



ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

KUZEY TRAKYA DAĞLIK YETİŞME ORTAMI BÖLGESİNDEKİ MEŞE, KAYIN VE KARAÇAM ORMANLARINDAKİ TOPRAK MİKROFUNGUSLARI

Ömer KARA¹

ÖZ

Demirköy (Kırklareli) civarındaki üç farklı orman alanında (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb., *Fagus orientalis* Lipsky, *Pinus nigra* Arnold.) yapılan bu çalışmada, üst topraktaki (Ah horizonu) mikrofungus florası “Toprağı Sulandırma Yöntemi” kullanılarak incelenmiştir. Örnek alanlardan alınan topraklardan en fazla *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mortierella* ve *Mucor* cinsine ait funguslar izole edilmiştir. Farklı orman örtüsü altından alınan toprakların mikrofungus florasını karşılaştırmak için benzerlik katsayıları kullanılmıştır. Buna göre, kayın ve meşe ormanlarının altından alınan toprakların fungus florasının birbirine daha fazla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (C=0,57). Yapılan kantitatif analiz sonucu, 1 gr fırın kurusu toprağa karşılık gelen taze toprakta toplam fungus sayısı en düşük yaz mevsiminde bulunmuştur. Tür çeşitliliğinin sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak mikrofungusları, Tür çeşitliliği, Toprak biyolojisi, Biyokütle

SOIL MICROFUNGI OF OAK, BEECH, AND PINE FORESTS AT THE MOUNTAINOUS SITE OF NORTHERN THRACE

ABSTRACT

A survey of the soil microfungi in the top soil (Ah horizons) taken from three forest sites (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb., *Fagus orientalis* Lipsky, *Pinus nigra* Arnold.) in Demirköy (Kırklareli) conducted to determine microfungi community by the Soil Dilution Plate Method. The most frequently isolated genera were *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mortierella*, and *Mucor*. The similarity coefficient, based upon compositional similarity in microfungi communities, revealed a greatest similarity (C=0,57) between the beech and oak forest soil fungi communities. The general trend at all sites was for total fungal abundance to be extremely low in summer. However, fungal diversity in the soil increased in spring and autumn seasons.

Key words: Soil microfungi, Species diversity, Soil biology, Biomass

¹ Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Abd. 74100-BARTIN
Fax: 0378 2277421, e-posta: okara_99@yahoo.com

1. GİRİŞ

Toprak mikrofungusları orman ekosistemlerinde önemli bir canlı grubudur. Ekosistem içindeki temel görevleri; organik maddenin ayrıştırılması, N, P, K, S ve diğer iyonların mineralizasyonu, simbiyoz ortaklıklara katılmak, humik maddeler, sentezlemek, besin elementlerini sitoplazma içinde tutarak topraktan yağış suları ile yıkanmalarını ve kök zonundan dışarı çıkma- larını engellemek, toprakların kırıntılı bir yapı kazan- masını sağlamak, toprak oluşum ve gelişim olaylarına katılmak, antibiyotik üretmek, zararlı toprak mikroor- ganizmaları ile mücadele etmek ve zehirli maddeleri ayrıştırmak şeklinde özetlenebilir (Christensen, 1989).

Toprak mikrofunguslarının yukarıda özetlenmeye çalışılan yararlı faaliyetleri yanında, ne yazık ki çok çeşitli zararları da vardır. Toprak mantarlarının bir kısmı insan, hayvan ve bitkilerde parazit olarak yaşa- maktadırlar. Bu canlılarda çeşitli hastalıklara hatta ö- lümlere sebep olmaktadır. Bazı mikrofunguslar ö- zellikle kültür bitkilerine arız olarak büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Örneğin *Aspergillus* türleri tohum çürümesine, *Fusarium* türleri birçok bit- kide kök çürümesine sebep olurlar (Asan, 1992).

Orman ekosistemlerinde önemli bir canlı grubu olarak kabul edilen mikrofunguslarla ilgili dünyada çok yoğun araştırmalar yapılmaktadır (Wicklow ve Whittingham, 1978; Hasenekoğlu ve Azaz, 1991; McCulley ve Burke, 2004). Bu canlıların topraktaki yayılışı, faaliyetleri, ekolojisi ve bitkilerle olan ilişkile- ri detaylı olarak incelenmektedir.

Mantarların topraktaki sayıları ve türleri çok çeşit- li yetiştirme ortamı faktörü tarafından etkilenmektedir. Çeşitli araştırmacılar mantar toplulukları üzerinde top- rak neminin, organik maddenin, toprak asitliğinin ve bazı besin elementlerinin (N, P, K) belirleyici olduğu- nu ifade etmektedir (Keenan ve Kimmins, 1993; Dur- sun vd., 2001; Ekelund vd., 2001; Schutter vd., 2001). Christensen ve Whittingham (1965) ise topraktaki mantar popülasyonlarının tür bileşimi ile üzerindeki bitki örtüsü arasında sıkı bir ilişki olduğunu belirtmiş- tir.

Ormanlar, toprakların fiziksel ve kimyasal özellik- lerini, organik madde miktarını ve bileşimini, orman içerisindeki sıcaklık-nem ilişkilerini etkilemektedir. Bu etkiler ağaç türlerine göre farklı olmaktadır (Çepel, 1995). Bu nedenle araştırmanın esas amacı, ağaç türle- rine (Kayın, Meşe, Karaçam) bağlı olarak ekolojik şartlarda meydana gelen değişikliklerin, üst topraktan izole edilen toprak mantarlarına etkisini incelemektir. Ayrıca mevsimlere göre toprak mikrofunguslarının tür çeşitliliğindeki değişimler de belirlenmeye çalışılmış- tir. Her ne kadar araştırma ekolojik ağırlıklı ise de, farklı orman örtüsü altındaki toprakların mikrofungus florasının cins ve tür seviyesinde belirlenmesi araştır- manın diğer bir yönünü oluşturmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Araştırma Alanının Özellikleri

Araştırma alanı Kırklareli İli, Demirköy İlçesinde yer almaktadır. Araştırma alanında (Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesi) batıdan doğuya doğru uzanan dağlar Karadeniz üzerinden gelen rüzgârların yükselerek yağış getirmesine ve özellikle nisbi nemin yüksek olmasına yol açmaktadır. Bu rüzgârlar dolayı- sıyla bölge nemli ve her tarafında hissedilen deniz et- kisi altında bir iklime sahiptir. En sıcak ay Temmuz (20,7 °C), en soğuk ay Ocak (1,6 °C) ve yıllık ortalama yağış 817,9 mm. dir. Çalışma sahasında anakaya granit ve mikaşit'tir. Örnek alanlarda Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb.) doğal ağaç türleridir. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) meşçeresi ağaçlandırma alanıdır. Mor çiçekli orman güllü (*Rhododendron ponticum* L.), ağaç fundası (*Erica arborea* L.), çalı fundası (*Erica verticillata* Forsk) ormanın bileşimine karışan türler- den en dikkati çekenlerdir.

2.2 Toprak Örneklerinin Alınması ve Mikrofungus Teşhisi

Toprak funguslarının sayısı ve türlerini belirlemek için ölü örtü tabakası temizlendikten sonra üst toprak- tan (yaklaşık 10 cm derinlikten) örnekler alınmıştır. Örnek almada kullanılacak spatül alkolle dezenfekte edilerek, kesit yüzeyinden bir tabaka sıyrılmış ve taze toprağın yüzeyi açığa çıkartılmıştır. Bu işlemden sonra spatül tekrar alkollü pamukla temizlenerek yaklaşık 50-60 gr. toprak alınmış ve steril polietilen torbalara konmuştur (Webley ve Eastwood, 1952; Malloch, 1981). Bu işlemler 2000 yılı ekim ayı ile 2001 yılı şub- at, mayıs ve temmuz aylarında tekrarlanmıştır.

Mikrofungus incelemesi için alınan topraklar 5°C' de buzdolabında saklanmış ve en fazla 2 gün içinde işleme sokulmuştur. Toprağı sulandırma yöntemi kul- lanılarak 1/10000 oranında toprak süspansiyonları elde edilmiştir. Fungusların topraktan izolasyonu ve sayımı için Rosebengal-streptomycin agar besi ortamı kulla- nılmıştır (Ottow, 1972; Osono ve Takeda, 2000). Her toprak örneğinden 5 adet petri kabı hazırlanmıştır. Petri kapları, etüvde 27 °C' de yaklaşık 7-10 gün sü- reyle inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda her örnek için, petrielerde bulunan tüm fungus kolonileri sayılmıştır. Sayımdan sonra, hemen tüm koloniler, i- çinde eğri durumda Patates Dekstroza Agar (PDA) besi yeri bulunan tüplere steril koşullarda teker teker alın- mıştır. Mikrofungus teşhisleri için Malt Ekstrakt Agar (MEA), Czapek Dox Agar (CA), Czapek Yeast Ekstrakt Agar (CYA), %25 Glycerol Nitrat Agar (G25N) gibi çeşitli besi yerleri kullanılmıştır (Pitt, 1988). Mikroskop altında incelemeler için laktofonel çözeltisi içinde preparatlar hazırlanmıştır.

2.3 İstatistik Analizler

Farklı örnek alanlardan izole edilen mantar populasyonlarının tür çeşitliliğini karşılaştırmak için Simpson's çeşitlilik indisi (Formül 1) kullanılmıştır (Magurran, 1988). Çeşitlilik indisi değerinin yüksek olması fungus populasyonundaki tür sayısının yüksek olduğunu ve fungus sayılarının türlere homojen dağıldığını göstermektedir. Ayrıca aynı sayıda fungus türü bulunduran populasyonlardan toplam fungus sayısı düşük olan toplum yüksek çeşitlilik indisi değerine sahiptir.

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2} \quad (\text{Formül 1})$$

Pi = Bir türe ait mantar sayısının toplam mantar sayısına oranı

S = Toplam tür sayısı

Mantar populasyonlarının benzerliğini belirlemek amacı ile de benzerlik katsayısı değerleri kullanılmıştır (Bray ve Curtis, 1957). Benzerlik katsayısının yüksek olması iki mantar toplumu arasındaki ortak türlerin fazla olduğunu göstermektedir. Benzerlik katsayıları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Formül 2).

$$C = \frac{2w}{(a+b)} \quad (\text{Formül 2})$$

w = İki mantar toplumunda da ortak olan tür sayısı

a = I. Toplumdaki tür sayısı

b = II. Toplumdaki tür sayısı

3. BULGULAR

İncelenen topraklarda; toprak reaksiyonu şiddetli asit, organik madde bakımından zengin, toprak türü balçıktır (Tablo 1). *Fagus orientalis* (Doğu kayını) örnek alanında kil miktarı fazla olduğundan killi balçık, diğer örnek alanlarda ise kum miktarı fazla olduğundan kumlu balçık türünde topraklar mevcuttur. Ancak genel olarak balçık toprakları su tutma kapasiteleri yüksek, havalanmaları yeterli, besin maddesi kapasitesi iyi, verimli topraklardır.

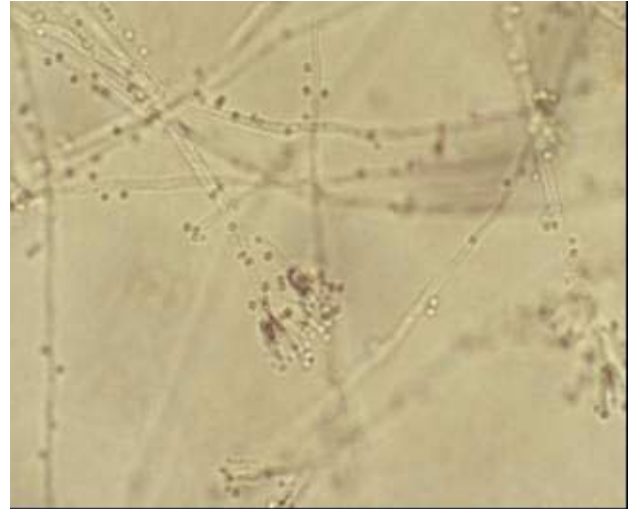
Tablo 1. Örnek Alanlarda Belirlenen Bazı Toprak Özellikleri

Ağaç türü	pH(H ₂ O)	Organik madde (%)	Toprak türü
<i>Fagus orientalis</i>	4,44	6,34	Killi balçık
<i>Quercus petraea</i>	4,39	5,87	Kumlu balçık
<i>Pinus nigra</i>	4,57	4,77	Kumlu balçık

Örnek alanlardan alınan topraklardan en fazla *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mortierella* ve *Mucor* cinsine ait funguslar izole edilmiştir. Bu cinslere ait türler geniş bir yayılım göstermektedir. Bu mantarlar farklı örnek alanlardan alınan tüm topraklardan izole edilmişlerdir. Buna karşılık Topraklarda sık rastlanan *Fusarium* ve *Aspergillus* cinsi mantarların çalışma alanımızda az sayıda bulunması dikkati çekmektedir.



Penicillium simplicissimum



Penicillium ochlochloron

Şekil 1. Topraklardan en fazla izole edilen *Penicillium* cinsine ait bazı türlerin mikroskopik görüntüleri (Konidiyofor ve konidial yapılar, X40)

Örnek alanların hepsi dikkate alındığında, incelenen topraklarda toplam 41 mantar türü bulunmuştur. *Penicillium* cinsine ait mantarlar (21 tür) türler içerisinde önemli bir yere sahiptir (Şekil 1). Yaklaşık olarak, mantar türlerinin % 51,2'sini oluşturmaktadırlar.

Farklı ağaç türleri altından alınan topraklardaki mantar toplumlarını karşılaştırmak için daha önce bahsedilen benzerlik katsayılarından yararlanılmıştır. Benzerlik katsayıları iki mantar toplumu arasındaki ortak türlere bağlı olarak hesaplanmaktadır. Ortak türlerin sayısındaki artışa paralel olarak benzerlik katsayıları da artmaktadır. Hesaplanan benzerlik katsayıları ve ortak türler Tablo 2-4'de gösterilmiştir.

Tablo 2. *Fagus orientalis* ile *Quercus petraea* Örnek Alanlarındaki Mantar Toplularının Benzerliği

	<i>Fagus orientalis</i>	<i>Quercus petraea</i>
HER İKİ ÖRNEK ALANDA ORTAK OLAN TÜRLER	<i>Moriterella sp.1</i> <i>Moriterella sp.2</i> <i>Mucor sp.1</i> <i>Mucor sp.2</i> <i>Penicillium corylophilum</i> Dierckx <i>P. melinii</i> Thom <i>P. paxilli</i> Bainier <i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom <i>P. waksmanii</i> K.M. Zalessky <i>Penicillium sp.5</i> <i>Trichoderma sp.1</i> <i>Trichoderma sp.2</i>	
TOPLAM	12	
FARKLI TÜRLER	<i>Moriterella sp.3</i> <i>Mucor circinelloides</i> Tiegh. <i>Mucor sp.3</i> <i>Myrothecium sp.</i> <i>Paecilomyces farinosus</i> (Holmsk.) A.H.S. Br. & G. Sm. <i>P. lilacinus</i> (Thom) Samson <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom <i>P. ochrochloron</i> Biourge <i>Penicillium sp.7</i> <i>Penicillium sp.8</i> <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier <i>S. brumptii</i> Salv.-Duval	<i>Basipetospora sp.</i> <i>Paecilomyces sp.</i> <i>Penicillium montanense</i> M.Chr & Backus <i>P. citreonigrum</i> Dierckx <i>Penicillium sp.1</i> <i>Penicillium sp.6</i>
TOPLAM	12	6
GENEL TOPLAM	24	18
	Benzerlik Katsayısı $C = 2 \times 12 / (24 + 18)$ C = 0.57	

En yüksek benzerlik katsayısı (0.57) *Fagus orientalis* (Doğu kayını) ile *Quercus petraea* (Saplı meşe) topraklarından elde edilen mantar populasyonları arasında bulunmuştur. Bu iki ağaç türü altından alınan topraklardan izole edilen mantarlardan 12 tanesi her iki alandaki topraklarda ortaktır. *Fagus orientalis* ile *Pinus nigra* (Karaçam) topraklarındaki ortak tür sayısı 7 (benzerlik katsayısı 0.32), *Quercus petraea* ile *Pinus nigra* topraklarındaki ortak tür sayısı 5 (benzerlik katsayısı 0.27) olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanımızda, *Quercus petraea* ve *Fagus orientalis* ormanlarının altından alınan toprakların mantar florası birbirine daha fazla benzerlik göstermektedir. Diğer bir ifade ile *Pinus nigra* örnek alanındaki mantar florası *Fagus orientalis* ve *Quercus petraea* göre daha farklı türlerden oluşmaktadır.

Tablo 3. *Fagus orientalis* ile *Pinus nigra* Örnek Alanlarındaki Mantar Toplularının Benzerliği

	<i>Fagus orientalis</i>	<i>Pinus nigra</i>
HER İKİ ÖRNEK ALANDA ORTAK OLAN TÜRLER	<i>Mucor sp.3</i> <i>Penicillium corylophilum</i> Dierckx <i>P. melinii</i> Thom <i>Penicillium sp.7</i> <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier <i>Trichoderma sp.1</i> <i>Trichoderma sp.2</i>	
TOPLAM	7	
FARKLI TÜRLER	<i>Moriterella sp.1</i> <i>Moriterella sp.2</i> <i>Moriterella sp.3</i> <i>Mucor circinelloides</i> Tiegh. <i>Mucor sp.1</i> <i>Mucor sp.2</i> <i>Myrothecium sp.</i> <i>Paecilomyces farinosus</i> (Holmsk.) A.H.S. Br. & G. Sm. <i>P. lilacinus</i> (Thom) <i>Samson</i> <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom <i>P. ochrochloron</i> Biourge <i>P. paxilli</i> Bainier <i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom <i>P. waksmanii</i> K.M. Zalessky <i>Penicillium sp.5</i> <i>Penicillium sp.8</i> <i>Scopulariopsis brumptii</i> Salv.-Duval	<i>Acremonium exiguum</i> W.Gams <i>Aspergillus glaucoaffinis</i> Samson&Gams <i>Paecilomyces variotti</i> Bainier <i>Penicillium decumbens</i> Thom <i>P. janthinellum</i> Biourge <i>P. jensenii</i> K.M. Zalessky <i>P. restrictum</i> J.C.Gilman&E.V. Abbott <i>P. variabile</i> Sopp <i>Penicillium sp.1</i> <i>Penicillium sp.3</i> <i>Penicillium sp.9</i> <i>Thysanophora penicillioides</i> (Roum) W.B. Kendr.
TOPLAM	17	12
GENEL TOPLAM	24	19
	Benzerlik Katsayısı $C = 2 \times 7 / (24 + 19)$ C = 0.32	

Sadece *Pinus nigra* örnek alanında bulunan ve diğer alanlarda bulunmayan tür sayısı 11'dir. Bu sayı *Fagus orientalis*' de 9, *Quercus petraea*' da 5'dir. Sadece *Pinus nigra* örnek alanında bulunan türler; *Acremonium exiguum*, *Aspergillus glaucoaffinis*, *Paecilomyces variotti*, *Penicillium decumbens*, *P. janthinellum*, *P. jensenii*, *P. restrictum*, *P. variabile*, *Penicillium sp.3*, *Penicillium sp.9*, *Thysanophora penicillioides*. *Fagus orientalis* örnek alanında bulunan ancak diğer örnek alanlarda bulunmayan türler; *Moriterella sp.3*, *Myrothecium sp.*, *Mucor circinelloides*, *Paecilomyces farinosus*, *P. lilacinus*, *Penicillium chrysogenum*, *P. ochrochloron*, *Penicillium sp.8*, *Scopulariopsis brumptii*. *Quercus petraea* topraklarına özgü mantar türleri ise *Basipetospora sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Penicillium montanense*, *P. citreonigrum*, *Penicillium sp.6* türlerinden oluşmaktadır.

Tablo 4. *Quercus petraea* ile *Pinus nigra* Örnek Alanlarındaki Mantar Toplamlarının Benzerliği

HER İKİ ÖRNEK ALANDA ORTAK OLAN TÜRLER	<i>Quercus petraea</i>	<i>Pinus nigra</i>
		Penicillium corylophilum Dierckx P. melinii Thom Penicillium sp.1 Trichoderma sp.1 Trichoderma sp.2
TOPLAM	5	
FARKLI TÜRLER	<i>Basipetospora</i> sp. <i>Mortierella</i> sp.1 <i>Mortierella</i> sp.3 <i>Mucor</i> sp.1 <i>Mucor</i> sp.2 <i>Paecilomyces</i> sp. <i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom <i>P. paxilli</i> Bainier <i>Penicillium</i> sp.5 <i>P. waksmanii</i> K.M. Zalessky <i>Penicillium montanense</i> M. Chr & Backus <i>P. citreonigrum</i> Dierckx <i>Penicillium</i> sp.6	<i>Acremonium exiguum</i> W.Gams <i>Aspergillus glaucocoffinis</i> Samson&Gams <i>Paecilomyces variotti</i> Bainier <i>Penicillium decumbens</i> Thom <i>Penicillium janthinellum</i> Biourge <i>Penicillium jensenii</i> K.M. Zalessky <i>Penicillium restrictum</i> J.C.Gilman&E.V. Abbott <i>Penicillium variabile</i> Sopp <i>Penicillium</i> sp.3 <i>Penicillium</i> sp.7 <i>Penicillium</i> sp.9 <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier <i>Thysanophora penicillioides</i> (Roum) W.B. Kendr.
TOPLAM	13	14
GENEL TOPLAM	18	19
	Benzerlik Katsayısı $C = 2 \times 5 / (18+19)$ $C = 0.27$	

Mantar tür çeşitliliğini ve mantar sayılarının bu türlere dağılımını karşılaştırmak için Simpson's indeks değeri kullanılmıştır. Örnek alanların mantar tür çeşitliliği bakımından karşılaştırılmasında, tür sayılarının bilinmesi tek başına yeterli olmamaktadır. Bundan dolayı tür sayılarının yanı sıra mantar sayıları ve bu sayıların türlere dağılımının bilinmesi gerekmektedir. Çeşitlilik katsayıları kullanılarak örnek alanlardaki mantar tür çeşitliliği ve bu mantar sayılarının bu türlere dağılımı kontrol edilmiştir.

Araştırma süresince izole edilen toplam mantar türü sayısı en yüksek *Fagus orientalis* topraklarında (24 tür) onu takiben *Pinus nigra* (19 tür) ve *Quercus petraea* (18 tür) topraklarında bulunmuştur (Tablo 5). Mantar türleri belirgin bir şekilde bahar mevsimlerinde yüksektir. Özellikle ilkbahar mevsiminde mantar türü sayıları artış göstermektedir. Tür çeşitliliği indis değeri

leri *Fagus orientalis* örnek alanı hariç diğer örnek alanlarda bahar mevsimlerinde yüksek, yaz ve kış mevsimlerinde düşük bulunmuştur. Tür sayıları ile tür çeşitliliği indis değerleri birbirine benzerlik göstermektedir. *Fagus orientalis* örnek alanında ise sonbahar mevsiminde tür sayısı yüksek olmasına karşılık çeşitlilik indis değeri düşük çıkmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Farklı Ağaç Türlerinin Altından İzole Edilen Mantarların Tür Çeşitliliği ve Toplam Mantar Sayılarının Mevsimlere Göre Değişimi

Ağaç Türü	Mevsim	Tür Sayısı	Çeşitlilik İndisi	Toplam mantar CFU/gr*
<i>Fagus orientalis</i>	Sonbahar	8	3.90	3.08×10^2
	Kış	6	4.48	2.94×10^5
	İlkbahar	10	6.88	4.02×10^5
	Yaz	6	4.61	2.46×10^5
<i>Quercus petraea</i>	Sonbahar	7	3.86	4.10×10^2
	Kış	6	3.47	5.48×10^5
	İlkbahar	6	4.62	4.62×10^5
	Yaz	6	2.64	1.96×10^5
<i>Pinus nigra</i>	Sonbahar	5	3.95	1.70×10^2
	Kış	5	2.50	3.34×10^5
	İlkbahar	10	3.56	4.56×10^5
	Yaz	5	3.31	4.80×10^4

* 1 gr fırın kurusu topraktaki koloni sayısı

Toplam mantar sayılarının mevsimlere göre değişimi ağaç türlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Toplam mantar sayısı en yüksek *Quercus petraea* ormanı altından alınan topraklarda kış mevsiminde, *Fagus orientalis* ormanında ise ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Ancak tüm ağaç türlerinde toplam mantar sayısı en düşük yaz mevsiminde belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Genel olarak asit karaktere sahip orman toprakları mantarlar için uygun bir ortamdır. Araştırma alanında da toprak reaksiyonu oldukça düşük bulunmuştur (Tablo 1). Orman topraklarının organik madde kaynağını yıllık yaprak dökümü, doğal dal budanması, toprak organizmaları ile bitki kökleri oluşturur. Ormanlarda üst topraktaki organik madde miktarı ağaç türüne, meşçere yaşına, iklim ve topoğrafik koşullara göre değişmekle birlikte genelde yüksektir. Bu çalışmada, orman örtüsü altından alınan üst topraklar organik madde bakımından zengindir. Havalanma koşulları toprak türlerine göre farklılık göstermektedir. Ağır topraklar (kil) yetersiz havalanma ve drenaja sebep olduğundan mikrobiyal biyomassı olumsuz etkilediği bilinmektedir (Hassink, 1994). Ancak incelenen topraklar balçık türünde olup havalanma kapasiteleri yüksek, drenajı iyidir. Toprak reaksiyonu, organik madde ve toprak türü örnek alanlar arasında önemli farklar göstermemektedir. Onun için mantar toplamları arasındaki farkların oluşumunda örnek alanlardaki benzer üst toprak özelliklerinin önemli derecede etkili olmadığı söylenebilir.

Örnek alanlardan alınan topraklarda en fazla *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mortierella* ve *Mucor* cinsine ait mantarlar belirlenmiştir. Ayrıca, araştırma boyunca incelenen topraklarda toplam 41 mantar türü

bulunmuştur. Toplam mantar türleri içerisinde *Penicillium* cinsine ait mantarlar (21 tür) önemli bir yer tutmaktadır. Asit karakterli orman topraklarında *Penicillium* ve *Trichoderma* cinsine ait mantar türlerinin hakim olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Widden ve Parkinson, 1973). Yapılan diğer bir çalışmada da orman topraklarında özellikle *Penicillium* cinsine ait mantarların yüksek sayıda olduğu ifade edilmektedir (Christensen vd., 2000).

Topraklardan sık olarak izole edilen *Fusarium* türü mantarlar çalışma alanımızda bulunmamıştır. Ancak *Fusarium* türlerinin daha çok mera topraklarında bulunduğu bilinmektedir. Ayrıca *Trichoderma* cinsi mantarların *Fusarium* türlerinin yaşama ve çoğalmasını olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Sivan vd., 1987). Sonuç olarak incelenen topraklarda *Fusarium* türlerinin bulunmaması bitki örtüsünün farklı olmasından ve *Trichoderma* cinsine ait mantarlarla rekabetten kaynaklanabilir. Önemli bir toprak mikrofungusu olan *Aspergillus* türlerinin az sayıda izole edilmesi dikkat çekmektedir. Bu durum araştırma alanımızın dünya üzerindeki konumu ile ilgili olduğu söylenebilir. Çünkü *Aspergillus* türleri tropik ve subtropiklerdeki sıcak topraklarda daha fazla sayıdadırlar (Klich, 2002). Diğer bir anlatımla 25° Kuzey ve güney enlem derecelerinin yukarısında *Aspergillus* türleri azalmaktadırlar. Bu nedenle 41° kuzey enleminde yer alan araştırma alanımızda sıcaklığın *Aspergillus* türleri için düşük olması topraklarda çok fazla sayıda ve türde bulunmalarını engellemiş olabilir.

Çalışma alanımızda, *Quercus petraea* ve *Fagus orientalis* ormanlarının altından alınan toprakların mantar florası birbirlerine daha fazla benzerlik göstermektedir. Diğer bir ifade ile *Pinus nigra* örnek alanındaki mantar florası *Quercus petraea* ve *Fagus orientalis*'e göre daha farklı türlerden oluşmaktadır. Bu tespitler ağaç türlerinin topraktaki mantar florası üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Çeşitli araştırmalarda da bitki örtüsü ve buna bağlı olarak ölü örtü özellikleri ile mantar florası arasında önemli ilişkilerin olduğu belirtilmektedir. Christensen (1969) tarafından yapılan bir çalışmada ibrelili ve yapraklı orman topraklarının mikrofungus florası incelenmiştir. Çalışma sonucunda yapraklı orman (Akçağaç) toprakları ile ibrelili orman (*Tsuga*) topraklarının mantar florasının farklı olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak, mantar topluluklarının tür bileşiminin bitki örtüsü ile sıkı bir ilişki içerisinde olduğu ifade edilmiştir. Aynı araştırmacı dünyanın çeşitli yerlerinde ve farklı yetişme ortamlarında (çöl, mera, orman, çalılık ve tundra) yapılan 33 toprak mikrofungus araştırmasını karşılaştırmıştır. Bu çalışma sonucunda da, bitki örtüsünün topraktaki mantar florası üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Christensen, 1981).

Karaçam örnek alanındaki mantar florasının Meşe ve Kayına göre daha farklı türlerden oluşması karaçam ibrelerinin bileşiminde yer alan maddeler ile ilgili olabilir. Çünkü karaçam ibrelerinde diğer ağaçların yapraklarında olmayan reçine ve bazı aromatik bileşikler bulunmaktadır. Dolayısıyla karaçam ormanlarında top-

rak üzerine dökülen organik artıklardan (ölü örtü) oluşan ayrışma ürünleri mantar florasının bileşimini etkilemiş olabilir.

Örnek alanlarda mevsimlere bağlı olarak değişen iklim özellikleri ile mantar sayıları arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda genel olarak, topraktaki mantar sayılarının yaz mevsiminde azaldığı (yetersiz nem), ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde arttığı (uygun sıcaklık ve nem), kış mevsiminde ise tekrar azaldığı (düşük sıcaklık) belirtilmektedir (Widden, 1981). Yapılan bu araştırmada ise meşe ve karaçam topraklarında kış mevsiminde mantar sayılarında bir artış olduğu belirlenmiştir. Genel kuraldan olan bu sapma mantarların araştırma alanındaki iklim koşulları altında spor halinde de olsa toprakta yaşayabildiklerini ve laboratuvar ortamında uygun şartlarda tekrar gelişebildiklerini göstermektedir.

Tür çeşitliliği indis değerleri de mantar sayıları gibi bahar mevsimlerinde artış göstermekte buna karşılık kış ve yaz mevsimlerinde azalmaktadır. Ancak *Fagus orientalis* örnek alanında sonbahar mevsiminde tür çeşitliliği indis değeri düşük bulunmuştur. Bu durum sonbahar mevsiminde bazı mantar sayılarının aşırı artış göstermesi ile ilgili olabilir. Çünkü mantar sayılarının türlere homojen dağılması da indis değerinin düşük çıkmasına neden olmaktadır.

Fagus orientalis örnek alanında araştırma boyunca izole edilen toplam mantar türü sayısı diğer ağaç türlerine (*Quercus petraea*, *Pinus nigra*) göre belirgin bir şekilde fazladır. Bu durum gölge ağacı olan *Fagus orientalis*'in aynı iklim etkisi altında bulunmalarına karşılık diğer ağaç türlerine göre toprağı daha fazla siperlemesi ile ilgili olabilir. Çünkü sık yapraklanma gösteren gölge ağaçları, seyrek yapraklanma gösteren ışık ağaçlarına göre toprağı daha yoğun siperler. Böylece *Fagus orientalis* ormanları altında kendine has bir mikroiklim meydana gelir. Bu durum *Fagus orientalis* örnek alanında mevsimlere bağlı sıcaklık ve nem değişimlerinin topraklar üzerindeki etkisini azaltarak mantar türü sayısını artırmış olabilir.

Bütün bu sonuçlar ışığında, toprak mantarlarının sayısı ve tür çeşitliliği üzerinde tek bir faktörün etkili olduğunu söylemek güçtür. Örneğin nemli koşullarda mantarların daha iyi geliştiği bir gerçektir. Ancak nemin fazla olduğu kış aylarında düşük sıcaklıklar mantar sayıları ve tür çeşitliliği üzerinde etkili olabilmektedir. Yine ağaç türüne bağlı olarak ormanın altında oluşan mikroiklim ve organik artıkların bileşiminin değişimi topraktaki mantar popülasyonları üzerinde etkili olabilmektedir. Sonuç olarak mantarların yayılışında tüm ekolojik koşullar ortak etki yapmaktadır. Ancak yetişme ortamı özelliklerine bağlı olarak bazı ekolojik koşulların etkisi artmakta, bazılarının ise azalmaktadır.

Mikroorganizmalar çevre streslerine karşı yüksek yapılı organizmalardan daha duyarlıdırlar. Bu nedenle, toprak mikroorganizmaları toprak sağlığının (kalitesinin) izlenmesinde bioindikatör olarak kullanılmakta-

dırlar. Toprak mikroorganizmalarının sayı, tür ve faaliyetlerindeki değişimler izlenerek toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki olumlu ve olumsuz gelişmeler önceden belirlenmeye çalışılmaktadır (Pankhurst vd., 1995). Toprak mikroorganizmalarının yukarıda belirtilen özelliği dikkate alındığında, yapılan bu araştırma, mantar populasyonlarında gelecek yıllarda oluşabilecek değişimleri belirlememize ve böylece toprak kalitesini izlememize yardımcı olacaktır. Ayrıca teşhisi yapılan mantarların biyoteknoloji ve farmakoloji alanlarında kullanılabilme imkanlarının da araştırılması yararlı olacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Asan, A. (1992). Edirne İli Topraklarından İzole Edilen *Aspergillus* Fr.:Fr. *Penicillium* Link: Fr. Türleri Üzerine Taksonomik ve Ekolojik Araştırmalar. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, s.121.
- Bray, J.R., ve Curtis, J.I. (1957). An Ordination of Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27, 325-349.
- Christensen, M. (1969). Soil Microfungi of Dry to Mesic Conifer-Hardwood Forest in Northern Wisconsin. *Ecology* 50, 9-27.
- Christensen, M. (1981). Species Diversity and Dominance in Fungal Communities. *The Fungal Community, Its Organization and Role in The Ecosystem*, Ed: Wicklow, D. ve Carroll, G., s. 201-232, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Christensen, M. (1989). A View of Fungal Ecology. *Mycologia* 81, 1-19.
- Christensen, M., Frisvard, J.C., ve Tuthill, D.E. (2000). *Penicillium* Species Diversity in Soil and Some Taxonomic and Ecological Notes. *Integration of Modern Taxonomic Methods for Penicillium and Aspergillus Classification*, Eds: R.A. Samson ve J. Pitt, s. 309-320, Harwood Academic Publishers, Singapore.
- Christensen, M. ve Whittingham, W.F. (1965). The Soil Microfungi of Open Bogs and Conifer Swamps in Wisconsin. *Mycologia* 57, 882-895.
- Çepel, N., (1995). *Orman Ekolojisi*. İ.Ü Yayın No: 3886, Sosyal B.M.Y.O. Yayın No:433, İstanbul.
- Dursun, Ş., Boddy, L. ve Frankland, J.C. (2001). Effects of pH and Aluminium Ion Concentration on Spore Germination and Growth of Some Soil Fungi. *Turk J. Biol.* 26, 99-107.
- Ekelund, F., Rønn, R. ve Christensen, S. (2001). Distribution with Depth of Protozoa, Bacteria and Soil Fungi in Soils Profiles from Three Danish Forest Sites. *Soil Biol. Biochem.* 33, 475-481.
- Hasenekoğlu, İ. ve Azaz, A.D. (1991). Sarıkamış Civarındaki Traşlanmış Orman Alanları Topraklarının Mikrofungus Florası ve Bunun Normal Orman Toprakları ile Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. *Turk J. Bot.* 15, 214-226.
- Hassink, J. (1994). Effects of Soil Texture on The Size of The Microbial Biomass and on The Amount of C Mineralized Per Unit of Microbial Biomass in Dutch Grassland Soils. *Soil Biol. Biochem.* 26, 1573-1581.
- Keenan, R.J. ve Kimmins, J.P. (1993). The Ecological Effects of Clearcutting. *Environ. Rev.* 1, 121-144.
- Klich, M.A. (2002). Biogeography of *Aspergillus* Species in Soil and Litter. *Mycologia* 94, 21-27.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University, University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Malloch, D. (1981). *Moulds, Their Isolation, Cultivation, and Identification*. University of Toronto Pres.
- McCulley, R.L. ve Burke, I.C. (2004). Microbial Community Composition Across The Great Plains: Landscape versus Regional Variability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68, 106-115.
- Osono, T. ve Takeda, H. (2000). Microfungal Biota in Mineral Soil of A Cool Temperate Natural Forest of *Fagus crenata*. *Appl. F. Sci. Kansai* 8, 103-108.
- Ottow, J.C.G. (1972). Rosebengal as A Selctive Aid in The Isolation of Fungi and Actinomycetes from Natural Sources. *Mycologia* 64, 304-315.
- Pankhurst, C.E., Hawke, B.G., McDonald, H.J., Kirkby, C.A., Buckerfield, J.C. Michelsen, P., O'Brien, K.A., Gupta, V.V.S.R. ve Doube, B.M. (1995). Evaluation of Soil Biological Properties as Potential Bioindicators of Soil Health. *Aust. J. Exp. Agr.* 35, 1015-1028.
- Pitt, J.I., (1988). *A Laboratory Guide to Common Penicillium species*, 2nd. Edition. North Ryde, N.S.W., CSIRO, Division of Food Processing.
- Schutter, M.E., Sandeno, J.M. ve Dick, R.P. (2001). Seasonal, Soil Type, and Alternative Management Influences on Microbial Communities of Vegetable Cropping Systems. *Biol. Fertil. Soils* 34, 397-410.
- Sivan, A., Ucko, O. ve Chet, I. (1987). Biological Control of *Fusarium* Crown Rot of Tomato by *Trichoderma harzianum* under Field Conditions. *Plant Dis.* 71, 587-592.

- Webley, D.M. ve Eastwood, D.J. (1952). Development of a Soil Microflora in Relation to Plant Succession on Sand-Dunes, Including the 'Rhizosphere' Flora associated with Colonizing Species. *J. Ecol.* 40, 169-178.
- Wicklow, D. ve Whittingham, N.F. (1978). Comparison of Soil Microfungal Populations in Disturbed and Undisturbed Forests in Northern Wisconsin. *Can. J. Bot.* 56, 1702-1709.
- Widden, P. (1981). Patterns of Phenology Among Fungal Populations. *The Fungal Community, Its Organization and Role in The Ecosystem*, Ed: D. Wicklow ve G. Carroll, s. 387-401, Marcel Dekker Inc., New York.
- Widden, P. ve Parkinson, D. (1973). Fungi from Canadian Forest Soils. *Can. J. Bot.* 51, 2275-2290.



Ömer Kara, 1969'da Akçaabat'ta doğdu. 1992 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Halen Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalında Yardımcı

Doçent olarak görev yapmaktadır. Evli ve İngilizce bilmektedir.