ÇANKIRI KARATEKİN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANKIRI KENT AĞAÇLARINDA ODUN ÇÜRÜKLÜĞÜ FUNGUSLARI VE YAYGINLIKLARININ BELİRLENMESİ

Aycan KAYA

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2021

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Aycan KAYA tarafından hazırlanan "**Çankırı Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Fungusları ve Yaygınlıklarının İncelenmesi"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı' nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY
Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi
Orman Mühendisliği Bölümü,
Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY
Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi
Orman Mühendisliği Bölümü,
Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. H. Tuğba DOĞMUŞ LEHTİJÄRVİ
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi,
Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Figen ÇAKIR
Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi,
Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Dr. Öğr. Üyesi İlkay ÇORAK ÖCAL
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Çankırı Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Fungusları ve Yaygınlıklarının İncelenmesi"** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim. (…/02/2021).

Aycan KAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Çankırı Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Fungusları ve Yaygınlıklarının Belirlenmesi

Aycan KAYA
Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY

Bu tez çalışması, Çankırı kent merkezindeki ağaçlarda, ağaçların stabilitesini ve kırılmaya karşı direncini olumsuz yönde etkileyebilecek odun çürüklüğü funguslarını ve yaygınlıklarını belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Kent ağaçları üzerinde gelişen fungusları tespit etmek amacı ile yürütülen keşif sürveylerinde, 53 ağaçtan 59 fungal üreme yapısı örneği toplanmıştır. ITS ve LSU gen bölgelerinin dizilenmesi ve filogenetik analizler sonucunda Çankırı kent ağaçları ile ilişkili olarak, *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst., *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél. (sin.: *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr), *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. sp., *Cyclocybe aegerita* sensu lato (V. Brig.)Vizzini, *Schizophyllum commune* Fr. ve *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson tanılanmıştır. Teşhislerin ardından, bu fungusların yaygınlıklarını belirlemek amacı ile değerlendirme sürveyleri yapılmış, Çankırı kent merkezindeki on cadde boyunca sıralanan tüm ağaçların (toplam 630) incelenmesi soncunda, ağaçların %10'unda toplam 66 fungal üreme yapısı tespit edilmiştir. Tespit edilen funguslar arasında *I. hispidus* ve *C. squamosus* en yaygın türlerdir (sırasıyla %45 ve %15). Her iki tür de kent ağaçlarının yaygın ve tehlikeli patojenik odun çürüklüğü fungusları olarak bilinir. İncelenen 19 farklı ağaç türü arasında en fazla sayıda fungal üreme yapısı, *Fraxinus* spp. (%38) üzerinde tespit edilmiş, bunu *Acer negundo* (%32) ve *Platanus orientalis* (%15) takip etmiştir. *Fraxinus* spp. üzerinde yalnızca *I. hispidus* tespit edilirken, *A. negundo* üzerinde, *C. aegerita* s.l. ve *C. squamosus* yaygın olmak üzere diğer funguslar da tespit edilmiştir. Çınarlarda *I. hispidus* ve *C. squamosus* nadir olarak tespit edilmiştir. Patojenik odun çürüklüğü funguslarının *Fraxinus* spp. ve *A. negundo* üzerinde yaygın bulunmasında, bu ağaçlar üzerinde budama kaynaklı yaraların daha yaygın olmasının etkisi olabilir. Ancak bu tez çalışması kapsamında, odun çürüklüğü funguslarının ağaçlardaki zararı ve yaygınlıklarını etkileyen faktörler ele alınmamıştır. Ülkemizde kent ağaçları da dahil olmak üzere dikili ağaçlar üzerinde çok sayıda odun çürüklüğü fungusu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kent ağaçlarında bu fungusların yaygınlıkları daha önce araştırılmamış, bu fungusların kent ağaçlarının sağlığı ve halk güvenliği açısından önemleri değerlendirilmemiştir.

2021, 55 sayfa

Anahtar Kelimeler: Odun Çürüklüğü, Fungus, Moleküler Teşhis, ITS, LSU, Kent Ağaçları, *Inonotus hispidus*, *Cerioporus squamosus*,

ABSTRACT

Master of Science Thesis

Determination of Wood Decay Fungi and Their Intensities on Urban Trees in Çankırı

Aycan KAYA
Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering
Superviser: Ast. Prof. Dr. Funda OSKAY

This thesis was conducted in order to identify and determine the intensities of the wood decay fungi, those capable of reducing the stability and fracture-resistance of urban trees in Çankırı city centre. During surveillance surveys aiming at detecting the wood decay fungi occurring on urban trees, a total of 59 fungal fruit bodies were collected from 53 trees. Based on ITS and LSU DNA sequencing and phylogenetic analysis, *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst., *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél. (sin.: *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr), *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. sp., *Cyclocybe aegerita* sensu lato (V. Brig.)Vizzini, *Schizophyllum commune* Fr. and *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson were identified on urban trees in Çankırı city centre. Following identifications, the intensities of these fungi on urban trees planted along 10 main streets in city centre were determined through systematic surveys. A total of 630 trees were investigated and fungi were detected on 10 % of the trees (66 fruit bodies). *I. hispidus* and *C. squamosus* were the most common wood decay fungi on urban trees (45 and 15 % respectively). Both species are recognized among common and dangerous pathogenic wood decay fungi of urban trees worldwide. Among 19 tree species investigated, the frequencies of fruit bodies were highest on *Fraxinus* spp. (38%), followed by *Acer negundo* (32%) and *Platanus orientalis* (15%). *I. hispidus* was the only fungus detected on *Fraxinus* spp.. On *A. negundo, C. aegerita* s.l. and *C. squamosus* being the most common, other fungi were also observed. *I. hispidus* and *C. squamosus* were also detected on *P. orientalis*, yet relatively rarely. High frequencies of *I. hispidus* and *C. squamosus* on *Fraxinus* spp. and *A. negundo* can be related to high frequencies of pruning wounds on this hosts. However, in this thesis work, neither the degree of damage nor the factors underlying intensities of these fungi were questioned. In Turkey, including those in urban areas, numerous wood decay fungi were identified on living trees. Nevertheless, to our knowledge, the intensities of wood decay fungi were not investigated or their impacts on tree health and public safety were not considered before this work in Turkey.

2021, 55 pages

Key Words: Wood Decay, Fungi, Molecular İdentification, ITS, LSU, Urban Trees, *Inonotus hispidus, Cerioporus squamosus*

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi yenmemi sağlayan, desteğini hiç esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin laboratuvar çalışmalarında destek olan ve analizlerin yapımında yardımcı olan Fatma ORHAN ve Tuğba TUNÇ'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşmasında beni yalnız bırakmayan manevi destekleriyle bana destek veren aileme ve eşime sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Aycan KAYA
Çankırı, Şubat 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **vii**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ÖZETLERİ **3**
2.1 Kent Ağaçlarının Sağlığını Etkileyen Faktörler **3**
2.2 Odun Çürüklükleri ve Odun Çürüklüğü Fungusları **4**
2.2.1 Odun çürüklüklerinin sınıflandırılması **5**
2.2.2 Odun çürüklüğü funguslarının ağaçlardaki zararı **6**
2.3 Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Fungusları **6**
2.4 Ülkemizde Kent Ağaçlarında Tespit Edilen Funguslar **9**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **13**
3.1 Materyal **13**
3.1.1 Araştırma alanı genel özellikleri **13**
3.1.2 Çankırı il merkezinde bulunan kent ağaçları **14**
3.2 Yöntem **16**
3.2.1 Sürvey Çalışmaları **16**
3.2.2 Üreme yapılarının toplanması, muhafazası ve gruplandırılması **17**
3.2.3 Üreme yapılarından izolasyon **19**
3.2.4 Funguslarının teşhisi **19**
3.2.5 DNA izolasyonu **19**
3.2.6 Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve DNA dizileme **20**
3.2.7 DNA dizi analizleri **22**
3.2.8 Filogenetik analizler **22**
3.2.9 Fungusların yaygınlıklarının belirlenmesi **22**
4. BULGULAR **24**
4.1 Çankırı Kent Ağaçlarında Tespit Edilen Odun Çürüklüğü Fungusları **24**
4.2 Fungusların Teşhisi **25**
4.2.1 ITS ve LSU gen bölgelerinin dizilenmesi ile fungusların moleküler teşhisi **25**
4.2.2 Filogenetik analizler **25**
4.3 Elde Edilen Fungal İzolatlar **30**
4.4 Çankırı Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Funguslarının Yaygınlıkları **31**
5. TARTIŞMA VE SONUÇ **34**
KAYNAKLAR **39**
EKLER **45**
Ek 1 Keşif sürveylerinde tespit edilen fungal üreme yapılarının, konukçu ve konum bilgileri **46**
Ek 2 Fungal üreme yapılarından izole edilen DNAların konsantrasyon ve saflık bilgileri **52**
Ek 3 Değerlendirme surveylerinin yapıldığı caddelerde, ağaç türlerine göre fungal üreme yapılarının bulunma adetleri ve sıklıkları (%) **53**
ÖZGEÇMİŞ **55**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SimgelerAçıklamalar

Sin. **Sinonim**

DNA **Deoksiribo nükleik asit**

rDNA **ribozomal DNA**

PCR **Polimeraz zincir reaksiyonu**

ITS **rDNA üzerinde bulunan bir gen bölgesi (internal transcribed spacer= internal transkribe edilen aralık=iç transkribe edilen ayırıcı)**

LSU **rDNA üzerinde bulunan bir gen bölgesi (large subunit = ribozomal DNA büyük alt birim)**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çankırı Kent merkezinde, işlek bir caddede çürüklük sebebi ile bir ağaç dalının kırılarak düşmesine ilişkin 12.07.2018 tarihli bir gazete haberi....2
Şekil 3.1 Çankırı kent merkezi haritası.....13
Şekil 3.2 Değerlendirme sürveylerinin yapıldığı caddeler 17
Şekil 3.3 Arazi çalışması sırasında Çankırı il merkezinde bir dişbudak ağacı gövdesinde tespit edilen fungal üreme yapısı (Foto: F. OSKAY, Eylül 2019) 18
Şekil 3.4 Arazi çalışmalarında ağaçlar üzerinde tespit edilen, a) taze, b) bozulmaya başlamış ve c) kuru/bozulmuş üreme yapıları (F. Oskay, 2019) 18
Şekil 3.5 Taze üreme yapısından aseptik koşullarda izolasyon (F. Oskay, 2019).19
Şekil 3.6 Taze fungal doku örneklerinin porselen havanlarda sıvı azot yardımı ile ezilerek toz haline getirilmesi 20
Şekil 4.1 Keşif sürveylerinde ağaçlar üzerinde tespit edilen fungal üreme yapılarından bazıları (Fotograflar: F. Oskay, Çankırı, 2019) 24
Şekil 4.2 *Cyclocybe* sp. izolatlarının, a) LSU ve b)ITS gen bölgesinin Neighbor-Joining metoduna göre belirlenen filogenetik ağaç. 27
Şekil 4.3 AY13 için, ITS gen bölgesi Maximum Likelihood (ML) metoduna göre belirlenen filogenetik ağaç. 27
Şekil 4.4 Elde edilen izolatlardan bazılarının besi ortamında gelişimleri ve izolatların elde edildiği üreme yapılarına ait fotoğraflar 30
Şekil 4.5 Değerlendirme sürveylerinin yapıldığı caddelerde fungal üreme yapılarının bulunma sıklığı (%) 31
Şekil 4.6 Üzerinde üreme yapısı tespit edilen ağaç türlerinin, üreme yapılarının bulunma sıklığı (%)'na göre dağılımı 32
Şekil 4.7 Ağaçlar üzerinde tespit edilen fungal taksonların bulunma sıklıkları (%); a) tespit edilen 65 fungal üreme yapısı içerisinde, b)incelenen tüm ağaçlar içersinde 33
Şekil 4.8 Fungusların üzerinde tespit edildiği ağaç türlerine göre dağılımı (adet) 33

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Dikili ağaçlarda odun çürüklüğüne yol açan bazı Basidiomycetler (Schmitd 2006).....7
Çizelge 3.1 Çankırı ili uzun dönem (1929 - 2016), sıcaklık ve yağış verileri (Anonim, 2020).....14
Çizelge 3.2 Çankırı'nın kent ağaçları (Gül vd. 2006, Kuter ve Erdoğan, 2010; Bilgili vd. 2012) (Kent merkezinde yaygın olarak kullanılan yol ağaçları koyu yazılmıştır.).....15
Çizelge 3.3 Değerlendirme sürveylerin yapıldığı caddeler 16
Çizelge 3.4 PCR da kullanılan primerler dizileri ve hedef gen bölgeleri 20
Çizelge 3.5 PCR reaksiyonunda kullanılan kimyasallar ve konsantrasyonları.....21
Çizelge 3.6 PCR sıcaklık ve döngü koşulları.....21
Çizelge 4.1 Moleküler teşhis sonuçları.....26
Çizelge 4.2 Teşhis edilen fungal üreme yapıları, tanı yöntemi, tespit edilen adetler ve konukçuları.....29
Çizelge 4.3 Üreme yapılarından elde edilen izolatlar (*****İzolatın elde edildiği üreme yapısı, ******izolatın elde edildiği ağaçtan bir yıl önce alınan bozulmuş üreme yapısından).....30

1.GİRİŞ

Ağaçlar, kentsel mekanlar içerisinde, mimari, görsel estetik, psikolojik, rekreasyonel ve ekolojik açılardan kentsel ortama ve kent insanına hizmet ederler ve katkıda bulunurlar. Ancak, abiyotik ve biyotik stres faktörleri ağaçların sağlıklarını kaybetmelerine, görsel estetik değerlerinin azalmasına ve halk güvenliği açısından risk teşkil etmelerine sebep olabilmektedir. Odun çürüklükleri, kent ağaçlarının en önemli problemlerinden biri olup, ağaçların dal ve gövdelerinin kırılmasına ya da köklerinden devrilmelerine yol açabilirler. Halkın sıklıkla kullandığı park, rekreasyon alanı ya da çocuk parklarında, caddeler ve sokaklardaki ağaçlarda ani kırılma ya da devrilmeler, insanların yaralanması, bazı durumlarda ise ölümle ya da ağaç yakınlarında bulunan bina, araç gibi malların zarar görmesi ile sonuçlanır.

Odun çürüklüğü, mikroorganizma faaliyetleri sonucu odunun kimyasal ve fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri ifade eder ve canlı ağaçlarda odun çürüklüklerine esas olarak funguslar sebep olur. Ağaçlarda fungusların sebep olduğu çürüklükler, geleneksel olarak ağaçlarda görüldüğü kısma göre; kök, kök ve alt gövde ile gövde çürüklüğü olarak gruplandırılır. Kök çürüklükleri stabiliteyi azaltırken, alt gövde ve gövde çürüklükleri odunun kırılma direncini düşürür (Schwarze *et al.* 2000). Buna göre ağaçları kolonize eden odun çürüklüğü fungusları sıklıkla ağaçların devrilmesi ve gövde ya da dallarının kırılmasının altında yatan ana etmenler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çankırı kent merkezinde, park, bahçe ve yol kenarlarında kullanılan çoğunluğu yapraklı türlerde, özellikle akçaağaç ve dişbudaklarda odun çürüklükleri başta olmak üzere, dal ve gövde kırılmalarına sebep olabilecek halk güvenliğini tehdit eden ağaç kusurlarının yaygın olduğu bilinmektedir (Çakır ve Oskay 2017a, b). Yakın zamanda kent merkezindeki bir ağacın dallarının çürüklük sebebi ile kırılarak düştüğüne de tanık olunmuştur (Şekil 1.1).


Hürriyet Gündem Dünya Ekonomi Spor Arena Seyahat Video Kelebek

Çankırı'da ağaç dalı devrildi

DHA 12.07.2018 - 19:21 | Son Güncelleme : 12.07.2018 - 19:21

DHA

Yorum yaz

Ramazan SARICI/ÇANKIRI, (DHA)- ÇANKIRI'da ağırlığına dayanamayarak kopan ağacın dalı devrilmesi korkuya neden oldu.
Olay bugün Çankırı Valiliği yakınındaki Necip Fazıl Kısakürek Caddesi üzerinde meydana geldi. Çankırı'nın en işlek yerlerinden birisi olan Necip Fazıl Kısakürek

Şekil 1.1 Çankırı Kent merkezinde, işlek bir caddede çürüklük sebebi ile bir ağaç dalının kırılarak düşmesine ilişkin 12.07.2018 tarihli bir gazete haberi.

Odun çürüklüğüne neden olan fungusların farklı kolonizasyon stratejileri, büyüme karakteristikleri, çürüklük kapasiteleri ve konukçu seçicilikleri vardır. Bu sebeple çürüklüğün tespiti ve ilişkili fungal cins ya da türün teşhisi, odun stabilitesinin değerlendirilmesi ve ağacın kırılma ya da devrilme ihtimalinin tahmin edilmesi bakımından oldukça önemlidir. Diğer taraftan, odun çürüklüklerinin önlenmesinde, ağaçların odun çürüklüğü fungusları tarafından kolonizasyonunun önlenmesi esastır. Enfekte ağaçlarda ise ağaçların bakımı çürüklüğe sebep olan fungusun türüne bağlı olarak uygun bir şekilde yapılmalıdır.

Bu tez kapsamında, Çankırı'da kent ağaçlarının sağlığını, görsel ve estetik değerini olumsuz etkileyen, bunlarında ötesinde ağaçların devrilmesı ve dal ya da gövdelerinin kırılmasına yol açabilecek odun çürüklüğü funguslarının tespit edilmesi, teşhislerinin yapılması ve yaygınlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Kent Ağaçlarının Sağlığını Etkileyen Faktörler

Kent ağaçları, kent ekosistemine ve kent insanına sağladığı çok yönlü hizmet ve katkılarla yaşamsal değere sahiptir. Kenti görsel estetik ve ekolojik açıdan iyileştirmek, insanların yaşam kalitesini artırmak bu katkıların yalnızca küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Kent ağaçları, aynı zamanda, birçok canlıya da ev sahipliği yaparak kentsel ekosistem içerindeki biyolojik çeşitliliğe doğrudan katkı sağlarlar. Bununla birlikte, ağaçlar, kullanıldıkları kentsel mekânlarda, doğal yetişme ortamlarından farklı ve yapay koşullarla karşılaşırlar. Kent iklimi, kent toprağı ve insan kaynaklı çevresel etkiler ve baskılar, ağaçlar için başlı başına birer stres faktörü oluştururlar ve ağaçların kent ekosistemlerinde yetişmesini önemli ölçüde zorlaştırırlar. Taban suyunun değişmesi, toprağın sıkıştırılması ve sınırlı köklenme hacmi, hava kirliliği, insan ve araçların verdiği mekanik zararlar, besin maddesi eksiklikleri kent ağaçlarının başlıca paraziter olmayan sorunlarıdır. Özellikle kök sistemlerinin gelişimini engelleyen toprak sıkışması sonucunda ağaçlar şiddetli rüzgârlarla köklerinden kolayca devrilebilirler. Bunlara ek olarak, bu stres faktörlerine maruz kalan ağaçlar zayıf düşerek patojenlerin ve böceklerin saldırılarına yani biyotik faktörlerin etkisine daha kolay maruz kalırlar.

Funguslar, su küfleri ve bakteriler, orman ve kent ağaçlarında hastalıklara sebep olan önemli biyotik faktörlerdir. Bu patojenlerin sebep olduğu hastalıklar ağaçların görsel değerlerini düşürebilir ya da ölümlerine yol açabilir. Karaağaç ölümü, kent ağaçlarını da etkileyen, iyi bilinen ağaç hastalıklarındandır. Hastalık birçok Avrupa ülkesinde kentlerde ve ormanlarda milyonlarca karaağacın yok olmasına, yalnızca İngiltere'de 30 milyon'a yakın karaağacın ölümüne neden olmuştur (Potter *et al.* 2011). A.B.D'de birçok sokak adını yol kenarlarına dikilmiş olan karaağaçlardan alsa da bu dönemde meydana gelen epidemiler sonrasında karaağaçların tümü kesilerek yerlerine farklı türlerin getirilmesi gerekmiştir. Yakın zamanda çınarlarda ortaya çıkan bir başka hastalık da benzer şekilde kentsel alanlardaki bir çok çınar ağacının ölümüne sebep olmuş ve olmaya devam etmektedir. *Ceratocystis platani* (J.M. Walter) Engelbr. & T.C. Harr.'nin sebep

olduğu çınar kanseri hastalığı, ülkemizde de İstanbul'da, Osmanlı'nın son dönemlerinde dikimi yapılmış olan tarihi değere sahip, İstanbul şehrinin önemli kültürel varlıkları olan çınar ağaçlarının toplu ölümlerine sebep olmaktadır (Lehtijärvi *et al.* 2018).

Kentlerde, ağaçların ölümüne sebep olacak derecede ağaç sağlığını etkileyerek ağaçları tehdit eden bu tür hastalıkların yanısıra, hem ağaç sağlığını hem de halk güvenliğini etkileyen ağaç hastalıklarından da söz etmek mümkündür. Birçok kentte, kent ağaçlarının devrilmesi ya da dal ve gövderinin kırılması sonucu insanların yaralandıklarına hatta bazı durumlarda yaralanmaların ölümle sonuçlandığına, ev ya da araçların zarar gördüğüne tanık olunmuştur. Bu kazaların birçoğu, abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin etkisi ile tamamı ya da bir kısmı kuruyan kent ağaçlarının, bazen şiddetli bir rüzgârın etkisiyle bazen de kendiliğinden, tamamının ya da bir dalının kırılması, devrilmesi ya da çökmesi şeklinde meydana gelmektedir. Ağaçlarda bu istenmeyen kazalara sebep olan en önemli biyotik faktör, fungusların sebep olduğu odun çürüklükleridir. Odun çürüklükleri, dikili ağaçların gövdelerinin ya da dallarının kırılmasına sebep olan ana faktörlerin başında gelmektedir (Lonsdale 1999, Schwarze *et al*. 2000).

2.2 Odun Çürüklükleri ve Odun Çürüklüğü Fungusları

Odun çürüklüğü, mikroorganizma faaliyetleri sonucu odunun kimyasal ve fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri ifade eder ve canlı ağaçlarda odun çürüklüklerine esas olarak funguslar sebep olur (Zabel and Morrell 2020). Canlı ağaçların odununda görülen çürüklük ve ölü ağaçlarda (ağaç kesimi yolu ile elde edilen tomruk, kereste ve diğer çeşitli orman ürünleri de dahil olmak üzere) çürüklük temelde birbirinden farklıdır. Canlı bir ağacın kök ya da gövde odununda çürüklük gelişimi patolojik bir çürüklüktür. Diğer bir deyişle bir hastalıktır ve ağaçlar genellikle enfeksiyonlara tepki verirler ve kendilerini korumaya çalışırlar (Zabel and Morrell 2020). Diğer taraftan odun ürünlerinde görülen çürüklükler bir biodeterasyon olayıdır. Biodeterasyon, canlı organizmalar (funguslar, bakteriler, böcekler, kemirgenler gibi) tarafından, canlı olmayan materyallerin özelliklerinde istenmeyen değişikliklerin meydana getirilesidir (Zabel and Morrell 2020). Diğer bir deyişle, istenmeyen biyolojik yıkımdır (Schmit 2006).

2.2.1 Odun çürüklüklerinin sınıflandırılması

Odun çürüklükleri esmer (kahverengi) çürüklük, beyaz çürüklük ve yumuşak çürüklük olarak üç gruba ayrılır.

Esmer çürüklük, basidiomycetesler tarafından, odunsu hücrelerin yapısındaki selüloz ve hemiselilozun enzimatik ya da enzimatik olmayan yollardan parçalanması, ligninin ise değişmeden kalması ile meydana gelen odun çürüklüğü tipidir. Bu çürüklüğe yol açan funguslar lignini parçalayan enzimler üretmezler. Ligninin değişmeden kalması esmer çürüklüğe adını veren rengin oluşumuna yol açmaktadır. Dikili ağaçlarda esmer çürüklüğe yol açan başlıca funguslara, *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill, *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat., *Fomitopsis betulina* (Bull.) B.K. Cui, M.L. Han & Y.C. Dai (sin.: *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.), *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr. örnek olarak gösterilebilir (Schmidt 2006).

Beyaz çürüklük, selüloz, hemiselüloz ve ligninin genellikle basidiomycetesler nadiren de *Kretzschmaria deusta* (Hoffm.) P.M.D. Martin ve *Xylaria hypoxylon* (L.) Grev. gibi askomycetesler tarafından parçalanmasıdır. Dikili ağaçlarda beyaz çürüklüğe yol açan funguslar arasında, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Fomes fomentarius (L.) Fr., Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref sensu lato, *Meripilus giganteus, Phellinus Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill (Sin.: *Phellinus pini* (Brot.) Pilát, *Trametes pini* (Thore) Britzelm.) *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél. (sin.: *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr), *Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.) Fr. gibi türler sayılabilir (Schmidt 2006).

Yumuşak çürüklük terimi, S2 tabakasında zincirler halinde boşlukların oluşumuna yol açan odun çürüklüğü tipidir. Bu çürüklüğe, genel olarak askomycetes ve deutorycetes funguslarının sebep olduğu kabul görmektedir (Schmidt 2006). Bununla birlikte, esmer

ya da beyaz çürüklüğe sebep olan birçok basidiomycetes üyesi fungusun bazı durumlarda yumuşak çürüklüğe de sebep olabildiği bilinmektedir (Schwarze *et al.* 2000).

2.2.2 Odun çürüklüğü funguslarının ağaçlardaki zararı

Fungusların sebep olduğu odun çürüklükleri odun stabilitesini bozarak kırılmalara yol açtıkları gibi, diri odun çürüklükleri sıklıkla, besin maddelerinin dolaşımının sınırlandırılmasına bağlı olarak geriye doğru ölüm ve çökmelere de yol açabilmektedir. Diğer taraftan kök çürüklükleri, küçük fırtınalarda bile ağaçların köklerinden devrilmelerine yol açabilirler ve kentsel çevrelerde tehlikeli durumlara sebep olabilirler. Beyaz çürüklük fungusları odunun çekme kuvveti üzerinde, selülozu depolimerize eden esmer ve yumuşak çürüklük funguslarına kıyasla daha az etkilidir (Schwarze *et al.* 2000). Buna göre ağaçlarda çürüklüğe sebep olan fungusların çürüklük tipi ve ağaçta görüldüğü yere göre vereceği zarar fungus türünün teşhisi ile tahmin edilebilir.

Bazı fungusların kısa zamanda ciddi bozulmalara yol açabilecek kadar agresif oldukları bilinmektedir. Örneğin; kök çürüklüğü fungusu *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst. enfekte ettiği ağaçları nispeten kısa bir süre içinde öldürebilmektedir. Diğer taraftan *Pholiota squarrosa* (Vahl) P. Kumm.'nın enfekte ettiği ağaçların, enfeksiyon sonrasında uzun yıllar boyunca yaşamaya devam ettiği bilinmektedir (Schmidt 2006).

2.3 Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Fungusları

Odun çürüklükleri ve odun çürüklüğüne sebep olan funguslar, dikili ağaçlardaki patojenik odun çürüklüğü fungusları, özellikle orman patolojisi alanındaki çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Avrupa ve Amerika'da dikili ağaçlarda sıklıkla görülen yaygın bazı odun çürüklüğü fungusları Çizelge 2.1'de listelenmiştir.

Çizelge 2.1 Dikili ağaçlarda odun çürüklüğüne yol açan bazı Basidiomycetler (Schmitd 2006).

Fungus	**Çürüklük türü**
Amylostereum areolatum (Chaill.: Fr.) Boidin	Beyaz
Armillaria mellea (Vahl: Fr.) Kummer, *Armillaria* spp.	Beyaz
Bjerkandera adusta (Willd:Fr.)P.Karsten,	Beyaz
Chondrostereum purpureum (Pers.: Fr.) Pouzar,	Beyaz
Climacocystis borealis (Fr.: Fr.) Kotl. & Pouzar	Beyaz
Coniophora arida (Fr. : Fr.) P. Karsten	Kahverengi
Coniophora olivacea (Fr. Fr.) P. Karsten	Kahverengi
Daedalea quercina (L.: Fr.) Fr., Maze-gill	Kahverengi
Daedaleopsis confragosa (Bolton: Fr.) J. Schröter	Beyaz
Fistulina hepatica (Schaeffer: Fr.) Fr.,	Kahverengi
Fomes fomentarius (L.: Fr.) Kickx,	Beyaz
Fomitopsis pinicola (Sw.: Fr.) P. Karsten,	Kahverengi
Ganoderma adspersum (S. Schulzer) Donk,	Beyaz
Ganoderma applanatum (Pers.) Pat.	Beyaz
Ganoderma lipsiense (Batsch) G.F. Atk.,	Beyaz
Ganoderma lucidum (Curtis: Fr.) P. Karsten	Beyaz
Grifola frondosa (Dicks.: Fr.) S.F. Gray	Beyaz
Heterobasidion annosum sensu lato (Fr.: Fr.) Bref.,	Beyaz
Inonotus dryadeus (Pers.: Fr.) Murr.	Beyaz
Inonotus hispidus (Bull.: Fr.) P. Karsten	Beyaz
Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr.,	Kahverengi
Meripilus giganteus (Pers.: Fr.) P. Karsten,	Beyaz
Oligoporus stipticus (Pers.: Fr.) Kotl. & Pouzar	Kahverengi
Onnia tomentosa (Fr. : Fr.) P. Karsten	Beyaz
Phaeolus schweinitzii (Fr.: Fr.) Pat.,	Kahverengi
Phellinus chrysoloma (Fr.) Donk	Beyaz
Phellinus hartigii (Allesch. & Schnabl) Pat.	Beyaz
Phellinus igniarius (L.: Fr.) Quélet,	Beyaz
Porodadelea pini (Brot.: Fr.) A. Ames,	Beyaz
Phellinus pomaceus (Pers.: Fr.) Maire	Beyaz
Phellinus robustus (P. Karsten) Bourdot & Galzin	Beyaz
Pholiota squarrosa (Pers.: Fr.) Kummer	Beyaz
Piptoporus betulinus (Bull.: Fr.) P. Karsten,	Kahverengi
Pleurotus ostreatus (Jacq.) Kummer,	Beyaz
Polyporus squamosus (Hudson: Fr.) Fr.,	Beyaz
Resinicium bicolor (Alb. & Schwein.: Fr.) Parm.	Beyaz
Schizophyllum commune Fr.: Fr.,	Beyaz
*Sparassis crispa*Wul fen: Fr.	Kahverengi
Stereum rugosum (Pers: Fr.) Fr.	Beyaz
Stereum sanguinolentum (Alb. & Schwein.: Fr.) Fr.,	Beyaz
Trametes hirsutum (Wulfen: Fr.) Pilát	Beyaz
Tyromyces caesius (Schrader: Fr.) Murr.,	Kahverengi
Tyromyces stipticus (Pers.: Fr.) Kotl. & Pouzar	Kahverengi
Xylobolus frustulatus (Pers.: Fr.) Boidin,	Beyaz

Dünya çapında, kentsel alanlarda, dikili çürük ağaçlar ve güvenlik sebebi ile budanan ya da kesilen ağaçlar gibi tehlikeli ağaçlarda çürüklük ile ilişkili fungusların teşhisine yönelik çalışmalar nispeten sınırlı sayıdadır.

Terho *et al.* (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, yaşı ilerleyen kent ağaçlarının yönetimini iyileştirmek amacı ile 2001-2004 yılları arasında, Helsinki (Finlandiya) kent merkezinde kesilen tehlikeli ağaçlardaki odun çürüklüğü fungusları incelenmiştir. Çalışmada, 194 ağaç üzerinde, ağaçlardaki üreme organları ve izole edilen fungal kültürlere dayanılarak 33 tür ve cinse ait odun çürüklüğü fungusu teşhis edilmiştir.

İtalya'da yakın zamanda yapılan bir çalışmada, Palermo (Sicily, Italy) ketinde bir parkta, *Broussonetia papyrifera, Yucca elephantipes* ve *Paulownia tomentosa* gibi egzotik ağaç türlerininin alt gövdelerinde kovuklar ve beyaz çürüklük belirtileri ile birlikte *Pleurotus fuscosquamulosus* olarak teşhis edilen bir fungusun üreme organları tespit edilmiştir. İzolasyonlarda fungusun anamorfu olan *Antromycopsis fuscosquamulosus* da teşhis edilmiştir (Torta *et al.* 2019).

Brezilya'da yapılan bazı çalışmalarda, çeşitli kentlerin sokak ve ana meydanları ve parklarında kullanılan ağaçlarda Basidiomycetes takımına dahil çeşitli funguslara ait üreme yapıları tespit edilmiştir. Bildirilen funguslar arasında, çok sayıda *Ganoderma* türü (*G. australe* (Fr.) Pat., *G. gibbosum* (Blume & T. Nees) Pat., *G. multiplicatum* (Mont.) Pat., *G. orbiformum* (Fr.) Ryvarden, *G. parvulum* complex, *G. perzonatum* Murrill, *G. subamboinense* (Henn.) Bazzalo & Wrigth ve *G. stipitatum* (Murrill) Murrill) yer almıştır (Rojas *et al.* 2018).

2.4 Ülkemizde Kent Ağaçlarında Tespit Edilen Funguslar

Türkiye'de funguslar üzerine araştırmalar özellikle makrofunguslar üzerine yoğunlaşmıştır. Akata (2014), 2014 itibariyle Türkiye'de 2184 makrofungus türünün yayılış gösterdiğini bildirmiştir. Ülkemizde tespit edilen makrofungus türlerine ait 2014 yılında güncellenmiş bir kontrol listesi yayınlanmış olup (Sesli ve Denchev, 2008), Solak vd. (2007, 2015) tarafından da Türkiye makrofungusları listeleri kitap olarak yayımlanmıştır.

İlgili literatür incelendiğinde, doğrudan orman ağaçlarının kök, alt gövde ve gövdelerinde ya da kesilmiş odunlarında çürüklük yapan fungusların tespitine yönelik çalışmaların, özellikle ilk zamanlarda ormancılık araştırmaları kapsamında, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi bünyesinde, Prof. Kurt Lohwag, Prof. Muzaffer Selik ve Prof. Sabri Sümer tarafından Belgrad Ormanı ve İstanbul civarında ve daha sonra ülkenin birçok yöresinde yürütülen çalışmalarla temsil edildiği görülmektedir (Abatay 1983, Lohwag, 1957, 1959, 1965, Selik 1962, 1973 a, b, Sümer 1976, 1977, 1982).

İki binli yıllara gelindiğinde, ülkenin birçok bölgesinde makrofungusların sistematik olarak araştırıldığı çalışmalar daha da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunlar arasında doğrudan odun çürüklüğü fungusları üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır. Afyon vd. (2005), Batı Karadeniz Bölgesi odun tahripçisi makrofunguslarını belirlemek amacı ile çalışmalar yürütmüştür. Doğan ve arkadaşları (2005) ise Türkiye'nin Aphyllophorales takımında yer alan 246 fungal türe ilişkin bir liste yayınlamışlardır. Ormanlarda, orman ağaçlarında görülen patojenik odun çürüklüğü funguslarından, *Heterobasidion annosum* sensu lato, Doğmuş-Lehtijärvi *et al.* (2006, 2007a, b; 2008, 2012, 2014) ve Lehtijarvi *et al.* (2011), tarafından Türkiye'nin birçok bölgesinde çok yönlü olarak özellikle göknar ormanlarında araştırılmıştır. Aynı araştırmacılar, *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink üzerine de Kastamonu ve Sinop civarında göknar ve sarıçam ormanlarında araştırmalar yürütmüşlerdir (Lehtijarvi *et al.* 2012, 2017). Lehtijarvi vd. (2014a), tarafından da ülkemiz ormanlarında tespit edilen *Armillaria* türleri üzerine bir derleme hazırlanmıştır. Özellikle yaşlı çam türlerinde önemli bir odun çürüklüğü etmeni olan *Porodaedalea pini*

(Brot. Fr.) üzerine, mikolojik sürvey tespitlerine ek olarak, sınırlı ancak detaylı araştırmalar da bulunmaktadır (Abatay 1986, Doğmuş Lehtijarvi and Lehtijarvi 2007).

Kent ya da kırsal alanlarda yapılan bazı mikolojik araştırmalarda da ağaçlar üzerinde çok sayıda çürüklük fungusunun tespit edildiği anlaşılmaktadır. Örneğin, Allı (2011), Erzincan, Kemaliye ilçesinde yaptığı mikolojik sürveylerde 106 makrofungus taxonu tespit etmiş, tespit edilen taksonların %18'ini, ağaçlar üzerinde parazitik olarak gelişen funguslar da dahil olmak üzere çeşitli odun çürüklüğü funguslarının (lignicolous) oluşturduğunu bildirmiştir.

Tüm bu çalışmalar incelendiğinde, ülkemizde, dikili ağaçlarda, kök ya da gövde çürüklüklerine yol açabilen çok sayıda patojenik çürüklük fungusunun varlığının rapor edildiği anlaşılmaktadır. Ülkemizde canlı ağaçlarda tespit edilen patojenik çürüklük fungusları Lehtijärvi vd. (2014) tarafından listelenmiştir. Liste Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Ülkemizde, doğrudan park ve bahçelerdeki ağaç ve çalılar üzerinde gelişen fungusların tespitine yönelik çalışmalar ise nadirdir. Lohwag (1965), Ankara ve çevresinden ağaçlar üzerinde yetişen fungusları araştırmıştır. Selik ve Aksu (1967) tarafından ise İstanbul park ve korularındaki yerli ve yabancı ağaç ve odunsu çalılarda parazitik odun çürüklüğü fungusları sistematik olarak araştırılmıştır.

Bu bilimsel çalışmalara ek olarak, Prof. Dr. Sabri Sümer danışmanlığında gerçekleştirilen yüksek lisans ve doktora çalışmalarında, özellikle İstanbul'un çeşitli semtlerindeki park ve bahçelerdeki çeşitli bitkilerde görülen odun çürüklükleri de dahil olmak üzere hastalık etmeni funguslar araştırılmıştır (Atasoy 1998, Bilge 2004, Severoğlu 2005, Feyzioğlu 2009, Kılıç 2010, Güneysu 2013).

Çizelge 2.2 Türkiye'de dikili ağaçlarda çürüklük meydana getiren fungus türleri (Lehtijärvi vd., 2014)

	Fungusun adı		Fungusun adı
1	*Abortiporus biennis* (Bull. : Fr) Singer	41	*Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr.,
2	*Agrocybe cylindracea* (DC.) Maire	42	*Lenzites betulina* (L.) Fr.
3	A*mylostereum areolatum* (Chaill.: Fr.) Boidin	43	*Meripilus giganteus* (Pers.: Fr.) P. Karsten,
4	*Antrodia juniperina* (Murrill) Niemelä & Ryvarden	44	*Onnia tomentosa* (Fr.) P. Karst
5	*Antrodiella semisupina* (Berk. & M.A. Curtis)	45	*Perenniporia fraxinea* (Bull. : Fr.) Ryvarden
6	*Armillaria cepistipes* Velen	46	*Phaeolus schweinitzii* (Fr.: Fr.) Pat.
7	*Armillaria gallica* Marxm. & Romagn.	47	*Phellinus tremulae* (Bondartsev)
8	*Armillaria mellea* (Vahl : Fr.) P. Kumm. s. lat.	48	*Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk
9	*Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink	49	*Phellinus hartigii* (Allesch. & Schnabl) Pat.
10	*Armillaria socialis* (DC. : Fr.) Fayod	50	*Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quélet,
11	*Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen	51	*Phellinus pomaceus* (Pers.: Fr.) Maire
12	*Bjerkandera adusta* (Willd:Fr.)P.Karsten,	52	*Phellinus robustus* (P. Karsten) Bourdot & Galzin
13	*Cerrena unicolor* (Bull. : Fr.) Murrill	53	*Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot & Galzin
14	*Chondrostereum purpureum* (Pers.: Fr.) Pouzar,	54	*Pholiota aurivella* (Batsch) P.Kumm.
15	*Climacocystis borealis* (Fr.: Fr.) Kotl. & Pouzar	55	*Pholiota squarrosa* (Pers.: Fr.) Kummer
16	*Climacodon septentrionalis* (Fr. : Fr.) P. Karst.	56	*Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) P. Karsten,
17	*Coniophora arida* (Fr. : Fr.) P. Karsten	57	*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kummer,
18	*Coniophora olivacea* (Fr. Fr.) P. Karsten	58	*Polyporus squamosus* (Hudson: Fr.) Fr.,
19	*Daedalea quercina* (L.: Fr.) Fr., Maze-gill	59	*Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill
20	*Daedaleopsis confragosa* (Bolton: Fr.) J. Schröter	60	*Postia caesia* (Schrad.) P. Karst.
21	*Fistulina hepatica* (Schaeffer: Fr.) Fr.,	61	*Postia caesia* (Schrad.) P. Karst.
22	*Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx	62	*Postia fragilis*(Fr.) Jülic
23	*Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) P. Karsten,	63	*Postia stiptica* (Pers.) Jülich
24	*Ganoderma resinaceum* Boud	64	*Pseudoinonotus dryadeus* T. Wagner & M. Fisch.
25	*Ganoderma adspersum* (S. Schulzer) Donk,	65	*Pycnoporus cinnabarinus* (Jacq.) F
26	*Ganoderma applanatum* (Pers.: Wallr.) Pat.	66	*Pyrofomes demidoffii* (Lév.) Kotl. & Pouzar
27	*Ganoderma lucidum* (Curtis: Fr.) P. Karsten	67	*Resinicium bicolor* (Alb. & Schwein.: Fr.) Parm.
28	*Gloeophyllum abietinum* (Bull. : Fr.) P. Karst.	68	*Rhizina undulata* Fr. : Fr.
29	*Gloeophyllum odoratum* (Wulfen : Fr.) Imazeki	69	*Rigidoporus ulmarius* (Sowerby) Imazek
30	*Gloeophyllum trabeum* (Pers. : Fr.) Murrill	70	*Rosellinia necatrix* Berl. ex Prill.
31	*Gloephyllum sepiarium* (Wulfen : Fr.) P. Karst.	71	*Schizophyllum commune* Fr.: Fr.,
32	*Grifola frondosa* (Dicks.: Fr.) S.F. Gray	72	*Sparassis crispa* Wul fen: Fr.
33	*Hericium erinaceus* (Bull.:Fr.) Pers.	73	*Stereum hirsutum* (Willd.)
34	*Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen	74	*Stereum rugosum* (Pers: Fr.) Fr.
35	*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.	75	*Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.: Fr.) Fr.,
36	*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen	76	*Stereum subtomentosum* Pouza
37	*Inonotus hispidus* (Bull.: Fr.) P. Karsten	77	*Trametes gibbosa*(Pers.) Fr
38	*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát	78	*Trametes hirsuta* (Wulfen: Fr.) Pilát
39	*Inonotus radiatus* (Sowerby : Fr.) P. Karst.	79	*Trametes versicolor* (L.)
40	*Kretzschmaria deusta* (Hoffm. : Fr.) P.M.D. Martin	80	*Xylobolus frustulatus* (Pers.: Fr.) Boidin,

Severoğlu (2005) tarafından yapılan doktora çalışmasında, İstanbul Büyükada'da yetişen tabii ve süs bitkilerinde fungal hastalıklar araştırılmıştır. Bu çalışmada, yaprak hastalıklarına ek olarak, ağaçlarda, odun tahripçisi, 16 fungus türünün bulunduğu bildirilmiştir. Kılıç (2010), İstanbul Anadolu yakasında bazı semtlerinde üç farklı çınar türünde odun çürüklüğüne sebep olan ağaç hastalık etmenleri araştırılmıştır. Tespit edilen fungusların, çoğunlukla ağaç gövdesindeki yara yerlerinde görüldüğü bildirilmiştir. Ağaçlar üzerindeki odun çürüklüğü funguslarının belirlenmesine yönelik bir diğer tez

çalışmasında Bilge (2004), İstanbul'un Beykoz İlçesi'ndeki tarihi ve anıt ağaçlarda zarar yapan fungal hastalıklarını araştırmış, çınar, dişbudak, akağaç, meşe, erguvan, karaağaç, kayın, ıhlamur gibi ağaç türlerine ait anıtsal nitelikteki ağaçlar üzerinde çoğunluğu *Polyporus* cinsine dahil olmak üzere çok sayıda odun çürüklüğü fungusuna ait üreme yapılarının varlığını tespit etmiştir.

Bunlara ek olarak, kent ağaçlarının sağlığı ve güvenliği konusunda odun çürüklüklerinin önemi, tespit ve teşhisinde kullanılan yaklaşımlar bazı derleme çalışmalarında ele alınmıştır (Oskay 2012, 2018).

Çankırı merkezinde yol, park, mezarlık ya da bahçe ağaçlarının gövdelerinde odun çürüklüğü etmeni funguslarının üreme yapılarına sıklıkla rastlanılmaktadır. Daha önceki dönemlerde (2014-2015) kent ağaçlarında görülen bu fungusların teşhisi amacı ile "Çankırı İli Kent Ağaçlarında Görülen Bazı Odun Çürüklüğü Funguslarının Klasik ve Moleküler Yöntemlerle Tanısı" başlıklı bir Tübitak 2209 öğrenci projesi gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında, 36 farklı ağaç türünden toplam 317 adet ağaç incelenmiş, bunların 56 adetin de fungal üreme yapısına rastlanılmıştır. Tespit edilen üreme yapılarının klasik yöntemlerden faydalanılarak teşhisi sonucunda, bu funguslar arasında en yaygın görülenlerinin *Schizophyllum commune* (Fries) *fries, Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst., *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., *Flammulina velutipes* (Curt. Ex Fries) Singer türlerine ait oldukları belirlenmiştir. İldeki kent ağaçları üzerinde yapılan farklı çalışmalarda da kent ağaçlarında çeşitli sağlık problemlerinin görüldüğü belirtilmektedir (Bilgili vd. 2012). Ancak bu problemlerin belirlenmesine yönelik bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu tez çalışmasında, araştırma alanı, Çankırı ili kent merkezidir. Araştırmanın ana bitkisel materyalini Çankırı kent merkezindeki ana cadde ve sokaklar ile bazı park ve bahçelerdeki kent ağaçları oluşturmuştur. Çalışmanın fungal materyalini ise kent ağaçları üzerinde tespit edilen fungal üreme yapıları teşkil etmiştir.

3.1.1 Araştırma alanı genel özellikleri

Çankırı şehri, tarihin ilk döneminden itibaren yerleşim yeri olarak kullanılmış önemli bir merkezdir (Yiğit 2019). Günümüzde şehir, Tatlıçay'ın her iki yakasında kuzeybatıya doğru, Acıçay doğrultusunda kuzeydoğuya doğru, doğusundaki köylere giden yol doğrultusunda güneydoğuya doğru ve Ankara yolu ile birlikte güneye doğru yayılmış durumdadır (Şekil 3.1; Tuna, 2010). Kentin nüfusü, 2017 yılı itibariyle 86.369'dır.



Şekil 3.1 Çankırı kent merkezi haritası

Çankırı, İç Anadolu'nun Orta Kızılırmak bölümünün kuzey kesiminde, Kızılırmak ile Batı Karadeniz ana havzaları arasında Köroğlu Dağları'nın güneye doğru alçaldığı ve Kızılırmak'a dökülen Acıçay ile Tatlıçay'ın birleştiği yerin yakınında, denizden 723 m. yükseklikte 40° 30' ve 41º kuzey enlemleri ile 32° 30' ve 34º doğu boylamları arasında yer alır. Çankırı'da genel olarak İç Anadolu Bölgesi'nin karasal iklim şartları ve bitki örtüsü olarak bozkır ve antropojen bozkırlar görülmektedir. İç Anadolu Bölgesi ile Karadeniz Bölgesi arasında geçiş oluşturan bir iklime sahip olan Çankırı ilinde her iki bölgeye ilişkin karakteristik iklim özellikleri görülebilmektedir. Yağış rejimi düzensiz olup, kuzey bölümler güneye göre daha fazla yağış almaktadır. Kuzey kesimlerde Karadeniz ikliminin etkisi görüldüğü için yağış miktarı güneye göre daha fazla olmaktadır. Çankırı ili uzun dönem (1929 - 2016), sıcaklık ve yağış verileri (Anonim, 2020) incelendiğinde, kentte yıllık ortalama sıcaklığın 11,3 °C, oyıllık yağışın ise 411,9 mm olduğu görülür (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Çankırı ili uzun dönem (1929 - 2016), sıcaklık ve yağış verileri (Anonim, 2020)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Son İklim Periyodu (1929 - 2016)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.6	1.2	5.7	11.2	15.8	19.9	23.2	22.7	17.8	11.8	5.6	1.5	11.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3.4	6	11.7	17.9	22.8	27	31	31.1	26.5	20.1	12.1	5.5	17.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4	-3.2	-0.1	4.4	8.6	11.8	14.1	13.8	9.5	5	0.4	-1.9	4.9
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12	10.3	9.9	11.7	13.7	10.3	4.3	3.6	4.6	6.9	7.7	11.3	106.3
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	44.3	34.6	38.3	44.6	57.5	42.6	17.4	17.9	17.3	26.4	26.2	44.8	411.9
	Son İklim Periyodu (1929 - 2016)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	15.4	22	29	31	34.8	39.6	42.4	41.8	37.9	34.2	24.4	18.2	42.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-25	-24	-20.5	-8.9	-3	1.6	4.3	4.6	-2	-6.3	-19.4	-18.8	-25

3.1.2 Çankırı il merkezinde bulunan kent ağaçları

Çankırı kentinde yol, park ve bahçelerde kullanılan ağaç türleri çeşitli araştırmalarda belirlenmiş ve değerlendirilmiştir (Gül vd., 2006; Kuter ve Erdoğan, 2010; Bilgili vd., 2012). Çizelge 3.2'de Çankırı'da kullanılan kent ağaçları listelenmiştir.

Çizelge 3.2 Çankırı'nın kent ağaçları (Gül vd. 2006, Kuter ve Erdoğan, 2010; Bilgili vd. 2012) (Kent merkezinde yaygın olarak kullanılan yol ağaçları koyu yazılmıştır.)

Geniş yapraklı türler	Geniş yapraklı türler (devamı)
***Acer negundo* L.**	*Robinia pseudoacacia* L.
Acer platanoides L. 'Crimson King'	*Robinia Pseudoacacia L. 'Deca İsneana Hispida'*
Acer pseudoplatanus L.	*Salix alba* L.
***Aesculus hippocastanum* L.**	*Salix babylonica* L.
***Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle**	*Salix matsudana* Koide var. *tortuosa* Rehd.
***Amygdalus communis* L.**	*Sophora japonica* L.
Betula pendula Roth.	*Tilia argentea* Desf.
Carpinus orientalis Miller.	*Ulmus glabra* Huds.
Catalpa bignonioides Walt.	*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb.
Cercis siliquastrum L.	*Quercus robur* L.
Crataegus monogyna Jacq.	*Quercus rubra L.*
Elaeagnus angustifolia L.	*Robinia pseudoacacia* L.
Ficus carica L.	*Robinia Pseudoacacia L. 'Deca İsneana Hispida'*
Fraxinus angustifolia Vahl. 'Raywood'	*Salix alba* L.
***Fraxinus exelsior* L.**	*Salix babylonica* L.
Gleditschia triacanthos L.	*Salix matsudana* Koide var. *tortuosa* Rehd.
Juglans regia L.	*Sophora japonica* L.
Koelreuteria paniculata Laxm.	*Tilia argentea* Desf.
Liquidambar orientalis Mill.	*Ulmus glabra* Huds.
Maclura aurantiaca Nutt.	**Koniferler**
Maclura pomifera (Rafin.) Schneider.	*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. ssp. *bornmuelleriana*
Malus communis L.	*Cedrus atlantica* (Endl.) Carr.
Malus floribunda Van Houtte	*Cedrus libani* A. Rich.
Morus alba L.	*Cupressocyparis leylandii (Dall.&Jaks.) Dall.*
Morus alba L.'Pendula'	*Cupressus arizonica* E. L. Greene. 'Glauca'
Paulownia tomentosa (Thumb.) Steud.	*Cupressus sempervirens* L.
Platanus orientalis L.	*Cupressus sempervirens* L. var. *pyramidalis* Nym.
Populus alba L.	*Libocedrus decurrens Torr. 'Aureovariegata'*
Populus nigra L.	*Picea abies* (L.) Karst.
Prunus cerasifera Ehr. 'Atropurpurea'	*Picea orientalis* (L.) Link.
Prunus cerasifera Ehr. 'Pissardii Nigra'	*Picea pungens* Engelm.
Prunus cerasus L.	***Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe**
Prunus persica (L.) Batsch.	*Pinus pinea* L.
Prunus serrulata Lindl.	*Pinus slyvestris* L.
Prunus x domestica L.	*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franc. var. *glauca*
Pyrus communis L.	*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franc. var. *viridis*
Quercus petraea (Mattuschka) Lieb.	*Taxus baccata* L.
Quercus robur L.	
Quercus rubra L.	

3.2 Yöntem

3.2.1 Sürvey Çalışmaları

Bu tez çalışmasında iki farklı sürvey yaklaşımı; i) keşif sürveyi ve ii) değerlendirme sürveyi uygulanmıştır.

Keşif sürveyleri

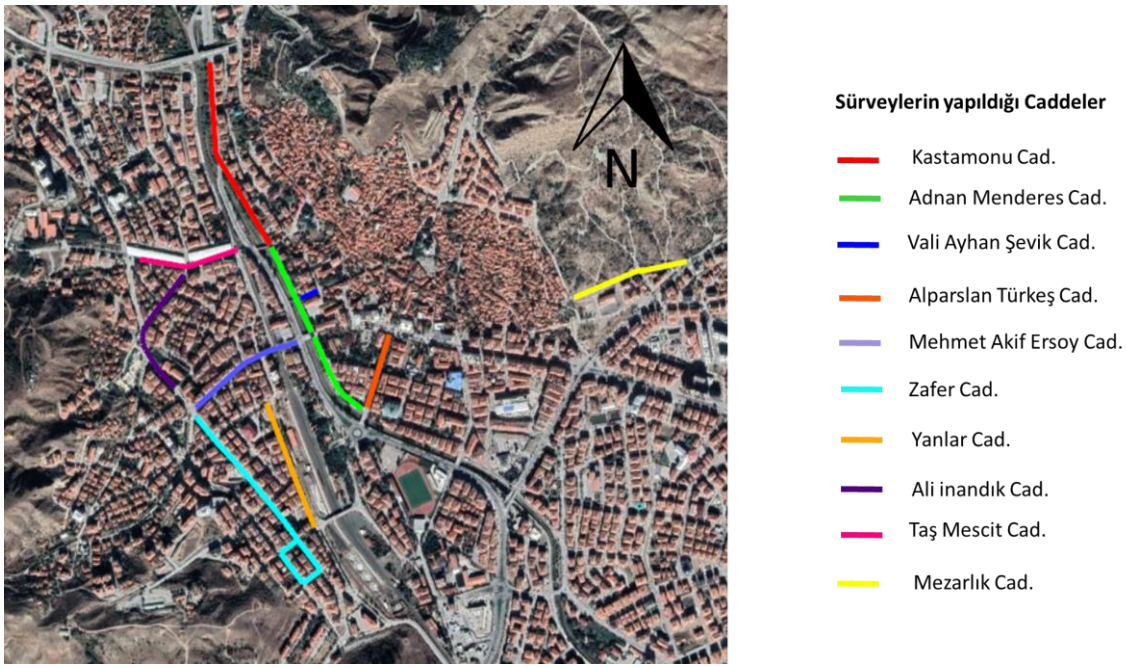
Keşif sürveyleri, kent merkezindeki ağaçlarda görülen odun çürüklüğü funguslarını tespit etmek ve ardından teşhislerini yapmak amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu sürveylerde, genel mikolojik bir yaklaşımla, kentin çeşitli cadde ve sokakları ile park ve bahçelerinde, herhangi bir sistematik örneklemeyi içermeyen inceleme gezileri gerçekleştirilmiştir. Sürveylerde ağaçlar üzerinde görülen fungal üreme yapıları fotoğraflanmış, ağaç türü ve konum bilgileri not edilmiş ve üreme yapıları teşhis edilmek üzere örneklenmiştir.

Değerlendirme sürveyleri

Sürvey çalışmaları, 2019 yılı Mayıs ve Eylül aylarında, Çankırı kent merkezinin çeşitli cadde ve sokaklarında (Çizelge 3.3, Şekil 3.2) gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3 Değerlendirme sürveylerin yapıldığı caddeler

	Sürvey alanı	Sürvey tarihi	İncelenen ağaç adedi
1	Adnan Menderes Cad.	02.09.2019	119
2	Kastamonu Cad.	02.09.2019	118
3	Vali Ayhan Çevik Cad.	06.09.2019	15
4	Taşmescid Cad.	02.09.2019	20
5	Ali inandık cad.	02.09.2019	37
6	Yanlar Cad.	03.09.2019	74
7	Zafer Cad.	17.05.2019	88
8	Mehmet Akif Ersoy Cad.	17.05.2019	43
9	Alparslan Türkeş Cd.	18.05.2019	51
10	Mezarlık Cad.	18.05.2019	64

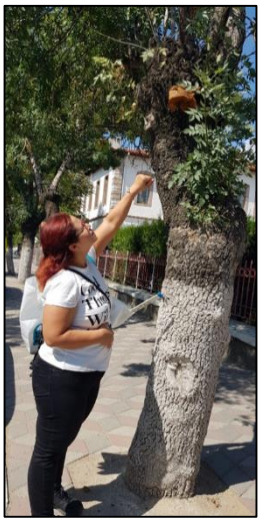


Şekil 3.2 Değerlendirme sürveylerinin yapıldığı caddeler

Değerlendirme sürveylerinde, sistematik bir yaklaşımla, cadde ve sokak boyunca her bir ağaç tek tek incelenmiştir. Her bir kent ağacının; türü ve çapı not edildikten sonra kök boğazı, gövde ve dalları üzerinde herhangi bir fungal üreme yapısı bulunup bulunmadığı açısından incelenmiştir.

3.2.2 Üreme yapılarının toplanması, muhafazası ve gruplandırılması

Sürveyler sırasında, incelenen bir ağaç üzerinde üreme yapısı tespit edilmesi durumunda, üreme yapısı, ağaç kabuğu ve odun dokusu içerecek şekilde ağaçtan ayrılarak örneklendirilmiştir (Şekil 3.3). Bu çalışmada, taze ve morfolojik olarak tanılanabilir evrede olan üreme yapılarının yansıra, deforme olmuş ya da kurumuş, morfolojik olarak tanımlanması mümkün olmayan üreme yapıları da örneklenmiştir (Şekil 3.4). Alınan örnek, alüminyum folyo ile sarılarak kese kâğıdına koyulup etiketlenmiş ve aynı gün laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 3.3 Arazi çalışması sırasında Çankırı il merkezinde bir dişbudak ağacı gövdesinde tespit edilen fungal üreme yapısı (Foto: F. OSKAY, Eylül 2019)

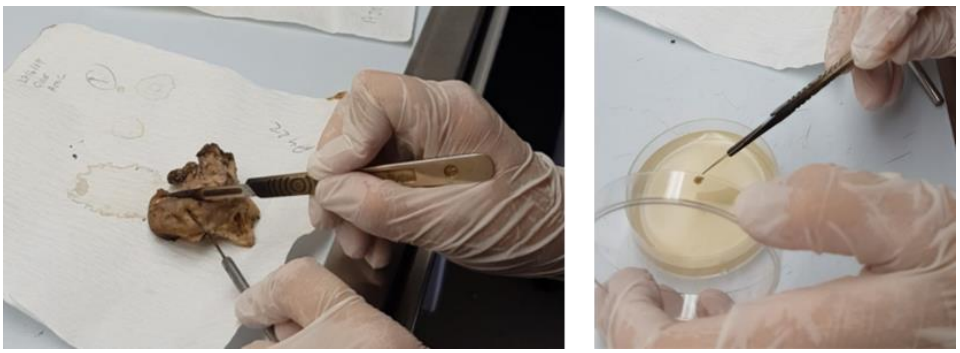
Laboratuvara getirilen örnekler ilk olarak genel durumu esas alınarak; taze (=bütünlüğü bozulmamış, morfolojik olarak teşhis edilebilir durumda) ya da bozulmaya başlamış/ bozulmuş/ kurumuş (=bütünlüğü bozulmuş, morfolojik karakteristiklerini kısmen ya da tümüyle kaybetmiş durumda) olarak gruplandırılmıştır (Şekil 3.4). Daha sonra hemen toplandığı gün uygun bir büyüklükte bir saklama kutusu içine yerleştirilip -20°C'de dondurucuya konulmuştur. Taze durumdaki örnekler birkaç gün sonra derin dondurucudan çıkarılarak izolasyona alınmıştır. Bozulmaya başlamış ve kuru örnekler ise en az 2 hafta derin dondurucuda muhafaza edildikten sonra 45 °C'ye ayarlı kurutma fırınına koyularak tamamen kuruması sağlanmıştır. İzolasyon işlemi tamamlanan taze örnekler de kurutma fırınında kurumaya alınmıştır.



Şekil 3.4 Arazi çalışmalarında ağaçlar üzerinde tespit edilen, a) taze, b) bozulmaya başlamış ve c) kuru/bozulmuş üreme yapıları (F. Oskay, 2019)

3.2.3 Üreme yapılarından izolasyon

Taze üreme yapılarından izolasyon işlemi, steril kabinde, üreme yapısının himeniyum tabakasından aseptik koşullardan alınan bir parça fungal dokunun, içerisinde Malt ekstrakt besi ortamı (MEA, Merck) bulunan Petri kabına aktarılması yolu ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Taze üreme yapısından aseptik koşullarda izolasyon (F. Oskay, 2019)

3.2.4 Funguslarının teşhisi

Fungusların teşhisi; örneklenen odun çürüklüğü funguslarına ait üreme yapılarının moleküler özelliklerinden faydalanılarak; DNA temelli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada fungusların moleküler yöntemlerle tanısı DNA dizi analizi ile gerçekleştirilmiştir. Burada izlenen aşamalar; (1) DNA izolasyonu, (2) PCR, (3) DNA dizilemesi ve (4) dizi analizi şeklindedir. Bu aşamalar aşağıda açıklanmıştır.

3.2.5 DNA izolasyonu

Fungal dokulardan DNA izolasyonunun gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak dokuların ve hücrelerin mekanik olarak parçalanması gerekmektedir. Parçalama işlemi iki yolla gerçekleştirilmiştir; i) derin dondurucuda muhafaza edilen ya da taze haldeki üreme yapıları porselen havanlarda sıvı azot yardımı ile ezilerek parçalanırken (Şekil 3.6), ii)

kurutularak muhafaza edilen üreme yapıları öğütücü kullanılarak parçalanmıştır. Toz haline getirilen fungal dokulardan DNA izolasyonunda E.Z.N.A plant DNA kit (OMEGA) kullanılmıştır. İzole edilen fungal genomik DNAların konsantrasyonları nanodrop ile ölçülmüş ve yeterli miktar ve kalitede bulunan DNA örnekleri PCR işlemi için ayrılmıştır. DNA örnekleri işleme alınancaya kadar +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.6 Taze fungal doku örneklerinin porselen havanlarda sıvı azot yardımı ile ezilerek toz haline getirilmesi

3.2.6 Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve DNA dizileme

Fungusların tür teşhisinde, rDNA'ın ITS ya da LSU gen bölgelerinin dizi bilgisi kullanılmıştır. ITS bölgesinin çoğaltılmasında ITS1-ITS4 primer çifti, LSU gen bölgesinin çoğaltımında ise LROR - LR5 primer çifti kullanılmıştır (Çizelge 3.4). PCR reaksiyonları Solis Biodyne (Estonya) FIREPol® DNA Polymerase Taq polimeraz enzimiyle gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyon ve döngü koşulları Çizelge 3.5 ve 3.6'da sunulmuştur.

Çizelge 3.4 PCR da kullanılan primerler dizileri ve hedef gen bölgeleri

Primerler	Yön	Primer dizileri (5'-3')	Hedef gen Bölgesi	Kaynaklar
ITS1	İleri	TCCGTAGGTGAACCTGCGG	ITS	White *et al.* 1990
ITS4	Geri	TCCTCCGCTTATTGATATGC	ITS	White *et al.* 1990
LROR	İleri	ACCCGCTGAACTTAAGC	LSU	Rehner and Samuels 1994
LR5	Geri	TCCTGAGGGAAACTTCG	LSU	Hopple and Vilgalys 1994

Çizelge 3.5 PCR reaksiyonunda kullanılan kimyasallar ve konsantrasyonları

Bileşen	Stok Kons.	Reak. Kon.
PCR Buffer (Solis Biodyne)	10X	1X
MgCl2 (Solis Biodyne)	25mM	1,5 mM
dNTP mix (Solis Biodyne)	20 mM	0,2 mM
F. Primer	10 µM	0,3 µM
R. Primer	10 µM	0,3 µM
Taq DNA Polymerase (Solis Biodyne)	5U/ µl	2 U
DNA template		3 µl
Steril saf su	35 µl'ye tamamlanır	

Çizelge 3.6 PCR sıcaklık ve döngü koşulları

Safha	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü sayısı
Ön denatürasyon	95	5 dakika	1
Denatürasyon	95	45 saniye	
Bağlanma	57	45 saniye	40
Uzama	72	60 saniye	
Son uzama	72	5 dakika	1

PCR işleminin başarısını belirlemek için PCR ürünleri 1x TAE tampon ile hazırlanan %1,5 agaroz jelde 100 volt akımda 90 dakika elektroforezde yürütülmüş ve ethidium bromide boyası kullanılarak UV ışığında görüntüsü alınmıştır. Agaroz jelde tek bant elde edilen örneklerde hedeflenen gen bölgelerinin başarı ile çoğaltıldığı anlaşılmış, bu örnekler dizileme işlemine alınmıştır. Dizileme işlemi öncesinde başarılı bulunan PCR örnekleri MAGBIO "HighPrep™ PCR Clean-up System" (AC-60005) saflaştırma kiti kullanılıp, kitin prosedürlerine uyarak saflaştırılmıştır.

Saflaştırılan PCR ürünleri, aynı primer çiftleri kullanılarak, ABI 3730XL Sanger dizileme cihazında (Applied Biosystems, Foster City, CA), BigDye Terminator v3.1 Cycle Dizileme Kiti ile (Applied Biosystems, Foster City, CA) dizilenmiştir. Sanger dizileme işlemi, Macrogen Hollanda laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tüm bu işlemler ticari bir firma aracılığıyla (BM LABOSİS, Ankara, Türkiye) gerçekleştirilmiştir.

3.2.7 DNA dizi analizleri

Elde edilen DNA dizileri ilk olarak çeşitli bilgisayar yazılımları kullanılarak düzenlenmiş ve ardından NCBI (National Center for Biotechnology Information) Gen Bankasında (NCBI veri tabanı) yer alan diğer dizilerle nucleotide BLAST algoritması kullanılarak karşılaştırılmıştır. Eşleştirmelerde, tip materyaller arasında arama ve çevresel örnekleri arama dışında bırakma filitreleri uygulanmıştır. Tip materyal eşleşmelerinin çok düşük değerde olması durumunda daha geniş kapsamlı aramalar da yapılmıştır. Tür seviyesinde teşhis için sorgulanan dizinin gen bankasındaki türlerle %99 üzerinde benzerlik göstermesi kriteri esas alınmıştır. Benzerlik oranı %95-98 arasında ise teşhis cins, familya ya da takım seviyesinde bırakılmıştır.

3.2.8 Filogenetik analizler

Üreme yapılarına ait ITS ve LSU gen dizilerinin eşleştiği NCBI veri tabanında yer alan en yakın referans diziler belirlenmiş ve NCBI veri bankasından FASTA formatında indirilmiştir. Genbankasından alınan diziler ile bu çalışmada belirlenen dizilerin hizalanmasında (aligment) MUSCLE (Multiple Sequence Comparison by Log-Expectation) programı kullanılmıştır. Hizalama ve takip eden filogenetik analizler ITS ve LSU gen dizileri için ayrı ayrı yapılmış, tüm analizler MEGA 7 programında gerçekleştirilmiştir. filogenetik ağaçlar, Maksimim Likelihood (ML) ve Neighbor-Joining (NJ) metodları ile oluşturulmuştur. Her iki yöntem için Bootstraping değeri 1000 olarak belirlenmiştir.

3.2.9 Fungusların yaygınlıklarının belirlenmesi

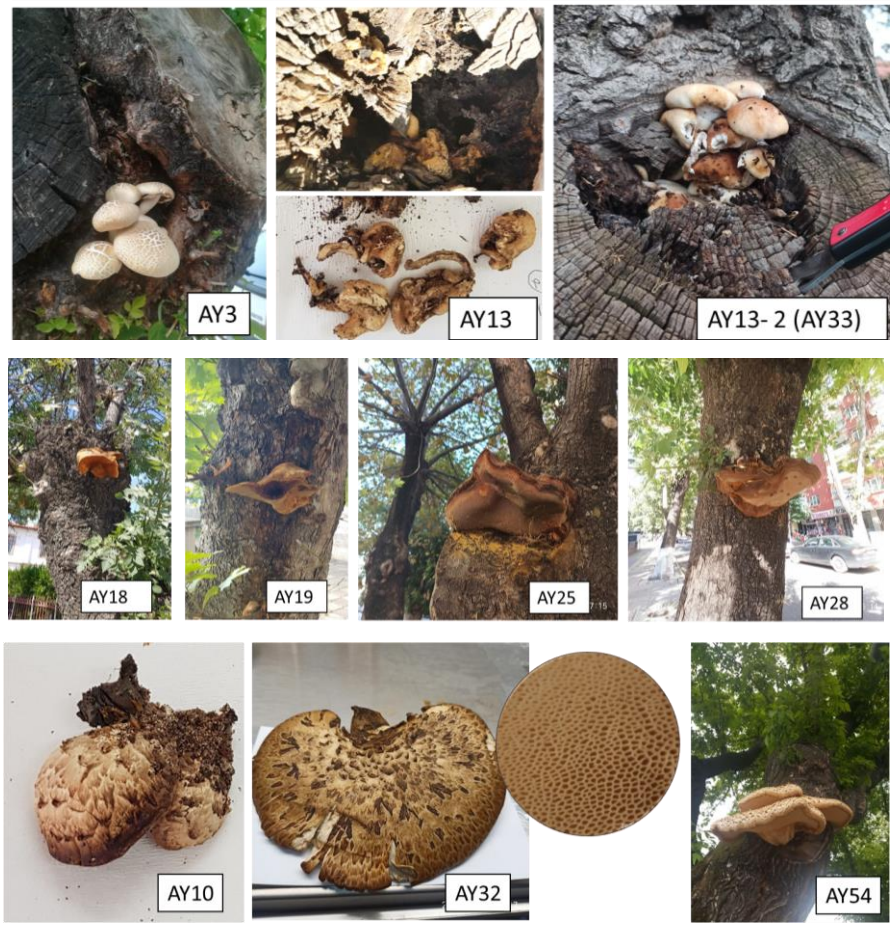
Teşhis işlemleri tamamlandıktan sonra, söz konusu türe ait üreme yapılarının hangi ağaç türlerinde, kaç adet ağaçta bulunduğu, arazi çalışmaları sırasında alınan notların değerlendirilmesi ile belirlenmiştir. İncelenen toplam ağaç adedi ve fungal üreme yapısı

tespit edilen ağaç adetleri değerlendirilerek odun çürüklüğü funguslarının Çankırı kent ağaçlarındaki yaygınlıkları ortaya koyulmuştur.

4.BULGULAR

4.1 Çankırı Kent Ağaçlarında Tespit Edilen Odun Çürüklüğü Fungusları

Çalışma kapsamında, 2019 yılı bahar ve sonbahar aylarında gerçekleştirilen keşif sürveylerinde, çeşitli park ve bahçeler ile cadde ve sokaklardaki yol ağaçları üzerinde çok sayıda fungal üreme yapısı gözlemlenmiştir. Keşif sürveylerinde 53 ağaçtan, 59 fungal üreme yapısı örneği toplanmıştır (Şekil 4.1; Ek 1).



Şekil 4.1 Keşif sürveylerinde ağaçlar üzerinde tespit edilen fungal üreme yapılarından bazıları (Fotograflar: F. Oskay, Çankırı, 2019)

4.2 Fungusların Teşhisi

4.2.1 ITS ve LSU gen bölgelerinin dizilenmesi ile fungusların moleküler teşhisi

Moleküler tanı için taze ya da bozulmuş durumdaki 24 fungal üreme yapısından DNA izolasyonu yapılmıştır. Yeterli kalite ve konsantrayona sahip örneklerle PCR işlemlerine başlanmıştır. Örneklerin DNA konsantrasyonları Ek 2'de sunulmuştur. DNA dizi analizi sonucunda 12 örnekten 10'u morfolojik tanı ile uyumlu sonuç vermiştir. Teşhis sonuçları Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

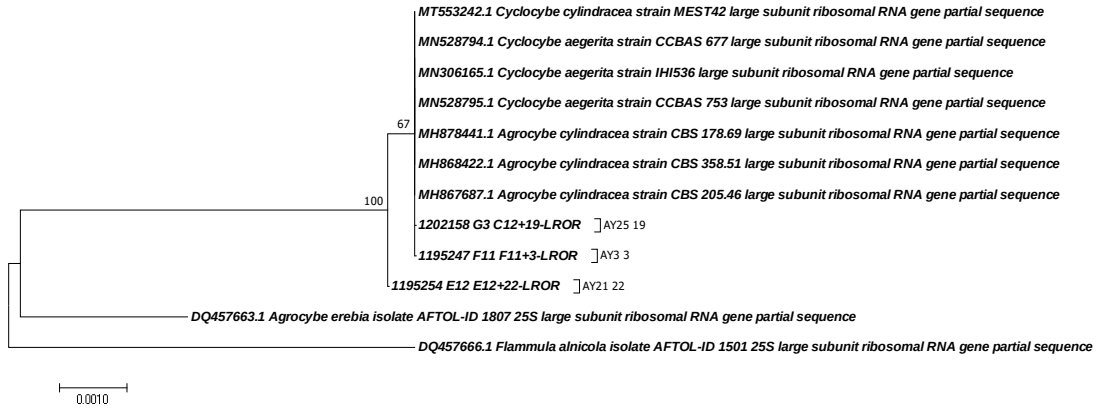
4.2.2 Filogenetik analizler

Bu tez çalışmasında, *Cyclocybe* cinsine ait *C. aegerita* ya da *C. cylindracea* ile % 99-100 benzerlik gösteren AY3, AY13, AY21 ve AY25 nolu örneklerin (Çizelge 4. 1) bu iki *Cyclocybe* cinsinden hangisine ait olduğunu belirlemek amacı ile filogenitik analizler yapılmıştır. LSU dizleri ile yapılan filogenetik analizler, AY25 ve AY3 örneklerinin filogenetik olarak birbirine yakın olduğunu ancak hem *C. aegerita* hem *C. cyclindracea* ile aynı grupta yer aldıklarını göstermiştir (Şekil 4.2a). ITS dizilerine ait filogenetik ağaç da hem veri tabanından indirilen *C. aegerita* ve *C. cylindracea* dizilerinin hem de Ay21 ve AY13 nolu örneklerin birbirinden ayırt edilemediğini göstermektedir (Şekil 4.2b). Ay13 izolatına ait LSU dizi bilgisi bulunmadığı için LSU filogenetik ağacında bu örnek değerlendirememiştir. Ancak ITS ML ağacına göre bu fungus, AY3 ve AY25 gibi, *C. aegerita* ve *C. cylindraceae* grubu içerinde yer almıştır (Şekil 4.3). Buna göre, bu izolatların teşhisi *Cyclocybe aegerita* sensu lato *(*V. Brig.)Vizzini olarak belirlenmiştir.

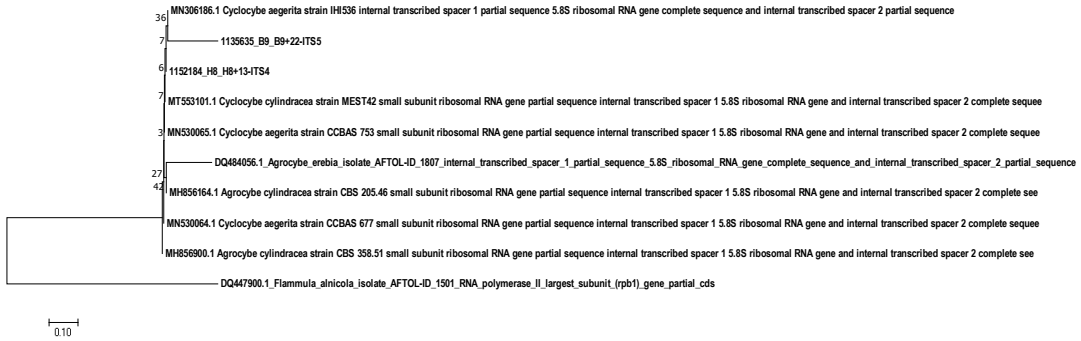
Çizelge 4.1 Moleküler teşhis sonuçları

Örnek adı	LAB DNA no	Dizilenen Gen Bölgesi	Teşhis	Benzerlik gösterdiği referans dizinin ID	Benzerlik (%)	Genbank erişim kodu	Morfo/Mol Uyum
AY1	1	na					
AY2	2	ITS	***Pleurotus* sp.**	*Pleurotus ostreatus*	99.54	MT644908.1	EVET
Ay3	3	LSU/ITS	***Cyclocybe* sp.**	*Cyclocybe cylindracea*	100	MT553242.1	EVET
AY4	4	ITS/LSU	Kont.	*Penicillium* spp.			Hayır*
AY5	5	na					
AY6	6	na					
AY7	7	na					
AY8	8	na					
AY9	9	LSU/ITS	***Schizophyllum commune***	*Schizophyllum commune*	100	MH873368.1	EVET
AY10	10	na					
AY11	11	LSU	***Inonotus hispidus***	*Inonotus hispidus*	99.46	MH866537.1	EVET
AY12	12	ITS/LSU	Kont.	*Candida* spp.			Hayır*
AY13	13	ITS	***Cyclocybe* sp.**	*Cyclocybe aegerita*	100	MN530059.1	EVET
AY14	14	ITS	***Coprinellus* sp.**	*Coprinellus micaceus*	99.1	JN943115.1	EVET
AY15	15	na					
AY16	16	na					
AY17	17	na					
AY18	20	ITS	***Inonotus hispidus***	*Inonotus hispidus*	99	AY624993.1	EVET
AY20	21	na					
AY21	22	LSU/ITS	***Cyclocybe* sp.**	*Cyclocybe cylindracea*	99.82	MT553242.1	EVET
AY22	23	na					
AY23	24	na					
AY24	18	LSU	***Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél.**	*Polyporus squamosus*	99.78	AY629320.1	EVET
AY25	19	LSU/ITS	***Cyclocybe* sp.**	*Cyclocybe aegerita*	100	MN528795.1	EVET
na : PCR ürünü elde edilememiş, dizileme yapılamamıştır. *=Kont.=DNA kontaminasyonu (morfolojik tanıyla uyumsuz, Küf ve maya fungusu ile eşleşen dizi)							

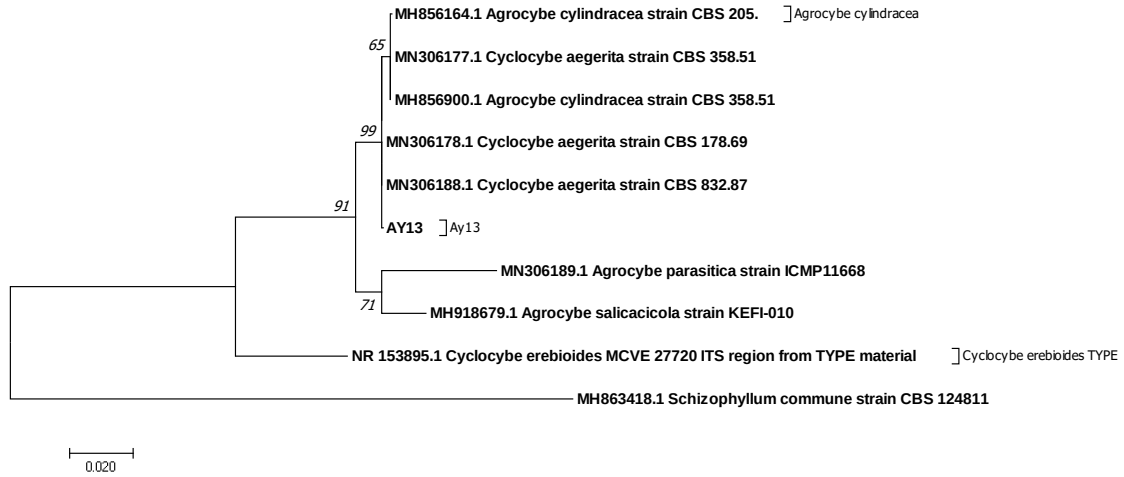
a)



b)



Şekil 4.2 *Cyclocybe* sp. izolatlarının, a) LSU ve b)ITS gen bölgesinin Neighbor-Joining metoduna göre belirlenen filogenetik ağaç.



Şekil 4.3 AY13 için, ITS gen bölgesi Maximum Likelihood (ML) metoduna göre belirlenen filogenetik ağaç.

DNA dizi veri tabanındaki dizilerle karşılaştırmalar (Çizelge 4.1) ve fiologentik analizler sonucunda Çankırı kent ağaçlarında tespit edilen funguslar; *Cyclocybe aegerita* sensu lato (V. Brig.)Vizzini, *Schizophyllum commune* Fr., *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst., *Coprinellus* sp. P. Karst., *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél. Ve *Pleurotus* sp. (Fr.) P. Kumm. olarak teşhis edilmiştir. Morfolojik olarak, Çankırı kent ağaçlarında, *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Rigidoporus ulmarius* (Sowerby) Imazeki ve *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer de tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Morfolojik olarak *R. ulmarius* olarak teşhis edilen örneğin bozulmuş bir örnek olması sebebi ile teşhisi tam olarak kesinlik taşımamaktadır.

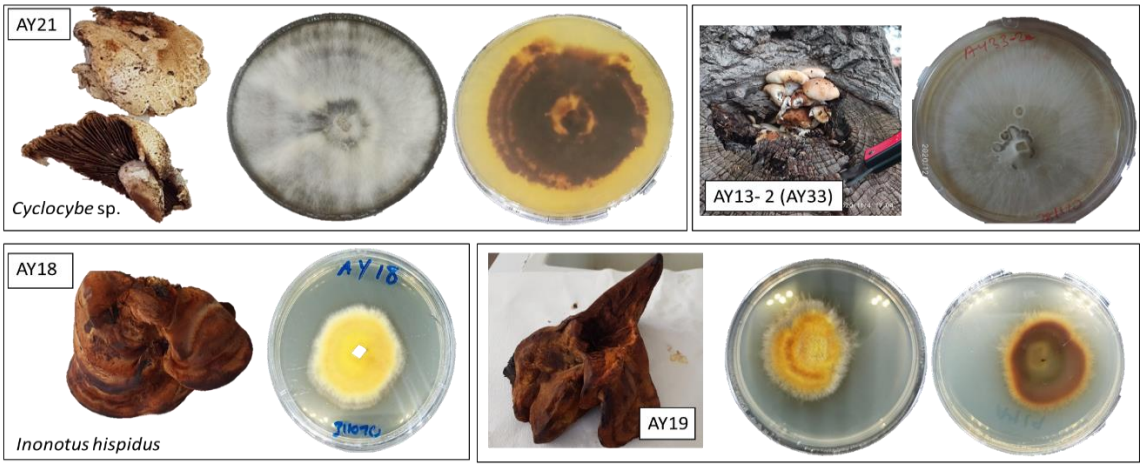
Çankırı kent ağaçlarında tespit edilerek teşhisleri yapılan bu funguslara ait, keşif ve değerlendirme sürveylerinde tespit edilen üreme yapısı adetleri ile konukçuları Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2 Teşhis edilen fungal üreme yapıları, tanı yöntemi, tespit edilen adetler ve konukçuları

Tanı	**Dizilenen örnekler**	**Tanı yöntemi**	**Teşhis kesinliği**	**Keşif sürveylerinde tespit edilen üreme yapısı adedi**	**Değerlendirme sürveylerinde Tespit edilen üreme yapısı adedi**	**Konukçular**
Cyclocybe aegerita sensu lato (V. Brig.)Vizzini	AY3, AY13, AY21, AY25	ITS/LSU dizileme + Filogenetik analiz	Morfolojik karakterlerle uyumlu	9	12	*Acer negundo* L.
Schizophyllum commune Fr.	AY9	ITS/LSU dizileme	Morfolojik karakterlerle uyumlu	3	4	*Acer negundo* L. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle *Tilia argentea* Desf.
Inonotus hispidus (Bull.) P. Karst.	(AY11, AY18)	ITS/LSU dizileme	Morfolojik karakterlerle uyumlu	9	29	*Fraxinus* sp. *Morus alba* L. *Platanus orientalis* L. *Sophora japonica* L.
Coprinellus P. Karst. Cf. *micaceus*	AY11	ITS/LSU dizileme	Morfolojik karakterlerle uyumlu	1	1	*Robinia pseudoacacia* L.
Cerioporus squamosus (Huds.) Quél.	AY24	ITS/LSU dizileme	Morfolojik karakterlerle uyumlu	5	10	*Acer negundo* L. *Platanus orientalis* L.
Pleurotus (Fr.) P. Kumm.	AY2	ITS/LSU dizileme	Morfolojik karakterlerle uyumlu	1	1	*Salix babylonica* L *Populus* L.
Fomes fomentarius (L.) Fr.	-	Morfolojik		2	2	*Salix babylonica* L
Rigidoporus ulmarius (Sowerby) Imazeki	-	Morfolojik	Kesin değil	1	1	*Platanus orientalis* L.
Flammulina velutipes (Curtis) Singer	-	Morfolojik		1	1	*Acer negundo* L.

4.3 Elde Edilen Fungal İzolatlar

Aseptik koşularda yapılan izolasyonlar soncunda, onaltı adet üreme yapısından izolat elde edilmiştir (Çizelge 4.3; Şekil 4.4.).



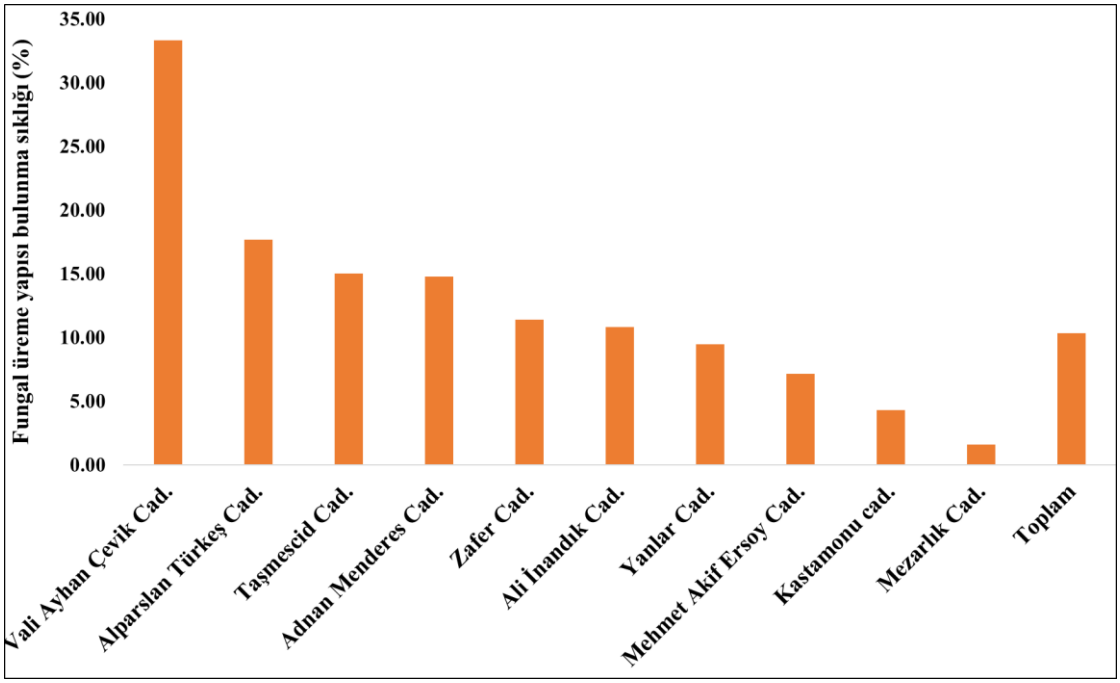
Şekil 4.4 Elde edilen izolatlardan bazılarının besi ortamında gelişimleri ve izolatların elde edildiği üreme yapılarına ait fotoğraflar

Çizelge 4.3 Üreme yapılarından elde edilen izolatlar (*****İzolatın elde edildiği üreme yapısı, ******izolatın elde edildiği ağaçtan bir yıl önce alınan bozulmuş üreme yapısından)

Üreme yapısı morfotipi	Örnek ağaç no	Konukçu	İzolat adı	Üreme yapısının Moleküler tanısı
4	16	*Acer negundo* L.	**AY18-Mİ**	***AY18:***Inonotus hispidus*
4	17	*Platanus orientalis* L.	AY19-İ	
3	5	*Acer negundo* L.	AY21-Mİ	***AY21;** Cyclocybe aegerita* sensu lato
11	34	*Platanus orientalis* L.	Ay22-Mİ	
11	35	*Platanus orientalis* L.	Ay23-Mİ	
6	30	*Sophora japonica* L.	AY25-İ	
4	24	*Fraxinus exelsior L.*	**Ay26-İ**	
7	31	*Amygdalus communis* L.	AY27-İ	
4	18	*Fraxinus exelsior L.*	AY28-İ	
6	29	*Fraxinus exelsior* L.	AY29-İ	
13	41	*Acer negundo* L.	AY30-İ	
8	32	*Morus alba* L.	AY31-İ	
13	46	*Platanus orientalis* L.	AY32-İ	
3	3	*Acer negundo* L.	**AY33-İ (AY13-2)**	**AY13-2; *Cyclocybe aegerita* sensu lato
13	15	*Acer negundo* L.	**AY34-İ**	
10	15	*Acer negundo* L.	**AY35-İ**	

4.4 Çankırı Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Funguslarının Yaygınlıkları

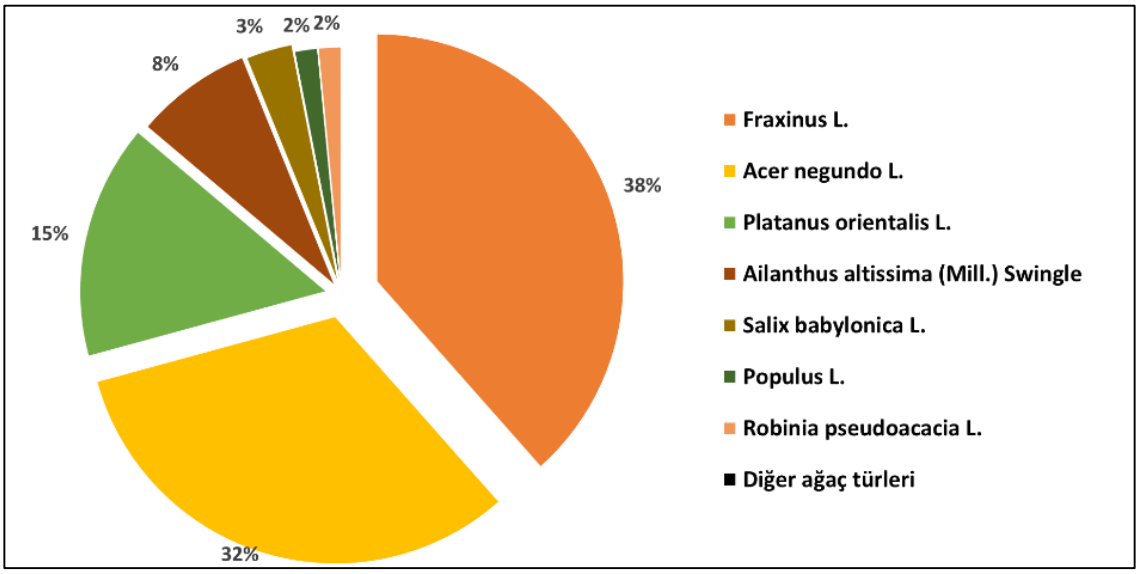
Çankırı kent merkezinde, on caddede yapılan sürveylerde, 19 farklı ağaç türüne ait toplam 630 ağaç incelenmiştir. Incelenen ağaçlar üzerinde toplam 65 fungal üreme yapısı tespit edilmiştir. On cadde üzerindeki ağaçların sayıları 15 ile 122 arasında değişirken, tespit edilen üreme yapısı sayıları 1 ile 18 arasında değişmiştir. En fazla sayıda üreme yapısı, Adnan Menderes Caddesi üzerindeki ağaçlarda (18 adet) tespit edilmiş bunu sırasıyla, Zafer (10 adet), Alparslan Türkeş (9 adet) ve Yanlar (7 adet) caddeleri takip etmiştir. Diğer caddelerde tespit edilen üreme yapısı adetleri bir ile beş arasındadır (Ek 3). Bununla birlikte, veriler, fungal üreme yapılarının bulunma sıklıkları bakımından değerlendirildiğinde, üreme yapılarının en yaygın olarak Vali Ayhan Çevik Caddesi'nde (%33) tespit edildiği anlaşılmıştır (Ek 3, Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Değerlendirme sürveylerinin yapıldığı caddelerde fungal üreme yapılarının bulunma sıklığı (%)

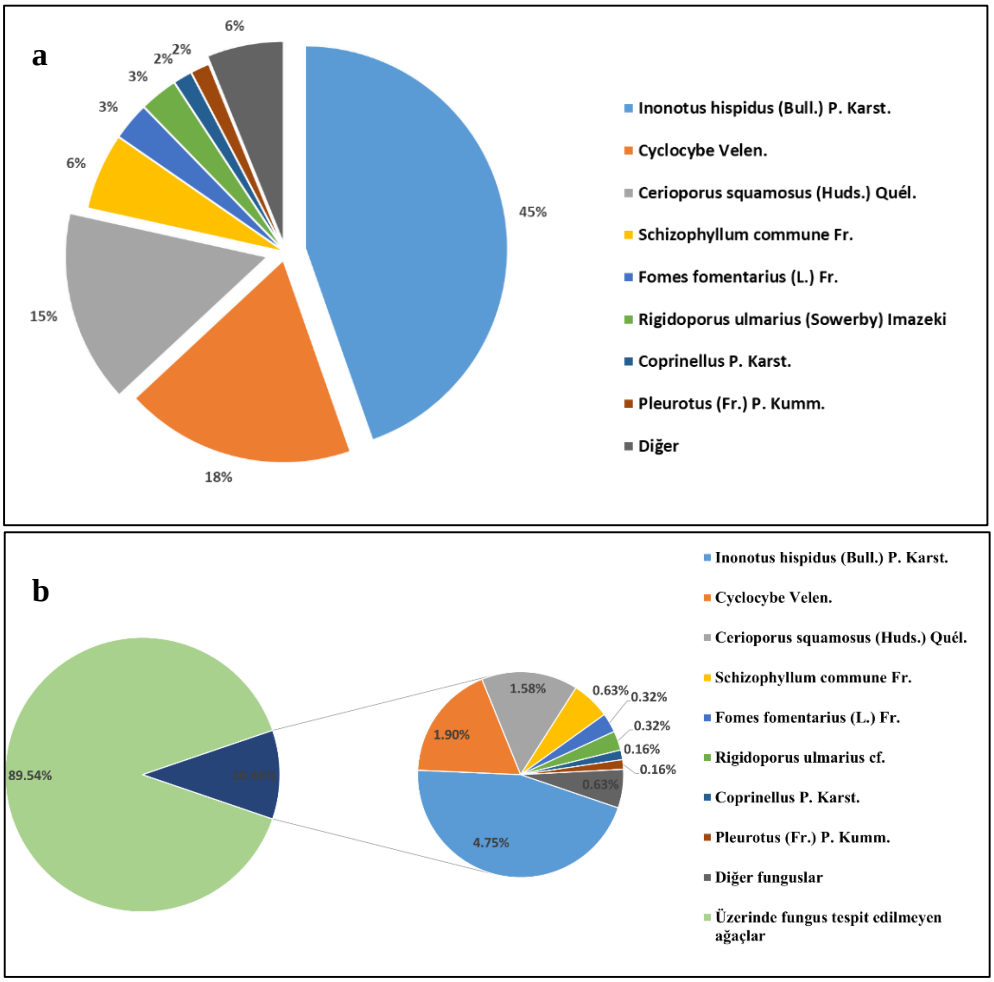
Ağaçların %10'ü üzerinde fungal üreme yapısı tespit edilmiştir. Üreme yapısı tespit edilen ağaçlar arasında, en fazla üreme yapısına sırasıyla; dişbudaklar (% 38), akçaağaç

(%32), çınar (%15), kokarağaç (%8), salkım söğüt (%3), kavak (%2) ve yalancı akasya (%2) üzerinde rastlanılmıştır (Şekil 4.6).

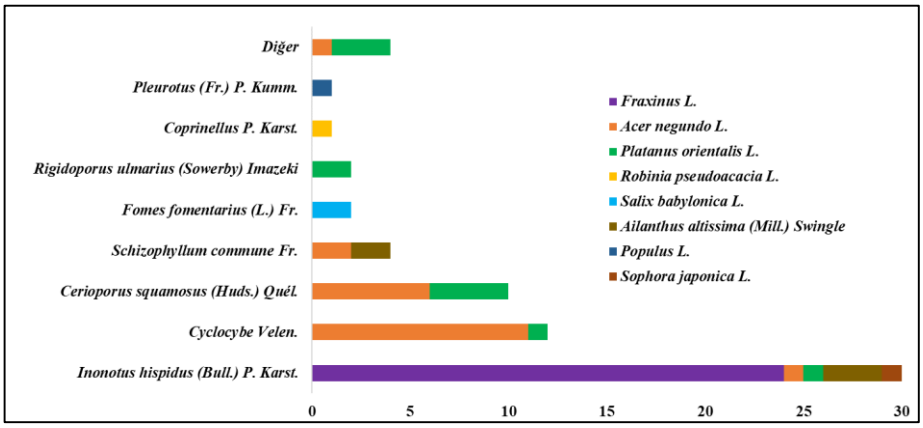


Şekil 4.6 Üzerinde üreme yapısı tespit edilen ağaç türlerinin, üreme yapılarının bulunma sıklığı (%)'na göre dağılımı

En yaygın olarak tespit edilen funguslar, *I. hispidus* (%45), *Cyclocybe* spp. (%18), *Cerioprus squamosus* (%15) ve *S. communue* (%6)'dır (Şekil 4.7). *I. hispidus*'a en sık dişbudaklarda rastlanılırken, *Cyclocybe* sp en sık akçaağaçlarda görülmüştür, *C. squamosus*'a hem akçaağaç hem de çınarlarda rastlanılmıştır (Şekil 4.8). Fungal üreme yapıları, canlı ağaçlarda, gövdede, özellikle kalın dalların budanması sonucu oluşan yaralar üzerinde tespit edilmiştir. Yalnızca bir fungus, *S. communue*, ölü bir ağaç üzerinde tespit edilmiştir. *S. commune*, canlı ağaçların kuru dallarında ya da gövde yaraları üzerinde görülmüştür. *Cyclocybe* spp. yalnızca akçaağaçlarda özellikle kovuklar içinde ya da çürümekte olan kalın dal budama yaraları üzerinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde, *C. squamosus* üreme yapılarına da özellikle kalın dal budama yaralarında rastlanılmıştır. *I. hispidus*'da gövde üzerinde doğrudan yara yerinde ratlanılmamıştır. *I. hispidus*'un görüldüğü ağaçlarda sıklıkla şiddetli ya da orta seviyede geriye doğru ölüm belirtileri izlenmiştir. Bazı ağaçlarda aynı ya da farklı türe ait birden fazla üreme yapısı tespit edilmiştir.



Şekil 4.7 Ağaçlar üzerinde tespit edilen fungal taksonların bulunma sıklıkları (%); a) tespit edilen 65 fungal üreme yapısı içerisinde, b)incelenen tüm ağaçlar içersinde



Şekil 4.8 Fungusların üzerinde tespit edildiği ağaç türlerine göre dağılımı (adet)

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışması, Çankırı kent merkezinde peyzaj amajlı kullanılan yol, park ve bahçe ağaçlarında, ağaçların stabilitesini ve kırılmaya karşı direncini olumsuz yönde etkileyebilecek odun çürüklüğü funguslarının ve bunların yaygınlıklarının belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Kent ağaçları üzerinde gelişen fungusları tespit etmek amacı ile yürütülen keşif sürveylerinde 53 ağaçta, 59 fungal üreme yapısı örneği toplanmış, Çankırı kent ağaçları ile ilişkili funguslar; *Inonotus hispidus, Cerioporus squamosus, Pleurotus* sp., *Cyclocybe aegerita* sensu lato, *Schizophyllum commune, Coprinellus micaceus,* olarak belirlenmiştir. *I. hispidus, C. squamosus, Pleurotus* sp., *C. aegerita sensu lato, S. commune ve Coprinellus micaceus* doğrudan üreme yapılarından ekstrakte edilen DNAların ITS ve LSU gen bölgelerinin dizilenmesi ile teşhis edilmiş, teşhisler filogenetik analizlerle desteklenmiştir.

Bu funguslar arasından *I. hispidus* ve *C. squamosusus*, kent ağaçların dünya çapında bilinen yaygın patojenik odun çürüklüğü funguslarından olup, kent ağaçlarında devrilme ve kırılmaya karşı ağaçların dirençlerini düşürerek, ağaçların kentsel çevrelerde halk güvenliği için risk teşkil etmesine sebep olabilirler (Schmitd 2006, Shwarze *et al.* 2000, Zabel and Morrell 2020). Her iki tür de odunda beyaz çürüklük yapmaktadır. Bununla birlikte, *I. hispidus*'un yumuşak çürüklük yapabildiği de belirlenmiştir (Schwarze *et al.* 200). Bu iki türün ve Çankırı kent ağaçlarında tespit edilen diğer fungusların tümü ülkemizin birçok bölgesinde yapılan sistematik mikoloji araştırmalarında üreme yapılarının morfolojik karakteristiklerine dayanılarak tespit edilmiştir (Solak vd. 2015, Sesli vd. 2020). Bununla birlikte, bu fungusların yaygınlıkları daha önce araştırılmamıştır.

Değerlendirme sürveylerinde, Çankırı kenti içinde 10 cadde boyunca sıralanan yol ağaçları üzerinde fungal üreme yapılarına bakılmış, sonuç olarak incelenen toplam 630 ağaçta 66 fungal üreme yapısı tespit edilmiştir. Çankırı kent merkezinde en sık rastlanılan ve kent ağaçları için risk teşkil eden odun çürüklüğü fungusları, *I. hispidus* ve *C.*

*squamosus'*olarak belirlenmiştir. Değerlendirme sürveylerinde bu iki fungusun yaygınlık oranları sırası ile %4.6 ve % 1.2, tespit edilirken, üreme yapıları arasından yaygınlıkları ise sırasıyla %45 ve %15'dir. *I. hispidus*'a en sık dişbudak ağaçlarında rastlanılmıştır (*I. hispidus*'un tespit edildiği ağaç türlerine göre %80, incelenen tüm ağaçlar içerisinde %4). Bunun dışında, kokarağaç ve Japon Sofarası ile çınar ve dut ağaçlarında da tespit edilmiştir. *C. squamosus,* çınar ve daha yaygın olarak akçaağaçlarda tespit edilmiş, dişbudaklarda bu fungusa rastlanılmamıştır.

I. hispidus dikili haldeki dişbudak ağaçlarının en önemli çürüklük etmenlerinden biri olup, özellikle cadde ve park ağaçlarına budama yaralarından giriş yaptığı bilinmektedir (Bozkurt vd. 1995). *I. hispidus* ülkemizde özellikle kırsal ve kentsel alanlarda, elma, dut, ceviz gibi meyve ağaçlarında (Niemela and Uotila 1977, Doğan and Öztürk 2006, Allı *et al.* 2007) ya da kayın gibi orman ağaçlarında (Afyon *et al.* 2005) tespit edilmiş yaygın bir odun çürüklüğü fungusudur. Lohwag (1965), Ankara ve çevresinde *I. hispidus*'un varlığını kaydetmiştir. Selik ve Aksu (1967) İstanbul park ve korularındaki *I. hispidus*'a sıkça rastlanıldığını ancak *C. squamosus*'un yaygın olmadığını bildirmiştir. Ülkemizdeki makrofungus çeşitliliği üzerine çalışmaların henüz yoğun olmadığı dönemde yaptıkları çalışmalarında Niemela and Uotila (1977) de, fungusun oldukça yaygın olduğunu bildirmiştir.

I. hispidus, birçok ülkede, kent ağaçlarında, özellikle dişbudaklarda görülen en yaygın funguslardan biridir. Örneğin Fransa'da yapılan bir araştırmada, *Fraxinus excelsior*'un en yaygın konukçu olduğu, *Acer* spp., *Juglans regia, Morus* spp., *Platanus* spp., *Sophora japonica* ve *Ulmus minor*'ün de diğer konukçular arasında yer aldığı bildirilmiştir (Plank and Wolkinger 1977). Cezayir'de yapılan bir araştırmada da *I. hispidus*'un kentlerde ve yol kenarlarındaki *Fraxinus, Platanus* ve *Populus*'larda sırasıyla %54, %30 ve %20 oranında, *Sophora* ve *Gleditsia'*larda daha nadiren olarak bulunduğu belirlenmiştir (Krimi and Mehdid 2001).

Çankırı kent ağaçlarında yaygın olarak rastlanılan bir diğer fungus da *Cyclocybe* cincine bağlı, birbirine filogenetik olarak çok yakın ancak tür ayrımı yapılamayan funguslar olmuştur. Filogenetik analizler, LSU ve ITS bölgeleri dizilenen *Cyclocybe* cinsine dahil 4 örnegin (Ay3, Ay13, AY21 ve AY25), *C. aegerita* ve *C. cylindraceae* soy grubunda bulunduğunu göstermiştir. Frings *et al.* (2020) tarafından, ITS+LSU dizilerine göre oluşturulan filogentik ağaçlarda, genbankasından alınan bazı *C. cylindraceae* dizilerinin *C. aegerita* ile aynı soy grubunda yer aldığı gösterilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında oluşturulan filogenetik ağaçlarda da bu iki tür aynı soy grubunda yer almıştır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, *Cyclocybe* örneklerinin LSU ve ITS dizilerine göre birbirinden ayırt edil elemeyeceği, bu örneklerin *C. aegerita* senso lato olarak adlandırılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır. Bu funguslar, incelenen ağaçların %2'sinde tespit edilmişlerdir. Tespiler büyük oranda akçaağaçlar üzerinde yapılmış, nadiren çınarlarda da görülmüştür. Bu gruba ait fungusların diğer funguslar arasında tespit edilme oranı % 18'dir.

Bunlara ek olarak, morfolojik tanı çalışmaları ile kent merkezindeki bir ağacın kök boğazında, çınarların önemli odun çürüklüğü funguslarından biri olan *Rigidiporus ulmaritus* cf. olarak teşhis edilen bir fungus daha tespit edilmiştir. Ancak fungusun tanısı moleküler olarak doğrulanmamıştır. Bununla birlikte, elde edilen izolatlardan biri de bu fungusa aittir.

Bu tez çalışmasında, ağaçlarda yalnızca üreme yapılarının varlığı araştırılmış, ağaç kusurları (çürüklük, kovuklar, kuru dallar, yaralar, kök problemleri, geriye doğru ölüm vb.) ele alınmamıştır. Bununla birlikte, Çakır ve Oskay (2017a), Çankırı kent ağaçlarında yaptıkları incelemelerde, ağaçların %48.3'ünde hatalı budama uygulamaları tespit etmişlerdir. Araştırıcılar, hatalı budamaların ağaçlarda deformasyonlara ve estetik görünümünün azalmasına, ince ve kuru dal ölümlerine, odun çürüklüğü funguslarınca enfekte edilmelerine ve nihayetinde ağaç sağlığının bozulmasına ve tehlikeli ağaçların oluşumuna yol açtığını göstermişlerdir. Söz konusu çalışmada, belirgin budama hataları tespit edilen ağaçlarda, fungal üreme yapılarının neredeyse 4 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çankırı'da geriye doğru ölüm belirtileri gösteren akçaağaçlar üzerine

yapılan başka bir araştırmada ise şidddetli geriye doğru ölüm belirtileri görülen akçaağaçlarda fungal üreme yapılarının ya da işaretlerinin yaygın oluğu ortaya koyulmuştur (Çakır ve Oskay 2017b). Bu tez çalışmasında, geriye doğru ölüm belirtileri görülen akçaağaçlarda *C. squamosus*'un üreme yapıları tespit edilmiştir. Ayrıca, *C. squamosus*'un üreme yapıları ağaçlardaki budama kaynaklı yaralar üzerinde tespit edilmiştir. Kentte daha önceden yapılan çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda, Çankırı'da bu fungusun yaygınlığında hatalı budamaların etken bir faktör olduğu söylenebilir.

Bu çalışmamızda, fungal üreme yapıları, çınarlarda, akçaağaç ve dişbudaklara kıyasla çok daha düşük bulunmuştur. Çınarların çürüklüğe karşı bu iki ağaç türüne kıyasla daha dayanıklı olması bu durumun ana sebeplerinden biri olabilir. Bununla birlikte kentte, budamaların ağırlıklı olarak dişbudak ve akçaağaçlarda uygulandığı, dolayısıyla bu ağaçların yaralardan giriş yapan fungusların enfeksiyonlarına çınarlara kıyasla daha fazla açık oldukları ileri sürülebilir. Bu tez kapsamında, 2019 yılında yürütülen sürvey çalışmalarında dişbudaklarda yaygın olarak bulunan *I. hispidus* ile akçaağaçlarda yaygın olarak tespit edilen *C. squamosus*, yalnızca birkaç çınar ağacında tespit edilmiştir. Budama zamanı ve tekniklerinin uygun bir şekilde uygulanmaması, bu tehlikeli odun patojenlerinin çınarlarda da yaygınlaşmasına sebep olabileceği öngörülebilir.

Literatür incelendiğinde, ülkemizde dikili ağaçlar üzerinde çok sayıda odun çürüklüğü fungusunun tespit edilmiş olduğu (Lehtijarvi et al. 2014b, Sesli vd., 2020), ancak doğrudan kent ağaçlarında görülen patojenik odun çürüklüğü funguslarının belirlenmesine yönelik çalışmaların çok nadir olduğu (Lohwag 1965, Selik ve Aksu 1964, Bilge 2004, Severoğlu 2005, Kılıç 2010) anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmalarda fungusların zararı ya da yaygınlıkları belirlenmemiştir. Buna göre bu tez çalışması, ülkemizde kent ağaçlarında odun çürüklüğü funguslarının tespiti ve yaygınlığının belirlenmesi amacı ile yürütülmüş ilk çalışmadır. Bununla birlikte bu tez çalışması kapsamında fungusların ağaçlar üzerindeki zararları ele alınmamıştır. İleri de yapılacak çalışmalar ile özellikle *I. hispidus* ve *C. squamosus'*un, kent ağaçlarındaki

kolonizasyon stratejilerinin ve sebep oldukları odun çürüklüklerinin ağaçların devrilmesi ya da kırılması bakımından teşkil ettikleri risklerin araştırılması gerekmektedir.

Kent ağaçlarının bakımı ve korunması yani sağlıkları, kent ormancılığının en önemli konularından biridir. Zira ağaçlar kent ormancılığının merkezindedir ve kent ağaçları fonksiyonlarını ancak ve ancak sağlıklı oldukları sürece yerine getirilebilirler. Hastalıklı bir ağaç görsel olarak mimarı ve estetik işlevselliğini yitiriken halk güvenliği açısından da risk teşkil edebilir. Tehlikeli ağaçların tespiti, tehlikenin bertaraf edilebilirliği ya da edilmesi için yapılması gerekenler önemlidir. Bu tez çalışması, Çankırı ilinde bu konuda daha detaylı ve daha geniş alanlarda çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Gerek halk ve mal güvenliği açısından, gerekse ağaçların estetiği ve kent içi yeşil alanların sürekliliği için bu ağaçların düzenli olarak takip edilmesi ve bakımlarının odun çürüklüğü fungusları da göz önenünde bulundurularak yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Abatay M., 1983. Doğu Karadeniz Yöresinde Odunsu Bitkilere Arız Olan Mantar Türleri Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bül., Seri No: 114-118.

Abatay, M. 1986. Doğu Karadeniz bölgesinde *Trametes (Fomes) pini* (Thore ex.Fr.) Fr.'nin yayılışı konukçuları ve zararı üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi 174s.

Afyon, A., M. Konuk, D. Yagiz and S. Helfer 2005. A study of wood decaying macrofungi of western Black Sea Region, Turkey." Mycotaxon 93: 319-322.

Akata, I. 2014. Türkiye'de Makrofungus Sistematiği Üzerine Gerçekleştirilmiş Çalışmalar. 1. Ulusal Mikoloji Günleri, 01-04 Eylül 2014, Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

Allı, H. 2011. Macrofungi of Kemaliye district (Erzincan). Turkish Journal of Botany 35(3): 299-308.

Allı, H., M. Işiloğlu and M. H. Solak 2007. Macrofungi of Aydın Province, Turkey. Mycotaxon 99: 163-165.

Atasoy N. 1998. Fetihpaşa, Sultantepe ve Çamlıca korularında bulunan mantar üzerine araştırmalar. Marmara Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Bilge, N. 2004. İstanbul ili Beykoz ilçesindeki tarihi ve anıt ağaçlarda zarar yapan mantar kökenli hastalıklar. Marmara Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Bilgili, B. C., Çorbacı, Ö. L., & Gökyer, E. 2012. Çankırı Kent İçi Yol Ağaçlarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 9(2), 98-107.

Bozkurt, A.Y., Erdin, N., Ünligil, H., 1995. Odun Patolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:, İstanbul.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F. 1986. Fungi of Switzerland. Volume 2.,Nongilled Fungi, Verlag Mykologia, 412p., Switzerland.

Çakır, F., Oskay, F., 2017. The impact of maintenance and pruning practices on health of urban trees; a case study from Çankırı Province. International Symposium on New

Horizons in Forestry, 18-20 October 2017, Isparta – Turkey. Proceedıngs & Abstracts Book, p:415.

Çakır, F., Oskay, F., 2017b. Dieback of boxelders (*Acer negundo* L.) in Çankırı Province. International Forestry and Environment Symposium Climate Change and Tree Migration, 07-10.11.2017, Trabzon Türkiye, Abstract Book P. 124. Oral Presentation.

Doğan, H. H. and C. Öztürk 2006. Macrofungi and their distribution in Karaman province, Turkey. Turkish Journal of Botany 30(3): 193-207.

Doğan, H. H., Öztürk, C., Kaşık, G., & Aktaş, S. 2005. A checklist of Aphyllophorales of Turkey. Pak J Bot, 37(2), 459-485.

Doğmuş -Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2006. Heterobasidion abietinum on Abies species in western Turkey. Forest Pathology, 36: 280-286.

Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Karaca, G. Ve Aday, A.G., 2007b. Heterobasidion annosum s. l.' un Uludağ göknarında oluşturduğu alt gövde çürüklüğünün arazi ve laboratuar metotları ile tespiti. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 1: 58- 67.

Doğmuş-Lehtijärvi, H. T Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A. G., Karadeniz, M., 2008. Annosum kök ve alt gövde çürüklüğünün Abies bornmülleriana ve Abies cilicica meşcerelerinde yoğunluğunun belirlenmesi. Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry Journal, 9: 111- 120. (in Turkish, English abstract).

Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi,, A., Korhonen, K.,2007a. Heterobasidion on Abies nordmanniana in northeastern Turkey. Forest Pathology, 37: 387-390.

Doğmuş-Lehtijarvi, H., Ayse, A. D. A. Y., Oskay, F., & Lehtijärvi, A. 2014. Seydişehir İlçesi, Toros Göknarı meşcerelerinde Heterobasidion abietinum tarafından kaynaklanan çürüklüğün gövde içindeki gelişimi ve mücadelesi. Türkiye Ormancılık Dergisi, 15(2), 94-101.

Doğmuş-Lehtijärvi, H.T. and Lehtijärvi, A. 2007. Occurrence of Porodaedalea pini (Brot. Fr.) Murr. in pine forests of the lake district in south-western Turkey. Phytopathologia Mediterranea. 46(3): 316-319.

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

Feyzioğlu T. 2009. İstanbul Büyükçekmece ilçesindeki park-bahçe ve özel bahçelerdeki ağaç ve çalılarda görülen bitki hastalıkları. Marmara Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Frings, R. A., Maciá-Vicente, J. G., Bußе, S., Čmoková, A., Kellner, H., Hofrichter, M., & Hennicke, F. 2020. Multilocus phylogeny-and fruiting feature-assisted delimitation of European Cyclocybe aegerita from a new Asian species complex and related species. Mycological Progress, 19(10), 1001-1016.

Gardes, M., and T. D. Bruns. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes - application to the identification of mycorrhizae and rusts. Molecular Ecology, 2: 113-118.

Güneysu, İ. 2013. İstanbul'un Kadıköy ilçesinde yer alan park alanlarındaki ağaç, ağaççık ve çalı yapraklarındaki mantar hastalıkları. Marmara Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi

Hall TA. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symposium Series 41: 95–98.

Hopple Jr, J. S., and Vilgalys, R. 1994. Phylogenetic relationships among coprinoid taxa and allies based on data from restriction site mapping of nuclear rDNA. Mycologia, 86(1), 96-107.

Kılıç, K. 2010. İstanbul boğazı, Anadolu yakası kıyı şeridindeki çınarların (Platanus sp.) mantar hastalıkları üzerindeki araştırmalar. Marmara Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Kılıç, N., 2010. İstanbul Boğazı, Anadolu Yakası Kıyı Şeridindeki Çınarların (Platanus sp.) Mantar Hastalıkları Üzerindeki Araştırmalar. Marmara Üniversites Fenbilimleri Enstitüsü. Biyolojis anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Krimi, Z., Mehdid, S., 2001. Identification of wood-decay fungi infecting various forest trees. EPPO Bulletin 31, 114-115.

Lehtijarvi, A., Aday Kaya, A.G., . Tunalı, Z. Yeltekin, Ş., Doğmuş- Lehtijärvi, H. T. ve Oskay F. 2014b. Türkiye Ormanlarında Kök ve Odun Çürüklüğü Fungusları; Dikili Ağaçlarda Çürüklük Funguslarının Tespitinde Modern Tekniklerin

Kullanım Olanakları. II. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, 7-9 Nisan, Antalya, Türkiye.

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.

Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Aday Kaya, A. G., Ünal, S., & Woodward, S. 2017. Armillaria ostoyae in managed coniferous forests in Kastamonu in Turkey. Forest Pathology, 47(6), e12364.

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: 470-476

Lehtijarvi, A., H.T. Doğmuş- Lehtijärvi, A.G. Aday Kaya ve F. Oskay 2014a. Türkiye ormanlarında tespit edilen patojenik Armillaria türleri. II. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, 7-9 Nisan, Antalya, Türkiye.

Lohwag K. 1964. Belgrad Ormanından Mikolojik Notlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri B, 14(2): 128-135

Lohwag K., 1965. Ankara ve Çevresindeki Ağaçlara Arız Olan Mantar Türleri (Çevirenler:Karaca I., Göbelez M.) Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı, 4:246-249.

Lohwag, K., 1957: Türkiye'nin Mantar Florası hakkında araştırma. Ein Beitrag zur Pilzflora der Türkei. İstanbul Üniv. Orman Fakül. Dergisi, Ser. A, 7(1), 118-137.

Lohwag, K., 1959. Kavaklarda Odun Çürüklükleri (Çeviren: Selik M.). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 9(1), 7-10.

Lonsdale, D. 1999. Principles of Tree Risk Assessment and Management. London, The Stationery Office. 388 pp.

Niemela, T. and P. Uotila 1977. Lignicolous macrofungi from Turkey and Iran. Karstenia 17: 33-39.

Oskay, F., 2012. Kent Ağaçlarının Sağlığı ve Güvenliği; Biyotik ve Abiyotik Faktörler, Etiolojileri, Simptomatolojileri, Tanı ve Mücadele Yöntemleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Semineri, Isparta, 47pp

Oskay, F., 2018. Wood Decay Fungi of Urban Trees; Importance and Recent Advances in Molecular Identification Tools. International Ecology 2018 Symposium, 19-23

June 2018, Kastamonu/TURKEY, Abstract Book, ISBN: 978-605-4697-17-5, pp: 1116, Poster, Published on 05/07/2018

Plank, S., Wolkinger, F., 1977. Distribution of Inonotus hispidus in France and some border areas. Revue de Mycologie 41, 397-407.

Potter, C., Harwood, T., Knight, J., & Tomlinson, I. 2011. Learning from history, predicting the future: the UK Dutch elm disease outbreak in relation to contemporary tree disease threats. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 366(1573), 1966-1974.

Rehner, S. A., and Samuels, G. J. 1994. Taxonomy and phylogeny of Gliocladium analysed from nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. Mycological Research, 98(6), 625-634.

Rojas, A., L. Silva and A. Gugliotta 2018. Diversity of Ganoderma spp. and falls of urban trees in Brazil and Colombia. Biodiversity Int J 2(2): 178-179.

Schmidt O., 2006. Wood and Tree Fungi: Biology, Damage, Protection, and Use. Berlin, Springer. Verlag Berlin Heidelberg.

Schwarze, F.W.M.R., J. Engels, and C. Mattheck. 2000. Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Berlin, Springer-Verlag. 185 pp

Selik M. ve Aksu S., 1967. İstanbul'un Park Ve Korularındaki Yerli Ve Yabancı Ağaç Türlerine Arız Olan Odun Tahrip Eden Mantarlar, Istanbul Ünv. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 17(1):90-95.

Selik M., 1962. Güneybatı Anadolu'da Odun Tahrip Eden Bazı Mantarlar ve Bilhassa Schizophyllum Commune Fr., Istanbul. Üniv. Orman Fak. Dergisi, Seri A,12(2):120-124.

Selik M., 1973a. Türkiye Odunsu Bitkileri Özellikle Orman Ağaçlarında Hastalık Amili ve Odun Tahrip Eden Mantarlar, Istanbul Üniv. Orman Fak. Yayınları 199, Istanbul.58

Selik M., 1973b. Doğu Karadeniz Bölgesi, Özellikle Trabzon Civarında Odun Tahripçisi Mantarlar, Istanbul Üniv. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 23(2):33-38.

Sesli, E. and C. M. Denchev 2008. Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. Mycotaxon 106(2008): 65.

Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. 2020. Türkiye Mantarları Listesi. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları, İstanbul, 1177s.

Severoğlu, Z. 2005. İstanbul Büyükada'da yetişen tabii ve süs bitkilerde ortaya çıkan mantar hastalıkları. Marmara Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi

Solak, M. H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., ve Allı, H., 2007. Makrofungi of Turkey. Checklist. İzmir, 254s.

Solak, M. H., M. Işıloğlu, E. Kalmış and H. Allı 2015. Macrofungi of Turkey: Checklist volume II. İzmir, Üniversiteliler Ofset.

Sümer S., 1976. Belgrad Ormanı'ndan Kesilmiş Odunlara Arız Olan Önemli Odun Tahripçisi Mantarlar Üzerinde Araştırmalar, İstanbul Üniv. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 26(1):175-235.

Sümer S., 1977. Belgrad Ormanındaki Ağaçlarda Çürüklük Doğuran Önemli Mantarlar (Important Fungi Causing Decay of Standing Trees in the Belgrad Forest), İstanbul Üniv. Orman Fak Yayınları, 239-244, İstanbul.61

Sümer S., 1982. Batı Karadeniz Bölgesi, Özellikle Bolu Çevresinde Bulunan Odun Tahripçisi Mantarlar (Important Fungi in the Western Black Sea Region of Turkey, Specially in and Around Bolu Province), İstanbul Üniv. Orman Fak. Yayınları 297-312, İstanbul.

Terho, M., Hantula, J., Hallaksela, A.M., 2007. Occurrence and decay patterns of common wood-decay fungi in hazardous trees felled in the Helsinki City. Forest Pathology 37, 420-432.

Torta, L., Bella, P., Conigliaro, G., Mirabile, G., Laudicina, V. A., Giambra, S., ... & Gargano, M. L. 2019). First report of Pleurotus fuscosquamulosus (Pleurotaceae, Basidiomycota) in Italy naturally occurring on new tropical hosts. Fl. Medit. 29: 197-206. https://doi.org/10.7320/FlMedit29.197

White, T.J., Bruns, T, Lee, S. and Taylor, J.W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications Edited by: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ. New York: Academic Press Inc; 315-322.

Zabel, R. A., and Morrell, J. J. 2020. Wood microbiology: decay and its prevention. Academic press. 556pp.

EKLER

Ek 1 Keşif sürveylerinde tespit edilen fungal üreme yapılarının, konukçu ve konum bilgileri

Morfotip grubu	Üreme yapısı özellikleri				Konukçu	Ağacın bulunduğu yer		Örnek adı	Örnek ağaç no
	Tipi	Tanım	Ağaç üzerindeki yeri	Durumu					
1	Resupunat, porlu	Odun dokusuna yapışmış durumda, grimsi, porlar beyazımsı krem	Gövde, çürüklük	Bozulmaya başlamış	*Salix babylonica* L	Hacettepe cad.	Kamu binası bahçesi	AY1-M	1
2	Şapkalı, lamelli	Koyu kahverengi, lamelli, saplı	Gövde üzerinde kovuk içi çürüklük	Bozulmuş	*Acer negundo* L.	Yanlar cad.	Orta refuj	AY16-M	2
3	Şapkalı, lamelli	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, tekli	Gövde, kovuk içerisinde	Taze	*Acer negundo* L.	Yanlar cad.	Orta refuj	AY13-M	3
3	Şapkalı, lamelli	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, tekli	Gövde, kovuk içerisinde	Taze	*Acer negundo* L.	Yanlar cad.	Orta refuj	AY13-2(AY33-I)	**3**
3	Konsol şeklinde, porlu	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, bir kaçı bir arada	Gövde, kovuk içerisinde	Taze	*Platanus orientalis* L.	Kastamonu cad.	Kaldırım	AY20-M	4
3	Şapkalı, lamelli	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, tekli	Gövde, kovuk içerisinde	Taze	*Acer negundo* L.	Mehmet Akif Ersoy Cad.	Kaldırım	AY21-Mİ	5
3	Şapkalı, lamelli	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, bir kaçı bir arada	Gövde, çürüklük üzeri	Taze	*Acer negundo* L.	Refik Saydam Cad.	Kaldırım	AY3-M	6
3	Şapkalı, lamelli	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, bir kaçı bir arada	Gövde, çürüklük üzeri	Taze	*Juglans regia* L.	Bademlik sok.	Kaldırım	AY4-M	7
3	Şapkalı, lamelli	Şapka bej-kahverenkli, çatlaklı, tekli	Kalın dal	Bozulmaya başlamış	*Acer negundo* L.	Adnan Menderes cad.	Çoçuk parkı içerisinde	AY36	8
3	Şapkalı, lamelli	Şapka bej-kahverenkli,	Gövde, yara	Bozulmaya başlamış	*Acer negundo* L.	Ali İnandık cad.	Kaldırım	AY37	9

Morfotip grubu	Üreme yapısı özellikleri				Konukçu	Ağacın bulunduğu yer		Örnek adı	Örnek ağaç no
	Tipi	Tanım	Ağaç üzerindeki yeri	Durumu					
		çatlaklı, Bir kaç tanesi bir arada							
3	Şapkalı, lamelli	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, bir kaçı bir arada	Gövde, çürüklük üzeri	Taze	*Acer negundo* L.	Org. İsmail Hakkı Karadayı Blv.	Kaldırım	AY38	10
3	Şapkalı, lamelli	Şapka beyazımsı krem, çok hafif pembemsi-krem, tekli	Gövde, kovuk içerisinde	Taze	*Acer negundo* L.	Org. İsmail Hakkı Karadayı Blv.	Kaldırım	AY39	11
3	Şapkalı, lamelli	Şapka krem renkli, üst yüzey kahverengimsi çattaklı, lameller açık kahverengi, çoklu	Üst gövdede, budama yarası üzerinde	Taze	*Acer negundo* L.	Atatürk Bulvarı	Kaldırım	AY40	12
3	Şapkalı, lamelli	Şapka bej-kahverenkli, çatlaklı, tekli	Geniş budama yarası, tekli	Bozulmaya başlamış	*Acer negundo* L.	Atatürk Bulvarı	Kaldırım	AY41	13
4	Üreme yapısı koparılmış, bir kısmı var	Trama demir pası renginde, süngerimsi, lifli	Gövde, yara	Kuru,	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	Taşmescid cad.	Kaldırım	AY11-M	14
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde	Taze	*Fraxinus exelsior L.*	Adnan Menderes Cad.	Kaldırım	AY18-Mİ	16
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde	Kurumaya başlamış	*Platanus orientalis* L.	Kastamonu cad.	Kaldırım	AY19-Mİ	17
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde, yara	Taze	*Fraxinus exelsior L.*	Mehmet Akif Ersoy Cad.	Kaldırım	AY28-İ	18
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde, çürüklük üzeri	Kuru	*Acer negundo* L.	Zafer cad.	Kaldırım	AY5-M	19
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst	Gövde, çürüklük üzeri	Kuru	*Acer negundo* L.	Kastamonu cad.	Kaldırım	AY6-M	20

Morfotip grubu	Üreme yapısı özellikleri				Konukçu	Ağacın bulunduğu yer		Örnek adı	Örnek ağaç no
	Tipi	Tanım	Ağaç üzerindeki yeri	Durumu					
		yüzey hafif tüylü, kuru							
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde	Kurumaya başlamış	*Fraxinus exelsior* L.	Alparslan Türkeş Cad.	Kaldırım	AY42	21
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde	Kuru	*Fraxinus exelsior* L.	Atatürk Bulvarı	Kaldırım	AY43	22
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde	Kuru	*Fraxinus exelsior* L.	Necip Fazıl Kısakürek Sok.	Kaldırım	AY44	23
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde, yara	Taze	*Fraxinus exelsior L.*	Zafer cad.	Kaldırım	AY45	24
4	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Gövde	Kurumaya başlamış	*Morus alba* L.	Tevfik fikret cad., Manolya sok	Kaldırım	AY46	25
5	Konsol şeklinde, siyah, kömürleşmiş	Siyah, kömürleşmiş gibi	Gövde, yara	Bozulmuş	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	Taşmescid cad.	Kaldırım	AY12	14
5	Konsol şeklinde, porlu	Siyah, kömürleşmiş gibi	Gövde, çürüklük üzeri	Bozulmuş	*Fraxinus exelsior* L.	Adnan Menderes Cad.	Kaldırım	AY7	26
5	Konsol şeklinde, porlu	Siyah, kömürleşmiş gibi	Gövde	Tamamen kuru	*Fraxinus exelsior* L.	Necip Fazıl Kısakürek Sok.	Kaldırım	AY47	27
5	Konsol şeklinde, siyah, kömürleşmiş	Siyah, kömürleşmiş gibi	Kalın dallarda, birden fazla	Kuru	*Sophora japonica* L.	Adnan Menderes Cad.	Kaldırım	AY48	28
6	Toynak şeklinde, porlu	Sarımsı, üst yüzey kadifemsi tüylü	Gövde	Taze, sulu	*Fraxinus exelsior* L.	Refik Saydam Cad.	Kaldırım	AY29-İ	29
6	Toynak şeklinde, porlu	Krem-kahverengi, üst yüzey pürüzsüz	Gövde	Taze, sulu	*Sophora japonica* L.	Adnan Menderes Cad.	Kaldırım	AY25-İ	30
7	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzeyi sarımsı -krem kahverengi tüylü	Alt gövde	Taze ve bozulmuş çok sayıda	*Amygdalus communis* L.	Bademlik cad.	Kamu binası bahçesi	AY27-İ	31

Morfotip grubu	Üreme yapısı özellikleri				Konukçu	Ağacın bulunduğu yer		Örnek adı	Örnek ağaç no
	Tipi	Tanım	Ağaç üzerindeki yeri	Durumu					
8	Konsol şeklinde, porlu	Kenarlar beyazımsı krem, turuncumsu sarı-kahverengi, üst yüzey tüylü, sulu	Gövde	Taze	*Morus alba* L.	Ufuk sok.	Ev bahçesi	AY31-İ	32
9	Konsol şeklinde, Kav mantarı	Gri-grimsi siyah, konsantrik zonlu, üst yüzey kalın ve sert, tekli ya da alt alta çok sayıda	Çürümüş gövde üzerinde, çok sayıda	Normal formda, bazıları bozulmuş	*Salix babylonica* L	Ahmet Talat Onay Blv.	Çay bahçesi içerisinde	AY49	33
10	Konsol şeklinde, porlu	Gri-Kahverengi, uçkısımlar beyazımsı, tabakalı	Kök boğazı, kovuk	Kuru	*Acer negundo* L.	Yanlar cad.	Orta refüj	AY17-M	15
10	Konsol şeklinde, porlu	Gri-Kahverengi, uçkısımlar beyazımsı, tabakalı	Kök boğazı, kovuk	Kuru	*Acer negundo* L.	Yanlar cad.	Orta refüj	AY17-2 (AY35-İ)	15
11	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey beyazımsı krem, alt yüzey beyaz, belirgin bir formu yok, etli	Kök boğazı	Taze	*Platanus orientalis* L.	Kastamonu Cad.	Kaldırım	Ay22-Mİ	34
11	Konsol şeklinde, porlu	Beyaz renkli, porlu	Kovuk içi çürüklük	Bozulmaya başlamış	*Platanus orientalis* L.	Kastamonu Cad.	Kaldırım	Ay23-Mİ	35
12	Yelpaze şeklinde, kuru, lamelli	Etli olamayan üreme yapısının üst yüzeyi beyazımsı gri renkte ince kıllı	Gövde, yara	Taze	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	Adnan Menderes Cad.	Kaldırım	AY9-M	36
12	Yelpaze şeklinde, kuru, lamelli	Etli olamayan üreme yapısının üst yüzeyi beyazımsı gri renkte ince kıllı	Kuru dal üzerinde kurumuş kabuk üzerinde ve altında	Taze ve kuru çok sayıda	*Acer negundo* L.	Adnan Menderse cad.	Çoçuk parkı içerisinde	AY50	37
12	Yelpaze şeklinde, kuru, lamelli	Etli olamayan üreme yapısının üst yüzeyi beyazımsı gri renkte ince kıllı	Dal üzerinde, dalın gövde ile birleştiği yerde	Taze ve kuru çok sayıda	*Tilia argentea* Desf.	Bademlik sok.	Kaldırım	AY51	38

Morfotip grubu	Üreme yapısı özellikleri			Durumu	Konukçu	Ağacın bulunduğu yer		Örnek adı	Örnek ağaç no
	Tipi	Tanım	Ağaç üzerindeki yeri						
12	Yelpaze şeklinde, kuru, lamelli	Etli olamayan üreme yapısının üst yüzeyi beyazımsı gri renkte ince kıllı	Ölü ağaç üzerinde, kabuk üzeri ve altıda, kök boğazından yukarı doğru gruplar halinde	Taze	*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle	Adnan Menderes Cad.	Otopark alanı	AY52	39
13	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli	Gövde	Kuru	*Platanus orientalis* L.	Kastamonu Cad.	Kaldırım	Ay24-M	40
13	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli	Budama kaynaklı yara üzerinde, üst gövde	Bozulmuş	*Acer negundo* L.	Refik Saydam Cad.	Kaldırım	AY30-İ	41
13	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli, birden fazla ayrı ayrı	Üst gövde, budama yarası üzerinde	Kuru	*Acer negundo* L.	Tuğgeneral Zeki Durlanık Cad.	Kaldırım	AY53	42
13	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli, çok geniş	Budama kaynaklı yara üzerinde, üst gövde	Taze	*Acer negundo* L.	Atatürk Bulvarı	Kaldırım	AY54	43
13	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli	Budama kaynaklı yara üzerinde, üst gövde	Taze	*Acer negundo* L.	Atatürk Bulvarı	Kaldırım	AY55	44
13	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli, küçük	Budama kaynaklı yara üzerinde, üst gövde	Bozulmuş	*Acer negundo* L.	Manifaturacılar cad.	Kaldırım	AY56	45
13	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli, küçük	Gövde	Taze	*Platanus orientalis* L.	Zafer cad.	Kaldırım	AY32-İ	46
13	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Dal budama yarasında, çürüyen odunda	Kuru	*Acer negundo* L.	Yanlar cad.	Orta refuj	AY15-M	15
13	Konsol şeklinde, porlu	Demir pası renginde, üst yüzey hafif tüylü, kuru	Dal budama yarasında, çürüyen odunda	Kuru	*Acer negundo* L.	Yanlar cad.	Orta refuj	AY15-2 (AY34-İ)-farklı tarihte	15

Morfotip grubu	Üreme yapısı özellikleri				Konukçu	Ağacın bulunduğu yer		Örnek adı	Örnek ağaç no
	Tipi	Tanım	Ağaç üzerindeki yeri	Durumu					
14	Şapkalı, lamelli (Coprinoid)	Gümüşümsü- gri konik şapkalı, küçük çok sayıda	Üst gövde, çürüklük üzerinde	Taze	*Robinia pseudoacacia* L.	Yanlar Cad.	Orta refuj	AY14-M	47
15	Şapkalı, lamelli	Şapka turuncu-kahverengi, parlak, lameller sarımsı, sap hafif kadifemsi	Alt gövde, yara üzerinde	Taze	*Acer negundo* L.	Çarşamba pazarı cad. Öztaş Sok.	Kaldırım	AY57	48
16	Puf mantarı	-	Kovuk içerisinde	Bozulmaya başlamış	*Fraxinus exelsior* L.	Tevfik fikret cad.	Kaldırım	AY58	49
17	Şapkalı, lamelli	Koyu kahverengi, lamelli, yelpaze şeklinde, sap kısmı kalın	Gövde üzerinde, çürüklük	Bozulmaya başlamış	*Salix babylonica* L	Hacettepe cad.	Kamu binası bahçesi	AY2-M	50
18	Yelpaze şeklinde, etli, lamelli	Şapka krem renkli, üst yüzey pürüzsüz, sap yok	Budama kaynaklı yaraçatlağında	Taze, tam olgunlaşmamış	*Salix babylonica* L	Çankırı-Kastamonu yolu	Kaldırım	AY59	51
19	Konsol şeklinde, porlu	Üst yüzey pullu, alt yüzey krem geniş porlu, tekli, çok geniş	Gövde, yara	Kuru	*Platanus orientalis* L.	Taşmescid cad.	Kaldırım	AY10-M	52
19	Şapkalı, lamelli	Şapka kahverengi, Sap kalın ve etli, kümeler halinde	Kesilmiş kütüğün kök bogazında, toprakta	Taze, tam olgunlaşmamış	Dip kütüğü	Adnan Menderes cad.	Kaldırım	AY60	53
20	Bozulmuş mantar kalıntısı	-	Gövde, çürüklük üzeri	Bozulmuş	*Fraxinus exelsior* L.	Adnan Menderes Cad.	Kaldırım	AY8-M	54

Ek 2 Fungal üreme yapılarından izole edilen DNAların konsantrasyon ve saflık bilgileri

ÖRNEK ADI	BMSample ID	LAB DNA no	Nucleic Acid	A260 (Abs)	A280 (Abs)	260/280	260/230
Ay1	1	1	67,9	1,358	0,809	1,68	0,78
Ay2	2	3	63,7	1,273	0,655	1,94	0,95
Ay3	3	2	49,4	0,989	0,462	2,14	1,24
Ay4	4	4	35,8	0,716	0,373	1,92	0,84
Ay5	5	5	18,7	0,374	0,127	2,94	0,82
Ay6	6	6	25,8	0,517	0,211	2,45	0,81
Ay7	7	7	162,1	3,243	1,766	1,84	1,43
Ay8	8	8	127,3	2,547	1,749	1,46	0,81
Ay9	9	9	23,4	0,468	0,173	2,71	0,97
Ay10	10	10	49,1	0,983	0,496	1,98	1
Ay11	11	11	15,3	0,307	0,109	2,82	0,59
Ay12	12	12	15,5	0,309	0,102	3,03	0,79
Ay13	13	13	148,1	2,961	1,657	1,79	1,06
Ay14	14	14	75,7	1,513	0,734	2,06	1,11
AY15	15	15	2350,7	47,014	37,915	1,24	0,55
AY16	16	16	825,3	16,506	12,812	1,29	0,6
AY17	17	17	70	1,4	1,101	1,27	0,59
AY18	20	20	36,4	0,728	0,345	2,11	1,18
AY20	21	21	78,9	1,579	0,909	1,74	0,68
AY21	22	22	42,6	0,853	0,43	1,98	0,58
AY22	23	23	63,7	1,274	0,62	2,05	1,17
AY23	24	24	71,2	1,423	1,036	1,37	0,56
AY24	18	18	25,4	0,508	0,199	2,55	1
AY25	19	19	38,5	0,77	0,364	2,11	0,97

Ek 3 Değerlendirme surveylerinin yapıldığı caddelerde, ağaç türlerine göre fungal üreme yapılarının bulunma adetleri ve sıklıkları (%)

Cadde adı	Ağaç Türü	Ağaç adet	Fungal üreme yapısı adet	Fungal üreme yapısı bulunma sıklığı (%)
Adnan Menderes Cad.	Acer negundo L.	10	4	40.00
	Aesculus hippocastanum L.	3	0	0.00
	Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	5	3	60.00
	Fraxinus L.	45	10	22.22
	Pinus L.	15	0	0.00
	Platanus orientalis L.	42	1	2.38
	Robinia pseudoacacia L.	1	0	0.00
	Sophora japonica L.	1	0	0.00
	Toplam	**122**	**18**	**14.75**
Ali İnandık Cad.	Acer negundo L.	13	4	30.77
	Fraxinus L.	15	0	0.00
	Morus alba L.	1	0	0.00
	Platanus orientalis L.	2	0	0.00
	Quercus L.	1	0	0.00
	Robinia pseudoacacia L.	1	0	0.00
	Tilia argentea Desf.	4	0	0.00
	Toplam	**37**	**4**	**10.81**
Alparslan Türkeş Cad.	Acer negundo L.	1	0	0.00
	Aesculus hippocastanum L.	2	0	0.00
	Fraxinus L.	25	7	28.00
	Pinus L.	10	0	0.00
	Platanus orientalis L.	12	0	0.00
	Salix babylonica L.	1	2	200.00
	Toplam	**51**	**9**	**17.65**
Kastamonu cad.	Acer negundo L.	8	2	25.00
	Fraxinus L.	2	0	0.00
	Platanus orientalis L.	107	3	2.80
	Toplam	**117**	**5**	**4.27**
Mehmet Akif Ersoy Cad.	Acer negundo L.	34	3	8.82
	Fraxinus L.	3	0	0.00
	Sophora japonica L.	2	0	0.00
	Tilia argentea Desf.	3	0	0.00
	Toplam	**42**	**3**	**7.14**
Mezarlık Cad.	Acer negundo L.	5	0	0.00
	Cedrus libani A. Rich.	1	0	0.00
	Crataegus monogyna Jacq.	1	0	0.00
	Elaeagnus angustifolia L.	3	0	0.00
	Fraxinus L.	28	0	0.00
	Pinus L.	8	0	0.00
	Populus L.	11	1	9.09
	Robinia pseudoacacia L.	7	0	0.00
	Toplam	**64**	**1**	**1.56**
Taşmescid Cad.	Acer negundo L.	6	0	0.00

Cadde adı	Ağaç Türü	Ağaç adet	Fungal üreme yapısı adet	Fungal üreme yapısı bulunma sıklığı (%)
	Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	1	2	200.00
	Fraxinus L.	4	0	0.00
	Platanus orientalis L.	7	1	14.29
	Robinia pseudoacacia L.	2	0	0.00
	Toplam	**20**	**3**	**15.00**
Vali Ayhan Çevik Cad.	Acer negundo L.	3	0	0.00
	Fraxinus L.	12	5	41.67
	Toplam	**15**	**5**	**33.33**
Yanlar Cad.	Acer negundo L.	17	6	35.29
	Cupressaceae	37	0	0.00
	Fraxinus L.	10	0	0.00
	Morus alba L.	2	0	0.00
	Pinus L.	4	0	0.00
	Quercus L.	3	0	0.00
	Robinia pseudoacacia L.	1	1	100.00
	Toplam	**74**	**7**	**9.46**
Zafer Cad.	Acer negundo L.	15	2	13.33
	Aesculus hippocastanum L.	5	0	0.00
	Fraxinus L.	27	3	11.11
	Morus alba L.	1	0	0.00
	Platanus orientalis L.	33	5	15.15
	Prunus armeniaca L.	1	0	0.00
	Prunus avium L.	2	0	0.00
	Tilia argentea Desf.	4	0	0.00
	Toplam	**88**	**10**	**11.36**
Toplam		630	66	10.32

ÖZGEÇMİŞ

28.02.1981 tarihinde Kırıkkale ilinde doğdum. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Kırıkkale'de okudum. 1999 yılında Ankara Üniversitesi Çankırı Orman Fakültesinde Orman Mühendisliği bölümünü kazandım. Orman Mühendisliği Bölümünden 2004 yılında mezun oldum.

17.08.2012 tarihinde Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliğine Ağaçlandırma Şefi olarak atandım. 6 yıl burada görevime devam ettim. 08.10.2018 tarihinde Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü Balıkesir Orman Fidanlık Müdürlüğü Balıkesir Orman Fidanlık Şefliğine tayinim yapıldı. Halen aynı şeflikte Fidanlık Şefi olarak görev yapmaktayım.

Adı - Soyadı: Aycan KAYA
Doğum Yeri: Kırıkkale
Doğum Tarihi : 28,02,1981
Medeni Hali: Evli
Yabancı Dil: İngilizce
Adres: Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi
Telefon: 0544 821 07 67
E- posta: ayci7110@gmail.com

Öğrenim Durumu

Öğrenim Dönemi	Derece	Üniversite	Öğrenim Alanı
1999–2004	Lisans	Ankara	Orman Mühendisliği
2017–2020	Y. Lisans	Çankırı Karatekin	Orman Mühendisliği