symbiosis. *Ecology*, 5598: 1581-1581 (2002).

Rhoden, S. A., Garcia, A., Rubin Filho, C. J., Azevedo, J. L., & Pamphile, J. A. Phylogenetic diversity of endophytic leaf fungus isolates from the medicinal tree *Trichilia elegans* (Meliaceae). *Genet Mol Res*, 11(3), 2513-2522 (2012).

Ricotta, C., & Pavoine, S. A new parametric measure of functional dissimilarity: Bridging the gap between the Bray-Curtis dissimilarity and the Euclidean distance. *Ecological Modelling*, 466 , 109880 (2022).

Ricotta, C., Kosman, E., Caccianiga, M., Cerabolini, B. E., & Pavoine, S. On two dissimilarity-based measures of functional beta diversity. *Ecological Informatics*, 66, 101458 (2021).

Rim, S. O., Roy, M., Jeon, J., Montecillo, J. A. V., Park, S. C., & Bae, H. Diversity and communities of fungal endophytes from four *Pinus* species in Korea. *Forests*, 12(3), 302 (2021).

Rodrigues, K. F. The foliar fungal endophytes of the Amazonian palm *Euterpe oleracea*. *Mycologia*, 86(3), 376-385 (1994).

Rodriguez, R. J., White Jr, J. F., Arnold, A. E., & Redman, A. R. A. Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New Phytologist*, 182(2), 314-330 (2009).

Ruiz-Almenara, C., Gándara, E., & Gómez-Hernández, M. Comparison of diversity and composition of macrofungal species between intensive mushroom harvesting and non-harvesting areas in Oaxaca, Mexico. *PeerJ*, 7, e8325 (2019).

Saikkonen, K., Faeth, S. H., Helander, M., & Sullivan, T. J. Fungal endophytes: a continuum of interactions with host plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(1), 319-343 (1998).

Saikkonen, K., Wäli, P., Helander, M., & Faeth, S. H. Evolution of endophyte–plant symbioses. *Trends in Plant Science*, 9(6), 275-280 (2004).

Samson R.A., Visagie C.M., Houbraken J., Hong S.B., Hubka V., Klaassen C.H., Perrone G., Seifert K.A., Susca A., Tanney J.B., Varga J., Kocsubé S., Szigeti G., Yaguchi T., Frisvad J.C. Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in Mycology*, Jun;78:141-73 (2014)

Santamaría, J., & Bayman, P. Fungal epiphytes and endophytes of coffee leaves (*Coffea arabica*). *Microbial Ecology*, 50, 1-8 (2005).

Satar, G., & Ulusoy, M. R. Akdeniz Bölgesi'nden toplanan *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera:Aleyrodidae) popülasyonlarının biyotiplerinin belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6(3), 205-212 (2016).

Schlegel, M., Queloz, V., & Sieber, T. N. The endophytic mycobiome of European ash and sycamore maple leaves—geographic patterns, host specificity and influence of ash dieback. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2345 (2018).

Schoch, C., & Grube, M. 6 pezizomycotina: dothideomycetes and arthoniomycetes. *Systematics and Evolution*, 143-176 (2015).

Schulz, B., & Boyle, C. What are endophytes?. In *Microbial root endophytes*. Springer Berlin Heidelberg, 1-13(2006).

Sciortino Jr, C. V. *Atlas of clinically important fungi*. John Wiley & Sons, (2017).

Selim, S., & Sönmez, N. K. Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) popülasyonları dağılımının CBS ile belirlenmesi ve habitat kalitesinin peyzaj metrikleri kullanılarak değerlendirilmesi; Muğla Köyceğiz örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, (2015).

Semighini, C. P., Goldman, G. H., & Harris, S. D. The DNA damage response of filamentous fungi: novel features associated with a multicellular lifestyle. *Applied Mycology and Biotechnology*, 5, 117-139 (2005).

Shannon, C.E. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423 (1948).

Sharma, R., Sharma, R., & Crous, P. W. *Matsushimamyces*, a new genus of keratinophilic fungi from soil in central India. *IMA Fungus*, 6, 337-343 (2015).

Sieber, T. N. Endophytic fungi in forest trees: are they mutualists?. *Fungal Biology Reviews*, 21(2-3), 75-89 (2007).

Simpson, E.H. Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688-688 (1949).

Singh, A., Singh, P. K., Kumar, A., Chander, J., Khanna, G., Roy, P., ... & Chowdhary, A. Molecular and matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry-based characterization of clinically significant melanized fungi in India. *Journal of Clinical Microbiology*, 55(4), 1090-1103 (2017).

Singh, D. K., Sharma, V. K., Kumar, J., Mishra, A., Verma, S. K., Sieber, T. N., & Kharwar, R. N. Diversity of endophytic mycobiota of tropical tree *Tectona grandis* Linn. f.: Spatiotemporal and tissue type effects. *Scientific Reports*, 7(1), 3745 (2017).

Singh, D., Raina, T. K., & Singh, J. Entomopathogenic fungi: An effective biocontrol agent for management of insect populations naturally. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(6), 833 (2017).

Slippers, B., & Wingfield, M. J. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biology Reviews*, 21(2-3), 90-106 (2007).

Slippers, B., Fourie, G., Crous, P. W., Coutinho, T. A., Wingfield, B. D., & Wingfield, M. J. Multiple gene sequences delimit *Botryosphaeria australis* sp. nov. from *B. lutea*. *Mycologia*, 96(5), 1030-1041 (2004).

Smilyanets, N., Vakulenko, T., & Svitylko, I. Morphological Structure of Infructescence, Fruits, and Seeds of Some Species of the Genus *Liquidambar* L. in Species Identification. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 8(1) (2024).

Stierle, A., Hershenhorn, J., & Strobel, G. Zinniol-related phytotoxins from *Alternaria cichorii*. *Phytochemistry*, 32(5), 1145-1149 (1993).

Stone, J. K., Bacon, C. W., & White Jr, J. F. An overview of endophytic microbes: endophytism defined. *Microbial Endophytes*, 17-44 (2000).

Strobel, G., & Daisy, B. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 67(4), 491-502 (2003).

Su-Han, N. H., Songkumarn, P., Nuankaew, S., Boonyuen, N., & Piasai, O. Diversity of sporulating rice endophytic fungi associated with Thai rice cultivars (*Oryza sativa* L.) cultivated in Suphanburi and Chainat Provinces, Thailand. *Current Research in Environmental & Applied Mycology* 9(1), 1-14 (2019).

Sun, X., Ding, Q., Hyde, K. D., & Guo, L. D. Community structure and preference of endophytic fungi of three woody plants in a mixed forest. *Fungal Ecology*, 5(5), 624-632 (2012).

Suryanarayanan TS, Venkatesan G; Murali TS. Endophytic fungal communities in leaves of tropical forest trees: diversity and distribution patterns. *Current Science*, 85: 489– 493 (2003).

Suryanarayanan, T. S., & Thennarasan, S. Temporal variation in endophyte assemblages of *Plumeria rubra* leaves. *Fungal Diversity*, 15, 197-204 (2004).

Suryanarayanan, T. S., Murali, T. S., Thirunavukkarasu, N., Govinda Rajulu, M. B., Venkatesan, G., & Sukumar, R. Endophytic fungal communities in woody perennials of three tropical forest types of the Western Ghats, southern India. *Biodiversity and Conservation*, 20, 913-928 (2011).

Suryanarayanan, T. S., Thirunavukkarasu, N., Govindarajulu, M. B., & Gopalan, V. Fungal endophytes: an untapped source of biocatalysts. *Fungal Diversity*, 54(1), 19-30 (2012).

Suzek, H., Celik, I., Dogan, A., & Yildirim, S. Protective effect and antioxidant role of sweetgum (*Liquidambar orientalis*) oil against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity and oxidative stress in rats. *Pharmaceutical Biology*, 54(3), 451-457 (2016).

Süel, H., Akdemir, D., Ertuğrul, E. T., & Özdemir, S. Determining environmental factors affecting bird diversity. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 21(3), 244-251 (2021).

Taddese, H., Negash, M., Geda, T., & Ayele, G. T. Carbon Sequestration Potentials of Different Land Uses in Wondo Genet Sub-Catchment, Southern Ethiopia, 11, 2252 (2022).

Thangavel, M., Mani, I., Surendrababu, A., & Pandi, M. Diversity of Endophytic Mycobiota through Metagenomic Approach and Bioprospecting the Phytoconstituent. *Advanced Chemicobiology Research*, 1-12 (2023).

Toprak, B. Variations in the water potential of stem xylem in Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) seedlings treated with mycorrhizal fungi under drought conditions. *Botanica Serbica*, 2: 211-217 (2020).

U'Ren, J. M., Lutzoni, F., Miadlikowska, J., & Arnold, A. E. Community analysis reveals close affinities between endophytic and endolichenic fungi in mosses and lichens. *Microbial Ecology*, 60, 340-353 (2010).

Udayanga, D., Castlebury, L. A., Rossman, A. Y., & Hyde, K. D. Species limits in *Diaporthe*: Molecular re-assessment and morpho-phylogenetic observations. *Mycologia*, 104(4), 1085-1103 (2011).

Udayanga, D., Liu, X., McKenzie, E. H., Chukeatirote, E., Bahkali, A. H., & Hyde, K. D. The genus *Phomopsis*: biology, applications, species concepts and names of common phytopathogens. *Fungal diversity*, 50, 189-225 (2011).

Unterseher M, Schnittler M. Species richness analysis and ITS rDNA phylogeny revealed the majority of cultivable foliar endophytes from beech (*Fagus sylvatica*). *Fungal Ecology*, 3:366–378 (2010).

U'ren, J. M., Lutzoni, F., Miadlikowska, J., Laetsch, A. D., & Arnold, A. E. Host and geographic structure of endophytic and endolichenic fungi at a continental scale. *American Journal of Botany*, 99(5), 898-914 (2012).

Ustaoglu, H. Sığla ağacının ekonomik ve ekolojik önemi. İstanbul üniversitesi yayınları (2019).

Ünügül, T., Erenkaya, M., & Karaağaç, B. Use of *Liquidambar Orientalis* Mills in natural rubber compounds as an alternative to synthetic resins. *Journal of Elastomers & Plastics*, 54(5), 778-799 (2022).

Ürker, O., Baykal, N. U., & Ada, E. Increasing temperatures can pose an opportunity to recover endemic and endangered oriental sweetgum tree (*Liquidambar orientalis* Mill.) from extinction. Turkish Journal of Botany, 47(5), 363-371 (2023).

van der Heijden MG, Bardgett RD, van Straalen NM. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. Ecology Letter, 11(3):296-310 (2008).

van der Heijden, M., Klironomos, J., Ursic, M. et al. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. Nature 396, 69–72 (1998).

Vaz, A. B., Fontenla, S., Rocha, F. S., Brandao, L. R., Vieira, M. L., De Garcia, V., ... & Rosa, C. A. Fungal endophyte β -diversity associated with Myrtaceae species in an Andean Patagonian forest (Argentina) and an Atlantic forest (Brazil). Fungal Ecology, 8, 28-36 (2014).

Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Surampalli, R. N., & Valero, J. R. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. Biochemical Engineering Journal, 37(1), 1-20 (2007).

Větrovský, T., Kohout, P., Kopecký, M., Machac, A., Man, M., Bahnmann, B. D., & Baldrian, PA meta-analysis of global fungal distribution reveals climate-driven patterns. Nature Communications, 10(1), 5142 (2019).

Wang, X. H., Das, K., Horman, J., Antonin, V., Baghela, A., Chakraborty, D., & Buyck, B. Fungal biodiversity profiles 51-60. Cryptogamie, Mycologie, 39(2), 211-257 (2018).

Whipps, J. M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 487-511 (2001).

Whitaker, B. K., Christian, N., Chai, Q., & Clay, K. Foliar fungal endophyte community structure is independent of phylogenetic relatedness in an Asteraceae common garden. Ecology and Evolution, 10 (24), 13895-13912 (2020).

White, T. J., Bruns, T., Lee, S. J. W. T., & Taylor, J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols: a guide to methods and applications. Academic Press, 18(1), 315-322 (1990).

Wu, V. W., Thieme, N., Huberman, L. B., Dietschmann, A., Kowbel, D. J., Lee, J., ... & Glass, N. L. The regulatory and transcriptional landscape associated with carbon utilization in a filamentous fungus. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(11), 6003-6013 (2020).

Yang, H., Zhao, X., Liu, C., Bai, L., Zhao, M., & Li, L. Diversity and characteristics of colonization of root-associated fungi of *Vaccinium uliginosum*. Scientific Reports, 8(1), 15283 (2018).

Yokoya, K., Postel, S., Fang, R., & Sarasan, V. Endophytic fungal diversity of *Fragaria vesca*, a crop wild relative of strawberry, along environmental gradients within a small geographical area. *PeerJ*, 5, e2860 (2017).

Yuan, X. L., Cao, M., Liu, X. M., Du, Y. M., Shen, G. M., Zhang, Z. F., ... & Zhang, P. Composition and genetic diversity of the *Nicotiana tabacum* microbiome in different topographic areas and growth periods. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(11), 3421 (2018).

Yucel, B., Gozuacik, C., Gencer, D., Demir, I., & Demirbag, Z. Determination of fungal pathogens of *Hypera postica* (Gyllenhal)(Coleoptera: Curculionidae): isolation, characterization, and susceptibility. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28, 1-8 (2018).

Yüzer, Ö., Tonguç, A., & Doğaç, E. Genetic characterization of endemic *Liquidambar orientalis* populations in Muğla province based on ISSR polymorphism. *Research Square Platform LLC* (2022).

Zamora, P., Martínez-Ruiz, C., & Diez, J. J. Fungi in needles and twigs of pine plantations from northern Spain. *Fungal Diversity*, 30, 171-184 (2008).

Zhang, T., & Yao, Y. F. Endophytic fungal communities associated with vascular plants in the high arctic zone are highly diverse and host-plant specific. *Plos One*, 10(6), e0130051 (2015).

Zhang, X. Y., Bao, J., Wang, G. H., He, F., Xu, X. Y., & Qi, S. H. Diversity and antimicrobial activity of culturable fungi isolated from six species of the South China Sea gorgonians. *Microbial Ecology*, 64, 617-627 (2012).

Zhang, Y., Koko, T. W., & Hyde, K. D. Towards a monograph of Dothideomycetes: Studies on Diademaceae. *Cryptogamie, Mycologie*, 32(2), 115-126 (2011).

Zimmerman, N. B., & Vitousek, P. M. Fungal endophyte communities reflect environmental structuring across a Hawaiian landscape. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(32), 13022-13027 (2012).