



Çankırı kent ağaçlarında odun çürüklüğü funguslarının yaygınlıklarının belirlenmesi

Funda Oskay^{1*}, Aycan Kaya²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, 18200, Çankırı, Türkiye

² Orman Genel Müdürlüğü, Balıkesir Orman Fidanlık Müdürlüğü, Balıkesir, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 25/05/2022
Kabul Tarihi: 03/06/2022
<https://doi.org/10.53516/ajfr.1121039>
* Sorumlu yazar:
fundaoskay@karatekin.edu.tr

ÖZ

Çalışma, Çankırı kent merkezindeki ağaçlarda, odun çürüklüğü fungusları ve yaygınlıklarını belirlemek amacı ile 2019-2021 yılları arasında yürütülmüştür. Keşif sürveylerinde 53 ağaçtan 59 fungal üreme yapısı örneği toplanmış ve bunların ITS ya da LSU gen bölgelerinin dizilenmesi sonucunda Çankırı kent ağaçları ile ilişkili olarak, *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst., *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quél., *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. sp., *Cyclocybe aegerita* sensu lato (V. Brig.) Vizzini, *Schizophyllum commune*

Araştırma Makalesi

Fr. ve *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson tanılanmıştır. Bu fungusların yaygınlıklarını belirlemek amacı ile yapılan değerlendirme sürveylerinde kent merkezindeki on cadde boyunca sıralanan tüm ağaçlar incelenmiş ve ağaçların %10'unda fungal üreme yapısı tespit edilmiştir. *I. hispidus* ve *C. squamosus* ağaçlar üzerinde tespit edilen en yaygın türlerdir (sırasıyla %45 ve %15). Her iki tür de kent ağaçlarının yaygın ve tehlikeli patojenik odun çürüklüğü fungusları olarak bilinir. 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, *Cy. aegerita* s.l. ve *C. squamosus* yaygın olmak üzere diğer funguslar da tespit edilmiştir. Çınarlarda *I. hispidus* ve *C. squamosus* nadir olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de canlı ağaçlar üzerinde, bu çalışmada belirlenen funguslar da dahil olmak üzere çok sayıda odun çürüklüğü fungusu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bildiğimiz kadarı ile bu çalışmadan önce, Türkiye'de odun çürüklüğü funguslarının yaygınlıkları kent ağaçlarının sağlığı ve halk güvenliği kapsamında araştırılmamıştır. Gelecekteki çalışmalarda, Çankırı'daki kent ağaçlarında, özellikle, *I. hispidus* ve *C. squamosus*'un neden olduğu odun çürüklüklerinin şiddetinin araştırılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Cerioporus squamosus*, Fungus, *Inonotus hispidus*, kent ağaçları sağlığı, odun çürüklüğü

Frequency of wood decay fungi in urban trees in Çankırı

ABSTRACT

The study was conducted to identify and determine the frequency of wood decay fungi in urban trees in Çankırı city centre. During surveillance surveys, fifty-nine fungal fruit bodies were collected from fifty-three trees. Based on ITS and LSU DNA sequence analysis, *Inonotus hispidus*, *Cerioporus squamosus*, *Pleurotus* sp., *Cyclocybe aegerita* sensu lato, *Schizophyllum commune* and *Coprinellus micaceus* were identified in urban trees. The frequencies of these fungi on urban trees planted along ten main streets in the city centre were determined through systematic surveys. Fungi were detected on 10 % of the trees. *I. hispidus* and *C. squamosus* were the most common wood decay fungi (45 and 15 % respectively). Both species are recognized among common and dangerous pathogenic wood decay fungi of urban trees worldwide. 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*, *Cy. 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. In Turkey, numerous wood decay fungi, including those detected in this work, were identified on living trees. Nevertheless, to our knowledge, the frequencies of wood decay fungi were not investigated before this work in Turkey. In future studies, we suggest investigating the severity of wood decays especially those caused by *I. hispidus* and *C. squamosus* in urban trees in Çankırı.

Key Words: *Cerioporus squamosus*, fungi, *Inonotus hispidus*, urban tree health, wood decay

Bu makaleye atf:

Oskay, F., Kaya, A., 2022. Çankırı kent ağaçlarında odun çürüklüğü funguslarının yaygınlıklarının belirlenmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(1), 90-99.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

1. Giriş

Kent ağaçları, kent ekosistemine ve kent insanına sağladığı çok yönlü hizmet ve katkılarla yaşamsal değere sahiptir. Kenti görsel, estetik ve ekolojik açıdan iyileştirmeleri, insanların sağlığını ve yaşam kalitesini olumlu yönde etkilemeleri bu katkıların yalnızca küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, ağaçlar, kullanıldıkları kentsel mekânlarda, doğal yetişme ortamlarından farklı ve yapay koşullarla karşılaşır. 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 (Tello et al., 2005). Bu stresli koşulların yılda yüzlerce kent ağacının ölümüne sebep olduğu bilinmektedir (Hilbert et al., 2019). Bunlara ek olarak, bu stres faktörlerine maruz kalan ağaçlar zayıf düşerek patojenlerin ve böceklerin saldırılarına yani biyotik faktörlerin etkisine daha kolay maruz kalırlar ve yaşam güçlerinin azalmasında ve ölümlerinde patojen ve zararlılar da etkili bir rol üstlenir (Manion, 1991; Tello et al., 2005). Diğer taraftan, özellikle istilacı yabancı patojenler ve böcekler, sağlıklı ağaçlar da dahil olmak üzere kentsel alanlarda toplu ve hızlı ağaç ölümlerine sebep olabilmektedirler. Nitekim bu tür patojen ve zararlılar günümüzde kent ağaçlarını tehdit eden en önemli sorun olarak ele alınmaktadır.

Abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin etkisiyle sağlıklarını kaybeden ya da ölen ağaçlar estetik, ekolojik, sosyo-kültürel, psikolojik vb. işlevlerini kaybederken bir taraftan da halk güvenliği açısından risk teşkil edebilirler. Kent ağaçlarının devrilmesi, dal ve gövderinin kırılması sonucu bina ya da araçların zarar gördüğüne, insanların yaralandıklarına hatta bazı durumlarda bu kazaların ölümle sonuçlandığına 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 şeklinde meydana gelmektedir. Odun çürüklükleri, dikili canlı ağaçların gövdelerinin ya da dallarının kırılmasına sebep olan ana faktörlerin başında gelmektedir (Lonsdale, 1999; Schwarze et al., 2000). 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 ve ağaç kesimi yolu ile elde edilen tomruk, kereste gibi çeşitli odun ürünlerinde görülen 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). Ağaçlarda fungusların sebep olduğu çürüklükler, geleneksel olarak ağaçlarda görüldüğü kısma göre; kök, kök ve alt gövde ile gövde çürüklüğü olarak gruplandırılır. Kök çürüklükleri stabilizeyi 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 çıkar. Bunun yanı sıra, diri odun çürüklükleri sıklıkla besin maddelerinin dolaşımının sınırlandırılmasına bağlı olarak geriye doğru ölüm ve çökmelere de yol açabilmektedir. Bazı odun çürüklüğü

funguslarının 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). Dolayısıyla, ağaçlarda çürüklüğe sebep olan fungusların çürüklük tipi ve ağaçta görüldüğü yere göre vereceği zarar, fungus türünün teşhisi ile tahmin edilebilir.

Kent ağaçlarında çürüklük funguslarının tespit ve teşhisi, ağaçların sağlık durumlarının halk güvenliği açısından değerlendirilmesinde önemli bir aşamadır ve dünya çapında bu konuya yönelik çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Tello et al., 2005; Terho et al. 2007, 2008; Guglielmo et al., 2007, 2008, 2010; Schmidt et al., 2012; Rojas et al., 2018; Fukui et al., 2018; Torta et al., 2019; Ding et al., 2020; Michalíková et al., 2021; Kobza et al., 2022). Bilimsel araştırmaların da ötesinde dünyanın birçok ülkesinde kent ağaçları yönetim planlarının bir parçası olarak ya da özel durumlarda kent ağaçlarında çürüklük funguslarının ya da çürüklüklerin tespitine yönelik incelemeler uzmanlarca (arborist), “ağaç risk değerlendirmeleri” kapsamında rutin olarak yapılan bir iş olarak karşımıza çıkmaktadır (Dunster et al., 2017; Klein et al., 2019).

Türkiye’de mikoloji alanında, doğrudan odun çürüklüğü fungusları üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır. Afyon et al. (2005), Batı Karadeniz Bölgesi odun tahripçisi makrofunguslarını belirlemek amacı ile çalışmalar yürütmüştür. Doğan et al. (2005) tarafından da Türkiye’nin Aphyllophorales takımında yer alan 246 fungal türe ilişkin bir liste yayımlanmıştır. Diğer taraftan, ormanlarda, orman ağaçlarında görülen bazı patojenik odun çürüklüğü funguslarının belirlenmesine yönelik orman patolojisi alanında çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Lohwag, 1959; Selik, 1962, 1973a, 1973b; Sümer, 1977, 1982; Abatay, 1983, 1986; Doğmuş Lehtijärvi and Lehtijärvi, 2007; Doğmuş-Lehtijärvi et al., 2006, 2007a, 2007b; 2008, 2014; Lehtijärvi et al., 2011, 2012, 2017; Beram et al., 2021). Bununla birlikte, kent ağaçları üzerinde gelişen odun çürüklüğü fungusların tespitine yönelik az sayıda da olsa bazı çalışmalar bulunmaktadır. 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. İstanbul’un çeşitli semtlerinde kent ağaçlarda görülen odun çürüklüğü funguslarının belirlenmesine yönelik çeşitli araştırmalar da yapılmıştır (Bilge, 2004; Severoğlu, 2005; Kılıç, 2010; Severoğlu ve ark., 2021). Türkiye’de canlı ağaçlarda tespit edilen patojenik çürüklük funguslarının bir kısmı Lehtijärvi ve ark. (2014) tarafından listelenmiştir. Tüm bu çalışmalar incelendiğinde, ülkemizde, ağaçlarda, kök ya da gövde çürüklüklerine yol açabilen çok sayıda patojenik çürüklük fungusunun varlığının rapor edildiği anlaşılmaktadır. Ancak bu çalışmalarda kent ağaçlarında yalnızca fungusların tespit ve teşhisine odaklanılmış, odun çürüklüğü funguslarının yaygınlıkları ya da zararları araştırılmamıştır. Ayrıca, Türkiye’de odun çürüklüğü funguslarının yaygınlıkları kent ağaçlarının sağlığı ve halk güvenliği kapsamında araştırılmamıştır.

Çankırı kent merkezinde, park, bahçe ve yol kenarlarında kullanılan çoğunluğu yapraklı türlerde, özellikle akçağaç 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, 2017b). Yakın zamanda kent merkezindeki bir ağacın dallarının çürüklük sebebi ile kırılarak düştüğüne de tanık olunmuştur. Gökmen ve Orhan, (2015), lisans bitirme projelerinde Çankırı kent ağaçlarında çeşitli odun çürüklüğü funguslarının varlığını çalışmışlardır. İlerdeki kent ağaçları üzerinde yapılan farklı çalışmalarda da kent ağaçlarında çeşitli sağlık problemlerinin görüldüğü belirtilmektedir (Bilgili ve ark., 2012).

Bu çalışma kapsamında, Çankırı'da kent ağaçlarının sağlığını olumsuz etkileyen, bunun da ötesinde ağaçların devrilmesine, dal ya da gövdelerinin kırılmasına yol açabilecek odun çürüklüğü funguslarının tespit edilmesi, teşhislerinin yapılması ve yaygınlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanı

Çankırı, İç Anadolu'nun Orta Kızılırmak bölümünün kuzey kesiminde, denizden 723 m yükseklikte 40° 30' ve 41° kuzey enlemleri ile 32° 30' ve 34° doğu boylamları arasında yer alır. Çankırı il merkezi Kızılırmak'ın kolları olan Acıçay ile Tatlıçay'ın birleştiği düzlüğe hâkim bir tepede, bir kale kenti olarak kurulmuştur. Şehir adını, Antikçağ'da (M.Ö.7000-5000), bugünkü şehrin merkezini de oluşturan Karatekin tepesindeki Gangra Kalesi'nden almaktadır. Kent, tarihin ilk döneminden itibaren yerleşim yeri olarak kullanılmış önemli bir merkezdir. 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 (Yiğit, 2019). TÜİK 2019 verilerine göre Çankırı merkez ilçe nüfusu 97.882'dir.

Koçan ve İbiş (2020) tarafından kentin yeşil alan miktarı 3,93 km² ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı 4 m² olarak belirtilmektedir. Çankırı kentinde yol, park ve bahçelerde kullanılan ağaç türleri çeşitli araştırmalarda belirlenmiş ve değerlendirilmiştir (Gül ve ark., 2006; Kuter ve Erdoğan, 2010; Bilgili ve ark., 2012). Kent peyzajında yaygın kent ağaçları arasında, *Acer negundo* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Fraxinus* spp., *Platanus* spp. ve *Pinus* spp., sayılabilir.

2.2 Sürvey çalışmaları

Bu çalışmada iki farklı sürvey yaklaşımı; i) keşif sürveyi ve ii) değerlendirme sürveyi uygulanmıştır. Bu sürveyler 2019 yılı Mayıs ve Eylül aylarında gerçekleştirilmiştir. 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 sürveylerinde ise sistematik bir yaklaşımla, Çankırı kent merkezindeki 10 caddede, cadde boyunca sıralanmış her bir ağacın kök boğazı, gövde ve dalları üzerinde herhangi bir fungal üreme yapısı bulunup bulunmadığı incelenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Değerlendirme sürveylerin yapıldığı caddeler, sürvey tarihleri ve incelenen ağaç adetleri

	Sürvey alanı	Sürvey tarihi	İncelenen ağaç adedi
1	Adnan Menderes Cad.	02.09.19	119
2	Kastamonu Cad.	02.09.19	118
3	Vali Ayhan Çevik Cad.	06.09.19	15
4	Taşmescid Cad.	02.09.19	20
5	Ali inandık cad.	02.09.19	37
6	Yanlar Cad.	03.09.19	74
7	Zafer Cad.	17.05.19	88
8	Mehmet Akif Ersoy Cad.	17.05.19	43
9	Alparslan Türkeş Cd.	18.05.19	51
10	Mezarlık Cad.	18.05.19	64

2.3 Kent ağaçlarında tespit edilen fungal üreme yapılarının toplanması, gruplandırılması ve teşhisleri

Sürveyler sırasında, incelenen bir ağaç üzerinde üreme yapısı tespit edilmesi durumunda, üreme yapısı, ağaç kabuğu ve odun dokusu içerecek şekilde ağaçtan ayrılarak örneklenmiştir. Alınan örnek, alüminyum folyo ile sarılarak kese kâğıdına koyulup etiketlenmiş ve aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Genel mikolojik incelemelerin ardından örnekler en az 2 hafta derin dondurucuda muhafaza edildikten sonra 45 °C'ye ayarlı kurutma fırınına koyularak tamamen kuruması sağlanmıştır.

Funguslar morfolojik özelliklerine göre çeşitli kaynaklardan faydalanılarak gruplandırılmış ve tanılanmış (Breitenbach and Kränzlin, 1986; Ryvarden and Gilbertson, 1993; Bozkurt ve ark., 1995). Teřhisler moleküler olarak, DNA dizi analizleri ile doğrulanmıştır. Moleküler tanı için, üreme yapılarından alınan fungal dokulardan DNA izolasyonunda E.Z.N.A plant DNA kit (OMEGA) kullanılmıştır. Fungusların tür teşhisinde, ribosomal DNA (rDNA)'ın ITS (Internal Transcribed Spacer) ya da LSU (Large Subunit) gen bölgelerinin dizi bilgisi kullanılmıştır. ITS bölgesinin çoğaltılmasında ITS1-ITS4 primer çifti (White et al., 1990), LSU gen bölgesinin çoğaltımında ise LROR - LR5 primer çifti (Rehner and Samuels, 1994; Hopple and Vilgalys, 1994) kullanılmıştır. PCR (Polymerase Chain Reaction) reaksiyonları Solis Biodyne (Estonya) FIREPol® DNA Polymerase Taq polimeraz enzimiyle gerçekleştirilmiştir. PCR ürünleri %1,5 agaroz jelde 100 volt akımda 90 dakika elektroforezde yürütülmüş ve ethidium bromide boyası kullanılarak UV ışığında görüntülenmiştir. 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 ticari bir firma aracılığıyla (BM LABOSİS, Ankara, Türkiye) gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen DNA dizileri ilk olarak BioEdit yazılımı kullanılarak düzenlenmiş ve ardından NCBI (National Center for Biotechnology Information) Gen Bankasındaki dizilerle, BLASTn® (Basic Local Alignment Search Tool) programı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tür seviyesinde teşhis için sorgulanan dizinin gen bankasındaki türlerle %99 üzerinde benzerlik göstermesi kriteri esas alınmıştır.

2.4 Çankırı kent ağaçlarında fungusların yaygınlıklarının belirlenmesi

Değerlendirme süreçlerinde, on cadde boyunca incelenen ağaçların türleri ve üzerlerinde fungal üreme yapısı bulunup bulunmadığı not edilmiştir. Bu veri seti kullanılarak kentteki ağaçlar üzerinde fungal üreme yapısı tespit edilen ağaçların yaygınlıkları yüzde (%) cinsinden hesaplanmıştır [Bulunma sıklığı (%) = $N_f / \sum N$ (incelenen ağaç sayısı) * 100]. Teşhisi yapılan fungusların yaygınlıkları da aynı yaklaşımla belirlenmiştir. Hesaplamalar tüm ağaçlar ve ağaç türlerine göre ayrı ayrı yapılmıştır.

Çizelge 2. Moleküler teşhis sonuçları

Örnek adı	Dizilenen Gen Bölgesi	Tanı	GenBank erişim kodu	Benzerlik gösterdiği referans dizinin;		
				ID	Benzerlik (%)	GenBank erişim kodu
AY24	LSU	<i>Ceriosporus squamosus</i>	ON714491	<i>Polyporus squamosus</i>	99,78	AY629320.1
AY14	ITS	<i>Coprinellus</i> sp.	ON720275	<i>Coprinellus micaceus</i>	99,1	JN943115.1
AY3	LSU	<i>Cyclocybe aegerita</i>	ON714487	<i>Cy. cylindracea/Cy. aegerita</i>	100	MT553242.1/ MN306167.1
AY13	ITS	<i>Cyclocybe aegerita</i>	ON720274	<i>Cy. aegerita</i>	100	MN530059.1/ MN306188.1
AY21	LSU	<i>Cyclocybe aegerita</i>	ON714490	<i>Cy. cylindracea/ Cy. aegerita</i>	99,82	MT553242.1/ MN306167.1
AY25	LSU	<i>Cyclocybe aegerita</i>	ON714492	<i>Cy. aegerita</i>	100	MN528795.1/ MN306167.1
AY11	LSU	<i>Inonotus hispidus</i>	ON714489	<i>Inonotus hispidus</i>	99,46	MH866537.1
AY18	ITS	<i>Inonotus hispidus</i>	ns*	<i>Inonotus hispidus</i>	99	AY624993.1
AY2	ITS	<i>Pleurotus</i> sp.	ON720273	<i>Pleurotus ostreatus</i>	99,54	MT644908.1
AY9	LSU	<i>Schizophyllum commune</i>	ON714488	<i>Schizophyllum commune</i>	100	MH873368.1

*ns: DNA dizisi GenBankasına girilmemiştir.

Çizelge 3. Teşhis edilen fungal üreme yapıları, tanı yöntemi ve konukçuları

Tanı	Dizilenen örnekler	Tanı yöntemi	Konukçular
<i>Cyclocybe aegerita</i> sensu lato (V. Brig.)Vizzini	AY3, AY13, AY21, AY25	ITS/LSU dizileme	<i>Acer negundo</i> L.
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	AY9	LSU dizileme	<i>Acer negundo</i> L. <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle <i>Tilia argentea</i> Desf. <i>Sophora japonica</i> L.
<i>Inonotus hispidus</i> (Bull.) P. Karst.	AY11, AY18	ITS/LSU dizileme	<i>Fraxinus</i> sp. <i>Morus alba</i> L. <i>Platanus orientalis</i> L. <i>Sophora japonica</i> L. <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle
<i>Coprinellus</i> P. Karst. Cf. <i>micaceus</i>	AY14	ITS dizileme	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
<i>Ceriosporus squamosus</i> (Huds.) Quéf.	AY24	LSU dizileme	<i>Acer negundo</i> L. <i>Platanus orientalis</i> L.
<i>Pleurotus</i> (Fr.) P. Kumm.	AY2	ITS dizileme	<i>Salix babylonica</i> L <i>Populus</i> sp..
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	-	Morfolojik	<i>Salix babylonica</i> L
<i>Rigidoporus ulmarius</i> (Sowerby) Imazeki*	-	Morfolojik	<i>Platanus orientalis</i> L.
<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	-	Morfolojik	<i>Acer negundo</i> L.

*Tanı kesinleştirilememiştir.

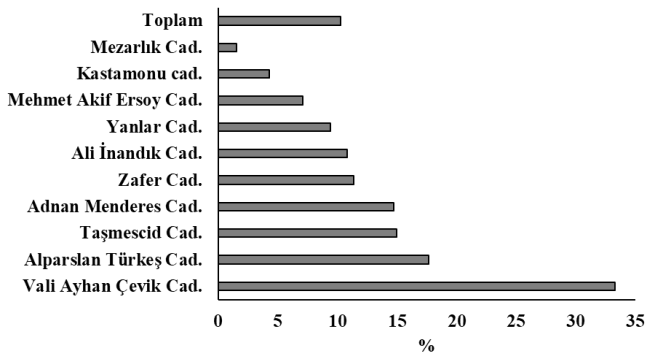
3. Bulgular

3.1 Çankırı kent ağaçlarında tespit edilen odun çürüklüğü fungusları

Keşif süreçlerinde, kentteki çeşitli park ve bahçeler ile cadde ve sokaklardaki toplam 53 adet ağaç üzerinde 59 fungal üreme yapısı tespit edilmiştir. DNA dizi analizleri 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., *Ceriosporus squamosus* (Huds.) Quéf. ve *Pleurotus* sp. (Fr.) P. Kumm. olarak teşhis edilmiştir (Çizelge 2). Bu funguslara ait DNA dizileri NCBI GenBankasına girilmiş ve Çizelge 2'de GenBank erişim kodları verilmiştir. Morfolojik olarak, Çankırı kent ağaçlarında, *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Rigidoporus ulmarius* (Sowerby) Imazeki ve *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer de tespit edilmiştir. Morfolojik olarak *R. ulmarius* olarak teşhis edilen örneğin bozulmuş bir örnek olması sebebi ile teşhisi tam olarak kesinlik taşımamaktadır. Çankırı kent ağaçlarında tespit edilerek teşhisi yapılan bu funguslar ve konukçuları Çizelge 3'te sunulmuştur.

4.2 Çankırı kent ağaçlarında odun çürüklüğü funguslarının yaygınlıkları

Çankırı kent merkezinde, on cadde boyunca yapılan sürveylerde toplam 630 ağaç incelenmiştir. İncelenen ağaçlar üzerinde toplam 66 fungal üreme yapısı tespit edilmiştir. Buna göre Çankırı kent ağaçlarının %10'unda fungal üreme yapısı tespit edilmiştir (Şekil 1). 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. Veriler fungal üreme yapılarının bulunma sıklıkları bakımından değerlendirildiğinde, üreme yapılarının en yaygın olarak Vali Ayhan Çevik Caddesi'nde (%33) tespit edildiği anlaşılmıştır (Şekil 1).

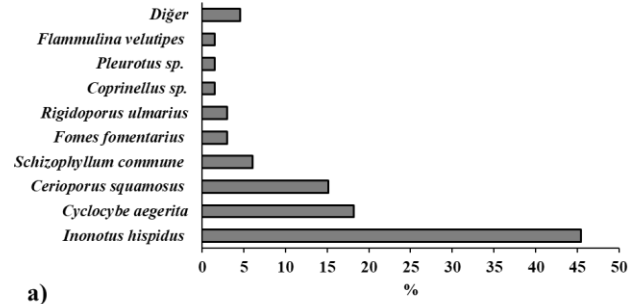


Şekil 1. Değerlendirme sürveylerinin yapıldığı caddelerde fungal üreme yapılarının bulunma sıklığı

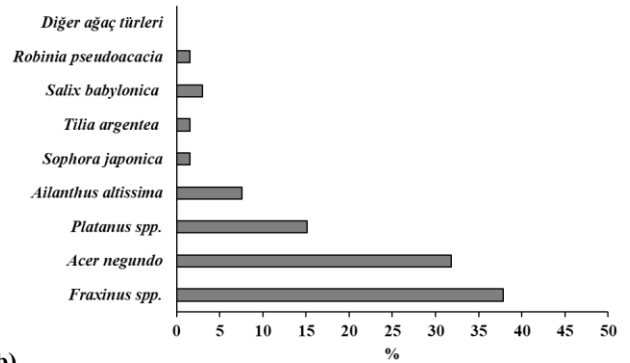
En yaygın olarak tespit edilen funguslar sırasıyla; *I. hispidus* (%45), *Cy. aegerita*. (%18), *C. squamosus* (%15) ve *S. commune* (%6)'dır (Şekil 2a). Çankırı kent ağaçlarında *I. hispidus* ve *C. squamosus* bulunma oranları sırası ile %4,6 ve %1,2'dir. Üreme yapısı tespit edilen ağaçlar arasında, en fazla üreme yapısına sırasıyla; dişbudaklar (%38), akçaağaç (%32), çınar (%15), kokar ağaç (%8), salkım söğüt (%3), kavak (%2) ve yalancı akasya (%2) üzerinde rastlanılmıştır (Şekil 2b). *I. hispidus*'a en sık dişbudaklarda olmakla birlikte, çınar, Japon Soforası ve kokar ağaçlarda da rastlanılmıştır. *Cy. aegerita* ve *C. squamosus* yalnızca akçaağaç ve çınarlarda, en sık akçaağaçlarda görülmüştür (Şekil 3).

Fungal üreme yapıları, canlı ağaçlarda, gövdede, özellikle kalın dalların budanması sonucu oluşan yaralar üzerinde tespit edilmiştir. Yalnızca bir fungus, *S. commune*, ölü bir ağaç üzerinde tespit edilmiştir. *S. commune*, canlı ağaçların kuru dallarında ya da gövde yaraları üzerinde de görülmüştür. *C. squamosus* üreme yapılarına özellikle kalın dal budama yaralarında rastlanılmıştır. *I. hispidus*'a gövde üzerinde doğrudan yara yerinde rastlanılmamıştır. *I. hispidus* ve *C. squamosus*'un görüldüğü ağaçlarda sıklıkla şiddetli ya da orta seviyede geriye doğru ölüm belirtileri izlenmiştir. *Cy. aegerita* özellikle kovuklar içinde ya da ileri seviyede çürüme belirtileri olan kalın dal budama yaraları üzerinde tespit edilmiştir. Bazı

ağaçlarda aynı ya da farklı türe ait birden fazla üreme yapısı tespit edilmiştir.



a)



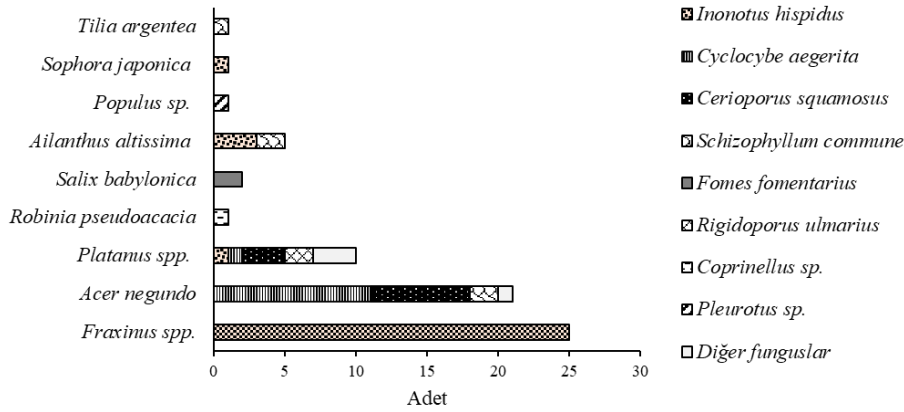
b)

Şekil 2. Çankırı'da kent ağaçlarında a) tespit edilen fungal taksonların bulunma sıklıkları (%), b) ağaç türlerine göre fungal üreme yapısı bulunma sıklığı (%)

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, Çankırı kent merkezinde yol, park ve bahçe ağaçlarında, ağaçların stabilitesini ve kırılmaya karşı direncini olumsuz yönde etkileyebilecek odun çürüklüğü funguslarının ve bunların yaygınlıklarının belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. 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.*, *Cy. aegerita sensu lato*, *S. commune* ve *Co. micaceus* doğrudan üreme yapılarından ekstrakte edilen DNAların ITS ya da LSU gen bölgelerinin dizilenmesi ile teşhis edilmiştir.

Çankırı kent ağaçlarında tespit edilen bu fungusların tümü, Türkiye'nin birçok bölgesinde yapılan mikolojik sürveylerde de tespit edilmiştir (Solak ve ark., 2007, 2015; Sesli ve ark., 2020; Solak ve Öztürk, 2022). Bu çalışmada Çankırı kent ağaçlarında yalnızca 9 fungal takson tespit edilmişken, Türkiye'de daha önce yapılan çalışmalarda, ağaçlar üzerinde tespit edilen fungus sayıları ve çeşitliliklerinin sıklıkla çok daha fazla olduğu görülmektedir. Örneğin, Lohwag (1965), Ankara ve çevresinde ağaçlar üzerinde 13 tür belirlemiştir.



Şekil 3. Fungusların tespit edildiği ağaç türlerine göre dağılımı (adet)

Daha önceki yıllarda Lohwag (1957, 1964) tarafından İstanbul'un bazı park ve bahçelerinde münferit olarak çok sayıda odun çürüklüğü fungusu tespit edilmiştir. Selik ve Aksu (1967) tarafından ise İstanbul'da, Yıldız ve Emirgan korusu ile Gülhane ve Taksim parklarında, çeşitli ağaç türleri üzerinde *Coriolus hirsutus*, *Stereum hirsutum*, *Fomes igniarius*, *Ganoderma applanatum*, *Polyporus hispidus*, *Polyporus sulphureus*, *Phellinus torulus*, *Trametes pini*, *Polyporus squamosus* tespit edildiği rapor edilmiştir (fungus adları yazar tarafından belirtilen hali ile verilmiştir). Bilge (2004), İstanbul ili Beykoz ilçesindeki 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. Kılıç (2010), İstanbul Anadolu yakasında çınarlar üzerinde odun çürüklüğüne sebep olan *Ganoderma applanatum*, *Fomes fomentarius*, *Stereum hirsutum*, *Fomes fraxinophilus*, *Fomes ulmarius*, *Bjerkandera adusta*, *Inonotus dryadeus*, *Inonotus hispidus*'un tespit edildiği bildirilmiştir. Mikolojik araştırmalarda da kentsel alanlardaki ağaçlarda çeşitli odun çürüklüğü funguslarının varlığı rapor edilmiştir. Örneğin, Allı (2011), Erzincan, Kemaliye ilçesinde yaptığı mikolojik sürveylerde tespit edilen taksonların %18'ini, ağaçlar üzerinde parazitik olarak gelişen *Armillaria mellea*, *Agrocybe cylindracea*, *Auricularia mesenterica*, *Fomes fomentarius*, *Inonotus hispidus*, *Phellinus pomaceus*, *Pholiota populnea*, *Schizophyllum commune* ve *Trametes trogii* gibi çeşitli odun çürüklüğü funguslarının oluşturduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmalarda bu fungusların yaygınlıklarının belirlenmediği görülmektedir.

Değerlendirme sürveylerinde, Çankırı kenti içinde 10 cadde boyunca sıralanan ağaçlar 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. Bu iki fungusun Çankırı kent ağaçlarında bulunma oranları sırası ile %4,6 ve %1,2, olup, kentte ağaçlar üzerinde tespit edilen fungal üreme yapılarının sırasıyla %45 ve %15'ini teşkil etmişlerdir. *I. hispidus*'a en sık dişbudak ağaçlarında rastlanılmıştır (*I. hispidus*'un tespit edildiği ağaçların %80'i). *I. hispidus*, kokarağaç ve Japon Sofarası ile çınar ve dut ağaçlarında da tespit edilmiştir. *C. squamosus*, çınar ve daha yaygın olarak

akçağaçlarda tespit edilmiş, dişbudaklarda bu fungusun üreme yapılarına rastlanılmamıştır.

Çankırı kent ağaçları üzerinde tespit edilen funguslar arasından *I. hispidus* ve *C. squamosus*, kent ağaçlarının 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 olabilmeliler (Schmidt, 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., 2000). *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 Wolking, 1977). Cezayir'de yapılan bir araştırmada da *I. hispidus*'un kentlerde ve yol kenarlarındaki dişbudak, çınar ve kavaklarda sırasıyla %54, %30 ve %20 oranında, Japon sofrası ve gladiyalarda daha nadir olarak bulunduğu belirlenmiştir (Krimi and Mehdid, 2001). *I. hispidus* ülkemizde özellikle kırsal ve kentsel alanlarda, elma, dut, ceviz gibi meyve ağaçlarında (Niemela and Uotila 1977, Doğan and Öztürk 2006, Allı ve ark., 2007) ya da kayın, meşe gibi orman ağaçlarında (Afyon et al., 2005; Öner et al., 2009) 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. Niemela and Uotila (1977) de, Türkiye'de (İzmit) yaptıkları bir sürvey çalışmasında, *I. hispidus*'un oldukça yaygın olduğunu belirtmiştir.

Çankırı kent ağaçlarında yaygın olarak rastlanılan bir diğer fungus da *Cyclocybe cincta* bağlı, birbirine morfolojik ve filogenetik olarak çok yakın ancak tür ayrımı yapılamayan funguslar olmuştur. Bu çalışmada morfolojik özelliklerine göre *Cyclocybe cylindracea* olarak tanımlanan 4 örneğin (Ay3, Ay13, AY21 ve AY25) LSU ya da ITS bölgeleri dizilenmiş ve dizileme sonuçlarına göre bu örnekler Genbankasında yer alan *Cy. aegerita* (sin: *Agrocybe aegerita* (V. Brig.) Singer) ve *Cy. cylindracea* (sin: *Agrocybe cylindracea* (DC.) Maire) dizileri ile %99-100 benzerlik göstermiştir. Arora (1986)'ya göre *Agrocybe*

aegerita ve *A. cylindracea* aynı fungusun sinonim adlarıdır ve genellikle kümeler halinde özellikle canlı yapraklı türler (söğüt, kavak ve *Acer negundo* gibi) üzerinde gelişirler. Ancak güncel taksomiye göre, *A. aegerita* ve *A. cylindracea*, *Cyclocybe* (Tubariaceae) cinsine aktarılmış ve *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini ve *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini iki ayrı tür olarak kabul edilmiştir. Diğer taraftan Frings et al. (2020) tarafından, ITS+LSU dizilerine göre oluşturulan filogenetik ağaçlarda, Genbankasından alınan bazı *Cy. cylindracea* dizilerinin *Cy. aegerita* ile aynı soy grubunda yer aldığı gösterilmiştir. Bu çalışma kapsamında oluşturulan filogenetik ağaçlarda da bu iki tür aynı soy grubunda yer almıştır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, *Cyclocybe* örneklerinin Frings et al., (2020) esas alınarak *Cy. aegerita* sensu lato olarak adlandırılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır. Türkiye’de mikolojik çalışmalarda *Cy. cylindracea* ve *Cy. aegerita* yaygın olarak tespit edilmiş makrofunguslardır (Solak ve ark., 2007, 2015). Diğer taraftan, Türkiye mantarları listesinde, *Cyclocybe* cinsine dahil yalnızca iki türe; *Cy. cylindracea* ve *Cy. parasitica*’ya yer verildiği görülmektedir (Sesli ve ark., 2020).

Cyclocybe aegerita, esas yayılışını Avrupa’da yapan, geniş yapraklı ağaçların ölü odunlarında degradesyona sebep olan beyaz çürüklük fungusudur. Dolayısıyla, *Cy. aegerita* patolojik odun çürüklüğü etmeni değildir. Bu çalışmamızda *Cy. aegerita* s.l incelenen ağaçların %2’sinde tespit edilmiştir. Bu gruba ait fungusların diğer funguslar arasında tespit edilme oranı %18’dir. Tespitler büyük oranda akçaağaçlar üzerinde yapılmış, nadiren çınarlarda da görülmüştür. Fungusa ait üreme yapıları gruplar halinde ya da tekli olup hemen hemen her durumda, ağaç kovuklarında ya da budanmış kalın dalların ölü odunlarında tespit edilmiştir.

Morfolojik tanı çalışmaları ile kent merkezindeki bir ağacın kök boğazında, çınarların önemli odun çürüklüğü funguslarından biri olan *Rigidoporus ulmarius* cf. olarak teşhis edilen bir fungus daha tespit edilmiştir. Ancak fungusun tanısı moleküler olarak doğrulanamamıştır. Türkiye’de yapılan birçok mikolojik çalışma *R. ulmarius*’un ülkemizde görülen funguslar arasında olduğuna işaret etmektedir (Solak ve ark., 2007, 2015; Solak ve Türkyılmaz, 2022).

Bu çalışmada, 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 şiddetli geriye doğru ölüm belirtileri görülen akçaağaçlarda fungal üreme yapılarının ya da işaretlerinin yaygın oluşu ortaya koyulmuştur (Çakır ve Oskay, 2017b). Bu çalışmada, 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. Nitekim, kuvvetli budamaların ağaçları zayıflattığı, dal ve sürgünlerin yöntemine uygun olmayan şekilde budanmasının çürüklüklere neden olabildiği bilinmektedir (Soylu, 2019).

Odun çürüklüklerinin önlenmesinde, ağaçların odun çürüklüğü fungusları tarafından kolonizasyonunun önlenmesi esastır. Enfekteli ağaçların bakımı, çürüklüğe sebep olan fungus türüne bağlı olarak uygun bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, kentsel çevrelerde ağaçların sağlığını ve halk güvenliğini korumak amacıyla odun çürüklüğü funguslarının tespiti ağaç bakım çalışmalarının planlanması için oldukça önemlidir. Kentsel bir alanda, ağaçlarda hangi çürüklük funguslarının bulunduğu, hangilerinin yaygın olduğunun belirlenmemesi durumunda, yapılacak olan budama başta olmak üzere bakım çalışmalarının amacına hizmet etmek yerine ağaçlarda bu çürüklük funguslarının daha da fazla zarara sebep olması ve sağlıklı ağaçlara bulaşması ile sonuçlanabilir. Bu çalışmamızda, fungal üreme yapıları, çınarlarda, akçaağaç ve dişbudaklara kıyasla çok daha düşük bulunmuştur. Bu çalışma kapsamında, 2019 yılında yürütülen sörvey çalışmalarında dişbudaklarda yaygın olarak bulunan *I. hispidus* ile akçaağaçlarda yaygın olarak tespit edilen *C. squamosus*, yalnızca birkaç çınar ağacında tespit edilmiştir. 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. 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., 2014; Sesli ve ark., 2020), ancak doğrudan kent ağaçlarında görülen patojenik odun çürüklüğü funguslarının belirlenmesine yönelik çalışmaların nispeten çok az sayıda (Lohwag 1965; Selik ve Aksu, 1964; Bilge, 2004; Severoğlu, 2005; Kılıç, 2010; Severoğlu ve ark., 2021) olduğu ve bu çalışmalarda fungusların yaygınlıklarının belirlenmemiş olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre bu çalışma, ülkemizde kent ağaçlarında odun çürüklüğü funguslarının yaygınlığının belirlenmesi amacı ile yürütülmüş ilk çalışmadır. Bununla birlikte bu çalışma kapsamında fungusların ağaçlar üzerindeki zararları ele alınmamıştır. İleride yapılacak çalışmalarda, 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 önerilebilir. Rezistograf gibi tespit araçlarından faydalanılarak hem çürüklüklerin yaygınlığı ve şiddeti hem de bunların ağaç türü, yaşı, gördüğü muameleler vb. faktörlerle ilişkileri detaylı olarak ortaya konulabilir.

Çürüklükten sorumlu fungusların teşhisi geleneksel olarak fungal üreme organlarının ya da rizomorflar gibi diğer fungal yapıların incelenmesine dayanır. Bununla birlikte bu yapılar çürüklüğün ileri safhalarında, sadece sporadik olarak belirli

sezonlarda hatta yıllarda görülebilir (Guglielme et al., 2007; Schmidt et al., 2012). Nitekim, bu çalışmada, Gökmen ve Orhan (2015) tarafından, 2014-2015 yılları arasında yapılan sürveylerde üzerinde *I. hispidus* ve *C. squamosus* tespit edilen ağaçlar yeniden incelendiğinde, bu funguslara ait üreme yapılarına rastlanılmamıştır. Buna göre, Çankırı kent ağaçlarında özellikle bu iki önemli patolojik odun çürüklüğü fungusunun yaygınlığının, bu çalışmada belirlenenen daha yüksek olduğu ileri sürülebilir. Kent ağaçlarında çürüklük funguslarının yaygınlığının yalnızca üreme yapılarının varlığına dayalı olarak belirlenmesi, bu fungusların doğurabileceği risklerin azımsanmasına, dolayısıyla yeterli önlemlerin alınmamasına yol açabilir. Odun çürüklüğü funguslarının teşhisinde 1980'lerden bu yana moleküler yöntemlerden de faydalanılmaktadır. Günümüzde, ağaçlardaki odun çürüklüğü funguslarının hızlı ve güvenilir teşhisini mümkün kılan, üreme organlarının varlığı ve ön izolasyon çalışmalarına bağlı olmayan DNA analizlerine dayanan moleküler teşhis metodları geliştirilmektedir (örneğin; Guglielmo et al., 2007; Schmidt et al., 2012; Gontier et al., 2015). Dolayısıyla, bir risk faktörü olarak kent ağaçlarında odun çürüklüğü funguslarının belirlenmesine (tespit ve teşhis) yönelik gelecekte yapılacak araştırmalarda, yalnızca üreme yapılarının varlığına dayalı tespitlerin yeterli olmadığı, moleküler yöntemlerin de kullanılması gerektiği söylenebilir. Bununla birlikte, bu çalışmamızda olduğu gibi, yalnızca üreme yapılarının varlığına dayanan çalışmalar, kent ağaçlarında hangi fungusların daha yaygın olduğu konusunda fikir vermesi açısından bir ön araştırma şeklinde yapılabilir.

Çankırı kent merkezinde yeterince yeşil alan bulunmamaktadır. Diğer taraftan kentin coğrafik konumu, iklimi toprak yapısı gibi özelliklerinden dolayı bu alanların artılma potansiyelini de sınırlıdır (Koçan ve İbiş, 2020). Dolayısıyla, mevcut kent ağaçlarının korunması ve bakımına ayrı ve özel bir ilgi gösterilmesi gerekmektedir. Bakım uygulamalarının Çankırı kent ağaçlarında nispeten yaygın olarak görülen *I. hispidus* ve *C. squamosus* gibi patojenik odun çürüklüğü funguslarının, enfekteli ağaçlarda daha fazla zarara sebep olmasını ve yeni enfeksiyonların meydana gelmesini önleyecek şekilde planlaması gerekmektedir. Aksi takdirde, Çankırı kent ağaçlarında çürüklük funguslarının yaygınlık ve zararı artarak ağaç ölümleri ve halk güvenliği açısından doğurabilecekleri riskler zamanla katlanarak artacaktır.

Teşekkür

Bu araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Çankırı Kent Ağaçlarında Odun Çürüklüğü Fungusları ve Yaygınlıklarının Belirlenmesi" başlıklı Yüksek lisans çalışmasından türetilmiştir. Araştırmanın çeşitli aşamalarında yardımcı olan Orman Yüksek Müh. Fatma Orhan ve Orman Yüksek Müh. Tuğba Tunç'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Abatay, M., 1983. Doğu Karadeniz Yöresinde Odunsu Bitkilere Arız Olan Mantar Türleri Üzerine Araştırmalar. Ormanlık 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. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Afyon, A., Konuk, M., Yagiz, D., Helfer, S., 2005. A study of wood decaying macrofungi of western Black Sea Region, Turkey. Mycotaxon, 93, 319-322.
- Allı, H., 2011. Macrofungi of Kemaliye district (Erzincan). Turkish Journal of Botany, 35(3), 299-308.
- Arora, D., 1986. Mushrooms Demystified. Ten Speed Press. Berkeley, California.
- Beram, R.C., Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Aday Kaya, A.G., 2021. Population structure of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. sensu stricto in *Pinus brutia* Ten. in south-western Turkey. Forest Pathology, 51(5), e12715.
- Bilge, N., 2004. İstanbul ili Beykoz ilçesindeki tarihi ve ant ağaçlarda zarar yapan mantar kökenli hastalıklar. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bilgili, B.C., Çorbacı, Ö.L., Gökyer, E., 2012. Çankırı kent içi yol ağaçlarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 9(2), 98-107.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., Ünlügil, H., 1995. Odun Patolojisi Ders Kitabı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul, 398s.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1986. Fungi of Switzerland. Volume 2., Nongilled Fungi, Verlag Mykologia, Switzerland, 412p.
- Çakır, F., Oskay, F., 2017a. 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. Proceedings & 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.
- Ding, S., Hu, H., Gu, J.D., 2020. Diversity, abundance, and distribution of wood-decay fungi in major parks of Hong Kong. Forests, 11(10), 1030.
- Doğan, H.H., Öztürk, C., Kaşık, G., Aktaş, S., 2005. A checklist of Aphyllophorales of Turkey. Pak J Bot, 37(2), 459-485.
- Doğan, H.H., Öztürk, C., 2006. Macrofungi and their distribution in Karaman province, Turkey. Turkish Journal of Botany, 30(3), 193-207.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., 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., Korhonen, K., 2006. *Heterobasidion abietinum* on *Abies* species in western Turkey. Forest Pathology, 36, 280-286.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2007a. *Heterobasidion* on *Abies nordmanniana* in northeastern Turkey. Forest Pathology, 37, 387-390.
- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Karaca, G., Aday, A.G., 2007b. *Heterobasidion annosum* s. l.' un Uludağ göknarında oluşturduğu alt gövde çürüklüğünün arazi ve laboratuvar 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.
- Dunster, J.A., Smiley, E.T., Matheny, N., Lilly, S., 2017. Tree Risk Assessment Manual (No. Ed. 2). International Society of Arboriculture.
- Frings, R.A., Maciá-Vicente, J.G., Buße, S., Čmoková, A., Kellner, H., Hofrichter, M., Hennicke, F., 2020. Multilocus phylogeny-and fruiting feature-assisted delimitation of European *Cycloclabe aegerita* from a new Asian species complex and related species. Mycological Progress, 19(10), 1001-1016.
- Fukui, Y., Miyamoto, T., Tamai, Y., Koizumi, A., Yajima, T., 2018. Use of DNA sequence data to identify wood-decay fungi likely associated with stem failure caused by windthrow in urban trees during a typhoon. Trees, 32(4), 1147-1156.
- Gonthier, P., Guglielmo, F., Sillo, F., Giordano, L., Garbelotto, M., 2015. A molecular diagnostic assay for the detection and identification of wood decay fungi of conifers. Forest Pathology, 45(2), 89-101.
- Gökmen, T., Orhan, F., 2015. Çankırı İli Kent Ağaçlarında Görülen Bazı Odun Çürüklüğü Funguslarının Klasik ve Moleküler Yöntemlerle Tanısı. Tübitak 2209-A öğrenci projesi.
- Guglielmo, F., Bergemann, S.E., Gonthier, P., Nicolotti, G., Garbelotto, M., 2007. A multiplex PCR-based method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees. Journal of Applied Microbiology, 103(5), 1490-1507.
- Guglielmo, F., Gonthier, P., Garbelotto, M., Nicolotti, G., 2008. A PCR-based method for the identification of important wood rotting fungal taxa within *Ganoderma*, *Inonotus* sl and *Phellinus* sl. FEMS microbiology letters, 282(2), 228-237.
- Guglielmo, F., Gonthier, P., Garbelotto, M., Nicolotti, G., 2010. Optimization of sampling procedures for DNA-based diagnosis of wood decay fungi in standing trees. Letters in Applied Microbiology, 51(1), 90-97.
- Gül, E., Abay, G., Kuter, N., 2006. Çankırı kenti park ve bahçelerindeki ağaç ve çalı türleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7(1), 60-68.
- Hilbert, D.R., Roman, L.A., Koeser, A.K., Vogt, J., van Doorn, N.S., 2019. Urban tree mortality: a literature review. Arboriculture and Urban Forestry: 45(5), 167-200.
- Hopple Jr, J.S., 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, N., 2010. İstanbul Boğazi, Anadolu yakası kıyı şeridindeki çınarların (*Platanus* sp.) mantar hastalıkları üzerindeki araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü.
- Klein, R.W., Koeser, A.K., Hauer, R.J., Hansen, G., Escobedo, F.J. 2019. Risk assessment and risk perception of trees: A review of literature relating to arboriculture and urban forestry. Arboric. Urban For, 45(1), 23-33.
- Kobza, M., Ostrovský, R., Adamčíková, K., Pastirčáková, K. 2022. Stability of trees infected by wood decay fungi estimated by acoustic tomography: a field survey. Trees, 36(1), 103-112.
- Krimi, Z., Mehdid, S., 2001. Identification of wood-decay fungi infecting various forest trees. EPPO Bulletin 31, 114-115.
- Koçan, N., İbiş, Ş.S., 2020. Çankırı ili kentsel açık yeşil alan varlığının belirlenmesi ve geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(2), 154-163.
- Kuter, N., Erdoğan, E., 2010. Çankırı kentsel sit alanının bitki varlığı açısından değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(2),105-111.
- 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.
- 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., Aday Kaya, A.G., Tunalı, Z. Yeltekin, Ş., Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Oskay F., 2014. 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.Bildiriler Kitabı, 85-96.
- 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.
- 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.
- 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.
- Lonsdale, D. 1999. Principles of Tree Risk Assessment and Management. London, The Stationery Office. 388 pp.
- Manion, P.D., 1991. Tree Disease Concepts (No. 634.963 M278 1991). Prentice Hall.
- Michalíková, A., Beck, T., Gáper, J., Pristaš, P., Gáperová, S. 2021. Can wood-decaying urban macrofungi be identified by using fuzzy interference system? An example in Central European *Ganoderma* species. Scientific Reports, 11(1), 1-10.
- Niemela, T., Uotila, P., 1977. Lignicolous macrofungi from Turkey and Iran. Karstenia 17, 33-39.
- Öner, N., Dogan, H.H., Ozturk, C., and Gurer, M., 2009. Determination of fungal diseases, site and stand characteristics in mixed stands in Ilgaz-Yenice forest district, Cankiri, Turkey. Journal of Environmental Biology, 30(4), 567-575.
- Plank, S., Wolking, F., 1977. Distribution of *Inonotus hispidus* in France and some border areas. Revue de Mycologie 41, 397-407.

- Rehner, S.A., 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., Silva, L., Gugliotta, A., 2018. Diversity of *Ganoderma* spp. and falls of urban trees in Brazil and Colombia. *Biodiversity Int J*, 2(2), 178-179.
- Ryvarden, L., Gilbertson, R.L., 1993. *European Polypores*. Part 1. Oslo, Norway: Fungiflora, 387pp.
- Schmidt O., 2006. *Wood and Tree Fungi: Biology, Damage, Protection, and Use*. Berlin, Springer.
- Schmidt, O., Gaiser, O., Dujesiefken, D., 2012. Molecular identification of decay fungi in the wood of urban trees. *European Journal of Forest Research*, 131(3), 885-891.
- Schwarze, F.W.M.R., Engels, J., Mattheck, C., 2000. *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Berlin, Springer-Verlag. 185 pp.
- Selik, M., Aksu S., 1967. İstanbul'un park ve korularındaki yerli ve yabancı ağaç türlerine arız olan odun tahrip eden mantarlar. İstanbul Üniv. 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., İstanbul. 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, İstanbul Üniv. Orman Fak. Yayınları 199, İstanbul, 58s.
- Selik, M., 1973b. Doğu Karadeniz Bölgesi, özellikle Trabzon civarında odun tahripçisi mantarlar. İstanbul Üniv. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 23(2), 33-38.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. 2020. Türkiye Mantarları Listesi. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları, İstanbul, 1177s.
- Severoğlu, Z., 2005. İstanbul Büyükkada'da yetişen tabii ve süs bitkilerde ortaya çıkan mantar hastalıkları. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Severoğlu, Z., Sümer, S., Uras, M.E., 2021. İstanbul Büyükkada'da yetişen ağaçlara zarar veren odun çürüklüğü mantarlarının belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(1), 14-24.
- Solak, H., Türkyılmaz, A., 2022. *Macrofungi of Turkey: Checklist volume III*. Kanyılmaz Matbaacılık, İzmir, 420s.
- Solak, M.H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., Alı, H., 2007. *Makrofungi of Turkey. Checklist*. İzmir, 254s.
- Solak, M.H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., Alı, H., 2015. *Macrofungi of Turkey: Checklist volume II*. Üniversiteliler Ofset. İzmir, 280s.
- Soylu, A., 2019. *Ilıman İklim Meyve Ağaçlarında Budama ve Aşılama*. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 112s.
- 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. 61s.
- 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.
- Tello, M.L., Tomalak, M., Siwecki, R., Gáper, J., Motta, E., Mateo-Sagasta, E., 2005. Biotic Urban Growing Conditions—Threats, Pests and Diseases. In *Urban Forests and Trees* (pp. 325-365). Springer, Berlin, Heidelberg.
- 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.
- Terho, M., Hallaksela, A.M., 2008. Decay characteristics of hazardous *Tilia*, *Betula*, and *Acer* trees felled by municipal urban tree managers in the Helsinki City Area. *Forestry*, 81(2), 151-159.
- Torta, L., Bella, P., Conigliaro, G., Mirabile, G., Laudicina, V. A., Giambra, S., Gargano, M.L., 2019. First report of *Pleurotus fuscusquamulosus* (Pleurotaceae, Basidiomycota) in Italy naturally occurring on new tropical hosts. *Fl. Medit.* 29, 197-206.
- White, T.J., Bruns, T, Lee, S., 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.
- Yiğit, İ., 2019. Çankırı şehrinin mekânsal gelişimi. *International Journal of Geography and Geography Education*, (39), 203-220.
- Zabel, R.A., Morrell, J.J., 2020. *Wood Microbiology: Decay and Its Prevention*. Academic press. 556pp.