

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE'NİN BATISINDA YER ALAN ORMAN FİDANLIKLARINDA
GENİŞ VE İĞNE YAPRAKLI FİDAN TÜRLERİNDE KÖK
ÇÜRÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN ÖKARYOT PATOJENLERİN
BELİRLENMESİ**

Ayşe Gülden ADAY KAYA

**Danışman
Doç. Dr. H. Tuğba DOĞMUŞ-LEHTİJÄRVİ**

**II. Danışman
Doç. Dr. Asko T. LEHTİJÄRVİ**

**DOKTORA TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2014**

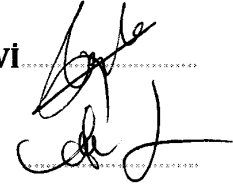
© 2014 [Ayşe Gülden ADAY KAYA]

TEZ ONAYI

Ayşe Gülden ADAY KAYA tarafından hazırlanan “**Türkiye’nin Batısında Yer Alan Orman Fidanlıklarında Geniş ve İğne Yapraklı Fidan Türlerinde Kök Çürüklüğüne Neden Olan Ökaryot Patojenlerin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

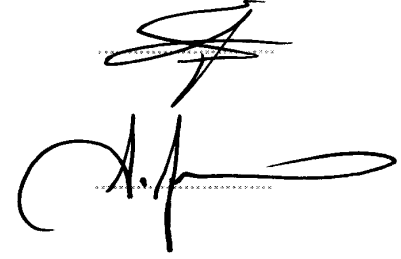
Danışman

Doç. Dr. H. Tuğba DOĞMUŞ LEHTIJÄRVI
Süleyman Demirel Üniversitesi



II. Danışman

Doç. Dr. Asko T. LEHTIJÄRVI
Bursa Teknik Üniversitesi



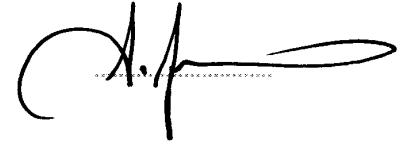
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Gürsel KARACA
Süleyman Demirel Üniversitesi



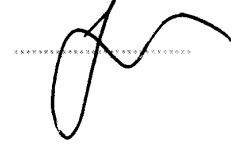
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa AVCI
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Sabri ÜNAL
Kastamonu Üniversitesi



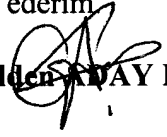
Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kuralara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.


Ayşe Gülden KAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Sörveylerin Gerçekleştirildiği Orman Fidanlıklarının Tanıtımı	19
3.1.1. İzmir-Torbalı Orman Fidanlığı	19
3.1.2. Denizli-Karahasanlı Orman Fidanlığı	19
3.1.3. Muğla-Gökova Orman Fidanlığı	20
3.1.4. Isparta-Eğirdir Orman Fidanlığı	20
3.1.5. Antalya-Elmalı Orman Fidanlığı	20
3.1.6. Eskişehir Orman Fidanlığı.....	20
3.1.7. Adapazarı-Hendek Orman Fidanlığı	20
3.1.8. Bursa Orman Fidanlığı.....	21
3.2. Arazi Çalışmaları.....	21
3.2.1. Hastalıklı fidan örneklerinin alımı.....	21
3.2.2. Toprak örneklerinin alınması.....	22
3.3. Laboratuvar Çalışmaları	23
3.3.1. Hastalıklı fidanların köklerinden fungal etmenlerin izolasyonu	25
3.3.2. Hastalıklı fidanların köklerinden elde edilen fungal etmenlerin morfolojik tanısı.....	25
3.3.3. Toprak örneklerinden Pythiaceous (<i>Phytophthora</i> ve <i>Pythium</i> spp.) türlerinin izolasyonu.....	26
3.3.4. Toprak örneklerinden elde edilen Pythiaceous (<i>Phytophthora</i> ve <i>Pythium</i> spp.) türlerinin morfolojik tanısı	27
3.3.4.1. Pythiaceous izolatların gelişim oranlarının belirlenmesi	28
3.3.5. Moleküler Teşhisler	29
3.3.5.1. Fungal ve Pythiaceous izolatlarından DNA ekstraksiyonu	29
3.3.5.2. rRNA ITS1-5.8S-ITS2 bölgelerinin amplifikasyonu	30
3.3.5.3. Cox I gen bölgesinin amplifikasyonu	31
3.3.5.4. β -Tubulin gen bölgesinin amplifikasyonu.....	32
3.3.5.5. DNA dizilemesi	33
3.4. Fungal ve Pythiaceous Türlerine Ait İzolatlarla Gerçekleştirilen Patojenisite Denemeleri.....	34
3.4.1. Hastalıklı fidanlardan izole edilen fungal türlerin patojenisite denemeleri	35
3.4.2. Toprak örneklerinden izole edilen Pythiaceous türlerinin patojenisite denemeleri.....	36
3.4.2.1. Sürgün ve fidan inokulasyonları	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	40
4.1. Fidanlık Sörveyleri ve Örneklemeler.....	40

4.2. Fidanlıklarda Belirlenen Fungal Etmenler.....	40
4.3. Toprak örneklerinden elde edilen Pythiaceous (<i>Phytophthora</i> ve <i>Pythium</i> spp.) türleri	51
4.4. Hastalıklı Fidanların Köklerinden İzole Edilen Fungal Etmenlerin Morfolojik ve Moleküler Tanısı	53
4.4.1. <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., (1881)	54
4.4.2. <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder & Hansen, (1824)	55
4.4.3. <i>Fusarium verticillioides</i> (Sacc.) Nirenberg, (1976) (Syn: <i>Fusarium moniliforme</i>)(Teleomorph: <i>Gibberella fujikuroi</i>)	57
4.4.4. <i>Cylindrocarpon destructans</i> (Zinssm.) Scholten, (1964) (syn: <i>Ilyonectria radicola</i> (Gerlach & L. Nilsson) P. Chaverri & C. Salgado)..	58
4.4.5. <i>Pestalotiopsis clavispora</i> (G.F. Atk.) Steyaert, (1949)	60
4.4.6. <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn., (1858).....	61
4.4.7. <i>Verticillium dahliae</i> Kleb., (1913).....	63
4.5. Toprak Örneklerinden İzole Edilen Pythiaceous Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Tanısı	64
4.5.1. <i>Pythium aphanidermatum</i> (Edson) Fitzp., (1923).....	64
4.5.2. <i>Pythium intermedium</i> de Bary, (1881)	65
4.5.3. <i>Pythium irregulare</i> Buisman, (1927)	67
4.5.4. <i>Pythium ultimum</i> Trow, (1901).....	69
4.5.5. <i>Phytopythium vexans</i>	70
4.5.6. <i>Phytophthora cactorum</i> (Lebert and Cohn) J. Schröt., (1886).....	72
4.5.7. <i>Phytophthora citricola</i> Sawada, (1927)	74
4.5.8. <i>Phytophthora megasperma</i> Drechsler, (1931)	76
4.5.9. <i>Phytophthora syringae</i> (Kleb.) Kleb., (1909).....	77
4.6. Elde Edilen İzolatların Patojenisiteleri.....	78
4.6.1. Fungal etmenlerin patojenisiteleri	78
4.6.2. Pythiaceous türlerinin patojenisiteleri	82
4.6.2.1. Sürgünlerdeki patojenisiteleri	82
4.6.2.2. Fidanlardaki patojenisiteleri	87
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	91
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ.....	118

ÖZET

Doktora Tezi

TÜRKİYE’NİN BATISINDA YER ALAN ORMAN FİDANLIKLARINDA GENİŞ VE İĞNE YAPRAKLI FİDAN TÜRLERİNDE KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN ÖKARYOT PATOJENLERİN BELİRLENMESİ

Ayşe Gülden ADAY KAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. H. Tuğba Doğmuş-LEHTİJÄRVİ

II. Danışman: Doç. Dr. Asko T. LEHTİJÄRVİ

Bu çalışmada, Türkiye’nin batısında yer alan ve ağaçlandırma çalışmaları için önem arz eden orman fidanlıklarında geniş ve iğne yapraklı fidan türlerinde kök çürüklüğüne neden olan ökaryot patojenlerin (fungal ve Pythiaceous) varlığı belirlenmiş, teşhisleri klasik ve moleküler yöntemler yardımıyla gerçekleştirilmiş, izole edilen türler elde edildikleri konukçular üzerinde hastalık oluşturma yetenekleri açısından test edilmiştir. Bu amaçla, sörveyler İzmir-Torbalı, Denizli-Karahasanlı, Muğla-Gökova, Isparta-Eğirdir, Antalya-Elmalı, Eskişehir, Bursa ve Adapazarı-Hendek olmak üzere toplamda 8 orman fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Kök çürüklüğüne neden olan fungal etmenler, hastalık belirtisi gösteren 296 adet fidanın köklerinden alınan dokuların besi ortamına izolasyonları ile elde edilirken, Phyticeous türler ise 105 adet toprak örneğinden tuzak yöntemi ile izole edilmiştir. İzolasyonlar sonucunda, 199 adet fungal, 142 adet Pythiaceous türe ait izolat elde edilmiştir. Elde edilen fungal izolatlar, morfolojik ve moleküler teknikler kullanılarak ayrıntılı bir şekilde teşhis edilmiştir. Teşhis çalışmaları sonucunda, fungal izolatlar; *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium verticillioides*, *Cylindrocarpon destructans*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* ve *Pestalotiopsis clavispora* olarak, Pythiaceous türler ise; *Pythium aphanidermatum*, *Pythium intermedium*, *Pythium irregulare*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora citricola*, *Phytophthora megasperma* ve *Phytophthora syringae* olarak tanılanmıştır. Buna ek olarak, sörveylerin gerçekleştirildiği orman fidanlıklarında iğne yapraklı ağaç türlerine ait fidanlarda kök çürüklüğü hastalığı belirtileri daha fazla görülmüştür. Teşhis edilen ve tüm fidanlıklarda yaygın olarak bulunan etmenler izole edildikleri konukçu bitkilere tekrar inokule edilerek patojenisiteleri araştırılmıştır. Sonuçlar, tüm izolatların patojenik olduğunu ve test edilen konukçu bitkilerde geliştiklerini göstermiştir. Bu çalışma, ökaryotik ve kök çürüklüğüne neden olduğu bilinen fungal ve Pythiaceous türler üzerine yapılan ilk çalışma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: fidanlık, kök çürüklüğü, su küfleri, fungus, iğne yapraklı, geniş yapraklı türler, fidan.

2014, 126 sayfa

ABSTRACT

PhD Thesis

DETERMINATION OF ROOT ROT CAUSING EUKARYOTE PATHOGENS ON DECIDUOUS AND CONIFEROUS SEEDLINGS IN FOREST TREE NURSERIES IN WESTERN TURKEY

Ayşe Gülden ADAY KAYA

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Forestry

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tuğba DOĞMUŞ-LEHTIJÄRVI

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Asko LEHTIJÄRVI

In this study, occurrence and pathogenicity of root rot causing eukaryote pathogens (fungal and Pythiaceus) in forest tree nurseries in western Turkey were investigated. The causal agents were identified using morphological and molecular techniques. Eukaryote pathogens were tested on the host species where the causal agents were isolated from for their ability to cause disease. Survey studies were conducted in eight representative forest tree nurseries in western Turkey: İzmir-Torbalı, Denizli-Karahasanlı, Muğla-Gökova, Isparta-Eğirdir, Antalya-Elmalı, Eskişehir, Bursa and Adapazarı-Hendek. Symptomatic seedlings (totally 296) and soil samples (totally 105) were transferred to the laboratory and investigated for the presence of agents causing root rot. Fungal species were obtained from roots of the symptomatic seedlings by direct isolations from the roots while Pythiaceus species were obtained from the soil samples by the aid of baiting methods. Isolations yielded 199 fungal and 142 Pythiaceus isolates, which were identified using classical morphological methods and molecular techniques, such as sequencing ITS and other gene regions. The morphological and molecular analyses showed that the fungal species; *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium verticillioides*, *Cylindrocarpon destructans*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* and *Pestalotiopsis clavispora* and the watermolds *Pythium aphanidermatum*, *Pythium intermedium*, *Pythium irregulare*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora citricola*, *Phytophthora megasperma* and *Phytophthora syringae* were common in the surveyed nurseries. In addition, coniferous seedlings were more symptomatic compared to the deciduous ones. Pathogenicity tests were performed for selected fungal and Pythiaceus isolates on the host species from where they were isolated. The results showed that all isolates were pathogenic and had an ability to grow in all tested hosts. To our knowledge these are the first findings of fungal and Pythiaceus species causing root rot on coniferous and deciduous forest tree seedlings in western Turkey.

Keywords: nursery, root rot, watermold, fungi, conifer, deciduous, seedling

2014, 126 pages

TEŞEKKÜR

Akademik hayata ciddi anlamda ilk adımı attığımı hissettiğim bu tez çalışmamda danışmanlığımı yaparak, emekle, sabırla, bilgiyle ve her şeyden ötesi sevgiyle çalışmalarına ışık tutan, maddi ve manevi desteklerini bir an olsun üzerimden eksik etmeyen saygıdeğer hocalarım SDÜ Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. H. Tuğba DOĞMUŞ-LEHTİJÄRVİ'e ve BTU Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Asko T. LEHTİJÄRVİ'e gönülden teşekkür ederim.

Tezin başlangıcından bitimine kadar gerek tez izleme komitesinde gerekse tez jürisinde bulunarak bilgilerinden ve ilgilerinden beni mahrum bırakmayan değerli hocam SDÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Gürsel KARACA'ya çok teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında varlıklarını hep yanımda hissettiğim ve gelecekte de birlikte yapacağımız çalışmalarla güzel işler başaracağımıza inandığım meslektaşlarım, Çankırı Karatekin Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü araştırma görevlisi Dr. Funda OSKAY'a ve Orman Yük. Müh. Özgür Durmuş KAYA'a teşekkürü bir borç bilirim.

2197-D-10 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Sevgili eşime ve bu günlere ulaşmamda maddi ve manevi emekleri olan anne, baba ve kardeşime sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Ayşe Gülden ADAY KAYA
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Araştırma aşamaları.....	18
Şekil 3.2. Sörveylerin yapıldığı orman fidanlıkları	19
Şekil 3.3. Sörvey çalışmalarının gerçekleştirildiği orman fidanlıklarından görünüm a. Denizli-Karahasanlı Orman Fidanlığı, b. Antalya Orman Fidanlığı, c. Bursa Orman Fidanlığı, d. Eğirdir Orman Fidanlığı.	21
Şekil 3.4. Sörvey çalışmaları sırasında toplanan fidan örnekleri	22
Şekil 3.5. Laboratuvar çalışmalarının ana basamakları.....	26
Şekil 3.6. Fungal ve Phytiaecous izolatlardan DNA ekstraksiyon aşamaları.....	30
Şekil 3.7. ITS1-5.8S-ITS2 bölgesini çoğaltmak için kullanılan primerlerin pozisyonları.....	31
Şekil 3.8. Patojenisite denemelerinin aşamaları.....	34
Şekil 3.9. Gövde üzerine 3 mm'lik yara açılması (a). Pythiaceous bulaşık agar parçalarının yerleştirilmesi (b ve c).	38
Şekil 3.10. İnokulum noktasının ıslak pamuk ile sarılması (d), Parafilmlemesi (e), alüminyum folyo ile kaplanması (f).....	39
Şekil 4.1. Sörvey çalışmalarının yapıldığı orman fidanlıklarından izole edilen fungal türlerin dağılımı, a. Muğla-Gökova, b. İzmir-Torbali, c. Eskişehir, d. Isparta-Eğirdir, e. Denizli-Karahasanlı, f. Adapazarı-Hendek, g. Antalya-Elmalı, h. Bursa Orman Fidanlığı	47
Şekil 4.2. Orman fidanlıkları genelinde iğne yapraklı ağaç türlerine ait fidanlardan izole edilen fungal türlerin bulunma oranları (a).....	48
Şekil 4.3. Orman fidanlıkları genelinde iğne yapraklı ağaç türlerine ait fidanlardan izole edilen fungal türlerin bulunma oranları(b).....	49
Şekil 4.4. Orman fidanlıkları genelinde geniş yapraklı ağaç türlerine ait fidanlardan izole edilen fungal türlerin bulunma oranları.....	50
Şekil 4.5. <i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. 'nin PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun macroconidia mikroskopik görüntüsü (b).....	54
Şekil 4.6. Karaçam fidan köklerinden izole edilen <i>F. solani</i> CKS1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	55
Şekil 4.7. <i>F. oxysporum</i> 'un PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun microconidia mikroskopik görüntüsü (b).....	56
Şekil 4.8. Meşe fidan köklerinden izole edilen <i>F. oxysporum</i> MB2 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	56
Şekil 4.9. Solda <i>F. verticillioides</i> J. Sheld. 'in PDA besiyerindeki gelişimi (a) Fungusun macro ve microconidia mikroskopik görüntüsü (b)	57
Şekil 4.10. Sedir fidan köklerinden izole edilen <i>F. verticillioides</i> ST1.2 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	58
Şekil 4.11. <i>C. destructans</i> 'ın PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun macroconidia mikroskopik görüntüsü (b).....	59
Şekil 4.12. Ardıç fidan köklerinden izole edilen <i>C. destructans</i> Ard1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	59

Şekil 4.13. <i>P. clavispora</i> (G.F. Atk.) Steyaert'nın PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun karakteristik sporlarının mikroskopik görüntüsü (b).....	60
Şekil 4.14. Meşe fidan köklerinden izole edilen <i>P. clavispora</i> MB3 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	61
Şekil 4.15. Kestane fidan köklerinden izole edilen <i>R. solani</i> CS1.4b izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	62
Şekil 4.16. Sarıçam fidan köklerinden izole edilen <i>V. dahliae</i> Çs 2.7a izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	63
Şekil 4.17. <i>P. aphanidermatum</i> 'un CA besiyerindeki gelişimi (a). Oogonia ve antheridia yapısı (b).	64
Şekil 4.18. Kızılçam fidanı toprağında izole edilen <i>P. aphanidermatum</i> CzD1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	65
Şekil 4.19. Solda <i>P. intermedium</i> 'un CA besiyerindeki gelişimi. Sağda: Etmenin karakteristik oogoniumu	66
Şekil 4.20. Kestane fidan toprağından izole edilen <i>P. intermedium</i> K1H1.9 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	67
Şekil 4.21. <i>P. irregulare</i> 'nin CA besiyerindeki gelişimi.....	67
Şekil 4.22. Uludağ göknarı fidan toprağından izole edilen <i>P. irregulare</i> UGH2.7 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	68
Şekil 4.23. <i>P. ultimum</i> 'un CA besiyerindeki gelişimi.	69
Şekil 4.24. Doğu mazısı fidanı toprağından izole edilen <i>P. ultimum</i> DM3T1.6 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	70
Şekil 4.25. <i>P. vexans</i> 'ın CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmenin içi boşalmış sporangiumu (b). Vesicle oluşumu (c).....	71
Şekil 4.26. Mazı fidanı toprağından izole edilen <i>P. vexans</i> MT3.1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	71
Şekil 4.27. <i>P. cactorum</i> 'un CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmenin karakteristik oogonia ve antheridium yapısı (b). Sporangia oluşumu (c)	72
Şekil 4.28. Defne fidanı toprağından izole edilen <i>P. cactorum</i> DT2.7 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	73
Şekil 4.29. <i>P. citricola</i> 'nın CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmene ait sporangia oluşumu (b ve c).....	74
Şekil 4.30. Sedir fidanı toprağından izole edilen <i>P. citricola</i> SH1.1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi.....	75
Şekil 4.31. Solda <i>P. megasperma</i> 'nın CA besiyerindeki gelişimi.	76
Şekil 4.32. <i>P. megasperma</i> izolatının NCBI genbankasındaki bir grup izolat ile gösterdiği benzerliğin Neighbor-Joining ağacı gösterimi	77

Şekil 4.33. <i>P. syringae</i> 'nin CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmenin karakteristik sporangium görünümü (b).....	77
Şekil 4.34. CLH3.3a izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi	78
Şekil 4.35. Fungal türlere ait izolatların konukçularında meydana getirdikleri lezyon uzunlukları (mm) (y eksenine= lezyon uzunluğu)	81
Şekil 4.36. Pythiaceae türleri ile sürgünlere yapılan inokulasyon sonucunda elde edilen lezyon değerlerinin grafikte gösterimi (y eksenine= lezyon uzunluğu, mm)	85
Şekil 4.37. Defne sürgününe <i>P. cactorum</i> inokulasyonunun ardından oluşan lezyon	86
Şekil 4.38. Kestane sürgünlerinde meydana gelen lezyonlar	86
Şekil 4.39. Pythiaceae türlerine ait izolatlarla yapılan patojenisite denemesi sonunda bazı konukçu türlerine ait fidanlardan görünüm. Toros sediri fidanlarında meydana gelen belirtiler (a), Mazı fidanlarında meydana gelen belirtiler (b), defne fidanlarında görülen lezyonlar (c), karaçam fidanlarında meydana gelen lezyonlar (d).....	87
Şekil 4.40. Pythiaceae türlerinin fidanlara inokule edilmesi ile elde edilen lezyon uzunluklarının grafikte gösterimi (y eksenine=lezyon uzunluğu)	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Örnek alınan fidanların fidanlıklara göre dağılımı ve adedi	23
Çizelge 3.2. İzolasyon ve morfolojik karakterizasyon işlemlerinde kullanılan besiyerleri ve içerikleri	25
Çizelge 3.4. ITS bölgesi PCR reaksiyonu ve koşulları.....	31
Çizelge 3.5. Cox I gen bölgesinin çoğaltılması için gerekli PCR Koşulları	32
Çizelge 3.6. β - tubulin gen bölgesinin çoğaltılması için gerekli PCR koşulları	32
Çizelge 3.7. Patojenisite denemesinde kullanılan fungal türler ve konukçular... 35	
Çizelge 3.8. Phytiaceous türlerine ait izolatların sürgünlere ve fidanlara inokulasyonunda kullanılan izolatlar ve konukçular	37
Çizelge 4.1. Orman fidanlıklarından izole edilen fungal türlere ait izolat sayısı	40
Çizelge 4.2. Simptomatik bitkilerden yapılan izolasyonlarının fidanlık ve konukçu bazında bulunma yüzdeleri.....	42
Çizelge 4.3. Sörvey yapılan orman fidanlıklarından örneklenen konukçulara ait topraklardan izole edilen Pythiaceus türlerine ait izolat sayıları.....	52
Çizelge 4.4. Pythiaceus türlerinin izole edildikleri konukçular ve fidanlıklar... 53	
Çizelge 4.5. Fungusların konukçularında meydana getirdikleri lezyon uzunluğu değerleri	79
Çizelge 4.6. Patojenlerin sürgünlere yapılan inokulasyon denemelerinde izole edildikleri konukçularda meydana getirdikleri lezyon uzunlukları	83
Çizelge 4.7. Patojenlerin inokulasyon denemesinde izole edildikleri konukçularda meydana getirdikleri lezyon uzunlukları	88

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

bp: Baz çifti
CA: Carrot agar (Havuç agar)
cm: Santimetre
°C: Derece santigrad
DNA: Deoksiribonükleik asit
dNTPs: Deoksinükleozit trifosfat
dk: Dakika
g: Gram
ha: Hektar
ITS: İç transkript spacer
m: Metre
mg: Miligram
ml: Mililitre
sn: Saniye
µl: Mikrolitre
mM: Milimolar
µ: Mikro
µg: Mikrogram
µM: Mikromolar
NaClO: Sodyum hipoklorit
PDA: Patates dekstroze agar
PDB: Patates dekstroz sıvı
PCR: Polimeraz zincir reaksiyonu
rDNA: ribosomal Deoksiribonükleik asit
sp: Tür
SPSS: Sosyal Bilimlerde İstatistik Paketi
TBE: Tris-borik asit-etilendiamintetraasetik asit
U: Unite
UPGMA: Aritmetik ortalamalı ağırlıksız çift grup yöntemi
UV: Ultraviyole
V: Volt
18S SSU: 18S küçük altbirim rRNA
%: Yüzde

1. GİRİŞ

Ülkemizin ormanlık alanı 21.678.134 hektar olup, ülke genel alanının %27,6'sini teşkil etmektedir. Bu alanın %50,1'i (10.621.221 ha) verimli, geri kalan %49,9'u ise (10.567.526 ha) düşük verimli ve bozuk niteliklidir (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2013). Bu alanların kalite ve kantite yönünden geliştirilmesi, orman ekosistemlerinin sağladığı çok yönlü yararların sürekliliğini sağlama açısından son derece önemlidir. Yapay gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmaları ülkemizde bu eksikliklerin giderilmesinde yardımcı olacaktır (Deligöz, 2007). Ağaçlandırma çalışmalarının başarısının ilk şartı, yetiştirme ortamı koşullarına uygun tür ve orijinde, sağlıklı ve kaliteli fidan üretimidir (Alkan, 2006).

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğüne bağlı birçok fidanlık bu amaca hizmet etmektedir. Ülkemizin yedi coğrafi bölgesine yayılmış olan, 122 adet orman fidanlığında yıllık ortalama 498 milyon fidan üretilmektedir. Bu miktar yılda 300 bin ha ağaçlandırma alanının gereksinimini karşılayacak durumdadır (Orman Genel Müdürlüğü, 2013). Yapılan araştırmalar fidanlıklarda hastalık, zararlı ve diğer nedenlerden kaynaklanan kuruma ve ölümlerin fidan üretimini sekteye uğratan önemli faktörler arasında yer aldığını göstermektedir (Özdamar, 1999).

Fidanlıklar, çıplak köklü ya da tüplü fidan üretilen, mono kültür ağırlıklı, dolayısıyla hastalık ve zararlılar için uygun koşullara sahip özel alanlardır. Fidanlıklardaki çevresel koşullar çoğunlukla hastalıkların gelişmeleri ve yayılmaları için ideal ortamlar yaratır. Özellikle yüksek nem, düşük drenaj, bu koşulları seven toprak patojenleri için son derece uygundur (Agrios, 1988; Lilja vd., 1992).

Hastalık ve zararlılar, orman fidanlıklarında yetiştirilen fidanların kalite ve kantitesini düşürmekte ve bu fidanların araziye aktarılması durumunda da ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumsuz olarak etkilemektedir. Fidanlık koşullarında hastalık etmenleri ile bulaşık fidanlar, hastalıkların yeni alanlara taşınmasına yol açmaktadır.

Orman fidanlıklarında üretilen iğne ve geniş yapraklı ağaç türlerinde virüs, bakteri, nematod, fungus ve su küflerinin içinde yer aldığı 50'den fazla hastalık etmeni bulunmaktadır (Agrios, 1988; Lilja vd., 1992). Bu organizmalar, Dünya'daki orman fidanlıklarında ciddi problemler oluşturmaktadır.

Orman fidanlıklarında yaygın olarak bulunan fungal etmenlerin bir çoğunun ağaç türlerine özgü olduğu (Anderson vd., 1962; Bloomberg ve Lock, 1972; Von Broembsen, 1984a,b) ve fidanlarla ağaçlandırma sahalarına taşınarak, ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (Peterson ve Smith, 1975).

Fidanlıklardaki hastalıklar, özellikle ekonomik getirisi yüksek, değerli ağaç türlerinde görüldüğünde, daha dikkat çekici olmaktadır. Abiyotik ve biyotik kaynaklı hastalıkların belirlenmesine yönelik çalışmalar, ormancılık sektörünün ülke ekonomisine para ile ölçülebilen ve ülke halkına para ile ölçülemeyen katkıları göz önüne alındığında büyük önem arz etmektedir. Neden olunan zarar, özellikle ekonomik getirisi yüksek, değerli ağaç türlerinde görüldüğünde, daha da dikkat çekici olmaktadır. Ülkemiz orman fidanlıklarında çıkış öncesi ve çıkış sonrası çökertene neden olan fungal hastalık etmenlerinin belirlendiği Özdamar (1999) tarafından yapılmış Doktora tezinden başka detaylı bir çalışmaya rastlanmamakla beraber, yapılan bu tez çalışmasında Pythiaceus türlerden sadece *Pythium* türlerine yer verildiği, *Phytophthora* türlerine ilişkin bir tespitin bulunmadığı görülmektedir.

Bu doktora tezi ile ilk kez, Türkiye'nin batısında yer alan ve ağaçlandırma çalışmaları için önem arz eden 8 orman fidanlığında, geniş yapraklı ve ibrelili ağaç fidanlarında kök çürüklüğüne neden olan ökaryot patojenlerin (hem fungal ve Pythiaceus türlerinin) varlığı, hastalıklı bitki materyali ve fidanlık toprağı esas alınarak incelenip, ortaya konulmuştur. Bu amaçla, hastalıklı bitki ve fidanlık topraklarından izole edilen ökaryot (fungal ve Pythiaceus) patojenlerin teşhisi, klasik ve moleküler yöntemler yardımıyla gerçekleştirilmiş ve izole edilen türler elde edildikleri konukçular üzerinde hastalık oluşturma yetenekleri açısından test edilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çökerten ve kök çürüklüğüne neden olan funguslar ve diğer mikroorganizmalar, tohumun çimlenme aşamasında toprak altında, çimlenmeden sonraki dönemde ise toprak üstünde fidanlara saldırır ve bunların çürüme ve ölmelerine yol açarlar. Bunlar genellikle bir bitki türüne özelleşmemiş, çoğunlukla saprofit veya fakültatif saprofit karakterde toprak kaynaklı mikroorganizma grubu içerisinde yer alır (Selik, 1986). Kök çürüklüğü, çökerten hastalığından farklı olarak, fidanların en hassas dokularını oluşturan kılcal kökler üzerinde görülür. Etkilenen kökler hastalığın seyrine göre canlılık fonksiyonlarını ya uzun ya da çok daha kısa bir süre içerisinde kaybederler. Bu durum çoğu zaman fidanın ölümü ile sonuçlanır (Sümer, 1985; Erwin ve Ribeiro, 1996).

Fidanlar fidanlıklarda su veya besin maddesi açısından zengin bir ortamda yetiştirilmelerine rağmen, kök çürüklüğüne neden olan hastalık etmenleri tarafından enfekte edildiklerinde, belirtiler direkt olarak fidanın üst aksamında görülür. Bu belirtiler çoğunlukla, büyüme geriliği ve kloroz belirtisi şeklindedir. Bu fidanların kökleri topraktan çıkarılıp yakından incelendiğinde ise kök çürüklüğüne maruz kalan kılcal köklerin olumsuz etkilendiği dikkati çekmektedir. Köklerin haricinde fidanların kök boğazları da hastalıktan etkilenebilmektedir. Kök boğazında başlangıçta sarımtırak açık kahve renkli, kesin sınırlı olan nekrozlar, zamanla kahverengiye dönüşerek kök boğazını çepeçevre sarar. Hastalanan kısımlarda ileri dönemlerde mantar dokusu ile kuşatılır ve bu mantar dokusu üzerinde oluşan çatlaklardan akıntılar oluşur (Erwin ve Ribeiro, 1996).

Literatür bilgilerine ve orman fidanlıklarında yapılan çalışmaların geneline bakıldığında, geniş yapraklı ve ibrelili türlere ait fidanlarda kök çürüklüğüne neden olan başlıca fungal türlerin; *Botrytis cinerea* (De Bary) Whetzel, *Cladosporium* spp., *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten, *Cylindrocarpon radicola* Wollenw., *Cylindrocladium quinqueseptatum* Boedijn & Reitsma, *Cylindrocarpon scoparium* Wollenw., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Fusarium*

semitectum Berk. & Ravenel., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., *Phyllosticta* spp., *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn., *Sclerotium rolfsii* Sacc. ve Pythiaceous türlerinin ise, *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp., *Pythium splendens* Hans Braun., *Pythium* spp., *Phytophthora cinnamomi* Rands., *Phytophthora citrophthora* (R.E. Sm. & E.H. Sm.) Leonian, *Phytophthora cryptogea* Pethybr. & Laff., *Phytophthora drechsleri* (Tucker) Sarej., *Phytophthora nicotiana* Breda de Haan, *Phytophthora ramorum* Werres, *Phytophthora syringae* Kleb., *Phytophthora quercina* T. Jung ve T.I. Burgess, olduğu tespit edilmiştir (Hodges, 1962; Hansen vd., 1979; Augspurger, 1990; Mehrotra, 1990; Wardlaw ve Philips, 1990; Soni vd., 1992; Viljoen vd., 1992; Weste, 1992; Sandlin ve Ferin, 1993; Viljoen vd., 1994; Chin, 1995; James vd., 1995; Khan vd., 1995; Shukla, 1995; Barbey, 1996; Cellerino, 1996; Freire, 1996; Mirabolfathy ve Ershad, 1996; Motta vd., 1996; Belisario vd., 1997; Lilja vd., 1997, 2007a,b; Jung vd., 2005; 2007; 2009; Akıllı vd., 2010; Weiland vd., 2013).

Kök çürüklüğü etmenlerine, hem ibreli hem de geniş yapraklı birçok türün konukçuluk ettiği araştırmalarla kanıtlanmıştır. Buna göre, *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* Arn., *Pinus radiata* D. Don, *Pinus taeda* L., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Abies* sp., *Castanea sativa* Mill., *Thuja orientalis* L. fidanlarında kök çürüklüğüne neden olan belli başlı etmenler, *Cylindrocarpon destructans*, *Cylindrocladium* sp., *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *Fusarium* spp. *Macrophomina phaseolina*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora* spp. olarak bildirilmiştir (Bloomberg, 1971; 1979; 1985; Dick ve Vanner, 1986; James vd., 1988; Barnard, 1994; Jung vd., 2005; Orlikowski vd., 2006; Jung vd., 2007; 2009; Akıllı vd., 2010; Kurt, 2011).

Ökaryotlar, taksonomide hücrelerinin yapısından dolayı gruplandırılmış bir üst alem olarak bilinir. Ökaryotların tanımlayıcı özelliği, genetik malzemelerinin zarla çevrili bir veya birkaç çekirdek içinde yer almasıdır. Funguslar ve su küfleri (Pythiaceous) ökaryotik canlılar grubunda yer almaktadır. Pythiaceous türler, yani su küfleri, Pythiaceae adı verilen ve içinde su küflerini barındıran familyada yer alan organizmaları kapsamaktadır.

Pythiaceae familyası ilk kez, Alman mikolog Josep Schröter tarafından 1893 yılında adlandırılmıştır. Bu familyada, *Phytophthora* spp. ve *Pythium* spp. gibi önemli bitki patojenleri yer alır (Alexopolous vd., 2004).

Yukarıdaki söz edilen Pythiaceae türler içerisinde *Phytophthora* spp.'nin son yıllarda gerek orman fidanlıklarında gerekse doğal orman ekosisteminde neden oldukları zararlardan ötürü birçok araştırmaya konu olduğu görülmektedir (Orlikowski vd., 1995; Jung vd., 2007).

Phytophthora türleri, tarım alanlarında birçok ürünün üretimini sınırlamaktadır (Erwin ve Ribeiro, 1996). Özellikle, fidanlıklarda çökerten ve kök çürüklüğüne neden olarak önemli miktarda fidan kayıplarına yol açarlar. Bugüne kadar bilinen çoğu patojenik karakterde 100'e yakın *Phytophthora* türü bulunmaktadır. Önceleri funguslar aleminde yer alan *Phytophthora* ve diğer Oomiset grubu mikroorganizmalar, günümüz taksonomik sınıflandırmasında Stramenopila alemi içinde anılmaktadırlar (Erwin ve Ribeiro, 1996; Baldauff vd., 2000). *Phytophthora* türleri, sporangium ve antheridium yapıları ile üreme davranışlarına göre altı morfolojik gruba ayrılırlar (Waterhouse, 1963; Newhook vd., 1978; Stamps vd., 1990). Bu türlerin morfolojik teşhisleri, birbirine benzerlik göstermelerinden dolayı zor olmaktadır (Waterhouse vd., 1983). Bu nedenle, son yıllarda klasik teşhislerin yanında modern moleküler teknikler türlerin teşhisinde başarı ile kullanılmaktadır (Henson ve French, 1993; Miller, 1996; Edel, 1998; Nechwatal vd., 2001).

Nemli ortamları seven *Phytophthora* türleri, tarım ve orman alanlarında, otsu bitkilerden odunsu bitkilere, fidanlıktan arazi koşullarına birçok konukçuda ciddi kayıplara yol açmaktadır (Erwin ve Riberio, 1996; Orlikowski ve Szkuta, 2003; Balcı ve Halmschlager, 2003; Lilja vd., 2006). Enfekteli fidanlar, fidanlık ortamlarında hayatlarına devam edebilmekte, ancak ormanlık alanlara dikildiklerinde canlılıklarını muhafaza edememektedirler (Roth ve Kuhlman, 1966; Hansen vd., 1980).

Phytophthora cinsinin ismi ilk olarak, 19 yy.'da İrlanda'da patates mildiyösüne sebep olan *Phytophthora infestans* (De Barry, 1876) ile duyulmuştur. Bu hastalığın neden olduğu kayıplar yüzünden, Avrupa'nın birçok ülkesinde göçler gerçekleşmiştir. Açlıktan muzdarip olan İrlandalıların, Amerika'daki kolları bu göç dönemine aittir. Bunu takip eden yüzyılda bu cinse ait yaklaşık 40 farklı tür rapor edilmiş ve bu sayı 1996'dan sonra 59' a yükselmiştir (Erwin ve Ribeiro, 1996).

Erwin ve Ribeiro' nun kitabının basımından sonra, dünyanın farklı yerlerinde 39 yeni *Phytophthora* türü araştırmacılar tarafından dünya literatürüne kazandırılmıştır. Bu türlerden orman ağaçlarında varlığı tespit edilenler sırasıyla; *P. quercina* (*Quercus* spp.) (Jung vd., 1999; Schwingle ve Juzwik, 2007), *P. ramorum* (*Quercus* sp.) (Brasier, 2003; Lilja vd., 2006), *P. alni* Brasier & S.A.Kirk (*Alnus* spp.) (Brasier vd., 1999; 2004; Ersek ve Nagy, 2008, Adams vd., 2008), *Phytophthora kernoviae* Brasier, (*Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Q. ilex*) (Brasier vd., 2005), *Phytophthora captiosa* M.A. Dick & K. Dobbie, *Phytophthora fallax* K. Dobbie & M.A. Dick, *Phytophthora alticola* Maseko, Cout. & M.J. Wingf, *Phytophthora multivora* P.M. Scott et T. Jung (*Eucalyptus* spp.) (Dick vd., 2006; Maseko vd., 2007; Scott vd., 2009), *Phytophthora polonica* Belbahri, E. Moralejo, Calmin & Oszako (*Alnus glutinosa*) (Belbahri vd., 2006)'dir.

Phytophthora türlerinin bir kısmı, orman alanlarında, fidanlıklarda, park ve bahçelerde ciddi zararlara neden olan yabancı istilacı bitki patojenleri arasında anılmaktadır. Bunlardan en önemlileri, Kuzey Amerika'nın batısında yetişen Lawson yalancı servilerinde kök hastalığına neden olan *Phytophthora lateralis* Tucker & Milbrath, (1942), Kalifornia meşe ormanlarında ani meşe ölümlerine sebep olan *P. ramorum* ve birçok geniş yapraklı türün ölümüne yol açan *P. cinnamomi*'dir. Son yıllarda, çok sayıda *Phytophthora* türü tanımlanmıştır, bunların çoğu araştırmalar ve sörveyler sonucunda ormanlarda, yarı doğal ekosistemlerde (*P. alni* ve *P. polonica*) (Brasier vd., 2004; Belbahri vd., 2006) ya da fidanlıklarda tespit edilmiştir.

Phytophthora türlerinin oluşturduğu hastalık belirtileri, genellikle nemli, sıcaklığın 20°C' nin üzerinde olduğu koşullarda kendini göstermektedir (Tsao, 1990; Orlikowski ve Szkuta, 2002a,b,c, 2003, 2004, Cech, 2004; Orlikowski ve Szkuta, 2005). *Phytophthora* türlerinin yaşam döngüsünde suyun varlığı büyük önem taşıdığından, orman fidanlıkları, hastalık etmeninin iğne ve geniş yapraklı ağaç türlerindeki varlığının ve zararının belirlenmesi için en uygun alanlardır. Bu fidanlıklarda üretilerek, ağaçlandırma sahalarına taşınan fidanlar, hastalık etmenlerini de beraberlerinde taşıyacaklarından, önlemlerin erken evrede alınması ağaçlandırma çalışmalarının başarısı için mutlak gerekli görülmektedir.

Fidanlıkta yetişen bitki ve fidanlar, hem tarım alanlarına hem de orman alanlarına zarar veren *Phytophthora* ve benzeri patojenlere karşı oldukça hassastırlar. Tüm dünya genelinde geniş bir konukçu dizisine sahip olan bu patojenlerin, özellikle orman ağaçlarındaki zararının, patojenin tür çeşitliliğindeki artışına paralel olarak günden güne daha dikkat çekici olduğu görülmektedir (MacDonald vd., 1994; Themann vd., 2002; Jung ve Blaschke, 2004; Schwingle vd., 2007; Hong vd., 2008a,b; Jung, 2009; Moralejo vd., 2009; Yakabe vd., 2009; Hulvey vd., 2010; Goss vd., 2011). Bunun en önemli nedenleri arasında *Phytophthora* türleri ile bulaşık fidanların ulusal ve uluslararası yollarla taşınmasının önemli bir yeri olduğu bilinmektedir.

Phytophthora türlerinin Kuzey Pasifik'de orman fidanlıklarında oluşturduğu zarara yönelik ilk rapor, Hamm ve Hansen (1986) tarafından yayınlanmıştır. Araştırmada, Kuzeybatı Pasifik'de, çıplak köklü Douglas göknarı fidanlarından *Phytophthora pseudotsugae* Hamm & E.M. Hansen, *P. cinnamomi*, *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt., *P. cryptogea*, *P. drechsleri* ve *Phytophthora megasperma* Drechsler ilk kez izole edilmiştir. Avustralya'nın batısında yer alan 14 fidanlıkta yapılan bir başka çalışmada, 65 bitki taksonuna ait tüplü fidanlarda farklı *Phytophthora* spp.'nin varlığı ortaya konmuş ve *P. drechsleri*'nin izole edilen en yaygın tür olduğu belirtilmiştir (Hardy ve Sivasithampan, 1988). Finlandiya'da bulunan bazı orman fidanlıklarında yapılan araştırmalarda huş, sarıçam ve ladin fidanlarında kök çürüklüğü belirtileri gösteren

örneklerden *P. cactorum* izole edilmiş ve bu türün inokulasyon denemelerinde konukçu bitki üzerinde hastalık oluşturduğu tespit edilmiştir (Hantula vd.,1997; 2000).

Schwingle ve ark. (2007), Birleşik Devletleri'nin Minnesota Eyaletinde bulunan orman fidanlıklarında 16 odunsu bitki taksonlarında kök çürüklüğüne neden olan etmenleri belirlemek amacı ile yürüttükleri çalışmalarında, birçok konukçu tür için ilk rapor olan 8 farklı *Phytophthora* türü elde etmişlerdir. Çalışmada, izolatların, ITS bölgesi, β -tubulin ve mitochondrial coxI gen bölgeleri dizilenmiş ve izolatlar *Phytophthora cambivora* (Petri) Buisman, *Phytophthora citricola* Sawadave, *Phytophthora hedraiaandra* De Cock & Man in't Veld, *P. cactorum*, *P. citrophthora*, *P. megasperma*, *P. nicotianae* ve *Phytophthora pgchlamydo* olarak teşhis edilmiştir. Elde edilen *Phytophthora* türleri arasında, *P. cactorum*, *P. citricola* ve *P. citrophthora*'nın diğer türlere kıyasla daha yaygın türler olduğu bildirilmiştir.

ABD'nin Tennessee eyaletinde, 2004 ve 2005 yıllarında meşelerde ani ölümler görülmüş ve buna neden olan etmenin *P. ramorum* olduğu bildirilmiştir. Bunun üzerine söz konusu olan meşe ölümlerinin görüldüğü alanlara yakın fidanlıklarda *Phytophthora* türlerinin var olabileceği hipotezinden yola çıkarak bazı araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Donahoo ve Lamour, (2008) ilgili fidanlıklarda yaptıkları çalışmalarında, odunsu bitkilere ait fidanlarda ve süs bitkilerinde kök çürüklüğüne neden olan *Phytophthora* türlerinin teşhislerini, moleküler ve klasik yöntemlerle gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, önemli *Phytophthora* türlerinden; *Phytophthora palmivora* Butler., *Phytophthora tropicalis* Aragaki & J.Y. Uchida, *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae* odunsu bitkilerden, bu çalışmada ilk kez tanımlanan *Phytophthora foliorum* Donahoo & Lamour ise, tek yıllık olan süs bitkilerinden izole edilmiştir.

Polonya'da bir grup araştırmacı, 17 fidanlıkta geriye doğru ölümlere neden olan etmenler üzerine sörveyler ve incelemeler yapmışlardır. Sörveylerde, *Abies* sp., *Chamaecyparis lawsoniana*, *Calluna* sp., *Pinus* sp. ve *Rhododendron* sp.'unda içinde bulunduğu 194 hastalıklı fidan örneğinden, *P. cinnamomi*, *P. citricola* *P. cryptogea* türleri izole edilirken, *P. cinnamomi*'nin en sık rastlanan tür olduğu

tespit edilmiştir (Orlikowski vd., 1995). Yine aynı araştırmacı grubu, sekiz orman fidanlığında yaptıkları sörveylerde, *Abies alba* Mill., *Fagus sylvatica* L., *Picea abies* (L.) H.Karst. ve *Sorbus aucuaria* L. fidanlarının yeşil aksamında renk değişimleri, kök ve kök boğazındaki çürüklüğü tespit etmişler ve yaptıkları laboratuvar çalışmaları sonunda bu fidanlardan *Phytophthora plurivora* (T. Jung and T.I. Burgess) ve *P. cactorum* elde etmişlerdir (Orlikowski ve Ptaszek, 2010a,b).

Irmaklar ve kanallar, hem *Phytophthora* türleri için iyi birer yaşam alanı hem de bu türlerin yayılışında önemli rolü olan sucul alanlardır. Amerika ve Avrupa' da, bazı su kaynaklarının incelenmesi sonucunda; *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. capsici*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. lateralis*, *P. megasperma*, *P. nicotianae* var. *nicotianae*, *P. ramorum* ve *P. syringae'* nin de içinde bulunduğu 20 *Phytophthora* türünün varlığı bildirilmiştir (Fergusson ve Jeffers, 1999; Themann vd., 2002; Orlikowski, 2006).

Hong ve Moorman (2005), *Phytophthora* türlerinin özellikle tarımda ürün verimi üzerinde neden olduğu etkiye dikkat çekerek, bu türler ile bulaşık tarım alanlarına gelen su kaynaklarının etmenin yayılmasında önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Orlikowski ve Ptaszcck (2008), Polonya' da orman gülü yaprakları kullanarak, farklı dönemlerde 4 ırmak, 3 su deposu ve 3 su kanalında *Phytophthora* türlerinin varlığını belirlemeye çalışmışlardır. Bu su kaynaklarından *P. cactorum*, *P. cambivora* ve *P. cinnamomi* izole edilmiş ve bu türlerin özellikle su kaynaklarının yakınında bulunan fidanlıklarda bulunan ağaç türlerinde hastalık oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca hastalık için uygun çevre koşullarında *Phytophthora* türlerinin su aracılığıyla enfeksiyon oluşturmasının mümkün olacağı kanısına varılmıştır. Rytönen ve arkadaşları (2008) Finlandiya' da *Betula pendula* Roth. fidanlarında, *Phytophthora* türlerinin neden olduğu hastalık belirtileri üzerine, sulama suyunun enfeksiyon kaynağı olabilme olasılığını araştırmışlar ve sulama suyundan *P. cactorum'* u izole etmişlerdir. Yapılan moleküler analizler, sulama suyunun patojenin fidanlara hastalık taşımada önemli bir enfeksiyon kaynağı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Modern tanılama metotlarının gelişmesiyle *Phytophthora* cinsinin taksonomik çeşitliliği de artış göstermiştir. *Phytophthora* türleri arasında morfolojik karakterleri yönünden birbirine çok benzeyenler bulunmaktadır. Dolayısıyla, moleküler yöntemler teşhisi zor olan türlerin tanınmasını mümkün kılmıştır. Rastgele genomik fragmanların, mitokondrial DNA ve ribosomal DNA'nın çoğaltılması vb. yöntem ve analizler *Phytophthora* türlerinin tanısında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Brasier vd., 1999).

Çeşitli gen bölgelerinin çoğaltılması ile elde edilen DNA dizi bilgilerinin GenBank'ta yer alan diğer fungal ya da Pythiaceae funguslara ait DNA dizileri ile karşılaştırmak mümkündür. DNA'da yer alan spesifik bölgelerin dizin analizinin yapılması ile pek çok organizma için filogenetik çalışmalarda kullanılmaktadır (Cooke vd., 2005; Belbahri vd., 2006).

Fungal ve Pythiaceae etmenler için ITS (Internal Transcribed Spacers =Transkripsiyonu Yapılmayan Bölgeler) bölgelerinin amplifike edilmesi ile *Phytophthora*, *Pythium*, *Perenosclerospora*, bazı mikorizal ve pas fungusları gibi değişik fungus ve Oomiset gruplarında genetik varyasyonu ortaya koymak amacıyla kullanılan teknikler arasında yer almaktadır (White vd., 1990; Jung vd., 2003). PCR esaslı metotlar, çoğunlukla tekrarlı fragmanların, özellikle küçük alt birim olan ribosomal genlerin tekrarlı analizlerine dayanmaktadır. Aynı şekilde EF1- α ve 18S gen bölgeleri de tür içi korunmuş olmalarından ve türler arasında yüksek oranda çeşitlilik sağlamalarından ötürü özellikle Pythiaceae türlerin sınıflandırılmalarında ve tür tayinlerinde kullanılmaktadır (Brasier, 2003; Belbahri vd., 2006).

Jung ve Burgess (2009), farklı *Phytophthora* türlerinin tespiti amacıyla Avrupa'da hem orman alanlarında hem de orman fidanlıklarında yaptıkları büyük ölçekli çalışmalarında, 39 konukçuda, farklı *Phytophthora* türleri izole etmişler ve bu türlerin elde edildikleri konukçuları için ilk kayıt olduklarını bildirmişlerdir. Morfolojik teşhislerin yanı sıra, izolatlara ait genomik DNA örneklerinin ITS bölgelerinin dizilenmesi ile yaygın olarak izole edilen bir türün *Phytophthora citricola*, diğer türlerin ise *P. multivora* ve *P. plurivora* olduğunu

bildirmişlerdir. ITS bölgesinin sonuçlarının yeterli olmadığından yola çıkarak, bu izolatların ayrıca *cox 1* ve β -tubulin gen bölgeleri de çoğaltılarak teşhisleri kesinleştirilmiştir. Amerika- Tennessee eyaletinde bulunan fidanlıklarda gerçekleştirilen bir çalışmada ise, Hulvey vd., 2010, solgunluk belirtisi gözlenen fidan örneklerinden ve fidanlık yakınında bulunan nehirden tuzak yöntemi ile *Phytophthora* türlerine ait birçok izolat elde etmişlerdir.. Hastalık belirtisi gözlenen fidan örneklerinden toplamda 43 *Phytophthora* izolatı elde edilmiş ve bu izolatların, *P. citrophthora*, *P. citricola*, *P. nicotianae*, *P. syringae* türlerine ait olduğu morfolojik ve moleküler yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Fidanlık yakınındaki 8 nehirde yapılan tuzak sörveyinde ise toplamda 98 *Phytophthora* izolatı ile 45 *Pythium* türlerine ait izolat elde edilmiştir. Araştırmada, *P. citrophthora*, *P. citricola*, *P. irrigata* ve *Pythium litorale* türlerinin elde edilen en yaygın türler arasında yer aldığı bildirilmiştir.. Akarsu ve fidanlıklardan elde edilen izolatlar, AFLP (çoğaltılmış fragman uzunluğu poliformizm) ve mefenoxam tolerans analizi ile değerlendirilmiş ve sonuç olarak, akarsu ve fidanlık örneklerinden yaygın olarak elde edilen *P. cactorum* 'un daha önceden de var olan bir tür olduğu, herhangi bir kaynaktan fidanlık ve akarsuya taşınmadığı belirtmişlerdir. Finlandiya orman fidanlıklarındaki *Phytophthora* türleri ve bu türlerin fidanlıklardaki risk değerlendirilmelerinin yapıldığı bir çalışmada, orman fidanlıklarındaki toprak ve su örneklerinden *P. cactorum*, *P. ramorum*, *P. plurivora* ve *P. pini* sıkça izole edilmiştir. Bu çalışmada DGGE-PCR yöntemi ile *Phytophthora* türlerinin doğrudan bitki dokusundan izolasyonu ve teşhisi gerçekleştirilerek başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Rytkönen, 2011).

Orman fidanlıklarında en sık rastlanan bir diğer Phytiaceous tür *Pythium* spp., bitkilerde çoğunlukla çökertene neden olmakla beraber, bazı türleri daha ileri yaşta fidanlarda kök çürüklüğüne yol açmaktadır. Tüm dünyada yaygın ve geniş bir konukçu dizisine sahip olan toprak kaynaklı saprofit ve patojen türler bu cins içerisinde yer alır (Stanghellini, 1974). *Pythium* da *Phytophthora* da olduğu gibi, suyun bulunduğu ortamlarda sıklıkla rastlanan türleri içermektedir.

Pythium cinsi ilk olarak Pringsheim tarafından tanımlanmış, daha sonra Schroter tarafından bu cins, Oomycetes sınıfı içindeki Peronosporales takımına

dahil edilmiştir. *Pythium* türleri ılık ve nemli alanları sevdiğinden, bu koşullara sahip sera ve fidanlıklarda ciddi boyuttaki zararlara neden olmaktadır (Agrios, 1988).

Pythium kök çürüklüğü genellikle genç ya da sukkulent dokularda, yaşça büyük bitkilerde, kök uçlarında ya da yan köklerde bulunmaktadır. Olgun, ligninleşmiş dokular nadiren etkilenmektedir. Enfeksiyon sonucunda, kök sistem gelişiminde zayıflama, sürgünlerin kıvrılması ve kloroz görülmektedir. Çok sayıdaki hastalıklı fidanlar, boy bakımından standartlara uygun olmamaktadır. Toprak ve yetiştirme ortamı nem seviyesi gibi birçok faktörün etkisi ile enfeksiyon kök boğazının hemen altında meydana gelmektedir. Patojen, kök uçlarından giriş yaparak, genç hücrelerin olduğu kısımlarda üremekte ve kılcal köklerin hızlı bir şekilde ölmesine sebep olmaktadır.

Pythium türleri, toprak altında veya organik madde üzerinde saprofit olarak, oospor adı verilen kalın duvarlı dinlenme sporu olarak da adlandırılan yapıları ile uzun süre canlılığını devam ettirebilmektedir. Zoospor ve sporangia kısa sürede hayatta kalmalarını ve enfeksiyonu başlatmalarında aktif rol oynarken, uzun süreli periyotlar için oosporlar etkili olmaktadır (Vaartaja ve Bumbieris, 1964).

Fidanlık koşulları, fidan üretim şekilleri ve diğer abiyotik faktörler *Pythium* türlerinin yayılmasında önemli bir rol oynar. Fidanlıklarda yapılan çalışmalarda *Pythium* türlerinin kök çürüklüğünden daha çok çökertene sebep olduğu belirlenmiştir. Ancak birkaç çalışmada kök çürüklüğü belirtisi gösteren fidanların köklerinden ve topraklarından yapılan izolasyonlar sonucunda *Pythium* türlerinin varlığından söz edilmektedir.

Vaartaja ve Bumbieris (1964), Güney Avustralya'da bulunan 16 orman fidanlığı, 1 süs bitkisi fidanlığı ve doğal çam ormanından aldıkları toprak örneklerinden yaptıkları izolasyonlar sonucunda yaygın olarak, *Pythium ultimum* Trow, *Pythium paroecandrum* Drechsler, *Pythium rostratum* Butler, *Pythium iwayamai* Ito, *Pythium oligandrum* Drechsler, *Pythium acanthicum* Drechsler ve *Pythium*

echinulatum Matthews türlerini elde ettiklerini bildirmişlerdir. Hendrix ve Campbell, (1968), Güneydoğu Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan orman fidanlıklarında *Pinus echinata* Mill., *Pinus elliottii* Engelm ve *Pinus taeda* L. türlerine ait fidanlardan, *Pythium irregulare-debaryanum* Buisman, *Pythium sylvaticum* W.A. Campb. & F.F. Hendrix, *Pythium spinosum* Sawada, *Pythium helicoides* ve *Pythium splendens* Hans Braun izole etmişlerdir. Elde edilen izolaların hastalık oluşturup oluşturmadığını test etmek amacıyla, aynı konukçulara inokule etmişler ve sonuç olarak da bu türlerin test edilen fidanlarda çıkış sonrası çökertene ve kök çürüklüğüne neden olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacı, Kanada'nın Ontario eyaletinde bulunan orman fidanlıklarında yetiştirilen çam türünden alınan 17 toprak örneğinden 16'sının *Pythium* ile bulaşık olduğunu tespit etmiştir. Toprak örneklerinde, *P. irregulare*'nin en baskın tür olduğu ve bu türü izole edilme oranlarına göre, *P. rostratum*, *P. ultimum* ve *P. oligandrum*'un izlediği bildirilmiştir (Vaartaja, 1968).

Orman fidanlıklarında kök çürüklüğüne neden olduğu bilinen ve son yıllarda yaygın olarak tespit edilen fungal etmen *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten (syn: *Ilyonectria radicolica* (Gerlach & L. Nilsson) P. Chaverri & C. Salgado, in Chaverri, Salgado, Hirooka, Rossman & Samuels) olup, özellikle çam, ladin, sedir, göknar, ardıç ve melez türlerinde kayıplara yol açmaktadır. Söz konusu kök çürüklüğü, Ascomycota şubesi Nectriaceae familyasında yer alan *Cylindrocarpon* türleri tarafından meydana oluşturulmaktadır. Hastalık etmeni ilk kez 1963 yılında, British Columbia Campbell nehri yakınlarında bulunan orman fidanlığındaki Douglas göknarı köklerinde tespit edilmiştir. *Cylindrocarpon* cinsi, bitkilerin köklerinden sıkça izole edilen türleri kapsamaktadır. *Cylindrocarpon* spp., toprak altında birçok otsu ve odunsu bitkilerin köklerinde saprofit ya da zayıf patojen olarak bulunmaktadır. Fungusun toprak içerisinde gelişimi ve yayılımı miselleri sayesinde olur. Bunun yanında, clamidosporlar ve conidiosporlarını da toprakta oluşturur. Fungusun topraktaki diğer mikroorganizmalarla rekabet yeteneği yüksektir. Sporları hızlı bir şekilde çimlenme kabiliyetindedir. Bu özellikleri nedeniyle, toprak altında kılcal kökleri ve yeni gelişmekte olan kütinleşmemiş kök dokularını enfekte eden öncü türler arasında yer alır. *Cylindrocarpon* sp. alkali karakterdeki

topraklarda daha yaygın olarak bulunmaktadır (Brayford vd., 2004; Crosby vd., 2010).

Tarım bitkilerine daha çok zarar yaptığı bilinen *Cylindrocarpon* türleri, yapılan bazı araştırmalarda orman fidanlıklarında yetiştirilen orman ağaçlarında da tespit edilmiştir. Crosby ve ark. (2010) Washington'daki bazı orman fidanlıklarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, *Fusarium oxysporum* ve *Cylindrocarpon destructans* türlerinin Douglas göknarları fidanlarında yaygın olarak bulunduğu ve bu fidanlarda kök çürüklüğüne neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu iki hastalık etmeninin kontrol altına alınmaması durumunda fidanlıklarda ciddi fidan kayıplarına yol açacağını ortaya koymuşlardır.

Cylindrocarpon destructans' in Türkiye'de ilk kez Adana ve çevresinde yer alan orman fidanlıklarında üretilen *Thuja occidentalis* L. (mazi) ve *Cupressus sempervirens* L. (servi) fidanlarında şiddetli kök çürüklüğüne neden olduğu tespit edilmiştir (Kurt, 2011). Fungusun hastalık oluşturup oluşturmadığını kontrol etmek amacıyla izole edildikleri konukçu türlere ait fidanlara inokule etmiştir. Sonuç olarak, mazi ve servi fidanlarında kök çürüklüğünü meydana getiren etmenin *C. destructans* olduğu ortaya koyulmuştur. Kuzey Pasifik'te ekonomik değeri olan duglas göknarının çok miktarda üretimi yapıldığı üç orman fidanlığında yapılan bir çalışmada, bir *Cylindrocarpon* türünün fidanların büyüme dönemlerinde kök çürüklüğüne neden olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada *in vitro* koşullarda sıcaklığın miselyal gelişimi üzerindeki etkisi ve dört farklı fungusitin hastalık üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Hastalıklı Douglas göknarı fidanlarının köklerinden izole edilen *Cylindrocarpon* türleri, rDNA' nın ITS bölgeleri dizilenmesi ile tanılanmış ve sonuç olarak da *C. destructans*, *C. liriodendri* ve *C. pauciseptatum* türlerinin var olduğu belirlenmiştir. Çalışılan üç fidanlıkta, *C. destructans*' in kök çürüklüğü hastalığına neden olan en baskın tür olduğu belirtilmiştir (Khorasani, 2013).

Dünyada konifer ağaç türlerinin fidanlarında görülen yaygın diğer önemli bir kök hastalığı ise, *Fusarium* kök çürüklüğüdür (Bloomberg, 1981; Smith 1975; Couteaudier ve Alabouvette, 1981). *Fusarium* kök çürüklüğünün yeşil aksamda

oluşturduğu belirtiler oldukça değişkendir. Sürgünlerde ve ibrelerde görülen kloroz dağınık bir gelişim sergiler. İlerleyen dönemlerde renk değişikliğinin beraberinde ibrelerde sarkma ve kurumalar gözlenmektedir. Etkilenen sürgün uçları baston şeklinde kıvrılmaktadır. Hastalıklı kök sisteminde yan köklerin sayısının azaldığı, kalan köklerin de renginin koyulaştığı, şişkinleştiği bunun sonucunda da kökün sağlığını kaybettiği görülmektedir (Landis, 1989; Kim vd., 2011). Hastalıktan etkilenen köklerin dokunulduğunda kabuk ve korteks dokusunun kolayca birbirinden ayrıldığı ve koyu renkli kambiyum dokusunun ortaya çıktığı izlenmektedir. Enfekteli fidanın ölmeden önce, yeşil aksamı kırmızımsı kahverengine dönüşmektedir. Bu hastalık genellikle ölümcül olmakta ancak bazı durumlarda sadece ana köklere zarar vermektedir.

Bu hastalığın teşhisinde en önemli işaret, fidanın gövdesinde “sporodochia” adı verilen ve içerisinde sarı-turuncu orak biçiminde, çok hücreli spor kütlelerini içeren fungal yapıların oluşmasıdır (Landis, 1976; James, 1985a,b,c). Patojen, kökte ya da organik madde üzerinde clamidosporları yardımıyla kışı geçirebilmektedir.

Orman ağacı fidanlarında kök çürüklüğüne neden olan birçok *Fusarium* türü tespit edilmiştir. Bunlardan en yaygın olanları; *Fusarium oxysporum* E.F. Sm. & Swingle (Graham ve Linderman, 1983), *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (James, 1983; Landis, 1976), *Fusarium moniliforme* J. Sheld ve *Fusarium avenaceum* R.J. Cook. (James, 1985a) 'dır.

Ladin, göknar, çam, melez gibi birçok iğne yapraklı ağaç fidanlarının yukarıda belirtilen *Fusarium* türlerine karşı hassas oldukları bilinmektedir. Yüksek sıcaklık ve kuraklık, fidanları hastalık etmenine karşı predispoze eden stres faktörleri arasında yer alır. Bu koşullar altında hastalık normalden daha hızlı seyreder. Bunun yanı sıra, fungusun çıplak köklülere nazaran, tüplü fidanlarda daha ciddi zarara yol açtığı bilinmektedir (Landis, 1989). Bunun nedeninin, tüplü fidanların sıcaklığı daha iyi muhafaza etmesinden kaynaklanacağı belirtilmektedir. Bu hipotezi açıklar nitelikteki bir çalışma, Landis (1989) tarafından ABD’de bulunan fidanlıklarda yetiştirilen çam ve Douglas göknarı

tüplü fidanları üzerine yapılmıştır. Çam ve duglas göknarı fidanlarında görülen kök çürüklüğüne neden olan etmenleri arasında, *Fusarium oxysporum* ve *F. solani*' nin bulunduğunu ve bunların özellikle çıplak köklü fidanlara kıyasla tüplü fidanlarda daha yaygın olarak izole edildiğini ortaya koymuştur. Yine konifer türlerinden olan ve kök çürüklüğü hastalığı belirtisi gözlenen *Pinus strobus* L. ve *Pinus sylvestris* L. fidanları köklerinden yoğun olarak *Fusarium oxysporum*, *F. acuminatum* Ellis & Everhart. Section, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc., *Fusarium proliferatum* (T.Matsushima) Nirenberg, *F. sambucinum*, *F. solani* ve *Fusarium sporotrichioides* Sherb. ve *R. solani* izole edilmiştir (Sarhan vd., 1989; Ocamb ve Juzwik, 1995).

Mısır'da orman fidanlıklarında yapılan bir araştırmada, fidanlıklarda tespit edilen hastalıklar; çökerten, yaprak lekeleri, küllemeler ve kök hastalıkları olarak gruplandırmıştır. Birçok bitki türünde, en önemli hastalık grubunun çökerten olduğunu ve bu hastalığı *F. solani*'nin meydana getirdiği bildirilmiştir.

F. solani' nin *Populus* sp. ve *Pinus* ssp. fidanlarından izole edildiğini belirterek, bu konukçularda patojen olduğunu inokulasyon testleri ile ortaya koyulmuştur (El-Settawy, 1999). Amerika'nın Rocky Dağlar'ında yer alan orman fidanlığında üretilen konifer fidanlarında hastalık yapan *Fusarium* türlerinin tespiti üzerine yapılan bir çalışmada, *F. oxysporum* ve *F. proliferatum*' un, üretimi yapılan koniferlerde patojen olduğunu bildirilmiştir. Elde edilen diğer bir *Fusarium* türü olan, *Fusarium sporotrichioides*' (autor) in ise, hem hastalıklı hem de sağlıklı fidanlardan izole edildiğini belirtilmiştir. Çalışmanın tüm sonuçları değerlendirildiğinde, *Fusarium* türlerinin tüplü fidanlarda çıplak köklü fidanlara kıyasla daha yaygın olduğu tespit edilmiştir (James ve Perez, 1999).

Dick ve Dobbie (2002), Yeni Zelanda' da *Fusarium* türlerinin çam fidanlarında yaygın olarak çökerten ve fidelerde kök ve kök boğazı bozukluklarına yol açtığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*' nin neden olduğu çam reçine kanserinin *Pinus radiata* (D. Don) plantasyonlarında görülmesinden sonra diğer hastalık etmenlerinin de araştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çıplak köklü yetiştirilen *P. radiata* fidanlıklarında en yaygın

olarak *Fusarium oxysporum* elde edilmiş, *F. solani* ise sadece bazı fidanlıklarda saptanmıştır. Yapılan araştırma, orman fidanlıklarında hastalık belirtileri ile birkaç farklı *Fusarium* türlerinin ilişkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır.

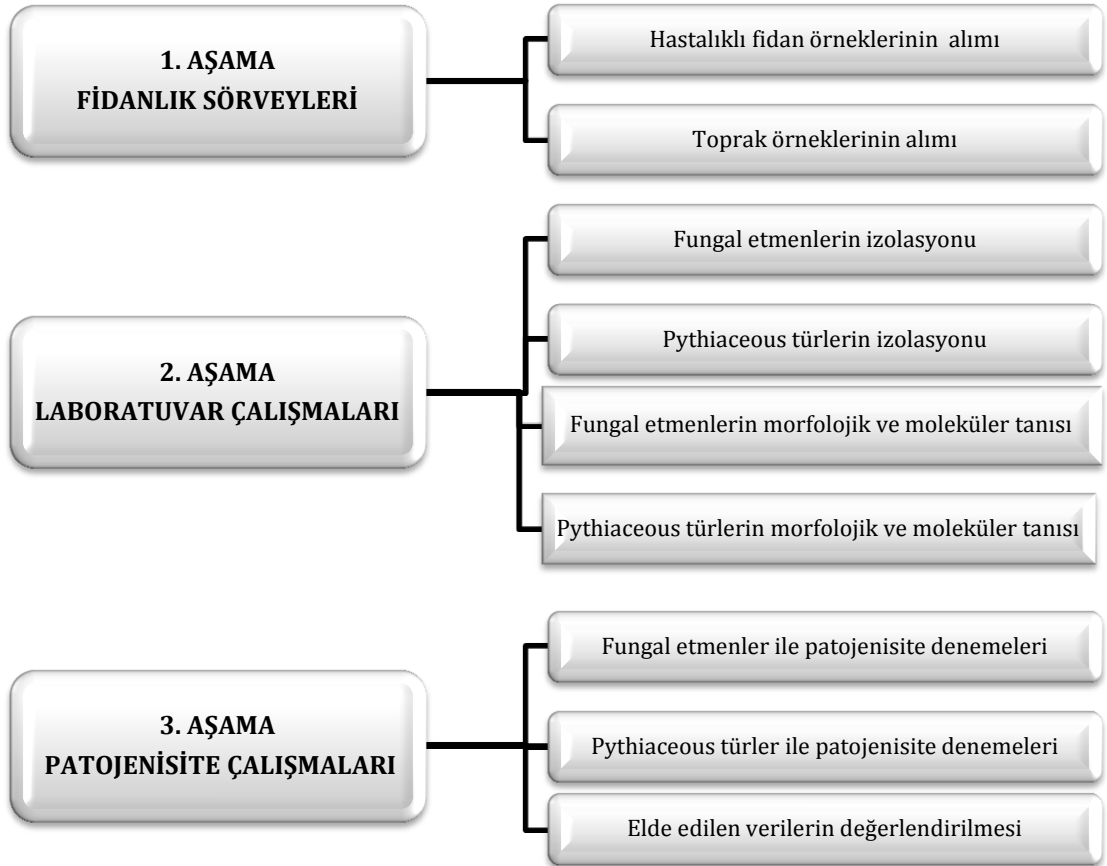
Kaynak özetlerine bakıldığında Türkiye’de dahil olmak üzere tüm Dünya’da orman fidanlıklarında kök çürüklüğüne neden olan fungal ve Pythiaceous türler ile ilgili çalışmaların tarım alanlarında yapılanlara nazaran daha az olduğu görülmektedir.

Bu çalışma ile ilk kez, Türkiye’nin batısında yer alan ve ağaçlandırma çalışmaları için önem arz eden 8 orman fidanlığında, geniş yapraklı ve ibrelili ağaç fidanlarında kök çürüklüğüne neden olan ökaryot patojenler (fungal ve Pythiaceous türleri), hastalıklı bitki ve toprakları esas alınarak incelemeye alınarak, bu türlerin varlığı açısından araştırılmıştır. İzole edilen fungal ve Pythiaceous türlerinin teşhisi, klasik ve moleküler yöntemler yardımıyla gerçekleştirilmiş ve elde edilen türlerin patojenisiteleri kendi konukçuları üzerinde incelenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini Türkiye'nin batısında yer alan 8 adet orman fidanlığında yetiştirilen iğne ve geniş yapraklı fidanlar ve bu fidanlarda kök çürüklüğüne neden olan fungal ve Pythiaceous hastalık etmenleri oluşturmaktadır.

Araştırmalar, aşağıda verilen temel aşamalar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu aşamaların gerçekleştirilmesinde izlenen adımlar, kullanılan materyal ve yöntemler, ilgili bölümlerde açıklanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma aşamaları

3.1. Sörveylerin Gerçekleştirildiği Orman Fidanlıklarının Tanıtımı

Sörveyler, Türkiye'nin batısında yer alan, İzmir-Torbalı, Denizli-Karahasanlı, Muğla-Gökova, Isparta-Eğirdir, Antalya-Elmalı, Eskişehir, Sakarya-Hendek ve Bursa olmak üzere Orman Genel Müdürlüğüne bağlı 8 orman fidanlığında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sörveylerin yapıldığı orman fidanlıkları

Bu fidanlıkların toplam alanı 571,1 ha olup, yıllık 61.039.365 adet iğne yapraklı ve geniş yapraklı türe ait fidan üretilmektedir.

3.1.1. İzmir-Torbalı Orman Fidanlığı

Torbalı Fidanlık Mühendisliği 1959 yılında kurulmuştur. Toplam yüzölçümü 670.050 m²'dir. İbrelili fidan üretim alanı; 34.330 m² olup, yapraklı fidan üretim alanı ise, 12.166 m² dir.

3.1.2. Denizli-Karahasanlı Orman Fidanlığı

Denizli Orman Fidanlık Müdürlüğü, Karahasanlı ve Gökpınar Fidanlığı'ndan oluşan Denizli Fidanlık Şefliği ile Uşak Evrendede Fidanlık Şefliği'nden oluşmaktadır. Karahasanlı Fidanlığı 1985 yılında kurulmuştur. Denizden 450 m yükseklikte, kuzeybatı bakıda, il merkezine 10 km uzaklıktadır. Genel alanı 37.27 hektardır. Yıllık Kapasitesi 10.000.000 adet olup, 150.000 adet kaplı fidan,

2.500.000 adet enso kaplı, 7.350.000 adet çıplak köklü fidan üretim kapasitesine sahiptir.

3.1.3. Muğla-Gökova Orman Fidanlığı

Muğla-Gökova Orman Fidanlığı 1981 yılında kurulmuştur. Toplam yüzölçümü 57,39 ha olmakla birlikte yıllık üretim kapasitesi, 9.500.000 adettir. Fidanlıkta ağırlıklı olarak kızılçam, fıstıkçamı, okaliptus, yapraklı ve süs bitkisi üretilmektedir.

3.1.4. Isparta-Eğirdir Orman Fidanlığı

Isparta-Eğirdir Fidanlık Mühendisliği 1962 yılında kurulmuştur. Toplam yüzölçümü 20,0 ha olmakla birlikte, yıllık üretim kapasitesi 7.200.000 adet/yıl'dır. Fidanlıkta ağırlıklı olarak sedir, karaçam, ardıç fidanları ile yapraklı fidanlar üretilmektedir.

3.1.5. Antalya-Elmalı Orman Fidanlığı

Antalya Fidanlık Mühendisliği 1964 yılında kurulmuştur. Toplam yüzölçümü 17,3 ha olmakla birlikte, yıllık üretim kapasitesi 8.000.000 adet/yıl'dır. Fidanlıkta ağırlıklı olarak kızılçam, ve sedir fidanları üretilmektedir.

3.1.6. Eskişehir Orman Fidanlığı

Eskişehir Fidanlık Mühendisliği 1937 yılında kurulmuştur. Toplam yüzölçümü 176,26 ha olmakla birlikte, yıllık üretim kapasitesi 15.650.000 adet/yıl'dır. Fidanlıkta ağırlıklı olarak kaplı, karaçam, sarıçam, sedir fidanları ile yapraklı fidanlar üretilmektedir.

3.1.7. Adapazarı-Hendek Orman Fidanlığı

Adapazarı- Hendek Fidanlık Mühendisliği 1965 yılında kurulmuştur. Toplam yüzölçümü 80,0 ha olmakla birlikte, yıllık üretim kapasitesi, 19.290.000

adet/yıl'dır. Fidanlıkta ağırlıklı olarak fıstıkçanı, kayın, Y. Akasya fidanları ile diğer yapraklı, ibreli ve süs bitkisi fidanları üretilmektedir.

3.1.8. Bursa Orman Fidanlığı

Bursa Fidanlık Mühendisliği 1964 yılında kurulmuştur. Toplam yüzölçümü 21,28 ha olmakla birlikte, yıllık üretim kapasitesi, 1.800.000 adet/yıl'dır. Fidanlıkta ağırlıklı olarak fıstıkçanı, yapraklı fidanlar ile süs bitkisi üretilmektedir (Çizelge 3.1).



Şekil 3.3. Sörvey çalışmalarının gerçekleştirildiği orman fidanlıklarından görünüm a. Denizli-Karahasanlı Orman Fidanlığı, b. Antalya Orman Fidanlığı, c. Bursa Orman Fidanlığı, d. Eğirdir Orman Fidanlığı.

3.2. Arazi Çalışmaları

3.2.1. Hastalıklı fidan örneklerinin alımı

Hastalık sörveyine ilişkin çalışmalar, tez kapsamındaki orman fidanlıklarında, gerçekleştirilmiştir. Fidanlık sörveylerinde fungal ve Pythiaceae türleri ile enfekteli olduğu düşünülen çıplak köklü ve tüplü 296 adet bitki (Çizelge 3.2) toplanarak laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.3). Söz konusu her fidanlıkta belirti gösteren fidanlar örneklenmiştir.



Şekil 3.4. Sörvey çalışmaları sırasında toplanan fidan örnekleri

3.2.2. Toprak örneklerinin alınması

Hastalık sörveyine ilişkin çalışmalar, çalışma alanına giren orman fidanlıklarında, toprağın ağır ve nemli olduğu kısımlarından, toprak örneklerinin alınması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Fidan yastıklarından toprak örnekleri alınırken, fidan yastıkları her 50 m' de bölmelere ayrılarak, 10'ar m' lik aralıklarla 5 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri 2,5 cm çapında, 10x15 cm uzunluğundaki metal silindirler yardımıyla alınarak, iyice karıştırılmış ve o bölmeyi temsil edecek miktarda toprak örneği ayrılmıştır. Hastalık belirtisi gösteren tüplü fidan örneklerine ait topraklardan da izolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Toprak örnekleri plastik torbalar içerisinde, buz kutusunda laboratuara getirilmiştir. Toprak örneği almada kullanılan metal el küreği her kullanımdan sonra, %96'lık ethanol ile yüzeysel olarak temizlenmiştir.

Çizelge 3.1. Örnek alınan fidanların fidanlıklara göre dağılımı ve adedi

Sörvey yapılan orman fidanlığı	Örnek alınan fidan türleri	Örnek alınan fidan adedi (hastalık belirtisi taşıyan)	Toprak örneği adedi
İzmir- Torbalı	<i>Laurus nobilis</i> L. (Akdeniz defnesi)	10	4
	<i>Thuja orientalis</i> L. (Doğu mazısı)	5	3
	<i>Thuja orientalis</i> var. <i>pyramidalis</i> Aurea	7	4
	<i>Quercus suber</i> L. (Mantar meşesi)	2	2
	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don (Himalaya sediri)	5	2
	<i>Cedrus libani</i> (Toros sediri)	2	2
Denizli- Karahasanlı	<i>Pinus brutia</i> Ten. (Kızılçam)	16	3
	<i>Pinus nigra</i> Arn.(Karaçam)	8	3
	<i>Castanea sativa</i> (Anadolu kestanesi)	5	3
	<i>Abies cilicica</i> (Toros göknarı)	10	4
	<i>Cedrus libani</i> (Toros sediri)	9	2
Muğla-Gökova	<i>Cupressus sempervirens</i> L. (Servi)	10	2
	<i>Buxus sempervirens</i> L. (Adi şimşir)	7	5
	<i>Thuja orientalis</i> (Doğu mazısı)	8	4
	<i>Pinus brutia</i> (Karaçam)	10	3
Isparta- Eğirdir	<i>Juniperus excelsa</i> (Boylu ardıç)	18	5
	<i>Cedrus libani</i> A. Rich. (Toros sediri)	12	5
	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam)	12	5
	<i>Platanus orientalis</i> (Doğu çınarı)	4	2
	<i>Thuja occidentalis</i> L. (Batı mazısı)	3	1
Antalya	<i>Cedrus libani</i> (Toros sediri)	24	7
	<i>Pinus brutia</i> (Kızılçam)	12	8
Eskişehir	<i>Pinus sylvestris</i> L. (Sarıçam)	16	4
	<i>Platanus orientalis</i> L. (Doğu Çınarı)	5	3
	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam)	12	5
	<i>Quercus robur</i> L. (Saplı meşe)	6	2
Adapazarı- Hendek	<i>Abies bornmülleri</i> ana Mattf. (Uludağ göknarı)	8	2
	<i>Buxus sempervirens</i> (Adi şimşir)	26	3
	<i>Thuja orientalis</i> (Doğu mazısı)	2	5
Bursa	<i>Thuja orientalis</i> (Doğu mazısı)	8	3
	<i>Abies bornmülleri</i> ana (Uludağ göknarı)	10	2
	<i>Castanea sativa</i> (Anadolu kestanesi)	6	2
Toplam		296	105

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Orman Botanigi Anabilim Dalı Dendroloji ve Moleküler Biyoloji Laboratuvarlarında ve iklim odasında gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları aşamasında, fidanlıklardan toplanan tüplü ve çıplak köklü fidan örneklerinin köklerinden fungal kökenli kök çürüklüğü etmenlerinin

izolasyonu ve teşhisi gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları, izolasyon, morfolojik ve moleküler tanı aşamalarından oluşturmaktadır (Şekil 3.1).

Sörveylerin gerçekleştirildiği fidanlıklardan getirilen hastalıklı fidanlardan ve toprak örneklerinden patojen mikroorganizmaların izolasyonu ve tanınmaları için çeşitli laboratuvar malzemeleri (petri kabı, beher, erlen, lam, lamel, cam tüp, pipet, piset, kurutma kağıdı, bisturi, mantar delici), kimyasallar (sodyum hipoklorit, etanol, penicilin, streptomycine) ve patojen mikroorganizmaları kültüre almak için çeşitli besiyerleri (Patates Dektroz agar, Havuç agar, Malt-extract, PARPNH ve Mısır unu agar) kullanılmıştır. Çizelge 3.3'de verilen besiyerleri distile suda eritildikten sonra otoklavda 121 °C'de 15 dakika boyunca sterilize edilmiş, 90 mm çapındaki petri kaplarına dökülerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Araştırmada antibakteriyel madde olarak streptomycin kullanılmıştır. Bu madde ticari olarak streptomycine sülfat adıyla, kullanıma hazırdır.

Patojen izolasyonları sonrası fungal ve Pythicaeous türlerin mikroskopik tanısı ve görüntülenmesi amacıyla lam, lamel, preparat sıvıları (lactophenol), ışık mikroskobu, oküler objektif mikro metre, floresan ışık mikroskobu ve dijital fotoğraf makinesi ve kültürlerin sonraki çalışmalar için saklanması amacıyla cam tüpler ve +4 °C buzdolabı kullanılan materyaller olmuştur.

Çizelge 3.2. İzolasyon ve morfolojik karakterizasyon işlemlerinde kullanılan besiyerleri ve içerikleri

Besin ortamı	İçeriği
PARPNH ortamı	Malt extract agar 0,25 mg Pimaricin 50 mg Nystatin 100 mg Ampicillin 1000 ml distile su
PDA(Patates DextroseAgar)	39 g PDA 1000 ml distile su
PCA (Patates-Havuç Agar)	20 gr havuç 15 gr patates 15 gr agar 1000 ml distile su
PDB (Patates-Dekstroz-Broth)	20gr PDB 1000 ml distile su
CMA (Mısır unu Agar)	20 gr mısır unu 20 gr agar agar 1000 ml distile su
CA (Carrot agar)	20 gr havuç 20 gr Agar agar 1000 ml distile su

3.3.1. Hastalıklı fidanların köklerinden fungal etmenlerin izolasyonu

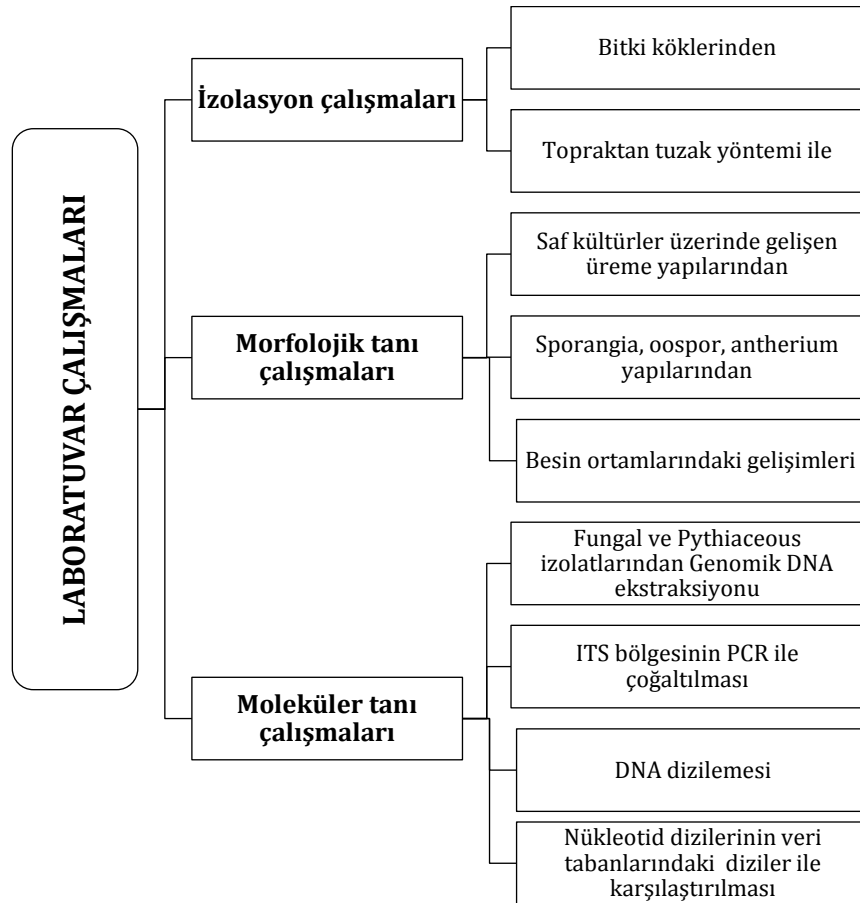
Fidanlık sörveylerinin ardından laboratuvara getirilen hastalıklı fidan örnekleri, öncelikle izolasyon çalışmasına tabi tutulmuştur. Hastalıklı bitki örneklerinden izolasyonlar yapılırken, belirtinin gözlemlendiği sağlıklı ve hastalıklı kısımları içeren bir doku parçası %70'lik ethanol ile temizlendikten sonra içinde PDA besi ortamları bulunan petri kaplarına aktarılmıştır. Petrilere aktarılan her bir doku parçası numaralandırılarak, düzenli aralıklarla kontrol edilmiş ve gelişen koloniler PDA besin ortamına aktarılarak, saflaştırılmıştır.

3.3.2. Hastalıklı fidanların köklerinden elde edilen fungal etmenlerin morfolojik tanısı

Fungal izolatların morfolojik teşhislerinde, elde edilen saf kültürlerin besin ortamındaki gelişimleri, koloni morfolojileri, eşeyli ve eşeysiz sporlarının boyutu, şekillerine bakılarak değerlendirilmesi sonucunda gerçekleştirilmiştir (Hawksworth ve Talboys, 1970; Sneh vd., 1991; Leslie ve Summerell, 2006; Inderbitzin vd., 2011).

3.3.3. Toprak örneklerinden Pythiaceous (*Phytophthora* ve *Pythium* spp.) türlerinin izolasyonu

Toprak örnekleri, 500 gr'lık küvetler içine 100 gr toprak örneği koyularak üzeri 500 ml distile su ile kaplanmış ve yaklaşık 15 dk beklenmiştir. Su yüzeyine çıkan atıklar peçete yardımıyla toplanarak, su berraklaşana kadar bu işleme devam edilmiştir. Tuzak olarak, 3'er adet orman gülü (*Rhododendron ponticum*) açelya (*Rhododendron simsii*) ve mantar meşesi (*Quercus suber*) yaprakları, ayaları suya temas edecek şekilde küvetlere yerleştirilmiştir. Toprak ve su üzerindeki bu yapraklar 18 °C' de 4-7 gün inkube edilmiş ve her gün kontrol edilmiştir. Üzerinde lezyon oluşumu gözlenen yapraklar en fazla 4 mm' lik parçalar halinde kesilerek içerisinde PARPNH bulunan petri kaplarında 18 °C'de inkube edilmiştir. Ekilen her bir parça her gün düzenli olarak kontrol edilmiş ve koloni gelişimi görülen kısımlar içinde CA besi ortamı bulunan petri kaplarına saflaştırılmıştır (Jung vd., 1996).



Şekil 3.5. Laboratuvar çalışmalarının ana basamakları

3.3.4. Toprak örneklerinden elde edilen Pythiaceous (*Phytophthora* ve *Pythium* spp.) türlerinin morfolojik tanısı

Toprak örneklerinden izole edilen izolatları PDA, CA ve CMA gibi farklı besin ortamında 20 °C' de günlük gelişme hız ve özelliklerinden, oogonium, oospor antheridium, sporangium ve zoospor özelliklerinden faydalanmak suretiyle teşhis edilmişlerdir.

Türlerin eşeyli ve eşeysiz üreme yapılarının incelenmesi amacıyla su kültürü hazırlanmıştır. Su kültürü hazırlanması işleminde, CA besi ortamında gelişen izolatlar kullanılmıştır. Buradan alınan agarlı hif parçaları, içerisinde 5 ml toprak ekstraktı bulunan steril cam petrilere koyulmuştur. Bu yöntemde kullanılan toprak ekstraktı için; 1 litre saf suya 15 gram toprak karıştırılarak 1 gün çalkalanmaya bırakılmıştır. Petri kapları, 20 °C' de üç gün inkübasyona bırakılmıştır. Kültürlere 10x10' luk mikroskop büyütmesinde bakılarak eşeyli ve eşeysiz yapıları incelenmiştir.

İzolatların teşhisinde kullanılan kriterler şunlardır:

A. Eşeysiz yapıları

A1. Sporangium

- 1.Papilla varlığı: Papillalı, yarım papillalı ve papillasız
2. Çıkış deliğinin büyüklüğü: Dar çıkış deliği, orta genişlikte ve geniş çıkış deliği
3. Şekli: Küremsi, elipsoid, ovoid, limoniform, obpyriform
4. Pozisyonu: Intercalary (sporangiofor ortasında) ve terminal (sporangiofor ucunda)
5. Caducity özelliğine göre: Caducous (sporangiofordan kendiliğinden kopan) ve noncaducous

B. Eşeyli yapıları

B1. Oogonium özellikleri:

1. Oogoniumların hiflerin uç kısmında oluşu: Terminal
2. Oogoniumların hiflerin orta kısmında oluşu: Intercalar

B2. Oogonium duvarının özellikleri:

- 1.Düz duvarlı
- 2.Dalgalı duvarlı

B3. Antheridium özellikleri:

1. Oogoniumla aynı hif üzerinde oluşu: Monoclinous
2. Oogoniumdan farklı bir hifin üzerinde oluşu: Diclinous
3. Oogoniumun hemen dibinde oluşu: Yakın monoclinous
4. Oogonium sapı içinde oluşu: Hypogynous
5. Antheridium'un oogonium'a yandan temas etmesi: Lateral
6. Antheridium'un oogonium'a uçtan temas etmesi: Apical
7. Antheridium'un oogonium'a geniş bir şekilde temas etmesi: Campanulate

B4. Oosporun özellikleri:

1. Oospor oogonium hacminin %60-65'den daha fazlasını kaplıyorsa: Plerotic
2. Oospor oogonium hacminin %60-65'den daha azını kaplıyorsa: Aplerotic

Aplerotik indeks hesaplanması için 20 adet oogonium ölçümü yapılmıştır (Dick, 1990). Bunun için; su kültüründen alınan agarlı parça, lam üzerine konulmuş ve laktofuksin ile boyanarak lamelle kapatılmıştır. Hazırlanan preparatlara mikroskop altında bakılarak eşeyli ve eşeysiz üreme organlarının özelliklerine göre "*Phytophthora: Identifying Species by Morphology and DNA fingerprints*" ve *Phytophthora Diseases Worldwide* teşhis kitaplarından ve ilgili literatürden (Yong-Nian ve Guo-Zhong, 1989; *Phytophthora Diseases Worldwide*, Jung vd., 2000; 2004; Gallegly ve Hong, 2008) faydalanılarak izolatların teşhisi yapılmaya çalışılmıştır.

3.3.4.1. Pythiaceous izolatların gelişim oranlarının belirlenmesi

İzolatların morfolojik teşhislerinin yapılması amacıyla, CA ortamında 1 hafta boyunca 18 °C'de geliştirilen 2 adet *Phytophythium*, 12 adet *Phytophthora* ve 16 adet *Pythium* izolatlarının koloni uçlarından alınan 4mm çapındaki agar plakları, PDA, CA ve PARPNH ortamlarına aktarılmıştır. Ekimden sonra petri kaplarının etrafı parafilmle kapatılıp, inkübatöre yerleştirilmiştir. Denemeler 5 tekerrürlü olarak 20 °C'de ve karanlıkta yürütülmüştür.

Ekimi takip eden 2. günden itibaren petriler kontrol edilmeye başlanmış ve 1 hafta boyunca her gün ölçüm yapılmıştır. Gelişen kolonilerin çapları yatay ve dikey doğrultuda ölçülerek kayıt edilmiştir.

3.3.5. Moleküler Teşhisler

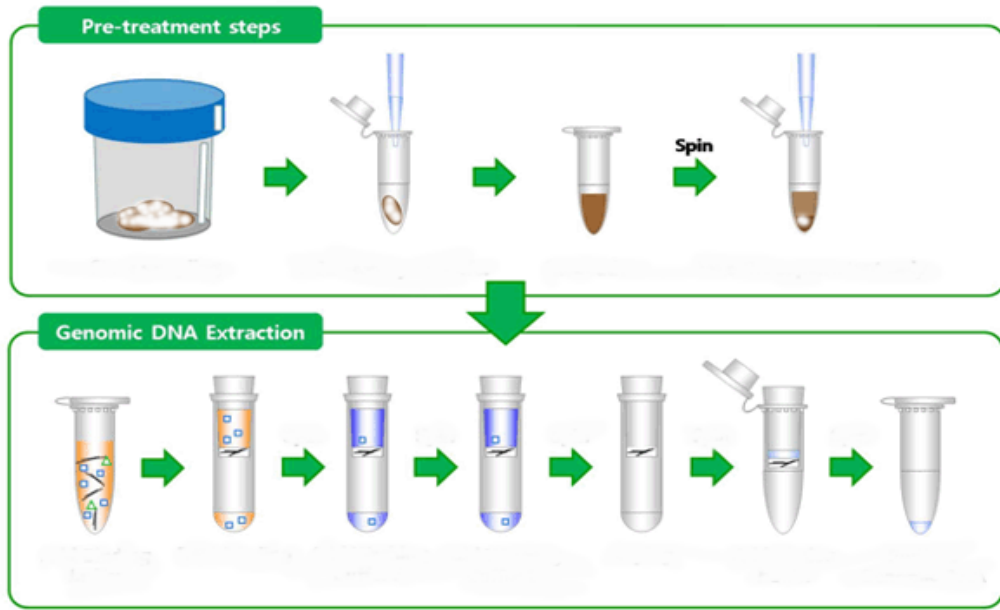
3.3.5.1. Fungal ve Pythiaceous izolatlarından DNA ekstraksiyonu

DNA izolasyonu öncesinde, fungal izolatlar, içinde PDB bulunan eppendorf tüplerinde 20 °C' de 5 gün boyunca geliştirilmiştir. Pythiaceous izolatları ise, içinde havuç suyu bulunan eppendorf tüplerine aktarılarak 18 °C' de 3 gün boyunca geliştirilmiştir. DNA ekstraksiyonları, Lee ve Taylor (1990)'na göre aşağıdaki şekilde yapılmıştır (Şekil 3.6).

1. DNA izolasyonunda, gelişen miseller (50 mg) santrifüj ile çöktürülerek, sıvı besi yeri uzaklaştırılmıştır.
2. Miseller, -20 °C'de 15 dk. bekletildikten sonra, üzerine 100 ul lysis buffer eklenip steril plastik çubuklar yardımıyla parçalanmıştır.
3. Eppendorf tüpleri ilk önce, -20 °C' de 20 dk, daha sonra 65 °C sıcaklıkta su banyosu içerisinde 20 dk bekletildikten sonra, yine -20 °C' de 20 dk inkube edilmiştir.
4. İnkubasyon süresi sonunda 200 ul lysis buffer eklenip tekrar steril plastik çubuklarla ezilmiş ve 65 °C sıcaklıktaki su banyosunda 30 dk bekletilmiştir.
5. Her tüp içerisine 150 ul sodyum asetat ilave edilmiş, karıştırılarak -20 °C' de 10 dk inkube edilmiştir.
6. Örneklerin, defrize olmaları için yaklaşık 10 dk oda sıcaklığında bekletilmiş ve oda sıcaklığındaki soğutmalı santrifüjde 13000 devir/dk hızda 30 dk santrifüj edilmiştir.
7. Süpernatant yeni tüpe aktarılıp 450 ul isopropanol eklenip karıştırılmış ve oda sıcaklığında 10 dk inkube edilmiştir.
8. Karışım 4 °C' de çalışan soğutmalı santrifüjde 13000 devir/dk hızda 30 dk santrifüj edilmiş, süpernatant uzaklaştırılmıştır.

9. Elde edilen pellet $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiş 200 μl hacmindeki, %70 'lik ethanol ile iki kez yıkanmış, daha sonra oda sıcaklığındaki santrifüjde 13000 devir/ dk hızda 5 dk santrifüj edilmiştir.
10. Her bir örneğe ait pellet çeker ocak içerisinde eppendorf tüplerinin ağzı açık olacak şekilde 1 gece bekletilerek, pelletin kuruması sağlanmıştır.

Eppendorf tüplerine, 20 μl MilQ su ilave edilip, pellet çözdürülmüştür. İzole edilen DNA'ların kalitesi ve konsantrasyonunu belirlemek için 2 μl 'lik DNA örnekleri % 1'lik agaroz jelde 100 V'da 45 dk yürütülmüştür. Kontrol olarak, konsantrasyonları bilinen λ DNA'sı (25 ng, 50 ng, 100 ng, 200 ng) kullanılmıştır. Jel ethidium bromid ile boyanmış ve UV transimilatör üzerinde incelenmiş ve poloroid fotoğrafları çekilmiştir.



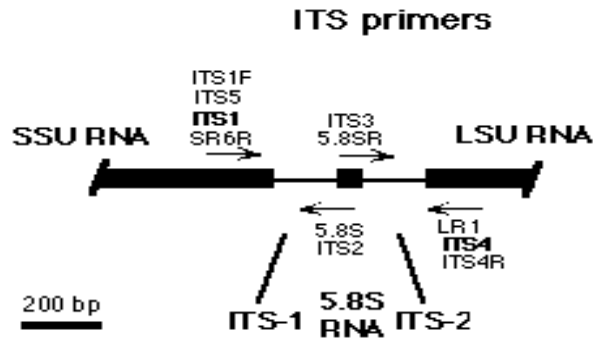
Şekil 3.6. Fungal ve Phytiaecous izolatlarından DNA ekstraksiyon aşamaları

3.3.5.2. rRNA ITS1-5.8S-ITS2 bölgelerinin amplifikasyonu

18S ve 23S rRNA alt üniteleri arasında kalan ITS1-5.8S-ITS2 bölgelerinin PCR ile çoğaltılması için forward olarak ITS1: 5'- TCCGTAGGTGAACCTGCGG - 3' ve reverse olarak ITS4: 5'TCCTCCGCTTATTGATATCG- 3' primerleri kullanılmıştır (Şekil 3.7)(White vd., 1990).

ITS1-5.8S-ITS2 bölgelerinin çoğaltılması için hazırlanan PCR reaksiyon karışımı, her bir dNTP'den 200 µM, her bir primerden 100 pmol, 2,5 unite Taq-DNA-polimeraz, 5 µl 10X Taq DNA polimeraz reaksiyon tamponu, 50 ng genomik DNA içermektedir. Son hacim ddH₂O ile 50 µl'ye tamamlanmıştır. PCR koşulları Çizelge 3.4'de verilmiştir.

PCR reaksiyonu sonucu elde edilen ürünlerden 5'er µl alınarak 0,5 µg/ml etidyum bromür katkılı %1'lik agaroz jelde 90 V'de 45 dakika elektroforezde yürütülmüştür.



Şekil 3.7. ITS1-5.8S-ITS2 bölgesini çoğaltmak için kullanılan primerlerin pozisyonları

Çizelge 3.4. ITS bölgesi PCR reaksiyonu ve koşulları

PCR Reaksiyonu		PCR reaksiyon koşulları	
10x PCR buffer solution	5 µl		
25mM MgCl ₂	5 µl	94 °C 20 saniye	Denaturasyon
50mM dNTP.	1 µl	55 °C 25 saniye	Annealing
25mM Primer (ITS1)	1 µl	72 °C 50 saniye	Extension
25mM Primer (ITS4)	1 µl	30 döngü	Döngü sayısı
Taq Polimerase	0,5 µl	72 °C 10 dakika	Son uzama aşaması
DNA	1 µl		
H ₂ O	35,5 µl		

3.3.5.3. Cox I gen bölgesinin amplifikasyonu

CoxI gen bölgesinin yaklaşık olarak ilk 800 bp'lik bölgesinin DNA dizi analizi, ITS gen bölgesine göre teşhisleri yapılan ve *Phytophthora* olduğu belirlenen izolatların moleküler tanılamalarını doğrulamak için yapılmıştır. Forward olarak FM84 (5' TTT AAT TTT TAG TGC TTT TGC-3') ile reverse olarak FM 83

(5' CTC CAA TAA AAA ATA ACC AAA AATG-3') primer çifti 800-850 bp'lik bölgenin çoğaltılması için kullanılmıştır. PCR koşulları, Martin vd., (2007) tarafından uygulanan metoda göre yapılmıştır.

Çizelge 3.5. Cox I gen bölgesinin çoğaltılması için gerekli PCR Koşulları

PCR Reaksiyonu		PCR reaksiyon koşulları	
10x PCR buffer solution	5 µl		
25mM MgCl ₂	5 µl		
50mM dNTP.	1 µl	94 °C 1 dakika	Hot start (Denaturasyon)
25mM Primer (FM83)	1 µl	94 °C 15 saniye	Denaturasyon
25mM Primer (FM84)	1 µl	54 °C 15 saniye	Annealing
Taq Polimerase	0,5 µl	72 °C 10 saniye	Extension
DNA	1 µl	35 döngü	Döngü sayısı
H ₂ O	35,5 µl	72 °C 10 dakika	Son uzama aşaması

PCR reaksiyonundan oluşan ürünlerden 5'er µl alınarak 0.5 µg/ml etidyum bromür katkılı %1'lik agaroz jelde 90 V'da 45 dakika elektroforezde yürütülmüştür.

3.3.5.4. β-Tubulin gen bölgesinin amplifikasyonu

Aynı izolatların bir de β-Tubulin gen bölgeleri çoğaltılarak tanısı kesinleştirilmiştir. Bu amaçla β- Tub F1 (5'- GCC AAG TTC TGG GAG GTC ATC-3' ile β- Tub R1 (5'- CCT GGT ACT GCT GGT ACT CAG-3') primer çifti kullanılmıştır.

Çizelge 3.6. β- tubulin gen bölgesinin çoğaltılması için gerekli PCR koşulları

PCR Reaksiyonu		PCR reaksiyon koşulları	
10x PCR buffer solution	5 µl		
25mM MgCl ₂	5 µl		
50mM dNTP.	1 µl	94 °C 1 dakika	Hot start (Denaturasyon)
25mM Primer (β-Tub F1)	1 µl	94 °C 15 saniye	Denaturasyon
25mM Primer(β-Tub R1)	1 µl	60 °C 15 saniye	Annealing
Taq Polimerase	0,5 µl	72 °C 10 saniye	Extension
DNA	1 µl	35 döngü	Döngü sayısı
H ₂ O	35,5 µl	72 °C 10 dakika	Son uzama aşaması

Jel üzerinde açılan kuyucuklara, markör boyası ile karıştırılan her bir örnekten 8 µl ve 100 kb plus DNA ladder'dan ise 5 µl pipetlenmiş ve ürünler oda

sıcaklığında 120 voltta 30 dk boyunca koşturulmuştur. Süre sonunda jel, ultraviyole ışık altında görüntülenerek, bantların fotoğrafları çekilmiştir.

3.3.5.5. DNA dizilemesi

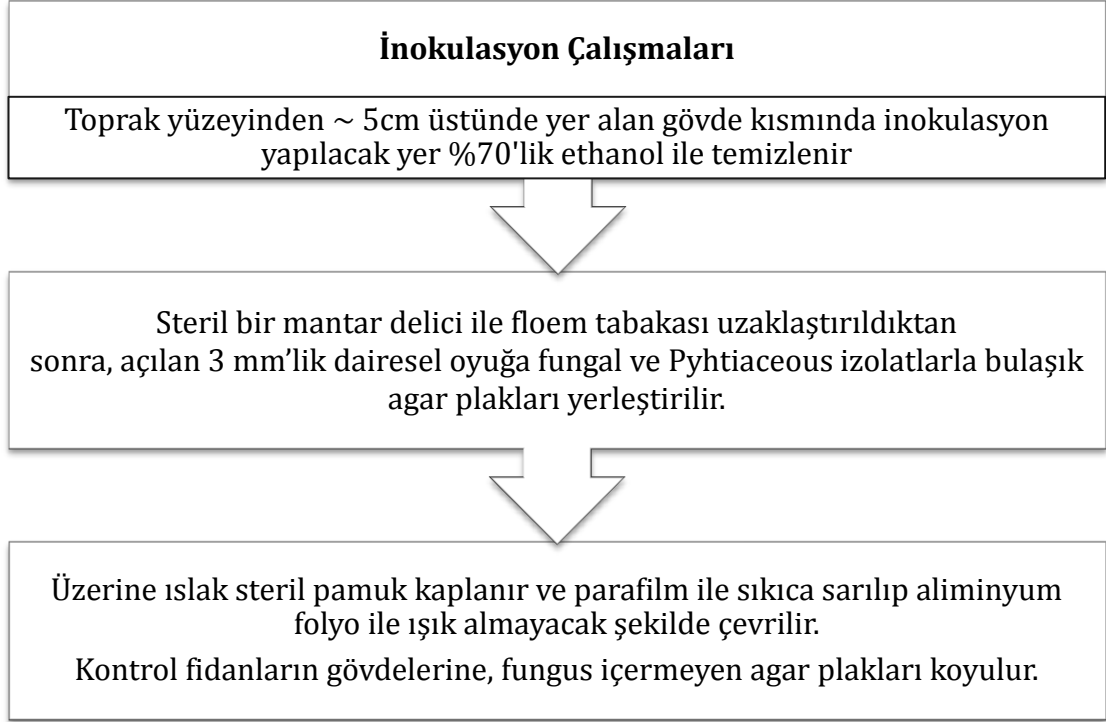
Bu çalışmada, DNA izolasyonu ve PCR SDÜ Orman Fakültesi moleküler biyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. PCR ürünleri Qiaquick PCR 50 (Qiagen GmbH, Leusten, the Netherlands) kiti ile saflaştırılmış ve DNA dizi analizi için Iontek (İstanbul, Türkiye) şirketine gönderilmiştir.

Dizileme sonrasında elde edilen diziler başlangıç ve sonlarında bulunan kalitesiz dizilerden arındırılmış ve ardından aynı lokususa ait ileri ve geri primerler ile elde edilen (forward ve reverse) dizilere ait kromatogramlar okumalarda hata olup olmadığının kontrol edilmesi amacı ile ABI iz dosyaları Chromas Pro (version 1.5) ve BioEdit (version 7.0.90) programları kullanılarak düzenlenmiştir. İzolatlara ait diziler bu şekilde düzenlendikten sonra, her bir izolat için ileri ve geri primerlere ait dizilerden ortak (consensus) diziler ClustalW2 yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur.

Elde edilen dizilerin, DNA dizi veri tabanlarında yer alan diziler ile benzerliklerinin karşılaştırılmasında ve en yakın türlerle akrabalık derecelerinin belirlenmesinde BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) algoritması kullanılmıştır. BLAST taramaları, NCBI (National Center for Biotechnology Information) web sitesinde yer alan nucleotideblast programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama sonucunda, bu izolatların en yakın benzerlik gösterdiği veri bankasında bulunan izolatların ITS bölgelerinin bazı dizileri ile karşılaştırmaları bulgularda verilmiştir. Gen bankasında bulunan benzer türlerle filogenetik analizleri ise dizilerin Mega 6 filogenetik programı yardımıyla neighbor-joining (NJ) analizi ile gerçekleştirilmiştir. Aligment boşlukları kayıp veri olarak değerlendirilmiştir. Oluşturulan dendrogramların güvenilirliği TREECON programı kullanarak seç-bağla (bootstrap) analizi ile 1000 tekrarlı olacak şekilde test edilmiştir.

3.4. Fungal ve Pythiaceous Türlerine Ait İzolatlarla Gerçekleştirilen Patojenisite Denemeleri

Patojenisite testinde kullanılan izolatlar, hastalıklı bitkilerden ve topraklardan elde edilen fungal ve Pythiaceous türler arasından gelişim hızları en fazla olan izolatlardan seçilmiştir.



Şekil 3.8. Patojenisite denemelerinin aşamaları

3.4.1. Hastalıklı fidanlardan izole edilen fungal türlerin patojenisite denemeleri

Patojenisite denemelerinde kullanılan fungal izolatlar Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Patojenisite denemesinde kullanılan fungal türler ve konukçular

Fungus	İzolat no	İzolatların orjinleri	Fungusun inokule edildiği konukçu
<i>Fusarium solani</i>	Fs1	İzmir-Torbah	Sedir Karaçam Mazı Uludağ göknarı Saplı meşe
	Fs4	Isparta-Eğirdir	
	Fs6	Bursa	
<i>Fusarium oxysporum</i>	Fo11	Adapazarı-Hendek	Saplı meşe Defne Şimşir Kızılçam Ardıç
	Fo15	İzmir-Torbah	
	Fo17	Muğla-Gökova	
<i>Fusarium verticillioides</i>	Fm1	Antalya-Elmalı	Toros göknarı Sedir Mazı Kızılçam Uludağ göknarı Defne Kestane
	Fm3		
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	Cd1	Isparta-Eğirdir	Karaçam Kızılçam Sedir Boylu ardıç
	Cd4		
	Cd8	Denizli-Karahasanlı	
<i>Rhizoctonia solani</i>	Rs1	Eskişehir	Kestane Saplı meşe Kızılçam Karaçam Uludağ göknarı Şimşir
	Rs2		
<i>Verticillium dahliae</i>	Ver1	Eskişehir	Kızılçam Toros göknarı Saplı meşe Kestane Şimşir
	Ver4	Isparta-Eğirdir	
<i>Pestalotiopsis clavispora</i>	Pc1	Bursa	Mazı Kestane
	Pc2	Bursa	

Hastalıklı fidanlardan elde edilen farklı fungal türlere ait izolatlardan en sık görülenler, izole edildikleri konukçuları üzerinde patojenisite testlerine tabi tutulmuştur (Çizelge 3.7). Patojenisite denemeleri 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Fidan gövdeleri üzerinde steril mantar delici ile 3 mm' lik yaralar açıldıktan sonra, besi ortamında geliştirilen izolatların gelişme uçlarından alınan agar diskleri açılan bu yaralara yerleştirilmiştir. İnokulasyon noktaları parafilm ile sıkıca sarılan fidanlar, 22 °C' de üç ay boyunca inkube edilmiştir.

İnkubasyon süresi sonunda fidanların ibreleri ve yaprakları temizlendikten sonra inokulasyon noktaları bisturi yardımıyla açılarak, kabuk altında oluşan lezyon büyüklükleri ölçülmüştür (Balcı ve Halmschlager, 2003). Her bir izolata ait tekerrürden re-izolasyon yapılarak, inokule edilen izolat ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler SPSS istatistik programında GLM (General Linear Model) testi ile analiz edilerek değerlendirilmiştir.

3.4.2. Toprak örneklerinden izole edilen Pythiaceae türlerinin patojenisite denemeleri

3.4.2.1. Sürgün ve fidan inokulasyonları

Toprak örneklerinden izole edilen Pythiaceae türlerine ait izolatlardan en sık görülenler, izole edildikleri konukçuları üzerinde patojenisite testlerine tabi tutulmuştur. Testlerde konukçu türlere ait sürgünler ve fidanlar kullanılmıştır.

Patojenisite denemeleri Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü iklim odasında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.8. Phytiaceous türlerine ait izolatların sürgünlere ve fidanlara inokulasyonunda kullanılan izolatlar ve konukçular

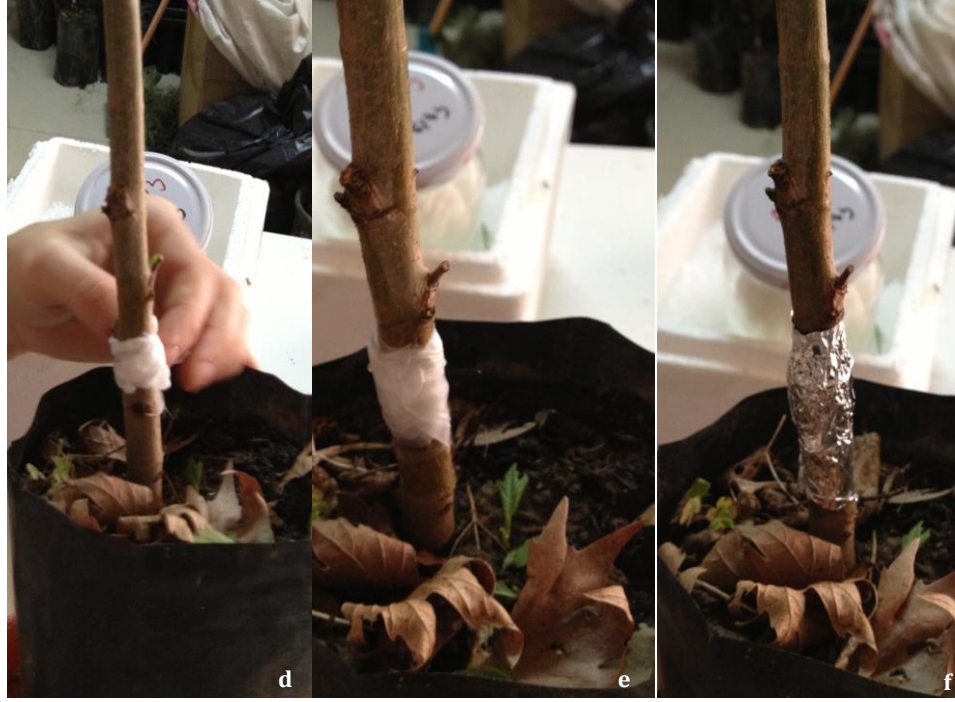
İzolat No	İnokulasyon yapılacak konukçu	Takson	İzolatların orjinleri
UGH3.5	<i>A.nordmanniana ssp. bornmülleriana</i>	<i>Pythium irregulare</i>	Adapazarı-Hendek
UGH1.6	<i>A.nordmanniana ssp. bornmülleriana</i>	<i>Pythium ultimum</i>	Adapazarı-Hendek
UGH2.7	<i>A.nordmanniana ssp. bornmülleriana</i>	<i>Pythium ultimum</i>	Adapazarı-Hendek
kontrol	<i>A.nordmanniana ssp. bornmülleriana</i>	-	
	Toplam	20 adet	
ÇD2.8	<i>P. orientalis</i>	<i>Pytopythium vexans</i>	Denizli-Karahasanlı
ÇD1.5	<i>P. orientalis</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Denizli-Karahasanlı
kontrol	<i>P. orientalis</i>	-	
	Toplam	15 adet	
CH3.3a	<i>C. libani</i>	<i>Phytophthora syringae</i>	Adapazarı-Hendek
CH3.3b	<i>C. libani</i>	<i>Phytophthora syringae</i>	Adapazarı-Hendek
CT4.4	<i>C. libani</i>	<i>Phytophthora citricola</i>	İzmir-Torbalı
CH2.7	<i>C. libani</i>	<i>Phytophthora syringae</i>	Adapazarı-Hendek
kontrol	<i>C. libani</i>	-	
	Toplam	25 adet	
KH1.1	<i>C. sativa</i>	<i>Phytophthora megasperma</i>	Adapazarı-Hendek
KH1.6	<i>C. sativa</i>	<i>Pythium irregulare</i>	Adapazarı-Hendek
KH1.9	<i>C. sativa</i>	<i>Pythium intermedium</i>	Adapazarı-Hendek
kontrol	<i>C. sativa</i>	-	
	Toplam	20 adet	
MT1.4	<i>T. orientalis</i>	<i>Pythium intermedium</i>	İzmir-Torbalı
MT3.1	<i>T. orientalis</i>	<i>Pytopyhtium vexans</i>	İzmir-Torbalı
DM3T1.6	<i>T. orientalis</i>	<i>Pythium ultimum</i>	İzmir-Torbalı
MT1.6	<i>T. orientalis</i>	<i>Pythium ultimum</i>	İzmir-Torbalı
DM1.8	<i>T. orientalis</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Bursa
kontrol	<i>T. orientalis</i>	-	
	Toplam	30 adet	
AD3.8	<i>J.excelsa</i>	<i>Pythium ultimum</i>	Denizli-Karahasanlı
AD3.4	<i>J.excelsa</i>	<i>Pythium intermedium</i>	Denizli-Karahasanlı
A3E2.5	<i>J.excelsa</i>	<i>Pythium intermedium</i>	Eskişehir
kontrol	<i>J.excelsa</i>	-	
		20 adet	
ÇkD1.5	<i>P. nigra</i>	<i>Pythium ultimum</i>	Denizli-Karahasanlı
ÇkE1.7	<i>P. nigra</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Eskişehir
kontrol	<i>P. nigra</i>	-	
	Toplam	15 adet	
ŞM2.8	<i>B.sempervirens</i>	<i>Phytophthora citricola</i>	Muğla-Gökova
ŞH1.2	<i>B.sempervirens</i>	<i>Phytophthora citricola</i>	Adapazarı-Hendek
kontrol	<i>B.sempervirens</i>	-	
	Toplam	15 adet	
ÇzD1.9	<i>P. brutia</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Denizli-Karahasanlı
kontrol	<i>P. brutia</i>	-	
	Toplam	10 adet	
DT2.8	<i>L. nobilis</i>	<i>Phytophthora citricola</i>	İzmir-Torbalı
DT1.8	<i>L. nobilis</i>	<i>Phytophthora cactorum</i>	İzmir-Torbalı
DT2.7	<i>L. nobilis</i>	<i>Phytophthora cactorum</i>	İzmir-Torbalı
DT2.7	<i>L. nobilis</i>	<i>Phytophthora cactorum</i>	İzmir-Torbalı
kontrol	<i>L. nobilis</i>	-	
	Toplam	25 adet	

İnokulumun Hazırlanması

On bir adet *Phytophthora*, 2 adet *Phytopythium* ve 16 adet *Pythium* sp. izolat fidanlara bulaştırmak için gerekli olan inokulum laboratuvar koşullarında hazırlanmıştır. Bu amaçla, izolatlar, içerisinde CA bulunan petri kaplarında üç gün süreyle 20 °C'de inkube edilerek geliştirilmiştir.



Şekil 3.9. Gövde üzerine 3 mm'lik yara açılması (a). Pythiaceous bulaşık agar parçalarının yerleştirilmesi (b ve c).



Şekil 3.10. İnokulum noktasının ıslak pamuk ile sarılması (d), Parafilmlemesi (e), alüminyum folyo ile kaplanması (f)

Denemelerin kurulması

In vivo denemelerde toplam 195 adet fidan ve 195 adet sürgün ile *Phytiaceus* türüne ait toplam 29 adet izolat kullanılmıştır (Çizelge 3.8). Denemeler, 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Patojenisite testlerinde kullanılan izolatlar, hızlı gelişenlerden seçilmiştir.

Fidan gövdeleri ve sürgünler üzerinde steril mantar delici ile 3 mm' lik yaralar açıldıktan sonra, besi ortamında geliştirilen izolatların gelişme uçlarından alınan agar diskleri açılan bu yaralara yerleştirilmiştir (Şekil 3.9). İnokulum yerleştirildikten sonra üzerine steril su ile ıslatılan pamuk konulmuş, önce parafilmle ardından aliminyum folyo ile kaplanmıştır (Şekil 3.10). Tüm fidanlar ve sürgünler 20 °C' de üç ay boyunca inkube edilmiştir (Şekil 3.10).

İnkubasyon süresi sonunda fidanlar kök ve dallarından ayıklanarak, bisturi yardımıyla inokulasyon noktaları açılmış ve kabuk altında oluşan lezyon büyüklükleri ölçülmüştür (Balcı ve Halmschlager, 2003). Her bir izolata ait tekerrürden re-izolasyon yapılarak, inokule edilen izolat ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Fidanlık Sörveyleri ve Örneklem

Çalışmanın konusunu oluşturan kök çürüklüğüne neden olan fungal ve Pythiaceae etmenlerin belirlenmesi amacıyla, 2008-2010 yıllarını kapsayan ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde, İzmir-Torbalı, Denizli-Karahasanlı, Muğla-Gökova, Isparta-Eğirdir, Antalya-Elmalı, Eskişehir, Adapazarı-Hendek ve Bursa Orman Fidanlıkları'nda sörvey çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1). Fidanlıklardan örnek alınan hastalıklı fidanların, çoğunlukla geriye doğru ölüm, kılcal kök kaybı, kök çürüklüğü ve üst aksamda renk değişikliği gibi belirtilerden en az birini taşıdığı tespit edilmiştir.

4.2. Fidanlıklarda Belirlenen Fungal Etmenler

Hastalık belirtisi gösteren fidanların köklerinden besi ortamına izolasyon ile kök çürüklüğü fungal etmenleri elde edilmiştir. Toplamda 296 adet fidan örneğinden izolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda, 199 adet fungal izolat elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Orman fidanlıklarından izole edilen fungal türlere ait izolat sayısı

Orman fidanlığı	Konukçu türlerinden elde edilen izolat sayısı	Fungal türlere ait izolat sayısı
Muğla-Gökova	<i>Pinus brutia</i>	9
	<i>Cupressus sempervirens</i>	8
	<i>Buxus sempervirens</i>	7
	<i>Thuja orientalis</i>	3
	Toplam	27
İzmir- Torbalı	<i>Quercus suber</i>	4
	<i>Cedrus libani</i>	5
	<i>Thuja orientalis</i>	5
	<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	4
	<i>Laurus nobilis</i>	6
	<i>Cedrus deodora</i>	5
	Toplam	29
Eskişehir	<i>Pinus nigra</i>	5
	<i>Platanus orientalis</i>	4
	<i>Quercus robur</i>	6
	<i>Pinus sylvestris</i>	8
	Toplam	23

Çizelge 4.1. Orman fidanlıklarından izole edilen fungal türlere ait izolat sayısı
(devamı)

Orman fidanlığı	Konukçu türlerinden elde edilen izolat sayısı	Fungal türlere ait İzolat sayısı
Isparta-Eğirdir	<i>Cedrus libani</i>	4
	<i>Juniperus excelsa</i>	3
	<i>Pinus nigra</i>	7
	<i>Platanus orientalis</i>	3
	<i>Thuja occidentalis</i>	8
	Toplam	25
Denizli-Karahasanlı	<i>Cedrus libani</i>	12
	<i>Abies cilicica</i>	7
	<i>Pinus nigra</i>	8
	<i>Pinus brutia</i>	10
	<i>Castanea sativa</i>	5
	Toplam	42
Adapazarı-Hendek	<i>Abies bornmülleriana</i>	13
	<i>Buxus sempervirens</i>	10
	Toplam	23
Antalya-Elmalı	<i>Cedrus libani</i>	7
	<i>Pinus brutia</i>	5
	Toplam	12
Bursa	<i>Castanea sativa</i>	4
	<i>Abies bornmülleriana</i>	8
	<i>Thuja orientalis</i>	6
	Toplam	18
Genel toplam		199

Toplamda 8 adet orman fidanlığından alınan hastalıklı bitki örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda, *Fusarium solani*, *Fusarium verticillioides*, *F. oxysporum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* ve *Pestalotiopsis clavispora* türleri ve bunların yanı sıra *Mucor* sp., *Penicillium* sp. ve *Phoma* spp. saprotrofik ve teşhis edilemeyen steril misellere sahip diğer funguslar elde edilmiştir (Çizelge 4.2).

Fusarium spp. hastalıklı fidan köklerinden izole edilen en yaygın genus olup toplam izolatların %45'ni oluşturmaktadır. Bu türü sırası ile *V.dahliae* (%18,4), *R. solani* (%11,7), *C. destructans* (%7,7) ve *P. clavispora* (%2,1) izlemektedir. Sörvey yapılan fidanlıkların geneline bakıldığında *Fusarium* genusuna ait 3 türden en fazla %23,0'lük bir değer ile *F. verticillioides* izole edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Simptomatik bitkilerden yapılan izolasyonlarının fidanlık ve konukçu bazında bulunma yüzdeleri

Hastalıklı Bitki Örneğinin Alındığı Orman Fidanlığı	Örneklenen fidan türü	Örneklenen Fidan sayısı	Bulunma Yüzdeleri (%)						
			<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium verticillioides</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Cylindrocarpon destructans</i>	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Pestalotiopsis clavispora</i>
Muğla-Gökova	<i>Pinus brutia</i>	10	-	30,0	30,0	-	20,0	20,0	-
	<i>Cupressus sempervirens</i>	10	-	40,0	20,0	-	20,0	20,0	-
	<i>Buxus sempervirens</i>	7	-	-	14,3	-	71,4	14,3	-
	<i>Thuja orientalis</i>	8	-	62,5	-	-	25,0	-	-
İzmir-Torbalı	<i>Quercus suber</i>	2	50	50,0	-	-	-	-	-
	<i>Cedrus libani</i>	2	-	50,0	-	-	-	-	-
	<i>Thuja orientalis</i>	5	20	40,0	-	-	20,0	20,0	-
	<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	7	42,8	28,5	14,2	-	-	-	-
	<i>Laurus nobilis</i>	10	-	20,0	30,0	-	-	-	-
	<i>Cedrus deodora</i>	5	40	60,0	-	-	-	-	-
Eskişehir	<i>Pinus nigra</i>	12	-	-	-	-	41,6	16,6	-
	<i>Platanus orientalis</i>	5	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus robur</i>	6	16,6	-	33,3	-	16,6	33,3	-
	<i>Pinus sylvestris</i>	16	6,25	-	43,7	-	37,5	12,5	-
Isparta-Eğirdir	<i>Cedrus libani</i>	12	8,3	58,3	-	33,3	-	-	-
	<i>Juniperus excelsa</i>	18	-	-	27,7	55,5	-	-	-
	<i>Pinus nigra ssp. pallasiana</i>	12	16,6	-	-	16,6	41,6	25,0	-
	<i>Platanus orientalis</i>	4	-	-	-	-	75,0	25,0	-
	<i>Thuja occidentalis</i>	3	-	-	-	33,3	33,3	33,3	-

Çizelge 4.2. Simptomatik bitkilerden yapılan izolasyonlarının fidanlık ve konukçu bazında bulunma yüzdeleri (devamı)

Hastalıklı Bitki Örneğinin Alındığı Orman Fidanlığı	Örneklenen fidan türü	Örneklenen Fidan sayısı	Bulunma Yüzdeleri (%)						
			<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium verticilliodies</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Cylindrocarpon destructans</i>	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Pestalotiopsis clavispora</i>
Denizli-Karahasanlı	<i>Cedrus libani</i>	9	55,5	22,2	-	-	22,2	-	-
	<i>Abies cilicica</i>	10	-	60,0	-	-	30,0	-	-
	<i>Pinus nigra ssp. pallasiana</i>	8	-	-	-	75,0	-	-	-
	<i>Pinus brutia</i>	16	-	-	-	-	43,7	31,2	-
	<i>Castanea sativa</i>	5	-	-	-	-	20,0	80,0	-
Adapazarı-Hendek	<i>Abies bornmülleriana</i>	8	12,5	50,0	-	-	25,0	-	-
	<i>Buxus sempervirens</i>	26	-	-	38,4	-	-	-	-
Antalya	<i>Cedrus libani</i>	24	50	29,2	12,5	-	8,3	-	-
	<i>Pinus brutia</i>	12	-	58,3	-	25,0	-	-	-
Bursa	<i>Castanea sativa</i>	6	-	33,3	-	-	-	-	66,6
	<i>Abies bornmülleriana</i>	10	30	20,0	-	-	20,0	30,0	-
	<i>Thuja orientalis</i>	8	75	-	-	-	-	-	-
Toplam		296							

Kök çürüklüğü belirtisi gösteren fidanlardan elde edilen fungal türlerin orman fidanlıklarına göre dağılımları Şekil 4.1 'de verilmiştir. Diğer olarak belirtilen payda, *Mucor* sp., *Penicillium* sp. ve teşhis edilemeyen steril fungusları içermektedir.

Muğla-Gökova orman fidanlığında kızılçam (10 adet), servi (10 adet), şimşir (7 adet) ve Doğu mazısı (8 adet) fidanları köklerinden, yapılan izolasyonlarda, en fazla oranda *V. dahliae* (%34,1) elde edilmiştir. Bunu %33,1'lik değerle *F. verticillioides*, *F. oxysporum* (%16,1) ve *R. solani* (%13,6) takip etmektedir (Şekil 4.1)

İzmir-Torbalı Orman Fidanlığında, en fazla mantar meşesi, Toros sediri, Doğu mazısı, defne ve Himalaya sediri fidanlarında kök çürüklüğüne ait belirtiler tespit edilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde Mantar meşesi, Toros sediri, Doğu mazısı, defne ve Himalaya sediri türlerine ait hastalıklı fidan köklerinde yoğun olarak *F. verticillioides* (%41,4)'nin izole edildiği görülmektedir. Bunun yanı sıra %25,5 *F. solani*, %7,4 *F. oxysporum*, %3,3 'lük değer ile *V. dahliae* ve *R. solani* elde edilmiştir (Şekil 4.1).

Şekil 4.1'e bakıldığında, Eskişehir orman fidanlığından çınar haricinde diğer türlere ait fidanlardan en sık izole edilen tür *V. dahliae* olarak görülmektedir (Çizelge 4.2). Bunu, hastalık belirtisi gösteren tüplü sarıçam ve saplı meşe fidanlarından izole edilen *F. oxysporum* (%19,3) takip etmiştir (Çizelge 4.2).

Isparta-Eğirdir orman fidanlığında iğne yapraklı türlerden; Toros sediri, (12 adet), boylu ardıç (18 adet), karaçam (12 adet), batı mazısı (3 adet) ve geniş yapraklı türlerden 4 adet Doğu çınarı fidanlarından örneklenmiş ve toplamda 49 adet fidandan izolasyon yapılmıştır.

Söz konusu orman fidanlığında yetiştirilen en önemli tür boylu ardıç olup, çıplak köklü ve tüplü fidan olarak üretilmektedir. Sörveyler sırasında hastalık belirtisi gösteren çıplak köklü ve tüplü boylu ardıç fidanlarından örnekler alınmış ve bu fidanların köklerinden yapılan izolasyonlarda yaygın olarak *Cylindrocarpon destructans* izole edilmiştir (Çizelge 4.1). Yine Isparta ve çevresinde yapılan ağaçlandırmalarda en fazla kullanılan asli türümüz olan Toros sedirinin üretimi

bu fidanlıkta gerçekleşmektedir. Tüplü olarak üretilen sedir fidanlarından alınan 12 adet fidan örneğinden yapılan izolasyonlarda 4 fidandan *C. destructans* (%27,8) izole edilirken, 18 boylu ardıç fidanından yapılan izolasyonlarda 10 adet fidanın *C. destructans* ile enfekteli olduğu belirlenmiştir.

Denizli-Karahasanlı orman fidanlığından 9 adet Toros sediri, 10 adet Toros göknarı, 8 adet karaçam, 16 adet kızılçam ve 5 adet kestane fidanı olmak üzere toplamda 48 adet fidan üzerinde çalışılmıştır. Sonuç olarak, konukçu türü ele alınmadan fidanlık geneline bakıldığında en fazla izole edilen türün *V. dahliae* olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Bu türün yanı sıra, *R. solani* (%22,3), *F. verticillioides* (%16,4), *C. destructans* (%15,0) ve *F. solani* (%11,1) 'nin bulunduğu belirlenmiştir. Tüplü karaçam fidanlarından en fazla *C. destructans* izole edilmiş olup yine üretimi fazla yapılan kızılçam fidanlarından ise en fazla *V. dahliae* (%43,7) ve *R. solani* (%31,2) izole edilmiştir.

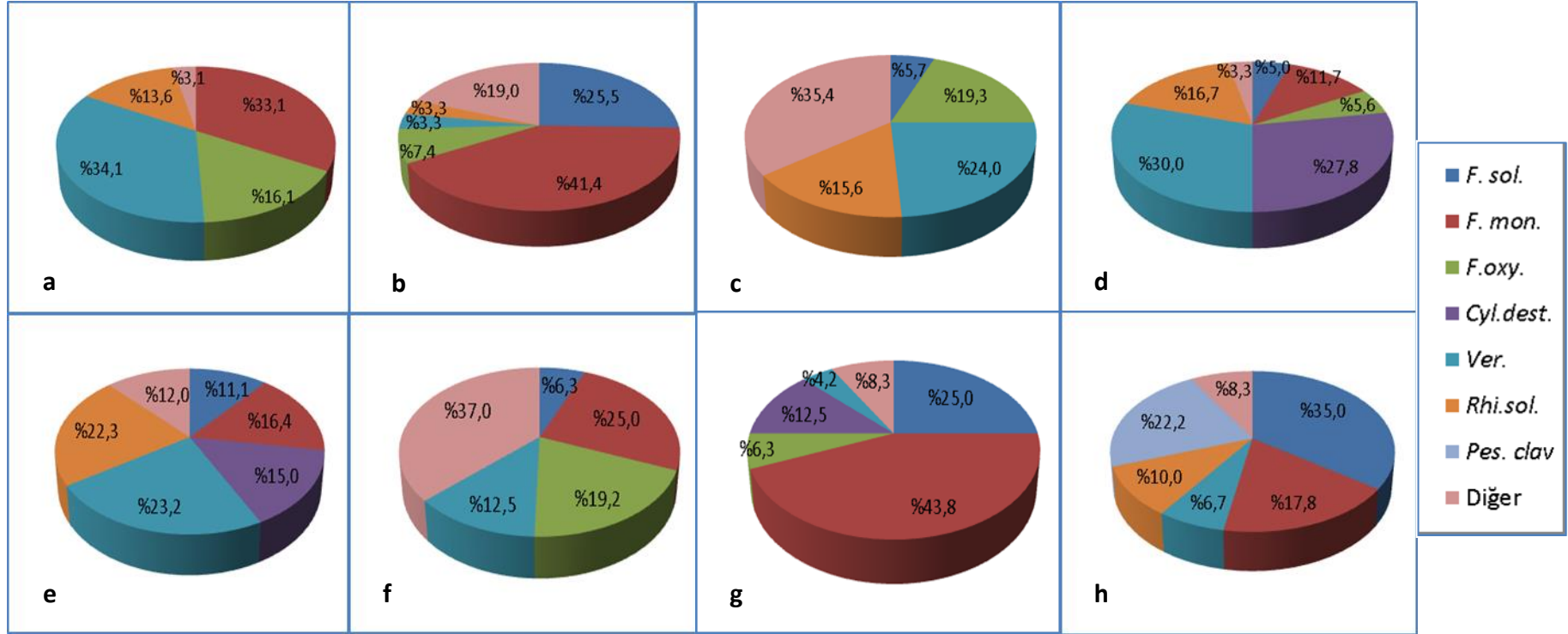
Adapazarı-Hendek orman fidanlığında yapılan sörveylerde kök çürüklüğüne dair belirtiler en fazla Uludağ göknarı ve şimşir fidanlarında gözlemlenmiştir. Sörveylerde 8 adet Uludağ göknarı ve 26 adet şimşir fidanı örnek olarak alınmış ve bu örneklerin köklerinden izolasyonlar yapılmıştır. Şimşir fidanlarından sadece *F. oxysporum* elde edilirken, Uludağ göknarı fidanları köklerinden ise *F. solani* (%12,5), *F. moniliforme* (%50) ve *V. dahliae* (%25) izole edilmiştir.

Sörveylerin gerçekleştirildiği bir diğer fidanlık ise Antalya-Elmalı Orman Fidanlığıdır. Bu fidanlıkta üretimi yapılan ana türlerden Toros sediri ve kızılçam fidanlarından örnekler alınmıştır. Toplamda 36 adet fidan örneğinden yapılan izolasyonlarda *F. verticillioides*, *F. solani* ve *C. destructans* türleri başta olmak üzere *F. oxysporum* ve *V. dahliae*' da elde edilen türler arasındadır (Şekil 4.2).

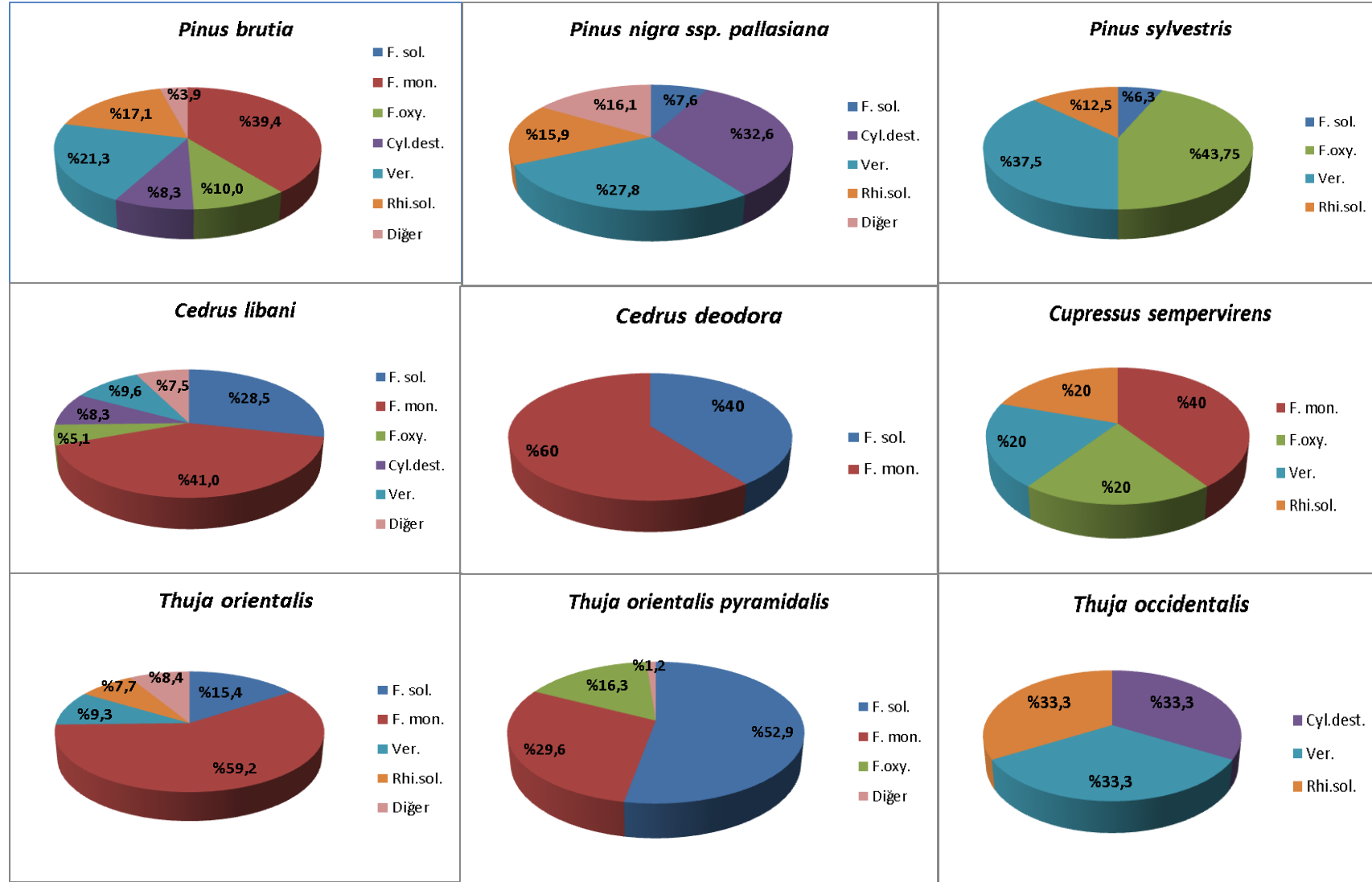
Bursa orman fidanlığında yapılan sörveylerde Anadolu kestanesi, Uludağ göknarı ve Doğu mazısı fidanlarından örnekler alınmıştır. Toplamda 24 adet fidan örneğinin köklerinden izolasyonlar gerçekleştirilmiş ve en yaygın olarak *F.*

solani (%35) elde edilmiştir (Çizelge 4.1). Hastalık belirtisi görülen Anadolu kestanesi fidanlarından *F. verticillioides* ile *P. clavispora* izole edilirken, Doğu mazısı fidanlarından ise sadece *F. solani* izole edilmiştir.

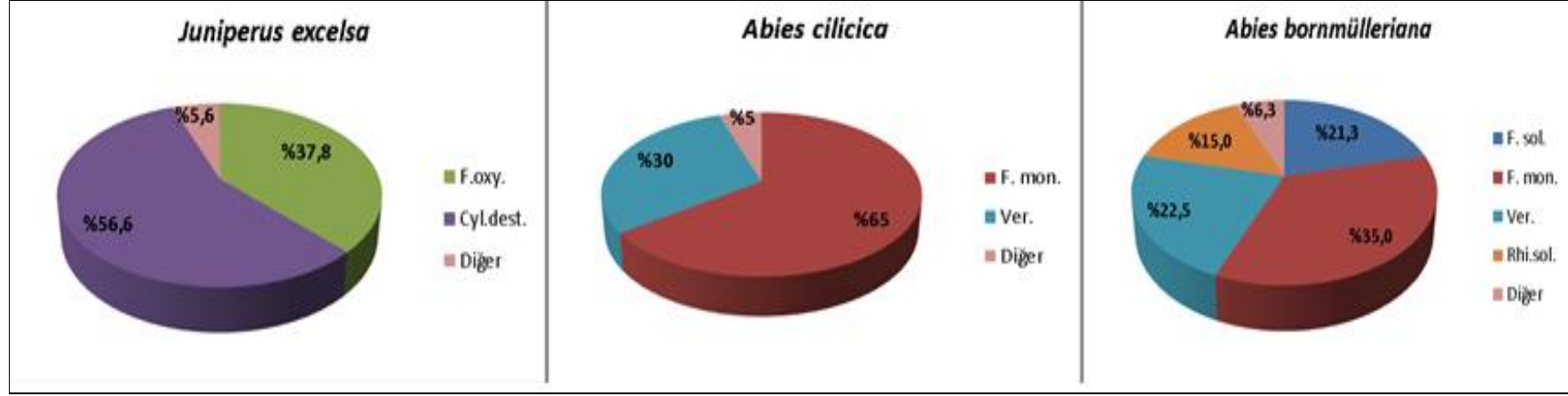
Konukçu türlerin geneline bakıldığında hastalıklı fidanlarda *F. verticillioides*'nin (%42,3) en sık izole edilen fungal tür olduğu dikkati çekmektedir. İğne yapraklı ağaç türlerinden özellikle çam türlerinden yapılan izolasyonlarda yaygın olarak izole edilen türün *V. dahliae* (%28,8) olduğu belirlenmiştir. Bu türün yanı sıra *F. moniliforme* (%13,7) ve *C. destructans* (%13,6) da en çok elde edilen türler arasında yer almaktadır (Şekil 4.3). Toros sediri ve Himalaya sediri fidanlarından elde edilen fungal türlere bakıldığında ise, en çok *F. verticillioides*'nin izole edildiği görülmektedir. Mazı türlerinden ise yine *F. verticillioides*'nin yaygın olarak elde edildiği ve diğer fungal etmenlerin de var olduğu belirlenmiştir.



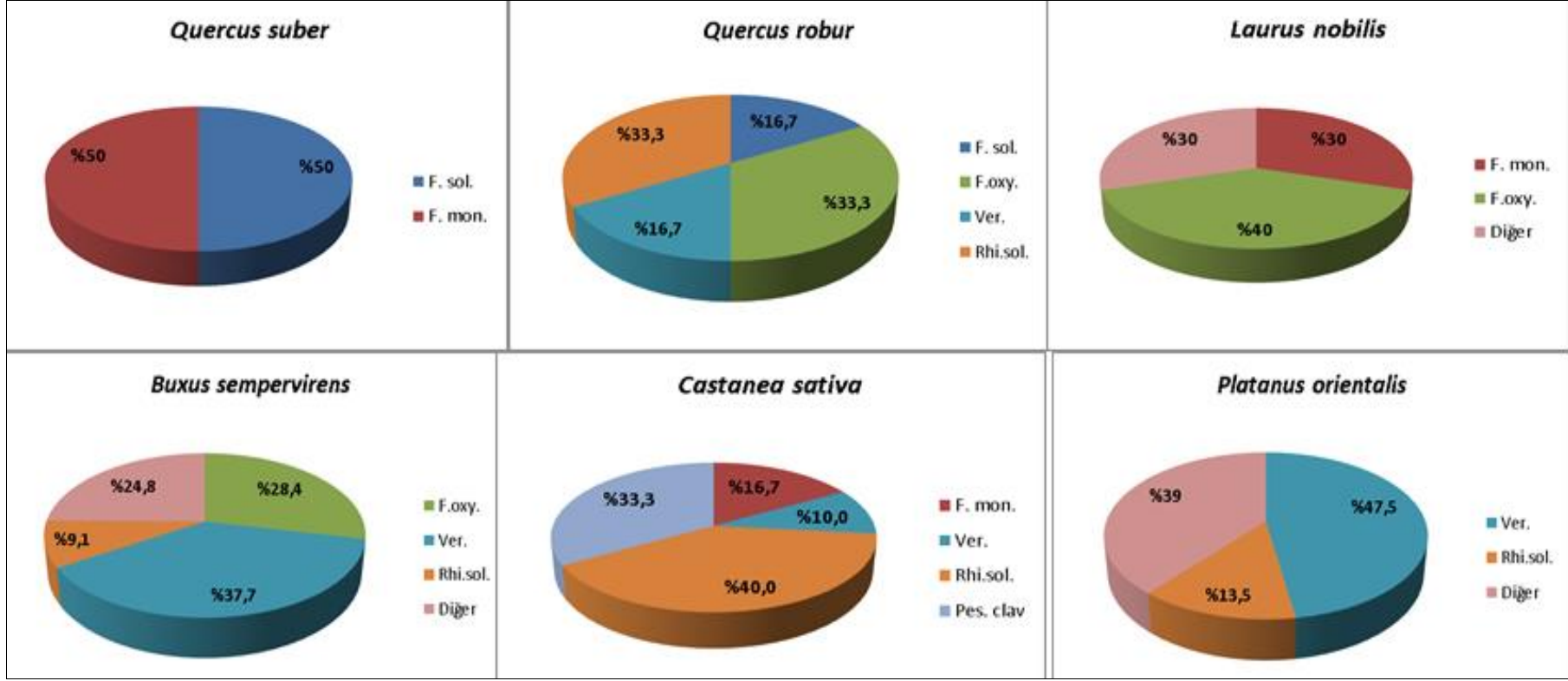
Şekil 4.1. Sörvey çalışmalarının yapıldığı orman fidanlıklarından izole edilen fungal türlerin dağılımı, a. Muğla-Gökova, b. İzmir-Torbalı, c. Eskişehir, d. Isparta-Eğirdir, e. Denizli-Karahasanlı, f. Adapazarı-Hendek, g. Antalya-Elmalı, h. Bursa Orman Fidanlığı



Şekil 4.2. Orman fidanlıkları genelinde iğne yapraklı ağaç türlerine ait fidanlardan izole edilen fungal türlerin bulunma oranları (a)



Şekil 4.3. Orman fidanlıkları genelinde iğne yapraklı ağaç türlerine ait fidanlardan izole edilen fungal türlerin bulunma oranları(b)



Şekil 4.4. Orman fidanlıkları genelinde geniş yapraklı ağaç türlerine ait fidanlardan izole edilen fungal türlerin bulunma oranları

Çalışma kapsamında geniş yapraklı ağaç türlerinden mantar meşesi, saplı meşe, defne, şimşir, kestane ve çınar fidanlarından izolasyonlar yapılmıştır. Meşe türlerine ait fidanlardan, *F. solani*, *F. verticillioides* ve *F. oxysporum* izole edilmiştir. Anadolu kestanesinde en fazla izole edilen tür *R. solani* (%40) iken, çınardan en fazla izole edilen tür ise *V. dahliae* (%47,5) 'dir.

4.3. Toprak örneklerinden elde edilen Pythiaceous (*Phytophthora* ve *Pythium* spp.) türleri

Örneklenen fidanlara ait toprak örneklerinden, mantar meşesi, orman gülü ve açelya yaprakları kullanılarak tuzak yöntemi ile Pythiaceous türleri izole edilmiştir.

Bu araştırma sonunda, orman fidanlarından alınan farklı konukçu türlere ait 105 toprak örneğinden toplamda 142 adet Pythiaceous izolatu elde edilmiştir.

Teşhis çalışmaları sonucunda, izolatların; 4 *Pythium*, 4 *Phytophthora* ve 1 *Phytopythium* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Bu türler; *Pythium aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. litorale*, *P. ultimum*, *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora citricola*, *Phytophthora megasperma*, *Phytophthora syringae* ve *Phytopythium vexans* 'dır. İzolasyonlarda sırasında morfolojik olarak teşhis edilemeyen ve ITS dizilemelerinde birden fazla türe benzerlik gösteren bazı *Pythium* izolatları, tür bazında bırakılmış ve değerlendirmelere alınmamıştır.

Çizelge 4.3. Sörvey yapılan orman fidanlıklarından örneklenen konukçulara ait topraklardan izole edilen Pythiaceous türlerine ait izolat sayıları

Orman fidanlığı	Konukçu türlerinden elde edilen izolat sayısı	Pythiaceous türlerine ait izolat sayısı
Muğla-Gökova	<i>Pinus brutia</i>	4
	<i>Cupressus sempervirens</i>	2
	<i>Buxus sempervirens</i>	3
	<i>Thuja orientalis</i>	3
	Toplam	12
İzmir- Torbalı	<i>Quercus suber</i>	2
	<i>Cedrus libani</i>	3
	<i>Thuja orientalis</i>	4
	<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	4
	<i>Laurus nobilis</i>	8
	<i>Cedrus deodora</i>	2
	Toplam	23
Eskişehir	<i>Pinus nigra</i>	2
	<i>Platanus orientalis</i>	3
	<i>Quercus robur</i>	1
	<i>Pinus sylvestris</i>	4
	Toplam	10
Isparta-Eğirdir	<i>Cedrus libani</i>	4
	<i>Juniperus excelsa</i>	2
	<i>Pinus nigra</i>	4
	<i>Platanus orientalis</i>	2
	<i>Thuja occidentalis</i>	2
	Toplam	14
Denizli-Karahasanlı	<i>Cedrus libani</i>	6
	<i>Abies cilicica</i>	4
	<i>Pinus nigra</i>	3
	<i>Pinus brutia</i>	7
	<i>Castanea sativa</i>	6
	Toplam	26
Adapazarı-Hendek	<i>Abies nordmanniana ssp. bornmülleriana</i>	9
	<i>Buxus sempervirens</i>	14
	Toplam	23
Antalya-Elmalı	<i>Cedrus libani</i>	6
	<i>Pinus brutia</i>	4
	Toplam	10
Bursa	<i>Castanea sativa</i>	10
	<i>Abies nordmanniana ssp. bornmülleriana</i>	8
	<i>Thuja orientalis</i>	6
	Toplam	24
Genel toplam		142

Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere, en fazla Pythiaceous türüne ait izolat, Adapazarı-Hendek orman fidanlığından izole edilirken, Denizli ve Bursa Orman Fidanlığı bunu takip etmiştir.

Çizelge 4.4. Pythiaceae türlerinin izole edildikleri konukçular ve fidanlıklar

Fidanlık adı	İzole edildiği konukçu	Pythiaceae türler
Adapazarı-Hendek	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Phytophthium</i> sp.
Adapazarı-Hendek	<i>Abies nordmanniana</i> ssp. <i>bornmülleriana</i>	<i>Pythium irregulare</i> <i>Pythium ultimum</i>
Adapazarı-Hendek	<i>Thuja orientalis</i>	<i>Phytophthium vexans</i>
Adapazarı-Hendek	<i>Picea orientalis</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>
Adapazarı-Hendek	<i>Castanea sativa</i>	<i>Pythium intermedium</i> <i>Pythium irregulare</i> <i>Phytophthora megasperma</i>
Adapazarı-Hendek	<i>Cedrus libani</i>	<i>Phytophthora syringae</i> <i>Pythium irregulare</i>
Adapazarı-Hendek	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Phytophthora citricola</i>
İzmir-Torbalı	<i>Thuja orientalis</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i> <i>Pythium ultimum</i> <i>Phytophthium vexans</i> <i>Pythium intermedium</i> <i>Pytophthium vexans</i>
İzmir-Torbalı	<i>Laurus nobilis</i>	<i>Phytophthora cactorum</i> <i>Phytophthora citricola</i>
İzmir-Torbalı	<i>Cedrus libani</i>	<i>Phytophthora syringae</i>
Eskişehir	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pythium ultimum</i> <i>Phytophthium vexans</i> <i>P.aphanidermatum</i>
Eskişehir	<i>Juniperus excelsa</i>	<i>Pythium intermedium</i>
Muğla-Gökova	<i>Pinus brutia</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>
Muğla-Gökova	<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Phytophthora citricola</i>
Denizli-Karahasanlı	<i>Platanus orientalis</i>	<i>Phytophthium vexans</i> <i>Pythium aphanidermatum</i>
Denizli-Karahasanlı	<i>Juniperus excelsa</i>	<i>Pythium intermedium</i> <i>Pythium ultimum</i>
Denizli-Karahasanlı	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pythium ultimum</i>
Denizli-Karahasanlı	<i>Pinus brutia</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>
Denizli-Karahasanlı	<i>Juniperus excelsa</i>	<i>Pythium intermedium</i>
Bursa	<i>Thuja orientalis</i>	<i>Phytophthium</i> sp.
Antalya-Elmalı	<i>Cedrus libani</i>	<i>Phytophthora syringae</i> <i>Phytophthora citricola</i>

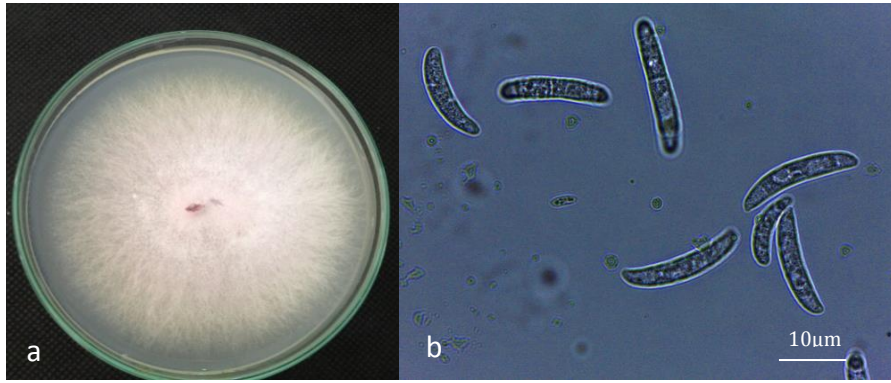
4.4. Hastalıklı Fidanların Köklerinden İzole Edilen Fungal Etmenlerin Morfolojik ve Moleküler Tanısı

İzole edilen fungal türlere ait izolatlar besiyerinde meydana getirdikleri koloni morfolojileri, gelişim hızları ve üreme yapılarına göre değerlendirilmiştir.

4.4.1. *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., (1881)

PDA besi ortamında gelişen koloni rengi kirli beyaz, petrinin tabanında ise turuncu-kirli beyaz renkli olarak görülmüştür. Miselyum gelişimi; havai, düz, seyrek veya yoğun, pamuksu görünümlüdür (Şekil 4.5). Somatik hifler renksiz, bölmeli ve dallanmıştır.

Besi ortamında sporodochia oluşumu yaygındır ve çok sayıda macroconidia içerir. Macroconidia renksiz yay şeklinde, genellikle 3-5 bölmeli ve 18-36 X 5-8 µ boyutlarında ölçülmüştür. Microconidia renksiz, oval veya fasulye biçiminde bölmesiz veya bir bölmeli, uzun conidiophorelar üzerinde gruplar halinde oluşur, 8-16 X 2-4 µ boyutlarındadır. (Şekil 4.5).



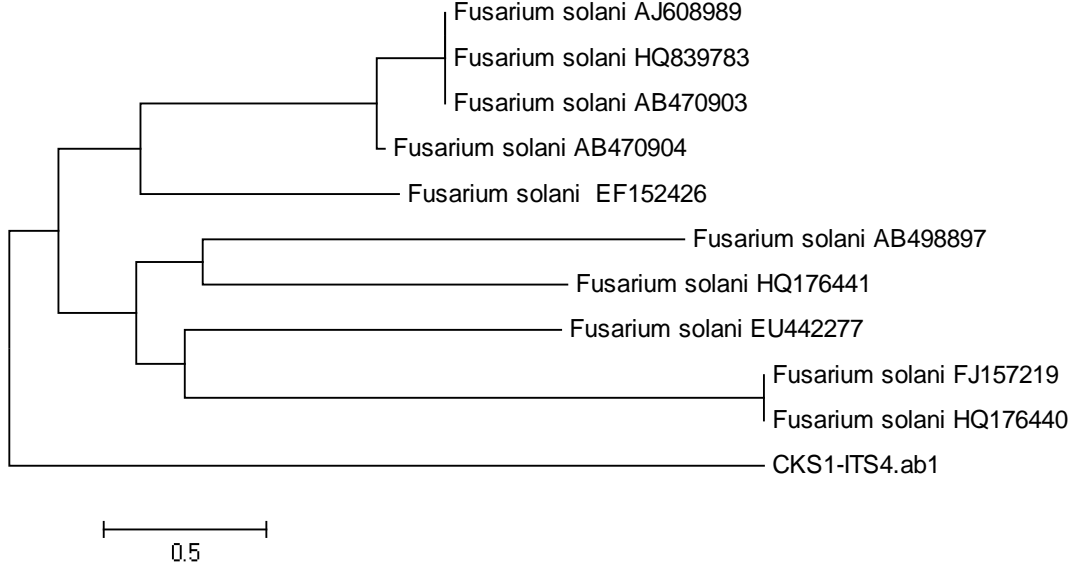
Şekil 4.5. *F. solani* (Mart.) Sacc. 'nin PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun macroconidia mikroskopik görüntüsü (b).

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizileme sonucunda 529 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış ve sonuç olarak, EU442277, AB498917, HQ839783, HQ176441, HQ176440, AB470903, FJ157219, EF152426, AJ608989, AB470904 numaraları ile kayıtlı *F. solani* izolatları ile %97 benzerlik göstermiştir.

>CKS1

```
CGAGGTCGGT TATACTGATT CAGGTCACAT TCAGAAGTTG GGTGTTTTAC 50
GGCATGGCCG CGCCGCTCTC CAGTTGCGAG GTGTTAGCTA CTACGCAATG 100
GAAGCTGCGG CGGGACCGCC ACTGTATTTG AGGGACGGCG TGTGCCACA 150
GGGGGCTTCT GCCGATCCCC AACGCCAGGC CCGGGGGCCT GAGGGTTGTA 200
ATGACGCTCG AACAGGCATG CCCGCCAGAA TACTGGCGGG CGCAATGTGC 250
GTTCAAAGAT TCGATGATTC ACTGAATTCT GCAATTCACA TTACTTATCG 300
CATTTCGCTG CGTTC TTCAT CGATGCCAGA GCCAAGAGAT CCGTTGTTGA 350
AAGTTTTAAT TTATTTGCTT GTTTACTCAG AAAAACATTA TAAAAACAGA 400
GTTAGGGGTC CTCTGGCGGG GCGGGCCCGT TGTTACAGGG CCGTCTGTTC 450
CCGCCGAAGC AACGTTTTAG GTATGTTTAC AGGGTTGATG AGTTGTATAA 500
CTCGGTAATG ATCCCTCCGC AAGGTACCC 529
```

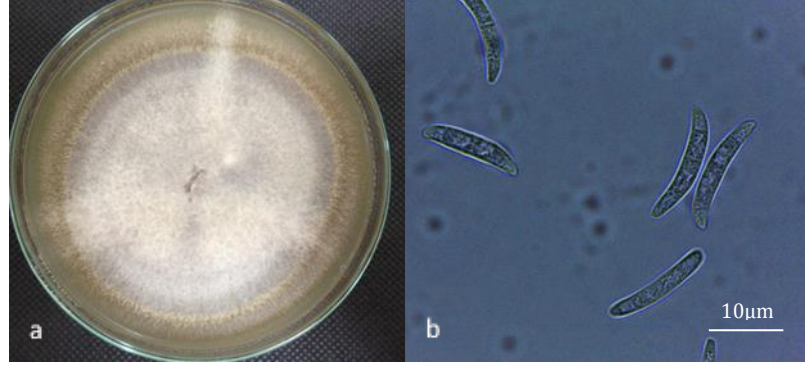


Şekil 4.6. Karaçam fidan köklerinden izole edilen *F. solani* CKS1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.4.2. *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen, (1824)

PDA besi ortamında, koloni rengi sarımtırak, petrinin alt kısmında rengin koyulaştığı görülmekte; koloni tipi pamuksu, gelişme yüzeysel olmaktadır (Şekil 4.7). Somatik hifler renksiz ve bölmelidir. Besi ortamında bol miktarda sporodochia oluşumu görülmektedir. Macroconidia; renksiz, genellikle 3-5 bölmeli, yay şeklinde, basit phialidler üzerinde oluşmuştur.

Microconidia renksiz, bölmesiz veya bir bölmeli, uzun, oval, ya da böbrek şeklindedir. Somatik hif üzerinde lateral durumdaki phialidler çok sayıdadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. *F. oxysporum*'un PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun microconidia mikroskopik görüntüsü (b)

ITS bölgesi dizisi

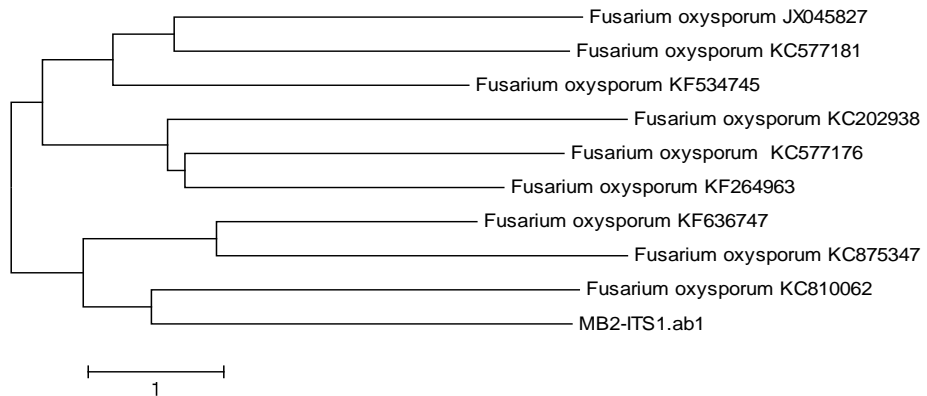
Toplamda 484 bp uzunluğunda bir baz dizisi Blastn programında analiz edilmiş ve Gen bankasında diğer türler ile eşleştirilmiştir. Karşılaştırma sonucunda, KF636747, JX045827, KF264963, KF534745, KC875347, KF313101, KC810062, KC202938, KC577181, KC577176 numaralar ile kayıtlı olan izolatlar ile %100 benzerlik göstermiştir.

>MB2

```

CCCCGTGAA ATACCACTTG TTGCTCGGC GGATCAGCCC GCTCCCGTA 50
AAACGGGACG GCCCGCCAGA GGACCCCTAA ACTCTGTTTC TATATGTAAC 100
TTCTGAGTAA AACCATAAAT AAATCAAAAC TTTCAACAAC GGATCTCTTG 150
GTTCTGGCAT CGATGAAGAA CGCAGCAAAA TGCGATAAGT AATGTGAATT 200
GCAGAATTCA GTGAATCATC GAATCTTTGA ACGCACATFG CGCCCGCCAG 250
TATTCTGGCG GGCATGCCTG TTCGAGCGTC ATTTCAACCC TCAAGCACAG 300
CTTGTGTTG GGACTCGCGT TAATTCGCGT TCCTCAAATT GATTGGCGGT 350
CACGTCGAGC TTCCATAGCG TAGTAGTAAA ACCCTCGTTA CTGGTAATCG 400
TCGCGGCCAC GCCGTTAAAC CCCAACTTCT GAATGTTGAC CTCGGATCAG 450
GTAGGAATAC CCGCTGAAC TAAGCATATC AATA 484

```

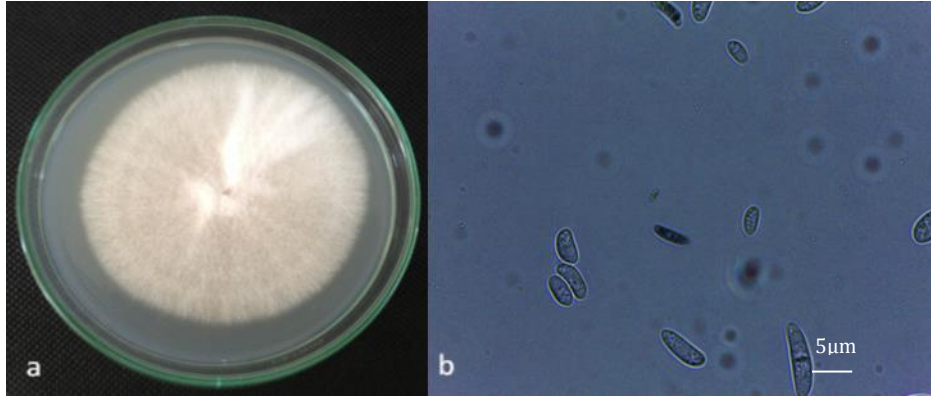


Şekil 4.8. Meşe fidan köklerinden izole edilen *F. oxysporum* MB2 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.4.3. *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, (1976) (Syn: *Fusarium moniliforme*)(Teleomorph: *Gibberella fujikuroi*)

Kolonileri, ilk olarak beyazımsı renkte daha sonra ise koyulaşmaktadır. Özellikle petri kabına arkadan bakıldığında pembemsi turuncu (salmon) bir renk oluşumu görülmektedir. Hifler bölmeli ve hiyalindir. Besi ortamında turuncu renkte sporodochia oluşumu gözlenmektedir.

Macroconidia az sayıda, orak ya da fasülye şeklinde, 3-5 bölmeli olup, ortalama 30-56 x 2,5-3,8 µm büyüklüğündedir (Şekil 4.9). Microconidia bölmesiz olup, zincir şeklinde oluşurlar ve ortalama boyutları 6-11 x 2,3-3,4 µm olarak ölçülmüştür.



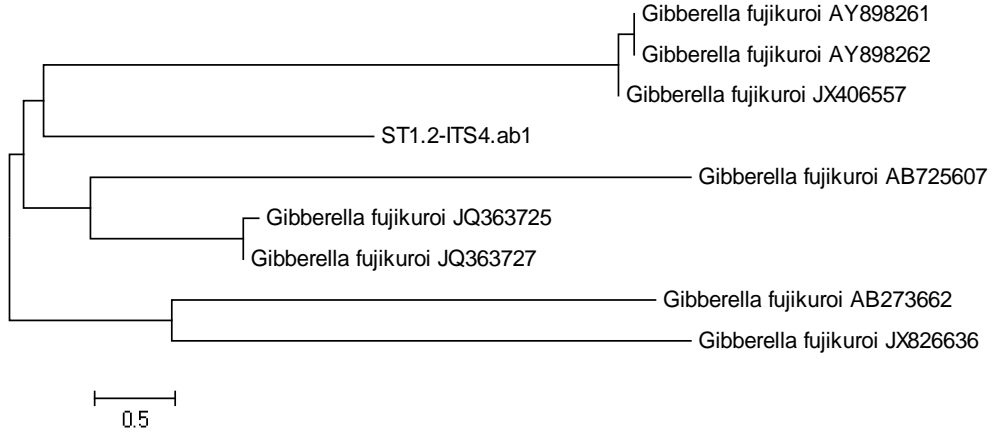
Şekil 4.9. Solda *F. verticillioides* J. Sheld. 'in PDA besiyerindeki gelişimi (a) Fungusun macro ve microconidia mikroskopik görüntüsü (b)

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda 529 bp uzunluğunda bir dizi elde edilmiştir. Bu dizi gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırıldığında %96 benzerlikle *Gibberella fujikuroi* olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen dizinin dünya bazında bu türe ait izolatlarına ait gen bölgeleri ile kıyaslandığında JQ363727, JX826636, JX406557, AB237662, AY898262, AY898261, AB725607 no'lu izolatlar ile % 96 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.10).

>ST1.2-ITS4.ab1

```
GTTGGAGAGT TTCACTCCAA ACCCCTGTGA ACATACCAAT TGTTGCCTCG 50
GCGGATCAGC CGCTCCCGGT AAAACGGGGC CCGCCAGAGG ACCCCTAAAC 100
TCTGTTTCTA TATGTAAGTT CTGAGTAAAA CCATAAATAA ATCAAAACTT 150
TCAACACGGA TCTCTTGTT CTGGCATCGA TGAAGAACGC AGCAAAATGC 200
GATAAGTAAT GTGAATTGCA GAATTCAGTA ATCATCGAAT CTTTGAACGC 250
ACATTGCGCC CGCCAGTATT CTGGCGGGCA TGCCCTGTTTCG AGCGTCATTT 300
CAACCCAGC CCCCAGGTTT GGTGTTGGGG ATCGGCGAGC CCTTGCGGCA 350
AGCCGGCCCC GAAATCTAGT GCGGCTCTCG CTGCGCTTCC ATTGCGTAGT 400
AGTAAACCC TCGCAACTGG TACGCGGCGC GGCCAAGCCG TTAACCCCC 450
AACTTCTAAT GTGACCTCGA AGTCCGCCG ATCAGGTAGG AATACCCGCT 500
GAACTTAAGC ATATCAATAA GCGGAGGAA 529
```



Şekil 4.10. Sedir fidan köklerinden izole edilen *F. verticillioides* ST1.2 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.4.4. *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten, (1964) (syn: *Ilyonectria radicola* (Gerlach & L. Nilsson) P. Chaverri & C. Salgado)

C. destructans izolatlarının PDA besi ortamındaki gelişimi beyazımsı bej renkte 7-10 günlük kültürler ise bejden kahverengiye dönüşmektedir (Şekil 4.11). Conidiophore dallanmış ve phialid yapıları bulunmaktadır. Microconidia bol miktarda, şeffaf ve silindirik olup, dip kısmı tümsek çıkıntılıdır. Konidinin dip kısmında konidiofordan koptuğu kısım biraz çıkıntı yapmaktadır.

Sporodochia krem renk ya da bej renğinde olup balçık kıvamındadır ve içinde macroconidia bulunmaktadır. Macroconidia silindirik düz ya da kıvrımlı olup 1-3 bölmeli ve ortalama 21-48 x 5,0-6,7 µm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11b).



Şekil 4.11. *C. destructans*'ın PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun macroconidia mikroskopik görüntüsü (b).

ITS bölgesi dizisi

Bu izolatın ITS bölgesi dizilemesi sonucunda 494 bp büyüklüğünde dizi elde edilmiştir.

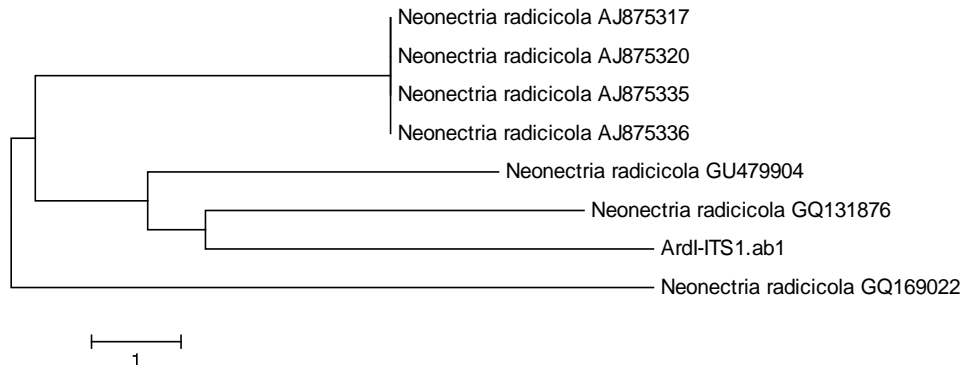
>ArdI

```

GGGAACCAG GAGTACACTC CCAACCCCTG GTGACATACC TATTTGTTGC 50
CTCGGCGGTG CCTGTTCCGA CAGCCCGCCA GAGGACCCCA AACCCGTATT 100
ACATTTAAGA AGTCTTCTGA GTAAACCGAT TAAATAAATC AAAACTTTCA 150
ACAACGGATC TCTTGGTTCT GGCATCGATG AAGAACGCAG CGAAATGCCA 200
TAAGTAATGT GAATTGCAGA ATTCAGTGAA TCATCGAATC TTTGAACGCA 250
CATFGCGCCC GCTAGTATTC TGGCGGGCAT GCCTGTCCGA GCGTCATTTT 300
AACCCCTAAG CCCCCGGGCT TGGTGTGGG GATCGGCGAG CCTCCGCGCC 350
CGCCGTCCCC TAAATCTAGT GCGGTCTCG CTGTAGCTTC CTCTGCGTAG 400
TAGCACACCT CGCACTGGGA AACAGCGCGG CCACGCCGTT AAACCCCAA 450
CTTCTGAACG TTTGACCTCG GATCAGGTAG GAATACCCGC TGAA 494

```

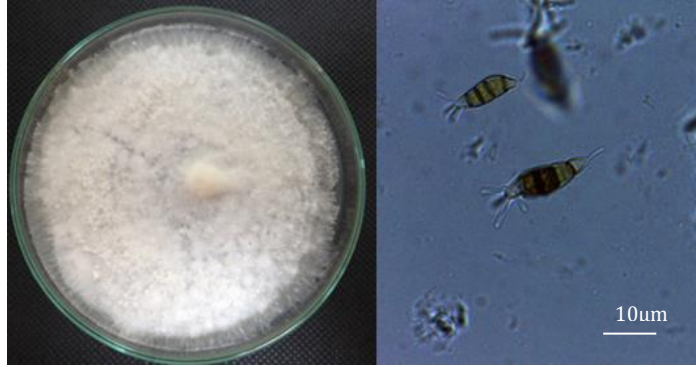
Bu dizi gen bankasındaki diğer türlerle karşılaştırıldığında GQ169022, GU479904, GQ131876, AJ875335, AJ875336, AJ875317 ve AJ875320 no'lu izolatlar ile %97 benzerlik göstermiş ve bu türün *Ilyonectria radicola* olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Ardiç fidan köklerinden izole edilen *C. destructans* Ard1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.4.5. *Pestalotiopsis clavispora* (G.F. Atk.) Steyaert, (1949)

Pestalotiopsis clavispora türüne ait izolatlar PDA besi ortamında 25 °C'deki gelişimlerinde koloniler beyaz ve pamuksu havai misellerden meydana gelmektedir. Koloniler 7 günden sonra sarımsı bir renk almaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. *P. clavispora* (G.F. Atk.) Steyaert'nın PDA besiyerindeki gelişimi (a). Fungusun karakteristik sporlarının mikroskopik görüntüsü (b).

Besi ortamında siyah renkte acervulus oluşturmakta ve içerisinde conidia bulunmaktadır. Conidia fusiform, düz, 5 hücrelidir. Conidyanın, baş ve uç kısımları renksiz ya da şeffaf hücrelerden orta kısımları ise koyu kahverengi hücrelerden oluşmuştur. Uç kısmında 2-4 adet apikal uzantıları ve dip kısmında ise bir uzantı bulunmaktadır. Conidium büyüklüğü ortalama 21,2 x 6,4 µm olarak ölçülmüştür.

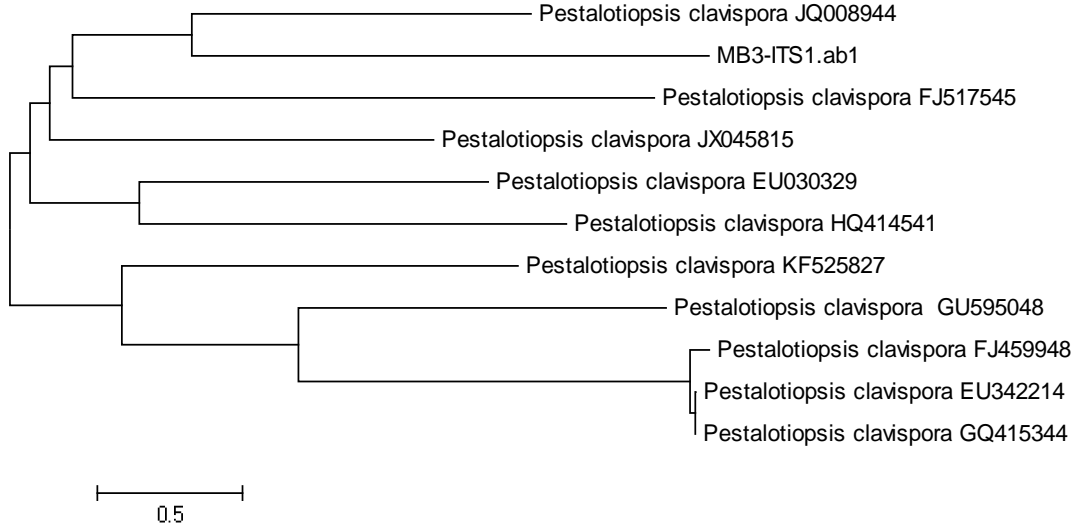
ITS bölgesi dizisi

Toplamda 498 bp uzunluğunda bir gen dizisi elde edilmiş ve bu dizi gen bankasında yer alan diğer türler ile karşılaştırılmıştır.

>MB3

```
TCCACCATGT  GAACTACCTT  TTGTTGCCTC  GGCAGAAGTT  ATAGGTCTTC  50
TTATAGCTGC  TGCCGGTGGA  CCATTAAACT  CTTGTTATTT  TATGTAATCT  100
GAGCGTCTTA  TTTTAATAAG  TCAAAACTTT  CAACAACGGA  TCTCTTGGTT  150
CTGGCATCGA  TGAAGAACGC  AGCGAAATGC  GATAAGTAAT  GTGAATTGCA  200
GAATTCAGTG  AATCATCGAA  TCTTTGAACG  CACATTGCGC  CCATTAGTAT  250
TCTAGTGGGC  ATGCCTGTTC  GAGCGTCATT  TCAACCCTTA  AGCCTAGCTT  300
AGTGTGGGA  ATCTACTTCT  TTTATTAGTT  GTAGTTCCTG  AAATACAACG  350
GCGGATTTGT  AGTATCCTCT  GAGCGTAGTA  ATTTTTTTTC  TCGCTTTTGT  400
TAGGTGCTAT  AACTCCCAGC  CGCTAAACCC  CCAATTTTTT  GTGGTTGACC  450
TCGGATCAGG  TAGGAATACC  CGCTGAACCT  AAGCATATCA  ATAGCCGG  498
```

Sonuç olarak bu izolatın gen bankasında yer alan GU595048 no'lu izolat ile %99, FJ517545, JQ008944, HQ414541, GQ415344, EU342214, EU030329, JX045815, KF525827, FJ459948 no'lu izolatlar ile %98 benzerlik gösterdiği ve böylece bu izolatın *Pestalotiopsis clavispora* türüne ait olduğu kesinleştirilmiştir.



Şekil 4.14. Meşe fidan köklerinden izole edilen *P. clavispora* MB3 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.4.6. *Rhizoctonia solani* Kühn., (1858)

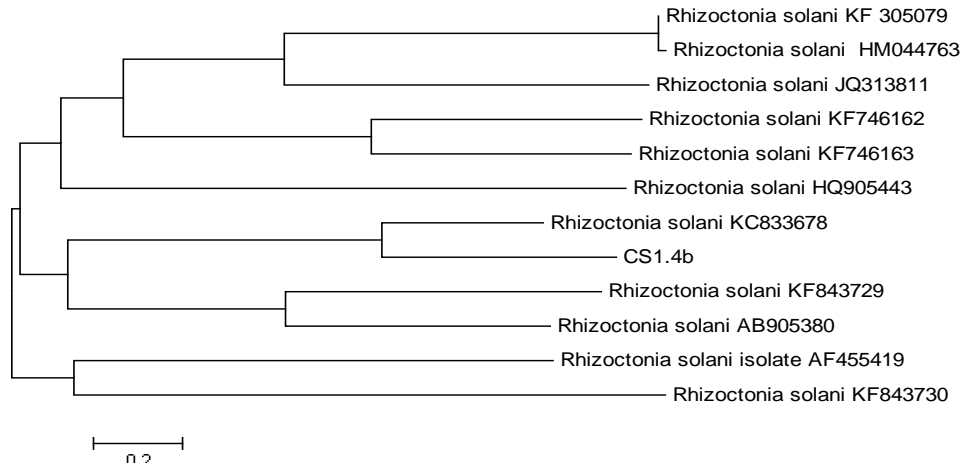
Hastalık belirtisi gösteren kestane, çınar, saplı meşe, mazı ve karaçam fidan örneklerinin köklerinden PDA besi ortamına yapılan izolasyonlarda, kolonilerin petripleri 5-6 gün içinde kapladıkları görülmüştür. Etmenin kolonileri açık kahverenkli ve devetüyü rengindedir. Koloniler yüzeysel bir gelişme göstermektedir. Hifler, başlangıçta renksiz ya da sarımsı renkli ve dolipor bölmelidir. Hifler birbirine dik dallanma yapar ve dallanmadan hemen sonra bölme oluşumu gözlenir. Bölmenin olduğu kısım içe doğru daralmaktadır. Dolipore tipi bölmeleri vardır.

ITS dizilemesi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 310 bp uzunluğundadır. Bu dizi gen bankasında yer alan diğer türler ile karşılaştırıldığında Bursa orman fidanlığından alınan kestane fidanı köklerinden *R. solani* izole edildiği belirlenmiştir.

>CS1.4b

```
AGTTTCAACA ACGGATCTTT GGGCTCTCGC ATAGATGAAG AACGCAGCGA 50
AATGCGATAA GTAATGTGAA TTGCAGAATT CAGTGAGATC GAATCTTTGA 100
ACGCACCTTG CGCTCCTTGG TATTCCTTGG AGCATGCCTG TTTGAGTATC 150
ATGAAATCTT CAAAGTAAAC CCTTTGTTAA TTCAATTGGT CTTTTTTACT 200
TTGGTTTTGG AGGATCTTAT TGCAGCTTCA CACTGCTCCT CTTTGTGCAT 250
TAGCTGGATC TCAGTGTAT GCTTGGTTCC ACTTATTGCA GCTTCACACA 300
ACAACGGATC 310
```



Şekil 4.15. Kestane fidan köklerinden izole edilen *R. solani* CS1.4b izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

Bu dizi verisi ALIGN programı ile analiz edildiğinde genbankasında yer alan KC833678 no'lu izolat ile %99 benzerlik gösterirken, AB905380, AF455419, HM044763, HQ905443, JQ313811, KF305079, KF746162, KF746163, KF843729 ve KF843730 no'lu izolatlar ile %97 benzerlik göstermektedir (Şekil 4.15).

4.4.7. *Verticillium dahliae* Kleb., (1913)

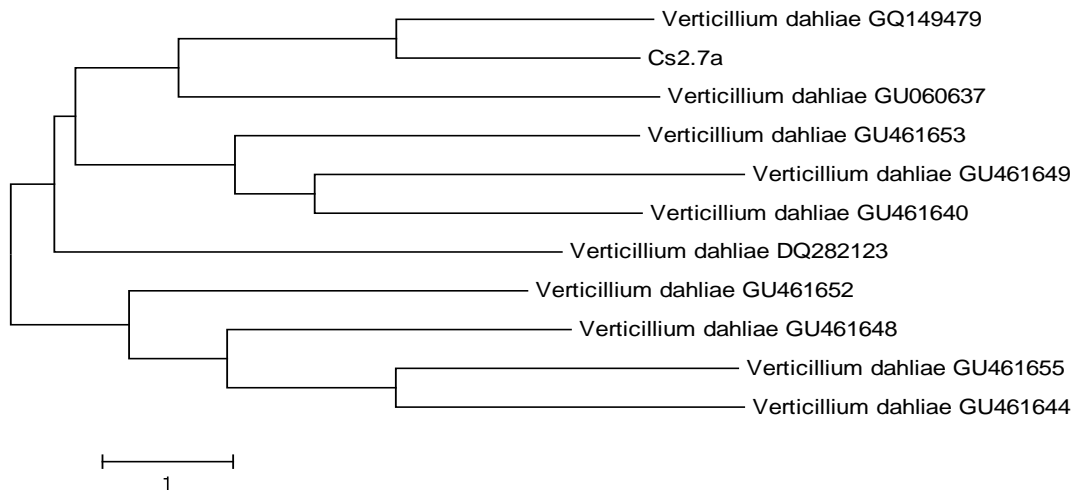
V. dahliae'e ait izolatlar genellikle kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir, karaservi, mazi, göknar, çınar ve şimşir fidanları köklerinden izole edilmiştir. PDA besi ortamına yapılan izolasyonlar sonucunda elde edilen saf kültürlerin koloni özelliklerine bakıldığında, hiflerin şeffaf ve bölmeli olduğu görülmüştür. Conidia tek hücreli olup, oval ya da elipsoid şeklindedir. Phialidlerde üçlü oluşum ve uca doğru sivrilme görülmektedir.

ITS dizilemesi

>Çs2.7a

```
TTTGTGAACC AGGATCTCTT ATTGTTGCTT CGGCGGCTCG TTCTGCGAGC 50
CCGCCGGTCC ATCAGTCTCT CTGTTTATAC CAACGATACT TCTGAGTGTT 100
CTTAGCGAAC TATTAAAACT TTTAACAACT GGCTCTAGCA TCGATGAAGA 150
ACGCAATGTA GTGTGAATTG CAGAATTCAG TGAATCATCG AATCTTTGAA 200
CGCACATGCC GCCTTCCAGT ATCTGGGAG GCATGCCTGC GTTCAACCC 250
TCGAGCCCCA GTGGCCCGGT GTTGGGGATC TACGTCTGTA GGCCCTTAAA 300
AGCAGTGGCG GACCCGCGTG GCCCTTCATT GCGTAATAGT TACAGCTCGC 350
ATCGGAGTCC CGGAGGCGCT TGCCTCTAAA CCCCCTACAA GCCCGCCTCG 400
TGC GGCAACG GTTGACCTCG GATCAGGTAG GAATACCCGC TGAACCTAAG 450
CATATTCCGA GCGT 464
```

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda 464bp uzunluğunda düzenlenmiş dizi bilgisi elde edilmiştir. Elde edilen bu dizi bilgisi genbankasındaki diğer diziler ile karşılaştırıldığında sarıçama ait izolatın *V. dahliae*'e ait olduğu kesinleştirilmiştir.



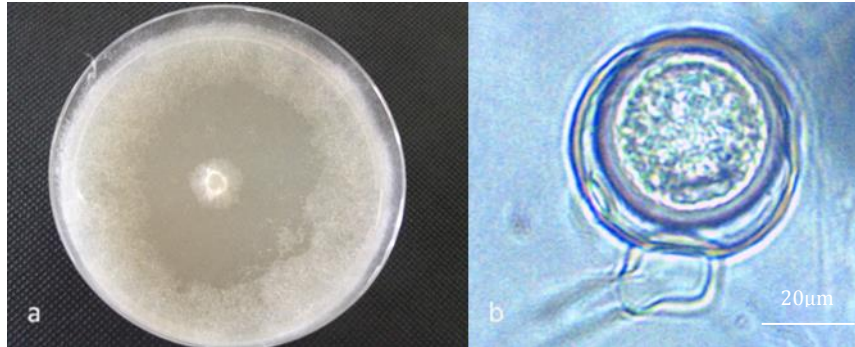
Şekil 4.16. Sarıçam fidan köklerinden izole edilen *V. dahliae* Çs 2.7a izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

Şekil 4.17'de görüldüğü üzere sarıçam fidan köklerinden izole edilen Çs2.7a izolatu GQ149479 ve GU060637 no'lu izolat ile %98 benzerlik gösterirken, GU461653, GU461649, GU461640, GU461652, GU461648, GU461655, GU461644 ve DQ282123 no'lu gen bankası *V. dahliae* izolatları ile %97 homoloji göstermiştir.

4.5. Toprak Örneklerinden İzole Edilen Pythiaceous Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Tanısı

4.5.1. *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp., (1923)

Homothallic bir türdür. Havuç agar ve patates dekstroza agar besi ortamlarında havai miseller, bölmesiz ve şeffaf renklidir. Su kültüründe sporangia oluşumu gözlenmemiştir. Ancak sporangia lobut şeklinde, düzensiz dallanma yapmaktadır, terminal ya da intercalardır. Oogonia küre şeklinde, düz duvarlı ve genellikle terminaldir. Oogonia sapı düzdür. Oogonia 21-36 um olarak ölçülmüştür (Şekil 4.17). Antheridia geniş, oogoniumu doğru uzanır. Oosporlar aplerotic, kalın duvarlıdır.



Şekil 4.17. *P. aphanidermatum*'un CA besiyerindeki gelişimi (a). Oogonia ve antheridia yapısı (b).

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucuna göre 842 bp uzunluğunda bir dizi elde edilmiştir. Elde edilen dizi Blastn programında analiz edilmiş ve %99 oranında *P. aphanidermatum* AB355599, AY598622, EU327397, HQ643438, HQ643439,

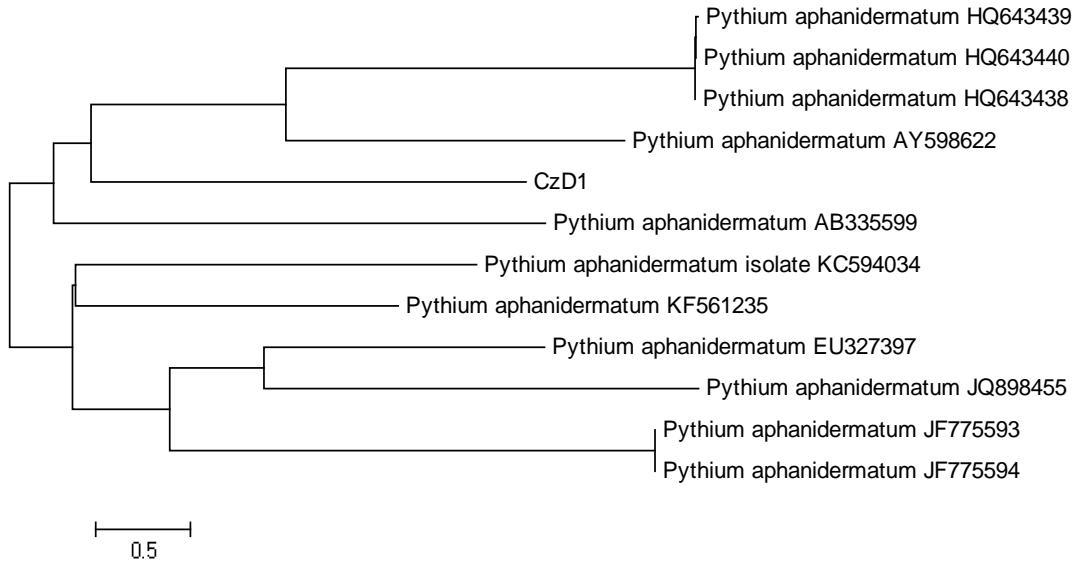
HQ643440, JF7755593, JF 775594, JQ898455, KC594034 ve KF561235 izolatları ile benzerlik göstermiştir.

>CzD1.9

```

TTACCGGAAC CTAAAAACTT TCCACGTGAA CCGTTGAAAT CATGTTCTGT 50
GCTCTCTTTC GGAGGGCTGA ACGAAGGTGG GCTGCTTAAT TGTAGTCTGC 100
CGATGTATTT TTCAAACCCA TTTCTAATA CTGATCTATA CTCCAAAAAC 150
GAAAGTTTAT GGTTTAAATC TATAACAAC TCCACAGTGG ATGTCTAGGC 200
TCGCACATCG ATGAAGAACG CTGCGAAGTGC CGATACGTAA TCGGAATGCA 250
GAATTCAGTG AGTCATCGAA ATTTTGAACG CACATGCGAC TTTCGGGTTA 300
TGCCTGGAAG TATGCCTGTA TCAGTGTCCG TACATCAAAC TTGCCTTTCT 350
TTTTCTGTGT AGTCAGGGAG AGATGGCAGA ATGTGAGGTG TCTCGCTGGC 400
TCCCTTTTCG GAGGAGAAGA CGCGAGTCCC TTTAAATGTA CGTTCGCTCT 450
TTCTTGTGTC TAAGATGAAG TGTGATTCTC GAATCGCGGT GATCTGTTTG 500
GATCGCTTTG CGCATTGGG CGACTTCGGT TAGGACATTA AAGGAAGCAA 550
CCTCTATTGG CGGTATGTTA GGCTTCGGCC CGACGTTGCA GCTGACAGAG 600
TGTGGTTTTT TGTTTTCCCT GAGGTGTACC TGAATTGTGT GAGGCAATGG 650
TCTGGGCAAA TGGTTGCTGT GTAGTAGGGT TTTGCTGCCT TTGGACGCC 700
TGTTTTCGGA TAGGGTAAAG GAGGCAACAC CAATTGGGAC TGTTTGCAAT 750
TTATTGTGAA CAACTTTCTA ATTGGACCTG ATATCAGGTA AGATTACCGC 800
CTGAACCTAA GCAATCAAAA ACCGGGAGGA AAAAGGAAAA AC 842

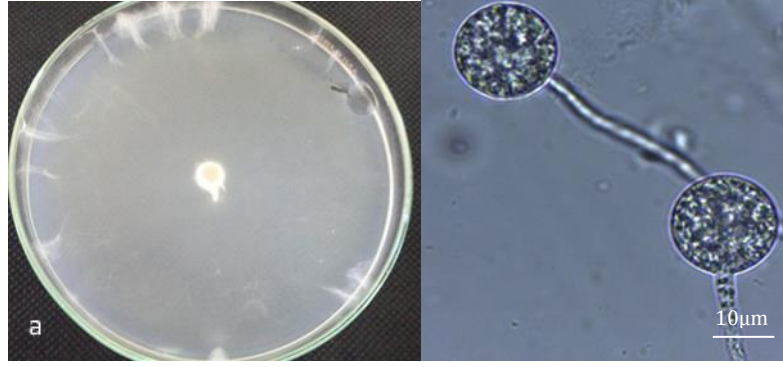
```



Şekil 4.18. Kızılcam fidanı toprağında izole edilen *P. aphanidermatum* CzD1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.5.2. *Pythium intermedium* de Bary, (1881)

Heterothallic bir türdür. Havuç agar ve PCA besi ortamlarında rozet şeklindeki havai misellere sahiptir (Şekil 4.19). CA besi ortamında günlük gelişimi 13,5 mm olarak ölçülmüştür. Havuç agar besi ortamında hifsel şişkinlikler bulunmaktadır. Su kültüründe bol miktarda, zincirler halinde, globse küresel hif şişkinliği ve bu hif şişkinliklerinin ortalama büyüklüğü 30 um olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.19. Solda *P. intermedium*'un CA besiyerindeki gelişimi. Sağda: Etmenin karakteristik oogoniumu

ITS bölgesi dizisi

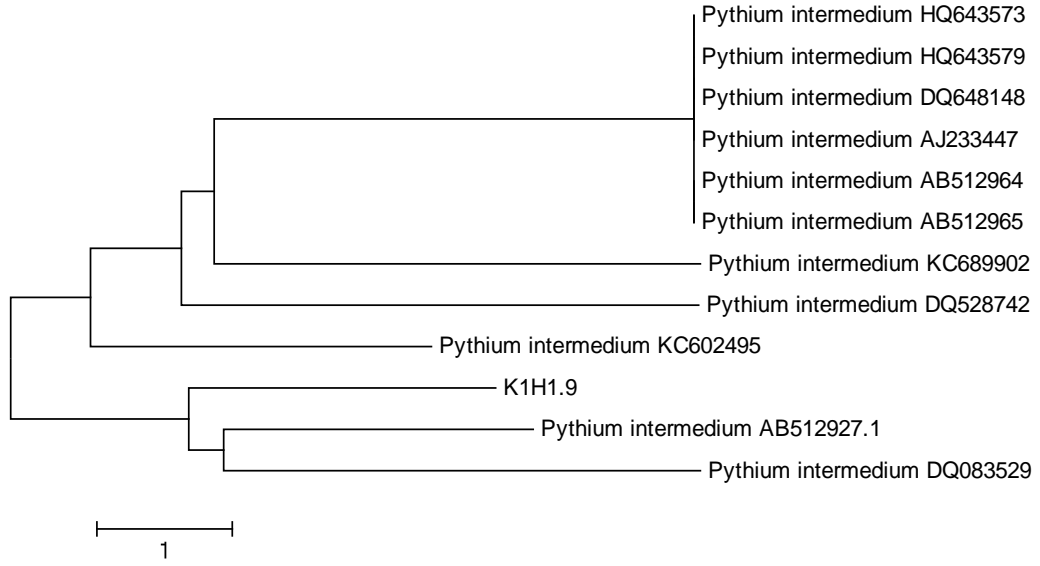
Adapazarı-Hendek Orman Fidanlığı kestane fidanlarının toprağında izole edilmiş olan K1H1.9 no'lu izolat ITS bölgesinin dizilenmesi sonucunda 765 bp büyüklüğünde bir gen dizisi elde edilmiştir. Bu gen dizisi genbankasında bulunan diziler ile karşılaştırıldığında; HQ643579, AB512965, AB512964, KC689902, DQ528742, HQ643573, DQ648148, KC602495 ve AJ083936 izolatları ile %99 benzerlik gösterirken DQ083529 ile %98, AB512927 no'lu izolat ile %97 benzerlik göstererek *P. intermedium* olarak tanılanmıştır.

>K1H1.9

```

TTATTTGTTG TCGCTCTCT GCGGTGTCGG TGGCGTCTGT TGGCTGTATT 50
TGATACTGCT GCGGGGTGCG AGCCGGATGC AGAGGCTGAA CGAAGGTCTGA 100
GTTGCTTTGC TCTCGGCTGA CTTATTTTTTC AAACCCAATA CCCAACTTAC 150
TGATTATACT GTGAGAACGA AAGTTCTTGC TTTTAACTAG ATAACAACCTT 200
TCAGCAGTGG ATGTCTAGGC TCGCACATCG ATGAAGAACG CTGCGAACTG 250
CGATACGTAA TCGGAATTGC AGAATTCAGT GAGTCATCGA AATTTTGAAC 300
GCATATTGCA CTTCCGGGTT ATGCCTGGAA GTATGTCTGT ATCAGTGTCC 350
GTAATCAAC CTTCCCTTTC TTCCTTCTGT GTAGTCAGTG GAGGATGTGG 400
CAGACGTGAA GTGTCTCGCT GTGGCTGGTT TTTGGTCGTT TCGGCTATGA 450
ATACAGTTTG CGAGTCCTTT TAAATGGACA CACTTTCTC TTTTTTGTTT 500
CTGCGAGGTG CTGTGCTCGA ACGCGGTGGT TTTCCGATCG CTCGCGGCTG 550
TTGGCGACTT CCGTGAATGC ATTATGGAGT GGACCTCAAT TCGCGGTATG 600
TTGGGCTTCG GCTGGACAAT GTTGCTTAT GTGTGTTTGT TCCGCTTCG 650
CCTTGAGGTG TACTTTCTGC TGTGTGCTTG AACTGGGATC TGCAATGTTA 700
GTAGTGCGCG GTGATCGTTA TTCCCGGGGA CATCTGTTGT TCGCACGCT 750
GTTTGTGTGT GCTTG 765

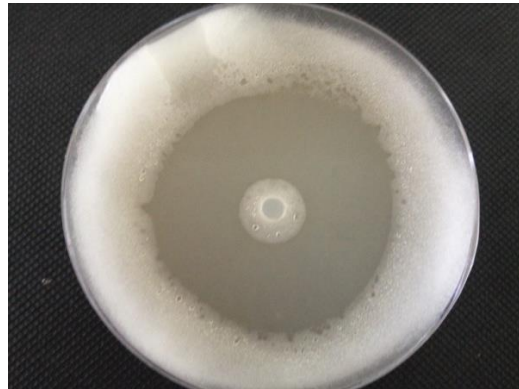
```

Şekil 4.20. Kestane fidan toprağından izole edilen *P. intermedium* K1H1.9 izolatının gen bankasında yer alan diğeri izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.5.3. *Pythium irregulare* Buisman, (1927)

Homothallic olan bu türün, havuç agar ve patates dekstroz agar besi ortamlarında havai miseller, bölmesiz ve şeffaf renklidir (Şekil 4.21). Su kültüründe oluşan sporangia terminaldir. Antheridia genelde monoclinous olup, nadiren diclinous veya hypogynous olabilir. Oogonia küre şeklinde, çoğunlukla intercalar ve nadiren iki tanesi zincir şeklinde peşpeşe oluşabilir. Bu türün en tipik özelliği oogonia duvarında birkaç adet dikensi çıkıntı olabilmesidir. Oosporlar aplerotic, ince duvarlıdır.



Şekil 4.21. *P. irregulare*'nin CA besiyerindeki gelişimi

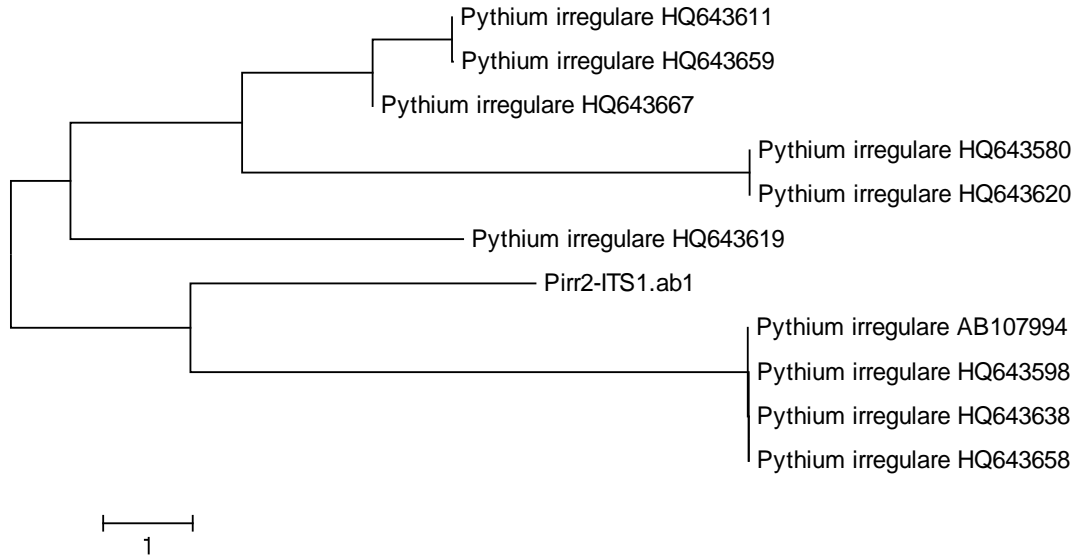
ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesi sonucunda elde edilen dizi 906 bp uzunluğundadır.

>UG2.7

```
CCGTGTTTGC TTACGCTTTC GTGTTTTCGA GTGCGCGTGC TGTCGGTGCG 50
CAGACTGAAC GAAGGTCGTG TGTGCTGTG TGCCTGCTGC ACTGCTGACT 100
TTGCATTGAT TTGCATGATG TTGGCGGAGC GGCGGGTGCT GTTGCCTGCG 150
CGGCTGACCT ATTTTTTCA AACCCATAC CTAATGACT GATTATACTG 200
TGAGAACGAA AGTTCCTGCT TTAACTAGA TAACAACCTT CAGCAGTGGA 250
TGCTAGGCT CGCACATCGA TGAAGAACGC TCGGAAGTGC GATACGTAAT 300
GCGAATTGCA GAATTCAGTG AGTCATCGAA ATTTTGAACG CATATTGCAC 350
TTCCGGGTTA TGCCTGGAAG TATGCTGTA TCAGTGTCCG TAAATCAAAC 400
TTGCGTTTCT TCCTCCGTG TAGTCGGTGG AGGAGAGTTG CAGATGTGAA 450
GTGCTCGCT GTGGTTGGTG TTTGTTGTTT GCAATGAATG CACAGCTTGC 500
GAGTCCTTTT AAATGGACAC GACTTCTCT TTTTGTATG TCGCGGGTGC 550
TGTGCGTCAA CGCGGTGGTT TTCGGATCGC TCGCGGCTGT CGGCGACTTC 600
GGTGAATGCA TAATGGAGTG GACCTCGATT CGCGGTATGT TGGGCTTCGG 650
CTGGACAATG TTGCTTATTG TGTGCTGTT CCGCGTTCGC CTTGAGGTGT 700
ACTGGTGGCT GTGGGATTGA ACTGGTACT GTTGTAGTA GTGTGTGTGG 750
CACGTTGTCG TGATGCATC TGTGTTTTTG CATACTGTG TGTGTGCAAT 800
TGTACAGAAG AGGAGTCTCA ATTTGGGAAA AGTTTTGTAT ACTCCGGGTT 850
GATCCTGCGT GTATATCTCA ATTGGACCTG ATATCAGACA AGACTACCCG 900
CTGAAC 906
```

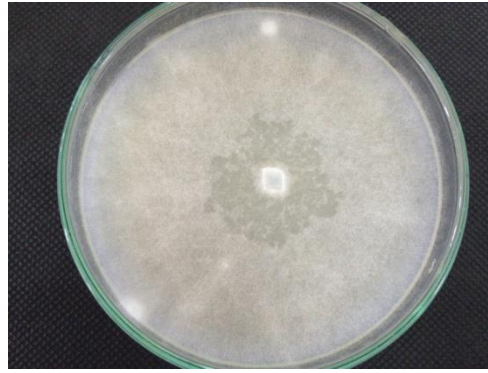
Elde edilen dizi gen bankasındaki diğer dizilerle karşılaştırıldığında, *Pythium irregulare* türüne ait HQ643620, 643611, 643598, 643580, 643602, 643619, 643638, 643658, 643659, 643667 no'lu izolatları ile %99 benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.22. Uludağ göknarı fidan toprağında izole edilen *P. irregulare* UGH2.7 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.5.4. *Pythium ultimum* Trow, (1901)

Homothallic bir türdür. *P. ultimum* türüne ait 5 izolatin CA' da 20 °C' de, 24 saatlik gelişme hızı 13 mm olarak belirlenmiştir. Hifler şeffaf, dallanmış ve bölmesizdir (Şekil 4.23). Miseller havai olarak gelişmiştir. Sporangiumlara rastlanmamıştır. Ancak literatür bilgisine göre sporangia küresel, terminal veya intercalardır. Küresel ve terminal yapıdaki oogonia, 12-25µm (ort. 22.1 µm) olarak ölçülmüştür. Antheridia kıvrılmış ve genellikle monoclinious olup, oogonia'nın hemen dibinde oluşmaktadır.



Şekil 4.23. *P. ultimum*'un CA besiyerindeki gelişimi.

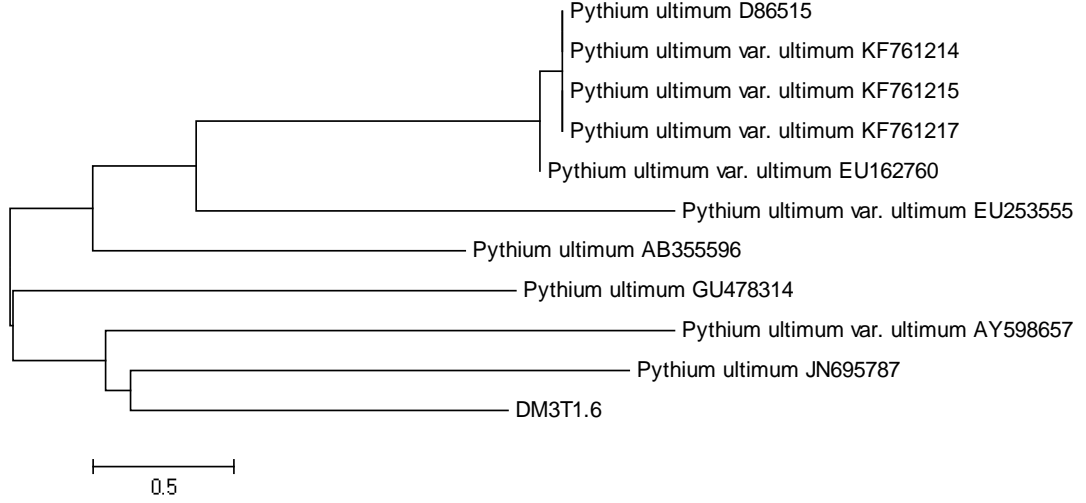
ITS bölgesi dizisi

Dizileme sonucunda 839 bp uzunluğunda dizi elde edilmiştir. Bu izolat gen bankasında yer alan diğer izolatlarla karşılaştırıldığında %100 *Pythium ultimum* olduğu tanılanmıştır.

>DM3T1.6

```
GATCATTACC  ACACTTTAAA  AACTGTCCA  CGTGAAGTGT  AAGCAAGTCT  50
AGCGCTGTGA  CTGAGCTGGT  GTTTTCATTT  TTGGACACTG  GAACGGGAGT  100
CAGCAGGACG  AAGGTTGGTC  TGTGTAAATG  CAAGTTATGA  TGGACTAGCT  150
GATGAACTTT  TGTTTTAAA  CCCTTACCTA  AATACTGATT  TATACTGTGG  200
GGACGAAAGT  CTTGCTTTT  ACTAGATAAC  AACTTTCAGC  AGTGGATGTC  250
TAGGCTCGCA  CATCGATGAA  GAACGCTGCG  AACTGCGATA  CGTAATGCGA  300
ATTGCAGAA  TCAGTGAGTC  ATCGAAATTT  TGAACGCATA  TTGCACTTTC  350
GGGTTATGCC  TGGAAGTATG  TCTGTATCAG  TGTCCGTAAA  TCAAACCTGC  400
CTTTCCTTTT  CTGTGTAGTC  AGGGATGGAA  TGTGCAGATG  TGAAGTGTCT  450
CGCATGGTTC  CGTTCGTTT  TTCGATCGAG  AATCTGTCGA  GTCCTTTTAA  500
ATGGACACGG  TCTTTCTAT  GGTTTCTATG  AAGTGTAATG  GTTGGGAAGC  550
AGTGATTTTC  GGATTGCTGG  CGGCTTTGG  CGACTTCGGT  ATGAACGTAT  600
GGAGACTAGC  TCAATTCGTG  GTATGTTAGG  CTTCCGGCTG  ACAATGTTGC  650
GTAATTGTGT  GTGGTCTTTG  TTTGTGCCTT  GAGGTGTAAT  AGAGGTTGTC  700
GGTTTGAACC  GTAAGTGATT  GTTTAGTAGA  GCATTTTCAC  GATGTATGGA  750
GACGCTGCAT  TTAGTTGCGT  AGAGAGATTG  ATTTGGGAAA  TTTTGTATCA  800
TTGTCAATTG  CAAGATTGTG  TATGG-ATCT  CAATGGACC  839
```

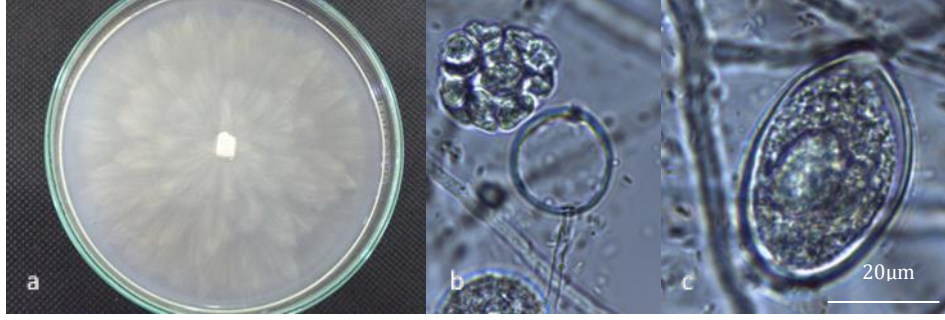
İzolata ait dizi KF761217, KF761215, KF761214, JN695787, GU478314, AY598657, AB355596, EU253555, D86515 izolatları ile %100 benzerlik gösterirken EU162760 no'lu izolat ile %99 benzerlik göstermiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Doğu mazısı fidanı toprağında izole edilen *P. ultimum* DM3T1.6 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.5.5. *Phytophthium vexans*

Havuç agar besi ortamında rozet şeklinde misel oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.25a). Ayrıca miseller bölmesizdir. Su kültüründe meydana getirdiği sporangiaların ortalama boyutu, 25 μ m olarak ölçülmüştür (Şekil 4.25b). Oogonia küresel, düz duvarlı, terminal, bazen intercalar veya lateral intercalar olarak oluşmaktadır. Antheridia çan şeklinde veya düzensiz şekilli, monoclinous, bazen diclinous olarak oluşur. Oosporlar küresel, apertotic, kalın duvarlıdır.

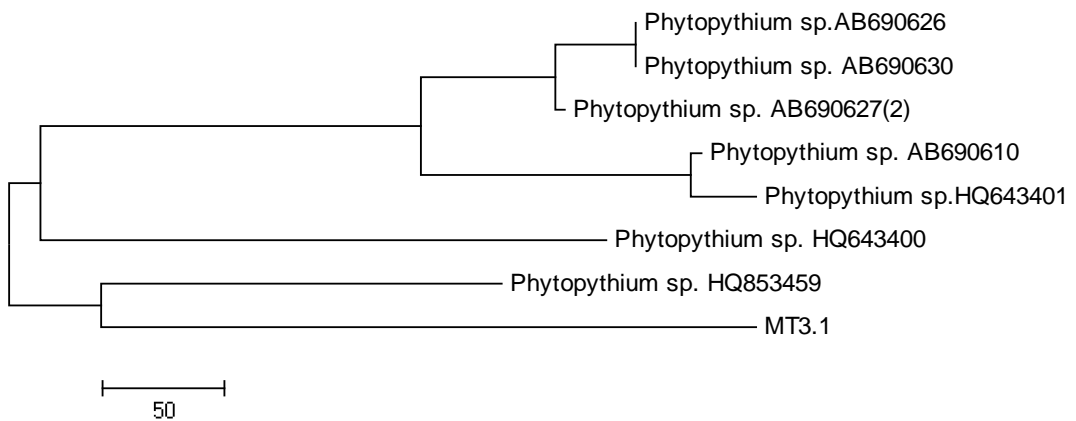


Şekil 4.25. *P. vexans*'ın CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmenin içi boşalmış sporangiumu (b). Vesicle oluşumu (c)

ITS bölgesi dizisi

ITS bölgesi dizilemesine göre 717 bp uzunluğunda elde edilen dizi gen bankasındaki türler ile karşılaştırıldığında %99 oranında *Phytophthium vexans* ile eşleştiği tespit edilmiştir. Align sonuçlarına göre, HQ643400, HQ 643401, AB690610, AB690626, AB690630, AB690627 ve HQ853459 nolu izolatlara ile homoloji göstermiştir (Şekil 4.26).

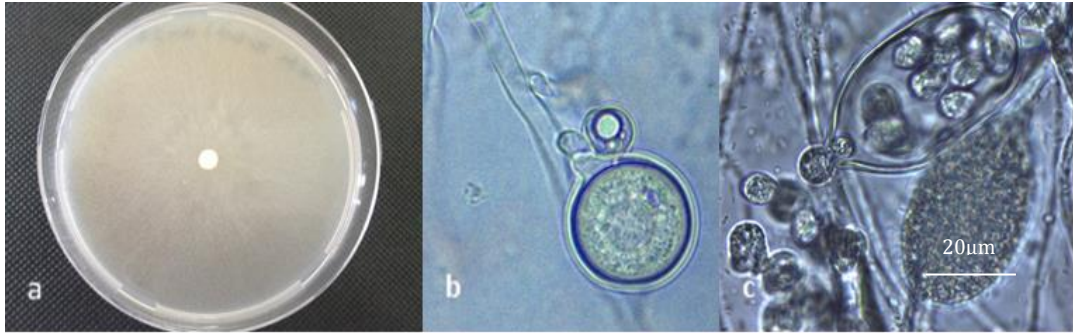
> MT3.1



Şekil 4.26. Mazı fidanı toprağından izole edilen *P. vexans* MT3.1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlara ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.5.6. *Phytophthora cactorum* (Lebert and Cohn) J. Schröt., (1886)

Homothallic bir türdür. Havuç agar besi ortamında gelişimi rozet şeklinde ve besi ortamına gömülü miseller görülmektedir. Papillalı sporangiumlar caducous ve kısa pedicellidir. Sporangiumları düzenli ve birbirine yakın sympodial dallanırlar. Sporangiumlar tek çıkış deliğine sahiptir. Sporangium şekli genellikle ovoid, bazen küremsi, yaklaşık 41 x 30 µm boyutlarındadır (Şekil 4.27c). Oogonium duvarı pürüzsüz, şeffaf ve yaklaşık 29 µm çapındadır. Antheridium paragynous, küremsi ve 9-13 µm çapındadır. Plerotic ve aplerotic oospor yapısı görülür.



Şekil 4.27. *P. cactorum*'un CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmenin karakteristik oogonia ve antheridium yapısı (b). Sporangia oluşumu (c)

ITS bölgesi dizisi

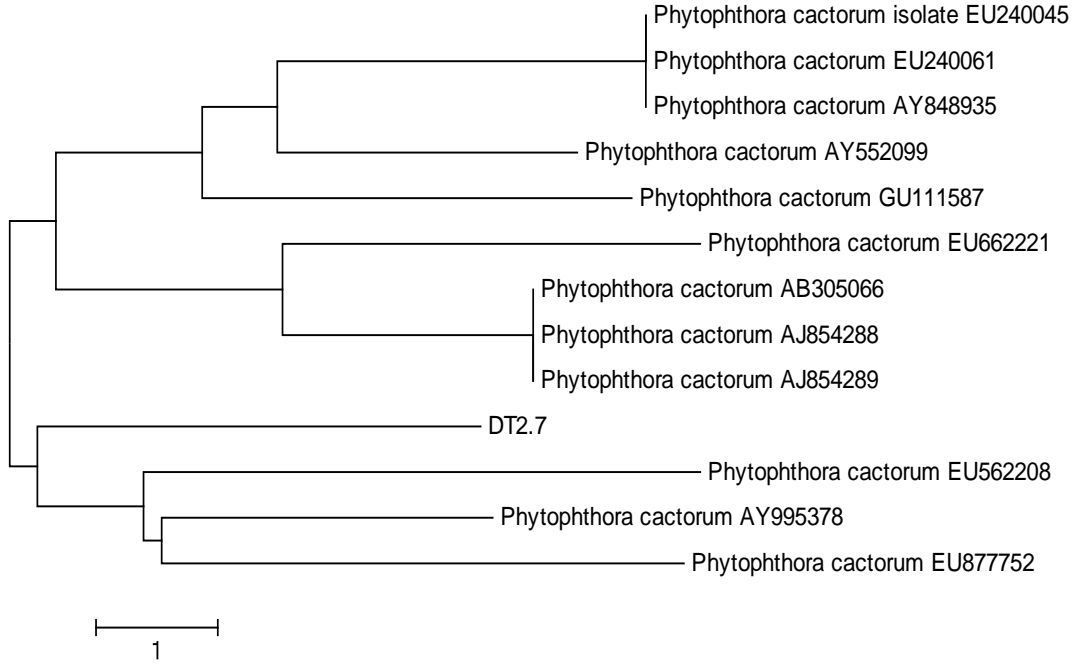
ITS bölgesi dizilenmesi sonucunda 1167 bp uzunluğunda dizi elde edilmiş ve bu dizi NCBI ve Phytophthora database veri tabanında diğer dizilerle karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda morfolojik olarak teşhisi yapılan DT2.7 izolatu gen bankasındaki diğer *P. cactorum* izolatları ile %99 homoloji göstermiş ve türün *P. cactorum* olduğu tanılanmıştır (Şekil 4.28).

>DT2.7

```

GCGGCTGCTG GCTTTATTGT TGGCGGCTGC TGCTGGGTGA GCCCTATCAT 50
GGCGAGCGTT FGGGCTTCGG CCTGAGCTAG TAGCTTTTCT TTTAAACCCA 100
TTCCTTAATA CTGATTATAC TGTGGGGACG AAAGTCCTTG CTTTAACTA 150
GATAGCAACT TTCAGCAGTG GATGTCTAGG CTCGCACATC GATGAAGAAC 200
GCTGCGAACT GCGATACGTA ATGCGAATTG CAGGATTCAG TGAGTCATCG 250
AAATTTTGAA CGCATATTGC ACTTCCGGGT TAGTCCTGGG AGTATGCCTG 300
TATCAGTGTC CGTACATCAA ACTTGGCTTT CTTCTTCCG TGTAGTCGGT 350
GGAGGAGATG CCAGATGTGA AGTGTCTTGC GGCTGGTTTT CGGACCGACT 400
GCGAGTCCTT TTAATGTAC TGAATGTAC TTCTCTTTGC TCGAAAAGCG 450
TGGCGTGGCT GGTGTGGAG GCTGCTATTG TAGCAAGTTG GCGACCGGTT 500
TGTCTGCTGC GGCCTAATG GAAGAGTGTG CGATTGCGCG TATGGTTAGC 550
FTCGGCTGAA CAATGCGCTT ATTGGATGTT TTTTCTGCTG TGGCGTGATG 600
GACCGGTGAA CCATAGCTCA GTTGCTTGGC TTTTGAATCG GCTTTGCTGT 650
TGCGAAGTAG AGTGGCGGCT TCGGCTGTCG AGGGTCGATC CATTGGGAA 700
ATGTGTGTGT ACTTCCGTAT GCATCTCAAT TGGACCTGAT ATCAGGCAAG 750
ATTACCGCT GACTTACTAC TATAAAGGG GGGGAAAAA AAACCCCAA 800
AAAAATTTTT CCGGGGACCG TTTTCAAACC AAAATATTTG GGGGGTTTTT 850
TTTGGTGGCG CCCCCGGCC TTTTTTTGTG TTTGGCCGCC CGCTGGGGGG 900
AACCCATAA GGGCAAGGGT TTGGGGCTTC GCCTGAACCT AATAGCTTTT 950
TTTTTTAAAC CATTCCTTAA ATACGGAATA ATCCGGTGGG GGAACAAAA 1000
AGTCTTTCTT TTTAAATAAA AATGCCCTTT TCCAGTGGGA AGTTTTAGGC 1050
CTCAATCCAT TAAAAAACC TCCAATGGC AAACCTTAA GGCAAATTGC 1100
GGGAATTCGT TGGAGTTCC AAATTTTTTA AACCAAATTG GCTTCCGGT 1150
TTAATCCCGG GGGAAAT 1167

```



Şekil 4.28. Defne fidanı toprağında izole edilen *P. cactorum* DT2.7 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

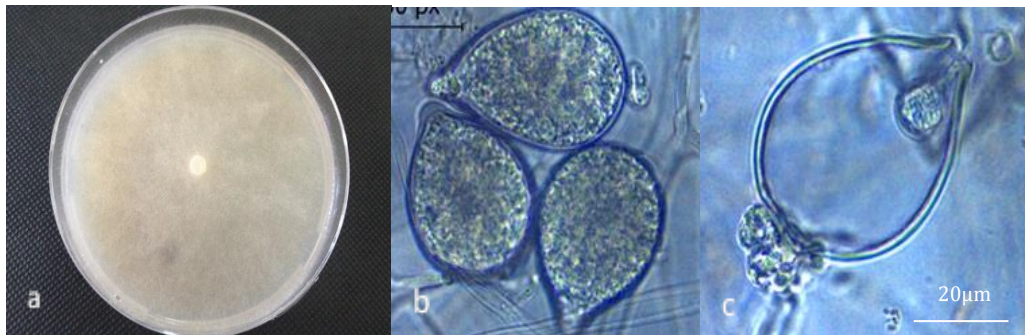
Cox I gen dizisi

>8R-DT2.7

```
ATTTTGACAC TAAACTTCAG GGAATCTACG ACCAGAAATT TTTCCATCCA 50
AAAATAAAAT CCAGTAAATA TACCAATAC AGCACCCATA GATAATACAT 100
AATGGAAATG TCCAACAATA TAATAAGTAT CATGTATTGC AATATCTAAA 150
CCTGAATTTG ACATAACTAC ACCAGTFACT CCACCCATAA CGAATAATAA 200
AATAAAACCT AAAACAAATA ATAATGGTGT TTCAAATTTT AAAGAACCAC 250
CCCATAAAGT TGCTAACCAA CTAATATTTT TAATACCTGT AGGTACAGCA 300
ATAATCATAG TAGCAGCTGA AAAATAAGCT CTTGTATCTA CATCTAAACC 350
AACAGTAAAC ATATGATGTG CCCATACAAT TGAACCTAAT AAACCTATAG 400
ATAACATGTC ATAAACCATT CCTAAATAAC CAAATACATT TTTTTTAGCA 450
AAAGCTGCAG AAACCTGACT AATAATACCA AAAGCTGGTA AAATTTAAAC 500
ATAAACCTCT GGGTGACCAA AAAACCAAAA TAAATGTTGA TATAATACTG 550
GATCACCCCC TCCAGATGGA TCATAAAAAG AAGTATTTAA ATTTCTATCA 600
GTTAATAACA TAGTAATGGC TCCAGCTAAT ACAGGTAAAG TTAATAATAA 650
AAGAAATGCA GTAATTAATA TAGACCATAC AAATAAAGGT AATCTATGGA 700
AACTTAATCC AGGAGCTCTC ATATTGTATA TAGTTGAAAT AAAATTAATA 750
GCACCTAATA AAGAAGAAAT ACCTGTAAA TGTAACCTAA AAATAGCTAA 800
ATCTACTGAA GGTCCCTGAGT GCGCTTGAC ACTAGATAAT GGTGGATAAA 850
CTGTCCAACC AGTACCTGCA CCTGATTCAA CAATAGCTGA TGAACCTAAT 900
AATAATAAAG CTGGAGGTAA TAACCAAAAA CTTATATTAT TCATACGAGG 950
AAATGCCATA TCAGGAGCAC CAATCATTAA AGGAACAAAC CAGTTACCAA 1000
AACCACCAAT TAAAGCAGGC ATAACATAAA AAAACACCAT AATAAAAGCA 1050
TGTGCTGTAA CAACAACATT ATATAATTGA TGATTTCCTA TGAATTTTG 1100
ATTACCCGGT TGGGCTAATT CCATTCTAAT TAAAAAATA ATGTTGA 1147
```

4.5.7. *Phytophthora citricola* Sawada, (1927)

Homothallic bir tür olan *P. citricola*'nın havuç agar besisi ortamındaki gelişim rozet şeklindedir. Havuç agar besisi ortamında, bazen hif şişkinlikleri görülebilir. Su kültüründe görülen sporangium basit sympodial dallarda oluşmuştur. Yarım papillalı, noncadocous sporangia genellikle ovoid ve obiliform şekillidir. Sporangium boyutları ise, 34 ile 78 µm uzunluğunda ve 26-49 µm genişliğindedir. Oogoniumlar küresel, pürüzsüz duvarlı ve yaklaşık 30 µm çapındadır. Antheridium paragynous olup belirgindir ve yaklaşık 13 µm çapında olarak ölçülmüştür (Şekil 4.29 b, c).



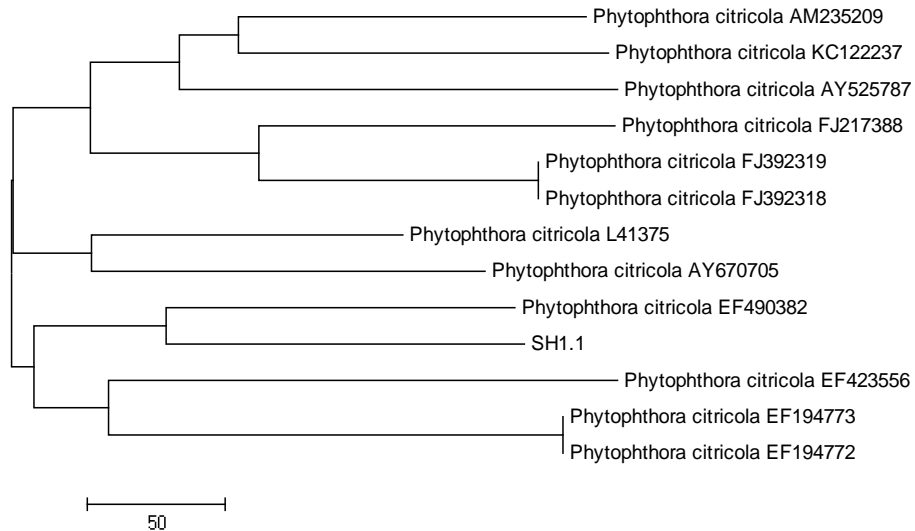
Şekil 4.29. *P. citricola*'nın CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmene ait sporangia oluşumu (b ve c)

ITS dizilemesi

ITS1-5.8S-ITS2 gen bölgesinin dizilenmesi sonucunda, 1139 bp uzunluğunda bir dizi elde edilmiştir. Elde edilen ITS DNA dizileri hem NCBI GenBankında hem de Phytophthora database' de blastlanarak izolatların GenBank'ta yer alan diğer *Phytophthora* türleri ile yüzde benzerlik oranları belirlenmiştir. Morfolojik olarak *P. citricola* olarak tanımlanan izolatın dizisinin gen bankasındaki izolatlarla karşılaştırılması sonucu %99 oranında *P. citricola*'ya benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.30). Bu izolatın ayrıca Cox I gen bölgesi de çoğaltılmış ve *P. citricola* olduğu kesinleştirilmiştir.

>SH1.1

```
TGGCGGCTGC TGCTGGGTGA GCCCTATCAT GCGAGCGTT TGGGCTTCGG 50
CCTGAGCTAG TAGCTTTTCT TTTAAACCCA TTCCTTAATA CTGATTATAC 100
TGTGGGGACG AAAGTCCTTG CTTTAACTA GATAGCAACT TTCAGCAGTG 150
GATGTCTAGG CTCGCACATC GATGAAGAAC GCTGCGAACT GCGATACGTA 200
ATGCGAATTG CAGGATTCAG TGAGTCATCG AAATTTTGAA CGCATATTGC 250
ACTTCCGGGT TAGTCCTGGG AGTATGCCTG TATCAGTGTG CGTACATCAA 300
ACTTGGCTTT CTTCTTCCG TGTAGTCGGT GGAGGAGATG CCAGATGTGA 350
AGTGTCTTGC GGCTGGTTTT CGGACCGACT GCGAGTCCTT TTAATGTAC 400
TGAAGTGTAC TTCTCTTTCG TCGAAAAGCG TGGCGTTGCT GGTGTGGAG 450
GCTGCTATTG TAGCAAGTTG GCGACCGGTT TGTCTGCTGC GCGTTAATG 500
GAAGAGTGTG CGATTCGCGG TATGGTTAGC TTCGGCTGAA CAATGCGCTT 550
ATTGGATGTT TTTTCTGCTG TGGCGTGATG GACCGGTGAA CCATAGCTCA 600
GTTGCTTGGC TTTTGAATCG GCTTTGCTGT TGCGAAGTAG AGTGGCGGCT 650
TCGGCTGTGC AGGTCGATC CATTGGGAA ATGTGTGTGT ACTTCGGTAT 700
GCATCTCAAT TGGACCTGAT ATCAGGCAAG ATTACCCGCT GAACTTAGCA 750
TTCCTAAAA AGGGGAAAA AACNCCCACC TAAAAACTT TCCACGTGAA 800
CCGTTTCAA CCAAATAGTT TGGGGGTCTT GTCTGGGTGG CGGCCGCCG 850
GCTTTTATTG GTTTGGCCGC GCCGCTGGGG TGAACCTATC AGGGCGAGGT 900
TTTGGGGCTT CGCCTGAGCT AGTAGCTTTT CTTTAAACC ATTCTTAAT 950
ACTGAATTAT ACTGTTGGGG GACGAAAGGT CTGCTTTTT ACTAGAATTG 1000
CACTTTCCCA GTGGGATGTC TAGGCCCAT CGATTAAGAA AGCTCCAAAT 1050
GCCATACTTA ATGGCAATTG CAGGAATTCT TGGAGTCCCC AAATTTTGA 1100
ACCCAATTGC ATTCCGGTTA AACCCGGGGA AATTAGCCG 1139
```



Şekil 4.30. Sedir fidanı toprağından izole edilen *P. citricola* SH1.1 izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.5.8. *Phytophthora megasperma* Drechsler, (1931)

Homothallic bir tür olan *P. megasperma* havuç agar besisi ortamında havai ve miseller oluşturur. Sporangia çoğunlukla ovoid bazen obiformdur. Ovoid şekilli sporangiumlar 36 x 28 µm olarak ölçülmüştür. Sporangia papillasız ve noncaducous özelliktedir. Oogonileri küresel ve yaklaşık 38,0 µm çapındadır. Antheridium çoğunlukla paragynoustur ve ortalama 11,5 x 10,0 µm ebatlarındadır. Ayırt edici özellikleri, plerotic oosporların kalın duvarlı oluşu ve CMA besin ortamında küçük hif şişkinliklerinin varlığıdır.



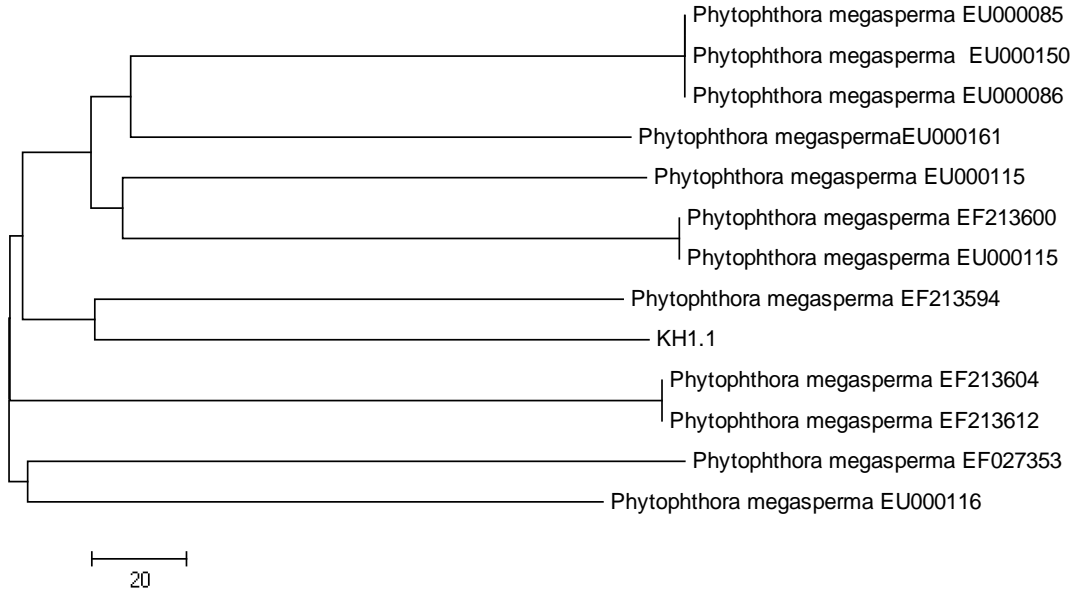
Şekil 4.31. Solda *P. megasperma*'nın CA besiyerindeki gelişimi.

ITS bölgesi dizisi

ITS1-5.8S-ITS2 gen bölgesinin dizilenmesi sonucunda 793 bp uzunluğundaki dizi NCBI gen bankası ve *Phytophthora* database'e blastlandığında söz konusu izolatinın %99 benzerlik oranı ile *P. megasperma* olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.32).

>KH1.1

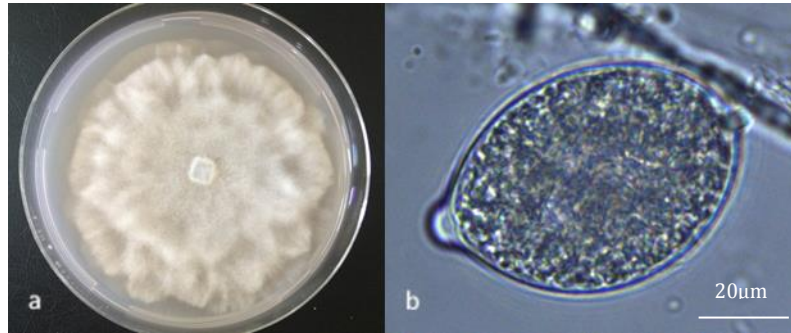
```
GGGGCTTGCT CGGCGGCGTG TGTGCTGGCC TGTAATGGGT CGGCGTGCTG 50
CTGCTGGGCG GGCTCTATCA GGGGCGAGCG TTTGGGCTTC GGCTCGAGCT 100
AGTAGCTATC AATTTTAAAC CCTTCTTAA ATACTGAACA TACTGTGGGG 150
ACGAAAGTCT CTGCTTTTAA CTAGATAGCA ACTTTCAGCA GTGGATGTCT 200
AGGCTCGCAC ATCGATGAAG AACGCTGCGA ACTGCGATAC GTAATGCGAA 250
TTGCAGGATT CAGTGAGTCA TCGAAATTTT GAACGCATAT TGCAC TTCG 300
GGTTAGTCCT GGGAGTATGC CTGTATCAGT GTCCGTACAT CAACCTTGGT 350
TTTCTTCCTT CCGTGTAGTC GGTGGAGGAT ATGCCAGACG TGAAGTGTCT 400
TGCTAGCGGT CTTTCGAGTC TGCCGGTGAG TCCTTTTAAA TGTACTGAAC 450
TGTACTCTCT CTTTGC GCGA AAAGCGTGGC GTTGCTGGTT GTGGAGGCTG 500
CCCGTGTGGC CAGTCGCGCA CCGGTTTGT AGCTGTGGCG TTTGGAGGAG 550
TGTTGATTTC GCGGTATGGT TGGCTTCGGC TGAACAATCT GCTTATTGGG 600
TGCTTTTCTT GTCATGGTGG TATGAACTGG TGAACCGTAT CTGTATGGTG 650
CTTGGCTTTT GAACCGGCTT TGCTTTGCGA AGTAATGTGG CGGCTTCCGC 700
TGTCGAGGGG TCGATCCATT TTGGGAAAAT TTGTGTGTGC GGCTTCGTGC 750
TGCGCGCCTC TCAGTTGGAT TTTAATCATG GGAATAACCT CTC 793
```



Şekil 4.32. *P. megasperma* izolatının NCBI genbankasındaki bir grup izolat ile gösterdiği benzerliğin Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.5.9. *Phytophthora syringae* (Kleb.) Kleb., (1909)

Homothallic bir türdür. Havuç agar besi ortamında rozet şeklinde gelişim göstermiştir (Şekil 4.33a). 20 °C'de 1 hafta gelişiminde koloni çapı ortalama 7 cm'dir. Sporangialar semipapillate, ovoid ve ortalama boyu 59 µm (58- 70 µm), Oogonia çapı ise, 38 µm (30 -47 µm) olarak ölçülmüştür. Su kültüründe paragynous antheridialar görülmektedir (Şekil 4.33b).



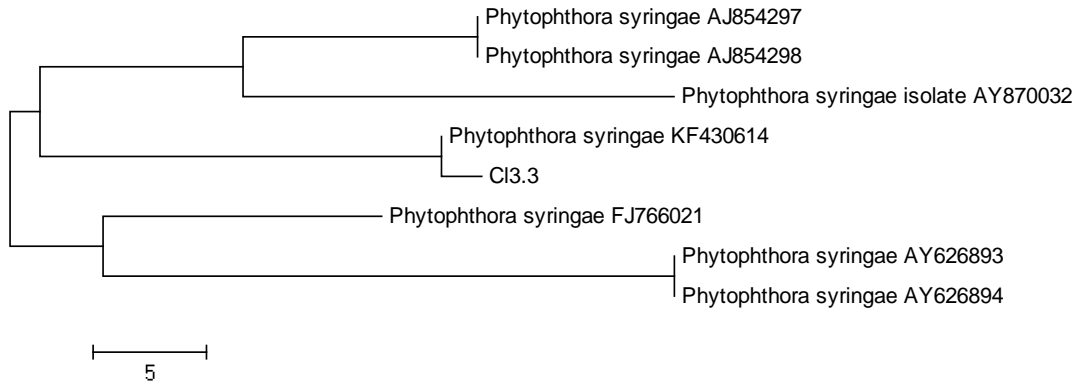
Şekil 4.33. *P. syringae*'nin CA besiyerindeki gelişimi (a). Etmenin karakteristik sporangium görünümü (b).

ITS bölgesi dizisi

Adapazarı-Hendek orman fidanlığından alınan sedir fidanı toprağından izole edilen Cl3.3a izolatının ITS1-5.8S-ITS2 gen bölgesinin dizilenmesi sonucunda, 883 bp'lık bir dizi elde edilmiş olup bu dizi NCBI gen bankası ve *Phytophthora* database programında blastlandığında %99 benzerlik oranı ile *P. syringae* olarak tanılanmıştır.

>ClH3.3a

```
ttgttttccct tgtgggtttg gcggtgtcct cgttttaagg aagcggggg 50
ggcggccatc aggggtcttt ttggtgtttt ttcttttttt tttttttatt 100
tggaggcggg tggggccggt ttccctccct tttcctgaat taaaaaagaa 150
acataacgt gggggaggaa gtctaagggt tttactatat aacaaatc 200
aacaatcgg cgtcgagggt cgcaaatcga agaagaacga tgaaaactgc 250
ga aaagtaa tgcgaaatgc cagattcagg gtgttattgg aattttaaaa 300
gcttaatgca ctttccggtt tcgcctggaa ctacgtggat attcgtgttc 350
ata ccctaa actgcctttt tccgccttgt gttgttggtg gtgggaatgg 400
ggag aagtg aggttttgtt ttttttttgc ttgaatttggt tgggcccggg 450
ccagt ccca ttaaaacttg aagtggtttc ttttttctgt tttctgtgtt 500
ggcgggt ggc ggcgggtggg gcttttttgt tttttgtcgt gtttgagac 550
ctttggc tt ctgcctttcg ggggtgggg ggttgccggt atgtttggtt 600
ttgggtttca ccattcagaa taatgggttt ggtttgtggt gcgtggcggg 650
agggggtaac cgggatgttc ttggttggtt gtgttagttt tgcgttcgag 700
tttggtggtg gtggggggtg gtgcggtggg gggcgggtcac caattgcaa 750
ttgtgggg t ttttgttttt tgttgttgtt gttgttgttg ttgttgcat 800
tcgtggcaa acacaaacac acaaacaaaa aagctgggca tctcaattgg 850
acctgatc agacctgtc gccccgcctc tta 883
```



Şekil 4.34. CLH3.3a izolatının gen bankasında yer alan diğer izolatlar ile karşılaştırılmasının Neighbor-Joining ağacı gösterimi

4.6. Elde Edilen İzolatların Patojenisiteleri

4.6.1. Fungal etmenlerin patojenisiteleri

Patojenisite testi sonuçlarına bakıldığında, kök ve kök boğazından izole edilen fungusların izole edildikleri konukçularında gelişebildikleri tespit edilmiştir.

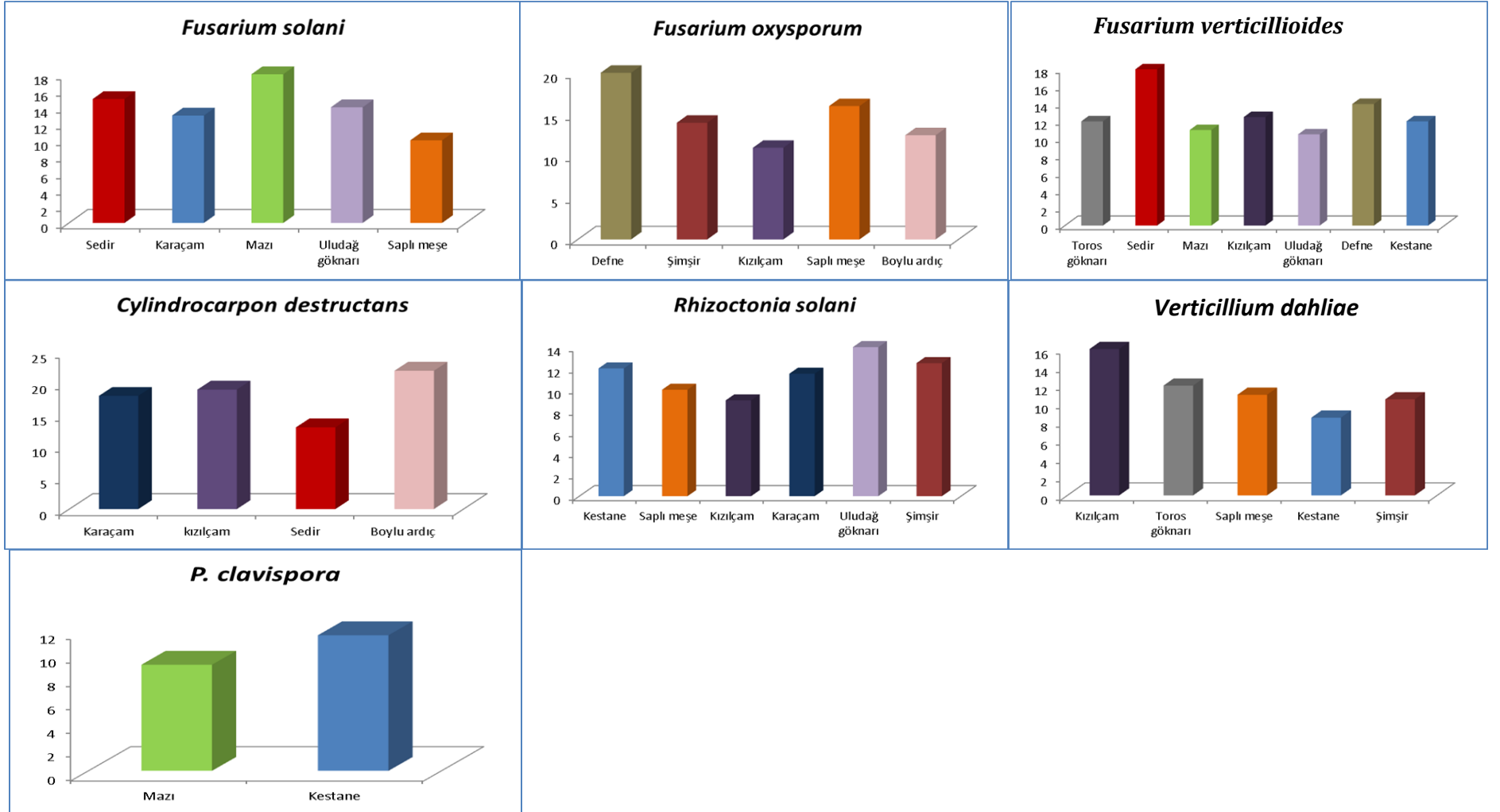
Ayrıca, bu fungal izolatların, konukçu bitkilerin kabukları altında renk değişimlerine yol açtığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Fungusların konukçularında meydana getirdikleri lezyon uzunluğu değerleri

Patojen	Konukçular	Lezyon uzunluğu (mm)*
<i>Fusarium solani</i>	Sedir	15,0a
	Karaçam	13,0ab
	Mazı	18,0 a
	Uludağ göknarı	14,0ab
	Saplı meşe	10,0b
	Ortalama	15,0
<i>Fusarium oxysporum</i>	Defne	20,0a
	Şimşir	14,0b
	Kızılçam	11,0c
	Saplı meşe	16,0ab
	Boylu ardıç	12,5bc
	Ortalama	15,25
<i>F. moniliforme</i>	Toros göknarı	12,0bc
	Sedir	18,0a
	Mazı	11,0bc
	Kızılçam	12,5b
	Uludağ göknarı	10,5c
	Defne	14,0b
	Kestane	12,0b
	Ortalama	13,4
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	Karaçam	18,0ab
	Kızılçam	19,0ab
	Sedir	13,0b
	Boylu ardıç	22,0a
	Ortalama	18,0
<i>R.solani</i>	Kestane	12,0ab
	Saplı meşe	10,0bc
	Kızılçam	9,0 c
	Karaçam	11,5b
	Uludağ göknarı	14,0a
	Şimşir	12,5ab
	Ortalama	11,25
<i>V. dahliae</i>	Kızılçam	16,0a
	Toros göknarı	12,0ab
	Saplı meşe	11,0b
	Kestane	8,5c
	Şimşir	10,5bc
	Ortalama	13,0
<i>P. clavispora</i>	Mazı	9,0 b
	Kestane	11,5a
	Ortalama	9,0

*İzolatlar Duncan testi sonuçlarına göre lezyon uzunluğu birbirinden anlamlı olarak farklıdır (p< 0,05).

Çizelge 4.5'e bakıldığında, *F. solani* izolatlarına en hassas olan konukçu türün mazi olduğu bunu da sedirin takip ettiği görülmektedir. *F. oxysporum* izolatlarının tümü defne fidanında iyi bir gelişim göstermiş ve en fazla lezyon boyunu bu türde meydana getirmiştir.



Şekil 4.35. Fungal türlere ait izolatların konukçularında meydana getirdikleri lezyon uzunlukları (mm) (y eksenine= lezyon uzunluğu)

4.6.2. Pythiaceus türlerinin patojenisiteleri

4.6.2.1. Sürgünlerdeki patojenisitileri

İnkubasyon süresinin sonunda, tüm konukçu bitkilerde alınan sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, inokulasyon denemesinin başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği görülmektedir. Kontrol uygulamalarda herhangi bir belirtiyeye rastlanmazken, diğer sürgünlerin tümünün Pythiaceus türleri ile %100 enfekte olduğu tespit edilmiştir. Sürgünlere yapılan inokulasyon denemesi sonucuna göre, 9 farklı konukçu bitkide denemeye alınan 29 izolatin oluşturduğu lezyonların büyüklükleri arasında önemli derecede fark bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Deneme sonuçlarına göre, konukçu bitkilerde denemeye alınan Pythiaceus türlerinin sürgünlerde oluşturduğu lezyonların uzunlukları arasında önemli derecede fark bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Patojenlerin sürgünlere yapılan inokulasyon denemelerinde izole edildikleri konukçularda meydana getirdikleri lezyon uzunlukları

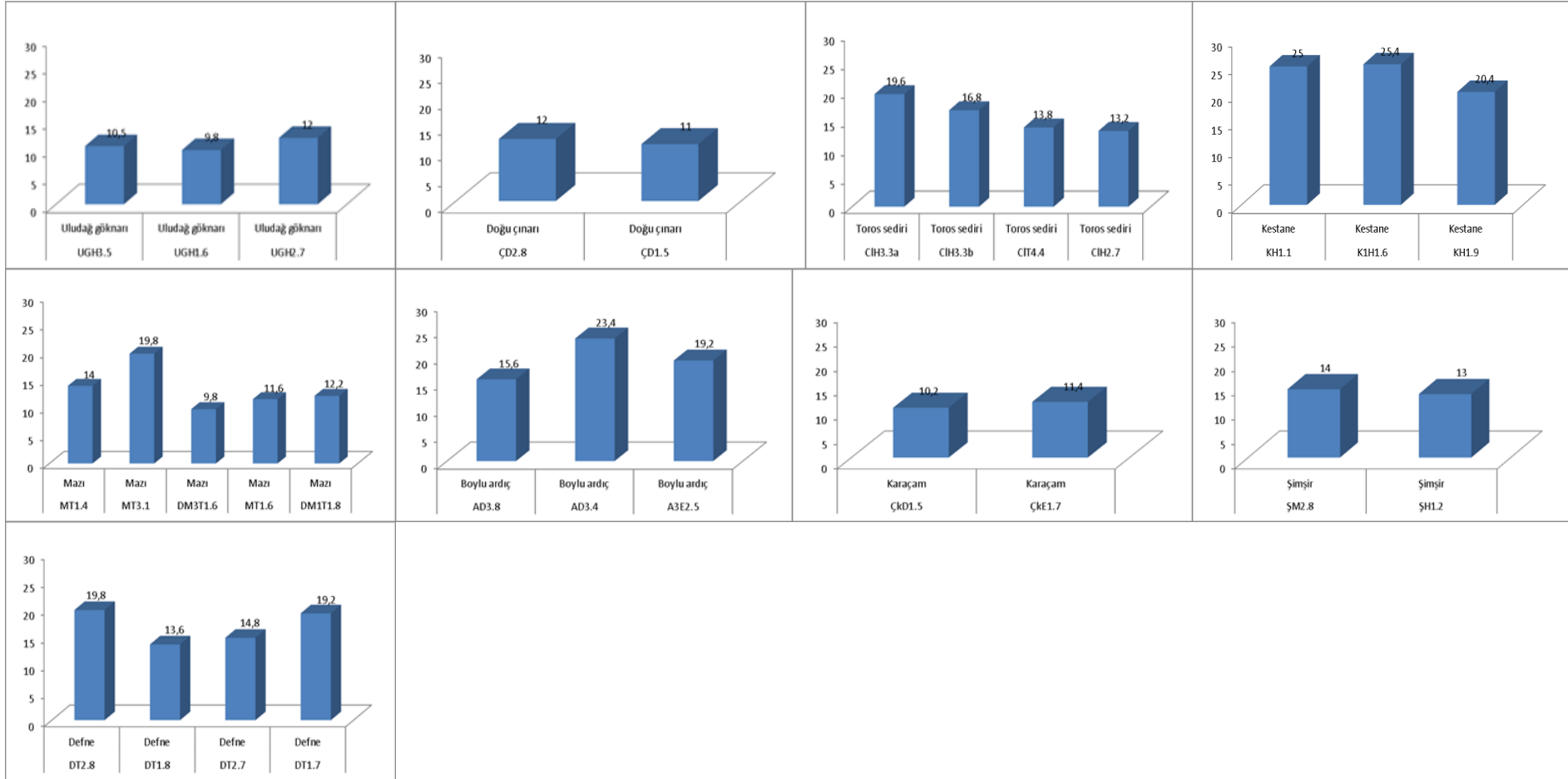
Tür	Konukçu	İzolat no	Lezyon boy (mm)	
<i>P. aphanidermatum</i>	Doğu Mazısı	DM1T1.8	12,2	a
	Karaçam	ÇkE1.7	11,4	a
	Doğu çınarı	ÇD1.5	11,0	ab
	Kızılçam	ÇzD1.9	8,2	b
Ortalama			10,7	
<i>P. intermedium</i>	Boylu ardıç	A3E2.5	23,4	a
		AD3.4	19,2	b
	Mazı	MT1.4	14,0	b
Ortalama			18,8	
<i>P. irregulare</i>	Kestane	KH1.9	20,4	a
	Uludağ göknarı	UGH3.5	10,5	b
	Ortalama			15,4
<i>P. ultimum</i>	Boylu ardıç	AD3.8	15,6	a
	Mazı	MT1.6	11,6	ab
	Doğu mazısı	DM3T1.6	9,8	b
	Uludağ göknarı	UGH2.7	12,0	ab
		UGH1.6	9,8	b
Karaçam	ÇkD1.5	10,2	ab	
Ortalama			11,5	
<i>P. cactorum</i>	Defne	DT1.7	19,2	a
		DT2.7	14,8	b
		DT1.8	13,6	b
Ortalama			15,8	
<i>P. citricola</i>	Defne	DT2.8	19,8	a
	Şimşir	ŞM2.8	14,0	b
		ŞH1.2	13,0	b
Ortalama			15,6	
<i>P. megasperma</i>	Kestane	K1H1.6	25,4	a
		KH1.1	25,0	a
Ortalama			25,2	
<i>P. syringae</i>	Toros sediri	CIH3.3a	19,6	a
		CIH3.3b	16,8	a
		CIH4.4	13,8	b
		CIH2.7	13,2	b
Ortalama			15,8	
<i>P. vexans</i>	Mazı	MT3.1	19,8	a
	Doğu çınarı	ÇD2.8	12,0	a
Ortalama			15,9	

*Patojenlere ait izolatların farklı konukçularda meydana getirdikleri ve aynı harfle gösterilen lezyon uzunlukları arasında Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p \leq 0,05$).

Pythiaceae türleri ile fidanlara yapılan inokulasyonlarda, *Phytophthora* türlerinin *Pythium* türlerine kıyasla daha agresif olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6'a bakıldığında *Phytophthora* türlerinden inokule edildikleri konukçularda en fazla lezyon meydana getiren türün *P. megasperma* (25,2 mm) olduğu görülmektedir. Bu türü, oluşturdukları lezyon uzunluğuna göre; *P. syringae* (15,8 mm), *P. cactorum* (15,8 mm) ve *P. citricola* (15,6 mm) izlemektedir. Patojenisite testi sonuçlarına göre, *Phytophthora* enfeksiyonuna karşı en hassas olan tür Toros sediridir.

Pythium türlerine ait izolatlara bakıldığında, test edildikleri konukçularda en fazla lezyon uzunluğuna *P. intermedium* (ort. 18,8 mm) sahiptir. Bu türü, 15,4 mm 'lik lezyon uzunluğu ile *P. irregulare*, 11,5 mm'lik lezyon uzunluğu ile *P. ultimum* ve son olarak da 10,7 mm lezyon uzunluğu ile *P. aphanidermatum* takip etmektedir. Sonuçlara göre, *Pythium* türlerine en duyarlı türün boylu ardıç olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.36. Pythiaceae türler ile sürgünlere yapılan inokulasyon sonucunda elde edilen lezyon değerlerinin grafikte gösterimi (y eksenini= lezyon uzunluğu, mm)



Şekil 4.37. Defne sürgününe *P. cactorum* inokulasyonunun ardından oluşan lezyon

Üç adet *P. cactorum* izolatının defne sürgünlerine yapılan inokulasyon sonucunda, inokulasyon noktasında kabuğu kaldırmadan da görülebilen renk değişimleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.38. Kestane sürgünlerinde meydana gelen lezyonlar

4.6.2.2. Fidanlardaki patojenisiteleri

Pythiaceae türleri ile fidanlara yapılan inokulasyonlar sonucunda, Pythiaceae türlerine ait izolatlar, inokule edildikleri konukçu fidanlarda lezyon meydana getirmişlerdir.

Pythium türleri ile inokule edilen konukçularda meydana gelen ortalama lezyon uzunluğu 15,5 mm olarak ölçülürken, bu değerler *Phytophthora* türleri ile inokule edilen fidanlarda 19,6 mm olarak kayıt edilmiştir (Çizelge 4.7).

Pythium türlerinden *P. intermedium*, *Phytophthora* türlerinden ise *P. syringae* inokule edildikleri konukçularında en fazla lezyon uzunluğu oluşturmuşlardır.



Şekil 4.39. Pythiaceae türlerine ait izolatlarla yapılan patojenisite denemesi sonunda bazı konukçu türlerine ait fidanlardan görünüm. Toros sediri fidanlarında meydana gelen belirtiler (a), Mazı fidanlarında meydana gelen belirtiler (b), defne fidanlarında görülen lezyonlar (c), karaçam fidanlarında meydana gelen lezyonlar (d)

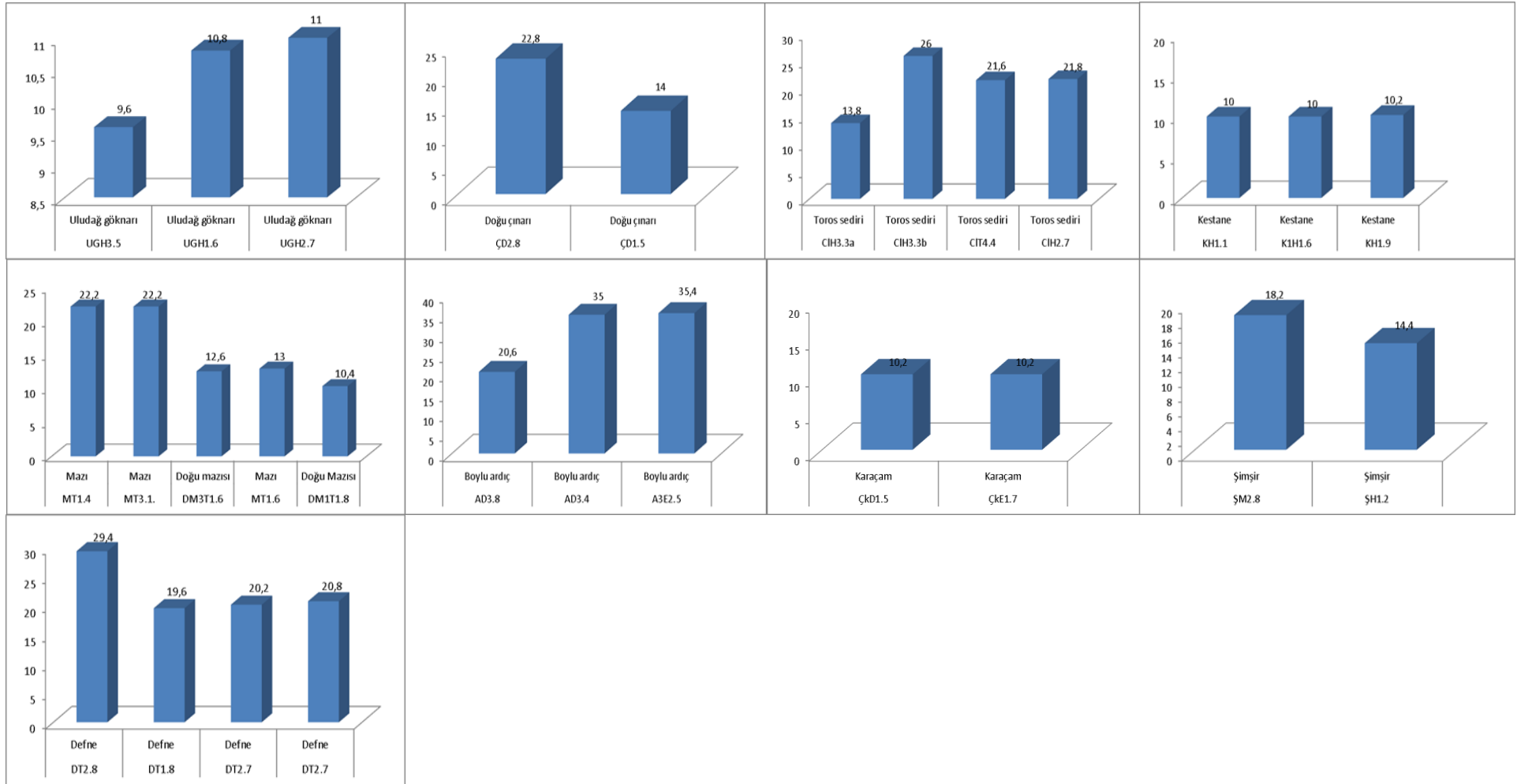
Çizelge 4.7'e bakıldığında, Toros sediri fidanlarına inokule edilen *P. syringae* izolatları diğer *Phytophthora* türlerine kıyasla konukçusunda daha fazla lezyon (20,8 mm) meydana getirdiği görülmektedir. *P. citricola* ile inokule edilen şimşirde meydana gelen ortalama lezyon uzunluğu 16,3 mm olarak ölçülürken, bu değer defnede 29,4 mm olarak kayıt edilmiştir (Şekil 4.38).

Çizelge 4.7. Patojenlerin inokulasyon denemesinde izole edildikleri konukçularda meydana getirdikleri lezyon uzunlukları

Tür	Konukçu	İzolat no	Lezyon uzunluğu (mm)	
<i>P. aphanidermatum</i>	Doğu çınarı	ÇD1.5	14,0	a
	Doğu Mazısı	DM1T1.8	10,4	ab
	Karaçam	ÇkE1.7	10,2	ab
	Kızılçam	ÇzD1.9	7,6	b
		Ortalama	10,5	
<i>P. intermedium</i>	Boylu ardıç	A3E2.5	35,4	a
		AD3.4	35,0	a
	Mazı	MT1.4	22,2	b
		Ortalama	30,8	
<i>P. irregulare</i>	Kestane	KH1.9	10,2	a
	Uludağ göknarı	UGH3.5	9,6	a
		Ortalama	9,9	
<i>P. ultimum</i>	Boylu ardıç	AD3.8	20,6	a
	Mazı	MT1.6	13,0	b
	Doğu mazısı	DM3T1.6	12,6	bc
	Uludağ göknarı	UGH2.7	11,0	bc
		UGH1.6	10,8	c
	Karaçam	ÇkD1.5	10,2	c
		Ortalama	13,0	
<i>P. cactorum</i>	Defne	DT1.7	20,8	a
		DT2.7	20,2	a
		DT1.8	19,6	a
		Ortalama	20,2	
<i>P. citricola</i>	Defne	DT2.8	29,4	a
	Şimşir	ŞM2.8	18,2	ab
		ŞH1.2	14,4	b
		Ortalama	20,7	
<i>P. megasperma</i>	Kestane	KH1.1	10,0	a
		K1H1.6	10,0	a
		Ortalama	10,0	
<i>P. syringae</i>	Toros sediri	CIH3.3b	26,0	a
		CIH2.7	21,8	a
		CIT4.4	21,6	a
		CIH3.3a	13,8	b
		Ortalama	20,8	
<i>P. vexans</i>	Doğu çınarı	ÇD2.8	22,8	a
	Mazı	MT3.1	22,2	a
		Ortalama	22,5	

*Çizelgede her bir patojen için aynı harfle gösterilen lezyon uzunluk ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($p \leq 0,05$).

Pythium türleri ile inokule edilen konukçularda oluşturulan lezyonların ölçüm değerlerine bakıldığında, *P. intermedium* 'un en yüksek (30,8 mm) ve *P. irregulare* izolatlarının ise en düşük virülense (9,9 mm) sahip olduğu Çizelge 4.7'de görülmektedir.



Şekil 4.40. Pythiaceous türlerin fidanlara inokule edilmesi ile elde edilen lezyon uzunluklarının grafikte gösterimi (y ekseni=lezyon uzunluğu)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma, Türkiye'nin batısında yer alan önemli orman fidanlıklarında iğne ve geniş yapraklı fidanlardaki fungal ve Pythiaceous kök çürüklüğü etmenlerinin izolasyonu, morfolojik ve moleküler teşhisleri ve patojenisitileri hakkında bulgular içermektedir. Tez çalışması kapsamında, hastalık belirtisi gözlenen fidan örnekleri toplanarak bunlardan izolasyonlar yapılmış, ayrıca tüplü ve çıplak köklü fidanlara ait toprak örneklerinden tuzak yöntemi ile Pythiaceous türleri izole edilmiştir.

Tez kapsamında 2009-2012 yılları arasında sekiz farklı orman fidanlığından 296 adet fidan ve 105 adet toprak örneği alınmıştır. Fidan ve toprak örneklerinden toplamda 199 adet fungal ve 142 adet Pythiaceous türe ait izolat elde edilmiştir.

Teşhis çalışmaları sonucunda; fidan köklerinden yapılan izolasyonlarda *F. moniliforme*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *R. solani*, *C. destructans*, *V. dahliae* ve *P. clavispora* en yaygın türler olarak bulunurken, toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda; *P. aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. intermedium*, *P. ultimum*, *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. megasperma* ve *P. syringae* olmak üzere 4 *Pythium* ve 4 *Phytophthora* türü elde edilmiştir. Pythiaceous izolatlarından 1 adet *P. vexans* türü de elde edilmiştir.

Sonuçlara bakıldığında, kök çürüklüğüne neden olan fungal etmenler en fazla, Muğla-Gökova ve Isparta-Eğirdir Orman Fidanlıkları'nda çeşitlilik göstermektedir. *Phytophthora* türleri, en yaygın olarak Adapazarı-Hendek ve İzmir-Torbalı Orman Fidanlıkları'nda görülürken, *Pythium* türleri hemen hemen her fidanlıkta tespit edilmiştir.

Sörveylerin gerçekleştirildiği fidanlıklardan Antalya-Elmalı Orman Fidanlığı'nda çevre orman alanlarının ağaçlandırılmasında kullanılmak üzere Toros sediri ve kızılçam fidanı üretilmektedir. Sörveyler sırasında, fidan yastıklarında bulunan çıplak köklü sedir fidanlarının gruplar halinde öldüğü görülmüştür. Özellikle

toprağın ağır ve nemli olduğu kısımlarda bu ölümler daha da artış göstermektedir. Kısım kısım ölümlerin görüldüğü yerlerden alınan bitki ve toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda, *F. solani* ve *P. syringae* yoğun olarak elde edilmiştir. Fidanlık toprağında yıllardır süre gelen ölümlerin nedenlerinin bu iki etmene bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Kök çürüklüğü etmenleri üzerinde daha önce yapılan çalışmalar çoğunlukla farklı ağaç türlerinde etmenlerin saptanması ve bu etmenlerle mücadele yöntemleri konusunda olmuştur.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada, Akıllı ve arkadaşları (2010), Artvin-Ardanuç, Bursa, Devrek-Gökçebey, Düzce-Akçakoca, Eskişehir, Kastamonu-Gölköy ve Taşköprü, Ordu, Samsun, Zonguldak Orman Fidanlıklarından alınan hastalıklı karaçam, sarıçam, kızılçam, sedir, göknar, mavi servi, iğde, dişbudak, akasya, atkestenesi, ihlamur, kayın, huş, kuşburnu, mazı ve meşe fidanları köklerinden yaptıkları izolasyonlarda *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *R. solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora cryptogea*, *P. cinnamomi*, *Cylindrocarpon* sp., *Verticillium* sp., türlerini sıklıkla elde etmişlerdir.. Bu tez çalışmasında da *F. moniliforme*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *R. solani*, *C. destructans*, *V. dahliae*, *P. clavispora*, *P. aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. intermedium*, *P. ultimum*, *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. megasperma* ve *P. syringae* gibi benzer türler izole edilmiştir.

Birçok araştırmada, iğne ve geniş yapraklı fidanlarda yaygın olarak *Fusarium*, *Cylindrocladium*, *Cylindrocarpon*, *Pythium* ve *Phytophthora* türlerinin kök çürüklüğüne neden olduğu bildirilmektedir (Lilja vd., 1997). Avrupa ülkelerinde yapılan çalışmalarda, *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* Arn., *Pinus radiata* D. Don, *Pinus taeda* L., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Abies* sp., *Castanea sativa* Mill., *Thuja orientalis* L. fidanlarında görülen kök çürüklüğü etmenleri arasında, *C. destructans*, *Cylindrocladium* sp., *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *Fusarium* spp. *M. phaseolina*, *P. ultimum*, *Phytophthora* türlerinin adı sıklıkla yer almaktadır (Bloomberg, 1971; 1979; 1985; Dick ve Vanner, 1986; James vd., 1988; Barnard, 1994; Jung vd., 2005; Orlikowski vd., 2006; Jung vd., 2007;2009; Akıllı vd., 2010;

Kurt, 2011). Bu çalışmada da yukarıda adı geçen fungal türlerden *Cylindrocladium* sp. ve *M. phaseolina* hariç diğer tüm türler elde edilmiştir.

Çalışmamızda özellikle sedir, ardıç, karaçam ve mazı fidanlarının köklerinden *C. destructans* izole edilmiş ve patojenisite testleri ile de hastalığa neden olduğu kesinleştirilmiştir. Adana ve çevresinde yer alan orman fidanlıklarında üretilen mazı ve servi fidanlarında aynı etmen izole edilmiş olup, yapılan patojenisite testleri ile izole edildikleri fidan türlerinde hastalık meydana getirdiği belirtilmiştir (Kurt, 2011). Diğer bazı çalışmalarda, orman fidanlıklarından *C. destructans*, *C. liriodendri* ve *C. pauciseptatum*'un izole edildiği bildirilmiştir ancak çalışmamızda *C. destructans* dışında bir *Cylindrocarpon* türü elde edilememiştir. Her ne kadar orman fidanlıklarından farklı *Cylindrocarpon* türleri tespit edilmiş de olsa, bunlar arasında en agresif türün *C. destructans* olduğu bildirilmektedir (Khorasani, 2013).

Diğer önemli bir fungal etmen olan *Fusarium* türleri genellikle fidanların tüm gelişme evrelerinde köklerden en yaygın olarak izole edilen etmenler arasında yer almaktadır. Özellikle orman ağacı fidanları köklerinden, *F. oxysporum* (Graham ve Linderman, 1983), *F. solani* (James, 1983; Landis, 1976), *F. moniliforme* ve *F. avenaceum* izole edilmektedir (James, 1985a). Konifer türlere ait fidanların *Fusarium* türlerine karşı daha hassas olduğu bildirilmektedir, özellikle yüksek sıcaklık ve kuraklığa maruz kalan fidanlarda söz konusu hastalık etmenine yoğun olarak rastlanılmaktadır. Ayrıca, fungusun çıplak köklülere nazaran, tüplü fidanlarda, tüp içerisinde nemin tutulması bakımından daha ciddi zarara yol açtığı bilinmektedir (Landis, 1989). Çalışmamız sonuçlarına göre, *Fusarium* türleri (*F. oxysporum* ve *F. solani*) en fazla tüplerde yetiştirilen fidanların köklerinden izole edilmiştir.

Bu çalışmada, *F. solani*, *F. moniliforme* ve *F. oxysporum*; iğne yapraklılardan, kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir, servi, mazı, Uludağ göknarı ile geniş yapraklılardan meşe ve defne fidanları köklerinden izole edilmiştir. İğne yapraklı ağaç türleri fidanlarından özellikle çam türlerinden yoğun olarak *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. sambucinum*, *F. solani*

ve *F. sporotrichioides* bulunmaktadır (Sarhan vd., 1989; Ocamb ve Juzwik, 1995; El-Settawy, 1999).

Çalışmamızda elde edilen diğer bir fungal etmen ise *R. solani*'dir. Bu fungus karaçam, kızılçam, sarıçam, Uludağ göknarı, servi, mazi, kestane, çınar ve meşe fidanları köklerinden izole edilmiştir. Bu etmenin bu ağaçlarda kök çürüklüğü yaptığı birçok araştırmacı tarafından ortaya koyulmuştur (Landis, 1989; Harris vd., 1994; Camporota ve Perin, 1994).

Fidanlıklarda *Pythium* türlerinin meydana getirdiği zarara genelde tohum çimlenirken ya da fidecik halindeyken rastlamak mümkündür. Ancak, kök çürüklüğü hastalığına dair belirtilerin görüldüğü tüplü ve çıplak köklü fidanlarda yapılan incelemeler sonucunda *Pythium* türlerinin de fidanlarda zarara neden olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda örneklenen fidanların topraklarından yapılan izolasyonlarda; *P. aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. intermedium* ve *P. ultimum* yaygın olarak izole edilen türlerdir. Dünya literatüründe, kök çürüklüğü etmeni olarak tespit edilen *Pythium* türlerine bakıldığında; *P. acanthicum*, *P. echinulatum*, *P. helicoides*, *P. irregulare-debaryanum*, *P. iwayamai*, *P. oligandrum*, *P. paroecandrum*, *P. rostratum*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum* ve *P. ultimum* en yaygın elde edilen türler olarak karşımıza çıkmaktadır (Vaartaja ve Bumbieris, 1964; Hendrix ve Campbell, 1968; Vaartaja, 1968; Weiland vd., 2013). Böylelikle çalışmamızda elde edilen 4 *Pythium* türü diğer çalışmalarda da belirtilen türlerle benzerlik göstermektedir.

Nemli ortamları seven *Phytophthora* türleri, tarım ve orman alanlarında, otsu bitkilerden odunsu bitkilere, fidanlıktan arazi koşullarına birçok konukçuda ciddi kayıplara yol açmaktadır (Erwin ve Riberio, 1996; Orlikowski ve Szkuta, 2003; Balcı ve Halmschlager, 2003; Lilja vd., 2006). Çalışmamızda sekiz orman fidanlığından alınan fidan topraklarından tuzak yöntemi ile yapılan izolasyonlarda; *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. megasperma* ve *P. syringae* olmak üzere 4 farklı *Phytophthora* türü izole edilmiştir. Bu türler, özellikle ağır ve nemli topraklardan elde edilmiştir.

Avrupa ve Amerika'da bulunan orman fidanlıklarında iğne ve geniş yapraklı ağaç türlerine ait fidanlarda, *Phytophthora* türlerinin varlığının ve zararının araştırıldığı birçok çalışmada; yaygın olarak *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. hedraiaandra*, *P. megasperma*, *P. nicotianae*, *P. palmivora*, *P. pgchlamydo*, *P. pini*, *P. plurivora*, *P. pseudotsugae*, *P. ramorum*, *P. tropicalis* türleri izole edilmiştir (Hamm ve Hansen, 1986; Hardy ve Sivasithamparan, 1988; Hantula vd., 2000; Orlikowski vd., 1995; Schwingle vd., 2007; Donahoo ve Lamour, 2008; Hulvey vd., 2010; Rytönen, 2011). Bu tez çalışmasında da yukarıdaki türlere benzer şekilde *P. cactorum* ve *P. citricola* topraktan yaygın olarak elde edilen türler arasında yer almaktadır.

Tez çalışmasında elde edilen *Phytophthora* türlerinin fazla olmadığı dikkat çekmektedir. Ancak orman fidanlıklarında yapılan diğer çalışmalara bakıldığında benzer şekilde çok sayıda *Phytophthora* türünün elde edilemediği görülmektedir (Orlikowski ve Szkuta, 2003; Rytönen vd., 2007; Rytönen, 2011). Gerek izolasyonda kullanılan yöntemler gerekse toprakların örneklendiği zaman dilimleri, diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Orlikowski ve Szkuta, 2003; Rytönen vd., 2008).

Phytophthora ve *Pythium* türleri, hem fidan yastıklarından alınan hem de hastalık belirtisi gösteren tüplü fidanlara ait toprak örneklerinden tuzak yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Tuzak yöntemi, *Phytophthora* ve diğer Pythiaceus türlerinin izole edilmesinde kullanılan en yaygın tekniktir. Enfeksiyonda büyük bir payı olan zoosporlar suda aktif hale geçmekte ve tuzak olarak su yüzeyine konulan taze yaprakları enfekte ederek lezyonlar meydana getirmektedir. Bu lezyonlardan seçici besi ortamına yapılan izolasyonlar sonucunda Pythiaceus türlerine ait koloniler elde edilmektedir (Jung vd., 2005; 2007). Günümüzde, *Phytophthora* türlerinin varlığının tanınmasında kullanılan birçok pratik yöntem bulunmaktadır. Bunlardan biri de arazi koşullarında yapılabilen, kısa sürede sonuç veren bir yöntem olan hamilelik testine benzer mantıkla çalışan kitlerdir. Topraktan bir parça alınarak, kit içinde verilen solüsyonlarda çözdürerek, kit üzerine damlatılması ile *Phytophthora*'nın

incelenen toprakta var ya da yok olduğu tespit edilebilmektedir. Bu kit ile yapılan analizlerde incelenen toprakta hangi *Phytophthora* türünün olduğundan çok *Phytophthora* ya da bazı kitlerle ise hatta *Pythium*'un varlığı araştırılmaktadır. Bu kit haricinde, topraktan direk DNA izolasyonu ile multipleks PCR ya da Real-Time PCR yapılarak yine *Phytophthora* ve *Pythium* türlerinin varlığı incelenebilmektedir (Belbahri vd., 2006; Brasier vd., 2006).

Phytophthora izolasyonunda, toprakların örneklendiği zaman oldukça önemlidir. Toprak örnekleri, genellikle ilkbahar ve sonbahar yağışlarından hemen sonra alınmalıdır (Jung vd., 2003; Orlikowski ve Szkuta, 2003). Bazı dönemlerde fidanlık toprağında, *Phytophthora* var olmasına rağmen, yeterli inokulum olmadığından elde edilemeyebilir. Çalışmamızda toprak örnekleri diğer çalışmalara benzer dönemlerde yani sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde yağışlardan hemen sonra alınmıştır.

Phytophthora türleri ile bulaşık fidanlar, hastalığın bir fidanlıktan diğerine ya da fidanlıktan ağaçlandırma sahalarına taşınmasında önemli rol oynarlar. Dünyada çok sayıda araştırmaya konu olan, *Phytophthora* türlerinin, kıtalar, ülkeler, bölgeler ve lokal alanlar ölçeğinde yaygınlık durumunun ve konukçular bazında zarar oluşturan türlerinin belirlenmesi, ağaçlandırma çalışmalarının başarısı üzerine doğrudan etkide bulunmaktadır. Ülkemizde Akıllı ve arkadaşlarının (2010) Artvin-Ardanuç, Bursa, Devrek-Gökçebey, Düzce-Akçakoca, Eskişehir, Kastamonu-Gölköy ve Taşköprü, Ordu, Samsun, Zonguldak Orman Fidanlıklarında kök çürüklüğüne neden olan etmenler üzerine yaptıkları çalışmalarında, karaçamdan *P. cryptogea* ve kestaneden ise *P. cinnamomi* türlerini izole etmişlerdir. Söz konusu çalışmanın dışında konu ile alakalı başka bir araştırma bulunmamaktadır. *Phytophthora* türlerinin yaşam döngüsünde suyun varlığı büyük önem taşıdığından, orman fidanlıkları, hastalık etmeninin iğneli ve geniş yapraklı ağaç türlerindeki varlığının ve zararının belirlenmesi için en uygun alanlardır. Bu fidanlıklarda üretilerek, ağaçlandırma sahalarına taşınan fidanlar hastalık etmenlerini de beraberlerinde taşıyacaklarından, önlemlerin erken evrede fidanlık koşullarında alınması ağaçlandırma çalışmalarının başarısı için mutlak gerekli görülmektedir.

Kök çürüklüğüne neden olan fungal ve Pythiaceae türler, her geçen yıl orman fidanlıklarında dolaylı olarak da ağaçlandırma alanlarında ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu organizmaların meydana getirdiği hastalıkların kontrolü için, elde edilen türlerin teşhisi ve karakterizasyonu gereklidir (Zhang vd., 2007). Klasik olarak fungusların ve Pythiaceae türlerinin teşhisinde kullanılan temel kriterler, eşeyli ya da eşeysiz üreme yapılarıdır. Eşeyli ve eşeysiz üreme yapılarının görülmediği ya da dokudan direk etmenin var olup olmadığına bakılması gibi durumlarda özgül ve duyarlılığı yüksek olan PCR temelli yöntemler teşhis ve tanılama çalışmalarında kullanılmaktadır. Fungal ve Pythiaceae türler arasındaki polimorfik DNA dizilerinden biri olan ITS bölgesi, günümüzde bir türün doğru olarak tespiti açısından önem arz etmekte ve bu uygulama ile diğer tüm türlerden büyük ölçüde ayrılabilirler. Bununla birlikte, ITS dizilerindeki varyasyon ve bu varyasyonu doğrudan değerlendirebilen PCR temelli teknikler sayesinde etmenin izolasyonuna gerek duyulmaksızın konukçu bitkiler içindeki ve çevresindeki birçok fitopatogenik fungal ve Pythiaceae türün belirlenmesi mümkün hale gelmiştir (Maukhamedov vd., 1994).

Fungal ve Pythiaceae popülasyonların karakterizasyonu ve taksonomisinde kullanılan yöntemlerden biride DNA dizilemesidir. DNA dizi analizi organizmalar arasındaki filogenetik ilişkileri belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bruns ve arkadaşları, (1990) karşılaştırılan çok sayıda karakterin çözünürlük gücünü önemli derecede artırabileceği için filogenetik analizlerde DNA dizilerinin kullanılmasının yararlı olacağını ileri sürmüşlerdir. Bu tez çalışmasında da hem fungal hem de Pythiaceae türler için yukarıda adı geçen DNA esaslı modern teknikler kullanılmış, ITS bölgeleri dizilenmiş ve gen bankasında benzerlik gösterdikleri izolatlar ile olan benzerlik yüzdeleri verilmiştir.

Günümüzde fungal ve Pythiaceae türlerin teşhisinde sadece morfolojik özelliklerden faydalanmak yeterli değildir, özellikle birbirleri ile morfolojik olarak benzerlik gösteren farklı türlerin ayrımının yapılması oldukça zordur. Moleküler teşhis çalışmaları da tek başlarına yeterli ve güvenilir olmamaktadır,

özellikle ITS bölgesi tüm fungal organizmalarda bulunduğu için tek başlarına tür ayırımında yeterli olmamaktadırlar. ITS dizilemesi sonucunda elde edilen dizi verileri birden fazla etmen ile benzerlik gösterebilmektedir. Böyle durumlarda, fungal ve Pythiaceae türlerin morfolojik teşhisleri yapıldıktan sonra moleküler yöntemlerle de bu sonuçlar desteklenmelidir.

Bazı Pythiaceae türlerinin teşhisinde sadece ITS bölgelerinin dizilenmesi yeterli olmamaktadır, dolayısıyla bu türlere *cox*, *beta-tubulin* ya da *elongation factor* gibi bazı spesifik gen bölgelerinin de dizilenmesi gerekmektedir (Jung vd., 2005; Belbahri vd., 2006; Jung ve Burgess, 2009). Çalışmada elde edilen Pythiaceae türlerden özellikle morfolojik özellikleri birbirine benzer olan *P. syringae* ve *P. citricola* izolatlarının *cox* ve *beta-tubulin* gen bölgeleri de çoğaltılmış ve dizileri elde edilmiştir. Böylece morfolojik olarak benzerlik gösteren türler spesifik gen bölgelerinin çoğaltılması ile farklı türler olduğu kanıtlanmıştır.

Kök çürüklüğüne neden olan fungal ve Pythiaceae türler ile yapılan patojenisite testlerinde, orman fidanlıklarından temin edilen tüplü fidanlar kullanılmıştır. Kök çürüklüğüne neden olan etmenlerle patojenisite çalışmalarının geneline bakıldığında, etmenler genellikle ya toprağa ya da köklere inokule edilmekte ve enfeksiyonun görüldüğü köklerde meydana getirdiği semptomlara göre patojen olup olmadığı belirlenmektedir (Jung vd., 2005; 2009). Ancak, bu tür inokulasyon denemeleri, fidanlıktan alınan fidanlara değil de genellikle, laboratuvar koşullarında üretilmiş ve toprakları steril edilmiş fidanlarda gerçekleştirilmektedir. Bitki materyalinin üretilmediği durumlarda ise, etmenler fidan gövdelerine aşılansak, oluşturdukları lezyon boylarına göre patojenliği test edilmektedir (Orlikowski vd., 2004; Jung vd., 2005). Çalışmamızda fidanlıklardan temin edilen tüplü fidanlar patojenisite denemelerinde kullanılmış ve seçilen izolatlar, fidanların gövdelerine inokule edilmiştir. ABD’de konifer köklerinden izole edilen *F. solani* izolatlarının patojenitelerinin değişiklik gösterdikleri, bazılarının virülensinin yüksek olduğu, bazılarının ise virülensinin düşük olduğu belirlenmiştir (James vd., 1988; Landis, 1989; James ve Perez, 1999). Çalışmamızda *Fusarium* türlerine ait

izolatlar, test edildikleri konukçularda enfeksiyona neden olmuşlardır ancak lezyon boyu büyüklüklerine bakıldığında virülenslerinin düşük olduğu söylenebilir.

Sürgün ve fidanlarda gerçekleştirilen inokulasyon denemeleri sonuçlarına bakıldığında, *Phytophthora* türlerine ait izolatlar yapılan inokulasyonlarda en duyarlı konukçu türünün Toros sediri, *Pythium* türlerine ise en duyarlı konukçu türün boylu ardıç olduğu belirlenmiştir.

Konukçu bitki türleri arasında görülen bu farklılık ilk bakışta Toros sediri ve boylu ardıcın diğer bitki türlerine oranla daha duyarlı olduğuna işaret etmektedir. Ancak test edilen Phytaceous türleri aynı konukçulara inokule edilmediği için bu farklılığın ne kadarının etmenlerin patojenik özelliklerinden ne kadarının bitkinin genetik duyarlılığından kaynaklandığını tahmin etmek güçtür (Jung vd., 2006). Bunun yanı sıra *Phytophthora* türleri, *Pythium* türlerine kıyasla test edildikleri konukçularda daha fazla lezyon boyu meydana getirmiştir. Bu tez çalışmasında da hem sürgünlerde hem de fidanlarda *Phytophthora* türlerine ait izolatlar *Pythium* türlerine kıyasla daha fazla lezyon oluşturmuşlardır. Kök çürüklüğüne neden olan etmenlerin varlığının ve patojenisitelerinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada, elde edilen tüm izolatların virülensine bakılmamış, sadece seçilen izolatların kendi konukçularında hastalık oluşturma yetenekleri araştırılmıştır.

Orlikowski ve arkadaşları (2004), belirti gösteren kayın ve göknar fidanlarından *Fusarium* sp., *Pythium ultimum*, *R. solani* ve *P. citricola* türlerini elde etmişlerdir. Araştırmacılar, bu etmenlerden sadece *P. citricola* izolatlarının patojenisitesine bakmışlardır. Çalışmada elde edilen *P. citricola* izolatları, 1 yaşındaki kayın ve göknar fidanlarının gövdelerine yara açılarak inokule edilmiş ve 28 gün boyunca 20-23 °C'de sera koşullarında inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon süresi sonunda gövdede meydana gelen lezyonlar ölçülmüştür. Sonuçlara göre, kayın gövdelerinde ortalama 27,7 mm lezyon meydana gelirken, göknar fidanlarında ise ortalama 21,9 mm lezyon görülmüştür. Çalışmamızda patojenisite denemesinde şimşirden elde edilen 2 adet *P. citricola* izolatu yine

şimşir fidanlarının gövde ve sürgünlerine inokule edilmiştir. Üç aylık inkubasyon süresi sonunda fidan gövdelerinde ortalama 16,8 mm, sürgünlerde ise, 15,6 mm lezyon oluşumu gözlenmiştir. Dolayısıyla bizim çalışmamızda kullanılan *P. citricola* izolatlarının test edilen şimşir fidanlarında daha az lezyon meydana getirmesi nedeniyle Orlikowski ve arkadaşlarının yaptığı çalışmasında kullanılan izolatlara kıyasla daha az agresif olduğu sonucuna varılabilir.

Çalışmamızda patojenisite denemelerinde test edilen 4 *Phytophthora* türü de, inokule edilen fidanlarında lezyon meydana getirmiştir. Jung vd (1996) çalışmalarında, *P. plurivora* izolatlarını 5 yaşlı saplı meşe fidanları gövdelerine inokule etmiş ve 3 ay sonunda oluşan lezyonları ölçmüşlerdir. Bizim çalışmamızda hem fidanlara hem de sürgünlere yapılan patojenisite denemeleri üç ay sonunda değerlendirilmiş ve lezyon büyüklüklerinin Jung vd (1996) daki kadar geniş olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin, testlere tabii tutulan izolatların virülenslerinin düşük oluşundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, patojenisite testlerinde *P. megasperma* diğer *Phytophthora* türlerine kıyasla inokule edildiği kestanelerde daha fazla lezyon (25,2 mm) meydana getirdiği ve daha patojenik olduğu söylenebilir. Weiland vd (2013) çalışmalarında, *P. cactorum*, *P. plurivora* ve *P. pini* türlerini, Doğu kayını ve adi leylak fidanlarında patojenisitesini karşılaştırmışlar ve *P. cactorum*'un diğer türlere kıyasla daha küçük lezyon oluşturduğunu dolayısıyla, virülensinin daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda *P. megasperma* ve *P. syringae* test edildikleri kestane ve sedirde sırasıyla 25,2 ve 20,8 mm lezyon meydana getirirken, *P. citricola* şimşirde 16,3 mm ve *P. cactorum* defnede 20,2 mm lezyon diğer iki türe kıyasla daha az oluşturmasıyla Weiland vd (2013) yaptığı çalışma ile uyum göstermektedir.

Bu araştırmanın sonucunda, Türkiye'nin batısında yer alan fidanlıklarda yapılan sörveyler, kök çürüklüğüne neden olan etmenlerin söz konusu sekiz fidanlık arasında farklılık gösterdiği anlaşılmıştır. Bu farklılığın nedenleri, fidanlıkların farklı ekolojik koşulları, yetiştirilen bitki türleri, bu türlerin fidanlık iklimine ve

koşullarına uyumu, yetiştirme teknikleri, yapılan uygulamalar ve kontrol yöntemleri olarak açıklanabilir.

Fidanlıklarda zarar oluşturan hastalık etmenlerin ve bunların tohum ve fidanlara bulaşma kaynaklarının belirlenmesi, hastalık etmeni ile mücadelede öncelikli olarak bilinmesi gereken konulardır. Buna göre, bulaşma su kaynaklı oluyorsa, sulama suyunun kimyasallarla temizlenmesi, toprak yolu ile oluyorsa benzer şekilde toprak koşullarının iyileştirilmesi öncelikli mücadele yöntemleri arasında düşünülebilir.

Elde edilen bulgular arasında *C. libani*'de tespit edilen *P. syringae* dünya literatürüne katılan yeni bir bulgudur. *C. libani* ülkemiz Akdeniz Bölgesi ağaçlandırma sahalarında yaygın olarak kullanılan bir ağaç türü olup, bu ağaç türünün hastalıkları üzerinde az sayıda araştırma bulunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda sedir ağaçlandırma çalışmalarını sektöre uğratabilecek olası kök çürüklüğü etmenlerinin bilinmesi ile gerekli önlemler alınabilecektir.

Bunun yanında, çalışmamızda *C. destructans* Isparta-Eğirdir, Denizli-Karahasanlı ve Antalya Orman Fidanlıklarından alınan karaçam, Toros sediri ve boylu ardıç fidanları köklerinden izole edilmiş olup, yine Türkiye için ilk kayıt niteliğindedir. Söz konusu olan üç ağaç türü de, özellikle Akdeniz ve İç Anadolu bölgesi ağaçlandırma çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu tür daha önce Kurt, (2011) tarafından Doğu mazısı fidanları köklerinden elde edilmiştir.

Ülkemizde fidanlıklarda tüplü ve çıplak köklü fidan üretimi gerçekleştirilmektedir. Çıplak köklü fidan yetiştiriciliği yapılan fidanlıklarda üretilen fidanların, tüplü fidanlara nazaran hastalıklardan daha çok etkilendiği görülmektedir (Özdamar, 1999). Bunun sebebinin çıplak köklü fidan üretilen fidan yastıklarında metrekaresine atılan tohum sayısının fazla olması, dolayısıyla fidanlar arası havalanmanın gereği gibi gerçekleştirilememesi, sulama, gübreleme, ilaçlama gibi fidanlıklarda sürdürüle gelen rutin işlemlerde yapılan eksiklik ve yanlışlıklar olduğu düşünülmektedir. Çıplak köklü fidan

topraklarının yıllarca kullanılıyor olması, dolayısıyla toprak kaynaklı hastalık etmenlerinin de uzun yıllar bu nemli ve ağır topraklarda bulunuyor olması, bu tip fidan yetiştiriciliğini, tüplü fidan yetiştiriciliğine oranla daha hassas kılmaktadır. Tüplü fidan yetiştiriciliğinde hem yetiştirme ortamı hem de kullanılan tohumlar kontrol altındadır (Özdamar, 1999). Bu çalışmanın sonuçlarına göre gerek fungal gerekse Pythiaceae türleri tüplü fidanlardan daha fazla izole edildiği görülmektedir. Dolayısıyla ağaçlandırma sahalarına toprakları ile birlikte taşınacağı için ağaçlandırmaların başarısı için bir risk teşkil etmektedir.

Ülkemiz orman fidanlıklarında tohumların ekimden önce thiram vb. ilaçlarla tohum kaplama suretiyle ilaçlanarak ekildiği, bu sayede hem kuşlara karşı hem de hastalıklara karşı korunmanın sağlandığı düşünülmektedir (Özdamar, 1999). Ancak bu yöntem ile toprak kaynaklı patojenlerin zararının tümüyle bertaraf edilmesi mümkün değildir. Fidanlıklarda tohum ekiminden itibaren başlayan, her bir fidanın sağlıklı bir birey olarak ağaçlandırma sahaların taşındığı uzun bir gelişim süreci bulunmaktadır. Bu sürecin her aşaması, tam bir titizlik ve özenle izlenmeli ve yürütülmelidir. Ancak çalışılan orman fidanlıklarında bazı fidanlıkların diğerlerine göre daha modern tekniklerle fidan üretimini gerçekleştirdikleri, diğer bazılarının ise daha klasik yöntemlere bağlı kalarak üretimlerini sürdürdükleri görülmektedir. Örneğin, Antalya-Elmalı Orman Fidanlığı'nda fidan yastıklarında yetiştirilen sedir fidanlarında her yıl ciddi ölümler görülmesine ve bunun sebebinin toprak kaynaklı etmenler olmasına rağmen, bu fidan yastıklarında herhangi bir uygulama yapılmadığı tespit edilmiştir. Söz konusu orman fidanlığında sedir üretimi yapılan fidan yastıkları ağır ve nemli toprakları barındırmaktadır. Bu yastıklardaki drenaj sorunu halen çözümlenmemiştir. Toros sedirinin en iyi gelişimini yaptığı Elmalı Sedir Ormanından temin edilen tohumlarla üretilen fidanlar yapılan hatalı uygulamalar nedeniyle sürekli ölmektedir. Dolayısıyla en kısa sürede bu fidanlıkta rehabilitasyon çalışmalarına gidilmesi ön görülmektedir.

Bu çalışmada Özdamar (1999)'dan farklı olarak, tohumların ekiminden sonra karşılaşılan çıkış öncesi ve çıkış sonrası hastalık etmenlerinin yerine, 8 orman

fidanlığında hastalıklı fidanlarda kök çürüklüğüne neden olan etmenler araştırılmıştır. Toprak kaynaklı *Fusarium spp.*, *R. solani*, *Pythium spp.* gibi bazı etmenlerin Özdamar'ın çalışması (1999) ile örtüştüğü izlenmektedir. Bu etmenlerin hem çökertene hem de kök çürüklüğüne neden olduğu yapılan literatürde de bildirilmektedir (Wardlaw ve Philips, 1990; Mirabolfathy ve Ershad, 1996; Lilja vd., 1997). Dolayısıyla, tohum ekiminden başlayan bu süreçten itibaren toprakta bulunan hastalık etmenleri, fidanları gelişim aşamalarının her döneminde kolaylıkla enfekte edebilmektedir. Sağlıklı fidan eldesinde hastalık etmenleri için alınabilecek tedbirler, tohum ekimi aşamasından fidan yetiştiriciliği aşamasına kadar birbiri ile uyum içerisinde olmalıdır. Birçok ülkede mikorizalı fidan üretiminin sağlıklı fidan yetiştiriciliğinde başarılı bir şekilde kullanıldığı görülmektedir (Trappe, 1977; Doğmuş ve Doğanoğlu, 2003; Whipps, 2004). Bu daha çok, tüplü fidan yetiştiriciliğinde kullanılan bir yöntem olup, mikoriza ile bulaşık, sağlıklı ve güçlü kök yapısına sahip fidanların araziye taşınmasını amaçlamaktadır. Mikorizal funguslar farklı yöntemlerle tohum veya fidanlara aşılınmakta ve aşılanan fidanların arazi koşullarına uyumu daha iyi olmaktadır. Bu sayede, kök kaynaklı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sağlanmakta, hem de bitki tarafından alınamayan bazı besin elementlerinin ve suyun bitkiye kazanımı fungus aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, bitki ve fungusun simbiyotik ilişkisi sonucunda hem bitki hem de fungus bundan faydalanmaktadır. Ülkemizde bu alanda yapılan çalışmaların da yeterli olmadığı görülmektedir. Mikorizal ilişkinin tespiti, bir seri uzun soluklu çalışmaya ihtiyaç duymaktadır (Doğmuş ve Doğanoğlu, 2003). Oysa fidanlık koşullarında fidan-fungus arasında hali hazırda var olan mikorizal ilişkinin belirlenmesi çok daha kolaydır. Dolayısıyla, fidanlıklarda özellikle tüplü fidanlarda gözlenen mikorizal birliktelik, fidanlık personeli tarafından daha iyi gözlenmeli ve mikorizalı toprakların fidan üretiminde kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.

Fidanlıklar kimyasal ilaçların kontrollü bir şekilde kullanıldığı özel yetiştirme ortamlarıdır. Sağlıklı fidan yetiştiriciliğinde, mikorizal fungusların kullanılma olasılıklarının yanı sıra, bazı kimyasalların da hastalıkların mücadelesinde kullanıldığı görülmektedir. Bunlar arasında, *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı, Boscalid + Pyraclostrobin, Chloropicrin + Iodomethane, Dimethomorph,

Etridiazole, Fluopicolide, Fosetyl-Al, Hydrogen Dioxide, Hydrogen Peroxide + Peroxyacetic Acid + Octanoic Acid, Iodomethane + Chloropicrin, Mefenoxam, Metalaxyl, Phosphorous Acid, Potassium Phosphite, Propamocarb, Propiconazole, Pyraclostrobin, Thiophanate-methyl + Etridiazole gibi kimyasallar ve bileşikleri yer almaktadır (McGrath, 2004; Dumroese ve James, 2005). Bu çalışmada, kimyasalların elde edilen hastalık etmenleri üzerine etkileri araştırılmamıştır. Ancak, daha sonraki çalışmalarda kontrollü koşullarda bu ilaçların kök çürüklüğüne neden olan hastalık etmenleri üzerine etkisi araştırılabilir.

Orman fidanlıklarında kök çürüklüğüne neden olan fungal ve Pythiaceae türlerinin neden olduğu zararın farkınlığına varmak ve gerekli önlemleri almak, ülkemiz ağaçlandırma çalışmalarının başarısının yanı sıra; iklim, toprak, su gibi doğal kaynakların korunarak, dengede tutulması, su akışının düzenlenmesi, yer altı ve yer üstü su kaynaklarının sürekliliğinin sağlanması, rüzgar ve kumul hareketlerine karşı önleyici perde görevi görerek erozyonun önlenmesi, dolayısıyla tarım alanları ile barajların ekonomik ömrünün uzatılması, çığ ve sel baskınlarını önlemesi, halkın rekreasyon ihtiyaçlarının karşılanması, tüm bunların sonucunda insanların yaşam kalitesinin iyileştirilmesi gibi para ile ölçülemeyen değerler üzerine de etkili olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adams, G. C., Catal, M., Trummer, L., Hansen, E.M., Reeser, P., Worrall, J. J., 2008. *Phytophthora alni* subsp. *uniformis* Found in Alaska Beneath Thinleaf Alders. Plant Health Progress, doi:10.1094/PHP-2008-1212-02-BR.
- Agrios, G. N., 1988. Plant Pathology, 3rd. ed. Academic Press, Inc., 803pp. New York.
- Orman Genel Müdürlüğü, 2013. Orman fidanlıklarımız. <http://www.agm.gov.tr/AGM/AnaSayfa/faliyetler/Fidan/ormanfidanliklirimiz.aspx?sflang=tr>
- Akıllı S., Katırcıoğlu Y. Z., Maden S., 2010. Türkiye'deki Bazı Orman Fidanlıklarında Fungusların Neden Olduğu Hastalıklar Üzerinde Çalışmalar. Düzce Üniversitesi, Ormancılık Dergisi, 6(2), 1-10.
- Alexopolous, C. J., Charles, W. M., Blackwell, M. M., 2004. Introductory Mycology, 4th ed. John Wiley, 632, New York.
- Alkan, H., 2006. Devlet Orman Fidanlık İşletmelerinin Kapatılması ve Özelleştirilmesi Çabalarına İlişkin Bir Değerlendirme, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(1), 62-74.
- Anderson, N. D., French, W., Taylor, P., 1962. *Cylindrocladium* Root Rot of Conifers in Minnesota. Forest Science, 8, 378-384.
- Augsburger, C.K., 1990. Spatial Patterns of Damping-off Diseases During Seedlings Recruitment in Tropical Forests. Pest, Pathogens and Plant Communities, 38, 131-144.
- Balcı, Y., Halmschlager, E., 2003. *Phytophthora* Species İn Oak Ecosystems İn Turkey And Their Association With Declining Oak Trees. Plant Pathology, 52, 694-702.
- Baldauf, S.L., Roger, A.J., Wenk-Siefert, L., Doolittle, W.F., 2000. A Kingdom-Level Phylogeny Of Eukaryotes Based On Combined Protein Data. Science, 290, 972-977.
- Barbey, S., 1996. The Phytosanitary Protection Of Ornamental Conifers And Shrubs. Revue Horticole Suisse, 69, 120-122.
- Barnard, E.L., 1994. Nursery to Field Caryover and Post Outplanting Impact of *Macrophomina phaseolina* on Loblolly Pine on a Cutover Forest Site in North Central Florida. Tree Planters' Notes, 45, 68-71.

- Belbahri, L., Moralejo, E., Calmin, G., Oszako, T., Garcia, J. A., Descals, E., Lefort, F., 2006. *Phytophthora polonica*, A New Species Isolated From Declining *Alnus glutinosa* Stands In Poland. FEMS Microbiology Letter, 261, 165–174.
- Belisario, A., Cacciola, S. O., Magnano, D. S. L. G., 1997. *Phytophthora cactorum* on Walnut Seedlings in Italian Nurseries. European Journal of Forest Pathology, 27, 137-146.
- Bloomberg, W. L., 1971. Fusarium Root Rot of Douglas Fir Seedlings. Phytopathology, 61, 337-341.
- Bloomberg, W. L., Lock, W., 1972. Strain Differences in *Fusarium oxysporum* Causing Diseases of Douglas fir Seedling. Phytopathology, 62, 607-611.
- Bloomberg, W. L., 1979. Model Simulations of Infection of Douglas Fir Seedlings by *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, 69, 1072-1077.
- Bloomberg, W. J., 1981. Disease Caused by *Fusarium* in Forest Nurseries. In: Nelson PE, Tousson TA, Cook RJ. (eds) Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy. University Park, University Press, pp 178–187, The Pennsylvania State.
- Bloomberg, W. L., 1985. The Epidemiology of Forest Nursery Diseases. Annual Review of Phytopathology, 23, 83-96.
- Brasier, C. M., 2003. The hybrid alder Phytophthoras: Their Genetic Status, Cultural Properties Pathogenicity, Distribution And Survival. In 'Phytophthora Disease of Alder in Europe'. Forestry Commission Bulletin 126, 51-60. London.
- Brasier, C. M., Cooke, D. L., Duncan, J. M., 1999. Origin of A New *Phytophthora* Pathogen Through Interspecific Hybridization. Proceedings of the National Academy of Science, USA 96 (10), 5878–5883.
- Brasier, C. M., Kirk S. A., Delcan, J., Cooke, D. L., Jung, T., Man Int Veld, W., 2004. *Phytophythora alni* sp. nov. And Its Variants: Designation of A Group of Emerging Heteroploid Hybrid Pathogens. Mycological Research, 108, 1172–1184.
- Brasier, C. M., Beales, P. A., Kirk, S. A., Denman, S., Rose, J., 2005. *Phytophthora kernoviae* sp. nov., An Invasive Pathogen Causing Bleeding Stem Lesions on Forest Trees And Foliar Necrosis of Ornamentals in The UK. Mycological Research, 109, 853–859.
- Brayford, D., Honda, B. M., Mantiri, F. R., Samuel, G. J., 2004. *Neonectria* and *Cylindrocarpon*: the *Nectria mammoidea* Group And Species Lacking Microconidia. Mycologia, 96 (3), 572-597.

- Bruns, T. D., Fogel, R., Taylor, J. W., 1990. Amplification And Sequencing of DNA From Fungal Herbarium Specimens. *Mycologia*, 82, 175-184.
- Cech, T. L., 2004. Development and Spread of Phytophthora Disease of Alders in Austria. Materials of the 3rd IUFRO Working Party "Phytophthora in forest and natural ecosystems", September 2004, Freising, Germany. 31, 11-17.
- Cellerino, G. P., 1996. Present Situation and Prospects in the Biological and Integrated Control of Fungal Diseases of Forest Plants. Innovations and Prospects in Plant Protection, 24-25Oct., Ferrara, Italy, *Informatore-Fitopatologico*, 46, 13-18.
- Chin, F. H., 1995. Damping-Off in Some Forest Nurseries in Sarawak. Leaflet Forest Pathology Information Kuching, 2-7.
- Cooke, D. E. L., Jung, T., Williams, N. A., Schubert, R., Oßwald, W., Duncan, J., 2005. Genetic Diversity of European Populations of The Oak Fine-Root Pathogen *Phytophthora quercina*. *Forest Pathology*, 35, 1-14.
- Camporota, P., Perrin, R., 1994. Characterization of *Rhizoctonia* Species Involved in Tree Seedling Damping-Off in French Forest Nurseries. *Soil Biology and Biochemistry*, 26 (2), 263-268.
- Couteaudier Y., Alabouvette, C., 1981. Fusarium Wilt in Soilless Culture. *Acta Horticulturae*, 126, 153-158.
- Crosby, C., Carpenter-Boggs, L., Higgins, S, Khaddur, N., 2010. Detection and Control of *Fusarium oxysporum* and *Cylindrocarpon destructans* in Forest Nursery Soils. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations, 2009, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 32-34.
- De Barry, A., 1876. Researchs in to nature of potato fungus *P. infestans*. *Journal of Agriculture Society, England*, 12, 239-269.
- Deligöz, A., 2007. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-Fizyolojik Özelliklerin Dikim Başarısına Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 130s, Isparta.
- Dick, M. A. Dobbie, K., 2002. Species of *Fusarium* on *Pinus radiata* in New Zealand. *New Zealand Plant Protection*, 55, 58-62.
- Dick, M. A., Dobbie, K., Cooke, D. E. L., Brasier, C. M., 2006. *Phytophthora captiosa* sp. nov. and *P. fallax* sp. nov. Causing Crown Dieback of Eucalyptus in New Zealand. *Mycological Research*, 110, 393-404.

- Dick, M., Vanner, A. L., 1986. Nursery Diseases. Forest Pathology in New Zealand, pp. 20.
- Doğmuş, T., Doğanoğlu, Ö., 2003. Orman Fidanlıklarında Çökerten Hastalığının Önemi ve Hastalığın Biyolojik Kontrolünde Ektomikorizal Fungusların Kullanımı. SDÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı 1, 103-118.
- Donahoo, R. S., Lamour, K. H., 2008. Characterization of *Phytophthora* Species from Leaves of Nursery Woody Ornamentals in Tennessee. Hort Science, 43(6), 1833–1837.
- Dumroese, R., James, R. L., 2005. Root Diseases in Bareroot and Container Nurseries of The Pacific Northwest: Epidemiology, Management, and Effects on Outplanting Performance. New Forests, 20, 185-202.
- Edel, V. 1998. Use of PCR and RFLP in Fungal Systematics. J. C. Frishvad, P. D. Bridge, and D. K. Arora (Ed.), in Chemical Fungal Taxonomy (52-91). Marcel Dekker, 219p, New York.
- El-Settawy, A. A., 1999. Diseases of The Most Important Trees Growing In Egypt, 4th Meeting of IUFRO 7.03.03 Working Party, Diseases and Insects in Forest Nurseries, 25-28 July, Suonenjaki, 33.
- Ersek, T., Nagy, Z. A., 2008, Species Hybrids in The Genus *Phytophthora* With Emphasis on The Alder Pathogen *Phytophthora alni*: A Review. European Journal of Plant Pathology, 122, 31-39.
- Erwin, D. C., Ribeiro, O. K., 1996. Phytophthora. Diseases Worldwide. APS Press, 562 pp. St. Paul, Minnesota.
- Fergusson, A. J., Jeffers S. N., 1999. Detecting Multiple Species of *Phytophthora* in Container Mixes From Ornamental Crop Nurseries. Plant Disease, 83, 1129–1136.
- Freire, F. C. O., 1996. Occurrence of *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* and *Phytophthora* sp. Associated with Death of Cashew Seedlings (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. Agrotropica, 8, 69-72.
- Gallego, M., Hong, C., 2008. Phytophthora: Identifying Species By Morphology and DNA Fingerprint. American Phytopathological Society Press, 158pp, St. Paul, Minnesota.
- Goss, E. M., Larsen, M., Vercauteren, A., Werres, S., Heungens, K., Grünwald, N. J., 2011. *Phytophthora ramorum* in Canada: Evidence for Migration Within North America and from Europe. Phytopathology, 101 (1), 166-171.
- Graham, J. H., Linderman, R. G., 1983. Pathogenic Seedborne *Fusarium oxysporum* from Douglas-fir. Plant Disease, 67, 232-325.

- Hamm, P. B., Hansen, E. M., 1986. *Phytophthora* Root Rot in Forest Nurseries of the Pacific Northwest. Proceedings of the Western International Forest Disease Work Conference, 12-15 August, Olympia, Washington, 12-16.
- Hansen, E. M., Hamm, P. B., Julis, A. J., Roth, L. F., 1979. Isolation, Incidence and Management of *Phytophthora* in Forest Nurseries in the Pacific Northwest. Plant Disease Reporter, 63, 607-611.
- Hansen, E. M., Roth, L. F., Hamm, P. B., Julis, A. J., 1980. Survival, Spread and Pathogenicity of *Phytophthora* spp. on Douglas Fir Seedlings Planted on Forest Sites. Phytopathology, 70, 422-425.
- Hantula, J., Lilja, A., Parikka, P., 1997. Genetic Variation and Host Specificity of *Phytophthora cactorum* in Europe. Mycological Research, 101, 565-572.
- Hantula, J., Lilja, A., Nuorteva, H., Parikka, P., Werres, S. 2000. Genetic Variation and Host Specificity of *Phytophthora cactorum*. In: Lilja, A. & Sutherland, J.R. (eds.). Proceedings of the 4th Meeting of IUFRO Working Party 7.03.04-Diseases and Insects in Forest Nurseries. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja - The Finnish Forest Research Institute, Research Papers, 781, 89-94.
- Hardy, G. E., Sivasithamparam, K., 1988. *Phytophthora* spp. Associated With Containergrown Plants in Nurseries in Western Australia. Plant Disease, 72, 435-437.
- Harris, A. R., Schisler, D. A., Neate, S. M., Ryder, M. H., 1994. Suppression of Damping-Off Caused By *Rhizoctonia solani* and Growth Promotion, in Bedding Plants By Binucleate *Rhizoctonia* spp. Soil Biology and Biochemistry, 26 (2), 263-268.
- Hawksworth, D. L., Talboys, P. W., 1970. Verticillium dahliae CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, 256.
- Hendrix, F. F., Campbell, W. A., 1968. Pythiaceae Fungi Isolated From Southern Forest Nursery Soils And Their Pathogenicity To Pine Seedlings. Forest Science, 14, 292-297.
- Henson, J. M., French, R., 1993. The Polymerase Chain Reaction and Plant Diagnosis, Annual Review of Phytopathology, 31, 81-109.
- Hodges, C. S., 1962. Black Root Rot of Pine Seedlings. Phytopathology, 52, 210-219.
- Hong, C. X., Gallegly, M. E., Richardson, P. A., Kong, P., Moorman, G. W., 2008. *Phytophthora irrigata*, A New Species Isolated From Irrigation Reservoirs And Rivers In Eastern United States of America. FEMS Microbiology Letters, 285, 203-11.

- Hong, C. X., Richardson, P. A., Kong, P., 2008b. Pathogenicity to Ornamental Plants of Some Existing Species and New Taxa of *Phytophthora* from Irrigation Water. *Plant Disease*, 92, 1201–7.
- Hong, C. X., Moorman, G. W., 2005. Plant Pathogens in Irrigation Water: Challenges and Opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24, 189–208.
- Hulvey, J., Gobena, D., Finley, L., Lamour, K., 2010. Co-occurrence and Genotypic Distribution of *Phytophthora* Species Recovered from Watersheds and Plant Nurseries of Eastern Tennessee. *Mycologia*, 102(5), 1127-33.
- Inderbitzin, P., Bostock, R.M., Davis, R.M., Usami, T., Platt, H.W., 2011. Phylogenetics and taxonomy of the fungal vascular wilt pathogen *Verticillium*, with the descriptions of five new species. *PLoS one*, 6: e28341.
- James, R. L., 1983. Occurrence of *Fusarium* on Douglas-fir Seed from The Coeur d'Alene Nursery. *USDA Forest Service*, 11.
- James, R. L., 1984a. Diseases of Containerized Conifer Seedlings. In: *Proceedings of the 31st Western Int. For. Dis. Work Conf.*, Coeur d'Alene, Idaho, 17-23.
- James, R. L., 1985a. Diseases Associated With Containerized Seedling Soil Mixes. *Tree Planters' Notes*, 36(2), 3-5.
- James, R. L., 1985b. *Fusarium* Associated With Seedborne Diseases of Ponderosa Pine Seedlings At The Montana State Nursery, Missoula. *USDA Forest Service, Northern Region*, 5.
- James, R. L., 1985c. Pathogenic *Fusarium* on Spruce Seed From The Towner Nursery, North Dakota. *USDA Forest Service, Northern Region. Report*, 85-23.
- James, R. L., Gilligan, C. J., Reedy, V., 1988. Evaluation of Root Diseases of Containerized Conifer Seedlings at the Champion Timberlands Nursery, Plains, Montana. *Report-Northern-Region-USDA- Forest Service*, 88-11, 21.
- James, R. L., Dumroese, R. K., Wenny, D. L., Schmidt, W. C., McDonald, K. J., 1995. Management of Fungal Diseases of Western Larch Seed and Seedlings. Ecology and Management of Larix Forests: a Look Ahead. *Proceedings of an International Symposium, Whitefish, Montana, USA, October 5-9, 1992. General Technical Report Intermountain Research Station, USDA Forest Service*, 319, 300-306.

- James, R. L., Perez, R., 1999. Pathogenic characteristics of *Fusarium sporotrichioides* Isolated From Inland Pacific Northwest Forest Nurseries. USDA Forest Service, Northern Region, Forest Health Protection Report 99, 8- 17.
- Jung, T., Blaschke, H., Neumann, P., 1996. Isolation, Identification and Pathogenicity of *Phytophthora* Species From Declining Oak Stands. European Journal of Forest Pathology, 26, 253- 272.
- Jung, T., Cooke, D. E. L., Blaschke, H., Duncan, J. M., Osswald, W., 1999. *Phytophthora quercina* sp. nov., Causing Root Rot of European Oaks. Mycological Research, 103, 785-798.
- Jung, T., Nechwatal, J., Cooke, D. E. L., Hartmann, G., Blaschke, M., Oßwald, W. F., Duncan, J. M., Delatour, C., 2003. *Phytophthora pseudosyringae* sp. nov., A New Species Causing Root and Collar Rot Of Deciduous Tree Species in Europe. Mycological Research, 107, 772-789.
- Jung, T., Blaschke, M., 2004. Phytophthora root and collar rot of alders in Bavaria: Distribution, Modes Of Spread and Possible Management Strategies. Plant Pathology, 53 (2), 197–208.
- Jung, T., Hudler, G. W., Jensen-Tracy, S. L., Griffiths, H. M., Fleischmann, F., Oßwald, W., 2005. Involvement of *Phytophthora* Species in The Decline of European Beech in Europe and The USA. Mycologist, 19, 159-166.
- Jung, T., Downing, M., Blaschke, M., Vernon, T., 2007. Phytophthora Root and Collar Rot of Alders Caused By the Invasive *Phytophthora alni*: Actual Distribution, Pathways, and Modelled Potential Distribution in Bavaria. In: Alien Invasive Species and International Trade. (Evans, HF & Oszako, T, eds). Proceedings of the 1st International IUFRO Unit 7.03.12 Meeting, 3rd – 7th July 2006, Forest Research Institute, Warsaw, 10-18.
- Jung, T., 2009. Beech decline in Central Europe Driven By The Interaction Between *Phytophthora infections* and Climatic Extremes. Forest Pathology, 39, 73-94.
- Jung, T., Burgess, T., 2009. Re-Evaluation of *Phytophthora citricola* Isolates From Multiple Woody Hosts in Europe and North America Reveals A New Species, *Phytophthora plurivora* sp. nov., Persoonia, 22, 95 - 110.
- Jung, T., Schumacher, J., Leonhard, S., Hartmann, G., Cech, T., 2009. Widespread *Phytophthora* Infestations of Nurseries in Germany and Austria and Their Role As Primary Pathway of Phytophthora Diseases of Trees. In: Goheen EM, Frankel SJ. (eds), Proceedings of the fourth meeting of the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) Working Party S07.02.09, Phytophthoras in forests and natural ecosystems. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-221. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, 140-141.

- Khan, S. N., Mishra, B. M., Tivari, R. K., 1995. New Host Records of Pathogenic Fungi From India. *Indian Journal of Forestry*, 18, 89-92.
- Khorasani M., 2013. *Cylindrocarpon* Species in Pacific Northwest Douglas-fir Nurseries: Diversity and Effects of Temperature and Fungicides on Mycelial Growth. University of Washington, Yüksek Lisans Tezi, 88s, Washington.
- Kim, M. S., Stewart, J. E., Dumroese, R. K., Klopfenstein, N. B., 2011. Occurrence of The Root Rot Pathogen, *Fusarium commune* in Forest Nurseries of The Midwestern and Western United States. *Journal of Phytopathology*, 160,112-114.
- Kurt, Ş., 2011. Orman Fidanlıklarında Görülen Kök Çürüklük Hastalığı Etmeni *Cylindrocarpon destructans*' in Tanısı ve Patojenisitesi, IV. Bitki Koruma Kongresi, 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş, 388.
- Landis, T. D., 1976. An Analysis of Seed and Seedling Losses at Mt. Sopris Tree Nursery (CO). Denver (CO): USDA Forest Service, Forest Insect and Disease Management. *Biological Evaluation*, 76,18: 7.
- Landis, T. D., 1989. Disease and Pest Management, pp. 1-99. In: Landis, T. D., Tinus, R. W., McDonald, S. E. and Barnett, J. P. (Eds) *The Container Tree Nursery Manual, Volume 5. Agri. Handbook 674*. US Dept. of Ag., Forest Service, Washington, D.C.
- Lee, S. B., Taylor, J. W., 1990. Isolation of DNA from fungal mycelia and single spores. In: *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Ed. by Innis, N.; Gelfand, D.; Sninsky, J.; White, T. Academic Press Inc., New York, pp. 282-287.
- Lilja, A., Lilja, S., Poteri, M., Ziren, L., 1992. Conifer Seedling Root Fungi and Root Dieback in Finnish Nurseries. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7, 547-556.
- Lilja, A., Lilja, S., Kurkela, T., Rikala, R., 1997. Nursery Practices and Management of Fungal Diseases in Forest Nurseries in Finland. A Review. *Silva Fennica*, 31, 79-100.
- Lilja, A., Parikka, P., Pääskynkivi, E., Hantula, J., Vartiamaki, H., Lemmetty, A., Vestberg, M., 2006. *Phytophthora cactorum* and *Colletotrichum acutatum*: Survival and Detection. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71(4), 121-128.
- Lilja, A., Rytönen, A., Parikka, P., Kokkola, M., Hantula, J., 2007a. Alien Species in Finnish Nurseries, *Phytophthora* spp. *Acta Silv. Lign. Hung., Spec. Edition*, 219-227.

- Lilja, A., Rytönen, A., Kokkola, M., Parikka, P., Hantula, J., 2007b. First Report of *Phytophthora ramorum* and *P. inflata* in Ornamental Rhododendrons in Finland. *Plant Disease*, 91(8), 1055.
- MacDonald, J. D., Ali-Shtayeh, M. S., Kabashima, J., Stites, J., 1994. Occurrence of *Phytophthora* Species in Recirculated Nursery Irrigation Effluents. *Plant Disease*, 78, 607-611.
- Martin, F. N., Bensasson, D., Tyler, B. M., Boore, J. L., 2007. Mitochondrial Genome Sequences and Comparative Genomics of *Phytophthora ramorum* and *P. sojae*. *Current Genetics*, 51, 285-296.
- Maseko, B., Coutinho, T. A., Burgess, T. I., Wingfield, B. D., Wingfield, M. J., 2007. Two New Species of *Phytophthora* From South African Eucalypt Plantations. *Mycological Research*, 111, 1321-1338.
- Maukhamedov, R., Hu, X., Nazar, R. N., Robb, J., 1994. Use of Polymerase Chain Reaction- Amplified Ribosomal intergenic Sequences for The Diagnosis of *Verticillium tricorpus*. *Phytopathology*, 84, 256-259.
- McGrath, M. T., 2004. What are Fungicides? The Plant Health Instructor. doi: 10.1094/PHI-I-2004-0825-01.
- Mehrotra, M. D., 1990. *Rhizoctonia solani*, a Potentially Dangerous Pathogen of Khasi Pine and Hardwoods in Forest Nurseries in India. *European Journal of Forest Pathology*, 20, 329-338.
- Miller, S. A., 1996. Detecting Propagules of Plant Pathogenic Fungi. *Advances in Botanical Research*, 23, 73-102.
- Mirabolfathy, M., Ershad, D., 1996. Studies on The Conifer Damping-off in The Forest Nurseries of Northern and Central Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 32, 6-8.
- Moralejo E., Perez-Sierra A., Alvarez L., Belbahri L., Lefort F., Descals E., 2009. Multiple Alien *Phytophthoras* Discovered on Diseased Ornamental Plants in Spain. *Plant Pathology*, 58 (1), 100 -110.
- Motta, E., Annesi, T., Balmas, V., 1996. Seedborne Fungi in Norway Spruce: Testing Methods and Pathogen Control by Seed Dressing. *European Journal of Forest Pathology*, 6, 307-314.
- Nechwatal, J., Schlenzig, A., Jung, T., Cooke, D. E. L., Duncan, J. M., Oßwald, W. F., 2001. A Combination of Baiting and PCR Techniques for The Detection of *Phytophthora quercina* and *P. citricola* in Soil Samples from Oak Stands. *Forest Pathology* 31, 85-97.

- Newhook, F. J., Waterhouse, G. M., Stamps, D. J., 1978. Tabular Keys to The Species of *Phytophthora* de Bary. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Ocamb, M. C., Juzwik, J., 1995. *Fusarium* Species Associated With Rhizosphere Soil and Diseased Roots of Eastern White Pine Seedlings and Associated Nursery Soil. Canadian Journal of Plant Pathology, 17(4), 325-330.
- Orlikowski, L. B., Gabarkiewicz, R., Skrzypczak, C. Z., 1995. *Phytophthora* Species in Polish Ornamental Nurseries. I. Isolation and Identification of *Phytophthora* Species. Phytopathologia Polonica, 9, 73-79.
- Orlikowski, L. B., Szkuta, G., 2002a. First Record of *Phytophthora ramorum* in Poland. Phytopathologia Polonica, 25, 69-79.
- Orlikowski, L. B., Szkuta, G., 2002b. Dieback of Pieris Caused by *Phytophthora citrophthora*. Acta Mycologica, 36(2), 251-256.
- Orlikowski, L. B., Szkuta, G., 2002c. Occurrence of *Phytophthora cinnamomi* on Ericaceous Plants in Container-Grown Ornamental Nurseries in Poland. Journal of Plant Protection Research, 42(2), 157-163.
- Orlikowski, L. B., Szkuta, G., 2003. *Phytophthora citricola* on *Rhododendron* spp. in Polish nurseries. Journal of Plant Protection Research, 43(1), 19-24.
- Orlikowski, L. B., Szkuta, G., 2004. First Notice of *Phytophthora ramorum* on *Calluna vulgaris*, *Photinia fraseri* and *Pieris japonica* in Polish Container-Ornamental Nurseries. Phytopathologia Polonica, 34, 87-92.
- Orlikowski, L. B., Szkuta, G., 2005. Occurrence of *Phytophthora citrophthora* on *Syringa vulgaris* in Poland. Acta Mycology, 40(2), 175-180.
- Orlikowski, L. B., 2006. Relationship Between Source of Water Used For Plant Sprinkling and Occurrence of *Phytophthora* Shoot Rot and Tip Blight in Container-Ornamental Nurseries. Journal of Plant Protection Research, 46, 163-168.
- Orlikowski, L. B., Trzewik, A., Wiejacha, K., Szkuta, G., 2006. *Phytophthora tropicalis*, A New Pathogen of Ornamental Plants in Poland. Journal of Plant Protection Research, 46, 103-109.
- Orlikowski, L. B., Ptaszek, M., 2008. *Phytophthora cryptogea* and *P. citrophthora*, New Pathogens of *Forsythia intermedia* in Polish Hardy Nursery Stock. Journal of Plant Protection Research, 48(4), 511-517.
- Orlikowski, L. B., Ptaszek M., 2010a. *Phytophthora* species As The Causal Agents of Thuja (*Thuja* spp.) Decay in Polish Hardy Ornamental Nursery Stocks. Sylwan, 154 (4), 242-248.

- Orlikowski, L. B., Ptaszek, M., 2010b. First Notice of *Phytophthora* Stem Base Rot on *Syringa vulgaris* in A Polish Field Nursery. *Journal of Plant Protection Research*, 50, 442-445.
- Özdamar, H. T., 1999. Ege ve Göller Bölgesi Orman Fidanlıklarında Çökerten Hastalığının Önemi, Etmenleri ve Savaşım Olanakları Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi ,102 s., İzmir.
- Peterson, G. W., Smith, R. S., 1975. *Forest Nursery Diseases in The United States*. Agriculture Handbook No 470, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 125, United States.
- Roth, L. F., Kuhlman, E. G., 1966. *Phytophthora cinnamomi* An Unlikely Threat To Douglas Fir Forestry. *Forest Science*, 12, 147-159.
- Rytkönen, A., Lilja, A., Petäistö R. L. and Hantula, J., 2008. Irrigation Water and Stem Lesions on *Betula pendula* in A Forest Nursery. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23, 404-411.
- Rytkönen, A., 2011. *Phytophthora* in Finnish Nurseries. University of Helsinki, Phd Dissertations, 120p, Finland.
- Sandlin, C., Ferin, D. M., 1993. Foliar Blight and Root Rot of Container Grown Giant Redwood Caused by *Phytophthora citrophthora*. *Plant Disease*, 77, 591-594.
- Sarhan, A. R. T., Abdulhamed, F. A., Salam, M., Ashki, A. H., 1989. Occurrence and Pathogenicity of Damping-off Fungi of Pine Seedlings. *Acta-Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 24, 3-4.
- Schwingle, B. W., Juzwik, J., 2007. *Phytophthora* Species in Soils Associated with Declining and Nondeclining Oaks in Missouri Forests. *Plant Disease*, 91(5), 633.
- Schwingle, B. W., Smith, J. A., Blanchette, R. A., 2007. *Phytophthora* Species Associated With Diseased Woody Ornamentals in Minnesota Nurseries. *Plant Disease*, 91, 97-102.
- Scott, P. M., Burgess, T. I., Barber, P. A., Shearer, B. L., Stukely, M. J. C., Hardy, G. E., Jung, T., 2009. *Phytophthora multivora* sp. nov., A New Species Recovered From Declining Eucalyptus, Banksia, Agonis and Other Plant Species in Western Australia. *Persoonia*, 22, 1 - 13.
- Selik, M., 1986. *Ormançılık Fitopatolojisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Shukla, A. N., 1995. *Management of Diseases in Forest Nurseries in India*. *Van-Vigyan*, 33, 167-173.

- Smith, R. S., 1975. Fusarium Root Disease. In Peterson, G. W. and R. S. Smith, Jr. (Tech. Coord.). In Forest Nursery Diseases in The United States (9-10). USDA Forest Service, Agricultural Handbook, 470, United States.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A., 1991. Identificaiton of *Rhizoctonia* species, APS Press, St. Paul, 133p.
- Soni, K. K., Kalyani, K. B., Rajarishi, R., 1992. *Pythium aphanidermatum* Seedling Blight of Hardwickia Binata a New Report in India. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology, 21, 292-293.
- Stamps, D. J., Waterhouse, G. M., Newhook, F. J., Hall, G. S., 1990. Revised Tabular Key to the Species of *Phytophthora*. 2nd ed. Mycological Papers No. 162, CAB International Mycological Institute: Wallingford, Oxfordshire, England.
- Stanghellini, M. E., 1974. Spore Germination, Growth and Survival of *Pythium* in Soil. Proceedings of American Phytopathology Society, 1, 211-214.
- Sümer, S., 1985. Toprak Patojenleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, B, 35 (4): 15-23.
- Themann, K., Werres, S., Luttmann, R., Diener, H. A., 2002. Observations of *Phytophthora* spp. in Water Recirculation Systems in Commercial Hardy Ornamental Nursery Stocks. European Journal of Plant Pathology, 108, 337-343.
- Trappe, J. M., 1977. Selection of Fungi for Ectomycorrhizal Inoculation in Nurseries. Annual Review of Phytopathology, 15, 203-222.
- Tsao, P. H., 1990. Why Many Phytophthora Root Rots and Crown Rots of Tree and Horticultural Crops Remain Undetected. EPPO Bulletin, 20, 11-17.
- Vaartaja, O., 1968. *Pythium* and *Mortierella* in Soils of Ontario Forest Nurseries. Canadian Journal of Microbiology, 14, 265-269.
- Vaartaja, O., Bumbieris, M., 1964. Abundance of *Pythium* Species in Nursery Soils in South Australia. Australian Journal of Biological Sciences, 17(2), 436 - 445.
- Viljoen, A., Wingfield, M. J., Crous, W., 1992. Fungal Pathogens in *Pinus* and *Eucalyptus* Seedling Nurseries in South African Forestry Journal, 161, 45-51.
- Viljoen, A., Wingfield, M. J., Marsas, W. F. O., 1994. First Report of *Fusarium subglutinans* f.sp. *pini* on Pine Seedlings in South Africa. Plant Disease, 78, 309-312.

- Von Broembsen, S. L., 1984a. Occurrence of *Phytophthora cinnamomi* on Indigenous and Exotic Hosts in South Africa, With Special Reference to The South-Western Cape Province. *Phytophylactica*, 16, 221-225.
- Von Broembsen, S. L., 1984b. Distribution of *Phytophthora cinnamomi* in Rivers of The South-Western Cape Province. *Phytophylactica*, 16, 227-229.
- Wardlaw, T., Philips, T., 1990. Nursery Diseases and Their Management at the Forestry Commission Nursery, Perth. *Tasforests*, 2, 21-26.
- Waterhause, G. M., 1963. Key to The Species of *Phytophthora* de Bary. *Mycology Paper*, 92, 1-22.
- Waterhause, G. M., Newhook, F. J., Stamps, D. J., 1983. Present Criteria for Classification Of *Phytophthora*. Pages 139-147 in: *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. D.C. Erwin, S. Bartnicki-Garcia, and P.H. Tsao, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 392.
- Weiland, J. E., Beck, B. R., Davis, A., 2013. Pathogenicity and Virulence of *Pythium* Species Obtained from Forest Nursery Soils on Douglas-Fir Seedlings. *Plant Disease*, 97 (6), 744-748.
- Weste, G., 1992. *Phytophthora* Root Rot and Dieback of Forest Trees, in R.P.P. 72: 1688.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., 1990. Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes For Phylogenetics. In: *PCR Protocols: a guide to methods and applications*. (Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds). Academic Press, 315–322, New York, USA.
- Whipps, J. M., 2004. Prospects and Limitations For Mycorrhizas in Biocontrol Of Root Pathogens. *Canadian Journal of Botany*, 82 (8), 1198-1227.
- Yakabe, L. E., Blomquist, C. L., Thomas, S. L., MacDonald, J. D., 2009. Identification and Frequency of *Phytophthora* Species Associated With Foliar Diseases in California Ornamental Nurseries. *Plant Disease*, 93, 883-890.
- Zhang, N., Sung, G., Castlebury, L. A., Seifert, K. A., Rossman, A. Y., Rogers, J. D., Miller, N., Huhndorf, S. M., Schoch, C. L., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., 2007. An Overview of Molecular Phylogeny of the Sordariomycetes. *Mycologia*, 98, 1076-1087.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayşe Gülden ADAY KAYA

Doğum Yeri ve Yılı : Eskişehir, 1982

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : guldenaday@sdu.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : Aliğa Yabancı Dil Ağırlıklı Lise, 2000

Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Bölümü

Mesleki Deneyim

SDÜ Yenişarbademli MYO Öğretim Görevlisi 2011-..... (halen)

Yayınları

Hakemli dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makale

- 1- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Karaca, G., Aday, A.G., 2007. *Heterobasidion annosum* s. l.' un Uludağ Göknaında Oluşturduğu Alt Gövde Çürüklüğünün Arazi ve Laboratuvar Metotları ile Tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(1), 58-67.
- 2- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T.,Lehtijärvi,A., Aday,A., Oskay, F., Karadeniz, M., 2008. Annosum Kök ve Alt Gövde Çürüklüğünün *Abies bornmülleriana* ve *Abies cilicica* Meşcerelerinde Yoğunluğunun Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9 (1-2), 111-120.
- 3- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2012. Arazi Koşullarında Bazı Kimyasal ve Biyolojik Ajanların *Heterobasidion annosum* s.l'un Mücadelesinde Kullanım Olanakları. Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi, 12 (2), 313-320.

- 4- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Ünal, S., Karadeniz, M., Aday, A.G., Oskay, F., 2012. *Heterobasidion* Infection in *Abies bornmülleriana* Stands in Kastamonu Province. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, 271-274.
- 5- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Oskay F., Aday, A.G., 2012. Preliminary Results of Wood Endophytes of *Abies cilicica* in Yenişarbademli in Isparta Province. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, 275-278.

Diğer bilimsel dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makale

- 1- Lehtijärvi, A., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., 2008. Annosum Kök Çürüklüğü Ülkemiz Ormanlarında Bir Tehtid Oluşturuyor mu? Orman ve Av, Şubat Sayısı, 18-22.

SCI, SSCI ve AHCI dışındaki indeks ve özler tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makale

- 1- Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., 2012. Pathogenicity of Some Fungi Isolated from Cankers on *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* in Turkey. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 4(9), 199-203.

SCI, SSCI ve AHCI tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makale

- 1-Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Gülден Aday, A., 2009. European Pear Rust on *Juniperus excelsa* L. in Southwestern Turkey. Forest Pathology, 39, 35-42.
- 2-Lehtijärvi A., Aday, A.G., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., 2009. Turkish *Heterobasidion abietinum* is Pathogenic to Inoculated *Abies nordmanniana* ssp. *nordmanniana* and ssp. *bornmülleriana*. Forest Pathology, 39, 200-209.
- 3- Lehtijärvi A., Doğmuş- Lehtijärvi, T., Aday, A.G., Oskay, F., 2011. The Efficacy of Selected Biological and Chemical Control Agents Against *Heterobasidion abietinum* on *Abies cilicica*. Forest Pathology, 41(6), 470-476.
- 4- Lehtijärvi A., Aday, A.G., Doğmuş- Lehtijärvi, T., 2011. *Cedrus libani*: the Most Susceptible Turkish Conifer Species to Local *Heterobasidion* Isolates in Spring Inoculations. Forest Pathology, 41, 1-6.
- 5- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., 2012. *Armillaria ostoyae* Associated with Dying 60-year-old Scots Pines in Northern Turkey. Forest Pathology. 42(3), 267-269.
- 6- Vainio, E.J., Hyder, R., Aday, G., Hansen, E., Piri, T., Doğmuş-Lehtijärvi, T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., Hantula, J., 2012. Population Structure of a Novel Putative Mycovirus Infecting the Conifer Root-Rot Fungus *Heterobasidion annosum* sensu lato. Virology, 422, 366-376

- 7- Aday Kaya, A.G., Lehtijärvi, A., Kaya, Ö.D., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., 2013. First Report of *Diplodia pinea* on *Pseudotsuga menziesii* in Turkey. Plant Disease. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-07-13-0765-PDN>
- 8- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday Kaya, A.G., Lehtijärvi, A., Jung,T., 2013. First report of *Phytophthora syringae* on *Cedrus libani* in Turkey. Plant Disease. Basımda

Ulusal toplantıda sunularak tam metin olarak yayımlanan bildiri

- 1- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, T., Aday A.G., 2005. Doğu ladininde odun çürüklüğüne neden olan funguslar. Doğu Ladini Sempozyumu. Sayfa 43-50, 20-23 Ekim, Trabzon.
- 2- Gürlevik, N., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., 2006. Hidrojel ve Mikoriza Karışımının Karaçam Fidanlarında Yaşama Yüzdesi Üzerine Etkileri. Türkiye'de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir.
- 3- Oskay, F., Aday, A.G., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., 2009. Orman Yangınlarının Ektomikorizal Funguslar Üzerine Etkileri, I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, Sayfa: 485-493, 07-10 Ocak 2009, Antalya.
- 4- Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., Doğmuş Lehtijärvi, H.T., 2010. Isparta-Yenişarbademli İlçesi Konifer Ormanlarında İbre ve Sürgün Hastalıklarına Neden Olan Fungal Etmenlerin Tespiti. 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, IV, 1420–1430, 20-22 Mayıs 2010, Artvin.
- 5- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2010. Annosum Kök Çürüklüğüne Karşı Uygulanan Biyolojik Kontrol Ajanı; *Phlebiopsis gigantea*. 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, IV, 1403–1410, 20-22 Mayıs 2010, Artvin
- 6- Oskay, F., Lehtijärvi, A., Doğmuş Lehtijärvi, H.T., 2011. Göller Bölgesi Konifer Ağaç Türlerinin Yeşil Aksamlarında Görülen Fungal Etmenler. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, sayfa: 51-55, 23-25 Kasım 2011, Antalya
- 7- Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2011. *Heterobasidion abietinum*'un kimyasal mücadelesinde üre uygulamasının etkisi. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, sayfa:184-187, 23-25 Kasım 2011, Antalya
- 8- Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., Karadeniz, M., 2011. Göller Bölgesi geniş yapraklı ve ibreli ağaç türlerinde çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, sayfa: 211-215, 23-25 Kasım 2011, Antalya.

Ulusal toplantıda sunularak özet metin olarak yayımlanan bildiri

- 1-Lehtijärvi A., Aday, A.G., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., 2007. Gökmar Türlerinde *Heterobasidion abietinum* Niemela & Korhonen'un Patojenisitesinin Belirlenmesi. Türkiye II. Bitki Korum Kongresi Bildiri Kitabı. Sayfa: 100, 27-29 Ağustos 2007, Isparta.

- 2- Lehtijärvi, A., Doğmuş – Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Hantula J., 2009. Farklı Populasyonlara Ait *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen İzolatları Arasındaki Genetik Farklılığın Belirlenmesi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, Sayfa: 148, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- 3- Doğmuş – Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., Karaca, G., 2009. Bazı Biyolojik ve Kimyasal Uygulamalarının *Heterobasidion abietinum*' un Gelişimi Üzerine Etkisi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, Sayfa: 339, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- 4- Lehtijärvi, A., Doğmuş – Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Oskay, F., 2009. *Abies cilicica* Ant. & Kotschy Meşçerelerinde *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen'un Kimyasal ve Biyolojik Kontrolü. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, Sayfa: 338, 15-18 Temmuz 2009, Van.
- 5- Uygun, M., Aday, A.G., Lehtijärvi, A., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., 2011. Konya ili Toros Göknarı Ormanlarında *Heterobasidion abietinum*'un Yođunluđu ve Gövde İçindeki Gelişimi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi, Sayfa: 393, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Haziran 2011, Türkiye
- 6- Güller, B., Aday, A.G., Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., 2011. Işıl işlemin bazı odun çürüklüğu funguslarının gelişimini engelleyici etkisi. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Sayfa: 196, 23-25 Kasım 2011, Antalya.
- 7-Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., Karadeniz, M., 2011. Bazı Geniş Yapraklı ve İbrelili Ağaç Türlerinde Kök, Alt gövde ve Gövde Çürüklüğüne Neden Olan Funguslar. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi, sayfa: 392, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Haziran 2011, Türkiye
- 8- Aday, A.G., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., 2011. Göller Bölgesi orman fidanlıklarında iğne ve geniş yapraklı türlerde kök çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Sayfa: 190, 23-25 Kasım 2011, Antalya.
- 9- Aday Kaya, A.G., Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Karakaya, A., Uluer, K., Lehtijärvi A., 2013. Mazıda ve Şimşir Köklerinden Elde Edilen Hastalık Etmenleri. V. Süs Bitkileri Kongresi, Sayfa: 64, 06 -09 Mayıs, Yalova, Türkiye.
- 10- Doğmuş Lehtijarvi, H.T., Lehtijarvi, A., Aday Kaya, A.G., 2013. Süs Bitkisi Olarak Kullanılan Konifer Türlerde Görülen Sürgün Hastalıkları; *Diplodia pinea* ve *Lophodermium seditiosum*. V. Süs Bitkileri Kongresi, Sayfa: 171, 06 - 09 Mayıs, Yalova, Türkiye.

Uluslararası toplantıda sunularak tam metin olarak yayımlanan bildiri

- 1- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Karaca, G., Lehtijärvi, A., Fakir, H., Aday, A.G., 2006. Antifungal effects of tars obtained from coniferous trees of Turkey aganist *Heterobasidion abietinum*. 1st International Non-wood Forest Products Symposium, 1-4 November, Trabzon.
- 2- Doğmuş Lehtijärvi H.T., Lehtijärvi, A., Karaca, G., Aday, A. G., 2007. *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton Associated with Shoot Blight on Brutian Pine in Soutwestern Turkey. IUFRO Meeting- Acta Silv. Lign. Hung., Spec. Edition, p: 95-99, May- 2007, Hungary.
- 3- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Aday, A.G., 2007. *Heterobasidion annosum* Complex in Turkey. IUFRO Meeting, Acta Silv. Lign. Hung., Spec. Edition, p: 215-218, May- 2007, Hungary.

- 4- Gürlevik, N., Doğmuş- Lehtijärvi, T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., 2009. Site Stands and Characteristics of a *Pinus brutia* Stand Infected with *Diplodia pinea*. Proceedings of the Conference of IUFRO Working Party 7.02.02. SDÜ, Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A, Sayı: Özel Sayı, 57- 65, Eğirdir- Türkiye.
- 5- Doğmuş- Lehtijärvi, H:T., Lehtijärvi, A., Karaca, G., Aday, A.G., Oskay, F., 2009. Susceptibility of Different Coniferous Seedlings Inoculated with *Diplodia pinea*. Proceedings of the Conference of IUFRO Working Party 7.02.02. SDÜ, Orman Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, Seri:A, 48-57, Sayı: Eğirdir- Türkiye
- 6-Lehtijärvi, A., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Oskay, F., Aday, A.G., 2009. Preliminary Results of Mycoflora Associated with Cancers on *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* (Mill.) Gordon in Turkey. Proceedings of the Conference of IUFRO Working Party 7.02.02. SDÜ, Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: Özel Sayı, Seri:A,141-150, Eğirdir- Türkiye.
- 7- Lehtijärvi, A., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Oskay, F., 2009. Preliminary Studies on Genetic Variation in *Gymnosporangium fuscum* in the Lakes District of Turkey Detected with M13 minisatellite Marker. Proceedings of the Conference of IUFRO Working Party 7.02.02. SDÜ, Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A, Sayı: Özel Sayı, 177- 182, Eğirdir- Türkiye.
- 8- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., 2010. Efficacy of Urea, Borax and *Trichoderma* Treatments Against *Heterobasidion* Spore Infections of Stumps of *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana*. Proceedings 13th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (MPU).p: 573-574, 20-25 June 2010, Rome- Italy.
- 9- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Karadeniz, M., Oskay, F., Aday, A.G., 2010. Pathogenicity of some fungi isolated from ash cankers on *Fraxinus excelsior*. Proceedings 13th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (MPU).p: 417-448, 20-25 June 2010, Rome- Italy.
- 10- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Oskay, F., Aday, A.G., 2010. Snow Molds and Scleroderris canker on *Pinus nigra* supsp. *pallasiana* on Dedegül Mountain in Turkey. Proceedings 13th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (MPU). p: 241-242, 20-25 June 2010, Rome, Italy.
- 11- Aday A.G., Lehtijärvi A., Vainio E., Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Hantula J., 2011. Virulence of Virus–Infected and Virus–Free *Heterobasidion abietinum* Isolates on *Abies* Seedlings. XXIII IUFRO Conference on "Root and Butt Rot of Forest Trees" p: 143-1454-11, September 2011, , Firenze – S. Martino Di Castrozza, Trento, Italy.
- 12-Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Aday A.G., Oskay F., Lehtijärvi A., 2011. *Heterobasidion* Species in Turkey, Occurrence, Pathogenicity and Control. XXIII IUFRO Conference on "Root and Butt Rot of Forest Trees" p: 189-191,4-11 September 2011, Firenze – S. Martino Di Castrozza, Trento, Italy.
- 13- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G. 2011. Fungal Diseases of Fruit Trees and Shrubs. 2nd International Non-Wood Forest Products Symposium, pp: 337-346, 8-10 September 2011 - Isparta/Turkey.
- 14- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Oskay F., Aday, A.G., 2012. Preliminary Results of Wood Endophytes of *Abies cilicica* in Yenişarbademli in Isparta Province. Proceedings of the Conference of IUFRO, WP 01.01.09 & WP 02.02.13 & WP 02.02.09. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: Özel Sayı, 275-278, Kastamonu-Türkiye.

- 15- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Ünal, S., Karadeniz, M., Aday, A.G., Oskay F., 2012. *Heterobasidion* Infection in *Abies bornmülleriana* Stands in Kastamonu Province. Proceedings of the Conference of IUFRO, WP 01.01.09 & WP 02.02.13 & WP 02.02.09. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: Özel Sayı, 271-274, Kastamonu-Türkiye.

Uluslararası toplantıda sunularak özet metin olarak yayımlanan bildiri

- 1- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., 2007. Gymnosporangium Rust on *Juniperus excelsa* L. in a Nursery and in Forests in South-western Turkey. IUFRO Meeting, Acta Silv. Lign. Hung., Spec. Edition, p. 268, May 2007, Sopron, Hungary.
- 2- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Oskay, F. Aday, A.G., 2010. Fungal species on Oak in Turkey. The Oak Ecology, History, Management and Planning II, p.104.01. 03June, Süleyman Demirel University, Isparta- Turkey.
- 3- Werres, S., Webber, J., WG1 members., 2010. Invasive Potential and Ecology of Phytophthoras.5th IUFRO *Phytophthoras* in Forests and Natural Ecosystems Auckland and Rotorua, p.38, 7-12 March 2010, New Zealand,
- 4- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Aday A.G., Oskay F., 2011.Spatial Distribution of *Heterobasidion abietinum* Genets on *Abies cilicica* in a Mixed Stand. XIII IUFRO Conference on "Root and Butt Rot of Forest Trees". p: 169-170, 4-11 September 2011, Firenze – S. Martino Di Castrozza, Trento, Italy.
- 5- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Aday A.G., Oskay F., 2011. *Armillaria ostoyae* Associated with Dying Sixty-year-old Scots Pines in Northern Turkey. XXIII IUFRO Conference on "Root and Butt Rot of Forest Trees" p:171, 4-11 September 2011, Firenze – S. Martino Di Castrozza, Trento, Italy.
- 6- Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Lehtijärvi, A., 2011. Powdery Mildew Fungi on Some Deciduous Tree Species in Turkey. IUFRO 2011- WP 7.02.02. Global Change and Forest Disease: New Threats, New Strategies, p: 104, 22- 29 Mayıs, Spain.
- 7- Aday, A. G., Lehtijärvi, A., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T. 2011. Presence of Double-Stranded RNA in Some Turkish *Diplodia pinea* and *Gremmeniella abietina* Isolates. IUFRO 2011- WP 7.02.02. Global Change and Forest Disease: New Threats, New Strategies, p: 30, 22- 29 Mayıs, Cantabria- Spain.
- 8- Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., 2011. Pathogenicity of Some Fungi Isolated from Cankers on *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* in Turkey. IUFRO 2011 WP 7.02.02 Global Change and Forest Diseases: New Threats, New Strategies. p:64,22-29 May, 2011 Cantabria-Spain.
- 9- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Lehtijärvi, A., Jung, T. 2012. *Phytophthora* Species from Declining *Liquidambar orientalis* Mill. and *Castanea sativa* Mill. Trees in South eastern Part of Turkey. COST Action FP0801. Established and Emerging Phytophthora: Increasing Threats to Woodland and Forest Ecosystems in Europe. Management Committee and Working Groups Meeting, p. 32, 21-22 Nov., Budapest, Hungary.

- 10- Aday, A.G., Lehtijärvi, A., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T. 2012. Pythiaceous and Fungal Species Isolated from Coniferous and Deciduous Seedlings in Some Turkish Nurseries. 6th Meeting of IUFRO Working Party 7.02.09 *Phytophthora* in Forests and Natural Ecosystems, p. 82, 9th-14th Sept. 2012, Córdoba-Spain,
- 11-Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Lehtijärvi, A., Jung, T. 2012. Pathogenicity of *Phytophthora* species to *Quercus suber* and *Quercus robur* seedlings. 6th Meeting of IUFRO Working Party 7.02.09 *Phytophthora* in Forests and Natural Ecosystems, p.88, 9th-14th September, Córdoba, Spain
- 12- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., 2012. Invasive Alien Plant Pathogens and Their Impact on Forest Ecosystems. The Second International Symposium on the Biology of Rare and Endemic Plant Species (BIORARE-2012) p:3, April 24-27, 2012 Fethiye, Muğla-Turkey.
- 13- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Oskay, F. 2012. The Impact of Climate Change on the Forest Tree Diseases. The Second International Symposium on the Biology of Rare and Endemic Plant Species (BIORARE-2012) p:6, April 24-27, 2012 Fethiye, Muğla- Turkey.
- 14- Oskay, F., Aday, A.G., Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., 2012. Mistletoe (*Viscum album* L.) and *Heterobasidion annosum* s l. in The Fir (*Abies cilicica*) Forests of The Lakes District of Turkey, 14th International Fir Symposium, IUFRO, WP 01.01.09 & WP 02.02.13 & WP 02.02.09, p: 24, 12 - 14 September, 2012, Kastamonu, Turkey.
- 15- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., Karadeniz, M., 2012. *Heterobasidion* Species Complex of *Abies* spp. in Turkey. "14th International Fir Symposium, IUFRO, WP 01.01.09 & WP 02.02.13 & WP 02.02.09, p: 24,12 - 14 September, 2012, Kastamonu, Turkey.
- 16- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday Kaya, A.G., Örtel, E., Datumani, A., 2013. Dothistroma Needle Blight In Turkey. IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry, 20-25 May, Cerno Hora, Czech Republic.
- 17- Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Oskay, F., Lehtijärvi, A., 2013. Susceptibility of Anatolian pine and Lebanon cedar to *Gremmeniella abietina* var. *abietina* increases with altitude. IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry, 20-25 May, Cerno Hora, Czech Republic.
- 18- Oskay, F., Aday Kaya, A.G., Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H. T.,2013. Genetic Variation Among Turkish Populations of Brown Felt Blight Fungus *Herpotrichia juniperi*. IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry, p: 119, 20-25 May, Cerno Hora, Czech Republic.
- 19- Lehtijärvi, A., Aday Kaya, A.G., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Kaya, Ö.D., 2013. Disease Incidence and Genetic variation of *Diplodia pinea* on *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* seed Orchards in North-Western Turkey. IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry, p: 120, 20-25 May, Cerno Hora, Czech Republic.

- 20- Aday Kaya, A.G., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A.G., Tunali, Z., Yeltekin, Ş., 2013. Fungal Endophytes Isolated From Some Pine Species in Turkey. IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry, p: 122, 20-25 May, Cerno Hora, Czech Republic.
- 21- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday Kaya, A.G., Erdoğan, C., 2013. Fungal Endophytes of *Cedrus libani* Needles in Yenişarbademli District. IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry, p: 124, 20-25 May, Cerno Hora, Czech Republic.

Yüksek Lisans Tezi

Gökmar türlerinde *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen patojenisitesinin belirlenmesi.

Uluslararası kuruluşlarca desteklenen projede görev alma

- 1- COST Action FP0801 "Establishing and Emerging Phytophthora: Increasing Threats to Woodland and Forest Ecosystem in Europe". WG üyesi.
- 2- FPS Action COST FP1002: Pathway Evaluation and pest Risk Management In Transport (PERMIT) (Start of Action: 18/11/2010 and End of Action: 17/11/2014) WG üyesi.
- 3- BiodivERsa RESIPATH - Responses of European Forests and Society to Invasive Pathogens. Participating countries: SE (coordinator) AU, BE, BG, DE, FR, NO, PT, SE, TK. Collaborator

Ulusal kuruluşlarca desteklenen projede görev alma

- 1- Lehtijärvi A., Doğmuş T., Sarıkaya O., Aday A.G., 2005-2007. Aşğı Gökdere Kızılçam Sahasında Görülen Sürgün Yanıklığı Üzerinde Bir Araştırma. S.D.Ü. Orman Fakültesi- Isparta Çevre Orman Bölge Müdürlüğü.
- 2- Doğmuş T., Lehtijärvi A., Karaca, G., Genç M., Dutkuner, İ., Yıldız D., Aday A.G., 2004-2008. Göller Bölgesi Orman Alanlarında Bulunan Zararlı ve Yararlı Fungusların Tespiti ve Ektomikorizal Fungusların Kaliteli Fidan Üretiminde Kullanımı. DPT projesi (no- 2003 K 1211020-7).
- 3- Doğmuş T., Lehtijärvi A., Karaca G., Aday A.G., 2005-2009. Gökmar Türlerinin Önemli Patojeni *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref' un Virülensi, Popülasyon Genetiği ve Biyolojik Kontrolü. TÜBİTAK Kariyer Projesi (no- 104 O 560).
- 4- Doğmuş T., Lehtijärvi A., Karaca G., Aday A.G., 2005-2007. Arazi Metotları ve Laboratuar Teknikleri ile *H. annosum* (Fr.) Bref.' un Oluşturduğu Gövde İçi Çürüklüğünün Saptanması.. S.D.Ü. Münferit araştırma projesi (no- 1126-m-05).
- 5- Doğmuş Lehtijärvi T., Lehtijärvi A., Aday A.G.; 2006. "Gökmar Türlerinde *Heterobasidion abietinum* Niemela & Korhonen Patojenisitesinin Belirlenmesi" Yüksek Lisans Tezi
- 6- Doğmuş- Lehtijärvi, T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2008. Boylu Ardıç Fidanlarında Pas Hastalığına Neden Olan Fungal Etmenlerin ve Oluşturdukları Zararın Belirlenmesi. SDÜ, 1683-ÖYP- 08.

- 7- Doğmuş- Lehtijärvi, T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2008. Akdeniz Bölgesi Servi Ormanlarında Kanser Hastalığının Önemi ve Etmenleri Üzerine Araştırmalar. Tübitak- 1080287.
- 8- Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Ünal, S., Aday, A.G. Kastamonu İli, *Abies bornmülleriana ssp. bornmülleriana* Mattf. Meşcerelerinde Annosum Kök Hastalığının Yoğunluğunun ve Etmenlerinin Belirlenmesi. SDÜ-BAP 2611-M-10.
- 9- Lehtijärvi, A., Doğmuş, H. T., Sarıkaya, O., Aday, A.G., 2006. Aşağı Gökdere Kızılcam Sahalarında Sürgün Yanıklığına Neden Olan *Sphaeropsis sapinea* (Fr) Dyko & Sutton ve Diğer Bazı Etmenler Üzerine Araştırmalar. S.D.Ü. Münferit araştırma projesi (no- 1325-m-06) ve Isparta Çevre Orman Bölge Müdürlüğü.

Uluslararası sempozyum, kongre, kurs (workshop) düzenlenmesi gibi etkinliklerde başkanlık yapmak

- 1- IUFRO, International Conference on Foliage, Shoot and Stem Diseases.

Ulusal sempozyum, kongre, kurs (workshop) düzenlenmesi gibi etkinliklerde görev almak

- 1- II. Türkiye Bitki Koruma Kongresi, 2007. Isparta.
- 2- Türkiye 1. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu

Merkez müdür yardımcılığı, bölüm başkan yardımcılığı, anabilim/anasanat dalı başkanlığı

- 1- Bölüm Başkanı (Yenişarbademli MYO, Ormancılık ve Orman Ürünleri Bölümü)