

e-ISSN:2147-6845

E-JOURNAL

October 2019 Volume:10

Issue:2



Selçuk University Mushroom Application and  
Research Center-KONYA-TURKEY

# JOURNAL OF FUNGUS



**Selçuk Üniversitesi**  
**Mantarcılık**  
**Uygulama ve Araştırma Merkezi**  
**KONYA-TÜRKİYE**



# MANTAR DERGİSİ

**E-DERGİ/ e-ISSN:2147-6845**

**Ekim 2019**

**Cilt:10**

**Sayı:2**



**e-ISSN 2147-6845**  
**Ekim 2019 / Cilt:10/ Sayı:2**  
**October 2019 / Volume:10 / Issue:2**

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ

**ADINA SAHİBİ**

PROF.DR. GIYASETTİN KAŞIK

**YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ**  
ÖĞR.GÖR.DR. SİNAN ALKAN

**Haberleşme/Correspondence**

S.Ü.  
Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü  
Alaaddin Keykubat Yerleşkesi, Fen Fakültesi B Blok,  
Zemin Kat-42079/Selçuklu-KONYA

Tel:(+90)0 332 2233998/ Fax: (+90)0 332 241 24 99

Web: <http://mantarcilik.selcuk.edu.tr>  
<http://dergipark.gov.tr/mantar>

E-Posta:mantarcilik@gmail.com

Yayın Tarihi/Publication Date  
**30/10/2019**



**e-ISSN 2147-6845**  
**Ekim 2019 / Cilt:10/ Sayı:2**  
**October 2019 / Volume:10 / Issue:2**

## EDİTÖRLER KURULU / EDITORIAL BOARD

- Prof.Dr. Abdullah KAYA (Karamanoğlu Mehmetbey Üniv.-Karaman)  
Prof.Dr. Abdulnasır YILDIZ (Dicle Üniv.-Diyarbakır)  
Prof.Dr. Abdurrahman Usame TAMER (Celal Bayar Üniv.-Manisa)  
Prof.Dr. Ahmet ASAN (Trakya Üniv.-Edirne)  
Prof.Dr. Ali ARSLAN (Yüzüncü Yıl Üniv.-Van)  
Prof.Dr. Aysun PEKŞEN (19 Mayıs Üniv.-Samsun)  
Prof.Dr. A.Dilek AZAZ (Balıkesir Üniv.-Balıkesir)  
Prof.Dr. Ayşen ÖZDEMİR TÜRK (Anadolu Üniv.- Eskişehir)  
Prof.Dr. Beyza ENER (Uludağ Üniv.Bursa)  
Prof.Dr. Cvetomir M. DENCHEV (Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaristan)  
Prof.Dr. Celaledin ÖZTÜRK (Selçuk Üniv.-Konya)  
Prof.Dr. Ertuğrul SESLİ (Trabzon Üniv.-Trabzon)  
Prof.Dr. Fatih KALYONCU (Celal Bayar Üniv.-Manisa)  
Prof.Dr. Giovanni PACIONI (Università Degli Studi Dell'Aquila- L'Aquila, İtalya)  
Prof.Dr. Hacı Halil BIYIK(Adnan Menderes Üniv.-Aydın)  
Prof.Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN (Selçuk Üniv.- Konya)  
Prof.Dr. Kadir KINALIOĞLU(Giresun Üniv.-Giresun)  
Prof.Dr. Macit İLKİT (Çukurova Üniv.-Adana)  
Prof.Dr. Mitko KARADALEV (Ss.Cyril and Methodius Univ.-Macedonia)  
Prof.Dr. Mustafa YAMAÇ (Eskişehir Osmangazi Üniv.-Eskişehir)  
Prof.Dr. Nur Münevver PINAR (Ankara Üniv.-Ankara)  
Prof.Dr. Sevda KIRBAĞ (Fırat Üniv.-Elazığ)  
Prof.Dr. Süleyha Hilmioglu POLAT (Ege Üniv.-İzmir)  
Prof.Dr. Şule ÖZTÜRK (Uludağ Üniv.- Bursa)  
Prof.Dr. Vasyl P. HELUTA (M.G.Kholodny Botany Institute Mycology,Kiev, Ukraine)  
Prof.Dr. Yusuf UZUN(Yüzüncü Yıl Üniv. Van)  
Doç.Dr. Burhan ŞEN (Trakya Üniv.-Edirne)  
Doç.Dr. Cem ERGÜL (Uludağ Üniv.-Bursa)  
Doç.Dr. Faruk SELÇUK (Ahi Evran Üniv.-Kırşehir)  
Doç.Dr. Hasan AKGÜL (Akdeniz Üniv.-Antalya)  
Doç.Dr. Ilgaz AKATA(Ankara Üniv.-Ankara)  
Doç.Dr. Mehmet CANDAN(Anadolu Üniv. Eskişehir)  
Dr.Öğr.Üyesi Gönül EROĞLU(Selçuk Üniv.-Konya)  
Dr.Öğr.Üyesi İskender KARALTI(Azerbaijan Medical University-Bakü)  
Dr.Öğr.Üyesi Sinan AKTAŞ(Selçuk Üniv.-Konya)  
Dr.Öğr.Üyesi Şanlı KABAKTEPE(İnönü Üniv.-Malatya)  
Öğr.Gör.Dr. Sinan ALKAN(Selçuk Üniv.-Konya)



**e-ISSN 2147-6845**  
**Ekim 2019 / Cilt:10/ Sayı:2**  
**October 2019 / Volume:10 / Issue:2**

Bu sayımızda yer alan eserler hakkında aşağıda isimleri yazılı hakemlerimize yaptıkları değerlendirmeler için teşekkür ederiz.

Prof.Dr. Abdullah KAYA  
Prof.Dr. Abdunnasır YILDIZ  
Prof.Dr. Ahmet ASAN  
Prof.Dr. Ayşe Dilek AZAZ  
Prof.Dr. C.Cem ERGÜL  
Prof.Dr. Emine ARSLAN  
Prof.Dr. Ertuğrul SESLİ  
Prof.Dr. Hacı Halil BIYIK  
Prof.Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN  
Prof.Dr. İbrahim TÜRKEKUL  
Prof.Dr. Kubilay BAŞTAŞ  
Prof.Dr. Mustafa YAMAÇ  
Prof.Dr. Zeliha SELAMOĞLU  
Prof.Dr. Yusuf DURAK  
Prof.Dr. Yusuf UZUN  
Doç.Dr. Burhan ŞEN  
Doç.Dr. Faruk SELÇUK  
Doç.Dr. Hakan ALLI  
Doç.Dr. Hasan AKGÜL  
Doç.Dr. Ilgaz AKATA  
Doç.Dr. İjlal OCAK  
Dr.Öğretim Üyesi Gönül EROĞLU  
Dr.Öğretim Üyesi İskender KARALTI  
Dr.Öğretim Üyesi İsmail ACAR  
Dr.Öğretim Üyesi M. Emre AKÇAY  
Dr.Öğretim Üyesi Sinan AKTAŞ  
Dr. Hanife SARI ERKAN  
Dr. Sinan ALKAN





e-ISSN 2147-6845  
Ekim 2019 / Cilt:10/ Sayı:2  
October 2019 / Volume:10 / Issue:2

## İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

- Kastamonu ve Erzincan İllerindeki Tereyağlardan İzole Edilen Funguslar Üzerine Araştırmalar.....70  
*Investigations on Fungi Isolated from Butter in Kastamonu and Erzincan Provinces*  
Hikmet Öznur ÖZTÜRK, Günay Tülay ÇOLAKOĞLU
- 
- The Smut Fungi Determined in Aladağlar and Bolkar Mountains (Turkey).....82  
*Aladağlar ve Bolkar Dağları (Türkiye)'nden Belirlenen Sürme Mantarları*  
Şanlı KABAKTEPE, Ilgaz AKATA
- 
- Psathyrella typhae*, a new macrofungus record for Turkey.....87  
*Psathyrella typhae*, Türkiye için yeni bir makromantar kaydı  
Raziye İLERİ, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- 
- Marmara Bölgesinde Üretilen *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.  
(Kayın Mantarı)'un Üretimi ve Yaygınlaşması.....92  
*Cultivation and Dissemination of Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. in Marmara Region*  
Banu COŞKUN AKÇAY, Hasan Hüseyin DOĞAN
- 
- The antimicrobial effect of various formulations obtained from  
*Fomes fomentarius* against hospital isolates.....103  
*Fomes fomentarius*'dan elde edilen çeşitli formülasyonların  
hastane izolatlarına karşı antimikrobiyal etkisi  
Gulsah GEDİK, Gorkem DULGER, Hulya ASAN, Anil OZYURT, Hakan ALLI, Ahmet ASAN
- 
- Contributions to the taxonomy and distribution of *Tricholomella* (Lyophyllaceae)  
based on the basidiomata collected from Halkalı, İstanbul.....110  
*İstanbul, Halkalı'dan toplanan bazidiyomalara göre Tricholomella constricta (Lyophyllaceae)'nin*  
*taksonomi ve yayılışına katkılar*  
Ertuğrul SESLİ, Eralp AYTAÇ
- 
- Fungal Spore Calendar of Yalova Province (2005).....116  
*Yalova İli Fungal Spor Takvimi (2005)*  
Demet YILMAZKAYA, Hasan AKGÜL, Mustafa Kemal ALTUNOĞLU,  
Aycan TOSUNOĞLU, Adem BİÇAKÇI
- 
- Toprak mikrofunguslarının dikotan duyarlılıklarının belirlenmesi.....124  
*Determination of dikotan sensitivity of soil microfungi*  
Fatih KALYONCU, Azize ÖZER
- 
- Rediscovery of *Gautieria graveolens* in Turkey.....129  
*Gautieria graveolens'in Türkiye'de Yeniden Keşfi*  
Yasin UZUN, Semiha YAKAR, Abdullah KAYA



**e-ISSN 2147-6845**  
**Ekim 2019 / Cilt:10/ Sayı:2**  
**October 2019 / Volume:10 / Issue:2**

Macrofungi Determined in Köyceğiz (Muğla) District.....	133
<i>Köyceğiz (Muğla) İlçesi'nden Belirlenen Makrofunguslar</i> Gizem Nur DEMİREL, Hakan ALLI	
Morphologic and Molecular Diagnosis of Some <i>Leucoagaricus</i> Species and Revealing a New Record from Turkey.....	143
<i>Türkiye'de Bulunan Bazı Leucoagaricus Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Teşhisleri ve Yeni Bir Kaydın Ortaya Çıkarılması</i> Ayten DIZKIRICI, Aysenur KALMER, Ismail ACAR	
Farklı Mantar Türleri Kullanılarak Sentetik Atıksudan Adsorpsiyon Prosesi ile Boya Giderimi.....	151
<i>Dye Removal from Synthetic Wastewater by Adsorption Process Using Different Fungi Species</i> Muhammed Kamil ODEN, Sinan ALKAN, Gıyasettin KAŞIK	
<i>Helvella phlebophora</i> , a new ascomycete record for Turkey.....	159
<i>Helvella phlebophora</i> , Türkiye için yeni bir askomiset kaydı Yasin UZUN	
Türkiye'den ilk likenikol miksomiset kaydı.....	163
<i>First lichenicolous myxomycetes record from Turkey</i> Yılmaz YAVUZ	

**DERLEME MAKALELERİ / REVIEW ARTICLES**

Investigation Of The Use Of Mushrooms In The Research Of Environmental Pollution.....	167
<i>Çevre Kirliliği Araştırmalarında Mantarların Kullanımının İncelenmesi</i> Muhammed Kamil ODEN	
Bitki Patojeni Fungusların Evrimini Etkileyen Bazı Faktörler.....	175
<i>Mechanisms Effecting Evolution of Plant Pathogenic Fungi</i> Esra GÜL	



Geliş(Received) :25/02/2019  
Kabul(Accepted) :02/05/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708.mantar.531867

## Kastamonu ve Erzincan İllerindeki Tereyağlardan İzole Edilen Funguslar Üzerine Araştırmalar

Hikmet Öznur ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Günay Tülay ÇOLAKOĞLU<sup>\*2</sup>

\*Sorumlu yazar: gcolak@marmara.edu.tr

<sup>1</sup>Halkalı Merkez Mh. Karadut Sok. Sevinç 2 Sitesi DB Blok Kat:3 Daire:14 34303  
Halkalı/İSTANBUL,

Orcid No: 0000-0002-7556-6549/ oznur\_kayacan@hotmail.com

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 34722  
Kadıköy/İSTANBUL,

Orcid No: 0000-0001-9408-3756/ gcolak@marmara.edu.tr

**Öz:** Bu araştırmada tereyağı numuneleri 2012-2013 yılları arasında yaz ve kış mevsimlerinde Kastamonu ve Erzincan illerinden toplanmıştır. Kastamonu ve Erzincan illerindeki çeşitli evlerden toplanan tereyağı numunelerindeki mikrofungusların izolasyonları ve identifikasyonları amaçlanmıştır. Örnekler steril koşullarda alınmış, steril numune kapları içerisine konulmuş, taşıma çantasıyla +3 - +6 °C' de saklanmış, laboratuvara getirilmiş ve incelenmiştir. Mikrofunguslar Pepton Dekstroz Agar, Malt Ekstrakt Agar (MEA), Patates Dekstroz Agar (PDA) ve Czapek's Agar (CZ) gibi suni besin ortamlarında üretildikten sonra, hazırlanan laktopenollü preparatlarında ölçümleri yapılmıştır. İncelenen türlerin identifikasyonları yabancı eserlere göre verilmeye çalışılmıştır. İzole edilmiş olan türlerin fotoğrafları çekilmiştir. Araştırma süresince 16 örnek incelenmiş, toplam 158 fungus kolonisi ve 4 cinse ait 12 tür izole edilmiştir. Araştırma sahasından izole edilen cinsler; *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* ve *Geotrichum*' dur. Bunlar arasından yaygın olanlar *Aspergillus* ve *Penicillium*' dur. Araştırmada izole edilen türler ise *Aspergillus flavus*, *A.parasiticus*, *A.versicolor*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium chrysogenum*, *P.echinulatum*, *P.griseofulvum*, *P.palitats*, *P.roqueforti*, *P.solitum*, *P.verrucosum* ve *Geotrichum candidum*'dur. Sonuç olarak, araştırma sahasında, tereyağlarında zararlar yaparak, ekonomik ve sağlık kayıplarına sebep olan bir mikrofungus florası tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kastamonu, Erzincan, Tereyağı, Fungus

### Investigations on Fungi Isolated from Butter in Kastamonu and Erzincan Provinces

**Abstract:** In this research butter samples were collected from Kastamonu and Erzincan cities during summer and winter seasons between 2012-2013 years. The aim of this research is isolate and identify the microfungi in butter samples collected from various houses in Kastamonu and Erzincan cities. Samples were taken in sterile conditions, placed in sterile sample containers, hidden at +3 - +6 ° C temperature with a carrying case, brought to the laboratory and examined. Microfungi are measured in lacto-phenol preparations after they were reproduced in artificial nutrient media such as Peptone Dextrose Agar, Malt Extract Agar (MEA), Potato Dextrose Agar (PDA) and Czapek's Agar (CZ). For the identifications of the studied species, foreign literature sources are reviewed. The photographs of isolated species were taken via microscope. During research, 16 samples were studied, total of 158 fungal colonies and 12 species belonging to four genera were isolated. The isolated genera in research area are *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Geotrichum*. Amongst these, *Aspergillus* and *Penicillium* are common. Isolated species in this research are *Aspergillus flavus*, *A.parasiticus*, *A.versicolor*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium chrysogenum*, *P.echinulatum*, *P.griseofulvum*, *P.palitats*, *P.roqueforti*, *P.solitum*, *P.verrucosum* and *Geotrichum candidum*. In conclusion, a flora of microfungi has been found which causes economic and health losses by damaging the butters in research area.

**Key words:** Kastamonu, Erzincan, Butter, Fungus



## Giriş

Gıdaların üretilmesi 8-10 bin yıl önce başlamıştır. İnsanların gıdaların bozulması ve gıda zehirlenmeleri gibi sorunlarla bu dönemin başında karşılaşmaya başladıkları sanılmaktadır. Hazırlanmış gıdaların bozulmasına ait ilk bulguların M.Ö.6000 civarında olduğu görülmektedir. Sümerlerin ise tereyağını ilk elde edenler olduğu, ayrıca etleri ve balıkları tuzladıkları bilinmektedir. Süt, peynir ve tereyağının M.Ö.3000 yılında Mısırlılarca kullanıldığı bildirilmiştir (Anonim, 2007).

Süt proteinleri canlı organizmasının gelişip büyüebilmesi ve kendi kendini yenileyebilmesi için son derece önemli bileşenlerdir. Süt proteinlerinin yapısında vücut tarafından sentezlenemeyen ve mutlaka dışarıdan alınması gereken tüm esansiyel aminoasitler bulunur. Ayrıca sütün bileşiminde hidrokisprolin hariç diğer 19 aminoasit de mevcuttur (Spreer, 2017; Metin, 2007).

Türk Gıda Kodeksi 2005/19 sayılı yönetmelikte tereyağı ve sadeyağ tanımı şu şekilde yapılmıştır; süt ve/veya süt ürünlerinden elde edilen, su ve yağsız kuru madde unsurlarının tamamına yakın bölümü uzaklaştırılmış ve ağırlıkça en az % 99 oranında süt yağı içeriğine sahip ürüne sadeyağ; ağırlıkça en az % 80, en fazla % 90 oranında süt yağı, en fazla % 2 oranında yağsız süt kuru maddesi ve en fazla % 16 oranında su içeriğine sahip ürüne tereyağı denir (Anonim, 2005).

Dünyada tereyağı üretimi her yıl yaklaşık olarak % 2 dolayında artış göstermektedir. 1970-2003 yılları arasında Dünya tereyağı üretimini % 40.6 oranında artmıştır (Çapraz ve Yılmaz, 2005). En önemli tereyağı üretici ülkeler; AB, ABD, Rusya, Avustralya, Polonya, Ukrayna, Kanada, Yeni Zelanda ve Hindistan olup; üretimlerini her yıl arttırmaktadırlar (Çapraz ve Yılmaz, 2005; İçöz, 2007).

Araştırmamızda Kastamonu ve Erzincan illerindeki çeşitli evlerden toplanan tereyağı numunelerindeki mikrofungusların izolasyonları ve teşhisleri (identifikasyonları) yapılmıştır. Araştırma sahasında, tereyağlarında zararlar yaparak, ekonomik ve sağlık kayıplarına sebep olan mikrofungus florası saptanmıştır. Tereyağlarının insan sağlığı bakımından yararı, izole ettiğimiz mikrofungusların zararları vurgulanmıştır.

## Materyal ve Metot

Tereyağı numuneleri Kastamonu ve Erzincan illerinden 2012-2013 yılları arasında yaz ve kış mevsiminde yılda 2 kere, her ilden 2 tane olmak üzere toplam 16 tane her seferinde 200'er gram alınmıştır. Bu numuneler steril torbalar içinde ve soğutucularla getirilip,

tereyağların üzerinde oluşan mikrofunguslar izole edilip, teşhisleri yapılmıştır.

Örnekler tereyağının üst yüzeyi steril bir spatula ile sıyrılarak, hava ile teması olmayan kısımlardan yaz mevsiminde Temmuz ayında ve kış mevsiminde Şubat ayında sabah 09:00 ile 11:00 arasında alınmıştır. Bu işlem 2 farklı köyde, 2 farklı evden alınarak uygulanmıştır. Örnekler alınırken steril eldiven ve maske takılmıştır. Alınan tereyağları, steril numune kapları içerisine konmuş, taşıma çantasında +3 - +6 °C'de saklanarak, inceleme yapmak üzere laboratuvara getirilmiştir.

Bu çalışmada Kastamonu ve Erzincan illerinden toplanan tereyağı örnekleri homojenize edilmiştir. Bu işlem için 1' er g' lık tereyağlarına 10 ml steril fizyolojik su eklenmiştir (Anonim, 1995). Sonra bakterilerin üremesini engellemek için içine 30 mg/l Rose Bengal ve 30 mg/l streptomisin ilave edilmiş (Kornacki ve ark., 2001) Pepton Dekstroz Agara ekilmiş, 22-26 °C' de 7-10 gün inkübe edilmiş ve üreyen mikrofungus kolonileri izole edilmiştir. İzole edilen tereyağı örneklerindeki mikrofungus kolonilerini saf olarak üretmek için her Petrideki gelişen bütün kolonilerden tek tek Malt Ekstrakt Agar (MEA), Patates Dekstroz Agar (PDA) ve Czapek's Agar (CZ) besiyerlerine ekim yapılmış, 22-26°C' de inkübe edilmiş, 7-10 gün sonra saf koloniler elde edilmiş ve makroskopik incelemeleri yapılmıştır.

Mikrofungusların mikroskopik incelemesinde ise preparat ortamı olarak pikrik asitle boyanmış laktofenol çözeltisi kullanılmıştır (Bilgehan, 2002). Lam üzerine pikrik asitle boyanmış laktofenol çözeltisi bir damla damlatılmış, steril özenin ucu ile alınan mikrofunguslar laktofenol çözeltisinin içine konulmuş ve üzeri lamel ile kapatılmıştır. Mikroskobun okülerine adapte edilen oküler mikrometrik disk ile hazırlanan preparatlardaki mikrofungusların mikronlarla ölçümü yapılmış, mikrofungusların her birinin bütün organları 50 kere ölçülerek, ortalaması alınmış, tür teşhisleri yapılmış ve dijital kamera ile fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 1-12). *Aspergillus* türlerinin teşhisinde (Klich, 2002; Raper ve Fennel, 1965), *Fusarium* türünün teşhisinde (Samson ve ark., 2002; Booth, 1971), *Geotrichum* türünün teşhisinde (Samson ve ark., 2002) ve *Penicillium* türlerinin teşhisinde (Samson ve ark., 2002; Raper ve ark., 1949) değişik yabancı eserlerden yararlanılmıştır. Preparatlardaki lamellerin kenarları oje ile kapatılmış ve saklama kutularına konarak muhafaza edilmiştir.



### Bulgular

2012-2013 yılları arasında Kastamonu ve Erzincan illerinden yaz ve kış mevsimlerinde yılda 2 kere, her ilden 2 tane olmak üzere toplam 16 tane alınan tereyağı numunelerinden toplamda 158 koloni incelenmiş (Tablo

1), 4 cinse (Tablo 2) ait 12 farklı tür (Tablo 3, 4; Şekil 1-12) izole edilmiştir. Toplamda en fazla izole edilen mikrofungus cinsi % 48.1 ile *Aspergillus* olup, bunu % 47.5 ile *Penicillium*, % 2.5 ile *Geotrichum* ve % 1.9 ile *Fusarium* takip etmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Kastamonu ve Erzincan illerinde 2012-2013 yılları arasında yaz ve kış mevsiminde izole edilen toplam mikrofungus koloni sayısı ve yüzde oranları

Mevsim	Kastamonu İli	Erzincan İli	Toplam Koloni Sayısı	%
Yaz	30	84	114	72.1
Kış	24	20	44	27.9
<b>Toplam</b>	<b>54</b>	<b>104</b>	<b>158</b>	<b>100</b>

Tablo 2. Kastamonu ve Erzincan illerinde 2012-2013 yılları arasında izole edilen toplam mikrofungus cinslerinin koloni sayısı ve yüzde oranları

Cins	Kastamonu İli	Erzincan İli	Toplam Koloni Sayısı	%
<i>Aspergillus</i>	38	38	76	48.1
<i>Fusarium</i>	-	3	3	1.9
<i>Penicillium</i>	15	60	75	47.5
<i>Geotrichum</i>	1	3	4	2.5
<b>Toplam</b>	<b>54</b>	<b>104</b>	<b>158</b>	<b>100</b>

Kastamonu ilinde 3 cinse ait 7 tür teşhis edilmiştir. En çok izole edilen tür % 40.7 ile *Aspergillus flavus* Link olmuştur ve bunu % 22.2 ile *Aspergillus parasiticus* Speare, %13 ile *Penicillium palitans* Westling, % 11.1 ile *Penicillium chrysogenum* Thom, % 7.4 ile *Aspergillus*

*versicolor* (Vuill.) Tirab., % 3.7 ile *Penicillium roqueforti* Thom ve % 1.9 ile *Geotrichum candidum* Link [*Dipodascus geotrichum* (E.E. Butler & L.J. Petersen) Arx] takip etmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Kastamonu ilinde 2012-2013 yılları arasında izole edilen toplam mikrofungus türlerinin koloni sayısı ve yüzde oranları

Tür	Koloni	%
<i>Aspergillus flavus</i>	22	40.7
<i>Aspergillus parasiticus</i>	12	22.2
<i>Aspergillus versicolor</i>	4	7.4
<i>Penicillium chrysogenum</i>	6	11.1
<i>Penicillium palitans</i>	7	13
<i>Penicillium roqueforti</i>	2	3.7
<i>Geotrichum candidum</i> ( <i>Dipodascus geotrichum</i> )	1	1.9
<b>Toplam</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

Erzincan ilinde 4 cinse ait 12 tür teşhis edilmiştir. En çok izole edilen tür % 24 ile *Aspergillus flavus* olmuştur ve bunu % 17.3 ile *Penicillium chrysogenum*, % 12.5 ile *Penicillium palitans*, % 10.6 ile *Aspergillus parasiticus* ve *Penicillium solitum* Westling, % 6.7 ile *Penicillium griseofulvum* Dierckx ve *Penicillium verrucosum* Dierckx, % 2.9 ile *Fusarium oxysporum* Schldl. ve *Geotrichum candidum*, % 1.9 ile *Aspergillus versicolor*, *Penicillium*

*echinulatum* E.Dale ve *Penicillium roqueforti* takip etmiştir (Tablo 4).

Tereyağı numunelerinden izole edilen *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Geotrichum* cinslerinin <http://www.indexfungorum.org>' a göre sistematığı ve mikrofungus türlerinin mikroskopik görüntüleri aşağıda verilmiştir (Şekil 1-12).





Tablo 4. Erzincan ilinde 2012-2013 yılları arasında izole edilen toplam mikrofungus türlerinin koloni sayısı ve yüzde oranları

Tür	Koloni	%
<i>Aspergillus flavus</i>	25	24
<i>Aspergillus parasiticus</i>	11	10.6
<i>Aspergillus versicolor</i>	2	1.9
<i>Fusarium oxysporum</i>	3	2.9
<i>Penicillium chrysogenum</i>	18	17.3
<i>Penicillium echinulatum</i>	2	1.9
<i>Penicillium griseofulvum</i>	7	6.7
<i>Penicillium palitans</i>	13	12.5
<i>Penicillium roqueforti</i>	2	1.9
<i>Penicillium solitum</i>	11	10.6
<i>Penicillium verrucosum</i>	7	6.7
<i>Geotrichum candidum</i> ( <i>Dipodascus geotrichum</i> )	3	2.9
<b>Toplam</b>	<b>104</b>	<b>100</b>

*Fungi*

Divisio: *Ascomycota*

Subdivisio: *Pezizomycotina*

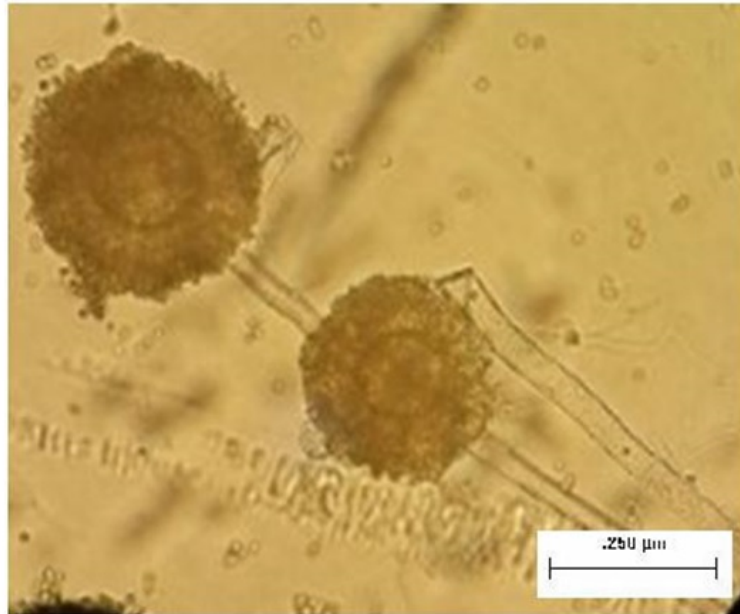
Classis: *Eurotiomycetes*

Subclassis: *Eurotiomycetidae*

Ordo: *Eurotiales*

Familia: *Aspergillaceae*

Genus: *Aspergillus*



Şekil 1. *Aspergillus flavus*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)





Şekil 2. *Aspergillus parasiticus*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)



Şekil 3. *Aspergillus versicolor*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)

*Fungi*

Divisio: *Ascomycota*

Subdivisio: *Pezizomycotina*

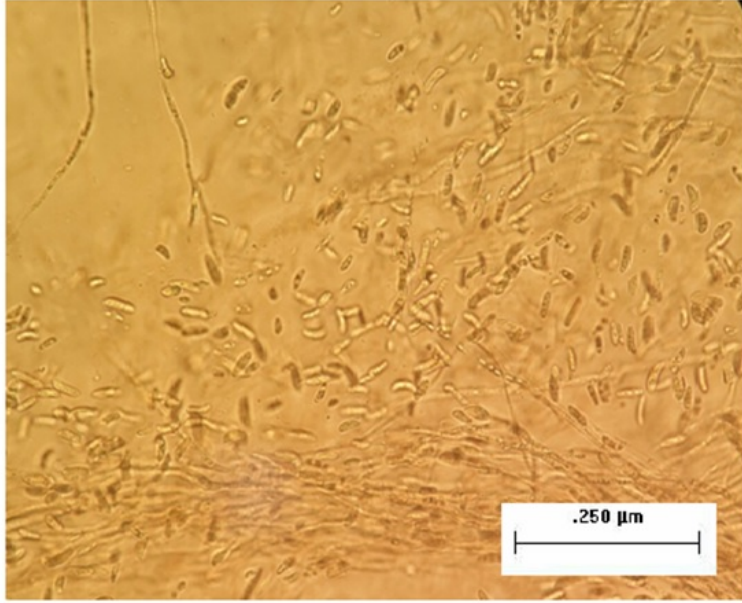
Classis: *Sordariomycetes*

Subclassis: *Hypocreomycetidae*

Ordo: *Hypocreales*

Familia: *Nectriaceae*

Genus: *Fusarium*



Şekil 4. *Fusarium oxysporum*' un mikroskopik görüntüsü (10x40)

*Fungi*

Divisio: *Ascomycota*

Subdivisio: *Pezizomycotina*

Classis: *Eurotiomycetes*

Subclassis: *Eurotiomycetidae*

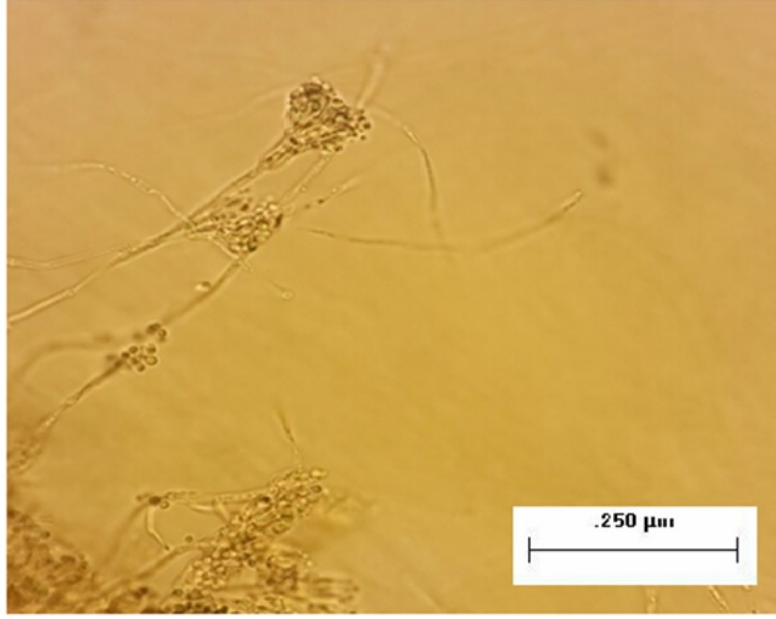
Ordo: *Eurotiales*

Familia: *Aspergillaceae*

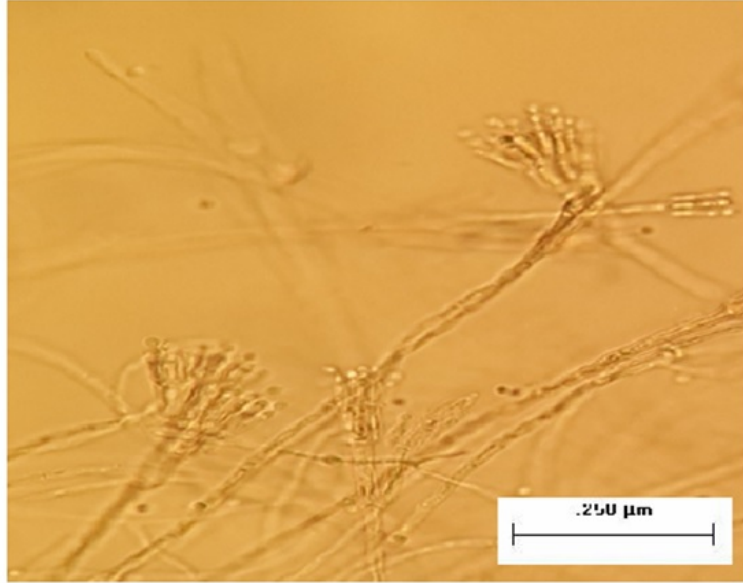
Genus: *Penicillium*



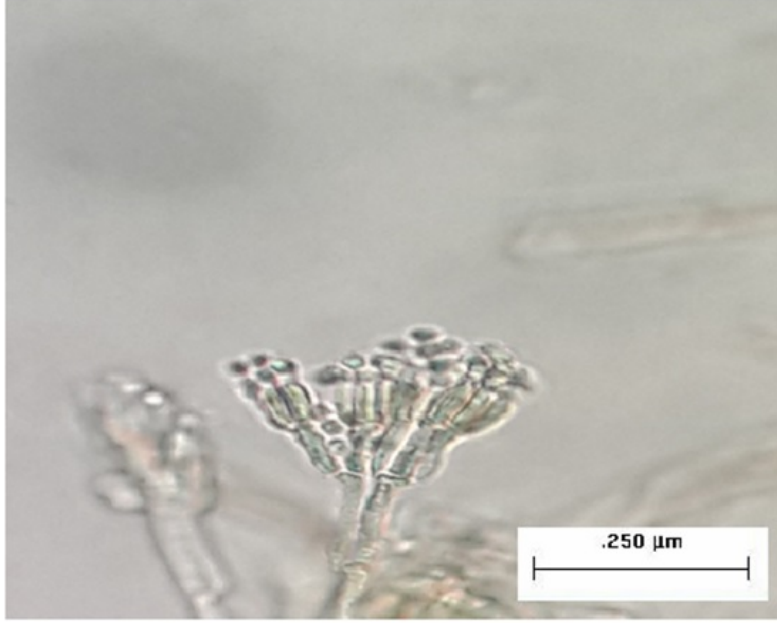
Şekil 5. *Penicillium chrysogenum*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)



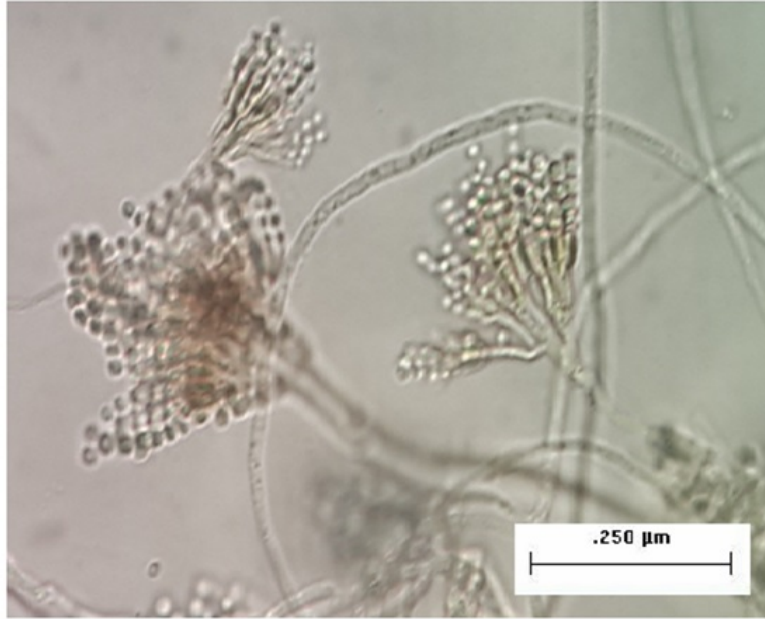
Şekil 6. *Penicillium echinulatum*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)



Şekil 7. *Penicillium griseofulvum*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)

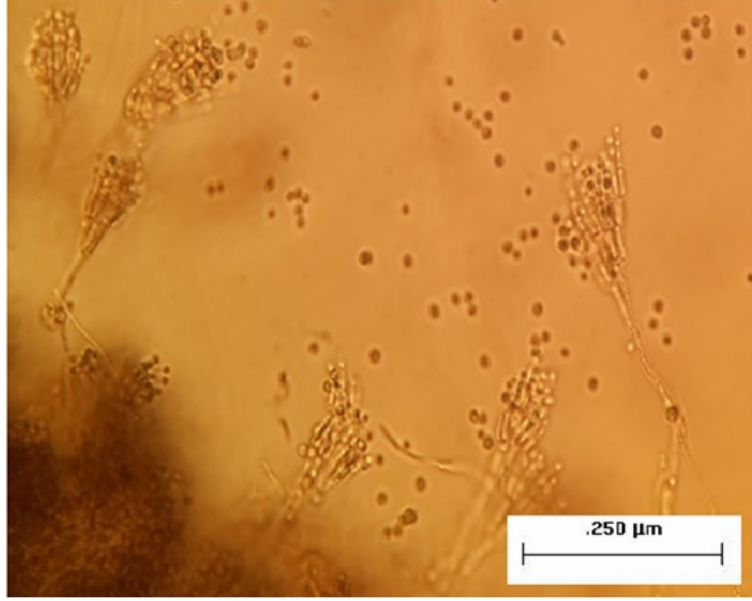


Şekil 8. *Penicillium palitans*'ın mikroskopik görüntüsü (10x40)

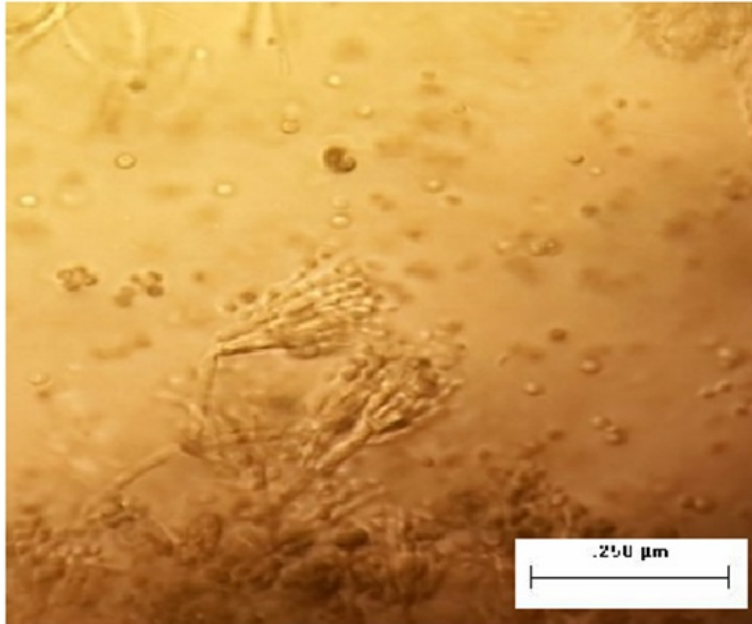


Şekil 9. *Penicillium roqueforti*'nin mikroskopik görüntüsü (10x40)





Şekil 10. *Penicillium solitum*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)



Şekil 11. *Penicillium verrucosum*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)

*Fungi*

Divisio: *Ascomycota*

Subdivisio: *Saccharomycotina*

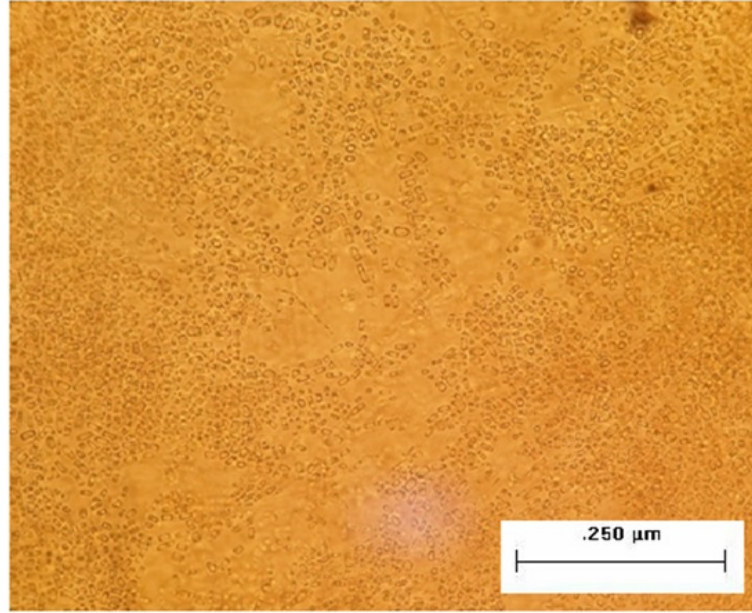
Classis: *Saccharomycetes*

Subclassis: *Saccharomycetidae*

Ordo: *Saccharomycetales*

Familia: *Dipodascaceae*

Genus: *Geotrichum*



Şekil 12. *Geotrichum candidum*'un mikroskopik görüntüsü (10x40)

### Tartışma

Yapılan çalışmalar genellikle soğuk aylarda, mikrofungus konsantrasyonlarında düşüş gözlemlendiğini göstermiştir (Çolakoğlu, 2004; Çolakoğlu, 2003). Bu durum çalışmada bulunan sonuçlar ile paralellik göstermektedir (Tablo 1). Ayrıca sıcaklık ve nem, mikrofungus konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğu belirtilmiştir (Çolakoğlu, 1996; Sarıca ve ark., 2002). Çalışmada yaz aylarında mikrofungus konsantrasyonunun kış aylarına oranla yüksek olduğu görülüp, sıcaklığın bu sonucu etkilediği tespit edilmiştir (Tablo 1). Alghamdi ve ark. (2014) farklı meteorolojik faktörlerin (rüzgar hızı, nispi nem ve sıcaklık) mikrofungusların konsantrasyonlarını ve tiplerini etkilediğini belirtmektedirler. Moreno-Sarmiento ve ark. (2016) yağış ve bağıl nem içeren toplam fungal sporlar için istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar elde edildiğini, kurak bölgelerde baskın cinslerin *Alternaria*, *Aspergillus* ve *Penicillium* olduğunu göstermişlerdir. Bahsedilen mikrofunguslardan *Aspergillus* ve *Penicillium* çalışmada da baskın cinsler olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Pal (2014) süt ve süt ürünlerinde bozulma etmeni *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Mucor* ve *Penicillium* mikrofungus cinslerinin olduğunu, bunlar arasında *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium*' un duyarlı bireylerde ciddi sağlık tehlikelerine yol açabilen mikotoksinler ürettiği için önem taşıdığını, fungal kontaminasyona bağlı olarak da yaklaşık %5 ila %10 oranında gıda ürününün kaybolduğunu bildirmiştir. Bu mikrofungus cinsleri çalışmada elde edilmiştir (Tablo 2).

Çalışmanın sonuçlarına göre tereyağlardan izole edilen fungus yoğunluğu Erzincan ilinde fazla olup, Kastamonu ilinde daha az bulunmuştur (Tablo 3, 4). Erkol ve Çolakoğlu (2018)' nun Erzincan tulum peynirlerinden izole ettikleri fungal türler Erzincan ilindeki tereyağlardan izole edilen fungal türler ile uyum sağlamış ancak çalışmada *Aspergillus niger* ve *Cladosporium herbarum* türleri izole edilmemişlerdir. Bursa ve Samsun illerindeki tereyağlardan izole edilen funguslar (Öztürk ve Çolakoğlu, 2018) ile çalışmadan izole edilen funguslar aynı olmakla birlikte farklı olarak çalışmada *Cladosporium herbarum* ve *Cladosporium sphaerospermum* türleri elde edilmemişlerdir.

Patojen bir mikroorganizma veya onun ürettiği toksini içeren bir gıdanın tüketimi sonucu ortaya çıkan hastalıklara gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar denir. Bu hastalıklar, gıda enfeksiyonları ve gıda intoksikasyonları olmak üzere ikiye ayrılır. Mikotoksijenik mikrofunguslardan; *Aspergillus flavus* (% 40.7 Tablo 3; % 24 Tablo 4) ve *Aspergillus parasiticus* (% 22.2 Tablo 3; % 10.6 Tablo 4) ürettikleri aflatoksin B<sub>1</sub> ile aflatoksikozis, *Aspergillus versicolor* (% 7.4 Tablo 3; % 1.9 Tablo 4) ürettiği toksik metabolitleri nidulotoksin, sterigmatosistin ile karsinogenesis, *Penicillium verrucosum* (% 6.7 Tablo 4) ürettiği okratoksin A ile nefropati hastalıklarını yaparlar (Karapınar ve ark., 1998; Klich, 2002; Samson ve ark., 2002; Tunail, 2002). Toksik metabolitler olarak; *Penicillium chrysogenum* (% 11.1 Tablo 3; % 17.3 Tablo 4) rokfortin C (Pitt ve Hocking, 1999), *Penicillium echinulatum* (% 1.9 Tablo 4) territrems (Samson ve ark., 2002), *Penicillium griseofulvum* (% 6.7 Tablo 4) patulin, siklopiazonik asit, rokfortin C, griseofulvin (Pitt ve





Hocking, 1999), *Penicillium palitans* (% 13 Tablo 3; % 12.5 Tablo 4) siklopiazonik asit, fumigaklavin A ve B (Samson ve ark., 2002), *Penicillium roqueforti* (% 3.7 Tablo 3; % 1.9 Tablo 4)' nin bazı suşları rokfortin C, izofumigaklavin A ve B, PR toksin, mikofenolik asit (Samson ve ark., 2002; Pitt ve Hocking, 1999), *Fusarium oxysporum* (% 2.9 Tablo 4)' un fusarik asit, moniliformin (Samson ve ark., 2002) ürettikleri bildirilmiştir. *Penicillium solitum* (% 10.6 Tablo 4)' un siklopenin, siklofenol, dehidrosiklopeptin, siklopeptin metabolitlerini ürettiği, *Geotrichum candidum* (% 1.9 Tablo 3; % 2.9 Tablo 4)' un ise habitatlarından birinin süt ve süt ürünleri olduğu belirtilmiştir (Samson ve ark., 2002). Tablo 3 ve ve Tablo 4' de görüldüğü üzere tereyağları örneklerinden *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri yüksek oranda izole edilmişlerdir.

Mikrofungusların ürettikleri mikotoksinler gıdalarda bozulmalara neden olarak canlıların yaşamını tehdit etmektedirler. Sütte ve kremada mikrobiyal gelişme sonucunda, tereyağında mikrofungus ve Actinomycetes' lerin neden olduğu küfümsü, küflerin neden olduğu Rokfor benzeri lezzet oluşur. Tereyağlarında meydana gelen renk bozukluklarında mikrobiyal gelişme sonucu yüzeyde *Penicillium* türleri yeşil renge neden olurlar. Gıdalarda mikotoksin miktarının yüksek olması o ürünün ihracına da darbe vurmaktadır. Depo koşulları elverişli değilse depolanan ürünlerin tümü mikrofunguslar tarafından

bozulmalarına neden olur. Bu da ekonomik açıdan kötü sonuçlar doğurabilir (Ünlütürk, 1998).

Tereyağında meydana gelebilecek bozulmalarda muhafaza edildiği çevre faktörleri önemlidir. Kremaya pastörizasyon uygulamasının bozulmaya neden olan mikroorganizmaların çoğunu öldürdüğü ve pastörize kremadan üretilen tereyağların uygun şekilde muhafaza edildiğinde mikrobiyal bozulmaya karşı daha stabil olduğu belirtilmiştir. Tereyağı normal koşullarda buzdolabında saklanır ancak ticari olarak -17.8 °C' de depolanır ve bu sıcaklıkta mikrobiyal gelişme söz konusu değildir. Tereyağlarında bakteriyal gelişmeye sık rastlanmaz, gelişme olduğunda ise bakteriler çok yüksek sayılara ulaşmaz. Ancak tereyağının lezzeti bozulmaya çok duyarlı olduğundan oldukça düşük sayılabilecek bir mikrobiyal gelişmenin yağın lezzetinde önemli kusurlar oluşturabildiği bildirilmiştir (Ünlütürk, 1998).

Sonuç olarak, tereyağı üretimi yapılan yerler pastörizasyona, işlemleri yaparken ve sonrasında çevre faktörlerine, nem ve sıcaklığın tereyağının kalitesini bozmayacak düzeylerde olmasına, ambalajlamanın teknik yöntemlere göre yapılmasına, tereyağının elverişli depo koşullarında muhafaza edilmesine özen göstermelidirler. Ayrıca duyarlı bireyler yaş ve cinslerini göz önünde tutarak, mikrofunguslarla kontamine olmuş tereyağlarını tüketirken bunların mikotoksin ürettiklerini, aldıkları mikrofungusların dozuna göre risk faktörlerinin oluşabileceğini unutmamalıdır.

## Kaynaklar

- Alghamdi, M.A., Shamy, M., Redal, M.A., Khoder, M., Awad, A.H., Elserougy, S., (2014). Microorganisms Associated Particulate matter: A Preliminary Study. *Sci. Total Environ.*, 479–480, 109–116.
- Anonim, (1995). S 1331 Tereyağı Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, (2005). *Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği*. Tebliğ No: 2005/19.
- Anonim, (2007). <http://www.mikrobiyoloji.org/genelpdf/210010201.pdf1>
- Bilgehan, H., (2002). *Klinik Mikrobiyolojik Tanı*. 3. Baskı, Barış Yayınları, Fakülteler Kitabevi, İzmir, 94-95.
- Booth, C., (1971). The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological. Ins., Kew Surrey, England, 1-237.
- Çapraz, İ., Yılmaz, V., (2005). *Süt ve Süt ürünleri Sektör Profili*. İstanbul Ticaret Odası, Kobi Araştırma ve Geliştirme Şubesi, İstanbul.
- Çolakoğlu, G., (2004). Indoor and Outdoor Mycoflora in the Different Districts of the City of Istanbul (Turkey). *Indoor Built Environ.*, 13(2) 91-100.
- Çolakoğlu, G., (2003). Airborne Fungal Spores at the Belgrad Forest Near the City of Istanbul, Turkey, in the Year 2001 and Their Relation to Allergic Diseases. *J. Basic Microbiol.*, 43(5) 376-384.
- Çolakoğlu, G., (1996). Fungal Spore Concentrations in the Atmosphere at the Anatolia Quarter of Istanbul, Turkey. *J. Basic Microbiol.*, 36(3) 155-162.
- Erkol, G., Çolakoğlu, G.T., (2018). Erzincan Tulum Peynirlerinden İzole Edilen Fungal Türler (Fungal Species Isolated from Erzincan Tulum Cheeses). *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 9(2), 148-154 . <http://www.indexfungorum.org>
- İçöz, Y., (2007). *Süt ve Süt Ürünleri Durum ve Tahmin 2007-2008*. Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 153, Ankara.
- Karapınar, M., Aktuğ Gönül, Ş., (1998). Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Hastalıklar (Bölüm 2,6). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Birinci Baskı. Editörler, A. Ünlütürk, F. Turantaş. Ege Üniversitesi, Mengi Tan Basımevi, Çınarlı-İzmir, 109-110.
- Klich, M.A., (2002). *Identification of Common Aspergillus Species*. Centraalbureau Voor Schimmelcultures-Utrecht, The Netherlands, 46-105.
- Kornacki, J., Flowers, R., Bradley, R.Jr., (2001). Microbiology of Butter and Related Products. In: *Applied Dairy Microbiology*. Eds., E.H. Marth, J.L. Steele. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.
- Metin, M., (2007). *Süt Teknolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.



- Moreno-Sarmiento, M., Peñalba, M. C., Belmonte, J., Rosas-Pérez, I., Lizarraga-Celaya, C., Ortega-Nieblas, M. M., Villalbarra, M., Lares-Villa, F., Pizano-Nazara, L.J., (2016). Airborne Fungal Spores from an Urban Locality in Southern Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Micología*, 44, 11-20.
- Öztürk, H.Ö., Çolakoğlu, G.T., (2018). Bursa ve Samsun İllerindeki Tereyağlardan İzole Edilen Funguslar Üzerine Araştırmalar (Researches on Fungi which Isolated from Butters in Bursa and Samsun Cities). *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 9(2), 169-175.
- Pal, M., (2014). Spoilage of Dairy Products due to Fungi. ResearchGate, *Beverage & Food World*, 41(7) 37-40.
- Pitt, J.I., Hocking A.D., (1999). *Fungi and Food Spoilage*. An Aspen Publication, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 107-319.
- Raper, K.B., Thom, C., Fennell, D.I., (1949). *A Manual of the Penicillia*. The Williams and Wilkins Co. Baltimore, USA, 1-875.
- Raper, K.B., Fennel, D.I., (1965). *The Genus Aspergillus*. The William and Wilkins Co. Baltimore, USA, 1-686.
- Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C., Filtenborg, O., (2002). *Introduction to Food-and Airborne Fungi*. Centraalbureau Voor Schimmelcultures-Utrecht, The Netherlands, 64-338.
- Sarıca, S., Asan, A., Oktun, M.T., Ture, M., (2002). Monitoring Indoor Airborne Fungi and Bacteria in the Different Areas of Trakya University Hospital, Edirne, Turkey. *Indoor Built Environ.*, 11(5) 285-292.
- Spreer, E., (2017). *Milk and Dairy Product Technology*. Taylor & Francis Group, New York, 1-483.
- Tunail, N., (2000). *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Genişletilmiş 2. Baskı, Ankara, 522.
- Ünlütürk, A., (1998). Süt ve Süt Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri (Bölüm 4,11). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Birinci Baskı. Editörler, A. Ünlütürk, F. Turantaş. Ege Üniversitesi, Mengi Tan Basımevi, Çınarlı-İzmir, 295.



Geliş(Received) :21/03/2019  
Kabul(Accepted) :08/05/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708.mantar.542951

## The Smut Fungi Determined in Aladağlar and Bolkar Mountains (Turkey)

Şanlı KABAĞTEPE<sup>1</sup>, İlğaz AKATA\*<sup>2</sup>

\*Corresponding author: akata@science.ankara.edu.tr

<sup>1</sup>Malatya Turgut Ozal University, Battalgazi Vocat Sch., Battalgazi, Malatya, Turkey.

Orcid. ID:0000-0001-8286-9225/skabaktepe@gmail.com

<sup>2</sup>Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, Tandoğan, Ankara, Turkey,

Orcid ID:0000-0002-1731-1302/akata@science.ankara.edu.tr

**Abstract:** In this study, 17 species of smut fungi and their hosts, which were found in Aladağlar and Bolkar mountains were described. The research was carried out between 2013 and 2016. The 17 species of microfungi were observed on a total of 16 distinct host species from 3 families and 14 genera. The smut fungi determined from the study area are distributed in 8 genera, 5 families and 3 orders and 2 classes. *Melanopsichium eleusines* (Kulk.) Mundk. & Thirum was first time recorded for Turkish mycobiota.

**Key words:** smut fungi, biodiversity, Aladağlar and Bolkar mountains, Turkey

### Aladağlar ve Bolkar Dağları (Türkiye)'nden Belirlenen Sürme Mantarları

**Öz:** Bu çalışmada, Aladağlar ve Bolkar dağlarında bulunan 17 sürme mantar türü ve konakçıları tanımlanmıştır. Araştırma 2013-2016 yılları arasında gerçekleştirilmiş, 3 aile ve 14 cinsten toplam 16 farklı konakçı türü üzerinde 17 mikrofungus türü gözlenmiştir. Çalışma alanından belirlenen sürme mantarları 8 cins, 5 aile ve 3 takım ve 2 sınıf içinde dağılım göstermektedir. *Melanopsichium eleusines* (Kulk.) Mundk. & Thirum ilk kez Türkiye mikrobiyotası için kaydedilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sürme Mantarları, Biyoçeşitlilik, Aladağlar ve Bolkar Dağları, Türkiye

#### Introduction

Aladağlar and Bolkar Mountains are situated in the Eastern region of the Central Taurus Mountains complex resides in the Southern Anatolia and surrounded by Mersin in the south, Adana in the southeast, Niğde and Ereğli in the northwest, Kayseri in the northeast and Karaman in the west (Figure 1). The southern slopes of the study area exhibit characteristics of the Mediterranean climate, while the northern slopes of the study area show the semi-arid climate (Kabaktepe and Akata, 2018).

Smut fungi are multicellular fungi characterized by teliospores, and they are the second important obligate biotrophic plant parasitic group after the rust fungi. The

group contains roughly 1200 fungi species infecting over 4000 species of Angiosperms, mainly the families *Poaceae* and *Cyperaceae* (Vánky, 2012).

According to the literature (Akata et al., 2019; Bahçecioğlu and Yıldız, 2005; Bahçecioğlu et al., 2006; Bremer et al., 1947; 1952; Gobelez, 1962; Kabaktepe and Bahçecioğlu 2006; 2012; Kabaktepe et al., 2016, 2018; Karel, 1958; Kırbağ, 2003; Magnus, 1899; Petrak, 1953; Sert, 2009; Sert et al., 2004; Şahin and Tamer 1998; Vasighzadeh et al., 2014) on Turkish smut fungi, 62 species belonging to 15 genera within 5 families were previously recorded in different regions of Turkey but there is not any detailed mycological study on smut fungi in Aladağlar and Bolkar Mountains.

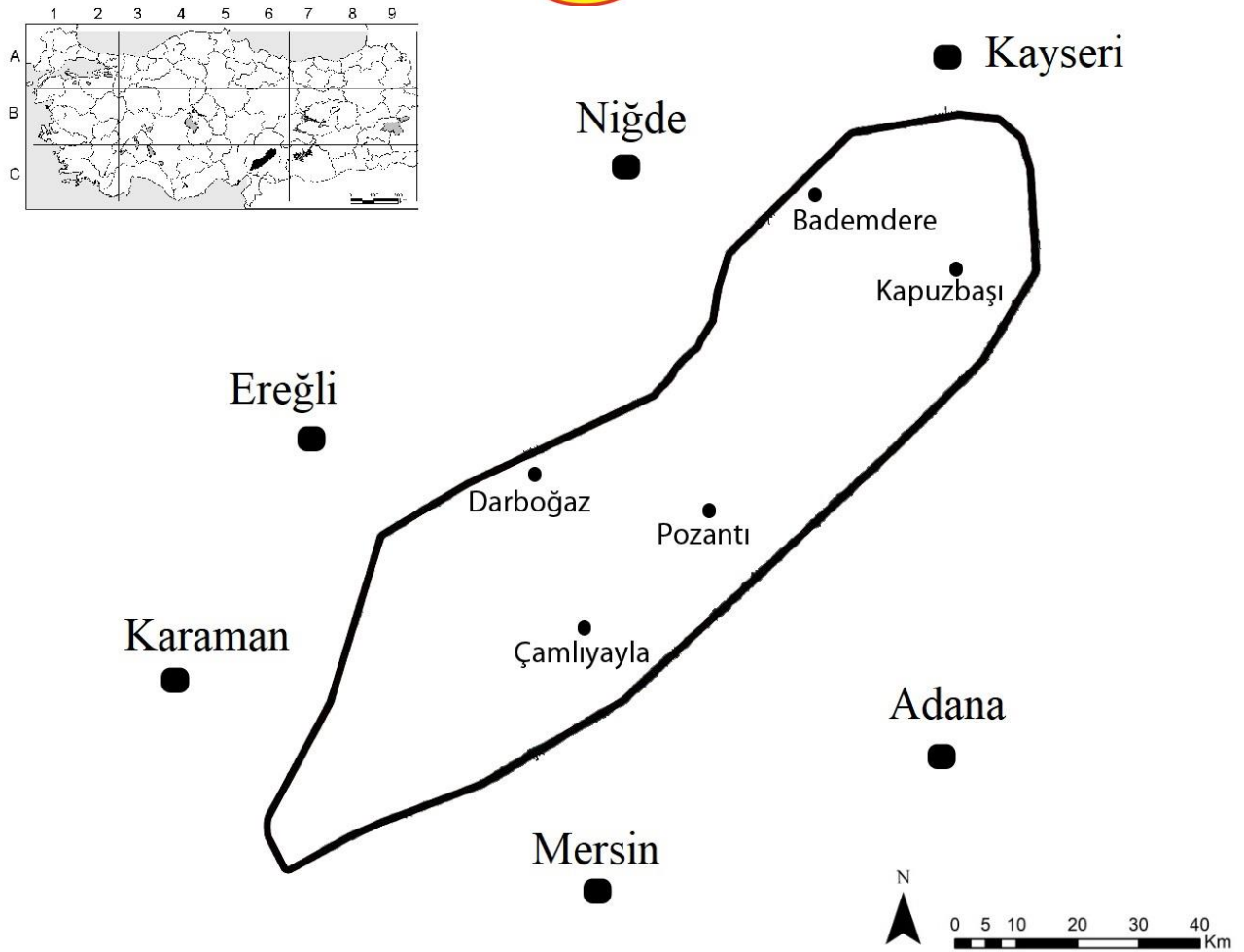


Figure 1. Map of the research area (Kabaktepe and Akata, 2018).

### Materials and Methods

Infected plant samples were collected from Aladağlar and Bolkar mountains (Kayseri, Niğde, Konya, Karaman, Mersin, Adana) in Turkey between 2013 and 2016. The Flora of Turkey (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988) was the main source used for the identification of the host specimens. The fungal specimens were isolated from the plant materials either by scraping, or thin sections were obtained with a razor blade. The fungal specimens were examined microscopically. Macro photographs were taken under a stereomicroscope (Novex trinocular zoom stereo microscope RZT-SF). Micro photographs were taken under a light microscope (Noveks B series 1000). Analysis LS Starter software was used for sizing the spores and sporophores. While systematic of the fungal taxa were in accordance with Kirk et al. (2008), and Index fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)), current names of the host plant taxa were confirmed according to the plant list ([www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org)). Identification of the fungal

samples was performed according to Vanky (2012). The identified samples were kept at the İnönü University herbaria (INU).

### Results

#### Fungi

#### Basidiomycota

#### Ustilaginomycetes

#### Urocystidales

#### Urocystidaceae

*Urocystis ixiolirii* Zaprom.: On *Ixiolirion tataricum* (Pall.) Schult. & Schult.f. (*Ixioliriaceae*) Mersin, Çamlıyayla, between Papazın bahçesi and Olukkaya, Kanlı Obruk location, 1850 m, 18.07.2014, Kabaktepe & Akata 7692.

#### Ustilaginales

#### Anthracoideaceae

*Anthracoidea irregularis* (Liro) Boidol & Poelt: On *Carex halleriana* Asso (*Cyperaceae*) Niğde, Çamardı, Emli valley, 1800 m, 25.06.2015, Kabaktepe & Akata 8125.





***Anthracoidea pratensis*** (Syd.) Boidol & Poelt: On *Carex flacca* Schreb. (Cyperaceae) Mersin, Çamlıyayla, Kadıncık valey, Cevzlioluk, 900 m, 26.06.2015, Kabaktepe & Akata 8129; Mersin, Çamlıyayla, Kadıncık valley, Kuzbağı location, 1350 m, 26.06.2015, Kabaktepe & Akata 8139; Mersin, Çamlıyayla, Kadıncık valley, Kale location, 1600 m, 26.06.2015, Kabaktepe & Akata 8148.

#### ***Melanopsichiaceae***

***Melanopsichium eleusines*** (Kulk.) Mundk. & Thirum.: On *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (*Poaceae*) Adana, Aladağ, Büyüksöfölu village, 700 m, 25.08.2015, Kabaktepe & Akata 8185. Sori in spikes, scattered in the inflorescence, firstly grey after dark brown, the surface is covered by peridia, surface powdery. Spores grouped, 7–16 × 9–13 µm, yellowish brown, wall 0.5–1 µm thick, verrucose-smooth (Figure 2).

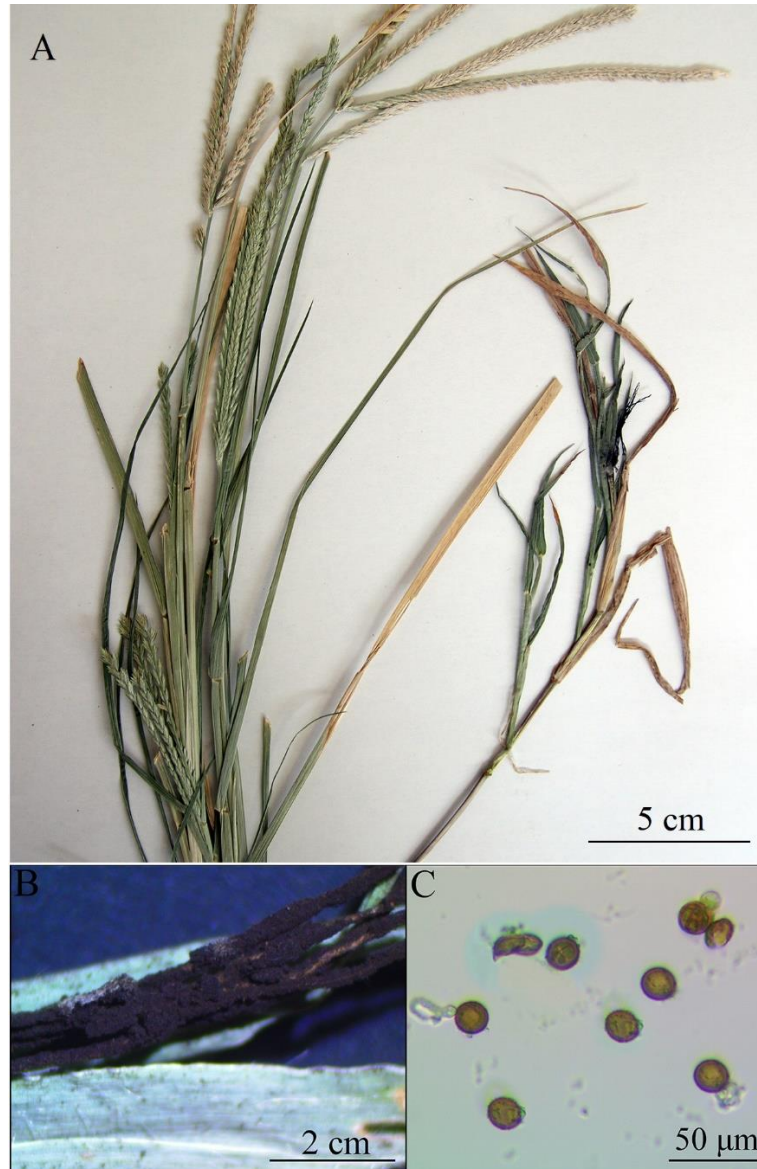


Figure 2. *Melanopsichium eleusines*, **A**. dried herbarium specimen, **B**. SM view of *M. eleusines* on sori, **C**. LM view of spores.

#### ***Ustilaginaceae***

***Anthracocystis penniseti*** (Rabenh.) McTaggart & R.G. Shivas: On *Pennisetum orientale* Rich. (*Poaceae*) Kayseri: Yahyalı, İlyaslı village, 1250 m, 26.09.2013,

Kabaktepe & Akata 7185; Mersin, Tarsus, Gülek village, 1240 m, 08.10.2013, Kabaktepe & Akata 7318.

***Sporisorium cruentum*** (J.G. Kühn) Vánky: On *Sorghum halepense* (L.) Pers. (*Poaceae*) Mersin, Tarsus,



Gülek village, 1100 m, 08.10.2013, Kabaktepe & Akata 7308.

***Tranzscheliella hypodytes*** (Schltdl.) Vánky & McKenzie: On *Elymus hispidus* (Opizi) Melderis (*Poaceae*) Kayseri, Yahyalı, Kayapınar plateau, 1650 m, 23.06.2015, Kabaktepe & Akata 8082; On *Piptatherum miliaceum* (L.) Coss. (*Poaceae*), Konya, Halkapınar, south İvriz village, 1300 m, 15.10.2015, Kabaktepe & Akata 8383.

***Tranzscheliella williamsii*** (Griffiths) Dingley & Versluys: On *Stipa* L. (*Poaceae*) Mersin, Sebil, Cehennem deresi, 620 m, 23.05.2014, Kabaktepe & Akata 7520.

***Ustilago avenae*** (Pers.) Rostr.: On *Avena sterilis* L. (*Poaceae*) Adana, Pozantı, between Ömerli and Kamışlı, 1200 m, 20.05.2014, Kabaktepe & Akata 7430; Kayseri, Yahyalı, Çamlıca village, 900 m, 21.05.2014, Kabaktepe & Akata 7477; Kayseri, Yahyalı, between Çamlıca and Ulupınar, 1400 m, 16.07.2014, Kabaktepe & Akata 7642.

***Ustilago bulgarica*** Bubák: On *Sorghum halepense* (L.) Pers. (*Poaceae*) Konya, Halkapınar, between İvriz and Ereğli, 1100 m, 28.08.2015, Kabaktepe & Akata 8266.

***Ustilago bullata*** Berk.: On *Bromus sterilis* L. (*Poaceae*) Niğde, Ulukışla, Emirler village, 1800 m, 13.07.2014, Kabaktepe & Akata 7526.

***Ustilago cynodontis*** (Pass.) Henn.: On *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (*Poaceae*) Mersin, Değirmendere village, 1080 m, 25.04.2014, Kabaktepe & Akata 7386; Kayseri, Yahyalı 1100 m, 21.05.2014, Kabaktepe & Akata 7458; Adana, Pozantı, Horoz mountain pass, 1000 m, 30.10.2014, Kabaktepe & Akata 7918.

***Ustilago hordei*** (Pers.) Lagerh.: On *Avena barbata* Pottex Link (*Poaceae*) Adana, Akçatekir plateau, 950 m, 22.05.2014, Kabaktepe & Akata 7503.

## References

- Akata I., Altuntaş, D. and Kabaktepe, Ş. (2019). Fungi Determined in Ankara University Tandoğan Campus Area (Ankara-Turkey). *Trakya University Journal of Natural Science*, 20(1): 47-55.
- Bahçecioğlu, Z. and Yıldız, B. (2005). A study on the microfungi of Sivas Province. *Turkish J. Bot.*, 29: 23-44.
- Bahçecioğlu, Z., Kabaktepe, S. and Yıldız, B. (2006). Microfungi isolated from plants in Kahramanmaraş Province, Turkey. *Turkish J. Bot.*, 30: 419-434.
- Bremer, H., Ismen, H., Karel, G. and Ozkan, M. (1947). Beiträge zur kenntnis der parasitischen pilze der Turkei. I. *Revue de la Faculte des Sciences de l'Universite d'İstanbul*, Seri B. 12(2): 307-334.
- Bremer, H., Karel, G., Bıyıkoğlu, K., Goksel, N. and Petrak, F. (1952). Beiträge zur kenntnis der parasitischen pilze der Turkei V. *Revue de la Faculte des Sciences de l'Universite d'İstanbul*, Seri B. 17(2): 161-181.
- Davis, P.H. (ed.) (1965-85). *Flora of Turkey and East Aegean Island*. Vols 1-9. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., Mill, R.R. and Tan, K. (eds). (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 10, (supplement). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Gobeze, M. (1962). La mycoflore de Turquie 1. *Mycopathologia Applicata*, 19(4): 296-314.

***Ustilago maydis*** (DC.) Corda: On *Zea mays* L. (*Poaceae*) Kayseri, Yahyalı, Çamlıca village, 1100 m, 16.07.2014, Kabaktepe & Akata 7655; Kayseri, Yahyalı, Derebağ waterfall, 1270 m, 17.09.2014, Kabaktepe & Akata 7769.

***Ustilago phrygica*** Magnus: On *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski (*Poaceae*) Kayseri, Yahyalı, Derebağ waterfall, 1270 m, 17.09.2014, Kabaktepe & Akata 7765.

***Ustilago tritici*** (Pers.) C.N. Jensen: On *Triticum turgidum* L. (*Poaceae*) Kayseri, Yahyalı, between Çamlıca and Ulupınar, 1050 m, 21.05.2014, Kabaktepe & Akata 7469.

## Exobasidiomycetes

### Tilletiales

### Tilletiaceae

***Tilletia laevis*** J.G. Kühn.: On *Triticum turgidum* L. (*Poaceae*) Adana: Aladağ, Yetimli village, 27.09.2013, Kabaktepe & Akata 7250.

## Acknowledgments

This study was supported by TUBITAK (Project no: 113Z093).

## Discussion

As a result, 17 species belonging to 2 classes, 3 order, 5 families and 8 genera were listed. The list includes 16 *Ustilaginomycetes* (*Ustilaginaceae* 12, *Anthracoideaceae* 2, *Urocystidaceae* and *Melanopsichiaceae* 1) and 1 *Exobasidiomycetes* (*Tilletiaceae* 1). Additionally, *Melanopsichium eleusines* (Kulk.) Mundk. & Thirum. (*Melanopsichiaceae*) was reported for the first time from Turkey at the family level and the number of Turkish smut fungi species, genus and family reached to 63, 16 and 6 respectively.





- Index Fungorum (2019).: <http://www.indexfungorum.org/> Accessed 1 March 2019.
- Kabaktepe, Ş. and Akata, I. (2018). *Septoria* Sacc. (*Mycosphaerellales*) Species Determined in Aladağlar and Bolkar Mountains (Turkey). *Mantar Dergisi*, 9(2):142-47.
- Kabaktepe, Ş. and Bahçecioglu, Z. (2006). Microfungi identified from the flora of Ordu Province in Turkey. *Turkish J. Bot.*, 30: 251-265.
- Kabaktepe, Ş. and Bahçecioglu, Z. (2012). New *Anthracoidea*, *Tilletia*, and *Ustilago* records for Turkey. *Mycotaxon*, 122: 283-285.
- Kabaktepe, Ş., Akata, I. and Akgül, H. (2016). A New *Anthracocystis* (Ustilaginales) Record for Turkey. *Hacettepe J. Biol. & Chem.*, 44 (1): 21-24.
- Kabaktepe, Ş., Akata, I. and Karakuş S. (2018). A new *Anthracoidea* (Ustilaginales) Record for Turkey. *Hacettepe J. Biol. & Chem.*, 46 (3): 391–393.
- Karel, G. (1958). *A Preliminary List of Plant Disease in Turkey*. Ankara: Ayyıldız press.
- Kirk, P.F., Cannon, P.F., Minter, D.W. and Stalpers, J.A. (2008). *Dictionary of the fungi* 10th ed. CAB International, Wallingford, UK.
- Kırbağ, S. (2003). Two new records for the mycoflora of Turkey. *Turkish J. Bot.*, 27: 153-154.
- Magnus, P. (1899). J. Bornmüller. Iter Persico-turcicum 1892/93. *Fungi, Pars II. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien*, 49: 87-103.
- Petrak, F. (1953). Neue Beiträge zur Pilzflora der Türkei. *Sydowia*, 7: 14-15.
- Şahin, N. and Tamer, A.U. (1998). Smut species determined in Turkey. *J. Turk. Phytopath.*, 27: 151-156.
- Sert, H.B. (2009). Additions to rust and smut fungi of Turkey. *Phytoparasitica*, 37: 189-192.
- Sert, H.B., Sumbul, H. and Isiloglu, M. (2004). Phytopathogenic fungi new for Southern Anatolia, Turkey. *Phytoparasitica*, 32: 402-408.
- The Plant list (2019).: <http://www.theplantlist.org/> Accessed 1 March 2019.
- Vánky, K. (2012). *Smut Fungi of the World*. St. Paul. Minnesota: APS press.
- Vasighzadeh, A., Zafari, D., Selçuk, F., Hüseyin, E., Kursat, M., Lutz, M. and Piatek, M. (2014). Discovery of *Thecaphora schwarzmaniana* on *Rheum ribes* in Iran and Turkey: implications for the diversity and phylogeny of leaf smuts on rhubarbs. *Mycological Progress*, 13:881-892.



Geliş(Received) :22/04/2019  
Kabul(Accepted) :17/05/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.556750

## *Psathyrella typhae*, a new macrofungus record for Turkey

Raziye İLERİ<sup>1</sup>, Yasin UZUN<sup>2</sup>, Abdullah KAYA<sup>3\*</sup>

\*Corresponding author: kayaabd@hotmail.com

<sup>1</sup>Karadağ Private Anatolian High School, 70100 Karaman, Turkey  
Orcid ID: 0000-0002-7290-1778/ de\_razz@hotmail.com

<sup>2,3</sup>Karamanoğlu Mehmetbey University, Science Faculty, Department of Biology, 70100 Karaman, Turkey

<sup>2</sup>Orcid ID:0000-0002-6423-6085/ yasinuzun\_61@hotmail.com

<sup>3</sup>Orcid ID: 0000-0002-4654-1406/ kayaabd@hotmail.com

**Abstract:** The basidiomycete species *Psathyrella typhae* (Kalchbr.) A.Pearson & Dennis, was given as new record for Turkey. A brief description of the species is provided together with its photographs related to its macro and micromorphology.

**Key words:** Biodiversity, new record, *Psathyrellaceae*, taxonomy, Turkey

### *Psathyrella typhae*, Türkiye için yeni bir makromantar kaydı

**Öz:** Bir bazidiyomiset türü olan *Psathyrella typhae* (Kalchbr.) A.Pearson & Dennis, Türkiye için yeni kayıt olarak verilmiştir. Türün kısa deskripsiyonu, makro ve mikromorfolojisine ilişkin fotoğrafları ile birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, yeni kayıt, *Psathyrellaceae*, taksonomi, Türkiye

#### Introduction

*Psathyrella* (Fr.) Quél. is a genus of *Psathyrellaceae* (Kirk et al., 2008). The members of the genus have a saprotrophic habit and mainly characterized by a membranous, hygrophanous, straight margined pileus with a cellular pileipellis composed of ellipsoid more or less rounded cells, reddish-brown to brownish-black spore deposit, smooth or rarely granulate basidiospores. Most species of the genus are thought to be cosmopolitan and grow on soil or wood, while some grow on dung or other substrates (Kits van Waveren, 1985; Vašutová, 2008; Seok et al., 2010; Yan and Bau., 2018).

Yan and Bau (2018) mention about the existence of approximately 500 species of the genus while Index Fungorum presents 1037 records, 637 of which are confirmed species (Index Fungorum, 2019).

Though 50 members of the genus have so far been reported from Turkey (Sesli and Denchev, 2014; Güngör et al., 2014, 2015; Demirel and Koçak, 2016), the current checklists (Sesli and Denchev, 2014; Solak et al., 2015) and the latest contributions (Işık and Türkecul,

2017; Kaşık et al., 2017; Öztürk et al., 2017; Uzun and Acar, 2018; Sadullahoğlu and Demirel, 2018; Sesli, 2018; Keleş, 2019; Acar et al., 2019; Özkazanç and Yeşilbaş Keleş, 2019; Türkecul and Işık, 2019) indicate that *Psathyrella typhae* has not been reported before.

The study aims to make a contribution to Turkish mycobiota.

#### Materials and methods

The macromycete samples were collected from central district of Karaman province in 2016. The fruit bodies were photographed in the field and necessary morphological and ecological characteristics were recorded. Then the specimens were transferred to the fungarium within paper bags. Investigation related to its microscopy were carried out under a Nikon Eclipse Ci trinocular light microscope by mounting the specimen in water, Congo red and Melzer's reagent. The samples were identified by comparing the obtained data with Boudier (1897), Kotlaba (1952), Redhead (1979), Moser (1983) and Breitenbach and Kränzlin (1995). The specimens are kept at Karamanoğlu Mehmetbey



University, Kamil Özdağ Science Faculty, Department of Biology.

## Results

**Basidiomycota** R.T. Moore

**Psathyrellaceae** Vilgalys, Moncalvo & Redhead

**Psathyrella typhae** (Kalchbr.) A. Pearson & Dennis

**Syn:** [*Agaricus typhae* Kalchbr., *Drosophila typhae* (Kalchbr.) Romagn., *Pilosace typhae* (Kalchbr.) Kuntze, *Psathyra typhae* (Kalchbr.) Sacc., *Psathyra typhae* var. *iridis* Boud., *Psathyrella typhae* f. *acori* J. Veselský, *Psathyrella typhae* var. *bispora* Kits van Wav.]

**Macroscopic and microscopic features:** Pileus 8-16 mm in diameter, hemispherical when young, convex to almost plane when mature, some slightly umbonate, dull, hygrophanous, pale brown to greyish brown with a

darker center, margin acute and slightly crenate. Flesh thin, taste mild, odour insignificant. Lamellae ochraceous to light brownish or brown, adnexed. Stipe 8-18 × 0.7-1.7 mm, cylindrical, slightly enlarged towards the base, hollow, fragile, generally whitish above, light to greyish brownish below, finely tomentose especially towards the base (Figure 1). Basidia 15-29 × 9-13 μm, 4-spored. Cheilocystidia 20-60 × 8-18 μm. Basidiospores 9-12.5 × 5-7.5 μm, ellipsoid, oil drops visible especially in Congo red, germ pore indistinct, some with tiny apiculus, brownish (Figure 2).

**Ecology:** *Psathyrella typhae* was reported to grow on dead parts of various aquatic plants, especially *Typha* L. species (Redhead, 1979; Breitenbach and Kränzlin, 1995).



Figure 1. Basidiocarps of *Psathyrella typhae*.



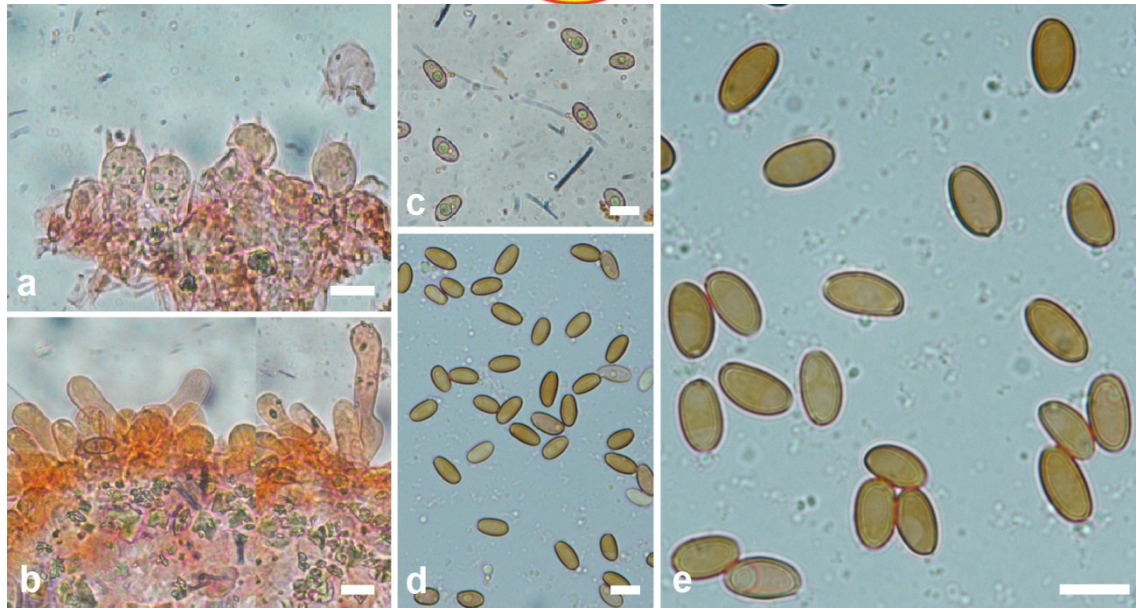


Figure 2. Basidia (a), cheilocystidia (b) and basidiospores (c-e) of *Psathyrella typhae* (bars 10  $\mu$ m) (a-c in Congo red; d,e in Melzer)

**Specimen examined:** Karaman, Dereköy village, on decaying remains of *Typha latifolia* L. in muddy soil, 37°12'N-33°26'E, 1100 m, 09.05.2018, K.12952.

### Discussions

*Psathyrella typhae* was given as new record for the mycobiota of Turkey. General characteristics of the specimen, studied here, are in agreement with those given in literature (Redhead, 1979; Breitenbach and Kränzlin, (1995).

Morphologically *P. typhae* is closely related to *P. lacuum* Huijsman and *P. rubiginosa* A.H. Sm. and *P. sulcatotuberculosa* (J.Favre) Eihell. *Psathyrella lacuum* is distinguished from *P. typhae* by its white pileal color with a grey to brownish grey centre. *P. rubiginosa* differs by the presence of pleurocystidia and darker spores. *P.*

*sulcatotuberculosa* differs by sulcate pileal margin and smaller spores (Smith, 1972; Redhead, 1979; Kits van Waveren, 1985; Battistin et al., 2014).

Sesli and Denchev (2014) and Solak et al. (2015) list 47 *Psathyrella* species occurring in Turkey. Later on three species, *P. sacchariolens* Enderle, *P. caniceps* (Kauffman) A.H. Sm. and *P. pseudovernalis* A.H. Sm., were also added to this list by Güngör et al. (2014, 2015) and Demirel and Koçak (2016) respectively. With the addition of *P. typhae*, the current taxa number of the genus *Psathyrella* in Turkey increased to 51.

### Acknowledgement

The author would like to thank Karamanoğlu Mehmetbey University Research Fund (14-YL-16) for its financial support.

### References

- Acar, İ., Uzun, Y., Keleş, A., Dizkırıcı, A. (2019). *Suilellus amygdalinus*, a new species record for Turkey from Hakkari Province. *Anatolian Journal of Botany*, 3(1): 25-27.
- Battistin, E., Chiarello, O., Vizzini, A., Örstadius, L., Larsson, E. (2014) Morphological characterisation and phylogenetic placement of the very rare species *Psathyrella sulcatotuberculosa*. *Sydowia*, 66(2): 171-181.
- Boudier, J.L.É. (1897). Nouvelles espèces ou variétés de champignons de France. *Bulletin de la Société Mycologique de France*, 13(1): 11-18
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. (1995). *Fungi of Switzerland, Volume 4. Boletes and Agarics*, Switzerland: Verlag Mykologia.
- Demirel, K., Koçak, M.Z. (2016). Zilan Vadisi'nin (Erciş-VAN) Makrofungal Çeşitliliği. *Mantar Dergisi*, 7(2): 122-134.
- Güngör, H., Solak, M.H., Allı, H., Işıloğlu, M., Kalmış, E. (2014). New macrofungi records to the Turkish mycobiota. *Biological Diversity and Conservation*, 7(3): 126-129.
- Güngör, H., Solak, M.H., Allı, H., Işıloğlu, M., Kalmış, E. (2015). New records for Turkey and contributions to the macrofungal diversity of Isparta Province. *Turkish Journal of Botany*, 39(5): 867-877.
- Index Fungorum (2019): <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Accessed 14 April 2019.



- Işık, H., Türkekul, İ. (2017). A new record for Turkish mycota from Akdağmadeni (Yozgat) province: *Russula decolorans* (Fr.) Fr. *Anatolian Journal of Botany*, 1(1): 1-3.
- Kaşık, G., Aktaş, S., Alkan, S. and Öztürk, C. (2017). Additions to the Macrofungi of Selçuk University Alaeddin Keykubat Campus (Konya). *The Journal of Fungus*, 8(2): 129-136.
- Keleş, A. (2019). *Mycena ustalis*, a new record for the mycobiota of Turkey. *Anatolian Journal of Botany*, 3(1): 18-20.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. and Stalpers, J.A. (2008). *Dictionary of the Fungi*, 10th ed., Wallingford: CAB International.
- Kits van Waveren, E. (1985) The Dutch, French and British species of *Psathyrella*. *Persoonia*, suppl. 2: 1-300.
- Kotlaba, F. (1952). Křehutička orobincová - *Psathyrella typhae* (Kalchbr.) Kühner in Favre v Československu. *Česká Mykologie*, 8-10: 169-175.
- Moser, M. (1983). *Keys to Agarisc and Boleti: Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales*. Stuttgart: Mad River Pr Inc.
- Özkazanç, N.K., Yeşilbaş Keleş, Y. (2019). Macrofungi of Küre Mountains National Park in Bartın region of Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 20(1): 8-14.
- Öztürk, C., Pamukçu, D., Aktaş, S. (2017). Nallıhan (Ankara) İlçesi Makrofungusları. *Mantar Dergisi*, 8(2): 60-67.
- Redhead, S.A. (1979). *Psathyrella typhae*. *Fungi Canadensis* No. 133.
- Sadullahoğlu, C., Demirel, K. (2018). *Flammulina fennae* Bas, A new record from Karz Mountain (Bitlis). *Anatolian Journal of Botany*, 2(1): 19-21
- Seok, S.J., Kim, Y.S., Kim, W.G., Kwon, S.W., Park, C. (2010). Notes on some new species of *Psathyrella*. *Mycobiology*, 38(4): 323-327.
- Sesli, E. (2018). *Cortinarius* ve *Lyophyllum* Cinslerine Ait Yeni Kayıtlar. *Mantar Dergisi*, 9(1): 18-23.
- Sesli, E. and Denchev, C.M. (2014). Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. 6th edn. *Mycotaxon Checklists Online* (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>): 1-136.
- Smith, A.H. (1972) The North American species of *Psathyrella*. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 24: 1-633.
- Solak, M.H., Işiloğlu, M., Kalmış, E. and Allı, H. (2015). *Macrofungi of Turkey, Checklist, Volume- II*. İzmir: Üniversiteler Ofset.
- Türkekul, İ., Işık, H. (2019). Macrofungal Biodiversity of Reşadiye (Tokat) District. *Acta Biologica Turcica* 32(2): 95-101.
- Uzun Y., Acar İ. (2018). A New *Inocybe* (Fr.) Fr. Record for Turkish Macrofungi. *Anatolian Journal of Botany*, 2(1): 10-12.
- Vašutová, M. (2008): Taxonomic studies on *Psathyrella* sect. *Spadiceae*. *Czech Mycol.*, 60(2): 137-171.
- Yan, J.Q., Bau, T. (2018). The Northeast Chinese species of *Psathyrella* (*Agaricales, Psathyrellaceae*). *MycKeys*, 33: 85-102.







Geliş(Received) :11/03/2019  
Kabul(Accepted) :28/06/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708 mantar.538354

## Marmara Bölgesinde Üretilen *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (Kayın Mantarı)'un Üretimi ve Yaygınlaşması

Banu COŞKUN AKÇAY<sup>1\*</sup>, Hasan Hüseyin DOĞAN<sup>1</sup>

\*Sorumlu yazar: bnersn4558@gmail.com

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, KONYA

Orcid ID:0000-0002-2144-3295 / bnersn4558@gmail.com

Orcid ID: 0000-0001-8859-0188 / hhuseyindogan@yahoo.com

**Öz:** Kültür mantarlarının yetiştirilmesine ilk defa 1650 yılında Fransa'da, ticari boyutta ilk üretimine ise 1880'lerde Amerika Birleşik Devletleri'nde başlanmıştır. Türkiye'de mantarların kültüre alınma çalışmalarına ilk 1960'larda başlanmış, 1990'larda ticari bir değer kazanarak sektörleşen mantar üretimi, 2000'li yıllarda önemli bir yatırım alanına dönüşmüştür. Kültürü yapılan mantarlar sıralamasında ilk sırayı "beyaz şapkalı mantar" olarak da bilinen *Agaricus bisporus* türü mantar alırken, kayın, kavak ya da istiridye mantarı olarak bilinen *Pleurotus ostreatus* türü mantarın ise ikinci en çok üretilen mantar çeşidi olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Bu çalışmada, Marmara Bölgesi'nde *Pleurotus ostreatus*'un mevcut üretim durumu ve bölgedeki üretim yoğunluğu araştırılmıştır. Bu amaçla bölgede 6 mantar üreticisi işletme ile yüz yüze görüşülerek bir anket çalışması yapılmıştır. Üretici firmaların kompost ve misel de üreten işletmeler olmasına dikkat edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; görüşülen mantar işletmelerinin tesis büyüklüklerinin optimum düzeyde olduğu görülmüştür. Üretici firmalar, ortalama olarak %23 düzeyinde bir verimle istiridye mantarı üretmektedir. İşletmelerin bu verim düşüklüğünde en önemli sebeplerden birinin istiridye mantarı üretimindeki girdi fiyatlarının yüksekliği olduğu görülmüştür. İstiridye mantarı üretiminin yaygınlaşması için özellikle kompost içeriğinde yer alan bitkisel materyallerin fiyatlarının daha normal seviyelere çekilmesinin önemi ortaya çıkmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kompost, Kültür mantarı, Marmara bölgesi, Miselyum, *Pleurotus ostreatus*

## Cultivation and Dissemination of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. in Marmara Region

**Abstract:** Cultivated mushrooms have been grown firstly in France in 1650 and commercially produced for the first time in the United States of America during 1880s. In Turkey the practice of cultivating mushrooms have been started firstly in 1960s, the production of cultivated mushrooms had gained a commercial value and turned into an industry in 1990s and an important area of investment in 2000s. Amongst those mushrooms that have been cultivated, *Agaricus bisporus* (also known as "common mushroom") comes first and *Pleurotus ostreatus* appears as the second most produced mushroom type. This research investigates the current production status of *Pleurotus ostreatus* in Marmara Region and the density of production in the region. In order to do this a survey study had been conducted by meeting 6 different mushroom producer company face-to-face. The companies have been carefully chosen from those who are also producing composts and mycelium. According to the results of the research, it's been seen that the size of the interviewed mushroom companies are at optimum levels. The producer companies are producing *Pleurotus ostreatus* with an average of 23% efficiency. It's been found out that one of the most important reasons in this low efficiency levels is the high input prices for the production of *Pleurotus ostreatus*. The importance of pulling the prices of the herbal materials of the components of compost to more normal levels comes up in order to extend the production of *Pleurotus ostreatus*.

**Key words:** Compost, Cultivated mushroom, Marmara region, Mycelium, *Pleurotus ostreatus*



## Giriş

Yüz bini aşkın tür ve büyüklüğe sahip olan mantarlar insanların beslenmesinde son derece önemli besinler arasında yer almaktadır. Mantarların faydalı özelliklerinden dolayı kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir (Zaidman ve Ark., 2005). Lezzeti, dokusu, besin değeri ve birim alan başına yüksek verimliliği ile mantarlar gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenmeyi azaltmak için mükemmel bir besin kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak yenilebilir mantarlar, düşük yağ ve kalori içerirler, B ve C vitaminleri açısından zengindirler. Bitki orjinli besinlere göre; daha fazla protein ihtiva eden mantarlar ilaveten iyi bir mineral kaynağıdır (Patmashini ve Ark., 2008).

Dünyada yıllık bazda yaklaşık olarak 3,29 milyon ton mantar üretilmektedir. Yıllık kişi başına düşen mantar miktarı ise gelişmiş ülkelerde 2,5 kg iken Türkiye’de 0,4 kg olarak kayıtlara geçmektedir (Doğan ve Ark, 2015). Dünya üzerinde 1.5 milyon civarında türe sahip olduğu tahmin edilen mantarlar (Adanacioğlu ve ark., 2016), ilk başlarda taksonomik olarak bitkiler aleminin bir parçası olarak incelenmekteydi. Fakat daha sonra birçok araştırmacı tarafından da kabul edilen görüşle mantarlar, bitkilerden ayrı ve bağımsız bir alem olarak ele alınmaya başlanmıştır. Mantarlar, kendi doğal habitatlarından toplanarak elde edilebildiği gibi kültür yolu ile de üretimi yapılabilmektedir. *Pleurotus*, *Agaricus*, *Hypholoma*, *Agrocybe*, *Macrolepiota*, *Flammulina*, *Pholiota*, *Tuber*, *Lentinus*, *Kuehneromyces* cinslerine sahip türlerin Çin, Japonya, Avrupa ülkeleri ve ABD’de kültür yolu ile üretimi yapılmaktadır ve söz konusu bu ülkelerde kültür mantarı yetiştiriciliği “endüstriyel bir sektör” halini almıştır.

Mantar üretimi sıcaklık, nem ve havalandırmanın düzenlendiği, teknolojiye dayanarak tüm işlemlerin mekanize edildiği büyük işletmelerde yapılmaktadır (Ak ve Ark, 2008). Mantarların üretimi, miseller sayesinde olmaktadır. Mantarın tanınmasının ve değerlendirilmesinin hayli eski olmasına karşılık, mantar miseli üretimi, ancak mantarın özel şartlarda yetiştirilmeye başlanmasından sonra gerçekleşebilmiştir (Bora ve Ark, 1996).

*Pleurotus* cinsi mantarlar, yetiştirilmesinde özel olarak kompost hazırlamaya gereksinim duyulmaması, gerek işçilik gerekse de zaman açısından yüksek maliyetler içermemesi ve diğer mantar cinslerine göre ucuz ve basit yetiştirme koşulları nedeniyle daha çok tercih edilmektedir (Kırbağ ve Korkmaz, 2013). *Pleurotus* türlerinin, yetiştirme koşulları açısından mevsimlere bağlılık göstermemesi ve açık havada yapılan tarıma göre kapalı alanlardaki üretiminin daha verimli olması nedenleriyle

sera tipi oluşumlarda yetiştirilmesi ağırlık kazanmıştır (Küçükomuzlu ve Pekşen, 2005).

Mantar yetiştiriciliğinde ilk önemli unsur, mantarın hem büyümesi hem de gelişip olgunlaşması için gerekli fiziksel ortamın yani çevrenin sağlanmasıdır (Mushworld, 2004). Bir diğer önemli unsur ise tohumluk miseldir (Spawn). Mantarlar, şapkaları altındaki sporların, bu iş için oluşturulmuş besin ortamlarında çimlendirilmesiyle elde edilen tohumluk misellerin, hazırlanan kompost içine ekilmesiyle üretilirler (MEB, 2012). Tohumluk misel; saman, talaş veya kompost gibi yetiştirme ortamı içine ekilmeye hazır olan basit bir miselyumdur (Cotter, 2014). Kültür mantarı yetiştiriciliğinin son önemli unsuru ise, mantarın yetiştirildiği ortam olan komposttur. En basit tanımıyla kompost, miselin içine ekildiği ve mantarın yetişmesi için bitki ve hayvan orjinli atıkların ayrıştırılmasından elde edilmiş organik ortamıdır.

İlk kültür mantarı yetiştiriciliği, 18. yüzyıl Fransa’sında “*Agaricus bisporus* (J.E. Lange)” kültür mantarının yetiştirilmesiyle başlamıştır (Islam, 2013). Türkiye’de ilk kültür mantarı yetiştirme çalışmaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümü tarafından 1960 yılında yapılmaya başlanmıştır (Deniz ve Ark, 2016; Esen ve Dernek, 2008). 1990’larla beraber sektörleşen kültür mantarı yetiştiriciliği, 2000’li yıllarda özellikle teknolojik yenilenmenin de etkisiyle hem verim hem de kalite olarak yükselişe geçmiştir (Eren ve Pekşen, 2016).

Ekolojik ve ekonomik anlamda değerli, tıbbi özelliklere sahip olan *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, *Agaricus bisporus*’un ardından dünyada en fazla kültürü yapılan mantardır. Diğer mantar türleri ile kıyaslandığında daha kısa sürede gelişim ve büyüme göstermesi, kompost yapısında fermentasyon gerektirmeyen materyaller içermesi, çevresel açıdan daha az kontrole ihtiyaç duyması ve zararlılar ile hastalıklara dirençli bir yapısı nedeniyle *P. ostreatus*, kültürü yapılan ve sevilerek tüketilen mantarlardan biri olmuştur (Doğan ve Ark, 2014; Eren ve Ark, 2017). *P.ostreatus*’un yetiştirilmesine ilk olarak 1914 yılında Almanya’da kavak kütükleri üzerinde başlanmıştır. Fakat geleneksel yöntemlerle bu üretim gerçekleştirildiği için yüksek verim sağlanamamıştır. 1959’da bu sefer talaş üzerinde yetiştirilmeye başlanarak, önemli bir aşama elde edilmiştir. 1970’li yıllarda *Pleurotus* türlerinin yetiştirilmesinde hububat saplarından yararlanılmış ve böylece bu mantar türlerinin ticari ölçekte üretimine başlanmıştır (Doğan ve Ark, 2015). Türkiye’de daha çok kayın ya da kavak mantarı olarak bilinen *Pleurotus* türleri üzerine ilk bilimsel çalışmalar ise 1980’lerle beraber başlamıştır (Küçükomuzlu ve Pekşen, 2005).



### Materyal ve Metot

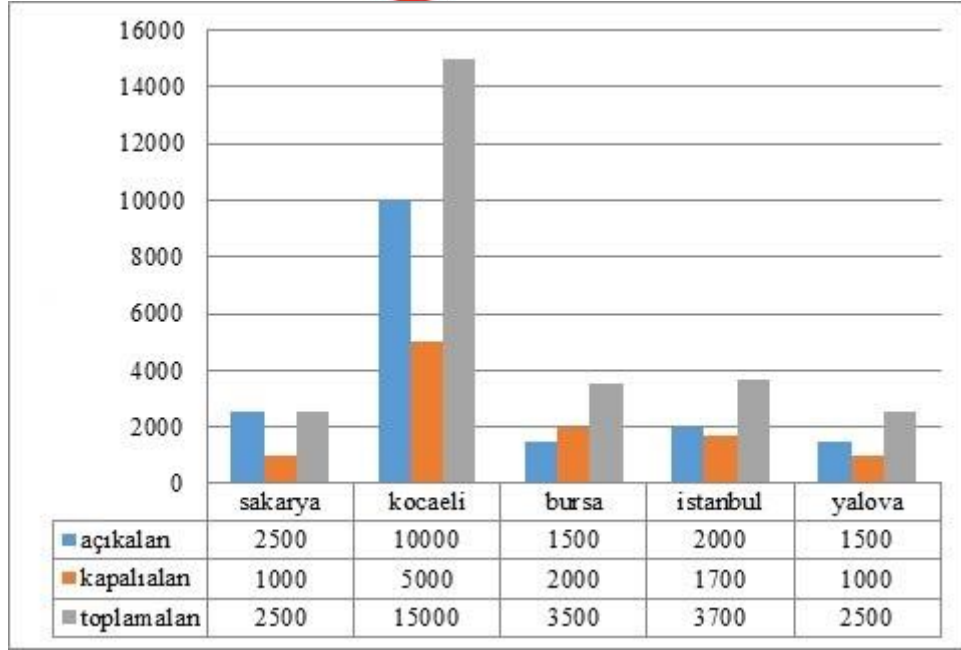
Bu araştırmanın çalışma alanını Marmara Bölgesi oluşturmaktadır. Asya ile Avrupa kıtaları arasında bir köprü görevi gören Marmara bölgesi, 67.000 km<sup>2</sup>lik yüzölçümüyle Türkiye yüzölçümünün % 8,5'ine sahiptir. Bölge, doğuda Karadeniz, güneyde Ege ve güneydoğuda İç Anadolu Bölgeleri ile komşudur. 11 ile ev sahipliği yapan bölgede söz konusu iller; Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bilecik, Bursa, Balıkesir, Çanakkale ve Yalova'dır. Sanayi, ticaret, tarım ve turizm yönünden gelişmiş olan bölge, diğer bölgelerle karşılaştırıldığında yükseltisi en düşük olan bölgedir. Yüzölçümü bakımından küçük olan bölge, Türkiye'nin en fazla nüfus yoğunluğuna sahip bölgesidir. Sanayi ve ticaret akışının yoğunluğu nedeniyle bölge göç etme niyeti olanlar açısından önemli bir cazibe merkezi haline gelmektedir ki, ülkenin en fazla göç alan bölgesi konumundadır. Ekili-dikili alanlar açısından Türkiye'nin en fazla ekili dikili alanına sahip bölgede, Karadeniz, Akdeniz ve karasal iklim olmak üzere üç iklim tipinin hükmü sürer. Bu zengin iklim yapısı, bölgede çeşitli tarım ürünlerinin yetiştirilmesine de imkan sağlamaktadır. Ancak nüfus fazlalığı nedeniyle yetiştirilen ürünler bölge ihtiyacını karşılamadığı için diğer bölgelerden ürün tedariki yoluna gidilmektedir. Kültür mantarı yetiştiriciliği açısından değerlendirildiğinde ise bölge; Türkiye'nin en büyük ikinci kültür mantarı üreticisi iken, kültür mantarı tüketiminde ilk sırada yer almaktadır.

Bu çalışmada çalışma alanı olarak belirlenen Marmara Bölgesi'nden İstanbul, Bursa, Kocaeli, Yalova ve Sakarya illeri seçilerek, buralarda aktif olarak faaliyet gösteren 6 kültür mantarı üretim işletmesi ile araştırma konusu test edilmiştir. Firmaların seçim aşamasında Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde görevli ve mantar üzerine çalışmaları olan bir mühendis ile beraber çalışılmıştır. Söz konusu mühendis ile ilk önce Enstitü'nün çalıştığı firmalar incelenmiş ve bölgenin en büyük ve en güvenilir 6 mantar işletmesi belirlenerek kendileriyle irtibata geçilmiş ve gerekli randevular alınmıştır. Seçilen bu firmaların, *Pleurotus ostreatus* türü mantar üreten firmalar olmasının dışında, aynı zamanda ürettiği mantarları ihraç eden, mantar üretimi için gerekli misel ve kompostu üreten firmalar olmasına da dikkat edilmiştir. Çalışmada yalnızca Yalova ilinde iki üretici firma ile çalışılmış, diğer illerden birer firma kapsama

alınmıştır. İstanbul Çatalca'da ve Kocaeli Kandıra'daki mantar işletmeleri büyük ölçekli, Bursa, Sakarya ve Yalova'daki firmalar küçük ölçekte faaliyet gösteren mantar işletmeleridir. Söz konusu bu mantar işletmelerinde, firma sahibi/sahipleri ve üst kademe çalışanlar (idari, mali yapılanmada görev alan çalışanlar) olmak üzere toplamda 100 kişi araştırmaya dâhil edilmiştir. Bu 100 kişiye, yüz yüze görüşmek suretiyle daha önce hazırlanmış bir anket çalışması soru-cevap şeklinde uygulanmıştır. Anket çalışmasında yer alan soruların oluşturulmasında yine Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde çalışan bir ekonomist ve ziraat mühendisi ile ortak hareket edilmiştir. Çalışmanın kapsayıcı bir nitelik arz edebilmesi ve üreticilere yönelik bilgilerin gerçekçi bir şekilde yansıtılabilmesi amacıyla değişik soru ve anket kalıpları incelenmiş ve ihtiyacı en iyi karşılayan anket formunun oluşturulmasına çalışılmıştır. En uygun anket formunun oluşturulmasının ardından üretim merkezleri belirlenen 6 mantar işletmesine Mart 2018 – Eylül 2018 dönemi arasında gidilerek söz konusu çalışma gerçekleştirilmiştir. Uygulanan bu anket çalışmasıyla mantar işletmelerine yönelik şu bilgilerin elde edilmesine çalışılmıştır: işletmelerin üretimde kullandıkları tesis büyüklüklerine dair veriler, bu tesislerde mantar üretimi için gerekli bölümlerin varlığı ve yeterlilik durumu, dönemsel üretim miktarı, işletmelerin işgücü gereksinimi, *Pleurotus ostreatus* türü mantarın işletmelerde üretim boyutu, işletmelerin kompost ve misel üretimi, kompost ve misel satış fiyatı ve satış miktarı, üretici firmaların üretim maliyetleri, firmaların yıllık ciro ve kâr durumuna dair veriler. Anket çalışmasının ardından 6 mantar işletmesine ait veriler yüzdesel ve grafiksel açıdan analize tabi tutulmuştur.

### Araştırma Sonuçları

Araştırmaya dahil edilen 6 mantar işletmesinde; 3 işletme sahibi lisans, 2 işletme sahibi lise, bir işletme sahibi de önlisans düzeyinde eğitim durumuna sahiptir. Mantar işletmesi sahipleri egzotik mantar yetiştiriciliğinde en az 5 en fazla 27 yıllık deneyim sahibidirler. Firmaların tesis büyüklüklerine dair veriler incelendiğinde (Şekil 1), firmaların 1500-10000 m<sup>2</sup> arasında değişen açık, 1000-5000 m<sup>2</sup> arasında değişen kapalı, toplamda ise 2500-15000 m<sup>2</sup> arasında değişen toplam alanda üretim yaptıkları tespit edilmiştir.



Şekil 1. Firmaların Tesis Büyüklükleri

İstanbul-Çatalca'da görüşülen mantar işletmesinin üretim alanının bir bölümü aşağıda Şekil 2'de görüldüğü

gibidir. Firma 3.700 m<sup>2</sup> toplam alan ile üretim faaliyetine devam etmektedir.



Şekil 2. Çatalca'da Faaliyet Gösteren İşletmenin Üretim Tesisinden Bir Bölüm

Eren ve Pekşen'in (2016) yapmış olduğu araştırmada 2005 yılında Türkiye'de faaliyet gösteren mantar işletmelerinin büyük çoğunluğu 500m<sup>2</sup>'ye kadar bir üretim alanına sahipken, on yıllık süre zarfında 500-

2000 m<sup>2</sup> ile 2000m<sup>2</sup>'den büyük alana sahip işletme sayısında gözle görülür bir artış söz konusudur. İki büyük, dördü ise küçük ölçekte faaliyet gösteren altı mantar üretim işletmesinde, hangar veya depo olarak





adlandırılan birim, kompost hazırlama platformu, pastörizasyon odası, misel ekiminin yapıldığı oda, toprak sterilize odası, yetiştirme odası ve idari binalar bulunmakta, kimi firmalarda hangar, yetiştirme odası, idari binalar ve misel ekim odalarının sayısı birden fazla

olarak kayıtlara geçirilmiştir. Yine mantar işletmelerinin çoğu, kompost hazırlama, misel ekimi, pastörizasyon ve hasat işlemlerini günlük olarak gerçekleştirmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Görüşülen Firmalardaki Mantar Üretim Bölümlerinin Durumu

	Sakarya	Kocaeli	Bursa	İstanbul	Yalova 1	Yalova 2
Kaç adet/Toplam kaç m <sup>2</sup>						
Hangar veya depo	-	3/60m <sup>2</sup>	2/300m <sup>2</sup>	8/20m <sup>2</sup>	-	1/50m <sup>2</sup>
Kompost hazırlama platformu	1/500m <sup>2</sup>	1/25m <sup>2</sup>	1/20m <sup>2</sup>	1	-	1
Pastörizasyon odası	-	3/50m <sup>2</sup>	-	1	1/10m <sup>2</sup>	1/26m <sup>2</sup>
Misel ekim odası	1/100m <sup>2</sup>	2/30m <sup>2</sup>	1/50m <sup>2</sup>	-	1/10m <sup>2</sup>	1
Kuluçka-Misel ön gelişme odası	-	-	-	-	1/10m <sup>2</sup>	-
Toprak sterilize odası	-	-	-	-	-	-
Yetiştirme odaları	-	16/120m <sup>2</sup>	20/100m <sup>2</sup>	-	-	-
İdari binalar ve diğer bölümler	1/100m <sup>2</sup>	2/100m <sup>2</sup>	7/200m <sup>2</sup>	1	1	1

Sakarya Akyazı ilçesinde görüşülen Şifa Mantar işletmesinde *P. ostreatus* üretiminin gerçekleştirildiği üretim bölümü Şekil 3'te görülebilmektedir. Firma, mantar üretimi için 1000 m<sup>2</sup>'lik bir alandan yararlanmaktadır. Kocaeli - Kandıra'da faaliyet gösteren Has Mantar işletmesinin mantar üretimi için kullandığı alan 15.000

m<sup>2</sup>'dir. Bir diğer mantar işletmesi olan Aras Mantar (Yalova) mantar üretimi için toplamda 1.300 m<sup>2</sup>'lik bir tesis inşa etmiştir. İstanbul Çatalca'da faaliyet gösteren Marmara Mantar 3.700 m<sup>2</sup>, Bursa Öztumsan Mantar 3.500 m<sup>2</sup>, Yıldız Misel ve Mantar (Yalova) 1.200 m<sup>2</sup>'lik bir alanı mantar üretimi için kullanmaktadır.



Şekil 3. *Pleurotus ostreatus* Üretimini Yapıldığı Üretim Bölümü

Bir diğer görüntüde (Şekil 4), Bursa'daki mantar işletmesine ait depo/hangar bölümü yer almaktadır. Firmanın tesis içinde toplam 300 m<sup>2</sup>'lik iki adet deposu bulunmaktadır. Yalova Çiftlikköy'de üretime devam eden iki mantar işletmesinden Aras Misel ve Mantar, mantar depolama alanına sahip değilken, Yıldız Misel ve Mantar ise 50 m<sup>2</sup>'lik depolama alanına sahiptir. Kandıra'daki

mantar işletmesi 20 m<sup>2</sup>'lik 3 adet depolama alanına sahip olduğunu belirtirken, Çatalca'daki üretici firmanın ise 8 adet 20 m<sup>2</sup>'lik (toplamda 160 m<sup>2</sup>) bir depolama kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sakarya'daki Şifa Mantar da herhangi bir mantar depolama alanına sahip olmadığını ifade etmiştir.



Şekil 4. Mantar Üretim Tesisinde Depo-Hangar Bölümü

İşletmelerin işgücü yoğunluklarının gösterildiği Tablo 2'ye göre; firmaların %50'si yıl içinde düzenli olarak mantar üretmekte ve bu nedenle her ay düzenli işgücüne

ihtiyaç duymaktadır. Diğer firmalar ise mevsimlik işgücü talebinde bulunmaktadır.

Tablo 2. Firmaların İşgücü Yoğunluk Durumu

	Sakarya	Kocaeli	İstanbul	Bursa	Yalova 1	Yalova 2
Geçici iş gücü kullanımı	Her ay	Her ay	Her ay	Eylül-Haziran	Eylül-Nisan	Eylül-Nisan
Geçici işçi ücreti	-	-	-	100 TL	50 TL	100 TL
				Ortalama ücret: 83 TL		

Görüşme gerçekleştirilen 6 firma, mantar yetiştirme döneminde ihtiyaç duyduğu işçilerin ücretlendirmesini günlük (yevmiye) ücret üzerinden gerçekleştirmektedir.

Firmaların ortalama olarak günlük işçi başına 83 TL ücret ödedikleri tespit edilmiştir.

Üretici işletmeler, ortalama olarak 10 yıldan bu yana mantar alımı yapmaktadır. Bu amaçla 127 köy ya da

kasaba, 52 toplayıcı ile bağlantı halindedirler (Tablo 3).

Tablo 3. Firmaların Mantar Toplama Faaliyetlerinin Mevcut Durumu

	Sakarya	Kocaeli	İstanbul	Bursa	Yalova 1	Yalova 2
Mantar toplayıcısı olarak kaç adet Köy/kasabaya ulaşıyorsunuz?	60	500	30	20	150	-
Mantar toplayıcısı olarak kaç adet toplayıcıya ulaşıyorsunuz?	60	500	30	20	150	-
Kaç yıldır mantar alımı yapıyorsunuz?	5	25	2	8	20	-
Alımı yapılan mantarların ödeme şekli nasıl?	Peşin	Peşin	Peşin	Peşin	Peşin	Peşin



Mantar üretiminde ortalama verimlilik, mantarın yetişmesi için gerekli altyapının (otomasyon, iklimlendirme vb. gibi) oluşturulmasıyla beraber, hazırlanan kompostun ve ekimi yapılan miselin niteliğine bağlı olarak değişim göstermektedir. 6 firmaya ait Tablo 4'te verilen ortalama verimlilik oranları incelendiğinde;

firmaların *P. ostreatus* (kayın mantarı) üretiminden ortalama %23.75 oranında bir verim elde ettikleri görülmektedir. Firmalar bu verimlilik altında elde ettikleri kayın mantarlarını, kg başına 7.5 ila 15 TL arasında değişen fiyatlarda satmaktadır.

Tablo 4. Firmaların *Pleurotus ostreatus* Üretim Verimliliği ve Satış Fiyatı Durumu

	Sakarya	Kocaeli	Bursa	İstanbul	Yalova 1	Yalova 2
Kayın mantarı verimi % kaç?	%25	%20-25	%25	%20	-	-
Kayın mantarı satış fiyatı kg/TL?	10TL	8TL	7.5TL	15TL	-	-

Firmaların mantar üretiminin önemli unsurlarından olan misel ve kompost üretimine dair verilerine bakıldığında şu sonuçlara ulaşılmıştır: 6 işletmenin ortalama yıllık kompost üretim miktarı 67.834 tondur. İşletmeler ürettikleri bu miktar kompostun ise ortalama

olarak 650 tonunu yıl içinde kompost talebinde bulunan firmalara satmaktadır. Yine firmalar, yıllık ortalama 2000 ton misel üretmekte ve üretilen bu miselin 2.2 tonunu da yıl içinde talep eden diğer üretici işletmelere satmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Firmaların Kompost ve Misel Üretim ve Satış Miktarları

	Sakarya	Kocaeli	Bursa	İstanbul	Yalova 1	Yalova 2
Yıllık üretilen kompost miktarı (ton)	300	2500	300	100	-	1500
Yıllık satılan kompost miktarı (ton)	300	500	1.5	-	-	-
Kompost fiyatı (TL)	900	650	825	-	-	-
Kompost alanı (m <sup>2</sup> )	2500	3000	500	1000	-	100
Yıllık üretilen misel miktarı (kg)	-	-	-	-	2500	1500
Misel birim fiyatı (TL)	-	-	-	-	8	7
Yıllık alınan misel miktarı (kg)	-	-	2500	2000	-	1000
Yıllık toplam misel alım fiyatı (TL)	-	-	26000	28000	-	-

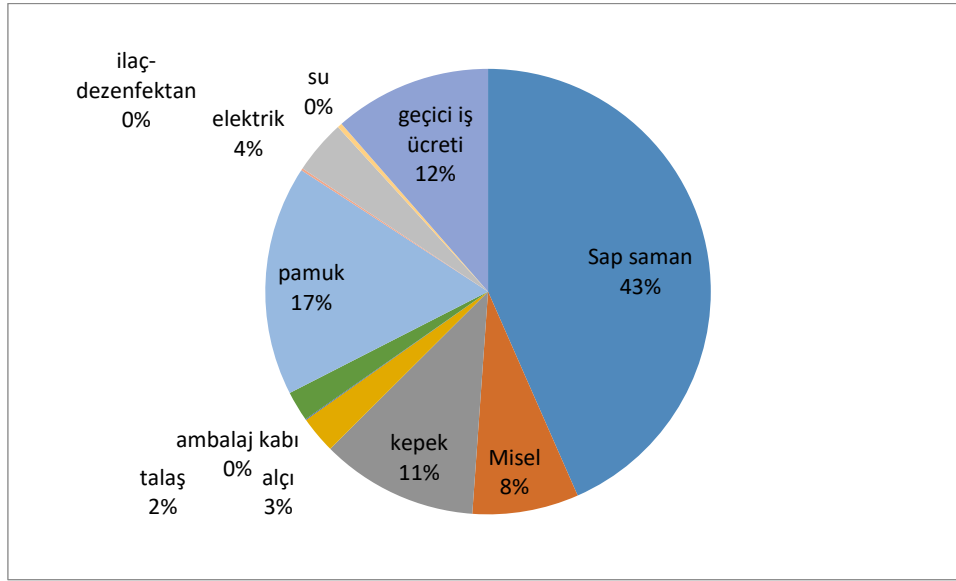
Mantar yanında mantar sektörünün yan sanayi ürünü olan kompost üreticisi de olan 6 firma, kompost

üretiminde ortalama 1183 m<sup>2</sup>'lik bir üretim alanını bu amaçla kullanmaktadır.

Görüşülen firmaların mantar üretiminde girdi (maliyet) fiyatlarına baktığımızda ilk üç sırayı, kompost hazırlama aşamasında ihtiyaç duyulan "sap, saman, pamuk ve kepek" maliyetlerinin aldığı görülmektedir. İşletme sahipleri kompost hazırlama sürecinde sap, saman, pamuk ve kepek için yıllık ortalama 145.625 TL ödemektedir. Firmaların, özellikle mantar toplama dönemlerinde ihtiyaç duyup dönemsel istihdam ettikleri işçiler için ödedikleri ücretler %12'lik bir pay ile kompost

girdilerinin arkasından gelmektedir. Geçici işçiler için firmaların ortalama olarak yıllık 38 bin TL ödemeye razı oldukları bilgisine ulaşılmıştır. Daha önceki yıllarda yapılmış araştırmalarda mantar üreticilerinin önemli girdi kalemleri arasında yer alan enerji maliyetlerinin firmaların maliyet unsurları sıralamasında alt sıralarda yer alması ise dikkat çekicidir. Mantar üreticilerinin enerji maliyetleri ortalama olarak yıllık 13 bin TL'ye varmaktadır (Şekil 5).





Şekil 5. Firmaların Üretim Maliyetleri Dağılımı

Marmara Bölgesi'nde mantar üreticisi 6 işletmenin faaliyet alanlarına dair yıllık gelirlerinin gösterildiği Tablo 6'ya göre; işletmeler mantar üretiminden yılda 30 bin-3 milyon TL arasında değişen gelirlere ulaşmaktadır. Görüşülen mantar işletmeleri, kompost ve miseli kendileri dışında diğer mantar üretim işletmelerine satarak da kazanç sağlamaktadır. Bunun yanında yine firmalar diğer firmaların makine ve işgücü taleplerine de cevap

vermekte bu üretim faktörlerinden rant elde etmektedir. Buna göre; 6 mantar işletmesinin, diğer mantar üreten işletmelere kompost satışından yılda yaklaşık olarak ortalama 4.300 TL, misel satışından ise yıllık ortalama 15.250 TL kazanç elde ettikleri, makine ve işgücü tahsisatından ise yıllık ortalama 3.750 TL'lik bir gelire ulaştıkları sonucuna ulaşmıştır.

Tablo 6. Firmaların Gelir Durumu

	Sakarya	Kocaeli	Bursa	İstanbul	Yalova 1	Yalova 2
Mantar üretimi geliri (ciro) ne kadar?	800.000.000	2.500.000	5000.000	3.000.000.000	-	30.000
Kompost satışından elde edilen TL/Yıl?	900	650	11.250	-	-	-
Misel satışından elde edilen TL/Yıl?	-	-	-	-	200.000	10.500
Tarım (makine-işgücü kirası) geliri ne kadar?	2.500	Kendisine ait	Kendisine ait	-	-	5.000
İşletmenin yıllık geliri (ciro) ne kadar?	803.400.000	2.500.650	511.250	3.000.000.000	200.000	45.500

Araştırma kapsamına alınan 6 mantar üreticisi firma, yıllık ortalama 62.900 ton egzotik mantar üretmekte ve ürettikleri bu mantarları ortalama kilogram başına 8.6 TL'den piyasaya arz etmektedir. Firmaların üretim miktarı ya da hacmine göre değişen maliyetleri toplamı

ortalama olarak 214.762 TL olarak hesaplanmıştır. Söz konusu maliyetlerin çıkarılmasıyla firmaların elinde 332.438 TL'lik vergilendirilmemiş kazanç kalmaktadır (Tablo 7).



Tablo 7. Firmaların Ortalama Brüt Gelir-Kâr Durumu

Yıllık Mantar Üretim Miktarı	Ortalama Satış Fiyatı (TL/kg)	Brüt Üretim Değeri (TL)	Değişken Masraflar Toplamı (TL)	Brüt Gelir (TL)	Brüt Kâr (TL/kg)
62900	8.6	547200	214762	332438	5.285

### Tartışma

Marmara Bölgesi'nde *P. ostreatus* (kayın, istiridye mantarı) türü mantar üreten altı kültür mantarı işletmecisiyle yapılan bu araştırmada ilk olarak, firmaların tesis büyüklüklerinin zaman içerisinde daha geniş alanlara ulaştıkları bilgisine ulaşılmıştır. 10 yıl önce 0-500 m<sup>2</sup>'lik alanda üretim yapan mantar üreticilerinin toplamda 10000 m<sup>2</sup>'yi bulan tesis büyüklükleri ile üretim faaliyetlerini gerçekleştirdiği görülmüştür. Büyüyen tesisler beraberinde mantar üretimi için gerek duyulan üretim odalarının (hangar veya depolar, pastörizasyon odaları, kompost hazırlama odaları vb. gibi) da tesis içinde yapılandırılması sonucunu getirmiş, hatta görüşülen firmalardan bazılarında söz konusu odalardan bazılarında rastlanmazken bazılarında ise bu üretim bölümlerine birden çok sayıda rastlanmıştır. Gerek kompost hazırlama sürecinde, gerekse mantar yetiştirme ve hasat dönemlerinde emek yoğun bir işgücüne ihtiyaç duyan sektörde ticari faaliyette bulunan 6 işletmenin yarısı yılın her dönemine düzenli olarak yayılmış işgücü ile çalışmakta iken, diğer yarısı ise dönemsel işgücü istihdam ederek üretimini gerçekleştirmektedir. Mantar işletmeleri bu konuda gereksinim duydukları işgücünü ise civar köy ve kasabalardan ve ticari ilişki içinde buldukları mantar toplayıcılarından elde etmekte ve böylelikle bölgesel istihdama da önemli katkılar sunmaktadır. Mantar üretiminin dışında mantarın yetiştirilmesi için gerekli yan mamuller olan kompost ve misel üretiminde de yer alan söz konusu işletmeler, ürettikleri kompost ve miselleri hem kendi üretim safhasında kullanmakta hem de sektörde yer alan diğer mantar üreticilerinin talepleri doğrultusunda kendilerine arz etmektedir. Toplamda yaklaşık olarak 68 bin ton kompost ve ortalama 2000 ton misel üretim hacmine sahip işletmeler, kompost satışından 650 – 11.250 TL, misel satışından ise 10.500 – 20.000 TL arasında bir satış kârı elde etmektedir. Söz konusu rakamlar değerlendirildiğinde, gerek üretim ve gerekse de satış miktarlarının kültür mantarı üretiminde öncü ülkelerin çok altında olduğu görülmektedir. 6 mantar işletmesi, diğer mantar türlerinin yanında istiridye mantarı da üretmektedir. İşletmelerin istiridye mantar verim oranlarına baktığımızda %23 gibi bir verim oranı elde

ettikleri bilgisine ulaşılmıştır. İstiridye mantarı yetiştiriciliği, beyaz şapkallı mantar olarak bilinen "*Agaricus bisporus*" gibi özellikli ve maliyeti yüksek kompostlar içermemesi ve kolay yetiştirilmesi gibi avantajlara sahipken, elde edilen verimin düşüklüğü, sap, saman gibi ihtiyaç duyduğu bazı bitkisel materyallerin firmalar açısından yüksek girdi fiyatlarının olmasına bağlanabilir. Görüşülen firmaların maliyet unsurlarını gösteren grafik incelediğinde de ilk sırada sap ve saman fiyatlarının yer aldığı görülebilmektedir.

Gerek mevcut firmalar gerek yeni girişimciler ve gerekse devlet açısından mantar sektörü ve geleceğine dair şu öneriler sıralanmıştır:

- Sektörün mevcut durumu ve geleceği açısından hem ulusal hem de yerel ölçekte akademik çalışmaların, çalıştayların ve teşvik projelerinin sayısı artırılmalıdır. Bu konuda ilki 2014, ikincisi 2017 yılında toplanan "Yemeklik Kültür Çalıştayı'nın" her yıl bu organizasyonu yaparak üreticiler, yatırımcılarla akademisyenleri bir araya getirmesi sağlanmalıdır.
- Akademik boyutta mantar ve mantar yetiştiriciliğine dair çalışmaların sayısı pek tatmin edici boyutta değildir. Bu konuda üniversitelerin ilgili bölümlerinin özendirilmesi son derece önem arz eden konulardan biri olmalıdır.
- Mantar üretimi Türkiye'de her yıl artarak devam etmektedir. Bu devamlılığın sürdürülebilir kılınması için, sektöre yeni aktörlerin girişini teşvik edecek devlet politikaları oluşturulmalı, mevcut üreticilerin girdi maliyetleri azaltılmalı ve kâr marjları yükseltilmelidir.
- Kültür mantarı sadece üretim anlamında değil, tüketim boyutuyla da ele alınmalı, halkın kültür mantarı konusunda özellikle farklı mantar türleri ile ilgili bilgilendirilmesi sağlanmalıdır. Türkiye'de hala kültür mantarı denilince beyaz şapkallı mantar dışında başka mantar bilinmemekte, halktaki bu konudaki eksikliğin giderilmesi gerekmektedir.
- Atık kompostlar konusu büyük önem arz etmektedir. Üretim sonucu ortaya çıkan büyük miktardaki verimli atık kompostun yeniden üretime geri



kazandırılması için sanayi ve üniversite birlikte hareket etmelidir.

### Kaynaklar

- Adanacioğlu, N., Yıldız, Ü., Oğur, E., Aykas, L., Tan, A., Taylan, T. (2016). Türkiye Makromantar Genetik Kaynakları I. Ege Bölgesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 46-61
- Ak, E., Gezer, T., Taşkın, T. (2008, 15-17 Ekim). *Ege Bölgesinde Tespit Edilen Bazı Makro Mantarlar*. Türkiye 8. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi, Kocaeli.
- Bora, T., Toros, S., Özhaktan, H. (1996). *Kültür Mantarı: Hastalıkları, Zararlıları ve Savaşımı*. İstanbul: Afa Matbaacılık.
- Cotter, T. (2014). Choosing, Handling and Storing Spawn. In *Organic Mushroom Farming and Mycoremediation: Simple to Advanced and Experimental Techniques for Indoor and Outdoor Cultivation* (Frist Edition ed.). United States of America: Chelsea Green Publishing.
- Deniz, M. U., Tütüncü, Ş., Eren, E. (2016). Ankara İli Kültür Mantarı Yetiştiriciliğinde Tespit Edilen Sorunlar. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 182-188.
- Doğan, N., Doğan, C., Hayoğlu, İ. (2014). Farklı Sıcaklık ve Süre Uygulamalarının *Pleurotus ostreatus* (İstiridye Mantarı)'un Bazı Özelliklerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18, 10-16.
- Doğan, N., Doğan, C., Bilgin, S., Hayoğlu, İ., Dağistanlı, Ö. (2015). *Pleurotus Ostreatus*'tan Mantar Tozu Üretiminde Kurutma İşleminin Yanıt Yüzey Yöntemi Kullanılarak Optimizasyonu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21, 433-437.
- Eren, E., Pekşen, A. (2016). Türkiye'de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 189-196.
- Eren, R., Süren, T., Kızıleli, M. (2017). Gastronomik Açından Türkiye'de Yenilebilir Yabani Mantarlar Üzerine Kavramsal Bir Değerlendirme. *Turizm Akademik Dergisi*, 77-89.
- Esen, N. C., Dernek, Z. (2008). *Alternatif Besin Mantar Üretim ve Tüketimde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri*. 8. Türkiye Tarım Ekonomisi Kongresi, Bursa.
- Islam, S. (2013). Cultivation Techniques of Edible Mushrooms: *Agaricus bisporus*, *Pleurotus spp.*, *Lentinula edodes* and *Volvariella volvocea*. *The Magic Of Mushroom And Mould Biology*, 1-33.
- Kırbağ, S., Korkmaz, V. (2013). Sellülozik Atıkların *Pleurotus spp.*'nin Gelişim Periyodu ve Verimi Üzerine Etkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14, 239-244.
- Küçüközümlü, B., Pekşen, A. (2005). Yetiştirme Ortamı Ağırlıklarının *Pleurotus* Mantar Türlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *OMÜ Ziraat Fak. Dergisi*, 20, 64-71.
- MEB. (2012). *Kültür Mantarı Yetiştiriciliği*. Ankara.
- Mushworld. (2004). *Oyster Mushroom Cultivation*.
- Pathmashini, L., Arulnandhy, V., Wilson Wijeratnam, R. S. (2008). Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Sawdust. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)*, 37 (2), 177-182.
- Zaidman, B., Yassin, M., Mahajna, J., Wasser, S.P. (2005). Medicinal Mushroom Modulators of Molecular Targets as Cancer Therapeutics. *Appl Microbiol Biotechnol*, 67, 453-468.



Geliş(Received) :05/03/2019  
Kabul(Accepted) :29/06/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.535994

## The antimicrobial effect of various formulations obtained from *Fomes fomentarius* against hospital isolates

Gulsah GEDİK<sup>1\*</sup>, Gorkem DULGER<sup>2</sup>, Hulya ASAN<sup>3</sup>  
Anil OZYURT<sup>4</sup>, Hakan ALLI<sup>5</sup>, Ahmet ASAN<sup>6</sup>

\*Corresponding Author: e-mail: gulsahgedik@trakya.edu.tr

<sup>1</sup> Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmacy, Trakya University, Edirne, Turkey.

Orcid ID: 0000-0003-4147-6729/ gulsahgedik@trakya.edu.tr

<sup>2</sup> Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Duzce University, Konuralp/Duzce, Turkey. Orcid ID: 0000-0002-1506-1549/ gorkemdulger@yandex.com

<sup>3</sup> Faculty of Dentistry, Trakya University, Edirne, Turkey.

Orcid ID: 0000-0002-9650-9498/ hulyasan93@trakya.edu.tr

<sup>4</sup> Faculty of Dentistry, Trakya University, Edirne, Turkey.

Orcid ID: 0000-0002-3243-3156/ anilozyurt@trakya.edu.tr

<sup>5</sup> Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Mugla Sitki Kocman University, Mugla, Turkey.

Orcid ID: 0000-0002-1238-3227/ hakanalli@gmail.com

<sup>6</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Trakya University, Edirne, Turkey.

Orcid ID: 0000-0002-4132-3848/ ahmetasan84@gmail.com

**Abstract:** The purpose of this study was to investigate the antimicrobial activity of formulations of *F. fomentarius*. The antimicrobial efficacy levels of extracts of *F. fomentarius* prepared from ethanol, water and of various formulations (emulsion, ointment, paste, cream and gel) were determined. For this purpose, the disk diffusion method was used to test the extracts for antimicrobial activity against hospital isolates including *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*, vancomycin-resistant enterococci (VRE+), *Escherichia coli*, *Candida krusei*, *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. guilliermondii* and *C. glabrata*. Some standard antibiotics were used for comparison. The ointment formulation (No. 4) showed a good antimicrobial effect on bacteria compared to the antibiotics (9.6 - 16.1 mm.). The extracts were found to be more effective than the antibiotics against *Candida* species. Formulation No. 4 was considered to be more effective because of the protective nature of its cetyl alcohol and sodium lauryl sulfate (SLS) content. *F. fomentarius* ethanol extract, *F. fomentarius* water extract and gel formulation showed similar activity; however, other formulations (emulsion, paste, cream) were generally more effective due to the stabilizing effects of the polymers, oil and alcohols present in their preparations. The findings of this study establish the possibility of discovering new clinically effective antibiotic drugs and could be useful in understanding the relationship between traditional remedies and modern medicines.

**Key words:** *Fomes fomentarius*;  $\beta$ -glukan; antimicrobial activity; sodium lauryl ether sulphate; cethyl alcohol

### *Fomes fomentarius*'dan elde edilen çeşitli formülasyonların hastane izolatlarına karşı antimikrobiyal etkisi

**Öz:** Bu çalışmanın amacı, *F. fomentarius* formülasyonlarının antimikrobiyal aktivitesini araştırmaktır. Etanol ve sudan hazırlanan *F. fomentarius* özütlerinin ve çeşitli formülasyonların (emülsiyon, merhem, pat, krem ve jel) antimikrobiyal etkinlik seviyeleri belirlendi. Bu amaçla ekstreleri, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*,





vankomisine dirençli enterokok, (VRE +), *Escherichia coli*, *Candida krusei*; *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. guilliermondii* ve *C. glabrata* içeren hastane izolatlarına karşı antimikrobiyal aktivite açısından test etmek için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Karşılaştırma için bazı standart antibiyotikler kullanılmıştır. Merhem formülasyonu (No. 4), antibiyotiklere kıyasla bakteriler üzerinde iyi bir antimikrobiyal etki göstermiştir (9.6 - 16.1 mm.). Ekstrelerin *Candida* türlerine karşı antibiyotiklerden daha etkili olduğu bulunmuştur. 4 Nolu formülasyonun, setil alkolünün ve sodyum lauril sülfat (SLS) içeriğinin koruyucu doğası nedeniyle daha etkili olduğu düşünülmüştür. *F. fomentarius* etanol ekstresi, *F. fomentarius* su ekstresi ve jel formülasyonu benzer aktivite göstermiştir; bununla birlikte, diğer formülasyonlar (emülsiyon, pat, krem), preparasyonlarında bulunan polimerlerin, yağın ve alkollerin stabilize edici etkileri nedeniyle genellikle daha etkili olmuştur. Bu çalışmanın bulguları, klinik olarak etkili yeni antibiyotik ilaçları keşfetme olasılığını ortaya koymaktadır ve geleneksel ilaçlar ile modern ilaçlar arasındaki ilişkiyi anlamada faydalı olabilir.

**Anahtar kelimeler:** *Fomes fomentarius*;  $\beta$ -glukan; antimikrobiyal aktivite; sodyum lauril eter sülfat; setil alkol

## Introduction

Fungi have long been used as traditional medicine worldwide (Bal et al., 2017); Among them, polypore fungi, especially *Fomes fomentarius* (L.) Fr., Summa Veg. Scand., Sectio Post. (Stockholm): 321 (1849) have been widely applied as alternative remedies in recent years. The tinder fungus, in the *Polyporaceae* family, is a woody, perennial fungus, large in size, which develops as a parasite or saprope on beech (*Fagus sylvatica* L.) and other deciduous species (Vetrovsky et al., 2011). It is a white root fungus which causes heart rot in the wood. Shape likes a horse's hoof, it is 5–50 cm in length, 3–25 cm in width, 2–25 cm in height and without a stem (Breitenbach et al., 1986). As this fungus develops, it appears as gray-colored concentric zones of varying thickness. These zones are formed as remnants from past years are covered with new parts that grow every year and are stacked on top of each other. In traditional medicine, *F. fomentarius* has been used to relieve pain and to treat rheumatism, painful menstruation (dysmenorrhea), hemorrhoids and bladder disorders. Furthermore, esophageal, gastric and uterine cancers are treated with the fungus. Moreover, compounds with potential antitumor, immuno-modulatory and anti-inflammatory activity have been identified in *F. fomentarius*, which have also shown potential in the treatment of diabetes (Grienke et al., 2014).

The most important compounds of *F. fomentarius* are polysaccharides, which exhibit an anti-proliferative effect and power to promote the secretion of TNF-alpha, IFN-gamma and IL-2 (Wei et al., 2011, Gao et al., 2009), while the second class includes polyphenolic compounds. Bal et al., investigated anti-oxidative activities of *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner and M. Fisch., *Daedalea quercina* (L.) Pers., *Inonotus hispidus* (Bull.)

P. Karst. and *Trichaptum biforme* (Fr.) According to this study, researchers concluded that cinnamic, caffeic and benzoic acid content determined in *I. hispidus*, *F. fomentarius* and *F. torulosa* mushrooms (Bal et al., 2017). Thus, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities are among the different biological activities possessed by the fungi (Heleno et al., 2015). For this reason, the antimicrobial activities of *F. fomentarius* extracts and a variety of simple topical formulations were tested in this study, with focus on the antimicrobial activity against hospital infections like *Candida* (Berkhout), *Escherichia coli* (Migula), *Staphylococcus aureus* (F.J.Rosenbach), *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter), vancomycin-resistant enterococci and *Acinetobacter baumannii* (Bouvet and Grimont). The objective of the study was to determine the antimicrobial effect of various formulations of *F. fomentarius*. Additionally, the enhanced antimicrobial efficacy was explored by using different pharmaceutical excipients in the formulations with the goal of designing simple, producible, cheap and effective topical formulations to be used for treatment.

## Materials and Methods

### Reagents and chemicals

Two emulsifiers, borax and sodium lauryl sulfate (SLS), were chosen for the cream and ointment formulations, with cold cream (United States Pharmacopeia 21) used as the cream base material. Other materials used in the study, including cetaceum, cera alba, liquid paraffin, dimethicone, cetyl alcohol, gelatin, glycerine, carboxy methyl cellulose (CMC) and castor oil, were of analytical grade and purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). Double-distilled water was used throughout the study. Mueller Hinton agar (Sigma-Aldrich) was chosen for the antimicrobial activity test. Ethanol (Merck, Darmstadt, Germany) was used to



obtain the fungus extract and dimethyl sulfoxide (DMSO) was used for impregnation in the prepared formulations.

#### Mushroom material

The aerial parts (fruit bodies) of *F. fomentarius* in the Figure 1 were collected by Hakan Allı on 25 March 2014. on *Liquidambar orientalis* Mill., Gard. Dict. ed. 8: n.º

2 (1768). in Köycegiz in the Toparlar region of Muğla, Turkey. A sample of the fungus was authenticated and a voucher specimen (No: 5379) was deposited in the herbarium of the Muğla University Faculty of Sciences. The fungus parts were ground to a powder using a porcelain mortar and pestle.



Figure 1. *F. fomentarius* on the body of a tree (Photo by Hakan Allı, Muğla City, Turkey, March 25, 2014).

#### Preparation of the extracts

Seven different formulations were prepared. The first and second formulations were fungus extracts. In formulation No. 1, 15 g of the dry powdered fungus material was mixed with 150 mL of 99% ethanol/water and processed for 12 h in a Soxhlet extractor. The extract was filtered using Whatman Grade 1 Qualitative Filtration Paper (Sigma-Aldrich) and the filtrate solvent was evaporated under vacuum using a rotary evaporator at 55°C. The extract was then kept in a sterile black glass bottle at + 4°C. Approximately 2 g of the extract in the form of a sticky, black substance was dissolved in 0.1 mL of DMSO (5 mg/g) before testing.

The aqueous extract for formulation No. 2 was obtained via extraction of 5 g fungus powder with 100 mL distilled water at 80°C for 30 min using a water bath. The extract was filtered through Grade 1 Whatman paper and the filtrate was then used instead of water to prepare formulation Nos. 3, 4, 5, 6 and 7.

#### Preparation of formulations

The different compositions included: emulsion (No. 3), ointment (No. 4), paste (No. 5), cream (No. 6) and gel (No. 7) formulations without permeation enhancers or preservatives.



Emulsion formulation: The CMC powder (0.8 g) was added to the filtrate (20 g), and castor oil (8.0 g) was then mixed with it for the emulsion formulation.

Ointment formulation: All the aqueous phase materials (*F. fomentarius* water extract 5 % 3 g, SLS 0.2 g) and the oil phase ingredients (dimethicone 8 g, cetyl alcohol 3 g) were placed in two separate porcelain containers and heated to above 75°C. The water phase was then added to the oil phase using continuous agitation.

Paste formulation: Gelatin powder (3 g) was added to the filtrate (7 g) under continuous stirring, and was then dissolved at above 70°C. Glycerine (8 g) was added and mixed with hydrated gelatin under continuous stirring at 37°C until the paste was formed.

Oil-in-water cream formulation: All the aqueous phase materials (*F. fomentarius* water extract 5 % 40 mL, borax 1 g) and the oil phase ingredients (cetaceum 15 g, cera alba 14 g, liquid paraffin 66 g) were placed in two separate porcelain containers and heated at above 75°C. The oil phase was then added to the water phase under continuous agitation. The semisolid emulsion (O/W) was then cooled to approximately 40°C.

Gel formulation: Carbomer 940 powder (1 %) was added to the filtrate. Triethanolamine was then added and mixed with it enough to gel.

### Bacterial cultures

All test microorganisms, including *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*, vancomycin-resistant enterococci (VRE)+, *Escherichia coli*, *Candida albicans* (C.P. Robin) *C. tropicalis* (Castell.) *C. krusei* (Kudryavtsev), *C. guilliermondii* (Kurtzman and Suzuki) and *C. glabrata* (H.W. Anderson) were obtained from the Duzce University Research Hospital (Duzce, Turkey). The microorganisms were stored in a refrigerator at +4°C prior to the study.

### Screening antimicrobial activity

The disk diffusion method for antimicrobial susceptibility testing was carried out according to the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) technique to assess the antimicrobial activities of the fungal extracts and formulations (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2006). All cultures (adjusted to 0.5 McFarland standard) were transferred equally to Mueller Hinton agar plates using a sterile swab and 50 µL of each formulation were impregnated onto sterile disks (6mm.) in order to determine the antimicrobial activity spectra. Standard commercial antibiotic disks (erythromycin, gentamicin, ampicillin, amphotericin B, fluconazole and

ketoconazole) were used as a control group. In addition, the antimicrobial activity of all chemicals used in preparing the formulations was checked. In this context, each formulation was used as a control for the same formulation without extractions. The discs soaked in each of the formulations were placed and slightly pressed onto the inoculated agar and then incubated at 35°C for 24 h for bacteria, and at 25°C for 72 h for yeast. At the end of the incubation period, the inhibition zones were measured in mm and evaluated.

### Results

The disk diffusion method for antimicrobial susceptibility testing was carried out according to the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) technique to assess the antimicrobial activities of the fungal extracts and formulations (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2006). The antimicrobial activities of the various formulations of *F. fomentarius* are shown in the Table 1. The control studies included only the formulation carriers (no extracts) and displayed no antimicrobial activity. The emulsion and cream formulations of *F. fomentarius* exhibited good results against bacteria and fungi, respectively, while the other formulations showed moderate antimicrobial effects against the test organisms. In particular, the emulsion formulation showed the highest effect on *K. pneumoniae*, with an inhibition zone of 15.2 mm from the test bacteria as compared to the commercial antibiotics gentamicin and ampicillin. The water extract did not demonstrate inhibition against bacteria or fungi. Surprisingly, the ointment formulation was observed to have the greatest effect of all the formulations against all test bacteria. The disk diffusion zones varied from 14 mm to 16.1 mm. Cetyl alcohol is used as a preservative in the medical and cosmetics sectors in addition to its other properties as a lubricant, softener and transporter. Sodium lauryl sulfate (SLS) is an emulsifier that denatures protein and breaks down cell membrane structures. Formulation No. 4 (ointment) was seen to be more effective because of the protective nature of the cetyl alcohol and SLS in its content. Except for VRE+ , with an inhibition zone of 14.8 mm, and *C. krusei*, with an inhibition zone of 7.0 mm, the paste formulation displayed no other effect against the test microorganisms. When the antimicrobial effect of the cream formulation was examined, among the yeasts, a high effect (19.2 mm) on *C. glabrata* was observed. Moreover, this was found to be the highest value when compared with the antimicrobial effects of the other formulations.



Table 1. Antibacterial and antifungal activity of various extracts from *F. fomentarius*.

Test Microorganisms	Inhibition zones (mm)*							E	GN	AM	AMB	FLU	KTC
	1	2	3	4	5	6	7						
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	8 ±0.36	-	15.2 ±0.52	16.1 ±0.75	-	7 ±0.26	10.3 ±0.79	NT	-	7	NT	NT	NT
<i>Acinetobacter baumannii</i>	11 ±0.75	-	8 ±0.5	15.2 ±0.95	-	-	-	NT	9	10	NT	NT	NT
<i>Staphylococcus aureus</i> VRE+	8 ±0.5	-	10.3 ±0.17	14.6 ±0.87	-	10 ±0.3	10.5 ±0.43	14	NT	11	NT	NT	NT
<i>Escherichia coli</i>	7 ±0.26	-	12.5 ±0.65	14 ±0.8	14.8 ±0.85	-	-	10	12	9	NT	NT	NT
<i>Candida krusei</i>	9 ±0.3	-	13.2 ±0.79	14.6 ±1.0	-	8.2 ±0.34	7 ±0	11	NT	-	NT	NT	NT
<i>C. albicans</i>	8 ±0.17	-	9.5 ±0.52	11 ±0.51	7 ±0.51	10.5 ±0.98	11 ±0.26	NT	NT	NT	9	-	-
<i>C. tropicalis</i>	10 ±0.52	-	8 ±0.51	13.8 ±0.55	-	-	7 ±0.45	NT	NT	NT	9	8	9
<i>C. guilliermondii</i>	7±0	-	10 ±0	12.4 ±0.52	-	-	9 ±0.17	NT	NT	NT	-	-	-
<i>C. glabrata</i>	11 ±0.36	-	14 ±0.72	9.6 ±0.26	-	13.2 ±0.36	10.2 ±0.4	NT	NT	NT	8	-	-
			13.8 ±0	16 ±0	-	19.2 ±0.26	10 ±0.62	NT	NT	NT	-	-	15

\*1: Formulation of *F. fomentarius* ethanol extract; 2: Formulation of *F. fomentarius* water extract; 3: Emulsion Formulation (castor oil 8 g, carboxy methyl cellulose 0.8 g, *F. fomentarius* water extract 5% 20 g; 4: Ointment Formulation (dimethicone 8 g, cetyl alcohol 3 g, sodium lauryl sulfate 0.2 g, *F. fomentarius* water extract 5% 3 g; 5: Paste Formulation (gelatin 3 g, glycerine 8 g, *F. fomentarius* water extract 5% 7 g; 6: Cream Formulation (cetaceum 15 g, cera alba 14 g, liquid paraffin 66 g, borax 1 g, *F. fomentarius* water extract 5% 40 mL; 7: Gel Formulation (*F. fomentarius* water extract 5% 50 mL, Carbomer 940 1 g, triethanolamine q.s.; VRE+: Vancomycin resistant Enterococci, E: Erythromycin 15 µg; GN: Gentamicin 30 µg; AM: Ampicillin 10 µg; AMB: Amphotericin B 100 µg; FLU: Fluconazole 25 µg; KTC: Ketoconazole 10 µg; NT: Not tried. The extracts were performed under sterile conditions in duplicate and repeated three times.

## Discussion

Similar to the present study, Kolundžić et al. tested the antimicrobial activity of *F. fomentarius* extracts of different polarity, especially against Gram-negative and Gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* (Winslow and Winslow), *Micrococcus luteus* (Schroeter)), *Bacillus subtilis* (Ehrenberg), *Enterococcus faecalis* (Andrewes and Horder), *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa* (Schröter) They indicated that their *F. fomentarius* extracts (C-cyclohexane, D-dichloromethane, M-methanol and A-aqueous) displayed strong antimicrobial activity (Kolundžić et al., 2016). Recently, other scientists have demonstrated the potential therapeutic effects of *F. fomentarius* resulting from compounds that exhibit strong antiviral activity against the human immunodeficiency virus HIV-1 and antimicrobial properties against *Candida albicans* and *Helicobacter pylori* (Marshall et al. 1985) C.S.Goodwin, J.A.Armstrong, T.Chilvers, M.Peters, M.D.Collins, L.Sly, W.McConnell, W.E.S.Harper, Int. J. Syst. Bacteriol. 39: 397-405 (1989) (Senyuk et al., 2011). Moreover, it was seen to inhibit the growth of several other pathogenic bacteria, including *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* Bizio, Biblioteca Italiana o sia Giornale di Letteratura, Scienze e Arti 30(8):

275-295 (1823), *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* (Ehrenberg 1835) F.Cohn, Untersuchungen über Bakterien. Beitrage zur Biologie der Pflanzen, 1(2), 127-224 (1872), and *Mycobacterium smegmatis* (Trevisan 1889) K.B.Lehmann, R.Neumann, Lehmann's Medizin, Handatlanter X. Atlas und Grundriss der Bakteriologie und Lehrbuch der speziellen bakteriologischen Diagnostik. 2 Aulf., JF. Lehmann, München, 1-497 (1899) (Senyuk et al., 2011). Formulation Nos. 1, 2 and 7 exhibited similar activity; however, the other formulations were generally more effective due to the stabilizing effects of their polymers, oils and alcohols.

The results of Zhao et al. (2013) demonstrated weak antimicrobial activity in isolated phenyl-ethanediols from the fruting bodies of *F. fomentarius* (Zhao et al, 2013). The presence of polysaccharides in the polar extracts was considered to be very important because a previous study of Senyuk et al. (2011) had shown that a water-soluble melanin-glucan complex (containing 80 % melanins and 20 % β-glucans) completely inhibited the growth of *C. albicans* (Senyuk et al., 2011). Methanol is rich in total polyphenol content and as a result, the *F. fomentarius* extracts were generally found to be more effective than the standard antibiotics for all *Candida*





species (*C. krusei*, *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. guilliermondii* and *C. glabrata*).

Several classes of metabolites were identified: Primary metabolites (i.e., proteins), polysaccharides (-glucans), polysaccharide-protein complexes, and secondary metabolites such as triterpene glycosides (1444001-94-8, tuberoside), esters and lactones (fungisterollinoleate, betulin 28-O-acetate), alcohols (7-ergosterol, -sitosterol), aldehydes and ketones (protocatechualdehyde), (22E)-ergosta-7,22-dien-3-one, organic acids, benzofurans (paulownin), coumarins (daphnetin), and volatile components (Grienke et al., 2014). The most important compounds with clinically beneficial activity are -glucans. In vitro studies have suggested that large molecular weight or particular -glucans can directly activate leukocytes, stimulating their phagocytic, cytotoxic and antimicrobial activities, including the production of reactive oxygen and nitrogen intermediates (Akramiene et al., 2007).

Numerous studies and clinical trials have been conducted with soluble yeast  $\beta$ -glucans and whole glucan particulates, ranging from the impact of  $\beta$ -glucans on post-surgical nosocomial infections to the role of yeast  $\beta$ -glucans in treating anthrax infections. Post-surgical infections are a serious challenge following major surgery, with post-surgical infection rate estimates of 25–27%. Alpha-Beta Technologies conducted a series of human clinical trials in the 1990s to evaluate the impact  $\beta$ -glucan therapy had on controlling infections in high-risk surgical patients. In the initial trial, 34 patients were randomly (double-blind, placebo-controlled) assigned to treatment or placebo groups. The patients who received PGG-glucan had significantly fewer infectious complications than the placebo group (1.4 infections per infected patient for the PGG-glucan group versus 3.4 infections per infected patient for the placebo group). Additional data from the clinical trial revealed decreased use of intravenous antibiotics and shorter stays in the intensive care unit (ICU) for patients receiving PGG-glucan versus patients receiving the placebo.

Studies conducted with humans and animal models further support the efficacy of  $\beta$ -glucan in combating various infectious diseases. One human study demonstrated that the oral consumption of whole glucan particles increased the ability of immune cells to consume a bacterial challenge (phagocytosis). The total number of phagocytic cells and the efficiency of phagocytosis in the healthy human study participants increased when a commercial particulate yeast  $\beta$ -glucan was consumed, showing the potential for yeast  $\beta$ -glucan to increase the

reaction rate of the immune system to infectious challenges. The study concluded that the oral consumption of whole glucan particles was demonstrated to be a good enhancer of natural immunity (Vetvicka et al., 2002, Onderdonk et al., 1992).

The  $\beta$ -glucan from oats has been shown to have antimicrobial effects against *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*. On comparing cationic and native  $\beta$ -glucans, the latter was seen to inhibit the growth of these bacteria by approximately 35 %, while the cationic one led to 80% inhibition in both microorganisms, indicating that  $\beta$ -glucan amination promotes antimicrobial effects. In this same study, cationic  $\beta$ -glucan was found to be more effective against *E. coli* (Gram-negative) than against *B. subtilis* (Gram-positive), which can be explained by the interaction of the polycations with the negatively charged bacterial surface, which altered membrane permeability and thereby inhibited growth (Shin et al., 2005).

The ointment formulation (No. 4) was seen to be more effective because of the protective nature of cetyl alcohol and SLS. Cetyl alcohol is also used as a preservative in the medical and cosmetics sectors in addition to having other properties as a lubricant, softener, transporter and emulsifier. Sodium lauryl sulfate (SLS) is an emulsifier which denatures protein and breaks down the cell membrane structure (Committee for Human Medicinal Products, 2018). The presence of an anionic surfactant such as SLS was considered to enhance the activity of the glucan in the extract and thus increase its antimicrobial activity. High concentrations of SLS in glucan-synthesizing mixtures have been shown to inhibit the production of glucans, whereas low concentrations of SLS increase the production of glucans (Tadamichi et al., 1981). It was believed that the low concentration of SLS in formulation No. 4 led to the increased glucan concentration which enhanced its antimicrobial efficacy.

In our study, it was observed that the SLS and cetyl alcohol enhanced the antimicrobial effect significantly by increasing the beta glucan activity in the structure of the fungus. As a result, the natural extracts obtained can be formulated with substances such as SLS and cetyl alcohol to heighten their activity. Today many natural products are being used to facilitate the treatment of infections. Antibiotic resistance has become a significant public health problem and consequently, scientists have accelerated the search for new antimicrobial molecules. In particular, the search for antibiotics of natural origin is progressing rapidly, which points to the need for further studies exploring the utilization of the therapeutic agents from *Fomes fomentarius*.



## References

- Akramiene D, Kondrotas A, Didziapetriene J, Kevelaitis E. (2007). Effects of beta-glucans on the immune system. *Medicina*, 43 (8) 597–606.
- Bal C, Akgul H, Sevindik M, Akata I, Yumrutas O. (2017). Determination of the anti-oxidative activities of six mushrooms. *Fresenius Environ Bull*, 26(10) 6246-6252.
- Bal C, Sevindik M, Akgul H, Selamoglu Z. (2019). Oxidative stress index and antioxidant capacity of *Lepista nuda* collected from Gaziantep/Turkey. *Sigma*, 37(1) 1-5.
- Breitenbach J, Kränzlin F. *Fungi of Switzerland Vol 2* (1986). Non gilled fungi. Switzerland: Verlag Mykologia, 1-412.
- Clinical and Laboratory Standards Institute / NCCLS Performance standards for antimicrobial disk diffusion tests; Approved standards 9th ed. CLSI Document M2-M9.
- Committee for Human Medicinal Products (CHMP). Background review for sodium lauryl sulfate used as an excipient 2015/EMA/CHMP/351898/2014. [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Report/2015/08/WC500191475.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Report/2015/08/WC500191475.pdf) (Accessed: 16.04.2018).
- Gao HL, Lei LS, Yu CL, Zhu ZG, Chen NN, Wu SG. (2009). Immunomodulatory effects of *Fomes fomentarius* polysaccharides: An experimental study in mice. *Nan fang yi ke da xue xue bao. J South Med Univ.*, 29 (3) 458–461.
- Grienke U, Zöll M, Peintner U, Rollinger JM. (2014). European medicinal polypores—A modern view on traditional uses. *J Ethnopharmacol.*, 154 (3) 564–583.
- Heleno SA, Martins A, Queiroz MJR, Ferreira IC. (2015). Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. *Food Chem.*, 173, 501–513.
- Kolundžić M, Grozdanić ND, Dodevska M, Milenković M, Sisto F, Miani A, Farronato G, Kundaković T. (2016). Antibacterial and cytotoxic activities of wild mushroom *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Polyporaceae*. *Ind Crops Prod.*, 79, 110–115.
- Onderdonk AB, Cisneros RL, Hinkson P, Ostroff G. (1992). Anti-infective effect of poly-beta 1-6-glucotriosyl-beta 1-3-glucopyranose glucan in vivo: *Infect Immun.*, 60, 1642–1647.
- Senyuk OF, Gorovoj LF, Beketova GV, Savichuk NO, Rytik PG, Kucherov I, Prilutsky A I. (2011). Anti-infective properties of the melanin-glucan complex obtained from medicinal tinder bracket mushroom, *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr. (*Aphylllophoromycetidae*). *Int J Med Mushrooms.*, 13 (1) 7–18.
- Sevindik M, Akgül H, Bal C. (2017a). Determination of Oxidative Stress Status of *Ompholatus olearius* Gathered from Adana and Antalya Provinces in Turkey. *Sakarya Univ J Sci.*, 21(3) 324-27.
- Sevindik M, Akgul H, Akata I, Alli H, Selamoglu Z. (2017). *Fomitopsis pinicola* in healthful dietary approach and their therapeutic potentials. *Acta Alimentaria*, 46(4) 464-469.
- Sevindik M, Akgul H, Bal C, Selamoglu Z. (2018). Phenolic Contents, Oxidant/Antioxidant Potential and Heavy Metal Levels in *Cyclocybe cylindracea*. *Ind J Pharmaceutl Edu Res.*, 52(3) 437-441.
- Shin MS, Lee S, Lee KY, Lee HG. (2005). Structural and biological characterization of aminated-derivatized oat  $\beta$ -glucan. *J Agric Food Chem.*, 53, 5548–5554.
- Tadamichi T, Kyoko I, Eiichi S. (1981). Effects of sodium lauryl sulfate on glucan synthesis by glucosyltransferases of *Streptococcus mutans* OMZ 176. *Japn J Oral Biol.*, 23(4) 809–816.
- Vetrovsky T, Vorísková J, Snajdr J, Gabriel J, Baldrian P. (2011). Ecology of coarse wood decomposition by the saprotrophic fungus *Fomes fomentarius*. *Biodegradation*. 22 (4) 709–718.
- Vetvicka V, Terayama K, Mandeville R, Brousseau P, Kournikakis B, Ostroff G. (2002). Pilot Study: Orally-Administered Yeast  $\beta$ -1,3-glucan Prophylactically Protects Against Anthrax Infection and Cancer in Mice. *J Amer Nutr Assoc.*, 5: 5–9.
- Wei CB, Zhao Z, Yongquan L. (2011). Simultaneous increase of mycelial biomass and intracellular polysaccharide from *Fomes fomentarius* and its biological function of gastric cancer intervention. *Carbohydr Polym.*, 85: 369–375.
- Zhao JY, Ding JH, Li ZH, Dong ZJ, Feng T, Zhang HB, Liu JK. (2013). Three new phenyl-ethanediols from the fruiting bodies of the mushroom *Fomes fomentarius*. *J Asian Nat Prod Res.*, 15(3): 310–314.



Geliş(Received) :23/05/2019  
Kabul(Accepted) :03/07/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.569338

## Contributions to the taxonomy and distribution of *Tricholomella* (Lyophyllaceae) based on the basidiomata collected from Halkalı, İstanbul

Ertuğrul SESLİ<sup>1\*</sup>, Eralp AYTAÇ<sup>2</sup>  
\*Corresponding author: ertugrulsesli@yahoo.com

<sup>1</sup>Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon, Türkiye.

Orcid ID: 0000-0002-3779-9704/ertugrulsesli@trabzon.edu.tr

<sup>2</sup>Atakent mahallesi, 1. Etap Mesa blokları, A4 D:15, 34307, Küçükçekmece, İstanbul, Türkiye.  
eralpaytac@gmail.com

**Abstract:** Basidiomata of *Tricholomella constricta* (Fr.) Zerova ex Kalamees belonging to *Lyophyllaceae* are collected from Halkalı-İstanbul and studied using both morphologic and molecular methods. According to the classical systematic the genus *Tricholomella* Zerova ex Kalamees contains more than one species, such as *T. constricta* and *T. leucocephala*. Our studies found out that the two species are not genetically too different, but conspecific and a new description is needed including the members with- or without annulus. In this study, illustrations, a short discussion and a simple phylogenetic tree are provided.

**Key words:** Fungal taxonomy, ITS, Systematics, Turkey

### İstanbul, Halkalı'dan toplanan bazidiyomalara göre *Tricholomella constricta* (Lyophyllaceae)'nin taksonomi ve yayılışına katkılar

**Öz:** *Lyophyllaceae* ailesine ait *Tricholomella constricta* (Fr.) Zerova ex Kalamees'in İstanbul-Halkalı'dan toplanan bazidiyomaları hem morfolojik ve hem de moleküler yöntemlerle çalışılmıştır. Klasik sistematığe göre *Tricholomella* Zerova ex Kalamees genusu, *T. constricta* ve *T. leucocephala* gibi birden fazla tür içermektedir. Çalışmalarımız, bu iki türün genetik olarak birbirinden çok da farklı olmadığını, aynı tür içerisinde olduğunu ve annulus içeren ve de içermeyen türleri içerisine alan yeni bir deskripsiyon yapılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada arazi ve laboratuvar resimleri, kısa bir tartışma ve basit bir soyağacı verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fungal taksonomi, ITS, Sistematik, Türkiye

#### Introduction

*Tricholomella* Zerova ex Kalamees is monotypic and looks near to *Tricholoma*; saprotrophic on soil in forests and meadows in summer to autumn (Kalamees, 2004; Kirk et al., 2008). Basidiomata tricholomatoid; pileus convex to plane, smooth, cottony-tomentose, white to pale brownish, often olivaceous, yellowish to greyish. Lamellae emarginate to almost free, whitish. Stem whitish, smooth, tapered, fibrillose and dry. Veil whitish, membranous; smell and taste farinaceous. Basidiospores broadly ellipsoid to ovoid, typically echinulate; basidia siderophilous; cystidia absent; clamps present and pileipellis a cutis (Knudsen and Vesterholt, 2008).

The aim of this study is to contribute to the taxonomy and distribution of *Tricholomella* (Fr.) Zerova ex Kalamees. We aimed to found out the genetic similarity of *Tricholomella constricta* (Fr.) Zerova ex Kalamees and *T. leucocephala* (Bull.) Zerova ex Bon.

#### Materials and methods

Basidiomata were detected, photographed and collected from Halkalı-İstanbul on 23.12.2018 and 22.01.2019. Floristic elements, mycorrhizal relationships were noted in the field; sectioned from the pileus, lamellae and stipe; mounted in concentrated ammonia, subsequently stained with Congo red and later examined under Zeiss A2 Axio Imager trinocular research



microscope. Micro-slides of the pileipellis, basidia and the basidiospores were obtained and at least 25 measurements were made for each structures (Cléménçon, 2009). Dried voucher specimens are kept at a personal fungarium of the Fatih Faculty of Education in the Trabzon University, Trabzon, Turkey. Morphological findings have been confirmed by the molecular analysis (ITS, GenBank code: MK957138) and a phylogenetic tree was produced. Total DNA was extracted from a dry specimen employing a modified protocol based on Murray and Thompson (1980). PCR reactions (Mullis and Faloona, 1987) included 35 cycles with an annealing temperature of 54 °C, using primers ITS1F and ITS4 (White et al., 1990, Gardes and Bruns, 1993) to amplify the ITS rDNA region. PCR product was checked in a 1% agarose gel, and sequenced with primer ITS4. The chromatogram was checked searching for putative reading errors, and these were corrected. BLAST (Altschul et al., 1990) was used to select the most closely related sequences from the International Nucleotide Sequence Database Collaboration (INSDC) public databases. Sequences came mainly from Hofstetter et al. (2002), Consiglio et al. (2011), and Bellanger et al. (2015). Sequences first were aligned in MEGA 5.0 (Tamura et al., 2011) software with its Clustal W application and then corrected manually. The final alignment included 324/604 variable sites. The aligned dataset was loaded in MrBayes 3.2.6 (Ronquist and Huelsenbeck, 2003), where a Bayesian analysis was performed (model GTR+G, two simultaneous runs, six chains, temperature set to 0.2, sampling every 100th generation) until convergence parameters were met after 0.42 M generations, standard deviation having fell below 0.01. Finally, a full search for the best-scoring maximum likelihood tree was performed in RAxML (Stamatakis, 2006) using the standard search algorithm (GTRMIX model, 2000 bootstrap replications). Significance threshold was set above 0.95 for posterior probability (PP) and 70% bootstrap proportions (BP).

### Taxonomy

#### Lyophyllaceae

*Tricholomella constricta* (Fr.) Zerova ex Kalamees, Persoonia 14 (4): 446 (1992) [Syn. *Agaricus constrictus* Fr. = *Armillaria constricta* (Fr.) Gillet = *Calocybe constricta* (Fr.) Kühner ex Singer = *Echinosporella constricta* (Fr.) Contu = *Gyrophila constricta* (Fr.) Qué. = *Lepiota constricta* (Fr.) Qué. = *L. constricta* (Fr.) Rea = *Lyophyllum constrictum* (Fr.) Singer = *Melanoleuca constricta* (Fr.) Métrod = *Tricholoma constrictum* (Fr.) J.E.Lange = *T. constrictum* (Fr.) Ricken = *Tricholomella*

*constricta* (Fr.) Zerova = *T. constrictum* (Fr.) Zerova ex Kalamees = *T. constrictum* (Fr.) Zerova]

Pileus 50-70 mm, convex to expanded or plane; sometimes slightly whitish, grey-yellowish on drying; umbo indistinct, sometimes umbilicate, slightly depressed when old, dirty, surface not very smooth, rough, sometimes partially eaten by insects. Lamellae crowded, white, broad. (L = 80-100, l = 2-5). Stipe 50-80 × 5-30 mm, cylindrical, generally curved; tapering towards the base, white, solid to stuffed, pruinose. Context white (Figure 1). Basidiospores strongly echinulate and typically elliptical, (8.1)8.5-10(10.5) × (5.3)6-6.7(7.3) μm, on average 9.3 × 6.3 μm (n = 50). Basidia clavate, 30-35 × 8-12 μm, generally 4- spored, rarely 2- spored. Cystidia absent. Pileipellis consists of an epicutis made up of 4.5-10.8 μm wide parallel hyphae with encrusting (Figure 2). Morphological findings are accordance with ITS sequence.

### Specimens examined

Turkey, İstanbul, Halkalı, plantation, 23.12.2018, 41°02'45.44" N, 28°47'38.54" E, 100 m alt., Aytaç 026a; 22.01.2019, 41°02'45.57" N, 28°47' 39.02" E, Aytaç 026b, larch, spindles, needle tree, cherry laurel, bay tree.

### Discussion

According to the traditional systematic based on the morphology, *Tricholomella* is not monotypic, but contains more than one species, such as *T. constricta* and *T. leucocephala* (Bon, 1999). *T. constricta* differs from *T. leucocephala* with the presence of a simple membranous annulus. Our studies found out that the two species are not genetically too different, but conspecific and a new description is needed including the members with- or without annulus. Before the present study *Tricholomella constricta* (Fr.) Zerova ex Kalamees was collected from Sarıkamış Allahukeber Mountains National Park (Kars) and studied according to morphological methods (Akçay, 2019). Our collection is from İstanbul-Halkalı; identified according to both molecular (Figure 3) and morphological methods and is the second record for the Turkish mycota (Keleş et al., 2014; Sesli and Denchev, 2014; Doğan and Kurt, 2016; Akata et al., 2018). The pileus of the collection from İstanbul is 50-70 mm, whitish, grey-yellowish, umbilicate, slightly depressed around the center when old. The pileus of the collection from Sarıkamış Allahuekber mountains is 20-60 mm, silky white, yellowish or greyish. The stipe of our collection is 50-80 × 5-30 mm, cylindrical, generally curved; tapering towards the base, white, solid to stuffed, pruinose. The Sarıkamış collection has 20-55 × 10-15 mm, white, slightly floccose-fibrillose, cylindrical or slightly tapered stipe.





Basidiospores of our collection are strongly echinulate and typically elliptical,  $8.5-10 \times 6-6.7 \mu\text{m}$  and the basidia clavate,  $30-35 \times 8-12 \mu\text{m}$ . The basidiospores of the other

collection are hyaline, ellipsoid to oval and distinctly echinulate,  $7-10 \times 5-6 \mu\text{m}$ , while the basidia slenderly clavate and  $25-35 \times 6-8 \mu\text{m}$  (Akçay, 2019).



Figure 1. *Tricholomella constricta*: a, b and c. basidiomata (scale bars: 30 mm).



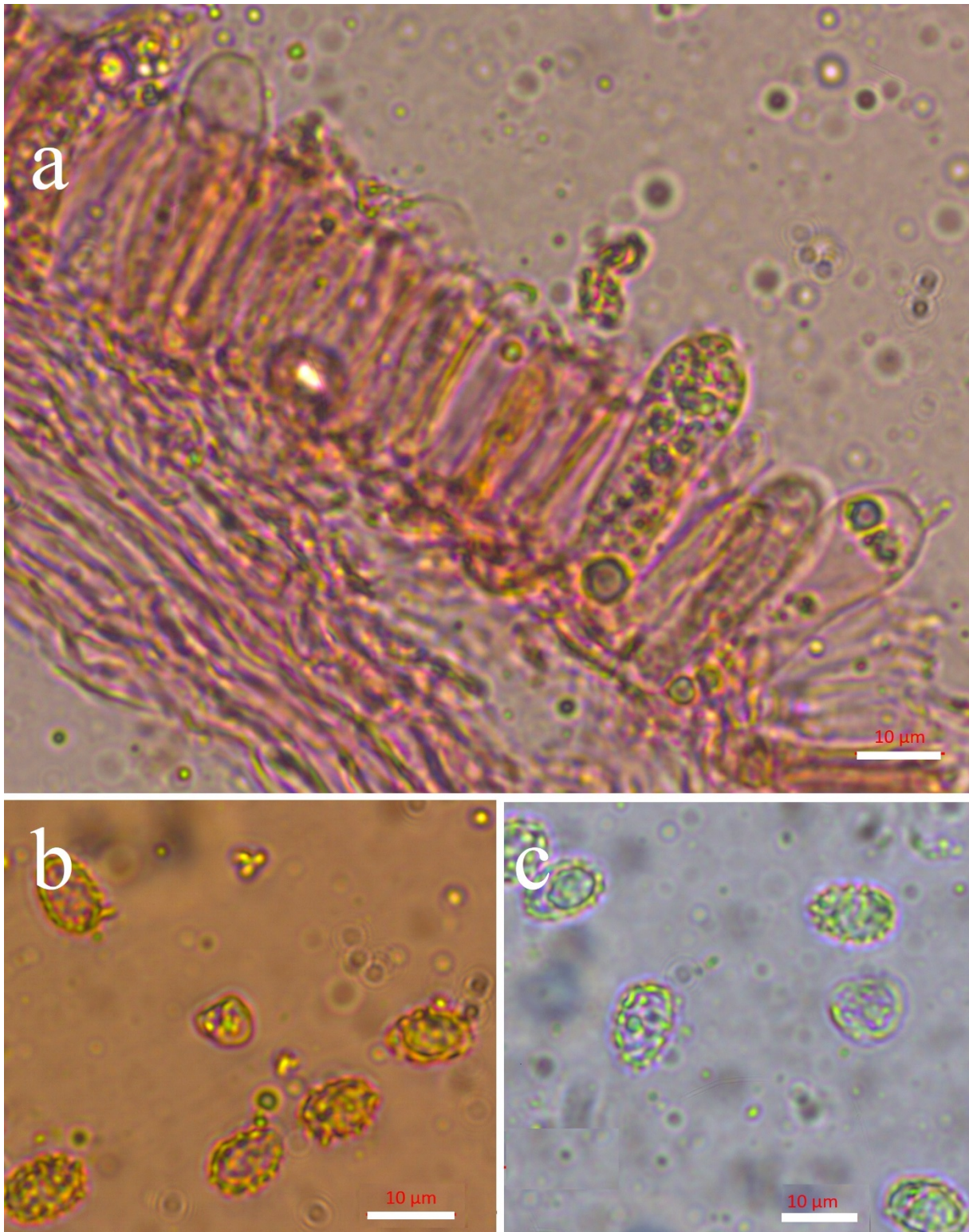


Figure 2. *Tricholomella constricta*: a. basidia, b and c. basidiospores (scale bars: 10 µm).

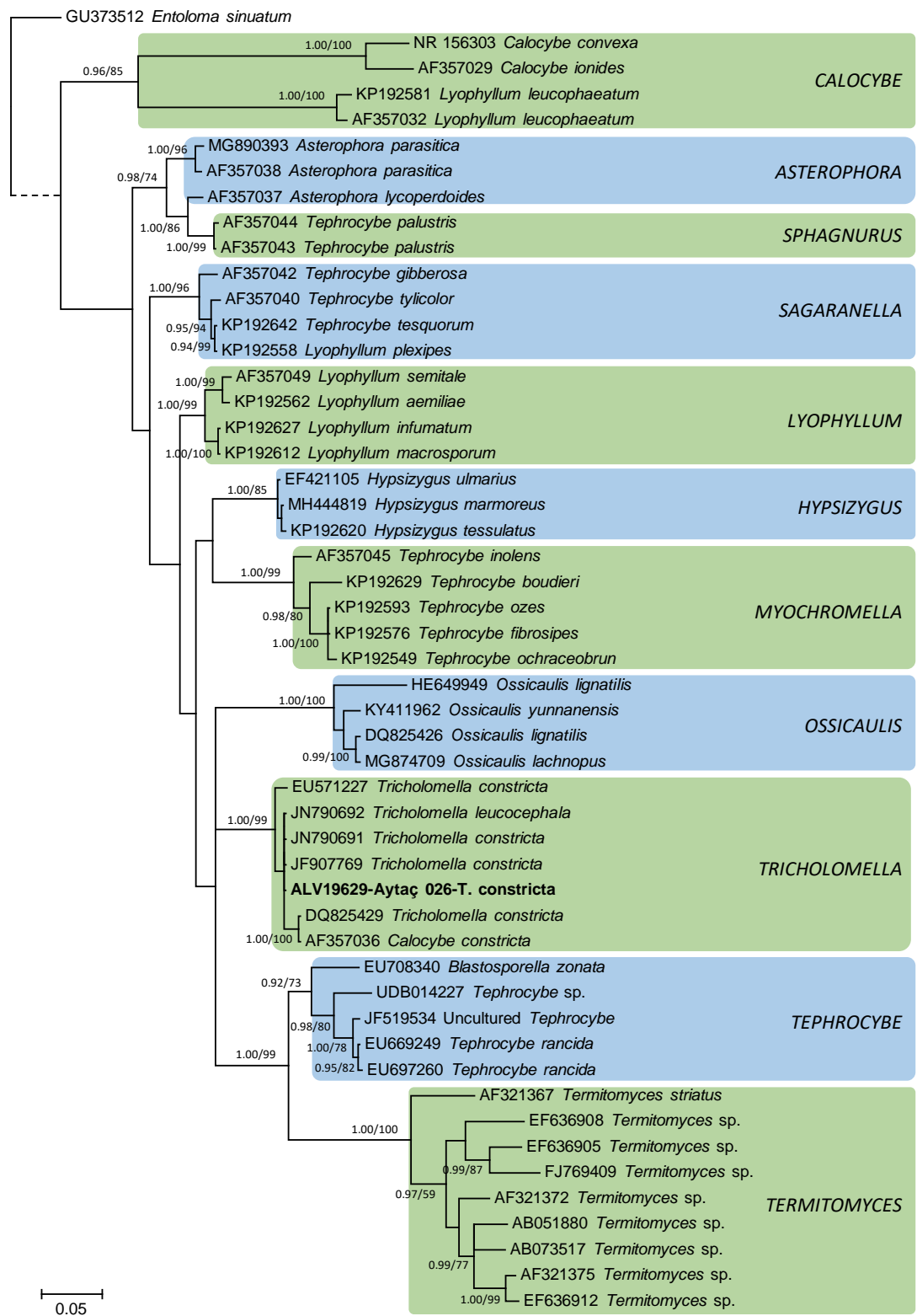


Figure 3. 50% Majority rule consensus ITS rDNA phylogram of selected genera of the family Lyophyllaceae obtained in MrBayes from 3150 sampled trees. Nodes were annotated if supported by >0.95 Bayesian PP (left) or >70% ML BP (right).



### Acknowledgments

This work was financially supported by the Karadeniz Technical University (BAP: FAT-2017-7044).

Our sincere thanks to Dr. Marco Contu for his valuable comments.

### References

- Akata, I., Kabaktepe, Ş., Sevindik, M. and Akgül, H. (2018). Macrofungi determined in Yuvacık basin (Kocaeli) and its close environs. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 18 (2) 152-163.
- Akçay, M.E. (2019). A new edible macrofungus record for Turkey. *Journal of Natural & Applied Sciences of East*, 2 (1) 10-15.
- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. and Lipman, D.J. (1990). Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, (215) 403-410.
- Bellanger, J-M., Moreau, P-A., Corriol, G., Bidaud, A., Chalange, R., Dudova, Z. and Richard, F. (2015). Plunging hands into the mushroom jar: a phylogenetic framework for Lyophyllaceae (Agaricales, Basidiomycota). *Genetica*, 143 (2) 169-194.
- Bon, M. (1999). Novitates - Tricholomatales (Marasmiaceae, Lyophyllaceae et Dermolomataceae). *Documents Mycologiques*, 29 (115) 33-34.
- Clémençon, H. (2009). *Methods for Working with Macrofungi: Laboratory Cultivation and Preparation of Larger Fungi for Light Microscopy*. Germany: Erchtesgadener Anzeiger.
- Consiglio, G., Orlandini, C., Setti, L., Moreno, G. and Alvarado, P. (2011). Il genere Tricholomella in Italia. *Rivista di Micologia*, (2) 135-155.
- Doğan, H.H. and Kurt, F. (2016). New macrofungi records from Turkey and macrofungal diversity of Pozanti-Adana. *Türk J Bot*, (40) 209-217.
- Gardes, M. and Bruns, T.D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes—application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, (2) 113-118.
- Hofstetter, V., Clémençon, H., Vilgalys, R. and Moncalvo, J-M. (2002). Phylogenetic analyses of the Lyophyllaeae (Agaricales, Basidiomycota) based on nuclear and mitochondrial rDNA sequences. *Mycological Research*, 106 (9) 1043-1059.
- Kalamees, K. (2004). Palearctic Lyophyllaceae (Tricholomatales) in Northern and Eastern Europe and Asia. *Scripta Mycologica*, (18) 1-135.
- Keleş, A., Demirel, K., Uzun, Y. and Kaya, A. (2014). Macrofungi of Ayder (Rize/Turkey) high plateau. *Biological Diversity and Conservation*, 7 (3) 177-183.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. and Stalfers, J.A. (2008). *Authors of Fungal Names*. Wallingford, UK: CABI Bioscience.
- Knudsen, H. and Vesterholt, J. (2008). *Funga Nordica. Agaricoid, Boletoid and Cyphelloid Genera*. Denmark: Nordsvamp.
- Mullis, K. and Faloona, F.A. (1987). Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. *Methods in Enzymology*, (155) 335-350.
- Murray, M.G. and Thompson, W.F. (1980). Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Research*, 8 (19) 4321-4325.
- Ronquist, F. and Huelsenbeck, J.P. (2003). MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, (19) 1572-1574.
- Sesli, E. and Denchev, C.M. (2014). Onward (Continuously Updated). *Mycotaxon Webpage*. Available online at <http://www.mycotaxon.com/resources/weblists.html>.
- Stamatakis, A. (2006). RAxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics*, (22) 2688-2690.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. and Kumar, S. (2011). MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28 (10) 2731-2739.
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S. and Taylor, J.W. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. M.A. Innis, D.H. Gelfand, J. Sninsky, T.J. White (Ed.) *PCR protocols: a guide to methods and applications*. Academic, (482 pp). San Diego.





Geliş(Received) :11/05/2019  
Kabul(Accepted) :04/07/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.563265

## Fungal Spore Calendar of Yalova Province (2005)

Demet YILMAZKAYA<sup>1\*</sup>, Hasan AKGÜL<sup>2</sup>, Mustafa Kemal ALTUNOĞLU<sup>3</sup>,  
Aycan TOSUNOĞLU<sup>4</sup>, Adem BIÇAKÇI<sup>5</sup>  
\*Corresponding author: demetyilmazkaya@gmail.com

<sup>1,4,5</sup>Uludağ University, Arts and Sciences Faculty, Department of Biology, Nilüfer/BURSA

<sup>1</sup>Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8777-695X> / demetyilmazkaya@gmail.com

<sup>4</sup>Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2303-672X> / aycanbilisik@uludag.edu.tr

<sup>5</sup>Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6333-3123> / abicakci@uludag.edu.tr

<sup>2</sup>Akdeniz University, Sciences Faculty, Department of Biology, Konyaaltı/ANTALYA

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8514-9776> / hakgul@akdeniz.edu.tr

<sup>3</sup>Kafkas University, Arts and Sciences Faculty, Department of Biology, Merkez/KARS

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6906-3403> / mkaltun@gmail.com

**Abstract:** The aim of this study is to determine the fungi, the concentration and distribution of fungi in the Yalova atmosphere in 2005 to create fungal spore calendar of the province. As a result of the study, totally 264984 s/m<sup>3</sup> belonging to 47 fungal species and 3 fungal groups were determined. *Cladosporium* (55.36%) was determined as the dominant taxon of Yalova atmosphere and was observed during all months of the study period. *Agrocybe* (13.61%), *Ustilago* (7.72%), *Alternaria* (7.59%) and *Ganoderma* (5.13%) were identified as common fungi. The highest spore concentration was recorded in July, the lowest spore concentration in February.

**Key words:** Atmospheric Fungal Spores, Fungal Spore Calendar, Fungus, Yalova

## Yalova İli Fungal Spor Takvimi (2005)

**Öz:** Bu çalışmanın amacı 2005 yılında Yalova atmosferinde dağılım gösteren fungusları, bu fungusların konsantrasyonları ve dağılımlarını belirleyerek ilin fungus spor takvimini oluşturmaktır. Yapılan çalışma sonucunda 47 fungus cinsi ve 3 fungal gruba ait toplam 264.984 spor/m<sup>3</sup> tespit edilmiştir. *Cladosporium* (%55.36) Yalova atmosferinin dominant taksonu olarak belirlenmiş ve çalışma süresince tüm aylarda gözlemlenmiştir. *Agrocybe* (%13.61), *Ustilago* (%7.72), *Alternaria* (%7.59) ve *Ganoderma* (%5.13) yaygın funguslar olarak tespit edilmiştir. En yüksek spor konsantrasyonu Temmuz, en düşük spor konsantrasyonu Şubat ayında kaydedilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Atmosferik Fungal Sporları, Fungal Spor Takvimi, Fungus, Yalova

### Introduction

Most of the atmospheric aerosol is of biological origin. Bioaerosols have biological effects like infectivity, allergenicity, toxicity etc. on plants, animals and humans. (Grinn-Gofroń et al., 2011). The fungi, which form an important part of the bioaerosol distributed in the atmosphere, are cosmopolitan organisms and their composition and concentration in the atmosphere is shaped by the complex relationship between biological and environmental factors such as geographic location,

air pollution, weather, human activity and vegetation (Grinn-Gofroń and Bosiacka, 2015).

Determining the presence and distribution of fungi in a particular region is important for plant, animal and human health. Aerobiological monitoring guides to investigate the life cycle of parasites and to develop plant protection plans in agriculture; to realize extreme concentrations of allergic taxon and to help in the diagnosis and treatment of inhaled allergens in medicine. Fungi affect human life adversely especially with their allergen properties today. The international allergen



nomenclature sub-committee identified 112 allergens in 28 fungi (Levetin et al., 2015). *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Botrytis* sp., *Drechslera* sp., *Epicoccum* sp., *Leptosphaeria* sp., *Pithomyces* sp., *Pleospora* sp. and *Stemphylium* sp. are the leading allergen taxa in this list (Sadyś et al., 2016). Fungus spore calendars are prepared for this purpose. Fungus spore calendars are considered due to the increased prevalence of allergic diseases, including *Cladosporium* and *Alternaria*, which are more than three times greater than 30 years, particularly in terms of allergenic spores. The aim of this study was to determine the fungi and their concentrations in the atmosphere of Yalova and to establish the 2005 spore calendar.

### Materials and Methods

Yalova is located in the southeastern part of Marmara region, in the northwest of Turkey (40°39'32"N; 29° 16'26.06"E). The altitude of the province is 2 m height above sea level. The vegetation is composed of maquis and forests. Forests cover about 5% of the province, and generally consist of beech, oak, hornbeam, cranberry, chestnut and linden trees. The climate of the province has the characteristics of transition between Mediterranean and Black Sea climates (Anonymous, 2017).

Materials were collected by using Hirst-type pollen and spore trap (Lanzoni VPSS 2000, Bologna, Italy), placed 25 mm above ground level in the city center in 2005 (Figure 1). The device absorbs 10 L of air per minute equivalent to the human lung (Sánchez Reyes et al., 2016). The air sucked through the 2×14 mm wide hole, then enters the spore trap. The hand-held sampling cylinder with a mechanical watch on it travels 2 mm per hour to 48 mm per day and completes its full cycle in one week. 336 mm transparent tape is applied around the sampling cylinder and silicone oil solution is applied on it. The air entering the spore trap strikes the transparent tape on which adhesive is applied and the contents adhere to the tape. The band which is taken from the cylinder after completing its cycle is cut on the cutting board and then turned into daily preparations. Sampling and analysis were performed according to the guidelines of the European Association of Aerobiology (Galán et al., 2014). The number of fungal spores was multiplied by the calculated conversion factor and the average daily spore concentration in the cubic meter was determined (spore/m<sup>3</sup>). Fungi detected in the atmosphere above 5% were accepted as common elements of the atmosphere (Mallo et al., 2011). Fungus spore calendar was prepared according to Spieksma (1991).



Figure 1. Hirst-type pollen and spore trap (Lanzoni VPSS 2000)

### Results and Discussion

As a result of the aeromycological monitoring, 264984 s/m<sup>3</sup> belonging to 47 fungus genera and 3 fungal groups were determined in Yalova province in 2005 (Table 1). 37 of the identified spores belonging to

Ascomycota, 9 to Basidiomycota and 1 to Oomycota divisions. The groups are consisted of *Aspergillus/Penicillium*, one-septate ascospores and Myxomycota.

Table 1. Fungus spores, concentrations (s/m<sup>3</sup>) and percentages of Yalova atmosphere in 2005

Taxa/Groups	Total	Percentage
<i>Cladosporium</i>	146707	55.364%
<i>Agrocybe</i>	36069	13.612%
<i>Ustilago</i>	20463	7.722%
<i>Alternaria</i>	20122	7.594%
<i>Ganoderma</i>	13590	5.129%
<i>Leptosphaeria</i>	4554	1.719%
<i>Boletus</i>	3244	1.224%
<i>Coprinus</i>	3107	1.173%
<i>Periconia</i>	2454	0.926%
<i>Epicoccum</i>	2332	0.880%
<i>Fusarium</i>	2281	0.861%
<i>Botrytis</i>	1590	0.600%
<i>Pleospora</i>	1313	0.496%
<i>Stemphylium</i>	717	0.271%
<i>Asper./Peni type spores</i>	662	0.250%
<i>Bovista</i>	615	0.232%
<i>Drechslera</i>	529	0.200%
<i>Exosporium</i>	525	0.198%
<i>Didymella</i>	475	0.179%
<i>Torula</i>	440	0.166%
<i>Paraphaeosphaeria</i>	332	0.125%
<i>Peronospora</i>	328	0.124%
<i>Antennularia</i>	318	0.120%
<i>Oidium</i>	295	0.111%
<i>Laccaria</i>	286	0.108%
One-septate ascospores	183	0.069%
<i>Tilletia</i>	180	0.068%
<i>Pithomyces</i>	178	0.067%
<i>Helicomyces</i>	138	0.052%
<i>Curvularia</i>	135	0.051%
<i>Puccinia</i>	128	0.048%
<i>Arthrimum</i>	87	0.033%
<i>Bipolaris</i>	81	0.031%
<i>Chaetomium</i>	79	0.030%
<i>Polythrincium</i>	65	0.025%
Myxomycota	65	0.025%
<i>Cercospora</i>	59	0.022%
<i>Melanomma</i>	59	0.022%
<i>Sporormiella</i>	43	0.016%
<i>Diplodia</i>	34	0.013%
<i>Pestalotiopsis</i>	34	0.013%
<i>Dictyosporium</i>	22	0.008%
<i>Ulocladium</i>	16	0.006%
<i>Ascobolus</i>	12	0.005%
<i>Xylaria</i>	10	0.004%
<i>Trichothecium</i>	9	0.003%
<i>Nigrospora</i>	8	0.003%
<i>Helminthosporium</i>	5	0.002%
<i>Erysiphe</i>	4	0.002%
<i>Tetracoccosporium</i>	2	0.001%
<b>Total</b>	<b>264984</b>	<b>100.00%</b>



The majority of atmospheric fungi captured in the Yalova atmosphere were included in the Ascomycota division with 70.22%. Ascomycota division is followed by Basidiomycota division with 29.32%, *Aspergillus/Penicillium* with 0.25%, Oomycota division with 0.12%, one-septate ascospores with 0.07% and Myxomycota with 0.02%.

Ascomycota division is mainly represented by *Cladosporium* and *Alternaria* and peak concentration was recorded in July with 62118 s/m<sup>3</sup> for *Cladosporium* and 9316 s/m<sup>3</sup> for *Alternaria*. Basidiomycota division reached higher concentrations especially with the contribution of *Agrocybe* and *Ustilago* spore density; *Agrocybe* peak recorded in October with 16932 s/m<sup>3</sup> and *Ustilago* reached peak concentration in May with 6085 s/m<sup>3</sup>. Only one genus was identified from the Oomycota division in the study and peak concentration was recorded in June with 139 s/m<sup>3</sup>. Peak concentration was recorded with 252 s/m<sup>3</sup> in January for *Aspergillus/Penicillium*; with 45 s/m<sup>3</sup> for one-septate ascospores in July; with 35 s/m<sup>3</sup> in October for Myxomycota.

The dominant fungal spore of Yalova atmosphere was determined as *Cladosporium*. *Cladosporium* dominance was observed in many studies conducted worldwide (Almaguer et al., 2015; Mallo et al., 2011; O'Connor et al., 2014; Pyrri and Kapsanaki-Gotsi, 2015; Sánchez Reyes et al., 2016; Ščevková and Kováč, 2019; Songnuan et al., 2018; Sadyś et al., 2016; Sousa et al., 2016; Vélez-Pereira et al., 2016). *Cladosporium* determined as dominant taxa in studies conducted in Turkey (Akgül et al., 2016; Asan et al., 2004; Ataygül et al., 2007; Ayvaz et al., 2008; Bıçakçı et al., 2001; Bican Süerdem and Yıldırım, 2009; Bülbül et al., 2011; Çeter et al., 2006; Çeter and Pınar, 2009; Erkan et al., 2006; İmalı

et al., 2008; Kalyoncu, 2010; Otağ et al., 2014; Potoğlu Erkara et al., 2008; Tatlıdil et al., 2000, 2001). Spore concentrations of 3000 s/m<sup>3</sup> and above for *Cladosporium* and 100 s/m<sup>3</sup> for *Alternaria* and above were determined as risky values for allergy in the atmosphere (Durugbo, 2013). In our study, the limit of 3000 s/m<sup>3</sup> for *Cladosporium* was exceeded in the last three days of July and the first day of August. The 100 s/m<sup>3</sup> limit for *Alternaria* was exceeded for 8 days in June, 28 days in July, 23 days in August and 5 days in September.

The highest spore concentration was recorded in summer; followed by autumn, spring and winter (Figure 2), whereas the lowest spore concentrations were observed in February and March. The spore concentration started to increase with the increasing temperatures starting from April and the highest spore concentration was recorded in July (Figure 3). The spore concentration, which was started to decrease from August, showed an increase again in October and the spore concentration decreased rapidly as the temperature dropped below 15 °C in November (Figure 3).

*Cladosporium* spores reached the highest exponential class (11th class; spore concentration 1600<) in the first 10-day mean of May, the last 10-day mean of May-the third 10-day mean of August period and the second and third 10-day mean of September. *Agrocybe* reached the 11th class in the last 10-day mean of September - the last 10-day mean of October period. *Alternaria* reached the highest exponential in the first 10-day mean of July. *Ustilago* reached the 10th step during May and in the second 10-day mean of June; *Ganoderma* only reached up to the 9th class (Table 2).

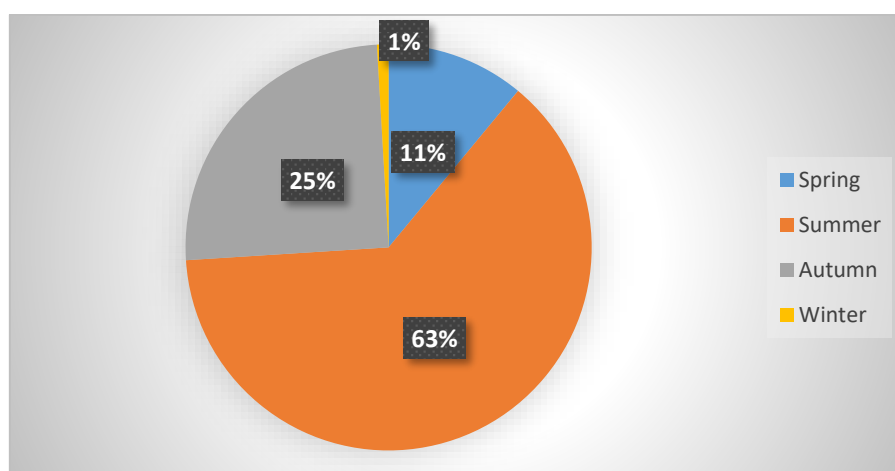


Figure 2. Seasonal distribution of fungus spores detected in Yalova atmosphere in 2005



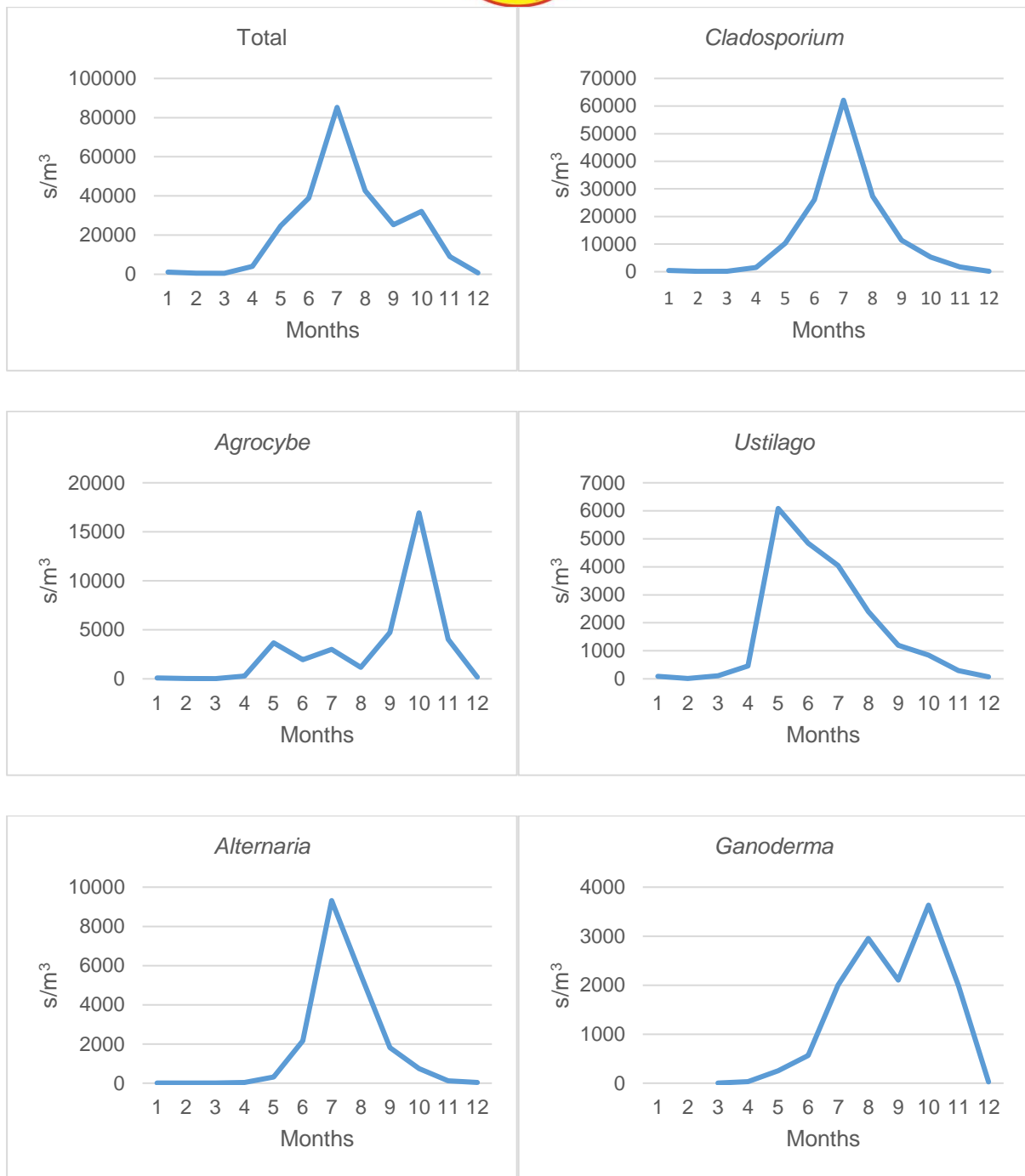


Figure 3. Distribution of dominant and common fungus spores and total spore concentration in Yalova atmosphere in 2005





## Conclusion

As a result of the study, it was determined that the fungi distributed in Yalova atmosphere throughout the year. The highest spore concentrations were seen in July and August and *Cladosporium* was determined as the dominant taxon. *Cladosporium* exceeded the danger limit for 4 days and *Alternaria* exceeded for 64 days during the study period. It is clearly seen that both the periods in which the concentrations of allergens and plant pathogen

fungi start to increase and the periods in which the maximum spore concentrations are reached in the prepared spore calendar. These data can help farmers and agriculturists to determine the amount and time of fungicide use. For patients suffering from allergies, the calendar can be a guide when planning daily activities and holiday times during peak periods. The prepared spore calendar will help to allergy specialists to diagnose sensitive patients.

## References

- Akgül H., Yılmazkaya D., Akata, I., Tosunoğlu A. and Bıçakçı, A. (2016). Determination of airborne fungal spores of Gaziantep (SE Turkey). *Aerobiologia*, 32(3) 441-452.
- Almaguer, M., Aira, M., Rodríguez-Rajo, F. J., Fernandez-Gonzalez, M. and Rojas-Flores, T. I. (2015). Thirty-four identifiable airborne fungal spores in Havana, Cuba. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 22(2) 215-220.
- Anonymous (2017). Yalova İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/yalova\\_2017\\_cdr\\_son-20180618163910.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/yalova_2017_cdr_son-20180618163910.pdf)
- Asan, A., İlhan, S., Şen, B., Erkara, I. P., Filik, C., Çabuk, A., Demirel, R., Türe, M., Ökten, S. S. and Tokur, S. (2004). Airborne fungi and actinomycetes concentrations in the air of Eskisehir City (Turkey). *Indoor and Built Environment*, 13 63-74.
- Ataygül, E., Celenk, S., Canitez, Y., Bicakci, A., Malyer, H. and Sapan, N. (2007). Allergenic fungal spore concentrations in the atmosphere of Bursa, Turkey. *J. Biol. Environ. Sci.*, 1(2) 3-79.
- Ayvaz, A., Baki, A. and Doğan, C. (2008). Trabzon atmosferindeki aeroallerjenlerin mevsimsel dağılımı. *Asthma Allergy Immunol*, 6(1) 11-16.
- Bıçakçı, A., Tatlıdil, S., Canitez, Y. and Malyer, H. (2001). Mustafakemalpaşa ilçesi (Bursa) atmosferindeki alerjen *Alternaria* sp. ve *Cladosporium* sp. sporları. *Akciğer Arşivi*, 2 69-72.
- Bican Suerdem, T. and Yildirim, I. (2009). Fungi in the atmospheric air of Çanakkale province in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(18) 4450-4458.
- Bülbül, A. S., Çeter, T. and Hüseyin, E. (2011). Kırşehir atmosferi mantar sporları konsantrasyonu ve meteorolojik faktörlerin etkisi. *Asthma Allergy Immunol*, 9 154-165.
- Çeter, T., Alan, Ş., Pınar, N. M. and Altıntaş, D. U. (2006). Airborne spore concentration in Adana Turkey, 2004. *The 8<sup>th</sup> International Congress on Aerobiology*, 21-25 August 2006, Neuchatel, Switzerland.
- Çeter, T. and Pınar, N. M. (2009). Ankara Atmosferi Mantar Sporları Konsantrasyonu ve Meteorolojik Faktörlerin Etkisi (2003 Yılı). *Mikrobiyoloji Bülteni*, 43(4) 627-638.
- Durugbo, E. U., Kajero, A. O., Omoriege, E. I. and Oyejide, N. E. (2013). A survey of outdoor and indoor airborne fungal spora in the Redemption City, Ogun State, South-western Nigeria. *Aerobiologia*, 29 201-216.
- Erkan, M. L., Çeter, T., Atıcı, A.G., Özkaya, Ş., Alan, Ş., Tuna, S. and Pınar, N. M. (2006). Samsun İlinin Polen ve Spor Takvimi. *XIV. Ulusal Alerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi*, Side, Antalya.
- Galán, C., Smith, M., Thibaudon, M., Frenguelli, G., Oteros, J., Gehrig, R., Berger, U., Clot, B., Brandao, R. and EAS QC Working Group (2014). Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis. *Aerobiologia*, 30 385-395.
- Grinn-Gofroń, A. and Bosiacka, A. (2015). Effects of meteorological parameters on the composition of selected fungal spores in the air. *Aerobiologia*, 31 (1) 63-72.
- Grinn-Gofroń, A., Strzelczak, A. and Wolski, T. (2011). The relationship between air pollutants, meteorological parameters, and concentration of airborne fungal spores. *Environmental Pollution*, 159 (2) 602-608.
- İmalı, A., Yalçinkaya, B., Koçak, M. and Koçer, F. (2008). Çorum ili atmosferinde hava ile taşınan alerjen funguslar. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 3 19-24.
- Kalyoncu, F. (2010). Relationship between airborne fungal allergens and meteorological factors in Manisa city, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 165 553-558.
- Levetin, E., Horner, W. E., Scott, J. A. and Environmental Allergen Workgroups (2015). Taxonomy of allergenic fungi. *J Allergy Clin Immunol Pract.*, 4 (3), 375-385.
- Mallo, A. C., Nitiu, D. S. and Gardella Sambeth, M. C. (2011). Airborne fungal spore content in the atmosphere of the city of La Plata, Argentina. *Aerobiologia*, 27 77-84.
- Otağ, F., Coşkun, T., Direkel, Ş., Özgür, D. and Emekdaş, G. (2014). Hava kaynaklı aeroallerjen fungus sporlarının konsantrasyonu ve mevsimsel dağılımı. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 44 (1) 33-42.



- O'Connor, D. J., Sadyś, M., Skjøth, C. A., Healy, D. A., Kennedy, R. and Sodeau, J. R. (2014). Atmospheric concentrations of *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ganoderma* and *Didymella* spores monitored in Cork (Ireland) and Worcester (England) during the summer of 2010. *Aerobiologia*, 30 397-411.
- Potoglu Erkara, I., Asan, A., Yilmaz, V., Pehlivan, S. and Sarica Okten, S. (2008). Airborne *Alternaria* and *Cladosporium* species and relationship with meteorological conditions in Eskisehir City, Turkey. *Environ Monit Assess*, 144 31-41.
- Pyri, I. and Kapsanaki-Gotsi, E. (2015). Evaluation of the fungal aerosol in Athens, Greece, based on spore analysis. *Aerobiologia*, 31 179-190.
- Sadyś, M., Adams-Groom, B., Herbert, R.J. and Kennedy, R. (2016). Comparisons of fungal spore distributions using air sampling at Worcester, England (2006–2010). *Aerobiologia*, 32 (4) 619-634.
- Sánchez Reyes, E., Rodríguez de la Cruz, D. and Sánchez, J. S. (2016). First fungal spore calendar of the middle-west of the Iberian Peninsula. *Aerobiologia*, 32 (3) 529-539.
- Ščevková, J. and Kováč, J. (2019). First fungal spore calendar of the atmosphere of Bratislava, Slovakia. *Aerobiologia*, 35 (2) 343-356.
- Songnuan, W., Bunnag, C., Soontrapa, K., Pacharn, P., Wangthan, U. and Siriwattanakul, U. (2018). Airborne fungal spore distribution in Bangkok, Thailand: correlation with meteorological variables and sensitization in allergic rhinitis patients. *Aerobiologia*, 34 513-524.
- Sousa, L., Camacho, I. C., Grinn-Gofroń, A. and Camacho, R. (2016). Monitoring of anamorphic fungal spores in Madeira region (Portugal), 2003-2008. *Aerobiologia*, 32 (2) 303-315.
- Spieksma, F. T. (1991). Aerobiology in the nineties: aerobiology and pollinosis. *International Aerobiology Newsletter*, 34 1-5.
- Tatlıdil S., Bıçakçı A., Canitez Y., Malyer H. and Sapan N. (2000). İznik (Bursa) atmosferinde bulunan alerjik *Alternaria* spp. ve *Cladosporium* spp. sporlarının sayımı. IX. Ulusal Allerji ve Klinik İmmünoloji Kongresi, Antalya, Türkiye.
- Tatlıdil, S., Bıçakçı, A., Akkaya, A. and Malyer, H. (2001). Burdur atmosferindeki allerjen *Cladosporium* sp. ve *Alternaria* sp. sporları. *Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Dergisi*, 8 (4) 1-3.
- Vélez-Pereira, A.M., De Linares, C., Delgado, R. and Belmonte, J. (2016). Temporal trends of the airborne fungal spores in Catalonia (NE Spain), 1995–2013. *Aerobiologia*, 32(1) 23-37.





Geliş(Received) :19/03/2019  
Kabul(Accepted) :17/07/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.541886

## Toprak Mikrofunguslarının Dikotan Duyarlılıklarının Belirlenmesi

Fatih KALYONCU, Azize ÖZER  
Sorumlu Yazar: fatih.kalyoncu@cbu.edu.tr

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Muradiye, 45140, Manisa, TÜRKİYE  
fatih.kalyoncu@cbu.edu.tr /Orcid No: 0000-0003-3912-9373  
azize.ozer@hotmail.com /Orcid No: 0000-0002-4738-4991

**Öz:** Bu çalışmada, Manisa İlindeki tarım alanlarından izole edilen mikrofungusların sıklıkla kullanılan bir fungusit olan dikotana karşı duyarlılık / dirençlilik durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla; katı besiyeri üzerinde dirençlilik yönünden tarama testleri yapılmış, dirençli izolatların sıvı ortamda gelişimlerinin hangi oranda engellendiği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında izole edilen 183 mikrofungus izolatından 28 tanesinin dikotana direnç gösterdiği saptanmıştır. Dikotanın bu dirençli izolatların gelişimlerini engelleme oranının % 15 ile % 48 arasında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Dikotan, Dirençlilik, Duyarlılık, Fungisit, Mikrofungus

### Determination of Dikotan Sensitivity of Soil Microfungi

**Abstract:** In this study, determination of susceptibility / resistance conditions of microfungi isolated from different agricultural areas against dikotan which is a commonly used fungicide. For this purpose, screening tests were performed on solid medium in terms of resistance and rate of inhibition of the development of resistant isolates in liquid medium was investigated. It was determined that 28 of the 183 isolates of microfungi showed dikotan resistance. Dikotan has been found to inhibit the development of these resistant isolates from 15 % to 48 %.

**Key words:** Dikotan, Fungicides, Microfungus, Resistance, Sensitivity

#### Giriş

Funguslar ayrıştırıcı rolleri ile doğal çevrimin devamlılığını sağlayan ve yeryüzünün her parçasında geniş yayılım gösteren canlılardır. İnsanoğlunun var olduğu günden bu yana funguslar ile yakın ilişkisi bulunmaktadır. Bu ilişki gıda elde etmek için kullanımlarından, hastalıklarından korunmaya kadar geniş bir yelpazeye yayılmıştır. Araştırmacılar bir milyonun üzerinde fungus türü bulunduğunu düşünmektedirler ancak bu türlerin günümüze değin yalnızca yüz bin kadarı tanımlanabilmiştir (Singh, 2005).

Hızlı nüfus artışı tarımsal ürünlere gereksinimi artırırken, ekimi yapılan arazilerin oranı farklı amaçlar için kullanım sebebi ile hızla azalmaktadır (Ni vd., 2004; Karakoç ve Nakiboğlu, 2010). Tarım ürünlerinde verim kaybı oluşturan etmenlerden biri de büyüme ve gelişmeyi engelleyici, parazitik veya patojen yapıdaki çeşitli bitki, hayvan ve mikroorganizmalardır. Bu etmenlerle mücadele için farklı yöntemler kullanılmakla birlikte en sık tercih edilen kimyasal mücadeledir (Delen vd., 2005).

Bilinçli ve kontrollü kimyasal kullanımı; yüksek ve hızlı etki kapasitesi, ekonomik olması, bitki gelişimini istenilen yönde etkileme ve tarla koşullarında ürünü toksin kontaminasyonundan koruma gibi avantajlara sahiptir (Rapsdale, 1994). FAO verilerine göre ülkemizde tarımsal ilaç kullanımı yaklaşık 1.63 kg/ha'dır ve Ege Bölgesi kullanım miktarı açısından % 25 ile Marmara Bölgesinin (% 28) ardından ikinci sırada yer almaktadır (Arslan ve Çiçekgil, 2018). Dikotan dithiyokarbonat grubundan bir fungusittir. Etken maddesi mancozebdir ve dirençlilik riski düşük olarak değerlendirilmektedir. Parçalanma ürünlerinin fungus hücresindeki proteinlerin sülfidril grupları ile birleşmesi sonucu enzimleri ve diğer hücresel fonksiyonları durdurarak etki göstermektedir. Yapısında bulunan çinko ve mangan bu elementler açısından fakir yerlerde yetişen bitkiler tarafından kullanılabilir (Delen, 2008).

Bu çalışmanın amacı; yoğun tarımsal üretim yapılan alanlarda bulunan mikrofungusların, araştırma alanında sıklıkla kullanıldığı yapılan saha incelemesi ile



anlaşılan ve literatürde dirençlilik riski düşük olarak değerlendirilen bir fungusit olan dikotana karşı duyarlılık / dirençlilik durumlarının saptanmasıdır. Elde edilecek verilerin dikotanın mikrofunguslar üzerindeki etki düzeyini güncel olarak ortaya çıkarması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

Çalışmamızda kullanılan toprak numuneleri Manisa İli, Yunussemre İlçesi'nde bulunan ve farklı ürünlerin (mısır, tütün, zeytin, domates, üzüm) yetiştirdiği altı araziden kış ve yaz mevsimlerinde (Ocak ve Temmuz) kompozit toprak örnekleme yöntemi ile alınmıştır (Aderiyev vd., 2008). En kısa sürede laboratuvara getirilen örnekler hızla analiz edilmiştir. Yüzde nem değerleri hesaplanan örneklerin kimyasal analizleri (pH, tuzluluk, kireç, nitrat, fosfor, potasyum, sodyum, demir, bakır, çinko ve mangan) Manisa İl Tarım Müdürlüğü toprak laboratuvarında yaptırılmıştır. Toprak örneklerinin kimyasal analizleri istasyonlar arasında fungal yoğunluğu etkileyecek düzeyde farklılık olup olmadığının belirlenebilmesi amacı ile yapılmıştır.

Örneklerin mikrofungus yoğunlukları toprağı sulandırma yöntemi ile seyreltme sonucunda hesaplanmıştır. Önceden yüzde nem değeri hesaplanan numuneler 10 gr kuru ağırlık olarak tartılmış ve toplam hacim 100 ml olacak şekilde steril distile su ile seyreltilmiştir. Bu stok solüsyon 120 rpm hızında 10 dakika çalkalandıktan sonra  $10^{-2}$  –  $10^{-6}$ 'lık dilüsyonlar hazırlanmış ve tüm dilüsyonlar incelenmiştir (Waksman, 1922). Her bir istasyon için ayrı ayrı hazırlanan seyreltme tüplerinden steril Rosebengal Chloramphenicol Agar (RBCA) içeren petrilere 1'er ml aktarılmış ve 27°C'de 3-10 gün inkübasyona alınmıştır. Düzenli kontrol edilen Petri kaplarındaki mikrofungus kolonileri sayılarak numaralandırılmış ve Malt Ekstrakt Agar (MEA) içeren tüplere alınarak inkübasyon sonrası +4°C'de muhafaza edilmişlerdir (Kalyoncu ve Özer, 2017).

Takip eden aşamada mikrofungus izolatları 2 gr/L dozda dikotan içeren MEA besiyerine aşılanarak (27°C'de 3-10 gün) duyarlılıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doz dikotanın kullanım reçetesinde verilen en yüksek dozdur. Bu tarama testi sonucunda dikotan içeren ortamda gelişme gösteren izolatlar belirlenmiştir. Dikotana dirençli olduğu düşünülen bu izolatlar güncel literatür kullanılarak tanımlanmıştır (Domsch vd., 1980; Pitt, 2000; Klich, 2002; Samson vd., 2004). Bu izolatlar daha sonra aynı dozda dikotan içeren sıvı besiyerine (Malt Ekstrakt Broth) aktarılmışlardır. Aşılama standardı sağlamak için katı ortamda gelişen kolonilerden çıkarılan 6 mm çapındaki misel kaplı tek disk kullanılmıştır. İnokulasyon sonrası erlenler çalkalamalı inkübatörde 27°C'de, 120 rpm

hızında 30 gün süre ile karanlıkta inkübe edilmişlerdir. Aynı işlem dikotan içermeyen sıvı besiyeri ile de tekrarlanmıştır. Tüm denemeler üç tekrarlı olacak şekilde yapılmış, inkübasyon sonunda mikrofungus miselleri sıvıdan süzülerek ayrılmış ve kurutulup tartılmıştır (Kalyoncu ve Özer, 2017). Bu şekilde aynı izolatin dikotan içeren ve içermeyen sıvı ortamdaki biomass miktarı hesaplanarak aradaki fark ortaya çıkarılmış ve dikotanın fungusun gelişimi üzerindeki etki düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır.

### Bulgular

Bu çalışmada izole edilen 183 mikrofungus izolatu içinde en sık karşılaşılan üç genus sırasıyla *Aspergillus* (% 26), *Rhizopus* (% 21) ve *Penicillium* (% 15)'dur. Katı ortam denemelerinde dikotana dirençli olduğu belirlenen izolat sayısı ise 28'dir. Bu izolatların teşhisi ile belirlenen 8 genusa dâhil 18 mikrofungus türü Tablo 1'de verilmiştir.

Sıvı ortamda gerçekleşen ve dikotanın etki düzeyini belirlemeye yönelik denemelerin sonuçları da Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre dikotan dirençli olduğu belirlenen izolatların gelişimini % 15 ile % 48 arasında engellemiştir. Gelişim *Penicillium expansum* Link'de % 48 oranında, *Aspergillus fumigatus* Fresen'de ise % 15 oranında inhibe edilmiştir.

Toprak numunelerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Fungusların optimum gelişim için asidik ortamları tercih ettikleri bilinen bir durumdur (Başbülbül vd., 2011). Örnekleme yapılan araziler ise genel olarak alkali özelliktedir. Bu durumun fungal biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etkisi olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Tablo 3'de de görülebileceği üzere istasyonlarımız azot ve fosfor açısından genelde fakirdir. Bu sebeple yoğun gübreleme faaliyeti görülmektedir.

### Tartışma

Dünya genelinde görülen hızlı nüfus artışı ve beslenme sorunları günümüzde büyüyen bir sorun teşkil etmektedir. Tarıma dayalı ekonomiye sahip ülkelerde bu durum sosyo-ekonomik gelişim üzerinde de etkili olmaktadır. Birim alandan daha yüksek verim elde etmek için tohum, toprak, sulama, gübreleme gibi konularda çalışmalar yapılmaktadır. Bunların yanı sıra ürünü zararlılardan korumak için de büyük çaba harcanmaktadır. Hastalık ve zararlıların tarımsal üretimde % 30'a varan kayıplara neden olması, mikroorganizmalar tarafından üretilen toksinlerin ürünün kalitesini olumsuz etkilemesi gibi nedenlerden dolayı yoğun kimyasal mücadele yapılmaktadır (Kalyoncu ve Özer, 2017).



Tablo 1. Dikotana direnç gösteren mikrofungus türleri

1	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.
2	<i>A. tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire
3	<i>Aspergillus flavus</i> Link
4	<i>A. fumigatus</i> Fresen.
5	<i>A. niger</i> Tiegh.
6	<i>A. parasiticus</i> Speare
7	<i>A. wentii</i> Wehmer
8	<i>Cladosporium oxysporum</i> Berk. & M.A. Curtis
9	<i>Fusarium oxysporum</i> Schldl.
10	<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx
11	<i>P. brevicompactum</i> Dierckx
12	<i>P. digitatum</i> (Pers.) Sacc.
13	<i>P. expansum</i> Link
14	<i>P. lanosum</i> Westling
15	<i>Rhizopus arrhizus</i> A. Fisch.
16	<i>R. stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.
17	<i>Talaromyces funiculosus</i> (Thom) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert
18	<i>Trichoderma viride</i> Pers.

Tablo 2. Dirençli mikrofungusların misel kuru ağırlıkları (gr)

	Dikotan İçeren Ortam	Dikotansız Ortam	Gelişim Farkı %
<i>Alternaria alternata</i>	1.32	1.67	21
<i>A. tenuissima</i>	1.58	2.13	26
<i>Aspergillus flavus</i>	1.17	1.43	18
<i>A. fumigatus</i>	2.32	2.73	15
<i>A. niger</i>	1.03	1.32	22
<i>A. parasiticus</i>	1.13	1.69	33
<i>A. wentii</i>	1.34	1.78	25
<i>Cladosporium oxysporum</i>	2.14	2.68	20
<i>Fusarium oxysporum</i>	2.29	3.23	29
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	1.13	1.79	37
<i>P. brevicompactum</i>	2.15	3.16	32
<i>P. digitatum</i>	1.66	2.18	24
<i>P. expansum</i>	1.40	2.68	48
<i>P. lanosum</i>	1.70	2.75	38
<i>Rhizopus arrhizus</i>	1.91	2.82	32
<i>R. stolonifer</i>	1.09	1.67	35
<i>Talaromyces funiculosus</i>	1.13	1.62	30
<i>Trichoderma viride</i>	1.29	2.19	41



Tablo 3. Toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

İstasyon	Mevsim	pH	Tuz*	Kireç**	N <sup>++</sup>	P <sup>++</sup>	K <sup>++</sup>	Na <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>	Cu <sup>++</sup>	Zn <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>
1	Yaz	7.5	640	7.02	3.8	11.6	276	60	1.4	2.1	0.46	3.3
	Kış	7.1	706	4.29	3.2	1.5	237	24	2.2	1.9	0.72	4.2
2	Yaz	6.7	410	0.78	3.0	10.5	145	25	1.0	0.7	0.48	31.8
	Kış	6.4	386	0.78	3.6	1.2	224	22	1.1	0.8	0.55	11.5
3	Yaz	7.4	732	28.08	5.9	7.8	253	8	1.6	1.4	0.43	4.6
	Kış	6.7	1076	22.62	5.0	1.2	498	16	1.5	1.8	0.97	19.2
4	Yaz	7.1	450	0.78	5.9	38.8	376	25	5.9	1.7	3.54	16.8
	Kış	6.9	510	0.78	3.9	5.1	775	25	6.0	1.3	3.20	12.9
5	Yaz	7.6	595	24.57	5.9	12.2	330	10	1.7	14.2	0.70	6.6
	Kış	7.3	642	20.67	4.7	0.8	384	12	0.7	3.6	1.02	7.7
6	Yaz	7.6	465	5.46	3.2	5.2	154	12	1.8	6.9	0.53	4.5
	Kış	7.5	443	5.46	3.2	0.7	279	22	1.8	5.4	1.40	5.7

\*  $\mu\text{S} / \text{cm}$ ; \*\* %; ++ ppm

Kimyasal mücadelede istenmeyen durumlardan birisi de kullanılan fungisitlere karşı direnç oluşumudur. Kimyasal etmenle karşılaşan fungusun ürettiği sporlarda seleksiyon baskısı sonucu mutasyon görülme olasılığı artmaktadır. Bu şekilde, birkaç nesil sonunda dirençli birey sayısı popülasyonda baskın hale gelebilmektedir. Direnç oluşumu yalnızca fungisit kullanılabilirliğini azaltmaz aynı zamanda yetersiz mücadele sonucu ekonomik kayıplara ve beslenme problemlerine de yol açar (Yeşil ve Boyraz, 2010). Çalışmamızda izole edilebilen 183 mikrofungus izolatının 28'inde dikotana karşı dirençlilik görülmüştür. Bu veriler oransal olarak çalışma yapılan alanlarda % 15,30 oranında dirençliliği göstermektedir. Bu oran günümüz için düşük olarak görülse bile, dirençlilik beklenmeyen bir fungisit olan dikotanın kullanım imkânının gelecekte azalabileceği değerlendirilmiştir. Tarımsal üretimde fungisit kullanımı gelecekte de önemli bir yer tutacağı için fungisit

dayanıklılık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Topraktaki mikrofungus sayısını etkileyen en önemli ekolojik faktörlerden birisi de toprak pH'sıdır. Çalışmamızda toprak örneklerinin alındıkları yerlere göre pH farklılıkları görülmektedir. İstasyonlarımız Ocak ayında Temmuz ayına göre asitleşmiştir. Bazı araştırmalarda da kış mevsimine geçişte toprak örneklerinin pH değerlerinin düştüğü belirtilmiştir (Başbülül vd., 2011). Ayrıca toprak örneklerimizin kireç oranları da farklılık göstermektedir. 3. istasyonumuz her iki örnekleme döneminde en yüksek, 2. istasyonumuz ise en düşük kireçlilik oranına sahiptir. İkinci istasyonumuz aynı zamanda mikrofungus yoğunluğunun ve izolat sayısının en düşük olduğu istasyonumuzdur.

Alınabilir fosfor miktarı açısından değerlendirildiğinde yaz döneminde tüm istasyonlar yeterli düzeyde iken kış döneminde istasyonlarda





fakirleşme görülmektedir. Sıcaklığın azalmasının yanı sıra alınabilir fosfor miktarındaki düşüş de kış örneklemede mikrofungus yoğunluğunun düşük çıkmasının nedenlerinden biri olabilir. Elbette ki toprak mikrofunguslarının sayısı ve biyoçeşitliliği üzerinde tek bir faktörün etkili olduğunu söylemek mümkün değildir (Kara, 2005). Örneğin yaz aylarında artan ortam sıcaklığına karşın toprak neminin azalması fungal yoğunluğu sınırlamaktadır. Dolayısı ile fungal yayılımında tüm ekolojik koşulların etkisi olduğu ancak habitat ve iklime bağlı olarak bazı koşulların etkisi artarken bazılarının azaldığı görülmektedir.

Toprak mikrofungusları üzerine yapılan çalışmalarda *Aspergillus* ve *Penicillium* genuslarının oranının yüksek olmasının bir nedeni de toprağı sulandırma yönteminin tercih edilmesidir. Çok sayıda spor oluşturabilen bu genoslara ait türlerin bu yöntem ile topraktan izole edilme oranları oldukça artmaktadır

(Asan, 1997). Çalışmamızda da toprağı sulandırma yöntemi kullanıldığı için bu iki genus üyelerine daha yüksek oranda rastlanılmıştır.

Sonuç olarak; fungusitlerin de diğer kimyasal ajanlar gibi çevre ve canlılar üzerinde olumsuz etkileri bulunmasına karşın insektisit ve herbisitlere oranla daha az kullanıldıkları için bu etkinin oranı nispeten düşük kalmaktadır. Ancak funguslar çok sayıda spor ürettikleri için ve oluşan seleksiyon baskısından dolayı fungusit dayanıklılığı oluşma olasılığı diğer pestisitlere göre daha yüksek olmaktadır. Çalışmamız sonuçlarının fungusit dayanıklılığı araştırmaları için faydalı olacağı düşünülmektedir.

### Teşekkür

Bu araştırma Manisa Celal Bayar Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'nce 2010-099 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Aderiye, B.I., Laleye, S.A., Ijalana, O.R. (2008). Soil mycoflora of some commercial ventures in south west Nigeria. *Int. J. Soil Sci.*, (3) 42 – 47.
- Arslan, S., Çiçekgil, Z. (2018). Türkiye'de tarım ilacı kullanım durumu ve kullanım öngörüsü. *Tarım Ekon. Araş. Dergisi.*, (4) 1-12.
- Asan, A. (1997). Trakya bölgesi mısır tarlaları mikrofungus florası – 1. *Turkish J. Biol.*, (21) 89-101.
- Başbülbül, G., Bıyık, H., Kalyoncu, F., Kalmış, E., Oryaşın, E. (2011). Aydın, İzmir ve Manisa illerinde endüstriyel atıksular ile kirlenmiş toprakların mikrofungus florasının belirlenmesi. *Ekoloji.*, (20): 66-73.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A. (2005). Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi*, Ankara.
- Delen, N. (2008). *Fungisitler*. Nobel Yayın Dağıtım, ISBN: 978-605-395-158-2. Ankara.
- Domsch, K.H., Gams, W., Anderson, T.H. (1980). Compendium of soil fungi. Academic Press, Volume: 1-2. ASIN: B003D835HQ.
- Kalyoncu, F., Özer, A. (2017). Tarım alanlarından izole edilen mikrofungusların benomil duyarlılıklarının belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim Teknol. Dergisi.*, 5 (10) 1184-1188.
- Kara, Ö. (2005). Kuzey Trakya dağlık yetişme ortamı bölgesindeki meşe, kayın ve karaçam ormanlarındaki toprak mikrofungusları. *Anadolu Üniv. Bilim Teknol. Dergisi.*, (6) 167 – 174.
- Karakoç, Ö., Nakiboğlu, N. (2010). Ditiyokarbamat pestisitleri ve tayin yöntemleri. *J. Balıkesir Uni. Inst. Sci. Technol.*, (12) 112-135.
- Klich, M.A. (2002). *Identification of common Aspergillus species*, First Edition, CBS Publication, ISBN 90-70351-46-3. Utrecht.
- Ni, Y., Qiu, P., Kokot, S. (2004). Simultaneous determination of three organophosphorus pesticides by differential pulse stripping voltammetry and chemometrics. *Anal. Chimica Acta.*, (516) 7–17.
- Pitt, J.I. (2000). *A laboratory guide to common Penicillium species*. Food Science, ISBN: 978-0643048379. Australia.
- Ragsdale, N.N. (1994). Fungicides. *Encyc. Agric. Sci.*, (2) 445-453.
- Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C. (2004). *Introduction to food and airborne fungi*. CBS Publication, ISBN: 978-9070351427. Holland.
- Singh, J. (2005). Toxic moulds and indoor air quality. *Indoor Built Environ.*, (14) 229-234.
- Waksman, S.A. (1922). A method for counting the number of fungi in the soil nature. *J. Bacteriol.*, (7) 339 – 341.
- Yeşil, S., Boyraz, N. (2010). Bitki patojeni funguslarda fungusid dayanıklılığı. *Selçuk Tarım Gıda Bil. Dergisi.*, 24 (3) 101-108.



Geliş(Received) :27/05/2019  
Kabul(Accepted) :25/07/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.570566

## Rediscovery of *Gautieria graveolens* in Turkey

Yasin UZUN<sup>1</sup>, Semiha YAKAR<sup>2</sup>, Abdullah KAYA<sup>3</sup>

Corresponding author: kayaabd@hotmail.com

<sup>1,2,3</sup>Karamanoğlu Mehmetbey University, Science Faculty, Department of Biology, 70100 Karaman, Turkey

<sup>1</sup>Orcid ID:0000-0002-6423-6085/ yuclathrus@gmail.com

<sup>2</sup>Orcid ID: 0000-0001-7686-7055/ semiha\_634@hotmail.com

<sup>3</sup>Orcid ID: 0000-0002-4654-1406/ kayaabd@hotmail.com

**Abstract:** *Gautieria graveolens* is described and illustrated based on the specimens collected from Rize and Trabzon provinces. This is the first known report for the species in Turkey since its discovery in 1937. The brief description for the species was provided together with the collection localities and photographs related to its macro and micromorphologies.

**Key words:** Biodiversity, false truffles, *Gomphaceae*, hypogeous fungi

### *Gautieria graveolens*'in Türkiye'de Yeniden Keşfi

**Öz:** *Gautieria graveolens* Rize ve Trabzon'dan toplanan örnekler değerlendirilerek betimlenmiş ve resmedilmiştir. Bu, tür için 1937'de Türkiye'de keşfinden sonraki bilinen ilk rapor edilmiştir. Türün betimleyici özellikleri, toplanma lokaliteleri ve türün makro ve mikromorfolojisine ilişkin fotoğrafları ile birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, yalancı trüfler, *Gomhaceae*, toprakaltı mantarlar

#### Introduction

*Gautieria* Vittad. is a hypogeous fungi genus in the family Gomphaceae (Kirk et al., 2008). The genus was first proposed by Carlo Vittadini (1831) based on the collection of *Gautieria morchelliformis* Vittad. and *G. graveolens* Vittad. in Italy. The members of the genus are characterised by a globose to subglobose or irregular basidiomata usually with a persisting single or branched rhizomorph; thin and soon evanescent peridium; labyrinthine chambered gleba usually with cartilaginous columella; longitudinally symmetric, ellipsoid to ovoid, obovoid, or globose spores with ornamentation of meridional costae (Pegler et al., 1993; Montecchi and Sarasini, 2000; Trappe et al., 2009).

Index Fungorum presents 28 confirmed *Gautieria* species (Index Fungorum, 2019), six of which currently exist in Turkey. Five of them, *G. monticola* Harkn., *G. morchelliformis* Vittad., *G. otthii* Trog., *G. retirugosa* Th. Fr. and *G. trabutii* (Chatin) Pat., have been presented in last decade and well documented (Kaya, 2009; Doğan and Akata, 2015; Türkoğlu et al., 2015; Uzun et al., 2015).

*Gautieria graveolens* Vittad. was reported by Pilát (1937) and only known from a list published in Bulletin Trimestriel Society Mycologie France.

Here we present *G. graveolens* for the second time based on the specimens collected from Rize and Trabzon provinces. The study aims to make a contribution to Turkish mycobiota.

#### Materials and methods

*Gautieria* samples were collected from Rize and Trabzon provinces in 2017. Colour photographs of the samples were taken and necessary descriptive characteristics were recorded in the field. Microscopic investigations are based on dry specimens and performed under a Nikon Eclipse Ci trinocular light microscope. A Nikon DS-Fi2 camera were used to take photographs related to micromorphology. A Hitachi SU5000 scanning electron microscope were used for SEM images. Identification of the samples were carried out with the help of Vittadini (1831), Zeller and Dodge (1918), Soehner (1951), Smith and Solheim (1953),





Montecchi and Sarasini (2000) and Nedelin et al. (2016). The specimens are kept at Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Science Faculty, Department of Biology.

### Results

**Basidiomycota** R.T. Moore

**Gomphales** Jülich

**Gomphaceae** Donk

**Gautieria** Vittad

**Gautieria graveolens** Vittad.

**Syn:** [*Gautieria graveolens* f. *inodora* A.H. Sm. & Solheim]

### Macroscopic and microscopic features:

Basidiomata 13-35 mm in diam, hypogeous or semi-hypogeous, subglobose, irregularly lobed with small depressions and a white mycelial tuft of strands at the base (Figure 1a). Peridium thin, can be seen only in immature stage and disappears before maturity. Gleba pinkish brown, becoming ochraceous to yellowish brown

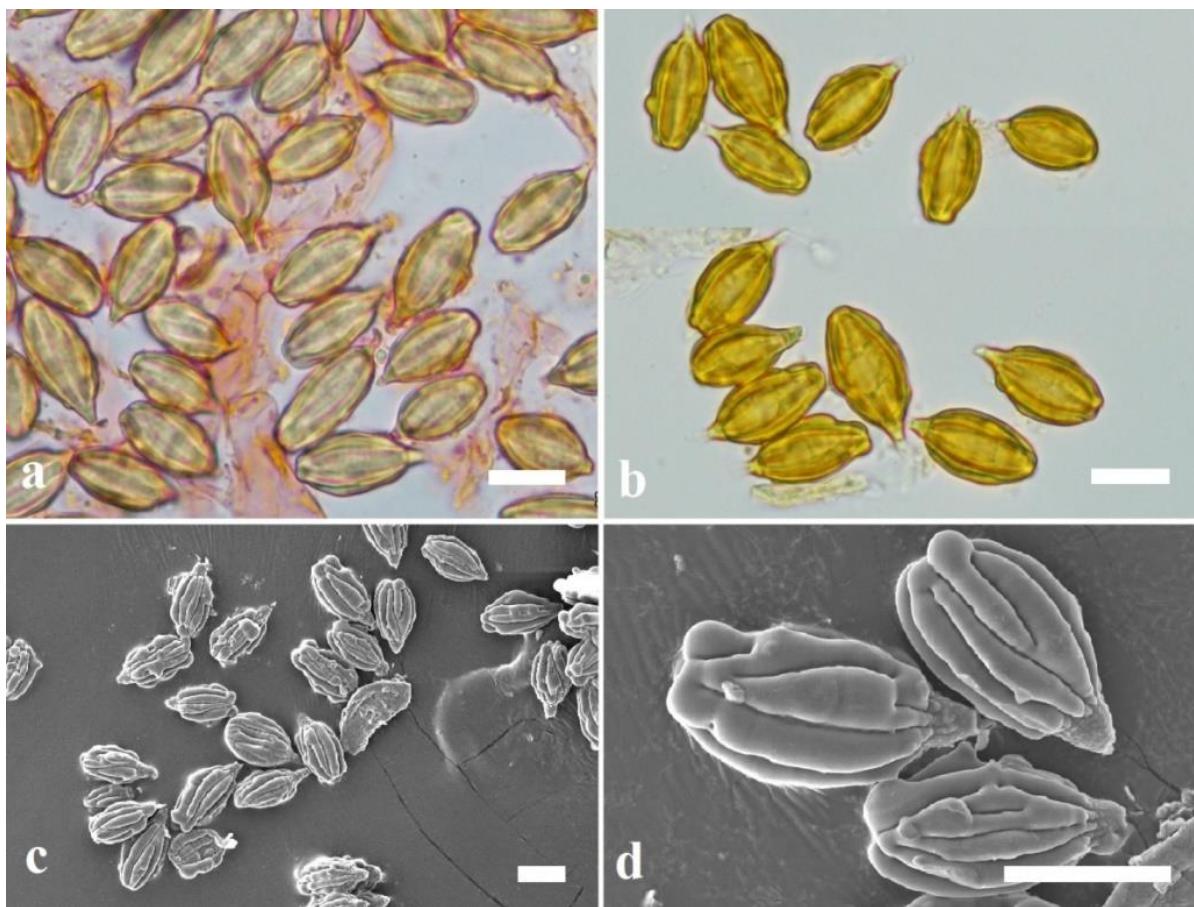
or grey in age, composed of labyrinthine-like elongate or near roundish cavities among branches or walls that form whitish columella by enlarging toward the base (Figure 1b,c). Odour become distinct at maturity and unpleasant. Basidiospores  $14-19 \times 8.5-10 \mu\text{m}$ , broadly ellipsoid with a conical or rounded apiculus, yellowish or pale ocher to light rusty brown (Figure 2a,b), longitudinally ribbed, some ribs are forked, some interrupted and not complete, and some with rare warts (Figure 2c,d).

**Ecology:** *Gautieria graveolens* was reported to grow in soil, in coniferous and deciduous forests, from late summer to late autumn (Vittad., 1831; Montecchi and Sarasini, 2000; Nedelin et al., 2016).

**Specimen examined:** Rize, Ardeşen, Seslikaya village, in soil in mixed *Castanea* Mill., *Fagus* L., *Picea* A.Dietr., *Quercus* L. and *Rhododendron* L. forest,  $41^{\circ}08'N-41^{\circ}01'E$ , 440 m, 30.11.2017, Yuzun 5989; Trabzon, Tonya, Çayırçı village, in soil, in mixed *Fagus*, *Picea* and *Rhododendron* forest,  $40^{\circ}49'N-39^{\circ}17'E$ , 1300 m, 11.04.2017, Yuzun 5517.





Figure 1. Basidiocarps of *Gautieria graveolens*Figure 2. Light microscope (a,b) and SEM (c,d) images of basidiospores of *Gautieria graveolens*. (bars 10 µm) (a: in Congo red, b: in Melzer)

### Discussions

*Gautieria graveolens* was reported from Turkey for the second time. Our Turkish collections are generally in agreement with those given in literature (Vittadini, 1831; Zeller and Dodge, 1918; Montecchi and Sarasini, 2000; Nedelin et al., 2016), in terms of morphology and ecology.

*Gautieria morchelliformis* is very similar species to *G. graveolens* in terms of morphology. But the larger spore size of the latter species easily differentiate it from *G. morchelliformis* (Doğan and Akata, 2015; Nedelin et al., 2016). Members of *Chamonixia* genus also have

spores with longitudinal costae, but the membranous ribs of the spores, persistent peridium and very reduced or absent columella differs them from *Gautieria* species (Montecchi and Sarasini, 2000).

### Acknowledgement

The author would like to thank Karamanoğlu Mehmetbey University Research Fund (02-M-15 & 16-M-16) for its financial support; Doğançan KUDUBAN and Ömer UZUN for their kind help during field study.

### References

- Doğan, H.H. and Akata, I. (2015). New Additions to Turkish Gasteroid Fungi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(2): 329-333.
- Index Fungorum (2019). <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Accessed 20 May 2019.
- Kaya, A. (2009). Macromycetes of Kahramanmaraş province (Turkey). *Mycotaxon*, 108: 31-34.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. and Stalpers, J.A. (2008). *Dictionary of the Fungi*, 10th ed., Wallingford: CAB International.
- Montecchi, A. and Sarasini, M. (2000). *Fungi Ipogei D'Europa*. Vicenza: Fondazione Centro Studi Micologici dell'AMB.





- Nedelin, T., Gyosheva, M., Kostov, K. and Savev, S. (2016). New records and data on hypogeous ectomycorrhizal fungi in Bulgaria. *Forestry Ideas*, 22(2): 113-126.
- Pegler, D.N., Spooner, B.M. and Young, T.W.K. (1993). *British Truffles, A Revision of British Hypogeous Fungi*. Kew: Royal Botanic Garden.
- Pilát, A. (1937). Additamenta ad floram Asiae Minoris hymenomycetum et gasteromycetum. *Bulletin Trimestriel Society Mycologie France*, 53: 253-264.
- Smith, H. and Solheim, W.G. (1953). New and unusual fleshy fungi from Wyoming. *Madroño*, 12(4): 103-109.
- Soehner, E. (1951). Bayerische Gautieria-Arten. *Sydowia*, 5: 396-406.
- Trappe, J.M., Molina, R., Luoma, D.L., Cázares, E., Pilz, D., Smith, J.E., Castellano, M.A., Miller, S.L. and Trappe, M.J. (2009). *Diversity, Ecology, and Conservation of Truffle Fungi in Forests of the Pacific Northwest*, Oregon: United States Department of Agriculture.
- Türkoğlu, A., Castellano, M.A., Trappe, J.M. and Güngör Yaratankul, M. (2015). Turkish truffles I: 18 new records for Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39(2): 359-376.
- Uzun, Y., Kaya, A., Karacan, İ.H., Kaya, Ö.F. and Yakar, S. (2015). Macromycetes determined in İslahiye (Gaziantep/Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3): 209-217.
- Vittadini, C. (1831). *Monographia Tuberacearum*. Milano: Rusconi.
- Zeller, S.M. and Dodge, C.W. (1918). *Gautieria* in North America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 5(2): 133-142.



Geliş(Received) :27/05/2019  
Kabul(Accepted) :09/09/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.570810

## Macrofungi Determined in Köyceğiz (Muğla) District

Gizem Nur DEMİREL<sup>\*1</sup>, Hakan ALLI<sup>2</sup>

\*Corresponding author: gizemnurdemirel@gmail.com

<sup>1,2</sup>Department of Biology, Muğla Sıtkı Koçman University Faculty of Science, Muğla, Turkey

<sup>1</sup>Orcid ID: 0000-0002-7857-4210/ gizemnurdemirel@gmail.com

<sup>2</sup>Orcid ID: 0000-0001-8781-7029/ hakanalli@gmail.com

**Abstract:** In this study, 282 macrofungi samples were collected from ten localities in Köyceğiz (Muğla) between the years 2016 and 2018. As a result of field and laboratory studies, a number of 125 species belonging to 82 genus, 43 families and 2 divisions were listed. 5 of them belong to the *Ascomycota* and 120 to *Basidiomycota*. The list of identified species is given along with localities, habitats, collection dates and collection numbers.

**Key words:** Macrofungi, Biodiversity, Köyceğiz, Turkey

### Köyceğiz (Muğla) İlçesi'nden Belirlenen Makrofunguslar

**Öz:** Bu çalışmada, Köyceğiz (Muğla) yöresinde on lokaliteden 2016-2018 yılları arasında 282 makrofungus örneği toplanmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda 82 cins, 43 familya ve 2 şubeye ait toplam 125 tür belirlenmiştir. Bunlardan 5'i *Ascomycota*, 120'si ise *Basidiomycota* bölümüne aittir. Belirlenen türlerin listesi, lokaliteler, habitatlar, toplanma tarihleri ve koleksiyon numaraları ile birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Makrofunguslar, Biyoçeşitlilik, Köyceğiz, Türkiye

#### Introduction

Köyceğiz, with a surface area of 1.758 km, is surrounded by Sandras Mountain to the north, Marmaris to the west, Ortaca and Dalaman district to the east and Akdeniz coast to the south (Figure 1). The Köyceğiz region, is located in the transition zone of the Mediterranean phytogeographical region. While the coastal regions of the study area are influenced by a Mediterranean climate, a continental climate is observed through out the mountainous regions. Winters are cold, rainy and temperate. On the contrary, summers are quite dry and hot. The annual average temperature and rainfall are 18.3 °C and 650 mm respectively. The rainy period is observed between December and January while dry period is July and August (Güçlü 2001). Forest vegetation is mainly dominated by *Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* J.F. Arnold. and *Liquidambar orientalis* Mill. Due to its climatic and habitat and floristic characteristics, study area is very suitable for macrofungal growth. The purpose of this study is to make a contribution to the macrofungal diversity of Turkey. According to current

checklist (Sesli and Denchev, 2008) approximately 2500 macrofungi species have so far been reported from Turkey. However, many studies have been conducted in recent years and new data were also added to this list from different part of the country (Acar et al., 2019; Akata and Uzun, 2017; Akata and Gürkanlı, 2018; Akata et al., 2019; Allı et al., 2016; Allı et al., 2017; Demirel et al., 2017; Doğan and Öztürk, 2015; Doğan and Kurt, 2016; Doğan et al., 2018; Doğan and Allı, 2019; Güngör and Allı, 2016; Güngör et al., 2016; Kaşık et al., 2017; Kaya, 2015; Kaya and Uzun, 2018; Öztürk et al, 2017; Solak et al., 2015; Tırpan et al., 2018; Uzun and Acar, 2018; Uzun and Kaya 2018).

#### Materials and methods

Macrofungi specimens were collected from the Köyceğiz district (Muğla) during the field studies between 2016 and 2018 (Table 1). Macroscopic and ecological features of the fresh fungal samples, which were photographed in their natural habitats.

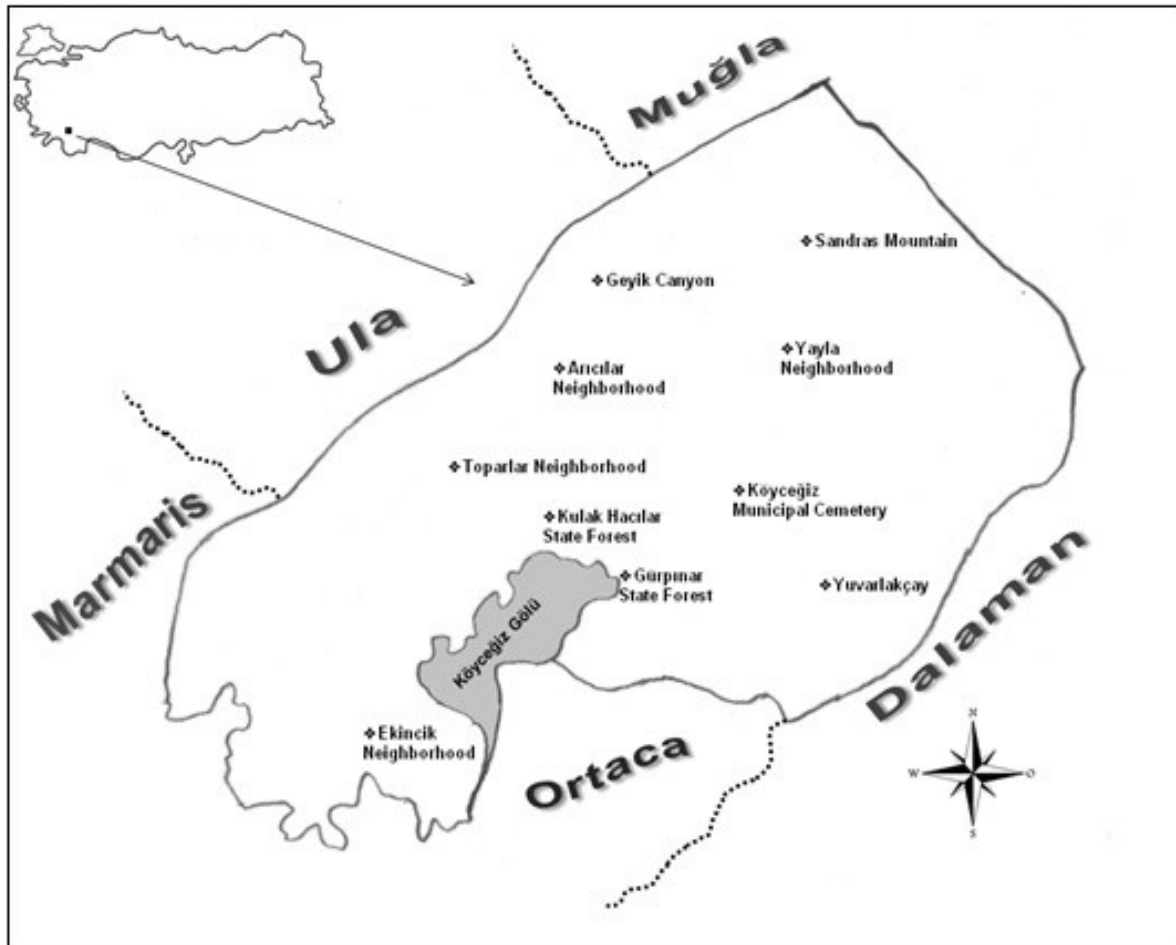


Figure 1. Map of Köyceğiz District

Table 1. Collection localities

No	Localities	Coordinates	Altitudes (m)
1	Kulak Hacılar State Forest	36°57'N-28°40'E	5-15
2	Gürpınar State Forest	36°57'N-28°41'E	5-20
3	Toparlar Neighborhood	36°59'N-28°38'E	10-15
4	Ekincik Neighborhood	36°50'N-28°32'E	35-75
5	Köyceğiz Municipal Cemetery	36°58'N-28°42'E	60-70
6	Yuvarlakçay	36°56'N-28°48'E	100-245
7	Arıcılar Neighborhood	37°06'N-28°35'E	320-335
8	Geyik Canyon	37°08'N-28°36'E	350-550
9	Yayla Neighborhood	37°01'N-28°45'E	800-850
10	Sandras Mountain	37°03'N-28°48'E	1700-1800



Macro and micro-chemical reactions were conducted, reagents such as Melzer's reagent, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 5% KOH, Congo red and Cotton blue etc. were used for investigations. Identification of the fungal samples was performed according to; Breitenbach and Kränzlin (1984 - 2000), Buczacki (1989), Dähncke (1993), Ellis and Ellis (1990), Hansen and Knudsen (2000), Kränzlin (2005), Knudsen and Vesterholt (2008), Noordeloos (1992), Moser (1983), Pacioni (1985), Phillips (1981). The identified samples were kept at the fungarium of Muğla Sıtkı Koçman University.

### Results

The systematics of the taxa are given in accordance with www.mycobank.org (access date 20 November 2018).

#### Ascomycota Caval.-Sm.

##### Helvellaceae Fr.

###### 1. *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf.

Locality 6, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, 212 m, 13.04.2017, GNZ 22.

##### Morchellaceae Rchb.

###### 2. *Morchella angusticeps* Peck

Locality 3, *L. orientalis* forest, 14 m, 07.04.2018, GNZ 191.

##### Pezizaceae Dumort.

###### 3. *Peziza vesiculosa* Bull.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 10 m, 24.10.2017, GNZ 61.

###### 4. *Sarcosphaera coronaria* (Jacq.) J. Schröt.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 9 m, 24.10.2017, GNZ 56.

##### Xylariaceae Tul. & C. Tul

###### 5. *Xylaria hypoxylon* (L.) Grev.

Locality 10, *Pinus nigra* J.F. Arnold forest, on branch of *P. nigra*, 1700 m, 09.11.2018, GNZ 281.

#### Basidiomycota R.T. Moore

##### Agaricaceae Chevall.

###### 6. *Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc.

Locality 4, *P. brutia* forest, meadow area, 60 m, 17.03.2018, GNZ 186.

###### 7. *Agaricus campestris* L.

Locality 6, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, meadow area, 135 m, 26.03.2018, GNZ 187.

###### 8. *Agaricus xanthodermus* Genev

Locality 3, *L. orientalis* forest, 12 m, 23.12.2017, GNZ 164.

###### 9. *Bovista plumbea* Pers.

Locality 3, *L. orientalis* forest, 10 m, 31.10.2017, GNZ 116.

###### 10. *Chlorophyllum molybdites* (G. Mey.) Masee

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, meadow area, 1715 m, 09.11.2018, GNZ 257.

###### 11. *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* L. mixed forest, 400 m, 04.11.2017, GNZ 126.

###### 12. *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on branch of *P. brutia*, 500 m, 28.10.2017, GNZ 84.

###### 13. *Cyathus olla* (Batsch) Pers.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, on branch of *P. brutia*, 7 m, 10.09.2017, GNZ 31.

###### 14. *Echinoderma asperum* (Pers.) Bon

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1720 m, 09.11.2018, GNZ 267.

###### 15. *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, meadow area, 500 m, 28.10.2017, GNZ 95; Locality 3, *L. orientalis* forest, meadow area, 14 m, 31.10.2017, GNZ 102.

###### 16. *Leucocoprinus cepistipes* (Sowerby) Pat.

Locality 3, *L. orientalis* forest, 15 m, 06.10.2018, GNZ 229.

###### 17. *Lycoperdon molle* Pers.

Locality 5, *P. brutia* forest, 70 m, 10.12.2017, GNZ 132.

###### 18. *Lycoperdon perlatum* Pers.

Locality 4, *P. brutia* forest, 10.05.2017, GNZ 24.

###### 19. *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer

Locality 3, *L. orientalis* forest, 12 m, 31.10.2017, GNZ 117.

###### 20. *Panaeolus fimicola* (Pers.) Gillet

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 7 m, 24.10.2017, GNZ 69.

###### 21. *Tulostoma brumale* Pers.

Locality 1, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, 10 m, 25.11.2018, GNZ 282.

##### Amanitaceae R. Heim ex Pouzar

###### 22. *Amanita caesarea* (Scop.) Pers.

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1700 m, 09.11.2018, GNZ 280.

###### 23. *Amanita muscaria* (L.) Lam.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 10 m, 10.09.2017, GNZ 30.

###### 24. *Amanita pantherina* (DC.) Krombh.

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1710 m, 09.11.2018, GNZ 263.

###### 25. *Amanita vaginata* (Bull.) Lam.

Locality 5, *P. brutia* forest, 65 m, 10.12.2017, GNZ 147.



**Auriculariaceae** Fr.**26. Auricularia auricula-judae** (Bull.) Quél.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on *Quercus* sp, 515 m, 28.10.2017, GNZ 89.

**27. Auricularia mesenterica** (Dicks.) Pers.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on *Quercus* sp, 520 m, 28.10.2017, GNZ 79.

**Bolbitiaceae** Singer**28. Bolbitius titubans** (Bull.) Fr.

Locality 3, *L. orientalis* forest, 15 m, 23.12.2017, GNZ 157.

**29. Conocybe filaris** (Fr.) Kühner.

Locality 1, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, 10 m, 03.06.2018, GNZ 200.

**Boletaceae** Chevall.**30. Cyanoboletus pulverulentus** (Opat.) Gelardi, Vizzini & Simonini

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, 500 m, 28.10.2017, GNZ 80.

**31. Xerocomellus chrysenteron** (Bull.) Šutara

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 10 m, 07.10.2017, GNZ 46.

**Cantharellaceae** J. Schröt.**32. Cantharellus cibarius** Fr.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 5 m, 10.09.2017, GNZ 33.

**Clavulinaceae** Donk**33. Clavulina coralloides** (L.) J. Schröt.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 7 m, 10.09.2017, GNZ 36.

**Cortinariaceae** R. Heim ex Pouzar**34. Cortinarius trivialis** J.E. Lange

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 10 m, 07.10.2017, GNZ 45.

**Cyphellaceae** Lotsy**35. Chondrostereum purpureum** (Pers.) Pouzar

Locality 5, *P. brutia* forest, on stump of *P. brutia*, 60 m, 10.12.2017, GNZ 154.

**Dacrymycetaceae** J. Schröt.**36. Calocera cornea** (Batsch) Fr.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 505 m, 28.10.2017, GNZ 74.

**Fomitopsidaceae** Jülich**37. Phaeolus schweinitzii** (Fr.) Pat.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on stump of *L. orientalis*, 8 m, 06.10.2018, GNZ 231.

**Ganodermataceae** Donk**38. Ganoderma adspersum** (Schulzer) Donk

Locality 6, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, on *P. brutia*, 200 m, 17.09.2017, GNZ 41.

**39. Ganoderma applanatum** (Pers.) Pat.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on *L. orientalis*, 12 m, 15.10.2017, GNZ 49.

**40. Ganoderma carnosum** Pat.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on *L. orientalis*, 455 m, 28.10.2017, GNZ 90.

**41. Ganoderma lucidum** (Curtis) P. Karst.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on *L. orientalis*, 15 m, 06.03.2017, GNZ 19.

**42. Ganoderma resinaceum** Boud.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on *L. orientalis*, 15 m, 15.10.2017, GNZ 50.

**Geastraceae** Corda**43. Geastrum fimbriatum** Fr.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, 415 m, 06.10.2018, GNZ 226.

**44. Geastrum rufescens** Pers.

Locality 9, *P. brutia* forest, 830 m, 01.06.2018, GNZ 195.

**45. Geastrum triplex** Jungh.

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1710 m, 05.06.2017, GNZ 28.

**46. Sphaerobolus stellatus** Tode

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 500 m, 28.10.2017, GNZ 71.

**Gloeophyllaceae** Jülich**47. Gloeophyllum trabeum** (Pers.) Murrill

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on root of *P. brutia*, 410 m, 28.10.2017, GNZ 97.

**Gomphidiaceae** Maire ex Jülich**48. Chroogomphus rutilus** (Schaeff.) O.K. Mill.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, 530 m, 04.11.2017, GNZ 118.

**Hygrophoraceae** Lotsy**49. Hygrocybe cantharellus** (Fr.) Murrill

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 9 m, 24.10.2017, GNZ 62.

**50. Hygrocybe conica** (Schaeff.) P. Kumm.

Locality 4, *P. brutia* forest, 45 m, 10.05.2017, GNZ 27.

**51. Hygrophorus pudorinus** (Fr.) Fr.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, 415 m, 04.11.2017, GNZ 124.

**Hymenochaetaceae** Imazeki & Toki**52. Fuscoporia torulosa** (Pers.) T. Wagner & M. Fisch.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on *L. orientalis*, 13 m, 06.03.2017, GNZ 237.

**53. Inonotus hispidus** (Bull.) P. Karst.



Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, on *P. brutia*, 15 m, 24.10.2017, GNZ 51.

**54. *Phellinus igniarius*** (L.) Quél.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on *L. orientalis*, 10 m, 06.10.2018, GNZ 20.

**Inocybaceae** Jülich

**55. *Crepidotus appianatus*** (Pers.) P. Kumm.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *L. orientalis*, 375 m, 06.10.2018, GNZ 225.

**56. *Crepidotus epibryus*** (Fr.) Quél.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 385 m, 28.10.2017, GNZ 72.

**57. *Crepidotus mollis*** (Schaeff.) Staude.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 390 m, 28.10.2017, GNZ 78.

**58. *Crepidotus variabilis*** (Pers.) P. Kumm.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 450 m, 06.10.2018, GNZ 227.

**59. *Inocybe erubescens*** A. Blytt

Locality 5, *P. brutia* forest, 67 m, 10.12.2017, GNZ 144.

**60. *Inocybe lacera*** (Fr.) P. Kumm.

Locality 5, *P. brutia* forest, 68 m, 10.12.2017, GNZ 143.

**61. *Inocybe rimosa*** (Bull.) P. Kumm.

Locality 5, *P. brutia* forest, 70 m, 10.12.2017, GNZ 146.

**Marasmiaceae** Roze ex Kühner

**62. *Baeospora myosura*** (Fr.) Singer

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, on cones of *P. brutia*, 15 m, 10.09.2017, GNZ 37.

**63. *Marasmius epiphyllus*** (Pers.) Fr.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on branch of *P. brutia*, 525 m, 28.10.2017, GNZ 73.

**Meruliaceae** Rea

**64. *Abortiporus biennis*** (Bull.) Singer

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, on stump of *P. brutia*, 14 m, 24.10.2017, GNZ 58.

**Mycenaceae** Overeem

**65. *Mycena epipterygia*** (Scop.) Gray

Locality 3, *L. orientalis* forest, on stump of *L. orientalis*, 10 m, 06.10.2018, GNZ 241.

**66. *Mycena pura*** (Pers.) P. Kumm.

Locality 4, *P. brutia* forest, 50 m, 10.05.2017, GNZ 26.

**67. *Mycena rosella*** (Fr.) P. Kumm.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 13 m, 07.10.2017, GNZ 48.

**68. *Mycena seynii*** Quél.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on cones of *P. brutia*, 472 m, 28.10.2017, GNZ 82.

**69. *Mycena silvae-nigrae*** Maas Geest. & Schwöbel

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, on branch of *P. brutia*, 18 m, 24.10.2017, GNZ 52.

**Omphalotaceae** Bresinsky

**70. *Marasmiellus ramealis*** (Bull.) Singer

Locality 5, *P. brutia* forest, on branch of *P. brutia*, 66 m, 10.12.2017, GNZ 141.

**71. *Omphalotus olearius*** (DC.) Singer

Locality 9, on *Platanus orientalis* L., 825 m, 05.06.2017, GNZ 29.

**Phallaceae** Corda

**72. *Clathrus ruber*** P. Micheli ex Pers.

Locality 6, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, 212 m, 13.04.2017, GNZ 21.

**73. *Colus hirudinosus*** Cavalier & Séchier

Locality 5, *P. brutia* forest, 60 m, 10.12.2017, GNZ 139.

**74. *Phallus impudicus*** L.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 15 m, 10.09.2017, GNZ 32.

**Phanerochaetaceae** Jülich

**75. *Terana coerulea*** (Lam.) Kuntze

Locality 6, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 245 m, 17.09.2017, GNZ 40.

**Physalacriaceae** Corner

**76. *Armillaria mellea*** (Vahl) P. Kumm.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on root of *P. brutia*, 420 m, 28.10.2017, GNZ 88.

**Pleurotaceae** Kühner

**77. *Hohenbuehelia petaloides*** (Bull.) Schulzer

Locality 3, *L. orientalis* forest, 11 m, 23.12.2017, GNZ 160.

**Pluteaceae** Kotl. & Pouzar

**78. *Pluteus chrysophaeus*** (Schaeff.) Quél.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on stump of *L. orientalis*, 15 m, 28.04.2018, GNZ 193.

**79. *Pluteus petasatus*** (Fr.) Gillet

Locality 1, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 15 m, 03.06.2018, GNZ 209.

**80. *Volvopluteus gloiocephalus*** (DC.) Vizzini, Contu & Justo

Locality 1, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, 5 m, 03.06.2018, GNZ 216.

**Polyporaceae** Fr. ex Corda

**81. *Daedaleopsis confragosa*** (Bolton) J. Schröt.

Locality 1, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, on branch of *P. brutia*, 14 m, 03.06.2018, GNZ 204.

**82. *Fomes fomentarius*** (L.) Fr.



Locality 1, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, on *L. orientalis*, 14 m, 03.06.2018, GNZ 211.

**83. *Lentinus arcularius*** (Batsch) Zmitr.

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, on stump of *P. brutia*, 10 m, 24.10.2017, GNZ 59.

**84. *Lentinus tigrinus*** (Bull.) Fr.

Locality 3, *L. orientalis* forest, on stump of *L. orientalis*, 10 m, 31.10.2017, GNZ 99.

**85. *Trametes versicolor*** (L.) Lloyd

Locality 3, *L. orientalis* forest, on stump of *L. orientalis*, 13 m, 15.10.2016, GNZ 5.

***Psathyrellaceae*** Vilgalys, Moncalvo & Redhead

**86. *Coprinellus disseminatus*** (Pers.) J.E. Lange

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *P. brutia*, 405 m, 28.10.2017, GNZ 77.

**87. *Coprinellus domesticus*** (Bolton) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 17 m, 10.09.2017, GNZ 38.

**88. *Coprinellus micaceus*** (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson

Locality 3, *L. orientalis* forest, 15 m, 23.12.2016, GNZ 12.

**89. *Coprinellus silvaticus*** (Peck) Gminder

Locality 3, *L. orientalis* forest, 10 m, 23.12.2017, GNZ 172.

**90. *Coprinopsis atramentaria*** (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo

Locality 4, *P. brutia* forest, 35 m, 10.05.2017, GNZ 25.

**91. *Coprinopsis lagopus*** (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo

Locality 3, *L. orientalis* forest, 10 m, 31.10.2017, GNZ 115.

**92. *Coprinopsis variegata*** (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo

Locality 1, *P. brutia* - *L. orientalis* mixed forest, 5 m, 03.06.2018, GNZ 214.

**93. *Psathyrella candolleana*** (Fr.) Maire

Locality 3, *L. orientalis* forest, 12 m, 23.12.2017, GNZ 188.

***Rhizopogonaceae*** Gäum. & C.W. Dodge

**94. *Rhizopogon luteolus*** Fr.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. mixed forest, 457 m, 28.10.2017, GNZ 70.

**95. *Rhizopogon roseolus*** (Corda) Th. Fr.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. mixed forest, 457 m, 28.10.2017, GNZ 92.

***Russulaceae*** Lotsy

**96. *Lactarius deliciosus*** (L.) Gray

Locality 3, *L. orientalis* forest, 8 m, 23.12.2017, GNZ 183.

**97. *Lactarius sanguifluus*** (Paulet) Fr.

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1755 m, 09.11.2018, GNZ 256.

**98. *Russula delica*** Fr.

Locality 3, *L. orientalis* forest, 5 m, 23.12.2017, GNZ 158.

**99. *Russula rosea*** Pers.

Locality 5, *P. brutia* forest, 55 m, 10.12.2017, GNZ 138.

**100. *Russula torulosa*** Bres.

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1765 m, 09.11.2018, GNZ 268.

**101. *Russula queletii*** Fr.

Locality 2 *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 10 m, 24.10.2017, GNZ 55.

***Schizophyllaceae*** Quéll.

**102. *Schizophyllum commune*** Fr.

Locality 4, *P. brutia* forest, on stump of *P. brutia*, 58 m, 10.05.2017, GNZ 23.

***Sclerodermataceae*** Corda

**103. *Pisolithus arhizus*** (Scop.) Rauschert

Locality 3, *L. orientalis* forest, 9 m, 06.10.2018, GNZ 238.

***Sparassidaceae*** Herter

**104. *Sparassis crispa*** (Wulfen) Fr.

Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, on stump of *P. nigra*, 1761 m, 09.11.2018, GNZ 265.

***Stereaceae*** Pilát

**105. *Stereum hirsutum*** (Willd.) Pers.

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. mixed forest, on stump of *P. brutia*, 368 m, 28.10.2017, GNZ 76.

***Strophariaceae*** Singer & A.H. Sm.

**106. *Agrocybe dura*** (Bolton) Singer

Locality 9, on stump of poplar, 826 m, 01.06.2018, GNZ 198.

**107. *Agrocybe praecox*** (Pers.) Fayod

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, on stump of *P. orientalis*, 413 m, 04.11.2017, GNZ 125.

**108. *Cyclocybe aegerita*** (V. Brig.) Vizzini

Locality 10, on stump of poplar, 1787 m, 20.08.2018, GNZ 220.

**109. *Cyclocybe cylindracea*** (DC.) Vizzini & Angelini

Locality 10, on stump of poplar, 1787 m, 20.08.2018, GNZ 222.

**110. *Stropharia melanosperma*** (Bull.) Gillet

Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 17 m, 24.10.2017, GNZ 64.

***Suillaceae*** Besl & Bresinsky

**111. *Suillus collinitus*** (Fr.) Kuntze

Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, 367 m, 28.10.2017, GNZ 83.

**112. *Suillus luteus*** (L.) Roussel

Locality 5, *P. brutia* forest, 56 m, 10.12.2017, GNZ 133.

***Tapinellaceae*** C. Hahn



**113. *Tapinella panuoides*** (Fr.) E.-J. Gilbert  
Locality 9, on stump of *P. orientalis*, 833 m, 04.11.2018, GNZ 252.

**Tricholomataceae** R. Heim ex Pouzar

**114. *Clitocybe costata*** Kühner & Romagn.  
Locality 5, *P. brutia* forest, 65 m, 10.12.2017, GNZ 140.

**115. *Clitocybe fragrans*** (With.) P. Kumm.  
Locality 5, *P. brutia* forest, 68 m, 10.12.2017, GNZ 150.

**116. *Infundibulicybe geotropia*** (Bull.) Harmaja.  
Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1745 m, 09.11.2018, GNZ 255.

**117. *Leucopaxillus gentianeus*** (Quél.) Kotl.  
Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1763 m, 09.11.2018, GNZ 269.

**118. *Lepista nuda*** (Bull.) Cooke  
Locality 3, *L. orientalis* forest, 9 m, 23.12.2017, GNZ 180.

**119. *Lepista sordida*** (Schumach.) Singer  
Locality 3, *L. orientalis* forest, 11 m, 23.12.2017, GNZ 167.

**120. *Melanoleuca excissa*** (Fr.) Singer  
Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 18 m, 30.05.2018, GNZ 194.

**121. *Melanoleuca humilis*** (Pers.) Pat.  
Locality 5, *P. brutia* forest, 67 m, 10.12.2017, GNZ 155.

**122. *Melanoleuca stridula*** (Fr.) Singer  
Locality 8, *P. brutia* - *L. orientalis* - *Quercus* sp. - *P. orientalis* mixed forest, 518 m, 04.11.2017, GNZ 127.

**123. *Paralepista flaccida*** (Sowerby) Vizzini  
Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1747 m, 09.11.2018, GNZ 272.

**124. *Tricholoma fracticum*** (Britzelm.) Kreisel  
Locality 2, *P. brutia* - *L. orientalis*- *Quercus* sp. mixed forest, 11 m, 24.10.2017, GNZ 60.

**125. *Tricholoma terreum*** (Schaeff.) P. Kumm.  
Locality 10, *P. nigra* - *Quercus* sp. mixed forest, 1750 m, 09.11.2018, GNZ 264.

### Discussion

In this study, 125 species belonging to 82 genus, 43 families and 2 divisions were listed. The percentages of edible, inedible and poisonous species were given in the Figure 2.

Seventeen of 125 species; *Agaricus campestris* (çayır mantarı), *Amanita caesarea* (imparator mantarı), *Armillaria mellea* (bal mantarı), *Auricularia auricula-judae* (kulak mantarı), *Cantharellus cibarius* (kaz ayağı, tavuk bacağı), *Coprinus comatus* (söbelen), *Cyclocybe aegerita* (kavak mantarı), *Cyclocybe cylindracea* (kavak mantarı), *Infundibulicybe geotropia* (balkadın, etçe mantarı), *Lactarius deliciosus* (çintar), *Lepista nuda* (mavi cincile), *Macrolepiota procera* (şemsiye mantarı), *Morchella angusticeps* (kuzu göbeği), *Rhizopogon luteolus* (domalan), *Rhizopogon roseolus* (tavşan böbreği), *Russula delica* (ak çintar) and *Sparassis crispa* (karnibahar mantarı) are consumed in the region by local people. Except those 22 species; *Agaricus bitorquis*, *Agrocybe dura*, *Agrocybe praecox*, *Auricularia mesenterica*, *Bovista plumbea*, *Chroogomphus rutilus*, *Clavulina coralloides*, *Helvella leucomelaena*, *Hohenbuehelia petaloides*, *Hygrocybe cantharellus*, *Hygrophorus pudorinus*, *Lactarius sanguifluus*, *Leucoagaricus leucothites*, *Lycoperdon molle*, *Lycoperdon perlatum*, *Phallus impudicus*, *Pluteus petasatus*, *Suillus collinitus*, *Suillus luteus*, *Tricholoma terreum*, *Volvoluteus gloiocephalus* and *Xerocomellus chrysenteron* are edible.

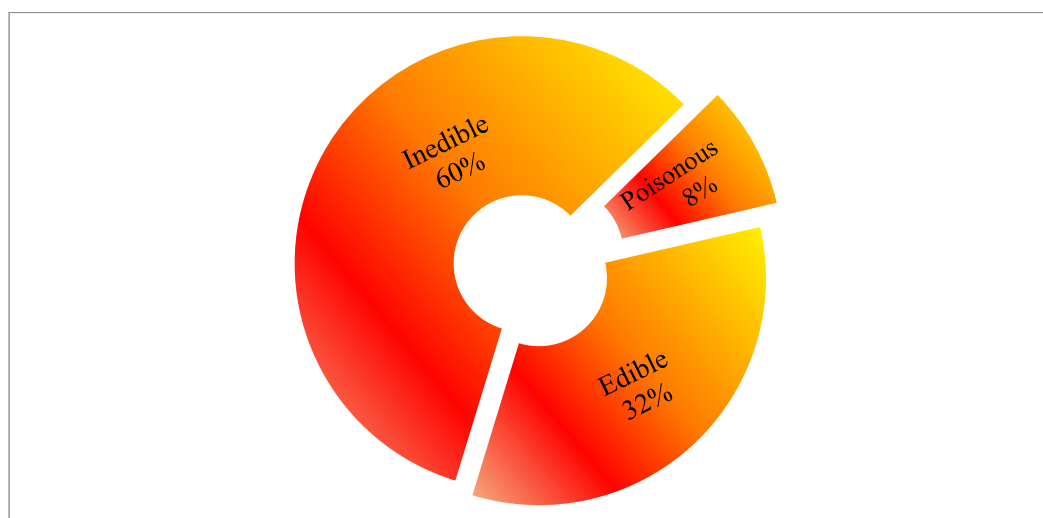


Figure 2. Edibility of the macrofungi of Köyceğiz District





There were also 11 poisonous fungi in the research area; *Agaricus xanthodermus*, *Amanita muscaria*, *Amanita pantherina*, *Chlorophyllum molybdites*, *Coprinopsis atramentaria*, *Cyanoboletus pulverulentus*, *Echinoderma asperum*, *Mycena pura*, *Omphalotus olearius*, *Panaeolus fimicola* and *Sarcosphaera coronaria*.

The distribution of the species in their families are as follows; *Agaricaceae* 16, *Tricholomataceae* 12, *Psathyrellaceae* 8, *Inocybaceae* 7, *Russulaceae* 6, *Ganodermataceae*, *Mycenaceae*, *Polyporaceae* and *Strophariaceae* 5, *Amanitaceae* and *Geastraceae* 4,

*Hygrophoraceae*, *Hymenochaetaceae*, *Phallaceae* and *Pluteaceae* 3, *Auriculariaceae*, *Boletaceae*, *Bolbitiaceae*, *Marasmiaceae*, *Omphalotaceae*, *Pezizaceae*, *Rhizopogonaceae* and *Suillaceae* 2, *Cantharellaceae*, *Clavulinaceae*, *Cortinariaceae*, *Cyphellaceae*, *Dacrymycetaceae*, *Fomitopsidaceae*, *Gloeophyllaceae*, *Gomphidiaceae*, *Helvellaceae*, *Meruliaceae*, *Morchellaceae*, *Phanerochaetaceae*, *Physalacriaceae*, *Pleurotaceae*, *Schizophyllaceae*, *Sclerodermataceae*, *Sparassidaceae*, *Stereaceae*, *Tapinellaceae* and *Xylariaceae* 1 (Figure 3).

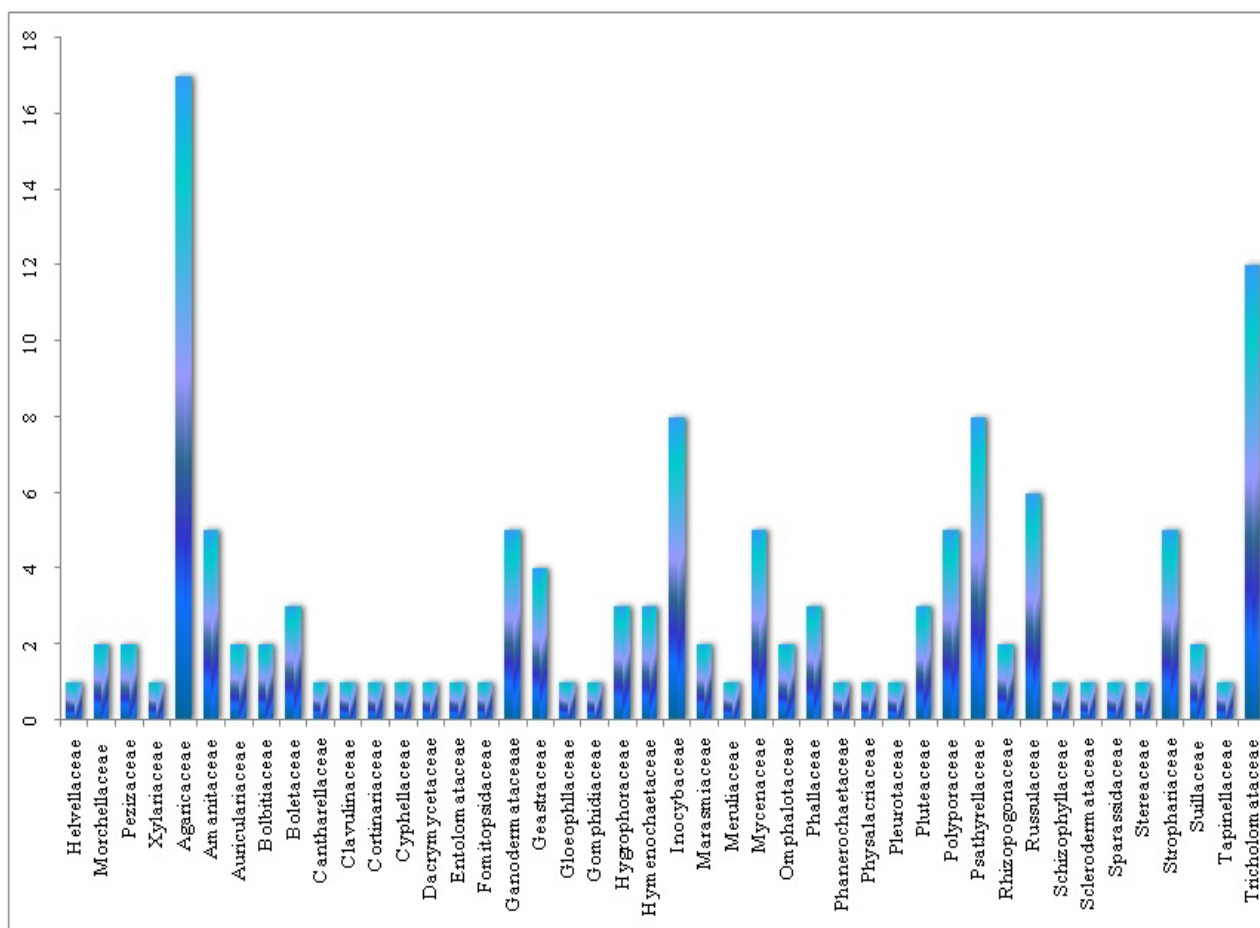


Figure 3. The distribution of the species in their families

The results of this study were compared with the data of the other studies carried out in its close environs and number of the determined species and similarity

percentages are presented in Table 2. These similarities may be due to similarities in climate, flora and vegetation.



Table 2. Similarity percentages of neighbouring studies with Köyceğiz District

Investigations	Research Area	Total taxa	Identical taxa	Similarity (%)
Allı ve Işıloğlu (2000)	Muğla Province	32	15	46.87
Işıloğlu (2001)	Sandras Mountain	76	33	43.42
Güngör vd. (2016)	Muğla Province	211	50	23.69
Güngör ve Allı (2016)	Muğla Province	40	19	47.50
Tırpan (2018)	Datça Peninsula	102	36	35.29

### Acknowledgment

We would like to thank Muğla Sıtkı Koçman University Research Fund Unit (project no 17/105).

### References

- Acar, İ., Uzun, Y., Keleş, A., Dizkirici Tekpinar, A. (2019). *Suillellus amygdalinus*, a new species record for Turkey from Hakkari Province. *Anatolian Journal of Botany*, 3(1), 25-27
- Akata, I., Uzun, Y. (2017). Macrofungi Determined in Uzungöl Nature Park (Trabzon). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 18(1), 15-24.
- Akata, I., Gürkanlı, C.T. (2018). A New genus record for Turkish Clathroid fungi. *The Journal of Fungus*, 9(1) 36–38.
- Akata, I., Altuntaş, D., Kabaktepe, Ş. (2019). Fungi Determined in Ankara University Tandoğan Campus Area (Ankara-Turkey). *Trakya Univ J Nat Sci*, 20(1): 47-55
- Allı, H., Işıloğlu, M. (2000). The Parasite Macrofungi of Muğla Province. *The Herb Journal of Systematic Botany* 7(1), 249-255.
- Allı H., Şen İ., Altuntaş, D. (2016). Macrofungi of İznik Province. *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Series C*, 25(1-2), 724.
- Allı, H., Candar, S.S. & Akata, I. (2017). Macrofungal Diversity of Yalova Province. *Mantar Dergisi*, 8(2): 76-84.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F. (1984). *Fungi of Switzerland. Vol: 1, Ascomycetes*, Switzerland: Verlag.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F. (1986). *Fungi of Switzerland. Vol: 2, Nongilled Fungi*, Switzerland: Verlag.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F. (1991). *Fungi of Switzerland Vol: 3, Boletes and Agarics 1*, Switzerland: Verlag.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. (1995). *Fungi of Switzerland. Vol: 4, Agarics 2. Part*, Switzerland: Verlag Mykologia.
- Breitenbach J., Kränzlin F. (2000). *Fungi of Switzerland, Vol: 5, Agarics 3. Part*, Switzerland: Verlag Mykologia.
- Buczacki, S. (1989). *Fungi of Britain and Europe*. Glasgow: W. Collins Ltd.
- Dähncke, R. M. (1993) *1200 Pilze. Stuttgart*. AT Verlag Aarau.
- Demirel, K., Uzun, Y., Keleş, A., Akçay, M. E., Acar I. (2017). Macrofungi of Karagöl–Sahara National Park (Şavşat Artvin/Turkey). *Biodicon*, 10(2), 32-40.
- Doğan, H.H., Öztürk, Ö. (2015). Six new *Russula* records from Turkey. *Mycotaxon* 130: 1117-1124.
- Doğan, H.H., Kurt, F. (2016). New macrofungi records from Turkey and macrofungal diversity of Pozantı-Adana. *Turkish Journal of Botany*, 40, 209-217.
- Doğan, H.H., Bozok, F. & Taşkın, H. (2018). A new species of *Barssia* (Ascomycota, *Helvellaceae*) from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 42: 636-643.
- Doğan, H.H., Allı, H. (2019). A new genus (*Balsamia*) addition for Turkish mycota. *Mantar Dergisi*, 10 (1), 23-25.
- Ellis, M.B. and Ellis, J.P. (1990). *Fungi Without Gills (Hymenomyces and Gasteromyces)*. London: Chapman and Hill.
- Güçlü, Y. (2001) Köyceğiz - Fethiye Kıyısı Kuşağında İklim Koşullarının Turizm Faaliyetleri Açısından Değerlendirilmesi, *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2: 69-85.
- Güngör, H., Allı, H. (2016). Macrofungi Associated With Relict Endemic *Liquidambar Orientalis* Mill. . *Bangladesh J. Bot.* 45(3): 589-595.
- Güngör, H., Solak, M.H., Allı, H., Işıloğlu, M., Kalmış, E. (2016). Contributions to the macrofungal diversity of Muğla province (Turkey). *Mycotaxon*, 131(256), 1-26.
- Hansen, L. and Knudsen, H. (2000). *Nordic macromycetes (Ascomycetes). Vol. 1. Nordsvamp*, Copenhagen.



- Işıloğlu, M. (2001) Sandras Dağı (Muğla) Makrofungusları, *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9: 127-136.
- Kaşık G., Aktaş S., Alkan S., Öztürk C. (2017) Additions to the Macrofungi of Selçuk University Alaeddin Keykubat Campus (Konya). *The Journal of Fungus*, 8(2): 129-136.
- Kaya, A. (2015). Contributions to the macrofungal diversity of Atatürk Dam Lake basin. *Turkish Journal of Botany* 39: 162-172
- Kaya, A, Uzun, Y. (2018). *Leucocoprinus cepistipes*, A New Coprinoid Species Record for Turkish Macromycota. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (1), 60-63.
- Knudsen, H. and Vesterholt, J. (2008). *Fungi Nordica*. Denmark: Nordsvamp, Copenhagen.
- Kränzlin F. (2005). *Fungi of Switzerland Vol: 6, Russulaceae 2*. Switzerland: Verlag Mykologia.
- Moser, M. (1983). *Keys to Agarics and Boleti*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Mycobank: www.mycobank.org; access date 20 November 2018.
- Noordeloos, M. E. (1992). *Entoloma s.l. Fungi Europaei*. 5th ed. Italy: Saronno.
- Öztürk, C., Pamukçu, D., Aktaş, S. (2017). Macrofungi of Nallıhan (Ankara) District. *Mantar Dergisi*, 8(1),60-67.
- Pacioni, G. (1985). *Mushrooms and Toadstools*. London: Mac Donald and Ltd.
- Phillips, R. (1981). *Mushrooms and other fungi of Great Britain and Europe*. London: Pan books Ltd.
- Sesli, E., Denchev, C.M. (2008). Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. – *Mycotaxon* 106: 65– 67. + [complete version, 1–36, new version uploaded in February 2014].
- Solak, M.H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., Allı, H. (2015). Macrofungi of Turkey, Checklist. Vol:2., *İzmir: Üniversiteliler Ofset*.
- Tırpan, E., Çöl, B., Şen, İ., Allı, H. (2018). Macrofungi of Dağca Peninsula (Turkey), *Biodicon*, 11/3, 90-98.
- Uzun, Y., Acar İ (2018). A new *Inocybe* (Fr.) Fr. record for Turkish macrofungi. *Anatolian Journal of Botany* 2(1): 10-12.
- Uzun, Y., Kaya A (2018). *Plectania ericae*, a New Record for Turkey from *Sarcosomataceae*. *The Journal of Fungus* 9(2): 155- 157.



Geliş(Received) :10/07/2019  
Kabul(Accepted) :01/10/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.590274

## Morphologic and Molecular Diagnosis of Some *Leucoagaricus* Species and Revealing a New Record from Turkey

Ayten DIZKIRICI<sup>1</sup>, Aysenur KALMER<sup>2</sup>, İsmail ACAR<sup>3\*</sup>

\*Corresponding author: iacar2011@gmail.com

<sup>1,2</sup>Department of Molecular Biology and Genetics, Van Yuzuncu Yil University, Van, Turkey

<sup>3</sup>Department of Organic Agriculture, Başkale Vocational High School, Van Yuzuncu Yil University, Van, Turkey

<sup>1</sup>Orcid ID:0000-0002-0578-5092/aytendizkirici@gmail.com

<sup>2</sup>Orcid ID: 0000-0001-6176-8812/aysenurkalmer@gmail.com

<sup>3</sup>Orcid ID: 0000-0002-6049-4896/iacar2011@gmail.com

**Abstract:** Members of the genus *Leucoagaricus* (*Agaricaceae*) grow in the temperate climatic zone of the world. Only 10 species have been identified up to now in Turkey even though 238 *Leucoagaricus* species are listed in Mycobank database. In this study, the taxonomic positions of four species, *Leucoagaricus subvolvatus*, *L. barssii*, *L. subcretaceus* and *L. leucothites*, are discussed by evaluating morphological and molecular evidences and *L. subvolvatus* is approved as a new record for Turkey mycobiota. Internal transcribed spacer region (ITS) of each studied species is sequenced to resolve phylogenetic relationship and microscopic and macroscopic features of new record are described in detail.

**Key words:** *Leucoagaricus*, Molecular taxonomy, New record.

### Türkiye’de Bulunan Bazı *Leucoagaricus* Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Teşhisleri ve Yeni Bir Kaydın Ortaya Çıkarılması

**Öz:** *Leucoagaricus* (*Agaricaceae*) cinsinin üyeleri, dünyanın ılıman iklim bölgesinde yetişirler. Mycobank veri tabanında 238 *Leucoagaricus* türü listelenmesine rağmen, Türkiye’de şu ana kadar sadece 10 tür belirlenmiştir. Bu çalışmada cinse ait dört türün (*Leucoagaricus subvolvatus*, *L. barssii*, *L. subcretaceus* ve *L. leucothites*) taksonomik konumları, morfolojik ve moleküler kanıtlar değerlendirilerek tartışılmış ve *L. subvolvatus* Türkiye mikobiyotası için yeni bir kayıt olarak tanımlanmıştır. Her çalışılan türün iç Internal transcribed spacer bölgesi (ITS) filogenetik ilişkileri çözmek için dizilenmiş ve yeni kayıt türün mikroskopik ve makroskopik özellikleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** *Leucoagaricus*, Moleküler taksonomi, Yeni kayıt.

#### Introduction

The genus *Leucoagaricus* (Locq. ex) Singer is widely distributed in both Northern and Southern Hemispheres. *Leucoagaricus* species are saprophytic, growing on soil, wood chips, grasslands, road verges, and dune vegetation (Vellinga, 2001; Ortiz et al. 2008). In Mycobank database 238 *Leucoagaricus* species are listed (<http://www.mycobank.org>, accessed; 02.05.2019) and only 10 of them have been identified up to now in Turkey (Sesli and Denchev 2014). Members of the genus

are characterized by pluteoid basidiomata, fibrillose to squamulose or silky pileal surface, free lamellae, presence of annulus, white to cream or pink spore print, dextrinoid spores and absence clamp connections (Vellinga, 2001; 2004).

According to some researchers *Leucoagaricus*, as other lepiotoid genera in *Agaricaceae*, is polyphyletic (Johnson and Vilgalys 1998; Johnson 1999; Vellinga et al. 2003; Vellinga, 2004). Taxonomic and phylogenetic relationships of *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus*





species are unresolved because molecular data for previously described species are limited (Hussain et al., 2018). These two genera were accepted as separate by Vellinga and Davis (2006) and Kumar and Manimohan (2009).

In the present study, four *Leucoagaricus* species (*Leucoagaricus subvolvatus* (Malençon & Bertault), *L. barssii* (Zeller) Vellinga, *L. subcretaceus* Bon and *L. leucothites* (Vittad.) Wasser) were identified based on morphologically and molecularly. The ribosomal internal transcribed spacers (ITS) comprising ITS1, 5.8S rDNA, ITS2 sub-regions sequences were used to be sure of species delimitation and to determine the phylogenetic relationships of the species within the genus. Moreover, *Leucoagaricus subvolvatus* are identify as a new record

for Turkey based on microscopic, macroscopic and molecular characters.

## Material and Method

### Taxon sampling and morphological studies

The macrofungus samples were collected from Bingöl and Hakkari province of Turkey (Table 1) and deposited in the Fungarium of Van Yuzuncu Yil University (VANF). Macroscopic and microscopic characters were observed in distilled water and 3% KOH solution under a Leica EZ4 stereo microscope while sections were examined under a Leica DM500 research microscope and they were measured with the Leica Application Suite (version 3.2.0) programme and described based on different studies (Singer, 1986; Breitenbach and Kränzlin, 1991; Vellinga, 2001; Kumar and Manimohan, 2009).

Table 1. Location of studied taxa and GenBank accession numbers used in the phylogenetic analysis.

Samples	Location	GenBank number
<i>Leucoagaricus subvolvatus</i>	Bingöl	MN134030
<i>Leucoagaricus barssii</i>	Bingöl	MN134031
<i>Leucoagaricus subcretaceus</i>	Hakkari	MN134032
<i>Leucoagaricus leucothites</i>	Bingöl	MN134033

### DNA extraction, PCR amplification and Sequencing

Total DNA was extracted from dried basidiomata using the CTAB method with minor modifications (Doyle and Doyle, 1987). The purity and quantity of extracted DNA were determined by using NanoDrop2000c UV-Vis Spectrophotometer (Thermo Scientific) and 0.8% agarose gel electrophoresis. DNA amplification was performed in a 25 µl volume mixture containing genomic DNA (10 ng/µl), 10X PCR Buffer, MgCl<sub>2</sub> (25 mM), dNTP mixture (10 mM), selected primer pair (10 µM), Taq polymerase (5u/µl) and sterile water. To amplify ITS (ITS1-5.8S-ITS2) region, primer pairs N-nc18S10 5'AGGAGAAGTCGTAACAAG3'/C26A 5'GTTTCTTTTCCTCCGCT3' (Wen and Zimmer, 1996) were used. PCR products were run in a 1.0 % agarose gel and visualized by staining with Gelred dye. Positive reactions were sequenced with forward and reverse PCR primers using ABI 3730XL automated sequencer (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA).

### Sequence alignment and phylogenetic analysis

Forward and reverse sequences were assembled and edited using Alibee Multiple Alignment 3.0 software from the GeneBee website (<http://www.genebee.msu.su/genebee.html>). Ambiguous

sites were checked manually and corrected by comparing the strands. Sequences of studied samples generated from the present study and additional sequences retrieved from NCBI were analyzed together to see phylogenetic relationships among *Leucoagaricus* species in the phylogenetic tree. The sequences downloaded from NCBI were selected considering results of BLAST searches. *Cystolepiota seminuda* (Genbank no: AY176350; Muñoz et al., 2014) was chosen as outgroup taxa. All sequences were aligned with the aid of the program ClustalW (Thompson et al., 1994) and adjusted manually where it was necessary.

Prior to construction of phylogenetic tree, total nucleotide length (bp) and variable sites were calculated using Molecular Evolutionary Genetics Analysis software (MEGA 6.0; Tamura et al., 2013). Phylogenetic tree of ITS region was constructed using two different methods; Maximum Likelihood (ML) and Maximum Parsimony (MP). The sequence data was analyzed by using the Maximum Likelihood (ML) method based on the Tamura-Nei model (Tamura and Nei, 1993). To test branch support, bootstrap analysis was used with 1000 replicates (Felsenstein, 1985). In the ML method, initial tree(s) for the heuristic search were obtained automatically by applying Neighbor-Joining and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the



Maximum Composite Likelihood (MCL) approach, and then the topology with superior log likelihood value was selected. The Tree-Bisection-Reconnection (TBR) search method was employed with 100 random addition replications to construct the MP trees and the consensus tree inferred from 10 most parsimonious trees was used. All positions containing gaps and missing data were eliminated.

## Results

### Taxonomy

*Leucoagaricus subvolvatus* (Malençon & Bertault)

Bon (Figure 1-2)

**Pileus** 50-60 mm, conic when young then flattened with slightly umbo, pale white-cream, surface smooth, silky, robust, radial fibrillose. **Lamellae** crowded, pale white when young, creamy when mature. **Stipe** 40-80 × 5-10 mm, whitish grey, silky, cylindric, expanded towards the base, has universal veil remnants, bulbous base, annulus membranous, persistent, not movable, white. **Spores** 6-8(9) × 4-5.5 μm, hyaline, smooth, amygdaloid. **Basidia** 18-30 × 6-10 μm, clavate to capitate, with 4 spores. **Cheilocystidia** 25-52 × 5.5-12 μm, irregular, lageniform to cylindrical, clavate, usually has crystal shaped at apex. **Pleurocystidia** absent. **Pleipellis** cutis made up of 3-15 μm wide, septate, hyaline in KOH, thin-walled hyphae, clamp absent.

### Ecology

Under *Quercus* sp., Tarlabası village, Bingöl province, 37° 21'409"K - 44° 30'002"D, 1481 m, 28.10.2018, Acar 1079.

### Molecular phylogeny

Sequences of *Leucoagaricus* generated from the current study and additional sequences retrieved from GenBank were combined and analyzed together to identify our samples correctly and see phylogenetic relationships among species in the phylogenetic tree. The amplified

DNA fragment of the region was approximately 700 bp length encompassing complete ITS1, 5.8S and ITS2 subregions. ITS data matrix comprised a total of 39 sequences including 35 from NCBI. The aligned data included a total of 717 positions, of which 379 were conserved, and 326 were variable (216 variable sites in ITS1 and 110 in ITS2 subregion) nucleotides. *Leucoagaricus leucothites* (JQ683081) was used as reference sequence.

The Maximum Likelihood analysis resulted in similar phylogenetic topologies with Maximum Parsimony, so only one tree (ML) was given to indicate phylogenetic relationships and taxonomic position of studied species. In the ML phylogenetic tree, two *Leucoagaricus* sections, *L. sect. Rubrotincti* Singer and *L. sect. Piloselli* (Kühner ex) Singer, separated from each other and caused two main clades (Figure 3). The taxa that clustered together in a section carried morphological similarities.

*L. sect. Rubrotincti* is characterized by a reddish-brown pileus, ellipsoid spores, and a negative ammonia reaction (Singer 1986; Vellinga 2001). Section *Piloselli* is distinguished by basidiomes usually staining orange-red when bruised and turning green with ammonia and spores without germ pore (Singer 1986; Vellinga 2010).

*Leucoagaricus subvolvatus* grouped with its representative (KP300878) and several retrieved samples in section *Rubrotincti* with a bootstrap value of 100% (Figure 3). *Leucoagaricus barssii*, *L. leucothites* and *L. subcretaceus* placed in section *Piloselli*. *Leucoagaricus leucothites* clustered close to *L. subcretaceus*. Although these two species are molecularly similar, they can be distinguished from each other based on macroscopic and microscopic characters (Table 2). *Leucoagaricus barssii* grouped with three representatives from NCBI with 99% bootstrap.

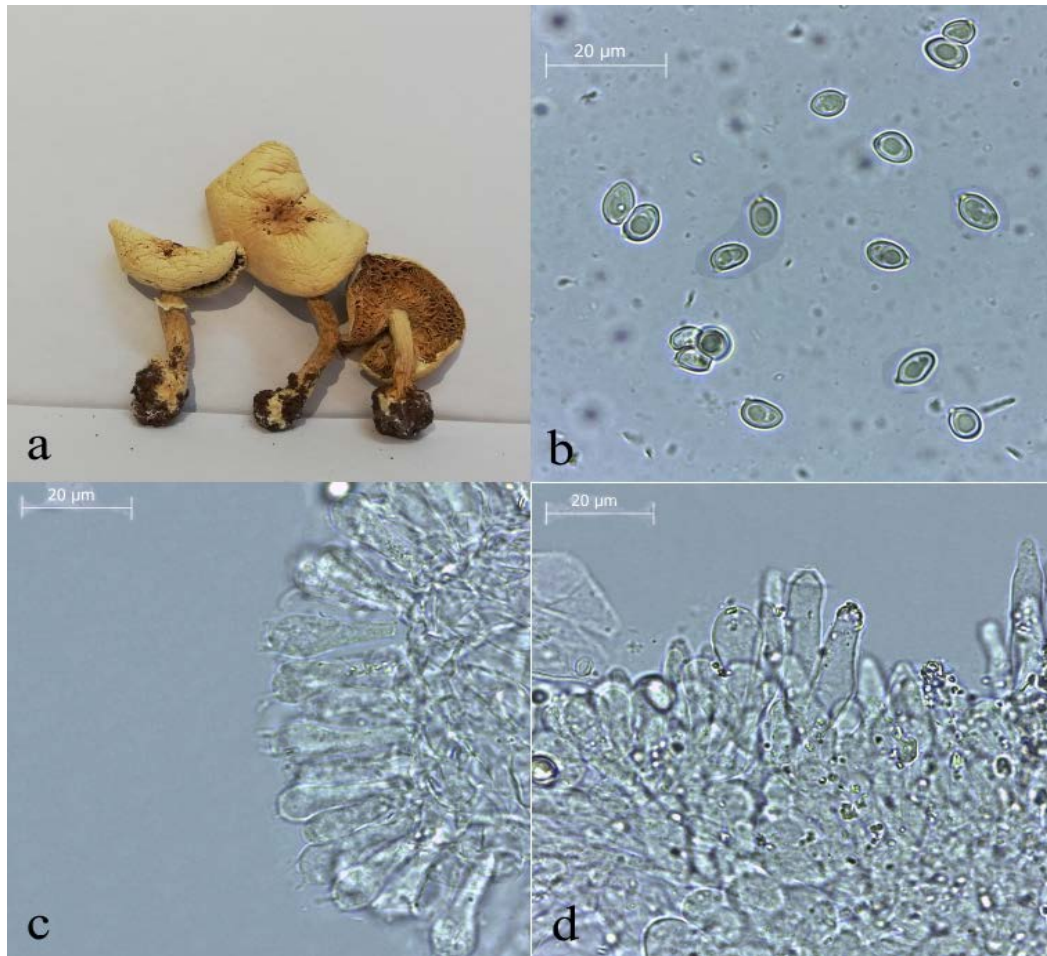


Figure 1. Macroscopic and microscopic characters of *Leucoagaricus subvolvatus*.  
a. basidiocarps b. spores c. basidia d. cheilocystidia

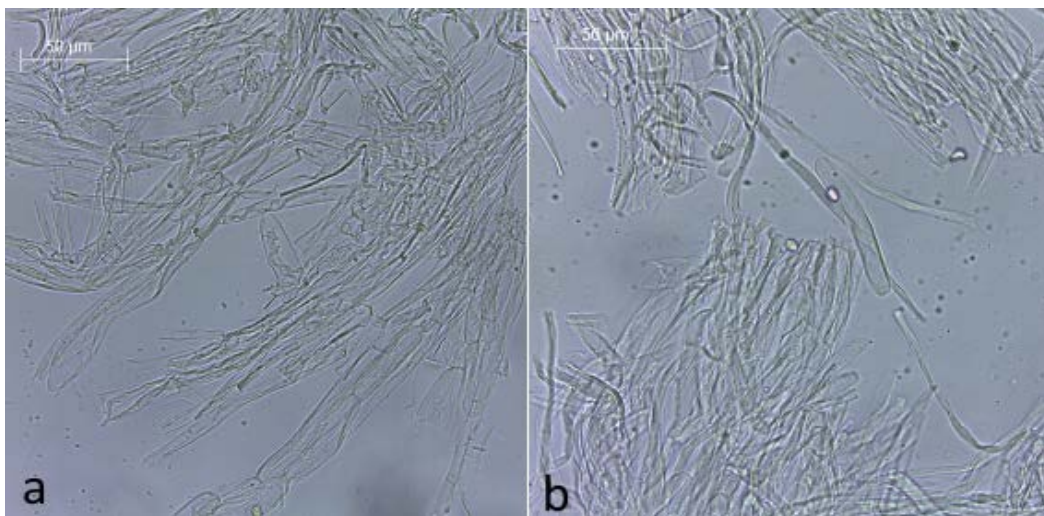


Figure 2. Pleipellis a. in dH<sub>2</sub>O b. in KOH

Table 2. Considerable morphologic characters of studied *Leucoagaricus* samples.

	<i>Leucoagaricus subvolvatus</i>	<i>Leucoagaricus barssii</i>	<i>Leucoagaricus subcretaceus</i>	<i>Leucoagaricus leucothites</i>
<b>Pileus</b>	expands to 6 cm, conic then flattened with slightly umbo, pale white-cream, surface smooth, silky, robust, radial fibrillose	4-13 cm, hemispherical, margin at first incurved, becoming decurved, surface fibrillose to squamulose	8-12 cm, or more when growing on rich substrates, silky to plushy toward the edge	5-7.5 cm, conico-campanulate with a truncate apex, then flattened, nonstriate margin, cream to dirty white, sometimes grey-brown at the centre, surface granular-punctate
<b>Stipe</b>	4-8 x 0.5-1 cm, whitish grey, silky, cylindric, with universal veil remnants, annulus membranous, white	5-10 x 1.5-2.5 cm, equal, spindle-shaped, white, partial veil fibrillose-membranous, white, forming a medial to superior annulus	4-7 x 0.5-1.5 cm, white, brown at the base, annulus thick, membranous, broad, white, then becoming brown	7-9 x 0.8-1.8 cm, cylindric-clavate, wide at the swollen base, white, fibrillose or with a faint zigzag pattern, and with an apical membranous ring, annulus persistent
<b>Lamellae</b>	crowded, pale white when young, finally cream	free, crowded, cream-colored	dirty white, then brownish toward the edge	free, crowded, pinkish-cream
<b>Spores</b>	(7)8-10 x 2.5-6 µm, amygdaloid	6.5-8.5 x 4-5 µm, smooth, oval to elliptical	(7.5) 8 - 8.5 (10) x 5.5- 6 µm	6-8 x 4-4.75 µm, amygdaliform with a small germ-pore
<b>Cheilocystidia</b>	24-50 x 6.5-13 µm, irregular, lageniform to cylindrical, clavate, cyristal shaped at apex.	23-50 x 7-13 µm, clavate to fusiform	(25) 30-45 (55) x 8 -10 µm, clavate, to lageniform, sometimes capitate	8-10 x 20-40 µm abundant, thin walled, hyaline, very variable in shape



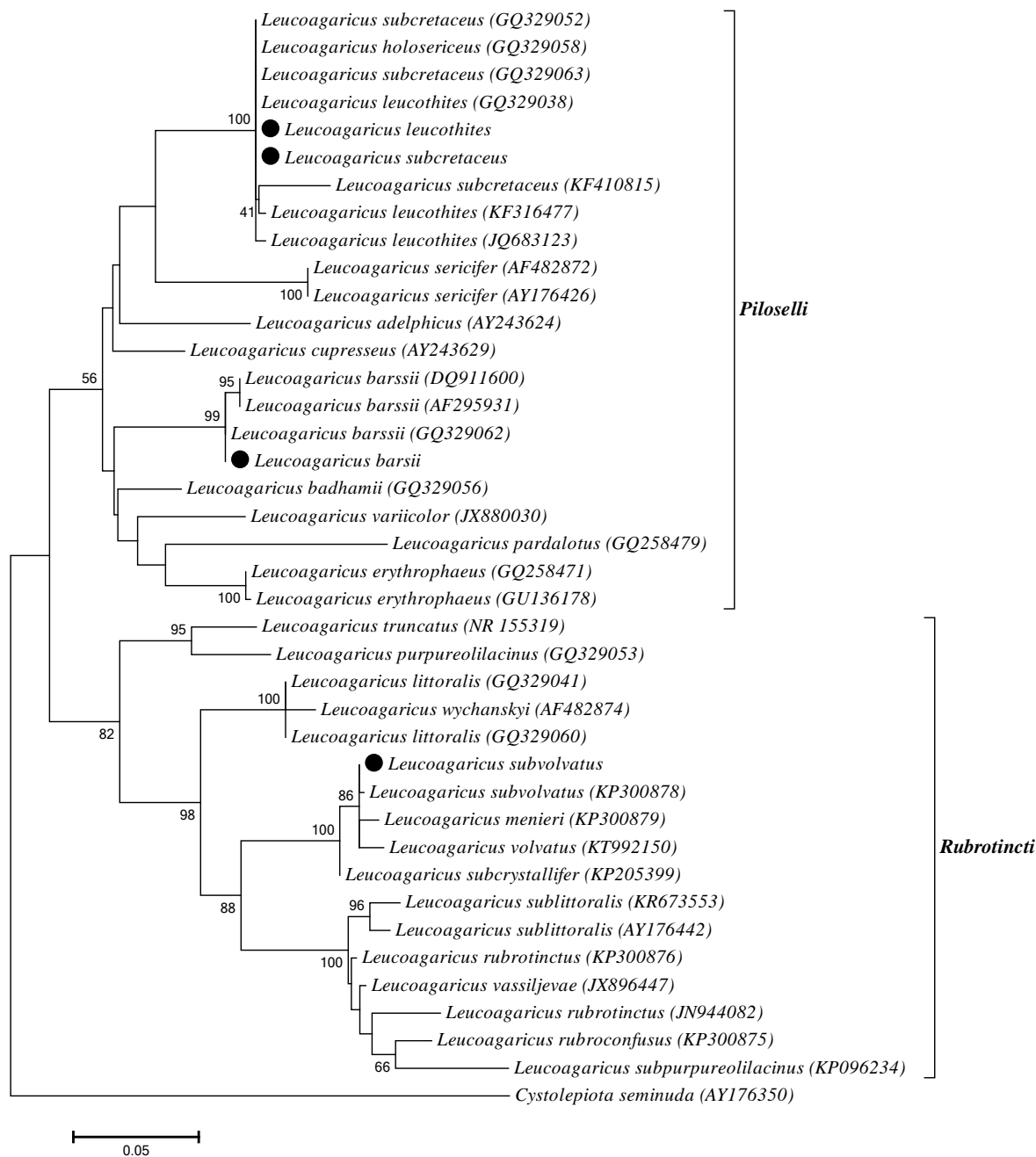


Figure 3. Phylogenetic tree of *Leucoagaricus* species based on ML analysis of the ITS region. Black circle indicates studied specimen. *Cystolepiota seminuda* was used as outgroup. Bootstrap analysis of ML was based on 1000 replicates and values higher than 40% were indicated on branches.

## Discussion

Section *Rubrotincti* is characterized a moderately fleshy basidiomata that does not change color when damaged, a red brown, pinkish ochre, olive, or orange pileus with radially arranged hyphae, ellipsoid spores, and a negative ammonia reaction (Singer 1986; Vellinga 2001). Section *Piloselli* is traditionally distinguished by

basidiomes usually staining orange-red when bruised and turning green with ammonia and spores without germ pore (Singer 1986; Vellinga 2010). These characters were also observed for studied samples and used to identify correctly in section and species levels.

The ITS phylogeny showed that *Leucoagaricus subvolvatus* is closely related to *L. menieri* (Sacc.) Singer,



*L. volvatus* Bon & A. Caball. and *L. subcrystallifer* Ge & Yang. Morphologically these species have white basidiomata, similar basidiospores and cheilocystidia with crystals at the apex. However, *L. menieri* has broad, fragile, shining basidiomata and smaller basidiospores (6–7 × 4.7–5 µm; Candusso and Lanzoni 1990; Bas et al., 1999). *Leucoagaricus subcrystallifer* has a greenish gray pileus with a dark gray umbo, amygdaliform basidiospores, narrowly fusiform cheilocystidia with crystals at the apex, and filamentous hyphae (Ge et al. 2015). *Leucoagaricus subvolvatus* and *L. volvatus* are two white volvate species. *L. subvolvatus* has fleshy basidiomata with a white to cream pileus, roundish stipe base that is somewhat volvate and narrowly lageniform to cylindrical cheilocystidia which bear crystal shaped at apex (Candusso and Lanzoni 1990; Bas et al., 1999). *Leucoagaricus volvatus* has some olivaceous tinges in the pileus, but also has crystals on the cystidia and a slightly gelatinized pileus. The current name of *L. subvolvatus* is same name in Mycobank database but *Lepiota subvolvata* in the Index Fungorum.

*Leucoagaricus leucothites*, *L. subcretaceus* and *L. barssii* clustered in section *Piloselli*. *Leucoagaricus leucothites* is a widespread species and grows grasslands, lawns, meadows and road verges. *Leucoagaricus subcretaceus* and *L. leucothites* are

similar but *L. subcretaceus* is larger and more coloured (Bon, 1981; Reid and Eicker, 1993). In the constructed tree, these three species were located in the *Piloselli* clade. *Leucoagaricus barssii* is one of the few species within the genus to possess pleurocystidia. It has a radially fibrillose and white to greyish pileus (Desjardin et al., 2015; Vellinga 2000; 2001). The ellipsoid spores do not have germ pore, and pleurocystidia are observed close to the edge of lamella (Vellinga 2000; 2001).

Identification of *Leucoagaricus* samples is difficult because of close relationships with some Lepioid genera such as *Leucocoprinus*. Therefore, molecular data is needed to support the diagnosis that is completed based on only morphological characters. In this study, four *Leucoagaricus* species were identified by using both morphological and molecular data and *Leucoagaricus subvolvatus* was determined as a new record. The number of *Leucoagaricus* species in Turkey was increased from 10 to 11 with the results of the current study.

#### Acknowledgements

This study was financially supported by Van Yuzuncu Yil University (Scientific Research Project Foundation, FHD-2018-6858), Van, Turkey.

#### References

- Bas, C., Kuyper, Th. W., Noordeloos, M. E. & Vellinga, E.C. (1999). *Flora Agaricina Neerlandica*. 4th ed. CRC Press. Rotterdam, Netherlands.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. (1991). *Fungi of Switzerland*. Verlag Mykologia. 3rd ed. Lucerne, Switzerland.
- Bon, M. (1981). *Clé monographique des Lépiotes d'Europe (Agaricaceae, Tribus Lepioteae et Leucocoprineae)*, Documents Mycologiques, 11:43.
- Candusso M, Lanzoni G. (1990). *Fungi Europaei* 4. *Lepiota* s.l. Saronno, Italy: Giovanna Biella. 743 p.
- Desjardin, D.E., Wood, M.G. & Stevens, F.A. (2015). *California Mushrooms: The Comprehensive Identification Guide*. Timber Press: Portland, OR. 560 p.
- Doyle, J.J., Doyle, J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19,11-15.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 39,783-791.
- Ge, Z.W., Yang, Z.L., Qasim, T., Nawaz, R., Khalid A.N., Vellinga, E.C. (2015). Four new species in *Leucoagaricus* (Agaricaceae, Basidiomycota) from Asia. *Mycologia*, 107:5, 1033-1044.
- Johnson J. (1999). Phylogenetic relationships within *Lepiota* sensu lato based on morphological and molecular data. *Mycologia*, 91: 443–458.
- Johnson J., Vilgalys R. (1998). Phylogenetic systematics of *Lepiota* sensu lato based on nuclear large subunit rDNA evidence. *Mycologia*, 90: 971–979.
- Hussain, S., Jabeen, S., Khalidd, A.N., Ahmade, H., Afshan, N., Sherg, H., Pfister, D.H. (2018). Underexplored regions of Pakistan yield five new species of *Leucoagaricus*. *Mycologia*, 110: 2, 387–400.
- Kumar, T. K. A., Manimohan, P. (2009). The genera *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus* (Agaricales, Basidiomycota) in Kerala State, India. *Mycotaxon*, 108: 385–428.
- Muñoz, G., Caballero, A., Contu, M., Ercole, E., Vizzini, A. (2014). *Leucoagaricus croceobasis* (Agaricales, Agaricaceae), a new species of section *Piloselli* from Spain. *Mycol Progress*, 13:649–655.
- Ortiz, A., Franco-Molano, A.E., JR, M.B. (2008). A new species of *Leucoagaricus* (Agaricaceae) from Colombia. *Mycotaxon*, 106: 371-378.



- Reid, D.A., Eicker, A. (1993). South African fungi. 2. Some species of *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus*, *South African Journal of Botany*, 59(1): 85 – 97.
- Sesli, E., Denchev, C.M. (2014). *Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey*. 6th edn. Mycotaxon Checklists Online. (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>): 1-136.
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in modern taxonomy*, 4th edn. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Tamura, K., Nei, M. (1993). Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees, *Molecular Biology and Evolution*, 10: 512-526.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipi, A., M., Kumar, S. (2013). MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0., *Molecular Biology Evolution*, 30(12), 2725–2729.
- Thompson, J.D., Higgins, D.G., Gibson, T.J., (1994). Clustal W improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22, 4673–4680.
- Vellinga, E.C. (2000). Notes on *Lepiota* and *Leucoagaricus*. Type studies on *Lepiota magnispora*, *Lepiota barssii* and *Leucogarricus americanus*. *Mycotaxon*, 76:429–438.
- Vellinga, E.C. (2001). Noordeloos, M.E., Kuyper, Th.W. & Vellinga, E.C. (eds). *Flora agaricina neerlandica* 5: 85–108. A.A. Balkema Publishers Lisse/Abingdon/Exton (PA)/Tokyo. 169 pp.
- Vellinga, E.C., de Kok, R.P.J. & Bruns, T.D. (2003) Phylogeny and taxonomy of *Macrolepiota* (Agaricaceae). *Mycologia*, 95 (3): 442–456.
- Vellinga, E.C. (2004). Ecology and distribution of lepiotaceous Fungi (Agaricaceae), *Nova Hedwigia*, 78: 273–299.
- Vellinga E.C., Davis R.M. (2006). Lepiotaceous fungi in California, U.S.A. –1. *Leucoagaricus amanitoides* sp. nov. *Mycotaxon*, 98: 197–204.
- Vellinga, E.C.; Contu, M.; Vizzini, A. (2010). *Leucoagaricus decipiens* and *La. erythrophaeus*, a new species pair in sect. *Piloselli*. *Mycologia*, 102(2):447-454.
- Wen, J., Zimmer, E.A. (1996). Phylogeny and Biogeography of *Panax* L. (the Ginseng Genus, Araliaceae): Inferences from ITS Sequences of Nuclear Ribosomal DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 6, 167–177.



Geliş(Received) :03/08/2019  
Kabul(Accepted) :09/10/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.601244

## Farklı Mantar Türleri Kullanılarak Sentetik Atıksudan Adsorpsiyon Prosesi ile Boya Giderimi

Muhammed Kamil ODEN<sup>1</sup>, Sinan ALKAN<sup>2\*</sup>, Gıyasettin KAŞIK<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar:sinanalkan42@gmail.com

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Sarayönü Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, Konya, Türkiye

Orcid No: 0000-0002-0573-5634/muhammedkoden@selcuk.edu.tr

<sup>2,3</sup>Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Orcid No: 0000-0001-7725-1957/sinanalkan42@gmail.com

<sup>3</sup>Orcid No: 0000-0001-8304-6554/gyasettinkasik@hotmail.com

**Öz:** Mantarlar diğer organizmalardan farklı bir alem olarak ayrılırlar ve çevre, doğa ve insanlar için çok önemlidirler. Bakterilerle birlikte, organik madde döngüsünde ve doğada ayrışmada önemli bir rol oynamaktadırlar. Ayrıca diğer organizmalar tarafından parçalanamayan malzemeleri de ayrıştırırlar. Mantarlar aynı zamanda iyi bir akümülatör oldukları için çevrelerindeki ağır metalleri, iyonları ve boya maddelerini çekebilirler. Bu çalışmada laboratuvar ortamında Metilen mavisi ile hazırlanan renkli sentetik atıksudan kirletici giderimi için makromantarların kullanımı araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan mantar türleri; *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Russula delica* Fr., *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd'dir. Araştırma kapsamında 1000 mg/L stok Metilen mavisi çözeltisinden elde edilen 50 mg/L başlangıç konsantrasyonundaki renkli sentetik atıksu kullanılmıştır. Deneysel araştırma sonucunda 500 mg/50 mL adsorban dozunda 90 dakika temas süresinde yaklaşık %80'in üzerinde metilen mavisi boya giderimi elde edilmiştir. Bu araştırma çalışmasında kullanılan *P. ostreatus* (M1), *F. fomentarius* (M2), *A. bisporus* (M3), *R. delica* (M4), *A. mellea* (M5), *C. gigantea* (M6) mantarlarının hepsi renk gideriminde oldukça başarılı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Adsorpsiyon, Mantar, Atıksu Arıtımı, Renk, Boya, Giderim

## Dye Removal from Synthetic Wastewater by Adsorption Process Using Different Fungi Species

**Abstract:** Fungi have separated from other organisms as a different kingdom, and they are very important for the environment, nature, and humans. With the bacteria, they play an important role in the cycle of organic substances, and decomposition in nature. They also decompose materials that cannot be torn apart by other organisms. Fungi are also a good accumulator, so they can absorb heavy metals, ions and dyes around them. In this study, the use of macrofungi for pollutant removal from colored synthetic wastewater prepared with methylene blue in the laboratory was investigated. Fungi species used in the study; *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Russula delica* Fr., *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd. In the research, colored synthetic wastewater at a beginning concentration of 50 mg / L obtained from 1000 mg / L stock Methylene blue solution was used. As a result of experimental research, over 80% methylene blue dye removal was obtained at 90 minutes contact time at 500 mg / 50 mL adsorbent dose. All of the fungi *P. ostreatus* (M1), *F. fomentarius* (M2), *A. bisporus* (M3), *R. delica* (M4), *A. mellea* (M5), *C. gigantea* (M6) used in this research study were found to be quite successful in color removal.

**Key words:** Adsorption, Mushroom, Wastewater Treatment, Color, Dye, Removal





## Giriş

Günümüz dünyasında en büyük problemler arasında gelişen teknoloji, değişen üretim prosesleri ve hızlı nüfus artışından dolayı doğal kaynakların hızla tüketilmesi olarak görülmektedir. Doğal kaynaklar hızla artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için tüketilirken aynı zamanda çevreye katı, sıvı ve gaz atıklar verilmektedir. Bu atıkların fiziksel şartlarının önemi yanında içerdikleri kirletici muhtevalarında önemli olmaktadır. Bu bakımdan bilim insanları bu atıkların ve atıksuların çevreye daha az zarar vermesi ve/veya hiç zarar vermemesi yönünde araştırmalar yapmaktadır. Birçok doğal (biyotik veya abiyotik) ve yapay (endüstriyel ve/veya sentetik) unsurun bu kirleticilerin gideriminde kullanılabilirliği araştırılmaktadır.

Her yıl dünya çapında pek çok ülkede tekstil ürünleri için tonlarca boya kullanılmakta ve her geçen yıl gelişen tekstil endüstrisinde kullanılan boya miktarı artmaktadır. Bu tekstil endüstrilerinden salınan fazla atık su miktarı, çevre üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olmaktadır (Radhika ve ark., 2014).

Tekstil sektöründe birçok yardımcı kimyasal maddenin yanında, sayısız renk ve türde boyarmadde kullanılmakta ve buna bağlı olarak gerek üretim gerekse kullanım sırasında çok miktarda renkli atıksu açığa çıkmaktadır (Demir ve ark., 2006; Kapdan ve ark., 2000).

Boyalar gıda, ilaç, kozmetik, baskı, tekstil ve deri endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak dünya üzerindeki su rezervlerinin kullanılan bu boya atıklarından her geçen gün kirlendiği bilinmektedir (Chung ve ark., 1992; Couto, 2009; Oden ve Küçükçongar, 2018; Tochwawng ve ark., 2019). Ayrıca, bu boyalar kanserojen ve toksik özellikleri nedeniyle de sorun yaratmaktadırlar. Bu nedenle, bu tür boyaların doğal su kaynaklarına boşaltılmadan önce arıtılarak doğaya bırakılması oldukça önemlidir (Field ve ark., 1995; Mathur ve ark., 2006; Puvaneswari ve ark., 2006; Khan ve Malik, 2014; ). Bunun için uygun arıtma sistemleri ve bu sistemleri daha kullanışlı yapacak yeni teknikler gereklidir. Ayrıca yeni teknikler denenerek bu arıtma işlemlerinin hem daha hızlı, hem daha düşük maliyetli, hem de daha kolay uygulanabilir olması için araştırmalar yapmak gerekmektedir. Bu amaçla yaptığımız çalışmada endüstride kullanılan boyalardan biri olan Metilen mavisinin farklı mantar türleri ile sentetik atıksudan adsorpsiyon prosesi uygulanarak ortamdan uzaklaştırılması gözlemlenmiştir.

Özellikle mantarlar doğada ayrıştırıcı özellikleri ve bünyelerinde ürettikleri parçalayıcı enzimler sayesinde bakterilerden sonra dünya üzerindeki atıkları besin

zincirine kazandıran önemli ve büyük bir canlı grubudur. Ayrıca hücre yapılarının akümülatif özellikleri sayesinde çevrelerinde bulunan ağır metalleri, iyonları ve boyaları bünyelerine çekerek biriktirebilirler (Kaşık, 2010). Bu sayede aslında mantarlar da likenler gibi çok iyi bir çevre indikatörleridir.

Çalışmamızda doğada bolca bulunan ve faydası saymakla bitmeyecek olan mantarların biyoabsorban olarak farklı bir kullanımı ortaya konmaya çalışılmıştır. Farklı mantar örneklerinden oluşan toz haldeki malzemeler adsorpsiyon sisteminde renkli atıksulardan boya giderimi başarısı ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında kesikli sistem ve çalkalaması prosesi tercih edilmiş olup Metilen mavisini boyası giderilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metod

Araştırma çalışmasında *P. ostreatus* (M1), *F. fomentarius* (M2), *A. bisporus* (M3), *R. delica* (M4), *A. mellea* (M5), *C. gigantea* (M6) isimli altı (6) mantar türü renk giderim performansı bakımından kullanılmıştır (Tablo1). Mantar örnekleri Selçuk Üniversitesi Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan kültür odasında kültürü yapılarak yetiştirilen (M3) veya doğadan doğrudan toplanan mantarlardan (M1, M2, M4, M5 ve M6) oluşmaktadır. Özellikle doğadan uygun şekilde toplanarak laboratuvara getirilen mantarlarla birlikte kültürü yapılan *A. bisporus* (M3), özel yaptırılan hava sikülasyonlu mantar kurutma cihazında 40-50°C'de bir hafta boyunca kurutulmuşlardır. Fungaryum uygulama prosedürlerine göre kuruyan mantarlar teker teker öğütme makinesinde öğütülerek toz haline getirilmiştir. Ancak sadece *F. fomentarius* (M2) doku farklılığından ötürü öğütüldüğünde toz halinden daha çok kaba yün gibi bir formda küçük parçalara ayrılmıştır. Her bir mantar örneğinden 100 mg tartılarak ayrı ayrı şişelere toz halinde doldurulmuştur.

Tablo 1'den anlaşılacağı gibi farklı familya ve yetiştirme ortamlarına sahip altı farklı mantar türünün renkli sentetik atıksudan kirletici gideriminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Deneysel araştırma sırasında kullanılan tüm malzemeler ve sarf kimyasallar literatüre uygun standart metodlar doğrultusunda taşınmış ve muhafaza edilmiştir. Deneysel araştırma sırasında kullanılan malzeme ve cihazlar ise saf su (Nüve NS 104), termal çalkalamalı inkübatör (Nüve SL 350 ve ZHWY-200B), Santrifüj (NF 800), UV-VIS spektrofotometre (Libra Biochrom S60), pH metre (WTW 330i-Set) ve Kern 440-35N hassas terazidir.

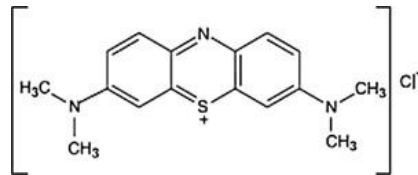


Tablo 1: Çalışmada kullanılan makromantar örnekleri ve bilgileri

Mantarın kodu	Mantarın adı	Familya	Habitat
M1	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	<i>Pleurotaceae</i>	Kesilmiş Kavak kütüğü üzerinde
M2	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	<i>Polyporaceae</i>	Kavak ağacı üzerinde
M3	<i>Agaricus bisporus</i> (J.E. Lange) Imbach	<i>Agaricaceae</i>	Kültür ortamında
M4	<i>Russula delica</i> Fr.	<i>Russulaceae</i>	Çam ormanı ibreler arasında
M5	<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	<i>Physalacriaceae</i>	Çam, Meşe karışık ormanda
M6	<i>Calvatia gigantea</i> (Batsch) Lloyd	<i>Agaricaceae</i>	Çayırılık alan, dere kenarında

Metilen mavisi tuz formunda olan bazik, katyonik boyar maddedir. Bu özelliğinden dolayı suda iyi çözünen bir reaktif olduğundan araştırmalarda kullanılmaktadır (Akçakoca ve Atav, 2006; Yemiş ve Yenil, 2018). Renk kaynağı olarak seçilen ve arıtım çalışmasında kullanılan Metilen mavisi molekül formülü  $C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 3H_2O$  ve

molekül ağırlığı ise  $319.90 \text{ g mol}^{-1}$ 'dür. Boyanın CAS numarası 61-73-4 ve dalga boyu  $\lambda_{\max} = 661 \text{ nm}$ 'dir. Metilen mavisinin kimyasal formülü ise Şekil 1'de gösterilmektedir (Gürses ve ark., 2004; Khosravi ve Eftekhari, 2014; Oden ve Küçükçongar, 2018).



Şekil.1 Metilen Mavisi Kimyasal Formülü (Khosravi ve Eftekhari, 2014)

Çalışmanın yapılabilmesi için, 1000 mL deiyonize su içerisinde metilen mavisi çözülerek stok çözeltisi hazırlandı ve tüm deneyler aynı laboratuvar şartlarında yürütüldü. Farklı adsorbanların doz ve süre optimizasyon kriterlerinin belirlenmesi sırasında sulu çözelti hacmi 50 mL olarak belirlendi. 50 mg/L boya çözeltisi konsantrasyonunda adsorban dozu (0,1-1 g) ve temas süresi (0-150 dk) optimize edilmeye çalışılmıştır. Kararlaştırılan optimizasyon aralıklarında deney yürütüldükten sonra adsorbandan adsorbati ayırmak için hazırlanan 15 mL'lik numune örnekleri 4000 rpm değerinde 15 dakika santrifüj edilmiştir (Şekil 2).

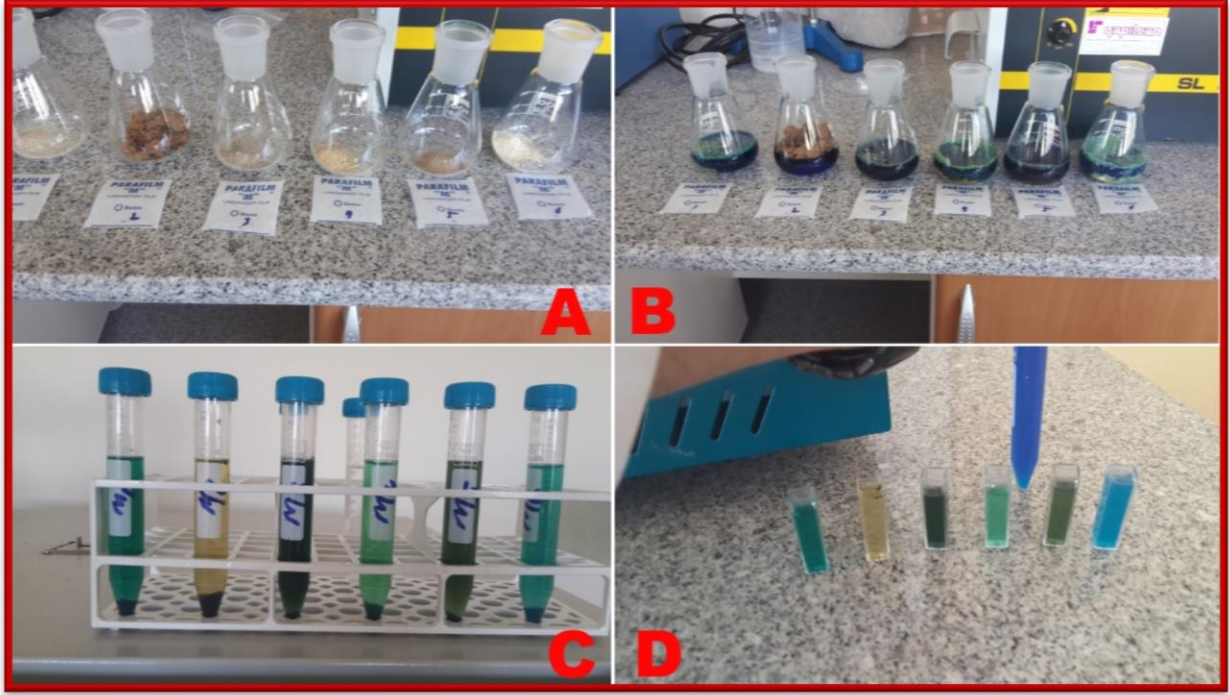
Sentetik atıksudan boya giderim verimi hesaplanması; başlangıç boya konsantrasyonu ( $C_0$ ) ve çözeltide kalan konsantrasyon ( $C_e$ ) ile oranlanarak hesaplanmaktadır. Eşitlik (1)'de gösterilmiştir.

$$\text{Boya Giderimi (\%)} = \left[ \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \right] \times 100 \quad (1)$$

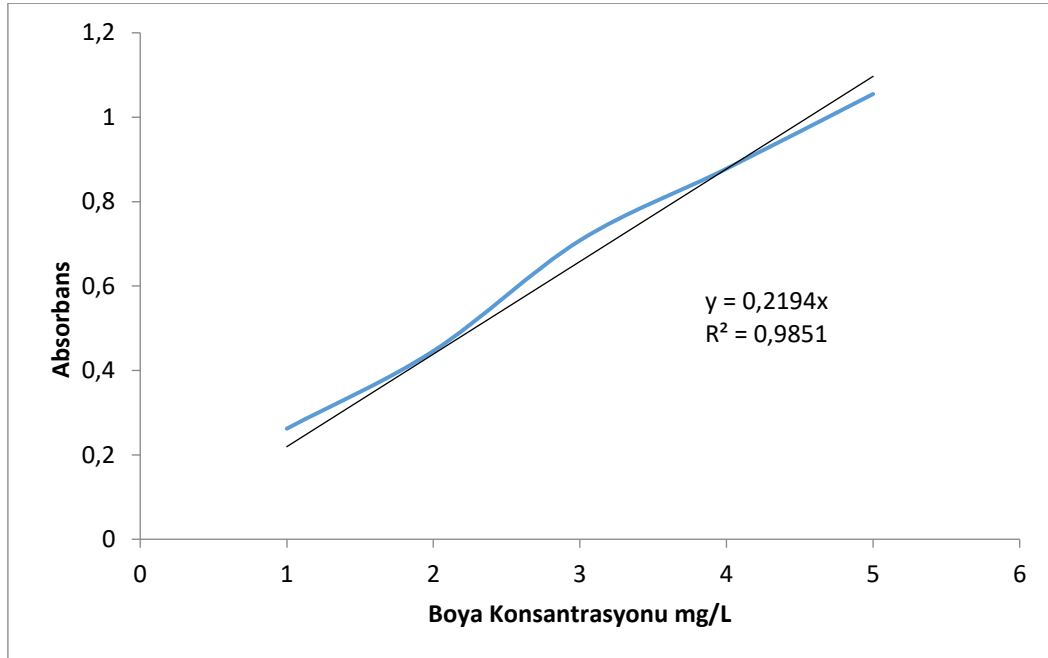
Deneylerde kullanılacak boyarmadde içeren atıksuyun maksimum dalga boyu spektroskopik analiz metotlarından absorpsiyon spektrofotometresi yardımıyla daha önce belirlenen dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

### Bulgular

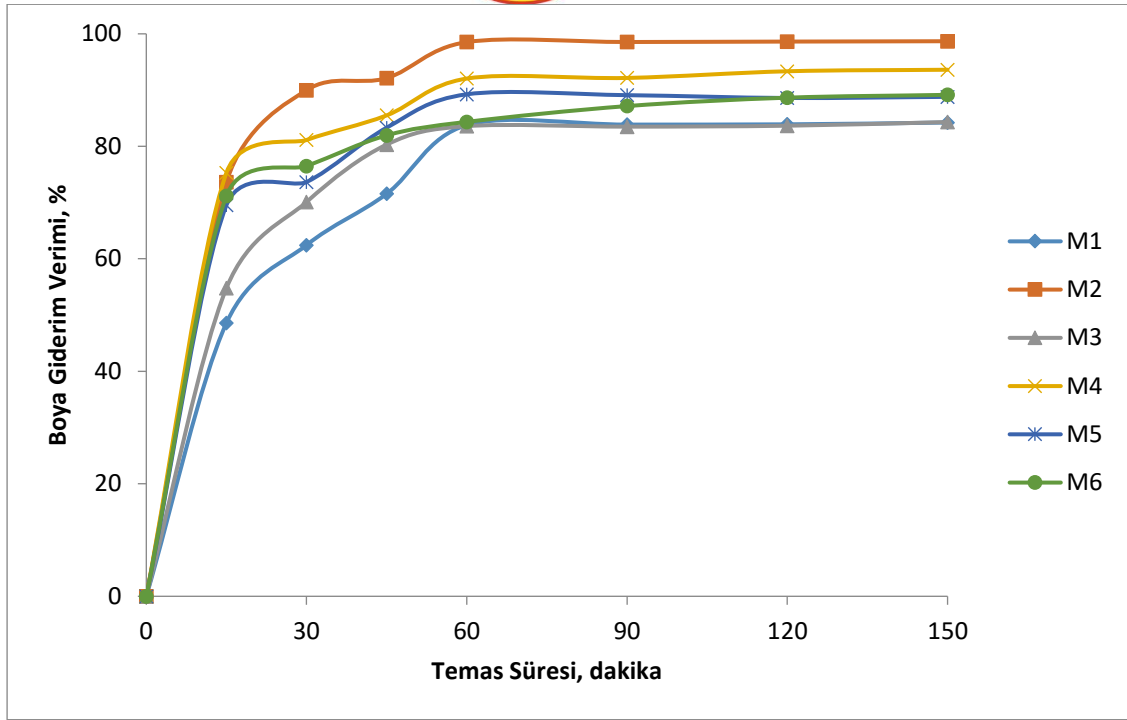
Araştırma çalışması sırasında metilen mavisine ait kalibrasyon eğrisi çıkarılmıştır. Bu eğrinin denklemi ile konsantrasyon verilerine datalar dönüştürülmüştür. Elde edilen korelasyon katsayısı ( $R^2$ ) değeri ile doğruluğu teyit edilmiştir (Şekil 3). Mantar türlerinin sentetik atıksudan boya madde giderim performansı sırasında *P. ostreatus* (M1), *F. fomentarius* (M2), *A. bisporus* (M3), *R. delica* (M4), *A. mellea* (M5), *C. gigantea* (M6) mantarlarının genel olarak temas süresi ve doz miktarı optimizasyonları yapılmıştır. Bu parametrelerden elde edilen verilere ait grafikler Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterilmiştir.



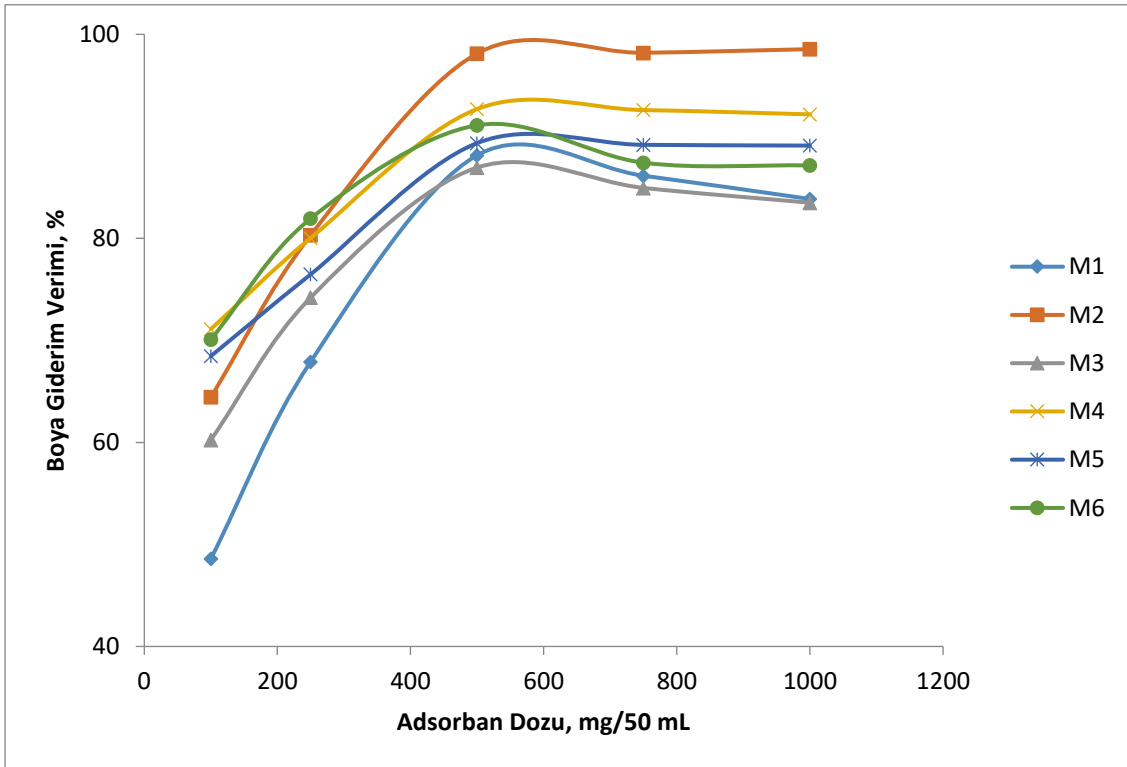
Şekil 2. A- Çalışmada kullanılan mantarların erlenlere tartılarak konulması, B- Mantarların üzerlerine çözelti olarak hazırlanan Metilen Mavisinin ilavesi, C- Mantarlarla hazırlanan düzeneğin santrifüj edildikten sonraki çökeltisi, D- Santrifüj tüplerindeki çözeltinin süzöldükten sonra renk farklılıkları



Şekil 3. Metilen mavisini için elde edilen kalibrasyon eğrisi



Şekil 4. Mantar Çeşitlerine ait farklı temas sürelerinde boyar madde giderim verimleri ( $C_0$ :50 mg/L, pH: orjinal, Doz:1000 mg, Temas Süresi: 150 dak, Karıştırma Hızı: 200 rpm, Sıcaklık:298 K)



Şekil 5. Mantar Çeşitlerine ait farklı adsorban dozlarına karşı boyar madde giderim verimleri ( $C_0$ :50 mg/L, pH: orjinal, Temas Süresi: 90 dak, Karıştırma Hızı: 200 rpm, Sıcaklık:298 K)





Araştırma kapsamında metilen mavisi optimizasyon çalışması sırasında bazı parametreler sabit tutulmuş olup deney tamamlanincaya kadar değişiklik yapılmamıştır. Adsorpsiyon işlemleri sırasında sabit olan parametreler ise karıştırma hızı 200 rpm, laboratuvar sıcaklığı 25 °C ve tüm deney numuleri için pH değerleri ise orijinal olarak yürütülmüştür. Numuneler kesikli adsorpsiyon sisteminden alındıktan sonra eşit bekleme süreleri sonrasında 15 mL'lik falkon santrifüj tüpleri içerisine 10'ar mL olacak şekilde hazırlanmıştır. Santrifüj cihazında 4000 rpm karıştırma hızında 15 dakika süresince işlem tamamlanmıştır. Elde edilen veriler ışığında tüm mantar çeşitleri için 90 dakika temas süresinde yaklaşık %80 üzerinde verim elde edildiği görülmüştür.

Orijinal pH değerlerinde her bir numune için 150 dakikalık temas süresi, 1000 mg mantar dozu, 200 rpm karıştırma hızında ve 25 °C ortam sıcaklığında gerçekleştirilen deneylerde elde edilen veriler ise; M1 için %83,86, M2 için %98,55, M3 için %83,50, M4 için %92,16, M5 için %89,09 ve M6 için %87,15 metilen mavisi boya giderim verimleri hesaplanmıştır.

### Tartışma

Araştırma kapsamında 1000 mg/L stok Metilen mavisi çözeltisinden elde edilen 50 mg/L konsantrasyondaki renkli sentetik atıksu ile yürütülmüştür. Adsorpsiyon sisteminde farklı deneysel çalışma şartlarının belirlenmesi sırasında sulu çözelti hacmi 50 mL olarak belirlenmiş olup absorban dozu (0,1-1 g) ve temas süresi (0-150 dk) kriterleri arasından araştırılmıştır. Diğer mevcut çalışma şartları ise karıştırma hızı (200 rpm), ham pH değerlerinde ve sıcaklık (25 °C)'de tamamlanmıştır.

Deneysel araştırma sonucunda 500 mg/50 mL absorban dozunda 90 dakika temas süresinde yaklaşık %80'in üzerinde metilen mavisi boya giderimi ile ilgili önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırma çalışmasında kullanılan *P. ostreatus* (M1), *F. fomentarius* (M2), *A. bisporus* (M3), *R. delica* (M4), *A. mellea* (M5), *C. gigantea* (M6) mantarlarının hepsi renk gideriminde oldukça başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu

malzemelerin doğadan temin edilebildiği veyahut endüstriyel olarak yetiştirildiği düşünüldüğünde katma değer sağlama ve ikincil bir kullanım sahasının bu çalışma ile ortaya sunulduğu önemli bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat yapılan çalışmaların laboratuvar ölçekli ve sentetik atıksu ile yapıldığı düşünüldüğünde elbette çalışmanın gerçek bir atıksu ile denenmesi ile daha net ve sahaya yönelik sonuç yargılarına varılacaktır. Bu noktada yaptığımız çalışma sayesinde ileride yapılacak daha kapsamlı çalışmalara ışık tutacağı ve sektörel olarak da çevre kirliliğinin önlenmesi açısından farklı yöntemlerin kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde literatürde yer alan bazı mantar çeşitleri ile gerçekleştirilen renk giderim çalışmaları yer almaktadır. Benzer şekilde diğer araştırmalarla karşılaştırma yapıldığında bizim çalışmamızla benzer yüksek oranlarda olumlu sonuçlar bulunmuştur. Demir ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan çalışmada *Phanerochaete chrysosporium* mantarı ile remazol yellow ve red boyaların giderimden yaklaşık %50 giderim elde etmiştir. Yang ve arkadaşları (2009) yılında yapılan azo boya grubundaki boyaların gideriminde ise %70 civarında verim elde edildiği görülmektedir. Tian ve arkadaşları (2011) yılında yapılan araştırma çalışmasında 100 mg/L Congo red isimli boya konsantrasyonunda, 4 g/L adsorban dozunda (*Tricholoma lobayense*), 60 dakikalık temas süresi ve 180 rpm karıştırma hızında yaklaşık %80 üzerinde verim elde ettiği görülmüştür. Bu çalışma bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında farklı boya, mantar türleri ve dozlar kullanılmasına rağmen boya giderimi konusunda iki çalışmada da tüm mantarlarda verim %80'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Işık ve arkadaşları tarafından (2019) yılında yapılan araştırma çalışmasında ise yüksek renk giderim verim elde edilmiş fakat oldukça fazla temas süresi (3-5 gün) göze çarpmaktadır. Tablo 2'de de görüleceği üzere gerçekleştirdiğimiz çalışmada yaklaşık 90 dakikalık temas süresinde %80 üzerinde verim elde edildiği ve çalışmamızın diğer çalışmalar ile benzerlik ve farklılıkları ayrıntılı bir şekilde ortaya konmuştur.



Tablo 2. Mantar ile Boya Giderimi Üzerine Yapılan Diğer Akademik Çalışmalar

Mantar Adı	Proses	Kirletici Adı	Giderim Verimi, % veya q <sub>e</sub>	Proses Kriterleri	Kaynak
<i>Botrytis cinerea</i>	Adsorption	Reaktif Mavi 19	13 mg/g	--	Polman ve Breckenridge, 1996
<i>Coriolus versicolor</i>	Reaktör	Boya	% 99	pH:4.5 Zaman:15 saat	Hai ve ark., 2006
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Reaktör	Remazol Sarı RR Gran, Remazol Kırmızı RR Gran, Remazol Mavi RR Gran, KÖİ, Aramatik Grup, Cu (II)	% 53.49, %34, %20 %93.6, % 22.3, % 56	C <sub>0</sub> : 50 mg/L,	Demir ve ark., 2006
Mantar konsorsiyumu	Biyoreaktör	Azo Boya	% 70–80	Zaman: 12 saat	Yang ve ark., 2009
ZnO nano-mushrooms	Fotodegradasyon	Methyl orange	% 92	Zaman: 210 min	Kumar ve ark., 2013
<i>Alternaria alternata</i> CMERI F6	Biyodegradasyon	Kongo Kırmızısı	%99.99	C <sub>0</sub> : 600 mg/L, Zaman: 48 h, pH:5, Hız:150 rpm Doz: 0.2 g	Chakraborty ve ark., 2013
<i>Agaricus bisporus</i>	Adsorpsiyon	Bazik Kırmızı 18, Levafix Braun E-RN, Asit Kırmızı 111	400, 169.5, 140.9 mg/g	Zaman: 4 h, pH:3 and 8, Doz: 0.2 g	Toptaş, 2014
<i>Aspergillus carbonarius</i> M333 ve <i>Penicillium glabrum</i> Pg1	Paketlenmiş Yatak Biyoreaktör	Tekstil Endüstrisi Boyalı Gerçek Atıksu	% 98.2	pH:5.5	Aıkan ve ark., 2019
<i>Aspergillus carbonarius</i> M333	Biyoaktif Ultrafiltrasyon Membran	Gerçek Boya içeren Tekstil Endüstrisi Atıksuyu (Basic Red 18 ve Remozal Brilliant Blue R)	% 91	İnkübasyon Süresi: 3-5 gün	Işık ve ark., 2019
M1,M2 M3,M4 M5,M6	Adsorpsiyon	Metilen Mavisi	>% 80	Zaman:90dk, Doz:500 mg/50 mL Hız:200 rpm, pH:orj	Bu Çalışma

### Sonuç

Bu çalışma kapsamında saymakla bitmeyen mantarlar aleminin içerisinde bazı morfolojik özellikleri farklı mantar türlerinin çevresel olarak tehdit özelliği bulunan atıksulardan biyosorpsiyonla renk giderme performansının araştırılması amaçlanmıştır. Laboratuvar ortamında yapılan çalışmamızda çeşitli mantarlar kullanılarak metilen mavisi gideriminde elde edilen verim % 80'in üzerinde olmuştur. Yapılan bu çalışmalarla birlikte bizim yaptığımız çalışma da göstermiştir ki, boya gideriminde mantarların kullanılması mantarın türüne ve boyanın kimyasal yapısına bağlı olarak genellikle olumlu sonuçlar ortaya koymaktadır. Elbette yapılan çalışmanın

ham renkli atıksular üzerinde denenmesi, adsorpsiyon reaksiyon datalarının (kinetik, izoterm ve termodinamik gibi) elde edilerek geliştirilmesi daha net ve doğru yargılara varılmasını sağlayacağı unutulmamalıdır.

### Bilgi ve Teşekkür

Araştırma çalışmasının tamamlanması sırasında tüm yazarlar eşit olarak görev yapmıştır. Çalışmanın deneysel kısımları Selçuk Üniversitesine ait araştırma laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmalarımıza sağlanan tüm kaynak kullanımı ve destek adına Selçuk Üniversitesi yönetici ve idarecilerine teşekkür ederiz.



## Kaynaklar

- Akçakoca, E. P., Atav, R., (2006). PAC Liflerinin Bazik (Katyonik) Boyarmaddelerle Boyanma Mekanizmaları, TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, Tekstil ve Mühendis, Vol. 61, pp. 41-47.
- Arikan, E. B., Isik, Z., Bouras, H. D., & Dizge, N. (2019). Investigation of immobilized filamentous fungi for treatment of real textile industry wastewater using up flow packed bed bioreactor. *Bioresource Technology Reports*, 7, 100197.
- Chakraborty, S., Basak, B., Dutta, S., Bhunia, B., & Dey, A. (2013). Decolorization and biodegradation of congo red dye by a novel white rot fungus *Alternaria alternata* CMERI F6. *Bioresource technology*, 147, 662-666.
- Chung, K. T., Stevens, S. E., & Cerniglia, C. E. (1992). The reduction of azo dyes by the intestinal microflora. *Critical reviews in microbiology*, 18(3), 175-190.
- Couto, S. R. (2009). Dye removal by immobilised fungi. *Biotechnology advances*, 27(3), 227-235.
- Demir, G., Özcan, HK., Elmaslar, E., Borat, M., (2006). Decolorization Of Azo Dyes By The White Rot Fungus *Phanerochaete chrysosporium*, *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, *Sigma* 2006/3, 74-85.
- Field, M. S., Wilhelm, R. G., Quinlan, J. F., & Aley, T. J. (1995). An assessment of the potential adverse properties of fluorescent tracer dyes used for groundwater tracing. *Environmental Monitoring and Assessment*, 38(1), 75-96.
- Gürses, A., Karaca, S., Doğar, Ç., Bayrak, R., Açıkıldız, M., & Yalçın, M. (2004). Determination of adsorptive properties of clay/water system: methylene blue sorption. *Journal of Colloid and Interface Science*, 269(2), 310-314.
- Hai, F. I., Yamamoto, K., & Fukushi, K. (2006). Development of a submerged membrane fungi reactor for textile wastewater treatment. *Desalination*, 192(1-3), 315-322.
- Isik, Z., Arikan, E. B., Bouras, H. D., & Dizge, N. (2019). Bioactive ultrafiltration membrane manufactured from *Aspergillus carbonarius* M333 filamentous fungi for treatment of real textile wastewater. *Bioresource Technology Reports*, 5, 212-219.
- Kapdan, I., Kargı, F., McMullan, G. (2000). Comparison of White Rot Fungi Cultures for Decolorization of Textile Dyestuffs, *Bioprocess Engineering*, 22, 347-351.
- Kaşık, G (2010). *Mantar bilimi*, Marifet Matbaa ve Kağıtçılık, Konya.
- Khan, S., & Malik, A. (2014). Environmental and health effects of textile industry wastewater. In *Environmental deterioration and human health* (pp. 55-71). Springer, Dordrecht.
- Khosravi I. and Eftekhari M. (2014), Na 0.5 Li 0.5 CoO 2 nanopowders: Facile synthesis, characterization and their application for the removal of methylene blue dye from aqueous solution, *Advanced Powder Technology*, 25(6), 1721-1727.
- Kumar, R., Kumar, G., & Umar, A. (2013). ZnO nano-mushrooms for photocatalytic degradation of methyl orange. *Materials Letters*, 97, 100-103.
- Mathur, N., Bhatnagar, P., & Bakre, P. (2006). Assessing mutagenicity of textile dyes from Pali (Rajasthan) using Ames bioassay. *Applied ecology and environmental research*, 4(1), 111-118.
- Oden, M. K., & Kucukcongur, S. (2018). Acid and ultrasound assisted modification of boron enrichment process waste and using for methylene blue removal from aqueous solutions. *Global Nest Journal*, 20(2), 234-242.
- Polman, K., & Breckenridge, C. R. (1996). Biomass-Mediated Binding and Recovery of Textile Dyes from Waste Effluents. *Textile Chemist & Colorist*, 28(4).
- Puvaneswari, N., Muthukrishnan, J., & Gunasekaran, P. (2006). Toxicity assessment and microbial degradation of azo dyes, *Indian Journal of Experimental Biology (IJEB)*, 44, 618-626.
- Radhika, R., Jebapriya, G.R., Gnanadoss, J.J. (2014). Decolourization of Synthetic Textile Dyes using the Edible Mushroom Fungi *Pleurotus*. *Pakistan Journal of Biological Science*, 17(2), 248-253.
- Tian, X., Li, C., Yang, H., Ye, Z., & Xu, H. (2011). Spent mushroom: a new low-cost adsorbent for removal of congo red from aqueous solutions. *Desalination and Water Treatment*, 27(1-3), 319-326.
- Tochhawng L., Mishra V.K., Passari A.K., Singh B.P. (2019) Endophytic Fungi: Role in Dye Decolorization. In: Singh B. (eds) *Advances in Endophytic Fungal Research*. Fungal Biology. Springer, Cham., 1-15.
- Toptas, A., Demierege, S., Mavioglu Ayan, E., & Yanik, J. (2014). Spent mushroom compost as biosorbent for dye biosorption. *CLEAN-Soil, Air, Water*, 42(12), 1721-1728.
- Yang, Q., Li, C., Li, H., Li, Y., & Yu, N. (2009). Degradation of synthetic reactive azo dyes and treatment of textile wastewater by a fungi consortium reactor. *Biochemical Engineering Journal*, 43(3), 225-230.
- Yemiş, F., & Yenil, N. (2018). Metilen Mavisi Ve Alizarin'in Lüminesans Spektrometresi İle Asitlik Sabitlerinin Tayini Ve Bazı Metal Duyarlılıklarının İncelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 317-330.



Geliş(Received) :02/09/2019  
Kabul(Accepted) :16/10/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.614524

## *Helvella phlebophora*, A New Ascomycete Record for Turkey

Yasin UZUN

Karamanoğlu Mehmetbey University, Science Faculty, Department of Biology, 70100 Karaman, Turkey  
Orcid ID:0000-0002-6423-6085 / yasinuzun\_61@hotmail.com

**Abstract:** *Helvella phlebophora* Pat. & Doass. is an Ascomycete species and, was given as new record for Turkey. A brief description of the species is provided together with its photographs related to its macro and micromorphology.

**Key words:** Biodiversity, New record, *Helvellaceae*, Taxonomy, Turkey

### *Helvella phlebophora*, Türkiye İçin Yeni Bir Askomiset Kaydı

**Öz:** Bir askomiset türü olan *Helvella phlebophora* Pat. & Doass., Türkiye için yeni kayıt olarak verilmiştir. Türün kısa deskripsiyonu, makro ve mikromorfolojisine ilişkin fotoğrafları ile birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, Yeni kayıt, *Helvellaceae*, Taksonomi, Türkiye

#### Introduction

*Helvella* L. is a genus of the family *Helvellaceae* within the order *Pezizales* (Kirk et al., 2008). The genus contains many of the larger species of the order *Pezizales* and includes operculate discomycetes having sessile to stipitate apothecia with discoid, cupulate, saddle-shaped or connivent pilei (Wang and, Chen, 2002; Skrede et al., 2017). Members of the genus are widely distributed, especially in the temperate regions of the northern hemisphere (Landeros and Guzman-Davalos, 2013).

Though Kirk et al. (2008) reports the existence of about 52 *Helvella* species worldwide, Index Fungorum (accessed 19 August 2019) contains 501 records, 128 of which seems to be confirmed taxa. Twenty two members of the genus have so far been reported from Turkey (Gücin and Öner, 1982a,b; Gücin, 1987; Sesli, 1993; Öztürk and Kaşık, 1996; Afyon, 1997; Solak, 1998; Kaşık and Öztürk, 2000; Kaşık et al., 2000; Türkeul, 2003; Kaya et al., 2004; Allı and İşiloğlu, 2007; Türkoğlu et al., 2007; Kaya, 2009; Keleş and Demirel, 2010; Akata and Kaya, 2012; Uzun et al., 2015; Güngör et al., 2015; Allı et al., 2017), But the current checklists (Sesli and Denchev, 2014; Solak et al., 2015) and the latest contributions to the Pezizales of Turkey (Kaya and Uzun, 2018; Uzun and Kaya, 2018, 2019; Kaya et al., 2016; Uzun et al., 2018a,b; Karacan et al., 2015; Acar and Uzun, 2016; Keleş, 2019;

Allı and Doğan, 2019) indicate that *Helvella phlebophora* Pat. & Doass. hasn't been reported from Turkey before.

The study aims to make a contribution to Turkish mycobiota.

#### Materials and methods

The fruit bodies of *H. phlebophora* were collected from Tonya district of Trabzon province in 2015 and 2017. During field study the necessary morphological and ecological characteristics were recorded and samples were photographed at their natural habitat. Then the specimens were brought to the fungarium within paper bags and further investigations were carried out in the fungarium. A Nikon Eclipse Ci trinocular light microscope by mounting the specimen in water or Melzer reagent. The samples were identified with the help of Dissing, (1966), Billekens (1984), Breitenbach and Kränzlin (1984), Häffner (1987) Baiano et al. (1993) and Skrede et al. (2017). The specimens are kept at Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Science Faculty, Department of Biology.

#### Results

*Ascomycota* Caval.-Sm.

*Pezizales* J. Schröt.

*Helvellaceae* Fr.





***Helvella phlebophora*** Pat. & Doass., in Patouillard, Tab. analyt. Fung. (Paris)(5): 208 (1886)

**Syn:** [*Globopilea phlebophora* (Pat. & Doass.) Beauseign.]

**Macroscopic and microscopic features:**

Ascomata composed of a head and a stalk. Head 12-22 mm in diam, globose when young, semiglobose to convex or irregularly wavy when mature, generally curved like an umbrella, hymenial surface dirty white, greyish, dark grey to smoky gray, undersurface lighter gray to whitish, with anastomosing ribs in full length as the continuations of the ribs of stalk. Stalk 18-28 × 3-6 mm, furrowed longitudinally, almost concolorous with the undersurface of the head (Figure 1a). Asci 220-280 × 12-17 μm, cylindrical, 8-spored. Paraphyses cylindrical, thickened

up to 7 μm toward the apex (Figure 1b), septate. Ascospores 14.5-18 × 10-12.5 μm, ellipsoid, hyaline, smooth, with a large central guttule, uniseriate (Figure 1c).

**Ecology:** *Helvella phlebophora* grows on bare sandy ground or between leaves under deciduous or coniferous trees such as *Castanea*, *Quercus*, *Corylus* and *Picea* (Breitenbach and Kränzlin, 1984; Häffner, 1987; Baiano et al, 1993).

**Specimen examined:** Trabzon, Tonya, Zere high plateau, on soil among leaves in mixed forest, 40°54'N-39°21'E, 1510 m, 22.07.2015, Yuzun 4262; Kösecik village, on soil among grasses under *Corylus* sp., 40°57'N-39°17'E, 600 m, 22.06.2017, Yuzun 5612.



Figure 1. Ascocarps (a), asci and paraphyses (b) and ascospores of *H. phlebophora* (bars, b: 50 μm, c:10 μm) (b: in Melzer, c: in water)



## Discussions

*Helvella phlebophora* was given as new record for the mycobiota of Turkey as the 23th member of the genus *Helvella*. This species characteristics with its umbrella-like cap and the distinct ribs running radially from the stalk to the margin of the cap. It is reported to be a rare species in Switzerland (Breitenbach and Kränzlin, 1984). The sulcate stem of this species is somewhat similar with some other *Helvella* species such as *H. lacunosa* Afzel. and *H. crispa* (Scop.) Fr., but the hemispherical cap shape easily differentiates it from the latter species.

General characteristics of the Turkish collection, are in agreement with those given in Billekens (1984), Breitenbach and Kränzlin (1984), Häffner (1987) Baiano et al. (1993) and Skrede et al. (2017).

## Acknowledgement

The author would like to thank Karamanoğlu Mehmetbey University Research Fund (02-D-17) for its financial support, Ömer UZUN and Doğançan KUDUBAN for his kind help during field study.

## References

- Acar, İ. and Uzun, Y. (2016). *Peziza granularis* Donadini, a new record for Turkish mycobiota. *Yüzüncü Yıl University Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences*, 21: 39-42.
- Afyon, A. (1997). Two new ascomycete records for the fungi flora of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 21(2): 107-108.
- Akata, I. and Kaya, A. (2012). Two new *Helvella* records for Turkish Mycobiota. *Journal of Applied Biological Sciences*, 6(3): 31-33.
- Allı, H., Çöl, B. and Şen, İ. (2017). Macrofungi biodiversity of Kütahya (Turkey) province. *Biological Diversity and Conservation*, 10(1): 133-143.
- Allı, H. and Doğan, H.H. (2019). A new genus (*Balsamia*) addition for Turkish mycota. *The Journal of Fungus*, 10(1), 23-25.
- Allı, H. and Işıloğlu, M. (2007). New records for Turkish macrofungi from Aydın Province. *Ekoloji*, 16(64): 63-73.
- Baiano, G., Garofoli, D. and Parrettini, G. (1993). Il genere *Helvella*. 1 contributo: specie raccolte nell'Astigiano. *Rivista di Micologia*, 36(3): 197-221.
- Billekens, P.C.A. (1984). Een nieuwe *Helvella* voor Nederland: *Helvella phlebophora*. *Coolia*, 27(1): 7-9.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F. (1984). *Fungi of Switzerland, Volume 1. Ascomycetes*. Switzerland: Verlag Mykologia.
- Dissing, H. (1966). The genus *Helvella* in Europe, with special emphasis on the species found in Norden. *Dansk Botanisk Arkiv*, 25(1): 1-172.
- Gücin, F and Öner, M. (1982a). Macrofungus flora of Manisa Province in Turkey. *Doğa Bilim Dergisi*, 6(3): 91-96.
- Gücin, F. (1987). Macrofungi of Pütürge (Malatya) in Eastern Anatolia. *The Journal of Fırat University*, 2(1): 19-26.
- Gücin, F. and Öner, M. (1982b). New ascomycetes for Turkish mycoflora. *Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 2(2): 107-110.
- Güngör, H., Şen, İ., Allı, H., and Solak, M.H. (2015). Two new Ascomycete records for Turkish Mycota. *Biological Diversity and Conservation*, 8(1): 19-21.
- Häffner, J. (1987). Die Gattung *Helvella*. Morphologie und Taxonomie. *Beihefte zur Zeitschrift für Mykologie*, 7: 1-165.
- Index Fungorum (2019): <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Accessed 19 August 2019.
- Karacan, İ.H., Uzun, Y., Kaya, A. and Yakar, S. (2015). *Pulvinula* Boud., a new genus and three pulvinuloid macrofungi taxa new for Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 8(2): 161-164.
- Kaşık, G. and Öztürk, C. (2000). Macrofungi of Hadim and Taşkent (Konya) District. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 17: 1-6.
- Kaşık, G., Öztürk, C. and Doğan, H.H. (2000). Macrofungi of Ermenek (Karaman) District. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 1(16): 61-65.
- Kaya, A. (2009). Macromycetes of Kahramanmaraş province (Turkey). *Mycotaxon*, 108: 31-34.
- Kaya, A. and Uzun, Y. (2018). New Contributions to the Turkish Ascomycota. *Turkish Journal of Botany*, 42(5): 644-652.
- Kaya, A., Akan, Z. and Demirel, K. (2004). A checklist of macrofungi of Besni (Adıyaman) District. *Turkish Journal of Botany*, 28(1-2): 247-251.
- Kaya, A., Uzun, Y., Karacan, İ.H. and Yakar, S. (2016). Contributions to Turkish Pyronemataceae from Gaziantep province. *Turkish Journal of Botany*, 40(3): 298-307.
- Keleş, A. (2019). New records of *Hymenoscyphus*, *Parascutellinia*, and *Scutellinia* for Turkey. *Mycotaxon*, 134(1): 169-175.



- Keleş, A. and Demirel, K. (2010). Macrofungal diversity of Erzincan province (Turkey). *International Journal of Botany*, 6(4): 383-393.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. and Stalpers, J.A. (2008). *Dictionary of the Fungi*, 10th ed., Wallingford: CAB International.
- Landeros, F. and Guzmán-Dávalos, L. (2013). Revision of the genus *Helvella* (Ascomycota: Fungi) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, S3- S20. DOI: 10.7550/rmb.31608
- Öztürk, C. and Kaşık, G. (1996). Macrofungi in Ürgüp District. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 13: 50-54.
- Sesli, E. (1993). The macrofungi of Maçka District in Trabzon Province. *Turkish Journal of Botany*, 17: 179-182.
- Sesli, E. and Denchev, C.M. (2014). Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. 6th edn. *Mycotaxon Checklists Online* (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>): 1-136.
- Skrede, I., Carlsen, T. and Schumacher, T. (2017). A synopsis of the saddle fungi (*Helvella*: Ascomycota) in Europe – species delimitation, taxonomy and typification. *Persoonia*, 39: 201-253.
- Solak, M.H. (1998). A new ascomycete genus (*Cyathipodia* Boud.) record for the fungus flora of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 22(5): 347-348.
- Solak, M.H., Işıloğlu, M., Kalmış, E. and Allı, H. (2015). Macrofungi of Turkey, Checklist, Volume- II. İzmir: Üniversiteler Ofset.
- Türkekul, İ. (2003). A contribution to the fungal flora of Tokat Province. *Turkish Journal of Botany*, 27(4): 313-320.
- Türkoğlu, A., Işıloğlu, M., Allı, H. and Solak, M.H. (2007). New records of macrofungi from Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(23): 4307-4310.
- Uzun, Y. and Kaya, A. (2018). First Records of *Hydnobolites* and *Pachyphlodes* species from Turkey. *Mycotaxon*, 133(3): 415-421.
- Uzun, Y. and Kaya, A. (2019). New Additions to Turkish Pezizales from the Eastern Black Sea Region. *Turkish Journal of Botany*, 43(2): 262-270.
- Uzun, Y., Karacan, İ.H., Yakar, S. and Kaya, A. (2018a). New bryophilic *Pyronemataceae* records for Turkish Pezizales from Gaziantep province. *Anatolian Journal of Botany*, 2(1): 28-38.
- Uzun, Y., Kaya, A., Karacan, İ.H., Kaya, Ö.F. and Yakar, S. (2015). Macromycetes determined in İslahiye (Gaziantep/Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3): 209-217.
- Uzun, Y., Yakar, S., Karacan, İ.H. and Kaya, A. (2018b). New additions to the Turkish Pezizales. *Turkish Journal of Botany*, 42(3): 335-345.
- Wang, Y.Z. and Chen, C.M. (2002). The Genus *Helvella* in Taiwan. *Fungal Science*, 17(1,2): 11-17.





Geliş(Received) :22/04/2019  
Kabul(Accepted) :16/10/2019

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi:10.30708mantar.556615

## Türkiye'den İlk Likenikol Miksomiset Kaydı

Yılmaz YAVUZ

Özel Yeni Rota Anadolu Lisesi, Eskişehir/Türkiye  
Orcid No:0000-0003-2086-2989/yilmazyavuz001@gmail.com

**Öz:** Bu çalışmada, Türkiye'den daha önce kortikol olarak kaydedilen *Licea parasitica* (Zukal) G.W. Martin, ilk kez *Melanelixia glabrata* (Lamy) Sandler & Arup örnekleri üzerinde tespit edilmiştir. Bu liken türü aynı zamanda dünyada *L. parasitica* için konakçı olarak ilk kez kaydedilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Licea*, Likenikol, Miksomiset, Biyoçeşitlilik

### First Lichenicolous *Myxomycetes* Record From Turkey

**Abstract:** In this study, previously recorded as corticolous from Turkey *Licea parasitica* (Zukal) G.W. Martin was first identified as lichenicol on the samples of *Melanelixia glabrata* (Lamy) Sandler & Arup. This lichen species is also recorded for the first time in the world as a host for *L. parasitica*.

**Key words:** *Licea*, Lichenicolous, *Myxomycetes*, Biodiversity

#### Giriş

Cıvık mantarlar olarak da bilinen miksomisetler yaşam döngüsündeki farklı aşamalar düşünülerek geçmiş yıllarda hayvanlar alemi, bitkiler alemi ve mantarlar alemi altında incelenmiştir (Keller ve Everhart, 2010). Son yıllarda yapılan çalışmalar ile *Protozoa* alemi içine alınmıştır (Ruggiero ve ark., 2015). Güncel olarak bulunduğu sistematik konumuna rağmen mantar araştırmacıları tarafından incelenmeye devam etmektedir (Keller ve Everhart, 2010).

Miksomisetler dünya üzerinde geniş yayılış gösterirler. Bazı ekolojik grupları sadece Kuzey Amerika, Avrupa Alpleri ve kuzeydoğu Avustralya'daki yüksek dağların kar birikintilerinin eridiği bölgelerde bulunurken bazı türleri ise bitkinin bulunduğu bütün karasal ekosistemlerde bulunur (Stephenson, 2010). Substrat olarak ise ağaç kabukları, odun, ölü yapraklar, toprak, gübreler, karayosunları ve likenler gibi çeşitli substratlar üzerinde gelişmektedir.

Liken birlikteliği genel olarak bir alg ve bir mantardan oluşur. Liken üzerinde yaşayarak besinini liken birlikteliğindeki algden, mantardan ya da her ikisinden elde eden canlılara likenikol denir (Nash III, 2008). Likenikoller askomiset, basidyomiset ya da durumları tartışmalı olsa da miksomiset, zigomiset gibi

farklı taksonomik gruplara ait olabilir (Lawrey ve Diederich, 2003).

Türkiye miksomiset çeşitliliği üzerindeki çalışmalar son yıllarda büyük artış göstermiştir (Eroğlu ve ark., 2015; Sesli ve ark., 2016; Çağlar ve ark., 2016; Baba ve Arslan, 2017; Ocak ve Konuk, 2018). Buna rağmen likenler üzerinde gelişen miksomisetler ile ilgili yayın bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'den daha önce farklı substratlardan kaydedilen *Licea parasitica* (Zukal) G.W. Martin ve olası diğer türler için yeni bir substrat olarak likenlere dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

#### Materyal ve Metot

Materyal 23.07.2014 tarihinde, Bursa'dan toplanmıştır. Liken ve likenikol mantar çeşitliliğini ele alan bir çalışma sırasında dikkat çeken bir miksomiset örneği, bu gruba ait eserler kullanılarak teşhis edilmiştir (Keller ve Brooks, 1977; Liu ve Chang, 2010). Likenlerin teşhis işlemi sırasında Leica MZ12.5 stereomikroskop altında ve nemli oda tekniği kullanılmaksızın fark edilmişlerdir. Mikroskopik incelemeler ise Olympus CX21 ışık mikroskopunda yapılmıştır. Makro ve mikro fotoğrafların çekiminde Zeiss Discovery V12 ve Zeiss Imager A2 mikroskoplarından yararlanılmıştır.





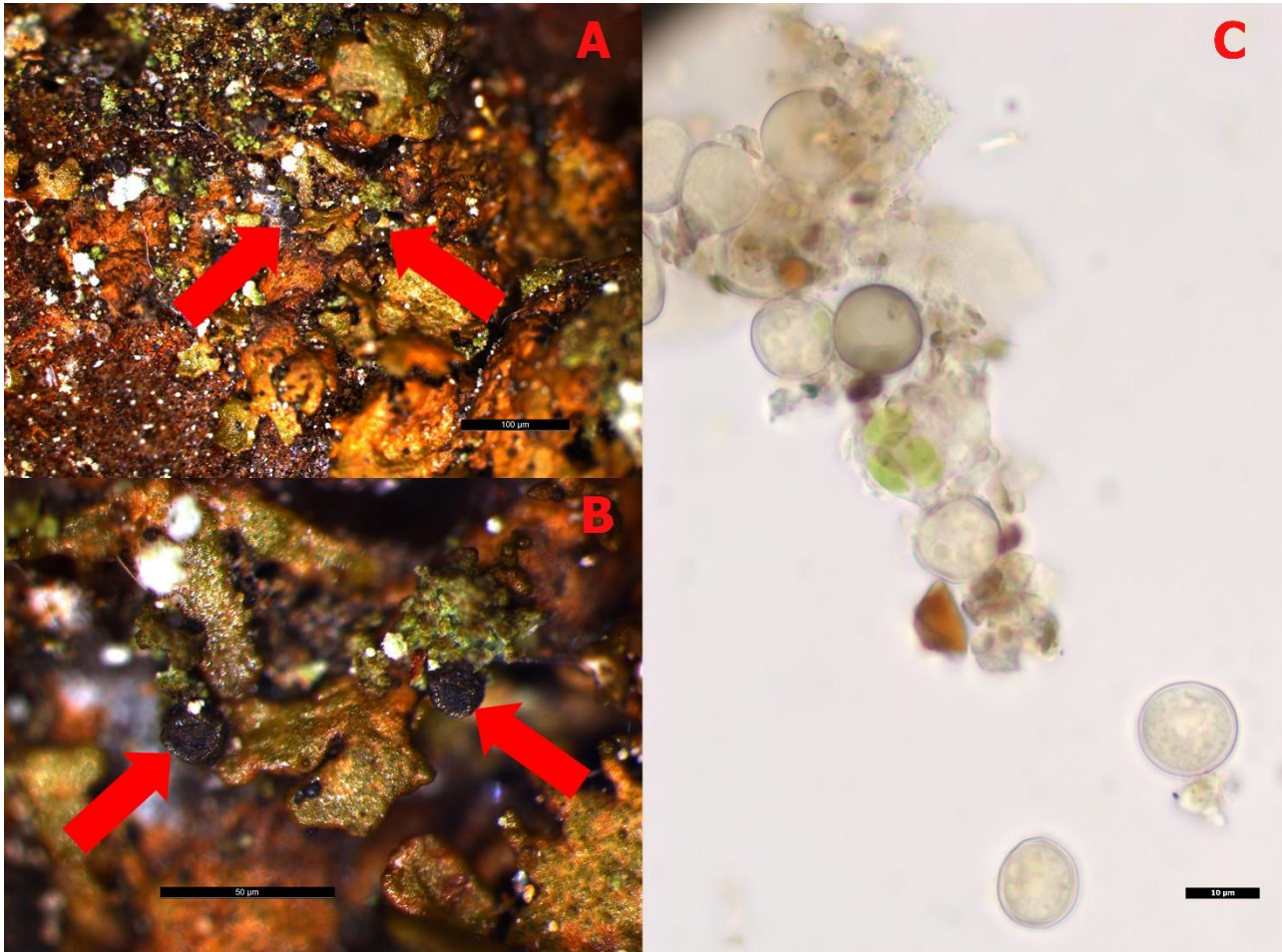
### Bulgular

*Licea parasitica* (Zukal) G.W. Martin türüne ait geniş deskripsiyon Martin, 1942'de ve Moreno ve arkadaşları 2017'de verilmiştir.

İncelenen örnekler Anadolu Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbariumunda (ANES): 19641 numara ile kayıt altına alınmıştır. Konakçı liken olarak *Melanelixia glabratula* (Lamy) Sandler & Arup (Şekil 1.A.) üzerindedir.

*Licea parasitica* (Zukal) G.W.Martin, Mycologia 34: 702 (1942).

Sporokarp sapsız, dağınık veya grup halinde, küresel, 0.05-0.2 mm çapında, siyahtan koyu kahverengiye değişen renkte, kapak kısmı açık renkte ve bazen parlaktır (Şekil 1. A). Peridium sert, kapak iki katlıdır. Dıştaki tabaka jelatinimsi, içteki tabaka zarımsıdır. Sporlar yığın halinde koyu kahverengi, ışık mikroskobunda yeşilimsi, duvar düz, kalın tarafı açık, ince tarafı koyu renklidir. Sporlar 12-15 µm'dir (Şekil 1. B).



Şekil 1. A. ve B. *Melanelixia glabratula* tallusu üzerinde C. *L. parasitica* sporları

**Lokalite:** Bursa, İznik, Kırıntı Köyü'nün batısı, yaşlı *Pinus sylvestris* ormanı, 807 metre, 23.07.2014.

**Türkiye'deki Yayılışı:** Giresun (Ocak ve Hasenekoğlu, 2005), Kastamonu (Ergül ve ark., 2005), İstanbul (Oran ve ark., 2006) ve Konya (Eroğlu ve Kaşık, 2013)'dan kaydedilmiştir.

**Dünyadaki Yayılışı:** Kortikol olarak: Hindistan (Lakhanpal ve Chopra, 1982), İspanya (Wrigrey de Basanta, 1998), İzlanda (Gotzsche, 1990), Çin (Ukkola vd., 2001), Rusya (Novozhilov vd., 2006), Amerika (Bates ve Barber, 2008), Avustralya (Knight ve Brims, 2010),

Tayvan (Liu & Chang, 2010), Papua Yeni Gine ve Yeni Kaledonya (Kylın vd., 2013), Polonya (Szymczyk vd., 2014), Kanarya Adaları (Compagno vd., 2016), Belarus (Tsurykau, 2017), Ukrayna (Prylutskyi vd., 2017), Japonya (Takahashi vd., 2018) likenikol olarak: Avusturya (Obermayer, 1993), Çek Cumhuriyeti, İngiltere, Fransa ve Lüksemburg (Kocourkova, 2000), Polonya (Fałtynowicz, 2003; Kukwa ve Czarnota, 2006; Czyżewska vd., 2008) Almanya (Brackel, 2009), Belarus (Tsurykau, 2017).



### Tartışma

*Licea parasitica* Türkiye'den daha önce sadece ağaç kabukları üzerinden kaydedilmiştir (Ocak ve Hasenekoğlu, 2005; Ergül ve ark., 2005; Oran ve ark., 2006; Eroğlu ve Kaşık, 2013). Ancak miksomisetlerin dünya genelindeki yayılışına bakıldığında çok farklı substratlar üzerinde bulunmaktadır. Bu çalışma ile *L. parasitica* için ülkemizde ilk kez ağaç kabuğu dışında bir substrat tespit edilmiştir. Bu sayede özelde *L. parasitica* için genelde ise tüm miksomiset üyeleri için yeni bir alan işaret edilmektedir. Bundan sonra yapılacak araştırmalarda liken ve mantar uzmanlarının miksomisetlerin substratı olarak likenleri de göz önüne alıp çalışma yapmaları taksonların yayılış alanlarının daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

*Licea parasitica* çeşitli yayınlarda farklı liken taksonları üzerinde tespit edilmiştir. (Kocourkova, 2000;

Kukwa ve Czarnota, 2006; Kocourkova, 2000; Obermayer, 1993; Brackel, 2009; Czyżewska ve ark., 2008). Önceki substratları incelendiğinde *L. parasitica*, *M. glabratula* üzerinden ilk kez rapor edilmektedir.

*M. glabratula*, ülkemizde çok yaygın bir liken olup, muhtemelen üzerinde yaşayan miksomiset üyelerinin gözden kaçtığı öngörülebilir. Türkiye'de de, bundan böyle disiplinlerarası çalışmalarla hem oda şartlarında kurutma, hem de nemli oda tekniğiyle liken ve likenikol miksomisetlerin teşhisinin literatüre önemli katkılar sağlayacağı açıktır.

### Teşekkür

Teşhis sırasında yardımcı olan Dr. Wolfgang von Brackel'e teşekkür ederim. Bu çalışma, Anadolu Üniversitesi BAP Komisyonu tarafından 1307F287 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Baba, H. ve Arslan, Ç. (2017) *Licea pescadorensis*, A New *Myxomycetes* Record for Turkey. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 7 (4) 33-36.
- Bates, S.T. ve A. Barber. (2008). A preliminary checklist of Arizona slime molds. *Canotia*, 4: 8-19.
- Brackel, W. V. (2009). Weitere Funde von flechtenbewohnenden Pilzen in Bayern – Beitrag zu einer Checkliste IV. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 79: 5-55.
- Czyżewska K., Hachuła M., Łubek A. ve Zaniewski P. (2008). Distribution of Some Lichenicolous Fungi in Poland. II. *Acta Mycol.*, 43 (2) 193-206.
- Çağlar, A., Eroğlu, G. ve Kaşık, G. (2016). Tekke Bölgesinin (Elmalı-Antalya) Miksomisetleri. *Mantar Dergisi*, 7 (1) 18-23.
- Compagno, R., Gargano, M. L., La Rosa, A. ve Venturella, G. (2016) A contribution to the knowledge of myxomycetes diversity in volcanic islands, *Plant Biosystems*, 150 (4): 776-786
- Ergül, C. C., Dülger, B. ve Akgül, H. (2005). *Myxomycetes* of Mezit Stream valley of Turkey. *Mycotaxon* 92: 239-242 (a full checklist at [http://biyoloji.uludag.edu.tr/ergul/Checklist\\_001.pdf](http://biyoloji.uludag.edu.tr/ergul/Checklist_001.pdf)).
- Eroğlu, G. ve Kaşık, G. (2013). Myxomycete of Hadim and Taşkent Districts (Konya/Turkey) and Their Ecology. *BioDiCon*, 6 (3) 120-127.
- Eroğlu, G., Kaşık, G., Öztürk, C. ve Aktaş, S. (2015). Karacaören Baraj Gölü (Bucak-Burdur) Çevresinin Miksomisetleri. *SUFEFD*, 41: 76-82.
- Gotzsche, H.F. (1990). Notes on Icelandic myxomycetes. *Acta Bot. Isl.*, 10: 3-21.
- Keller, H. W. ve Brooks, T. E. (1977). Corticolous *Myxomycetes* VII: Contribution Toward a Monograph of *Licea*, Five New Species. *Mycologia*, 69: 667-684.
- Knight, K.J. ve Brims, M.H. (2010). Myxomycota census of Western Australia. *Nuytsia*, 20: 283-307.
- Kocourková, J. (2000). Lichenicolous Fungi of the Czech Republic (the first commented checklist). *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis*, 55 (3-4) 59-169.
- Kukwa, M. ve Czarnota, P. (2006). New or Interesting Records of Lichenicolous Fungi from Poland IV. *Herzogia*, 19: 111-123.
- Kylin, H., Mitchell, D.V., Seraoui, el-H., Buyck, B. (2013). Myxomycetes from Papua New Guinea and New Caledonia. *Fungal Diversity*, 59: 33-44.
- Lakhanpal, T. N. ve Chopra R. K. (1982). Taxonomic Studies of Indian Myxomycetes. XX. The Corticolous Myxomycetes. 1. *Sydowia*, 35: 127-131
- Liu C. H. ve Chang J.H. (2010). The genus *Licea* (*Myxomycetes*) in Taiwan. *Collection and Research*, 23: 21-30.
- Martin, G. W. (1942). Taxonomic Notes on *Myxomycetes*. *Mycologia*, 34: 696-704.
- Moreno, G., López-Villalba, A., Castillo, A., Romanenko, K.O., Leontyev, D.V. (2017). Notes on some *Myxomycetes* from Crimea (Ukraine). *Mycotaxon* 132 (3): 649-663.
- Novozhilov, Y.K., Zemlianskaia, I.V., Schnittler, M. and Stephenson, S.L. (2006). Myxomycete diversity and ecology in the arid regions of the Lower Volga River Basin (Russia). *Fungal Diversity* 23: 193-241.
- Obermayer, W. (1993). Die Flechten der Seetaler Alpen (Steiermark, Österreich). *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark*, 123: 91-166.



- Ocak, İ. ve Hasenekoğlu, İ. (2005). *Myxomycetes* from Trabzon and Giresun Provinces (Turkey). *Tr. J. of Bot.*, 29: 11-21.
- Ocak, İ. ve Konuk, M. (2018). Diversity and Ecology of *Myxomycetes* from Kütahya and Konya (Turkey) with Four New Records. *Mycobiology*, 46 (3): 215-223.
- Oran, R. B., Ergül, C. C. ve Dülger, B. (2006). *Myxomycetes* of Belgrad Forest (Istanbul). *Mycotaxon* 97: 183-187. (a full checklist at [http://biyoloji.uludag.edu.tr/ergul/checklist\\_003.pdf](http://biyoloji.uludag.edu.tr/ergul/checklist_003.pdf))
- Prylutskiy, O.V., Akulov, O.Y., Leontyev, D.V., Ordynets, A.V., Yatsiuk, I.I., Usichenko, A.S., Savchenko, A.O., (2017). Fungi and fungus-like organisms of Homilsha Forests National Park, Ukraine. *Mycotaxon*, 132, 705.
- Sesli E., Akata .I, Denchev T. T., Denchev C. M. (2016). *Myxomycetes* in Turkey—a checklist. *Mycobiota*, 6: 1–20.
- Szymczyk R, Kukwa M, Flakus A, Rodriguez Flakus P, Krzewicka B, Zaniewski P, vd. (2014). Lichens and allied non-lichenized fungi on the special area of conservation Natura 2000 “Swajnie” PLH 280046 (northern Poland). *Polish Journal of Natural Sciences*. 29 (4): 319-336.
- Takahashi, K., Harakon, Y. ve Fukasawa, Y. (2018). Geographical distribution of myxomycetes living on *Cryptomeria japonica* bark in Japan. *Mycoscience*, 59: 379-385.
- Tsurykau A., (2017) *Licea parasitica* (Myxomycetes) new to Belarus [*Licea parasitica* (Myxomycetes) *Bot. Lith.*, 23 (1): 63-64.
- Ukkola, T., Harkonen, M. ve Zeng, Z. (2001). *Myxomycetes* of Hunan Province, China. I. *Ann. Bot. Fennici*, 38: 305-328.
- Wrigley de Basanta, D. (1998). *Myxomycetes* from the bark of the evergreen oak *Quercus ilex*. *Anal. Jard. Bot. Madrid*, 56: 3-14.





Geliş(Received) :14/05/2019  
Kabul(Accepted) :26/06/2019

Derleme Makale/Review Article  
Doi:10.30708mantar.565034

## An Investigation of The Use of Mushrooms in The Research on Environmental Pollution

Muhammed Kamil ODEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Selçuk University, Sarayönü Vocational High School, Department of Environmental Technology, Konya, Turkey  
Orcid ID:0000-0002-0573-5634/ muhammedkoden@selcuk.edu.tr

**Abstract:** Efforts to eliminate environmental pollution are becoming more and more important. Because, with the rapidly increasing world population and technological developments, natural resources are rapidly being destroyed. In this respect, it is widely believed that 100 years later, human beings will find it difficult to find water and nutrients and environmental pollution will reach serious levels. These environmental impurities are known to be of organic, inorganic and biological origin. In terms of toxic effects, heavy metal group is more prominent. These pollutants can interfere with soil, air and water resources and threaten living things. The most important part of the studies in the prevention of environmental pollution is the cost of plant or application investment, additional consumables and chemical needs, operating costs and toxic effects of the outputs (such as a waste sludge) after treatment. Therefore, the use and investigation of the easier and economical application of natural products in environmental studies is gaining importance. In this study, the usability of fungi growing naturally in environmental pollution prevention studies were investigated. In the literature, some studies have been identified that remove pollutants with mushrooms and their process, fungus and optimization criteria were compared. The achievements were shared with the values and what kind of pollutants were removed. In the light of the information presented in this study, it was observed that parameter "Pleurotus mushroom" species were more preferred in these studies and high pollutant parameter removal was obtained.

**Key words:** Mushroom, Environment, Biosorption, *Pleurotus*, Pollution, Removal

### Çevre Kirliliği Araştırmalarında Mantarların Kullanımının İncelenmesi

**Öz:** Çevresel kirliliklerin ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar günden güne önem kazanmaktadır. Çünkü hızla artan dünya nüfusu ve teknolojik gelişmeler ile birlikte doğal kaynaklar hızla yok edilmektedir. Bu bakımdan bundan 100 yıl sonra insanoğlunun su ve besin bulmakta zorlanacağı ve çevre kirliliklerinin ciddi boyutlara ulaşacağı yönünde yaygın bir kanı bulunmaktadır. Bu çevre kirliliklerinin organik, inorganik ve biyolojik kökenli olabildikleri bilinmektedir. Toksik etkileri bakımından ise ağır metal grubu daha ön plana çıkmaktadır. Bu kirlleticiler toprağa, havaya ve su kaynaklarına karışabilmekte ve canlıları tehdit edebilmektedir. Mevcut çevre kirliliklerin önlenmesi çalışmalarında dikkat edilen kısımların başında, tesis veya uygulama yatırım maliyeti, ilave sarf malzeme ve kimyasal ihtiyacı, işletme maliyetleri ve arıtım sonrası oluşan çıktılar (çamur gibi) toksik etkisidir. Bu yüzden çevre çalışmalarında uygulaması daha kolay, ekonomik ve doğal ürünlerin kullanımı ve araştırılması günden güne önem kazanmaktadır. Bu araştırma çalışması ile doğal olarak yetişen mantarların çevre kirliliği önleme çalışmalarında kullanılabilirliği incelenmiştir. Literatürde mantar ile kirlitici gideren bazı çalışmalar tespit edilmiş ve bunların proses, mantar ve optimizasyon kriterleri kıyaslanmıştır. Elde edilen başarı değerleri ile birlikte ne tür kirliticileri giderdiği paylaşılmıştır. Bu çalışma içerisinde sunulan bilgiler ışığında "Pleurotus" mantar türlerinin bu çalışmalarda daha fazla tercih edildiği ve yüksek kirlitici parametre giderimi elde ettiği görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Mantar, Çevre, Biyosorpsiyon, *Pleurotus*, Kirlilik, Giderim





## Introduction

In today's world, the most important problems encountered in all geographies are water, food, energy need and rapidly consumed natural resources and generated environmental pollution due to rapid population growth. The resulting environmental pollution has adverse effects on the aquatic environment, soil and air. Different Environmental Engineering treatment methods and pathways are being tried to prevent these impurities and great successes are achieved in the removal of pollutants. The main advantages of all the works that are planned and to be done are, they need to be easy to be applied, they need to fewer energy needs, they shouldn't need extra chemical, and material (such as coagulant and adsorbent. In order to achieve these advantages in full, it is necessary to apply to nature, biotic and abiotic components.

Thousands of mushrooms (fungi) grow spontaneously in nature due to many microbiological and microbiological constituents in our world. It is known that there are quite a few species (about 10,000) of mushroom groups and about 60 - 70% of them are non-toxic, edible mushrooms. But not all of the desired flavor and quality. The number of mushrooms that can be cultured is close to 50 and the number of fungi produced commercially in the economic area is about 20-25. In our country in the 1970s only a few mushrooms can be grown in the plant, today, the number of enterprises and facilities of different sizes is close to 1000 and annual mushroom production amount is close to 30,000 tons (Aksu et al., 1996; Aksu, 2006; Deniz et al., 2016).

Edible fungi are considered as a healthy nutrient with high protein value for humans. 100 g of mushrooms; 4 g of protein, 0.26 g of fat, 3.75 g of non-dilute substances, 0.92 g of cellulose, 0.97 g of mineral matter are present. Mushrooms with these values have an important place among other vegetable species and they are more valuable than most of the vegetables in terms of their nutritional value (Chang and Buswell, 1996; Aşkun ve Işıloğlu, 1997; Polat ve Selvi, 2011; Ulzizjargal and Mau, 2011). 22% of the common mushroom samples are protein (mostly composed of basic amino acids), 5% fat (essential fatty acids in the human body), 63% fiber-containing carbohydrates, 10% as minerals in ash and many other such as thiamine, riboflavin, niacin, and biotin. It is known to contain vitamin (Matilla et al., 2000). Basic fatty acids and calorie-rich mushroom species are rich in plant proteins, minerals, and vitamins. In terms of healthy eating, consumption is increasing. In our country, due to the favorable environment and climate conditions in terms of mushroom cultivation, the potential for edible mushrooms is quite high (Demirci,

2010). Mushrooms are living things that reproduce with their spores. The spores are dispersed in the wind and can live in the soil for years. The climatic conditions, that is, the temperature and humidity of the soil and air, when appropriate, these spores germinate and give a fractionation. These mushrooms, which have a million species in our world and are generally referred to as cork mushrooms as shown in Figure 1, are mostly encountered as a foodstuff (Royse and Schisler, 1980; Pilz and Molina, 2002; Wasser, 2011).

In this review, different mushroom studies used in pollutant removal from the receiving environment of the Environmental Engineering were investigated. Along with the success yields, the optimization criteria of fungal varieties and processes were presented in the article and the success of the applications was compared.

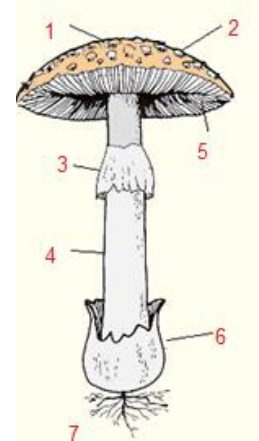


Figure 1. General view and parts of mushrooms (1: Cap (Pileus), 2:Scales, 3:Annulus, 4: Stipe, 5:Lamellae, 6:Volva, 7:Base ) (Coşkun, 2019)

## General characteristics of mushrooms

Mushrooms are eukaryotic organisms that are commonly found in nature and are not photosynthetic, which can grow in different environmental conditions with sexual and non-sexual reproductive characteristics. They show 3 different structures according to their morphological structure; 1. Mayans (Without Flamenco), 2.Molars (Flamenco), 3.Macrofungi (Miles and Chang, 1997). Mushrooms are usually divided into four sub-classes called *Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Chytridiomycota* and *Zygomycota*. Some edible mushrooms and macrofungi are all included in *Ascomycota* and *Basidiomycota*. Mushrooms are heterotrophic organisms because they do not carry chlorophyll differently from autotrophic plants and are unable to synthesize their own carbohydrates through photosynthesis. They supply carbohydrate requirements and some organic substances from their environment (Elmastaş et al., 2007).



These substances taken from the mushrooms are divided into three groups as parasitic, saprophytic and symbiotic. When fed with dead tissues, called saprophytic fed mushrooms, parasitic mushrooms and animal tissues or those living dependent on plants are called symbiotic fungi (Chang, 1999).

Fungi are considered as plants with their inability to act in terms of their properties, their cell walls in their cells, their proliferation ability. They do not contain chlorophyll and do not contain the organs that are common in the plants because they have a very different structure than high plants. Biologically it breaks down the substrates and therefore the fungi play an important role in the ecosystem. Mushrooms are defined as food and as a source that contains many bioactive components in

their medically valuable content (Sarıkürkçü et al., 2004; Bonfante and Genre, 2008; Guillamón et al., 2010). There are many studies investigating the contents of fungi in Turkey (İşildak et al., 2004; Akgül et al., 2016; Akın et al., 2019). Some of the data obtained from the study on the minerals of wild edible mushrooms made by Kaya et al. (2017) are given in Table 1. As can be seen from this point, the mushrooms are rich in minerals. Reproduction in mushrooms, according to the environmental conditions and species, non-sexual and sexual takes place. In most of the fungi, although both reproductive types are seen, non-sexual reproduction is more common and is carried out asexually spores (Sümer, 2000).

Table 1. The mineral content of some wild edible mushrooms (Kaya et al., 2017)

Mushroom Name	Habitat	Amount of mineral (mg/kg dry weight)			
		Ca	Fe	Mg	Mn
<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	Meadow	2627	306.4	62.39	31.08
<i>Leucoagaricus leucothites</i> (Vittad.) Wasser	Meadow	590.5	59.42	61.03	9.95
<i>Lycoperdon molle</i> Pers	Forest clearings	584.2	585.3	67.23	68.53
<i>Volvopluteus gloiocephalus</i> (DC.) Justo	Among grasses	2404	585	65.22	138.2
<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	Around Populus sp. remains	1794	148.4	62.34	12.91
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.) Maire	Around Populus sp. remains	2397	382.8	63.54	45.57
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	Forest and shrubby areas	1361	156	62.29	19.88
<i>Melanoleuca cognata</i> (Fr.) Konrad & Maubl.	Mixed forest	562.9	84.47	61.91	53.19
<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm	Pine forest	2487	217.4	62.07	12.54

### Therapeutic and anti-oxidant/microbial characteristics of mushrooms

As a result of scientific researches, it has been determined that some macrofungi species have various chemical compounds showing antibacterial, antifungal, antiviral and antiprotozoal properties. The organism needs such chemicals in order to survive in the environment where it lives and to give an advantage to the competitive species around it. The antimicrobial effects of macrofungi are caused by certain phenolic compounds, purines, pyrimidines, quinones, terpenoids, and phenyl propanoid derivative antagonistic substances, which are synthesized in the fungal structure and are usually organism-specific (Benedict et al., 1983; Aly and Bafiel, 2008; Bokhari, 2009; Amini et al., 2012).

Significant pharmacological and physiological features of fungi are to increase immunity, to preserve homeostasis and to regulate biorhythm, to prevent and improve various diseases, to cure life-threatening diseases such as cancer, stroke and heart diseases (Rathee et al., 2012). Edible fungi are considered as therapeutic foods in the treatment of diseases such as cancer, hypocholesterolemia, hypertension (Manzi et al., 2001).

In the studies, various therapeutic effects of fungi such as antimicrobial, anti-inflammatory and antibiotic effects have been shown. In terms of their antioxidant properties, mushrooms can accumulate various secondary metabolic products, including steroids, phenolic compounds, terpenes, and polyketides. There are also a variety of molecules, such as polysaccharides



and polyphenols, which are particularly effective in clearing free radicals known to be harmful to cells. It has been determined that phenolic compounds have an antioxidant effect on the inhibition of LDL (low-density lipoprotein) oxidation (Yu and Keller, 2005; Frisvad et al., 2008; Schneider et al., 2011; Kozarski et al., 2012). In addition to their protective effects on biological systems, phenolic compounds exhibit antioxidant activity. Antioxidant capacity of plant tissues; It is mainly related to the amount of antioxidants such as phenolic compounds, tocopherols, carotenoids and ascorbic acid and the activity of free radical scavenging enzymes (superoxide dismutase, catalase, peroxidase, etc.) (Yagi, 1970; Bartosz, 1997; Watanabe et al., 2008).

### Areas of usage of fungi

Fungi which are important parts of the ecosystem are important. They have an important place for people because of their roles. In addition to its harmful effects in human life, it also has beneficial effects. In addition, it plays a role in the decaying of plant and animal structures and causes the release of elements such as nitrogen, potassium, iron, phosphorus, sulfur, etc. in organic structures. They produce inorganic substances and thus help plants to make photosynthesis. Fungi have properties to break down cellulose. They cause deterioration of plant structures (Weimer, 1996; Gücin ve Tamer, 1997; Pérez et al., 2002).

In addition, in our country and in the world is a significant amount of cultural mushrooms. It is widely cultivated in Europe and has a high consumption of culture mushrooms (Chang and Miles, 1984; Demir, 2010; Eren et al., 2017).

Due to the flora and climatic conditions of Turkey, it is rich in natural fungi that can be grown in different environments. For this reason, edible varieties of macro mushrooms are collected in many regions of our country during the season they are grown and used as food and also trade is also done (Işıldak et al., 2004). When the distribution of culture mushroom production in Turkey is examined, *Agaricus* species is ranked first with 86%, *Pleurotus* species second with 10% and *Lentinula edodes* third with 3% (Eren ve Pekşen, 2016; Eliuz, 2019). There are also very different uses of fungi (Kaşık, 2010; Anonim a, 2019; Anonim b, 2019).

- They are used as yeast in bakery and fermentation industry.
- They are used in alcoholic beverages industry.
- They are used for industrial production of citric acid.
- They are used in bread making.

- They are used in the construction of some types of cheese.
- They are used in making many useful antibiotics such as penicillin.
- They are used in the preparation of some vitamins such as Thiamin, biotin and riboflavin.
- They are used in the production of some enzymes (amylase, pectolase) and hormones (such as gibberellin).
- They are used in genetic studies (*Neurospora* fungus).
- They are used in the construction of agricultural medicine.
- They are used in the construction of biological weapons.
- They are used as food.

In addition, different characteristics of the fungus are discovered and new areas of use can occur. A plastic-eating mushroom species found in a dump in Pakistan's capital Islamabad has been discovered and it is argued that the fungus may be a solution to the growing plastic pollution. According to the report published by the Royal Botanic Gardens in London, the fungus can dissolve the plastic, which has been dissolved in nature for centuries, in weeks (Çevre Aktüel, 2019).

### Results for chemical resistance applications of mushrooms

During the developmental adventure on earth, the human being explores and explores new sources (such as mushrooms) that grow naturally to treat both the food source and the health problems they face. However, during this research adventure, he also develops new inventions and new techniques. The use of mushrooms, which have been known for centuries, to be used within the scope of Environmental Engineering activities are also innovations in this field. There are studies to reduce or remove impurities by taking advantage of the absorption, retention or shredding properties of mushroom groups. Table 2 shows that different mushrooms are used in pollutant removal in different processes. In the studies, it is seen that heavy metal removal and high removal efficiency are obtained. In the research articles, the most preferred treatment process is the adsorption mechanism.

Mushrooms are used to remove pollutants from different environments such as water system (Law et al., 2003), industrial soils (Chiu et al., 2009), solution (Kumar et al., 2013), aqueous solution (Kamarudzaman et al., 2015; Kariuki et al., 2017), synthetic wastewater (Yang et al., 2017), Piggery wastewater (Yang et al., 2018), aqueous mixtures (Bettin et al., 2019).



Table 2. Pollutant removal studies with different fungi in the literature

Mushroom Name	Process	Parameters	Result of Removal, % or $q_e$	Optimization Criteria	Reference
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	Sorption	Pentachlorophenol (PCP)	89.0±0.4%	$C_0$ : 100 mg/L PCP, Time: 2 days	Law et al., 2003
<i>Penicillium lanosa-coeruleum</i>	Biosorption with Pretreatment	Cu(II) Lead(II) Ni(II)	>95%, 27%, 72%	T (°C): 25, pH 6.8-7.2, Time: 180 min	Ilhan et al., 2004
<i>Botrytis cinerea</i> (B. cinerea)	Biosorption	Cd(II) and Cu(II)	17.03 mg/g 9.23 mg/g	$C_0$ : 150 mg/L pH:5 T (°C): 25 Dosage: 2 g/L	Akar and Tunali, 2005
PEI-modified biomass of <i>P. chrysogenum</i>	Biosorption	Cr(VI)	279.2 mg/g (5.37 mmol/g)	T (°C): 25, pH 4.6, Time: 6 h	Deng and Ting, 2005
<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Batch Reactor	Remazol Yellow RR Gran, Remazol Red RR Gran, Remazol Blue RR Gran, KÖI, Aramatik Grup, Cu (II)	53.49%, 34%, 20%, 93.6%, 22.3%, 56%	$C_0$ :50 mg/L,	Demir et al., 2006
<i>Ganoderma carnosum</i>	Biosorption	Lead(II)	22.79 mg/g	Time: 10 min, pH:5 Dosage: 4 g/L	Akar et al., 2006
Fungal biomass	Biosorption	Cr(VI) and Cu(II)	74.58 , 58	Time: 60 min, pH:2 and 4, T (°C): 25 Dosage: 4 – 3 mg/L	Razmovski and Sciban, 2008
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	Biodegradation	TPH, oil and grease, phthalate	56–64%, 31–33%and 51–54%	3% SMC amendment	Chiu et al., 2009
ZnO nano-mushrooms	Photocatalysts, Photo-degradation	Methyl orange	92%	Time: 210 min	Kumar et al., 2013
<i>Agaricus bisporus</i>	Adsorption	Basic Red 18, Levafix Braun E-RN, Acid Red 111	400, 169.5, 140.9 mg/g	Time: 4 h, pH:3 and 8, Dosage: 0.2 g	Toptaş, 2014
<i>Pleurotus mushroom</i> compost	Biosorption	Mn(II)	successfully	$C_0$ : 10 mg/L Exhaustion time: 26.7 h,	Kamarudzaman et al., 2015
<i>Lepiota hystrix</i>	Batch adsorption	Lead(II), Cu (II)	3.9 and 8.9 mg/g	$C_0$ : 300 - 500 µg/g Time: 24-40 min, pH: 4.5 and 6, Dosage: 2.1- 1.5 g	Kariuki et al., 2017
<i>Rhizopus delemar</i>	Adsorption	tetrasiklin	1.117 mg/g	pH: 4, T (°C): 25	Kip and Açikel, 2018
<i>Flammulina velutipes</i> , <i>Auricularia polytricha</i> , <i>Pleurotus eryngii</i> and <i>Pleurotus ostreatus</i>	Ion exchange, Adsorption	Copper (II), Zinc (II), Mercury (II)	73.11%, 66.67%, 69.35%,	Time:120 min, pH: 6	Li et al., 2018
<i>Acinetobacter</i> sp. TX5	Fixed-bed reactor	$NH_4^+$ -N, TN, COD	89% 95% 82%	Time:8 h, pH: 7, Subunit mass: 65 kDa, Max rate: 35 µmol /min.mg	Yang et al., 2018
<i>Pleurotus sajor-caju</i> PS-2001	Stirred-tank bioreactor	phenol	69–76%	$C_0$ : 1 mmol/L pH 6.5 T (°C): 28.	Bettin et al., 2019





### Discussion and conclusion

Our country has different climate zones due to its half-sphere and it enables to grow different types of mushrooms. We have seen that the fungus we use for the treatment of nutrients and diseases until this time has found its place in different engineering disciplines. In this research, the studies on the removal of some parameters that cause environmental pollution with the help of different fungi were examined. The obtained information and results show that the fungi have found a significant use in this area. In addition, the results of the research articles examined showed a high rate of pollutant removal. In the light of the information presented in this

study, it was observed that parametre *Pleurotus* mushroom species were more preferred in these studies and high pollutant parameter removal was obtained. In the research articles, the most preferred treatment process is the adsorption mechanism. With the rapid development of the researches of molecular biology, biotechnology and environmental engineering science, it is seen that many ecological components naturally growing in nature will increase the use of environmental pollution prevention studies. Therefore, the importance of studying the fungus and providing them with different scientific fields will be very important.

### References

- Akar, T., & Tunali, S. (2005). Biosorption performance of *Botrytis cinerea* fungal by-products for removal of Cd (II) and Cu (II) ions from aqueous solutions. *Minerals Engineering*, 18(11), 1099-1109.
- Akar, T., Cabuk, A., Tunali, S., & Yamac, M. (2006). Biosorption potential of the macrofungus *Ganoderma carnosum* for removal of lead (II) ions from aqueous solutions. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 41(11), 2587-2606.
- Akın, İ., Alkan, S., Kaşık, G., (2019). Çorum İli'nden Toplanan Agaricaceae Familyasına Ait Bazı Mantarlarda Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi, *Mantar Dergisi/The Journal Of Fungus*, Nisan(2019)10(1)48-55.
- Akgül, H., Sevindik, M., Akata, I., Altuntaş, D., Bal, C. ve Doğan, M. (2016). Macrolepiota procera (Scop.) Singer. Mantarının Ağır Metal İçeriklerinin ve Oksidatif Stres Durumunun Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt 20, Sayı 3, 504-508.
- Aksu Ş., Işık SE., Erkal S., (1996). Türkiye'de kültür mantarının gelişimi ve mantar işletmelerinin genel özellikleri. *Türkiye V. Yemeklik Mantar Kongresi*, Yalova, 5-7 Kasım 1996. *Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü*. ss:1-14.
- Aksu, Ş., (2006). Kültür Mantarı Üretim Teknikleri, I. Baskı.
- Aly, MM., Bafiel, S., (2008). Screening for antimicrobial activity of some medicinal plants in Saudi Arabia. *World conference on medical and aromatic*, 2008.
- Amini, M., Safaie, N., Salmani, M. J., & Shams-Bakhsh, M. (2012). Antifungal activity of three medicinal plant essential oils against some phytopathogenic fungi. *Trakia J Sci*, 10(1), 1-8.
- Anonim a, (2019). Mantarları Hayatımızın Hangi Alanlarında Kullandığımız Ve Mantarların Yaşamımızdaki Önemi Nedir?, Erişim Tarihi: 08 Mayıs 2019, URL: <http://www.mynet.com/cevaplar/mantarlari-hayatimizin-hangi-alanlarinda-kullandigimiz-ve-mantarlarin-yasamimizdaki-onemi-nedir/6510582>
- Anonim b, (2019). Mantarların Biyolojik ve Ekonomik Önemi – Faydaları, Zararları ve Kullanım Alanları, Erişim Tarihi: 08 Mayıs 2019, URL: <http://www.bilgeniz.com/mantarlarin-biyolojik-ve-ekonomik-onemi-faydaları-zararları-ve-kullanım-alanları/>
- Aşkun, T., Işıloğlu M., (1997). Macrofungi of Balya (Balıkesir) County. *Turk J. Bot.* 21: 279-284.
- Bartosz, G., 1997. Oxidative stress in plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 19(1), 47-64.
- Benedict, C. V., Cook, W. J., Jarrett, P., Cameron, J. A., Huang, S. J., & Bell, J. P., (1983). Fungal degradation of polycaprolactones, *Journal of Applied Polymer Science*, 28(1).
- Bettin, F., Cousseau, F., Martins, K., Boff, N. A., Zaccaria, S., da Silveira, M. M., & Dillon, A. J. P. (2019). Phenol removal by laccases and other phenol oxidases of *Pleurotus sajor-caju* PS-2001 in submerged cultivations and aqueous mixtures. *Journal of environmental management*, 236, 581-590.
- Bokhari, F. M. (2009). Antifungal activity of some medicinal plants used in Jeddah, Saudi Arabia. *Mycopath*, 7(1), 51-57.
- Bonfante, P., & Genre, A. (2008). Plants and arbuscular mycorrhizal fungi: an evolutionary-developmental perspective. *Trends in plant science*, 13(9), 492-498.
- Çevre Aktüel, (2019). Plastik yiyen mantar keşfedildi: Çöp krizine çare olabilir, Erişim Tarihi: 08 Mayıs 2019, URL: <http://www.cevremuhendisligi.org/index.php/cevre-aktuel/haberler/991-plastik-yiyen-mantar-kesfedildi-cop-krizine-care-olabilir>
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (1984). A new look at cultivated mushrooms. *Bioscience*, 34(6), 358-362.
- Chang, S. T., & Buswell, J. A. (1996). Mushroom nutraceuticals. *World Journal of Microbiology and biotechnology*, 12(5), 473-476.
- Chang, S. T., (1999). World Production of Cultivated Edible and Medicinal Mushrooms in 1997 With Emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. in China. *International Journal Medicinal Mushrooms*, 1, 291-300.
- Chiu, S. W., Gao, T., Chan, C. S. S., & Ho, C. K. M. (2009). Removal of spilled petroleum in industrial soils by spent compost of mushroom *Pleurotus pulmonarius*. *Chemosphere*, 75(6), 837-842.



- Çoşkun, H., (2019). Mantarlar, <http://www.mwtrainer.bafex.de/mantar1.htm> , Web Sayfası, Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2019.
- Demir, G., Özcan, H.K., Elmaslar, E., Borat, M., (2006). Decolorization Of Azo Dyes By The White Rot Fungus *Phanerochaete chrysosporium*, *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, *Sigma* 2006/3, 74-85.
- Demir, H., (2010). Sağlığınız için mantar tüketin, *Hasad Gıda*, sayfa 14-15, Şubat.
- Demirci, Ö., (2010). Avrupa Ülkelerinde ve Türkiye’de Mantar Sektörü ve İlgili Düzenlemeler. Ankara Üniversitesi Avrupa Toplulukları Araştırma ve Uygulama Merkezi, *46. Dönem AB Temel Eğitim Kursu, Orman Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Deng, S., & Ting, Y. P. (2005). Polyethylenimine-modified fungal biomass as a high-capacity biosorbent for Cr (VI) anions: sorption capacity and uptake mechanisms. *Environmental science & technology*, *39*(21), 8490-8496.
- Deniz, M. U., Tütüncü, Ş., & Eren, E. (2016). The Problems Detected in Mushroom Cultivation in Ankara. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *4*(3), 182-188.
- Eliuz, E., A. E., (2019). Cam Kavanozda Yetiştirilen Shiitake (*Lentinula edodes*) Mantarının Bazı Morfolojik Özellikleri ve Antibakteriyel Performansı, *Mantar Dergisi/The Journal of Fungus*, Nisan, *10*(1)1-7.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkekul, I. ve Temur, N., (2007). Determination of Antioxidant Activity and Antioxidant Compounds in Wild Edible Mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, *20*, 337-345.
- Eren, E. ve Pekşen A. (2016). Türkiye’de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. *Turkish Journal of Agriculture. Food Sci Tech*, *4*(3) 189-196.
- Eren, R., Süren, T., Kızıleli, M., (2017). Gastronomik açıdan Türkiye’de yenilebilir yabancı mantarlar üzerine kavramsal bir değerlendirme. *Turizm Akademik Dergisi*, *4*(2), 77-89.
- Frisvad, J. C., Andersen, B., & Thrane, U. (2008). The use of secondary metabolite profiling in chemotaxonomy of filamentous fungi. *Mycological research*, *112*(2), 231-240.
- Guillamón, E., García-Lafuente, A., Lozano, M., Rostagno, M. A., Villares, A., & Martínez, J. A. (2010). Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, *81*(7), 715-723.
- Gücin, F. ve Tamer, A.Ü., 1997. Mikolojiye Giriş. *Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Ders Notları*, No:1, Bursa.
- Işıldak, Ö., Türkekul, İ., Elmastaş, M. ve Tüzen, M. (2004). Analysis of heavy metals in some wildgrown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. *Food Chemistry* *86*: 547-552.
- Ilhan, S., Cabuk, A., Filik, C., & Caliskan, F. (2004). Effect of pretreatment on biosorption of heavy metals by fungal biomass. *Trakya Univ J Sci*, *5*(1), 11-17.
- Kamarudzaman, A. N., Chay, T. C., Amir, A., & Talib, S. A. (2015). Biosorption of Mn (II) ions from aqueous solution by *Pleurotus spent mushroom compost* in a fixed-bed column. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *195*, 2709-2716.
- Kariuki, Z., Kiptoo, J., & Onyancha, D. (2017). Biosorption studies of lead and copper using rogers mushroom biomass ‘*Lepiota hystrix*’. *south african journal of chemical engineering*, *23*, 62-70.
- Kaşık, G. (2010). Mantar Bilimi, Marifet Ofset Matbaa ve Yayıncılık, Konya.
- Kaya, A., Kılıçel, F., Karapınar, H., S., Uzun, Y., (2017). Mineral Contents of Some Wild Edible Mushrooms, *Mantar Dergisi, Journal of Fungus*, Ekim, *8* (2),178-183.
- Kip, F., & Açikel, Ü. (2018). Rhizopus delemar ve candida türlerinin immobilizasyonu ile sentezlenen biyokompozitlerle tetrasiklin giderimi. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 2018.
- Kozarski, M., Klaus, A., Nikšić, M., Vrvic, M. M., Todorović, N., Jakovljević, D., & Van Griensven, L. J. (2012). Antioxidative activities and chemical characterization of polysaccharide extracts from the widely used mushrooms *Ganoderma applanatum*, *Ganoderma lucidum*, *Lentinus edodes* and *Trametes versicolor*. *Journal of food composition and analysis*, *26*(1-2), 144-153.
- Kumar, R., Kumar, G., & Umar, A. (2013). ZnO nano-mushrooms for photocatalytic degradation of methyl orange. *Materials Letters*, *97*, 100-103.
- Law, W.M., Lau, W.N., Lo, K.L., Wai, W.M., Chiu, S.W., (2003). Removal of biocide pentachlorophenol in water system by the spent mushroom compost of *Pleurotus pulmonarius*, *Chemosphere* *52*, 1531–1537.
- Li, X., Zhang, D., Sheng, F., & Qing, H. (2018). Adsorption characteristics of Copper (II), Zinc (II) and Mercury (II) by four kinds of immobilized fungi residues. *Ecotoxicology and environmental safety*, *147*, 357-366.
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L., 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, *73*, 321–325.
- Mattila, P.K., Konko, M., Eurola, J., Pihlava, J., Astola, L., Vahteristo, V., Hietaniemi, J., Kumpulainen, N., Valtonen, V., Piironen, V., (2000). Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in the cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *49*, 2343-2348.
- Miles, P. G., & Chang, S. T. (1997). *Mushroom biology: concise basics and current developments*. World Scientific.
- Pérez, J., Muñoz-Dorado, J., De la Rubia, T. D. L. R., & Martínez, J. (2002). Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *International microbiology*, *5*(2), 53-63.
- Pilz, D., & Molina, R. (2002). Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management*, *155*(1-3), 3-16.



- Polat, R., & Selvi, S. (2011). Edible macrofungi of Edremit Gulf (Balıkesir) in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(51), 10431-10436.
- Razmovski, R., & Šciban, M. (2008). Biosorption of Cr (VI) and Cu (II) by waste tea fungal biomass. *Ecological Engineering*, 34(2), 179-186.
- Royse, D. J., & Schisler, L. C. (1980). Mushrooms Their Consumption, *Production and Culture Development. Interdisciplinary science reviews*, 5(4), 324-332.
- Sarıkürkçü, C., Karıslı, S.D., Solak, M.H. ve Harmandar, M., (2004). Muğla Yöresi Yenilebilir Mantar Ekstraktlarının Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Türkiye 8. Gıda Kongresi*, Bursa, 57.
- Schneider, I., Kressel, G., Meyer, A., Krings, U., Berger, R. G., & Hahn, A. (2011). Lipid lowering effects of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in humans. *Journal of Functional Foods*, 3(1), 17-24.
- Sümer, S., 2000. Genel Mikoloji, *Nobel Akademik Yayıncılık*, 374 s, Ankara.
- Toptas, A., Demierege, S., Mavioglu Ayan, E., & Yanik, J. (2014). Spent mushroom compost as biosorbent for dye biosorption. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 42(12), 1721-1728.
- Ulziijargal, E., & Mau, J. L. (2011). Nutrient compositions of culinary-medicinal mushroom fruiting bodies and mycelia. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 13(4).
- Watanabe, T., Nakajima, Y., Konishi, T., 2008. In vitro and in vivo anti-oxidant activity of hot water extract of Basidiomycetes-X, newly identified edible fungus. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 31, 111–117.
- Yang, Y., Tao, X., Lin, E., & Hu, K. (2017). Enhanced nitrogen removal with spent mushroom compost in a sequencing batch reactor. *Bioresource technology*, 244, 897-904.
- Yang, Y., Lin, E., Sun, S., Tao, X., Zhong, L., & Hu, K. (2018). Piggery wastewater treatment by *Acinetobacter* sp. TX5 immobilized with spent mushroom substrate in a fixed-bed reactor. *Science of The Total Environment*, 644, 1460-1468.
- Yagi, K., 1970. A rapid method for evaluation of autoxidation and antioxidants. *Agricultural and Biological Chemistry*, 34, 142.
- Yu, J. H., & Keller, N. (2005). Regulation of secondary metabolism in filamentous fungi. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 43, 437-458.
- Wasser, S. P. (2011). Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, 89(5), 1323-1332.
- Weimer, P. J. (1996). Why don't ruminal bacteria digest cellulose faster?. *Journal of Dairy Science*, 79(8), 1496-1502



Geliş(Received) :09/10/2018  
Kabul(Accepted) :27/06/2019

Derleme Makale/Review Article  
Doi:10.30708mantar.468675

## Bitki Patojeni Fungusların Evrimini Etkileyen Bazı Faktörler

Esra GÜL

Ankara University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department  
Orcid No: 0000-0002-8001-3412/ esragul@ankara.edu.tr

**Öz:** Fungusların tür sayısının 2.2 ile 3.8 milyon arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu çeşitliliğe rağmen günümüzde tanımlanmış tür sayısı sadece 120.000'dir. Günümüzde ökaryotik makro organizmalara ait olan bazı fosillerin fungus olabileceği düşünülmektedir. Ökaryotik mikrofossiller üzerinde yapılan çalışmalar ise bu fosillerin fungus olduğunu aynı zamanda fungusların tahmin edilenden daha antik canlılar olduğunu göstermiştir. Bu fosillerle günümüzdeki fungusların morfolojik farklılıklarının analiz edilmesi, genomların karşılaştırmalı analizleri ve filogenetik analizler fungusların evriminde etkili olan faktörlerin aydınlatılmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda fungusların içerdiği enzimler ve bunları kodlayan genlerin filogenetik analizleri antik fungusların beslendikleri organizmalarla ilgili bilgi edinilmesini ve diğer organizmalarla ilişkilerinin belirlenmesi ya da tahmin edilmesinde kullanılabilir. Bu çalışmaların kombine bir şekilde yapılması fungusların evrimi hakkındaki bilgi birikiminin artmasını sağlayabilecektir. Bir patojenin evrimi üzerine birden fazla faktör etki edebilmektedir. Aynı zamanda, türlerde varyasyona neden olan bu faktörlerin etkisi patojene göre değişebilmektedir. Bu derleme bitki patojeni fungusların evriminde hangi faktörlerin etkili olduğuyla ilgili bilgi vermek amacıyla yazılmıştır. Bu faktörlerin ele alınması fungusların evrimsel süreçlerinin değerlendirilmesinde, bitki koruma açısından agresif ırkların oluşmasını engellemede ya da yavaşlatmada ve bu ırklarla mücadelede yol gösterici olabilir.

**Anahtar kelimeler:** Evrim, transpozon, poliploidi, hibridizasyon, rekombinasyon, yatay gen transferi.

### Mechanisms Effecting Evolution of Plant Pathogenic Fungi

**Abstract:** The number of species of fungi is estimated to be between 2.2 and 3.8 millions. Despite this diversity, only 120,000 species have been identified currently. Today, some fossils belonging to eukaryotic macro organisms are thought to be fungi. Studies on eukaryotic microfossils have shown that these fossils are fungi, but also that the fungi are more ancient than expected. Analyzing the morphological differences between these fossils and the current fungi, comparative analysis of genomes and phylogenetic analyzes will provide an insight into the factors influencing the evolution of fungi. At the same time, the enzymes contained in the fungi and the phylogenetic analysis of the genes encoding them can be used to obtain information about the organisms they feed on, and to determine or predict their relationship with other organisms. Conducting these studies in a combined way will increase the knowledge about the evolution of fungi. More than one factor can influence the evolution of a pathogen. At the same time, the effect of these factors, which cause variation in species, may vary according to pathogen. This review is written to give information about which factors are effective in the evolution of plant pathogenic fungi. Consideration of these factors may be helpful in evaluating the evolutionary processes of fungi and to preventing or slowing down the formation of aggressive races and controlling of these races in terms of plant protection.

**Key words:** Evolution, transposon, polyploidy, hybridization, recombination, horizontal gene transfer.





## Giriş

*Fungi*, *Chromista* ve *Rhizaria* alemleri bitkilerde patojen olan ökaryotik organizmaları içermektedir. International Commission on the Taxonomy of Fungi'ye göre bitkilerde patojen olan 48 *Fungi*, 3 *Chromista* ve 1 *Rhizaria* takımı bulunmaktadır (Anonymous, 2015). *Fungi* alemine ait olan gerçek funguslar 6 bölümde yer almaktadırlar (*Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Chytridiomycota*, *Glomeromycota*, *Microsporidia* ve *Zygomycota*) (Kirk ve ark., 2008). Fungusların tür sayısının 2.2 ile 3.8 milyon arasında olduğu tahmin edilmektedir. Günümüzde tanımlanmış tür sayısı ise sadece 120.000'dir (Hawksworth ve Lücking 2017).

Funguslar mikroskopik canlılar olmasına rağmen, son çalışmalara göre funguslar hayvanlarla ortak bir atayı paylaşmakta ve hayvanlarla evrim açısından birçok benzerlik göstermektedirler (Badouin ve ark., 2017). *Fungi* alemi yaklaşık 800-900 milyon yıl önce hayvanlarla ortak olan atasından ayrılmıştır. Günümüzde *Fungi* alemi yaşayan organizmaların en yaşlı ve en geniş gruplarından biri olarak kabul edilmektedir (Moore ve ark., 2011).

Fungusların taksonomisi yeni genotipik verilerin elde edilmesiyle değişmektedir. Örneğin türlerinin %60'ından fazlası bitkilerde patojen olan (Thines ve Kamoun, 2010) *Oomycetes* sınıfı artık *Fungi* alemi içerisinde değildir (Albertin ve Marullo, 2012). *Oomycetes* sınıfındaki patojenler artık *Chromista* alemi içerisinde yer almalarına rağmen, bitkileri enfekte etme şekilleri ve kamçılı gelişmeleri gibi özellikleriyle funguslara benzemektedirler (De Wilt, 2015).

Çok lokuslu filogeni çalışmaları sonucunda ilk dönem fungusların başlıca sucul ve zoosporik olabilecekleri, ve sporlarının hava yoluyla yayılmasının zayıf olduğu önerilmiştir (James ve ark., 2006). Daha sonraki dönemlerde fungal sporlardaki kamçıların kaybedildiği, sporların oluşmasında ve hava yoluyla yayılmasında yeni mekanizmaların meydana geldiği belirtilmektedir (James ve ark., 2006). Yani evrimsel süreç fungusların üreme ve yayılmasını kolaylaştırarak hayatta kalma kabiliyetlerinin artmasına neden olmuştur. Ayrıca funguslarda evrimsel süreç içerisinde kitince zengin sert bir hücre duvarı kazanılmış, ipliksi yapılar gelişmiş, saprofit ve patojenik yaşam tarzları edinilmiştir (Jones ve Richard, 2011).

*Ascomycota* ve *Basidiomycota* bölümlerini kapsayan *Dikarya* (James ve ark., 2006; Hibbett ve ark., 2007) alt alemi tanımlanmış fungus türlerinin yaklaşık %98'ini oluşturmaktadır (Szöllösi ve ark., 2015). Maya benzeri gelişim *Dikarya* alt aleminin erken ayrılan hatları arasında görülebilmektedir. Fungusların erken ayrılan hatlarında maya benzeri gelişim görülmesi nedeniyle *Dikarya* alt aleminde gözlenen maya benzeri gelişim

formunun, fungusların hayatta kalmasında avantaj sağlamış olabileceği düşünülmektedir (James ve ark., 2006).

Pektinler sadece *streptophyte* algleri, karasal bitkiler ve onların yakın akrabalarının hücre duvarlarında bulunan bir polisakkarittir. Pektin sentezi için gerekli genler de sadece karasal bitkiler ve gelişmiş *streptophyte* alglerinde tanımlanırken erken dönemde yer alan *streptophyte* alg türlerinde bulunmamaktadır. Fungusların pektinaz kodlayan genlerinin filogenetik analizlerine göre, ilk karasal fungusların atalarının tatlı sulardan karaya *streptophyte* algleri takip ettikleri ve enzim sistemlerini genişleterek karasal bitkilerle beslenmeye başladıkları tahmin edilmektedir (Chang ve ark., 2015).

Pektinaz kodlayan genlerin analizleri sonucunda, bitkilerle beslenen organizmalarda pektinazların iki katına çıktığı belirlenirken, basit şekerlerle beslenen *Dikarya* alemindeki mayaların pektinazlarının tamamını ya da çoğunu, hayvanları enfekte eden fungusların da pektinazları kaybettiği ortaya çıkmıştır (Chang ve ark., 2015). Bu yüzden pektik molekülleri parçalayan enzimler funguslarla karasal bitkiler arasındaki ilişkinin iyi bir göstergesidir (Chang ve ark., 2015). Bu enzimlerin genetik analizleri fungusların atasal besinleri dolayısıyla evrimi hakkında bilgi verebilmektedir. Çok erken funguslarda bitkileri parçalayabilen enzimlerin bulunması, fungusların en erken karasal bitkiler ile birlikte yaşadığı fikrini desteklemiştir (Chang ve ark., 2015).

Karasal fungusun ortak atasının yaşını tahmin etmek için 750 milyon yıldan daha yaşlı olmadığı tahmin edilen, hücre duvarında pektin bulunan *streptophyte* yaşı kullanılmıştır. Buna göre karasal fungusların karasal bitkilerden 100 milyon yıl önce ortaya çıktığı önerisi desteklenmiştir (Chang ve ark., 2015). Protein sekans analizleri de yeşil alg ve fungusların çoğu hattının karasal bitkilerden önce ortaya çıktığını desteklemektedir (Heckman ve ark., 2001).

Günümüzde bitki patojeni funguslar hem tarımsal hem de yabancı bitkiler üzerinde patojen olan organizmaların çok geniş ve heterojen bir grubunu içermektedir. Bu patojenler hem tarım alanlarında hem de depolarda ürün kayıplarına neden oldukları için ekonomik öneme sahiptirler (Lo Presti ve ark., 2015).

Günümüzde fungal hastalıklarla mücadelede dayanıklı çeşitler ve özellikle yoğun tarımın yapıldığı bazı bölgelerde hızlı ve etkili bir çözüm olduğu kabul edilen fungusitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Patojenlerin yeni ırklarını oluşturması patojenlerin kontrolünde sürekli olarak yeni çeşitlerin ıslah edilmesine, funguslarda ilaç dayanıklılığı problemlerinin artması ise sürekli olarak yeni fungusitlerin geliştirilmesine neden olmaktadır. Özellikle yoğun ilaç kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerindeki



etkilerini azaltmak için ve daha sürdürülebilir ya da entegre mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu derlemede patojenlerin değişmesinde hangi faktörler ya da mekanizmaların etkili olduğu sorusu değerlendirilmiştir. Bazı patojenlerde ırk oluşumuna neden olan faktörler hakkında bilgi verilmiştir. Bitki patojeni fungusların evrimini etkileyen bu mekanizmaların göz önünde bulundurulmasının bitki koruma faaliyetleri açısından yeni ırkların/patotiplerin oluşmasını yavaşlatmada ya da engellemede ve sürdürülebilir mücadele yöntemlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

## Bulgular

### 1.Fungus ya da fungus benzeri organizma fosilleri

Fungusların fungal yapıları iyi fosilleşemediği için ilk dönemlere ait fosil kayıtları zayıftır (Moore ve ark., 2011). Bitkiler ve hayvanlar var olmadan önce sığ deniz sularında birikmiş olan *Tappania* sp. nin fungus olup olmadığı bilinmemektedir (Berbee ve Taylor, 2010). Bilinen ökaryotik fosillerin en yaşlıları arasında olan bu fosilin etrafındaki anastomosis ipliklerinin fungal hif olabileceği önerilmiştir (Butterfield, 2005).

Fungus olabileceği düşünülen diğer bir fosil cinsi *Prototaxites*'dir. *Prototaxites* cinsine ait olan bazı fosiller 1 metreden daha fazla çapa ve 8.8 metre yüksekliğe ulaşabilmektedir (Huber, 2001). Bu boyutlarıyla o dönemde yaşayan karasal organizmaların en büyüğü olan bu canlıların, hem yaygınlık hem de çeşitlilik açısından ilk dönem karasal ekosisteminin ana parçası oldukları düşünülmektedir (Moore ve ark., 2011) (Şekil 1). Günümüzde *Prototaxites* üyelerinin ya liken ya da saprofit bir fungus olduğu düşünülmektedir. *Prototaxites* cinsi fosiller üzerinde yapılan incelemelerde, alglerde gözlenen filamentlerden farklı olan hifler ve saprofit funguslarda gözlenen sporofor bu canlının fungus olabileceğini göstermesine rağmen, fosillerde sporların bulunmaması nedeniyle sporofor yapısının şüpheli kaldığı belirtilmiştir (Selosse, 2002).

Son zamanlarda elektron ve ışık mikroskobuyla yürütülen çalışmalarda ise *Prototaxites taiti* türünde *Ascomycetes* sınıfındaki funguslarda görülen apotheciuma benzeyen hymenium tabakası ile askus, askosporlar ve parafiz gözlenmiştir. Bu fungusun *Taphrinomycotina* ve likenleri de içeren *Pezizomycotina* alt bölümünün özelliklerini taşıdığı belirtilmiştir. Günümüzde *Prototaxites* cinsinde yer alan yaklaşık 14 tür tanımlanmıştır (Honegger ve ark., 2017).



Şekil 1: Bilinen en büyük *Prototaxites* fosili (Huber, 2001).

Günümüzdeki funguslara benzeyen fosillerden en yaşlıları arasında *Glomeromycota* fosilleri (400-460 milyon yaşında) bulunmaktadır. Bu fosillerin yaşı vasküler bitkiler ortaya çıkmadan önce, karasal florada sadece yosun, liken ve siyonabakteriler bulunduğu zaman, bu fungusların var olduğunu göstermiştir (Moore ve ark., 2011).

Bu fungusların hem vasküler bitkilerden önce hem de erken vasküler bitki fosili dokularında tespit edilmiş olması, arbüsküler mikorizal fungusların karasal bitkilerin başarısında önemli bir role sahip olabileceğini göstermiştir (Redecker ve ark., 2000). Günümüzde *Glomeromycota* bölümündeki funguslar bitkilerle simbiyotik bir ilişki oluşturmaktadır.

Yaklaşık 1,010-890 milyon yıl yaşındaki mikrofosillerin (*Ourasphaira giraldae*) belirlenmesi ise fungusların daha yaşlı organizmalar olduğunu ortaya çıkarmıştır (Loron ve ark., 2019). Mikrofosillerin morfolojisi, hücre duvarının ultrastrüktürü ve kimyası (çift tabakalı hücre duvarının dış tabakasının kitin, glukan ve proteinlerden oluşması) fungus olduklarını göstermiştir. (Loron ve ark., 2019).

Günümüzde tespit edilmiş en yaşlı fungus fosilleri olmaları nedeniyle, bu mikrofosiller fungusların ve fungus, metazoa ve protistleri kapsayan Opisthokonta üst grubunun evrimi için yeni bir kalibrasyon noktası sağlamıştır (Loron ve ark., 2019). Ökaryotik canlıların ortaya çıktığı Proterozoic devirden daha fazla fungus ve ökaryot organizma fosillerinin keşfedilmesinin, ilk dönemlerdeki biyosfer evriminin aydınlatılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 2. Evrimi etkileyen mekanizmalar

Bu derlemede funguslarda evrimi etkileyen mekanizmalar; Doğal seçim, birlikte evrimleşme, gen akışı, genetik sürüklenme, çevresel değişimler,



rekombinasyon, mutasyonlar, yatay gen transferi başlıkları altında değerlendirilecektir. Doğal seçim, genetik sürüklenme, göç ve mutasyonun patojen popülasyonlarının genetik yapısı ve çeşitliliği üzerine ana etkisi bulunmaktadır. Ancak bu faktörlerin nispi rolleri farklı patojen ve konukçular arasında, epidemiyolojik döngü aşamaları arasında, tarımsal ve doğal ekosistemlerde önemli derecede değişebilmektedir (Burdon ve Silk, 1997). Örneğin; genetik sürüklenme popülasyon içinde genotipik çeşitliliği azaltırken göç genotipik çeşitliliği arttırabilmektedir (Burdon ve Silk, 1997). Bazı durumlarda ise evrimi etkileyen bir faktör diğer faktörler üzerine aynı yönde etki ederek genetik çeşitliliğin artmasını sağlayabilmektedir. Örneğin; bazı patojenlerin yeni coğrafik alanlara yayılmasına neden olan iklim değişimi, patojenlerdeki konukçu değişimi, hibridizasyon ve yatay gen transferi olaylarını arttırabilmektedir (Santini ve Ghelardini, 2015).

Türlerde varyasyona neden olan bu faktörlerin etkisi patojene göre değişebilmektedir. Yeni bir türün oluşumunda hibridizasyon gibi tek bir faktör (Newcombe ve ark., 2000) etkili olduğu gibi, birden fazla faktör de etkili olabilmektedir (Fourie ve ark., 2009).

### 2. 1. Doğal seçim

Adaptif özelliklerin evriminden sorumlu olan bir süreç olan doğal seçim evrimsel değişimin ana mekanizmalarından biridir (Gregory, 2009).

Doğal seçimdeki temel nokta üreme başarısıdır (Freeman ve Herron, 2009). Belirli fenotipteki bireylerin hayatta kalarak daha fazla döl vermeleri sonucunda seçim meydana gelmektedir (Agrios, 2005). Doğal seçim patojenin kendisiyle ilgili, konukçu, vektör, çevre ve patojenin yaşam döngüsü gibi hemen her faktör tarafından etkilenmektedir (Agrios, 2005).

Tekdüze bir çevrede, seçilimin belirli genotiplerin lehine olması çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır ancak konukçu varyasyonunun önemli olduğu daha doğal koşullarda seçim çeşitliliği geliştirebilmektedir (Burdon ve Silk, 1997). Örneğin; bitki koruma açısından düşünüldüğünde üretim alanlarında dayanıklı çeşitlerin kullanılması patojen ırklarının bazılarının daha az görülmesine ya da yok olmasına neden olurken, konukçuyu enfekte edebilen patojen ırklarının daha hakim hale gelmesine neden olabilmektedir. Patojenin alternatif konukçu türleri ise genotipik çeşitliliğin artmasına neden olarak fungusların yeni patotiplerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Burdon ve Silk, 1997).

### 2. 2. Konukçu-patojenin birlikte evrim geçirmesi

Birlikte evrimleşme hem bitki hem de patojenlerdeki popülasyon düzeyini ve genetik varyasyonu şekillendirmektedir (Möller ve Stukenbrock, 2017).

Başarılı bir enfeksiyon için üreme ve yayılmanın gerekli olması nedeniyle, konukçu bir patojenin evriminde oldukça önemlidir (Möller ve Stukenbrock, 2017).

Virulans gen/genleri içeren bir patojene karşı bitki yeni bir dayanıklılık geni elde ettiğinde, bitki patojenin bütün bireylerine ya da çoğu bireyine karşı dayanıklılık kazanmaktadır (Agrios, 2005). Ancak patojenin daha agresif olan yeni ırklarının ortaya çıkması bitkilerdeki dayanıklılığın kırılmasına neden olabilmektedir.

Bitki ve patojenleri arasındaki dayanıklılık genleri ve virulans genlerinin dinamiği "trench-warfare" ve "arms race" evriminin bir kombinasyonunu içermektedir (Möller ve Stukenbrock, 2017). Bitki ve patojenlerin birlikte evrimleşme dinamikleri doğada büyük ölçüde trench-warfare modelinde ortaya çıkarken, tarımsal alanlarda arms race modelinde oluşmaktadır (Brown ve Tellier, 2011).

Trench warfare modelinde efektör ve bitki hedef allelleri popülasyonda korunmaktadır. Doğal ekosistemlerde meydana gelen bu modelde konukçu-patojen arasındaki etkileşimi sağlayan efektör ve bitki hedef allellerinin çeşitliliği sabittir (Möller ve Stukenbrock, 2017).

Tarımsal ekosistemlerde görülen arms race dinamiğinde, özellikle patojenlerin evrimi doğal ekosistemlerden çok daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu modelde hem konukçu hem de patojende sürekli yeni efektör ve bitki hedef allelleri gelişmektedir (Lo Presti ve ark., 2015). Arms race modelinde, konukçu bireylerin öneminin daha az olduğu, tarımsal ekosistemlerdeki patojenlerin evriminin ise doğal ekosistemlerden çok daha hızlı gerçekleştiği belirtilmektedir (Brown ve Tellier, 2011). Günümüzde patojenlerin dayanıklılık genlerini aşmaları ve virulansı yüksek olan yeni ırklarını oluşturmaları ürün kayıplarının artmasına neden olmaktadır. Birlikte evrimleşmenin tarımda istikrarsız hale gelmesinde, patojenin yeni oluşan ırklarını kontrol etmek için sürekli olarak yeni dayanıklılık genlerine sahip ticari çeşitlerin tarıma girmesinin etkili olabileceği belirtilmektedir (Brown ve Tellier 2011).

#### 2. 2. 1. Efektörler

Efektörler genellikle bitkiyle temastan hemen sonra ifade edilen proteinler ya da biyosentetik enzimler tarafından kodlanan metabolitler olabilirler. Funguslar konukçu savunmasını baskılamak ve fungal istilayı başarmak için efektörler salgılamaktadır (Lo Presti ve ark., 2015).

Efektörler fungusun hücre duvarına yapışabilir, apoplasta yerleşebilir ya da bitki hücresine aktarılabilirler (Lo Presti ve ark., 2015). Bazı efektörler kloroplast ya da çekirdek gibi hücresel kısımlara da geçmektedir (Möller ve Stukenbrock 2017). *Phytophthora* cinsi fungusların





RXLR efektörleri ise enfeksiyon süresince haustoriumun olduğu bölgede birikmektedir (Gilroy ve ark., 2011). Efektör genlerin delesyonu efekteli dokudaki fungal biyokitlenin azalmasına, hastalık belirtilerinin azalmasına ve/veya bitkinin tepkisinin değişmesine neden olmaktadır (Lo Presti ve ark., 2015).

Patojenler ve efektörlerinin yeni konukçulara nasıl adapte olduğu ve özelleştiği hakkında çok az şey bilinmektedir (Dong ve ark., 2015). Yeni bir çevreye giriş yeni konukçuları kolonize ederek evrim geçirmede bitki patojenlerine büyük bir fırsat sunmaktadır (Santini ve Ghelardini, 2015). Modern tarım uygulamaları da yeni bitki hastalıklarının seleksiyonunu ve yayılmasını kolaylaştırabilmektedir (Daverdin ve ark., 2012).

### 2. 3. Gen akışı

Gen akışı coğrafik olarak ayrı bir popülasyondan diğerine bazı alellerin (genlerin) hareket etmesi sürecidir (Agrios, 2005). Bu süreç genlerin hareketiyle sonuçlanan bütün mekanizmaları kapsamaktadır (McDermott ve McDonald, 1993). Gen akışı sonucunda farklı popülasyonlar arasındaki genetik farklılıklar azalmaktadır (Agrios, 2005).

Çevresel, biyolojik ve genetik faktörler gen akışını etkilemektedir (Rogers ve Rogers, 1999). Patojenlerdeki gen akışına insanların tarımsal uygulamaları, kıtalar arası seyahatleri ve ticareti de önemli derecede etki edebilmektedir (Agrios, 2005).

Neslin tükenmesi ve yeniden kolonileşme süreci patojen popülasyonlarındaki gen akışının önemli bir kaynağı olabilmektedir. Lokal mutasyonlar lokal farklılıkları artırma eğiliminde iken gen akışı lokal farklılığı azaltma eğilimindedir. Bu durumda yeniden kolonileşmenin sonucunda popülasyonlar arasındaki farklılık azalmaktadır (McDermott ve McDonald, 1993).

Bitki patolojisinde gen akışı farklı popülasyonlar arasında virulent mutant alellerin hareketi ile ilgili olduğu için çok önemlidir. Bir patojende gen akışının yüksek olması patojen popülasyonunun ve patojenin yayıldığı coğrafik alanın boyutunda artışa neden olmaktadır. Bu nedenle yüksek düzeyde gen akışı gösteren patojenlerin genellikle genetik çeşitliliği daha yüksektir ve bu patojenler tarımsal açıdan çok daha etkili olmakta ve çok daha büyük tehdit oluşturmaktadır (Agrios, 2005).

Avustralya'da kara pas etmenindeki değişimler, gen akışının uzak mesafelerdeki patojen popülasyonlarında nasıl genotipik çeşitliliğe neden olabileceğini gösteren bir örnektir (Burdon ve Silk, 1997). Rüzgar yoluyla yayılan bir patojen olan kara pasın sporları okyanusları aşarak başka kıtalara taşınabilmektedir. Patojenin Afrika orijinli ırklarının sporları Hint okyanusunu aşarak Avustralya kıtasına ulaşabilmektedir. Afrika ve Avustralya popülasyonları

arasındaki genetik yakınlık gen akışının olduğunu göstermektedir (Burdon ve ark., 1982). Uzak mesafelere patojenin hava yoluyla taşınabiliyor olması patojenin virulansı yüksek olan yeni ırklarının dünyadaki diğer bölgelere yayılabileceğini göstermektedir.

Gen akışının belirlenmesinde, popülasyonlar moleküler markırlar kullanılarak karakterize edilmektedir. Bu şekilde nadir ya da özel allellerin hareketi belirlenebilmektedir (McDermott ve McDonald, 1993).

### 2. 3. 1. Hibridizasyon

Hibridizasyon aynı türlerin iki farklı tür ya da iki farklı bireyden genomların birleşmesidir. Hibrit türler eşeyli veya eşeysiz rekombinasyonla oluşabilmektedir (Stukenbrock, 2016). Bu durum yeni konukçu özelleşmesine sahip süperpatojenlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Hem eşeyli hem de eşeysiz etkileşimleri içerebilen hibridizasyon, fungal genlerin karışmasına ve yatay gen transferine önemli derecede katkı sağlamaktadır (Aguileta ve ark., 2009; Möller ve Stukenbrock, 2017).

Aynı coğrafik alandaki funguslar genellikle türler arası hibridizasyona karşı güçlü genetik bariyerler (eşeyli ya da eşeysiz) göstermektedirler. Dobzhansky (1937)'e göre bu bariyerler muhtemelen ekolojik nişe optimal adaptasyonu sağlayan gen kombinasyonlarını korumaktadır. Türler arasında virüsler gibi zararlı genetik elementlerin yayılması bu bariyerler sayesinde önlenmektedir. Coğrafik olarak izole kalan funguslar arasında ise bu bariyerler olmayabilir ya da zayıf olabilir. Bu yüzden teoride, hibridizasyon büyük bir olasılıkla funguslar yeni coğrafik bölgelere yayıldıkları zaman gerçekleşmektedir (Brasier, 2000).

Göç ve gen akışının olmaması nedeniyle coğrafik olarak izole kalmış popülasyonlar, genetik olarak farklı olabildiği için varyasyonu başlatmada işlev görebilmektedirler. Bu süreç etkileşen türlerden birinde patojenisitede artışla ya da yeni bir bitki hastalığının ortaya çıkmasıyla bile sonuçlanabilmektedir (Santini ve Ghelardini, 2015).

Farklı bitki türlerine özelleşmiş patojen türleri arasındaki hibridizasyon tarıma yeni girmiş bitkilere karşı bir adaptasyon mekanizmasına neden olabilmektedir. Örneğin; külemeye dayanıklı hexaploid genomlu buğday ve çavdar bitkilerinin melezlenmesiyle elde edilen triticale bitkisi ticari olarak tarıma 1960 yılında girmiştir. 2001 yılında bu bitki üzerinde küleme etmeni gözlenmeye başlamıştır. *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* Marchal ve *Blumeria graminis* f. sp. *secalis* Marchal'in hibridizasyonu, triticale'yi enfekte eden *Blumeria graminis* f. sp. *triticales* Wittm.'nin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu örnek yeni bir konukçuya sıradışı bir şekilde hızlı adaptasyonu göstermektedir. Aynı zamanda dayanıklı çeşit elde





etmede kullanılacak bitkilerin seçilmesinde dikkatli olunması gerektiğini ortaya koymaktadır (Menardo ve ark., 2016). Diğer taraftan, hibrit patojenin hibrit çeşit dışında konukçu aralığını artırarak buğdayı da enfekte edebilmesi (Menardo ve ark., 2016), tarımsal açıdan ayrı bir problem olarak değerlendirilebilir.

*Blumeria graminis* f. sp. *triticales* Wittm.'nin hibridizasyonla ortaya çıkmasına triticales hibrit çeşidinin geliştirilmesi etki ettiği için, hibridizasyona dayalı birlikte evrimleşmenin *Blumeria graminis*' in evrimsel hikayesini oluşturabileceği düşünülmektedir (Menardo ve ark., 2016).

Benzer şekilde; *Melampsora x columbiana* Amerika'nın doğu bölgelerinde başlıca *Populus deltoides* Marshall'i enfekte eden *M. medusae* Thüm. ve ülkenin batı bölgelerindeki *P. trichocarpa* Hooker'ı enfekte eden *M. occidentalis* Jacks. arasındaki doğal hibridizasyon sonucu meydana gelmiştir (Newcombe ve ark., 2000).

Hibritler eğer fertil olurlarsa, ana türlerle rekabet edebilirler ve yeni bir konukçuyu kolonize etmesini sağlayacak özellikler kazanarak farklı bir yeni tür oluşturabilirler (Möller ve Stukenbrock, 2017). Türler arası hibritlerin, daha agresif olmaları ya da başka bir konukçuyu enfekte etme yeteneğine sahip olmaları durumunda hayatta kalmaları daha olasıdır (Brasier ve ark., 1999).

Bazı durumlarda ise hibritler bir türden diğerine genetik materyalin geçişinde köprü vazifesi gördükleri için geçici bir aşamayı temsil edebilmektedir (Möller ve Stukenbrock, 2017).

### 2. 3. 2. Yatay gen transferi

Yatay gen transferi (YGT) dikey olarak yani üreme yoluyla gen akışının olmadığı filogenetik olarak farklı organizmalar arasında genetik materyalin transfer edilmesini içermektedir (Sun ve ark., 2013).

Prokaryotlara göre ökaryotlarda daha az görülen YGT'nin fungal genomlarda evrime etkisi daha azdır. Ancak funguslardaki YGT'nin diğer ökaryotlara göre daha önemli bir evrimsel faktör olabileceği düşünülmektedir (Rosewich ve Kistler, 2000). Genom evrimi üzerine etkisi küçük olmasına rağmen YGT'nin fenotipik sonuçlarının önemli olabileceği ve fungusların bu sayede yeni ekolojik nişler oluşturabileceği düşünülmektedir (Soanes ve Richards, 2014).

YGT bitki patojenlerinin genom yapısını değiştirebilen ve virulansına katkı sağlayabilen bir mekanizmadır (Manning ve ark., 2013). Patojenisite ya da konukçu spesifikliğini değiştiren kromozomlar funguslar arasında transfer edilebilmektedir (Sun ve ark., 2013). YGT genleri yeni çevreye adaptasyonu hızlandırabilir, konukçu aralığının genişlemesine ya da değişmesine, yeni çevrelerde kolonize olmaya ya da daha önce ölümcül

olan koşullarda patojenin hayatta kalma yeteneğini kazanmasına neden olabilirler (Mitrevva ve ark., 2009).

Eğer genler aynı kromozom üzerinde ya da kümeler halindeyseler, bir YGT olayında birden fazla gen taşınabilmektedir (Van Der Does ve Rep, 2007). Genom sekansları, türler ve alemler arasında bile çoklu gen transferlerinin olduğunu göstermiştir. Alemler arası YGT, özellikle bakteriyel-fungal YGT fungal metabolizma, yayılma ve patojenisitenin evriminde önemli bir rol oynamaktadır. Bitki ve hayvanlardan funguslara gen transferinin ise önemli metabolik özelliklerin kazanılmasını sağlayabileceği düşünülmektedir (Sun ve ark., 2013).

Alemler arası YGT'ye örnek olarak *fungi* aleminden *chromista* alemine gen transferi verilebilir. Ökaryotik Cyt b genleri muhtemelen Alphaproteobacteria'daki antik bir prokaryotik genden köken almaktadır. *Chromista* alemindeki *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & Curtis) Rostovzev'in Cyt b genlerinin Hypocreales'deki bir fungusun horizontal olarak transfer edildiği kanıtlanmıştır (Yin ve ark., 2014).

Konukçu bitkiden fungusa YGT transferine örnek olarak *Hordeum vulgare* L.'den *Pyrenophora*'ya lösince zengin tekrar proteinlerini kodlayan genin transferi verilebilir. Bu proteinin transfer edilmesinin konukçu bitkiye enfeksiyonu kolaylaştırabileceği ifade edilmektedir (Sun ve ark., 2013).

Fungus türleri arasında da YGT meydana gelmektedir. Örneğin *Pyrenophora tritici-repentis* (Diedicke) Drechsler'e *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castell. & Germano'dan konukçuya spesifik ToxA toksinini kodlayan genin YGT ile transfer edilmesi, patojenin buğdayı enfekte etme yeteneği kazanmasına neden olmuştur (Friesen ve ark., 2006).

Funguslarda YGT kromozom düzeyinde gen kümeleşmesi ve B- kromozomların kazanılması ve kaybedilmesi olmak üzere iki dinamikte bağlantılıdır (Soanes ve Richards, 2014).

#### 2. 3. 2. 1. Gen kümeleşmesi ve B- kromozomlar

Gen kümeleşmesi funguslarda yaygındır ve kümedeki her bir gen enzim ya da düzenleyici kodlamaktadır (Soanes ve Richards, 2014).

B- kromozomlar; soya spesifik kromozomlar, koşula bağlı kromozomlar, accessory kromozomlar, ekstra kromozomlar, ek kromozomlar-yardımcı kromozomlar olarak da adlandırılmaktadır. Normal kromozomların aksine bu kromozomlarda düzensiz mitoz ve mayoz görülmektedir. Her zaman çiftler halinde görülmeyen bu kromozomlar mayoz sırasında karşı kutuplara ayrılmaktadırlar (Camacho ve ark., 2000). Birkaç fungus türünde ise B- kromozomların mitoz ve



mayoz süresince kaybolduğu görülmüştür (Möller ve Stukenbrock, 2017).

Sadece ökaryotik organizmalarda tespit edilmiş olan bu kromozomlar aynı patojenik türlerin bütün izolatlarında bulunmamaktadır. Tipik olarak tekrar eden DNA'ca zengindirler ve çekirdekdeki genomlardan daha düşük gen yoğunluğuna sahiptirler. Bu kromozomlardaki genler çekirdekdeki genomlara göre daha hızlı evrim geçirmektedir. Funguslarda B- kromozomlardaki genlerin çekirdekdeki kromozomlar ya da yakından akraba türlerde bulunan genlerle homolojisi zayıftır (Croll ve Mcdonald, 2012).

Bu kromozomlar popülasyonlar arasında virulans özellikleri başarılı bir şekilde transfer edebilmektedir. Çoğu patojenisiteye katkı sağlayan gen kümeleri içeren B- kromozomlar fungusun hayatta kalması için gerekli değildir ve yakından akraba türler ya da aynı türün ırkları arasında bile dağılımları farklılık göstermektedirler (Soanes ve Richards, 2014). Örneğin; *Alternaria alternata* (Fries) Keissler elma patotiplerinin alt kültüre alınması nedeniyle patojenisitesini kaybetmiş olan izolatlarında AM toksin üretiminden sorumlu genlerin (AMT geni) bulunduğu 1.1 Mb kromozom kaybı tespit edilmiştir (Johnson ve ark., 2001).

Farklı *Alternaria alternata* ırklarının konukçuya spesifik toksin üretiminden sorumlu genlerinin çoğu bu kromozomlar üzerindedir (Soanes ve Richards, 2014). *A. alternata*'nın çilek ve domates patotiplerinden protoplast birleştirmesiyle elde edilen sentetik bir hibrit ırkın hem çilek hem de domateste hastalığa neden olduğu belirlenmiştir. Bu iki patotip arasındaki B- kromozomların YGT'si bu duruma neden olmuştur. İki farklı patotip arasındaki hibrit bir ırkın atasal ırklardan türeyen B- kromozomlara sahip olması konukçu aralığını genişletmektedir (Akagi ve ark., 2009). Bu kromozomlar konukçu aralığının genişlemesine neden olabilen yeni virulans faktörlerinin edinilmesini de sağlayabilmektedirler (Croll ve Mcdonald, 2012). Bunun dışında, patojenisite için önemli olan efektör ve efektör uyaran transkripsiyon faktörlerini de kodlamaktadırlar (Möller ve Stukenbrock, 2017).

B- kromozomların *Nectria haematococca* (Anamorf: *Fusarium solani*) izolatlarının konukçu aralığının belirlenmesinde rolü bulunmaktadır. Bu kromozomlar yatay olarak hareket edebilirler ve *F. oxysporum* hatları arasında konukçu spesifikliğin değişmesine aracılık edebilirler (Möller ve Stukenbrock, 2017).

*Pyrenophora tritici-repentis*'deki ToxA (konukçuya spesifik toksin) YGT'nin patojenisite üzerinde sahip olabileceği etkiyi göstermek için iyi bir örnektir. ToxA toksine hassas çeşitlerde hızlı hücre ölümünü uyaran bir

virulans faktörüdür. ToxA arpa patojeni *Pyrenophora teres* Drechsler'de rapor edilmiştir. Buğday patojeni *Stagonospora nodorum*'da ToxA geninin keşfedilmesi *S. nodorum*'dan *Pyrenophora tritici-repentis*'e ToxA'nın YGT ile aktarıldığına dair hipoteze sebep olmuştur (Manning ve ark., 2013).

Araştırmacılar transpozon elementlerin de ökaryotlarda yatay olarak hareket edebileceğini önermişlerdir. Transpozon elementleri patojen ve/veya ırkların virulansı üzerine etki ettiği gibi aynı zamanda genom büyüklüğünde ve varyasyonunda artışlara neden olarak türlerin birbirlerinden ayrılmasını sağlayabilmektedirler. Örneğin; üç *Fusarium* türünün karşılaştırmalı genom analizlerine göre, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (60 megabaz), *F. verticillioides* (Fv) (42 Mb), ve, *F. graminearum* (Fg) (36 Mb) türlerinin genom büyüklüklerindeki farklılıklar transpozonlardan kaynaklanmaktadır. (Ma ve ark., 2010). Benzer bir şekilde, *Pseudocercospora musae* (83 Mb), *P. eumusae* (54 Mb) ve *P. fijiensis* (74 Mb) türlerinde genom büyüklüklerinde farklılıklar bulunmaktadır (Chang ve ark., 2010).

Transpozon içeren kromozomların transferinin aynı zamanda patojenisite üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. *Fusarium* cinsinde patojenisitenin altında yatan moleküler mekanizmayı açığa çıkarmak amacıyla yapılan çalışmada *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hansen genomları karşılaştırılmıştır. *F. oxysporum* genomunun transpozonca zengin olduğu belirlenmiştir. Deneysel olarak, *F. oxysporum* ırkları arasında transpozon içeren kromozomun transfer edilmesinin non-patojen bir ırkı patojene dönüştürdüğü kanıtlanmıştır (Ma ve ark., 2010).

#### 2. 4. Genetik sürüklenme

Rastgele bir süreç olan genetik sürüklenme daha çok küçük popülasyonlarda önemlidir (Freeman ve Herron 2009). Küçük popülasyonlarda hızlı gerçekleşen genetik sürüklenme altında her bir popülasyon kendine özgü bir evrimsel yol izlemektedir (Freeman ve Herron 2009).

Küçük bir popülasyonun ana popülasyondan ayrılarak izole hale gelmesi durumunda, bu popülasyon sınırlı bir gen havuzuna sahip olması nedeniyle zamanla ana popülasyondan farklılaşmaktadır. Bu nedenle genetik sürüklenme küçük popülasyonlarda daha etkilidir.

Genetik sürüklenme bir popülasyondaki alel sıklığında değişime neden olmaktadır. Genetik sürüklenme evrime etki eden tek mekanizma olması durumunda, bir alel sabit hale gelirken, diğer aleller ise yok olacaktır. Aleller sabitlenmeye ya da yok olmaya doğru sürüklenince, popülasyondaki heterozigotluk düşecektir (Freeman ve Herron, 2009).



Populasyon büyüklüğünün dışında çevresel faktörler ya da doğal afetler genetik sürüklenmeye etki edebilmektedir. Örneğin; bir çevreye bir ya da birkaç bireyin yayılmasıyla ya da bir populasyonu hemen hemen yok eden bir felaketten sonra bireylerin küçük bir seti baskın hale gelebilir. Böyle bir kurucu etkinin sonucunda populasyon orijinal olandan genetik olarak farklı olmaktadır (Moore ve ark., 2011).

Kestane kanseri hastalığına neden olan *Cryphonectria parasitica* etmenindeki genetik çeşitliliğin Asya kıtasına göre Kuzey Amerika'da çok düşük olması muhtemelen böyle bir kurucu etkinin yansımasıdır (Boddy, 2016).

## 2. 5. Çevresel değişimler

İklim değişimi bitki patojenlerinin evriminde etkili bir rol oynayabilmektedir. İklim değişimi nedeniyle konukçu ve patojenin coğrafik dağılımında, konukçu-patojen interaksiyonunun fizyolojisinde ve ürün kayıplarında değişimler ortaya çıkmaktadır (Coakley ve ark., 1999). İklim değişiminin etkisiyle patojenlerin coğrafik dağılımının genişlemesi izole kalmış patojenlerle diğer patojenlerin temas etmesine neden olabilmektedir. İki coğrafik olarak izole patojen ya da bir patojen ve bir saprofit arasındaki genetik değişimin yeni enzimlerin, toksinlerin ya da virulans bölgelerinin elde edilmesine ve ekstrem durumlarda süperpatojenin ortaya çıkmasına sebep olabileceği belirtilmektedir (Brasier, 1995).

Sadece tek bir enzim ya da toksin sisteminin elde edilmesinin patojenlerin virulansı üzerinde etkili olabileceği ve patojenlerin konukçusu olmayan bitkileri enfekte etmesini sağlayabileceği belirlenmiştir. Örneğin; bezelyenin patojeni olan *Nectria haematococca* Berk. & Broome'nın bazı genleri pisatin fitoaleksininin detoksifiye eden pisatin demetilase (pda) kodlamaktadır. Pda kodlayan genler mısırdaki patojen olan *Cochliobolus heterostrophus* Drechsler'a aktarıldığında, *Cochliobolus heterostrophus*'un bezelyeyi enfekte ettiği belirlenmiştir (Schäfer ve ark., 1989).

*Ophiostoma novo-ulmi* Brasier ise karaağaçlarda solgunluğa neden olan cerato-ulmin toksinini üretmektedir (Brasier, 1995). *O. novo-ulmi* cerato-ulmin geni yapay olarak *O. quercus* (Georgev.) Nannf.'a transfer edildiği zaman, *O. quercus* karaağacın solgunluk patojeni haline gelmiştir (Del sorbo ve ark., 2000).

Patojenin yeni konukçu populasyonları, yeni vektörler, yeni rakipler, farklı iklim gibi yeni biyotik ve abiyotik etkilere ani maruz kalması evrimini hızlandırabilmektedir (Santini ve Ghelardini, 2015).

Bir bölgeye yeni giren bitki patojenlerinin genellikle kısa hayat döngülerinde yayılma yetenekleri oldukça gelişmiştir. İklim değişiminin bu istilacı patojenlerin yayılmasını kolaylaştırdığı tahmin edilmektedir (Dukes ve

Mooney, 1999). Patojenin yeni bölgeye yerleşmesini patojenin hayatta kalma yeteneği, yeni çevrede konukçu fizyolojisi ve ekolojisindeki herhangi değişime de etkilemektedir (Coakley ve ark., 1999). Ayrıca patojenlerin yeni bir çevrede yeni yabancı konukçuları enfekte etmeleri bitki patojenlerinin evrimi için büyük bir fırsat sunmaktadır (Santini ve Ghelardini, 2015).

Düşük kış sıcaklığı patojen populasyonlarının azalmasında oldukça etkili iken iklim değişimi nedeniyle daha ılıman kış sıcaklıklarının yaşanması durumunda, patojenin kışlama başarısının ve hastalık şiddetinin artacağı, patojenin daha kuzey kesimlere ve daha yüksek rakımlara yayılabileceği tahmin edilmektedir (Santini ve Ghelardini, 2015).

İklim değişimine neden olan en önemli sera gazlarından olan CO<sub>2</sub>'deki artış bitkilerin gelişimindeki değişimlere bağlı olarak patojen populasyonlarında değişimlere neden olabilmektedir. CO<sub>2</sub>'deki artış patojenler tarafından enfekte edilebilecek bitki biyokütlesinde (sürgün, yaprak, çiçek ve meyve üretiminde) artışa, yapraktaki stoma yoğunluğunun azalmasına neden olacaktır. Bitkilerin daha fazla gelişmeleri daha fazla bitki artığının oluşmasına bu da nekrotrofik patojenlerin hayatta kalma olasılığının artmasına neden olabilecektir. Bitkilerin gelişme periyotlarının kısalması ve hızlı olgunlaşmaları biyotrofik patojenlerin enfeksiyon periyodunun azalmasına neden olurken, nekrotrofik patojen populasyonlarının artmasına neden olabilecektir. Stoma açıklığının azalması pas, külleme ve bazı nekrotroflar gibi stomayı istila eden patojenleri engelleyebilir. Kök biyokütlesindeki artış mikoriza ya da toprak patojenleri tarafından enfekte edilebilecek doku miktarını arttıracaktır (Ghini ve ark., 2008). Bazı durumlarda mikoriza ve bitkiler arasındaki simbiyotik ilişki bitkinin daha güçlü gelişmesini sağlayarak patojen kaynaklı zararların azalmasını sağlayabilir.

CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun artmasının aynı zamanda patojenlerin populasyonu üzerine doğrudan etkisi bulunmaktadır. Örneğin; *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. izolatlarının 700 ppm CO<sub>2</sub> konsantrasyonda populasyon boyutları ve verimliliğinin arttığı belirlenmiştir (Chakraborty ve Datta, 2003).

Ani çevresel değişimler ise patojenlerin mikroevrim geçirmelerine neden olabilmektedir. Özellikle *Ascomycota* bölümündeki fungusların ani çevresel değişim koşulları altında kaldıkları zaman mikroevrim geçirebildikleri belirtilmektedir (Brasier, 1995). Böyle koşulların süresiz seçilime (episodic selection'a) neden olduğu belirtilmektedir.

Süresiz seçilim basitçe tanımlanacak olursa bir türün populasyon yapısında önemli bir değişime sebep olabilecek herhangi bir ani çevresel bozulmanın etkisidir



(Brasier, 1995). Bu genetik bir tanımdan ziyade ekolojiktir. Kaynak ulaşılabilirliği ya da kalitesinde değişimler, yeni konukçu ya da vektörlere maruz kalmak, bir rekabetin olması, ani iklim değişimi süreksiz seçilime neden olabilmektedir (Brasier, 1995).

## 2. 6. Rekombinasyon

Bitki patojenlerindeki rekombinasyon ya eşeyli üreme ya da fungal hifler arasındaki anastomosis yoluyla çekirdek ve sitoplazmik materyalin değişebileceği somatik hibridizasyon süreciyle eşeysiz olarak meydana gelmektedir. Anastomosis aynı zamanda organeller, plazmitler, virüsler ve ekstra nükleer DNA'nın değişim olasılığını da arttırmaktadır (Burdon ve Silk, 1997). Rekombinasyon patojen populasyonundaki genetik çeşitliliği arttırabilmektedir. Ancak hem türler arasında hem de tür içinde rekombinasyonun önemi değişebilmektedir (Burdon ve Silk, 1997).

### 2. 6. 1. Eşeysiz rekombinasyon

Genetik varyasyon başlıca genetik olarak farklı bireyler arasında eşeyli üremeye gerçekleşmektedir. Ancak eşeysiz rekombinasyonunda funguslarda genetik çeşitliliğe neden olabileceği düşünülmektedir (Brasier, 2000). Örneğin; *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* Eriksson patojeni kompleks ırklar oluştururken farklı virulans genlerini biriktirmektedir. İrklar tanımlanmamış ırklardan mutasyon yoluyla ya da önceden var olan ya da sonradan ortaya çıkmış olan iki ırkın rekombinasyonu oluşabilmektedir (Liu ve ark., 2017). Somatik rekombinasyonun bu patojenin yeni ırklar oluşturmasını sağlayabileceği belirtilmektedir.

Eşeysiz üreme funguslarda bazı dezavantajlara neden olabilmektedir. Birincisi, eşeysiz üremenin baskın olduğu populasyonlarda çeşitlilik azalmaktadır (Burdon ve Silk, 1997). İkincisi, klonal populasyonlar bazen genomdaki yararlı mutasyonları rekombine edememektedirler. Üçüncüsü, zararlı mutasyonların geriye döndürülemez şekilde genomda birikmesine neden olabilmektedir (Möller ve Stukenbrock, 2017).

Heterokaryonlar eşeyli üreme ya da hifsel birleşme yoluyla meydana gelen iki ya da daha fazla genetik olarak farklı çekirdek içeren hücrelerdir. Genellikle benzer genotipe sahip ırklar arasında somatik birleşme ve heterokaryon oluşumu eşeyli üremeden bağımsız olarak meydana gelmektedir. Heterokaryosis yeteneğindeki bu ırklar vejetatif uyum grupları (vic) olarak adlandırılmaktadırlar.

Eğer farklı vic ırkları arasında uyumsuzluk varsa bu durumda anastomosis (hifsel birleşme) oluşmamaktadır. Vejetatif uyumsuzluk diğer hücrelere geçebilen çekirdek, mitokondri, plazmid ve virüslerden patojenleri koruyan bir savunma mekanizmasıdır (Agrios, 2005).

Vejetatif olarak uyumlu gruplar arasında virüslerin aktarılabilirdiği patojenlere örnek olarak *O. ulmi* (Buisman) Melin & Nannf. ve *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M. E. Barr) verilebilir. *O. ulmi* (Buisman) Melin & Nannf. Avrupa'da yoğun epidemilere neden olduktan sonra beklenmedik bir şekilde yaygınlığı düşmüştür. Bu düşüşte patojen populasyonunda virüslerin yayılmasının etkili olabileceği düşünülmüştür. Yani virüslerin patojen populasyonunda yayılması virulansın kaybedilmesine neden olmuş olabilir. Avrupa'dan elde edilmiş *Ophiostoma ulmi* ve *O. novo-ulmi* izolatlarındaki virüsler karşılaştırıldığında bunların RNA sekanslarının çok yakın benzerlik göstermeleri nedeniyle *O. novo-ulmi* patojenindeki virüslerin de *O. ulmi*den transfer edilmiş olabileceği belirtilmiştir (Brasier, 2001).

Vejetatif olarak uyumlu ırklar arasında virüslerin aktarılması, patojenin virulansını düşürdüğü için biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılabilir. Örneğin; kestane kanseri hastalığı etmeni (*Cryphonectria parasitica* (Murrill) M. E. Barr) virüs ile enfekte olduğunda virulansı azalarak hipovirulent ırka dönüşmektedir. Ancak bunun için virulent ırk ve hipovirulent ırk arasında uyumlu bir anastomosis gerçekleşmelidir. Eğer uyumsuz bir etkileşim meydana gelirse anastomosis gerçekleşmemekte ve virüs aktarılamamaktadır. Hipovirulans bu patojenin biyolojik kontrol çalışmalarında kullanılmaktadır (Milgroom ve Cortesi, 2004; Akıllı ve ark., 2011).

### 2. 6. 2. Paraseksüel rekombinasyon

Paraseksüel döngü eşeyli döngüyle hemen hemen aynı etkilere sahiptir (Moore ve ark., 2011). Paraseksüel rekombinasyonda mayoz olmadan bireyler arasında genetik materyal transferi gerçekleşmektedir (Stukenbrock, 2016). Paraseksüel döngü anastomosis ile başlamakta ve çok çekirdekli hücreler oluşmaktadır. (Schardl ve Craven, 2003). Eğer haploid çekirdekler birleşirse diploid heterozigot bir çekirdek oluşmaktadır. Mitoz bölünme aşamasında homolog kromozom segmentlerinin kazara eşleşmesinden dolayı nadiren crossing-over gerçekleşebilmektedir. Mitotik crossing-over ı takiben bir heterokaryondaki genetik olarak farklı haploid çekirdeklerin birleşmesi ve haploidizasyonun tamamlanması paraseksüel döngü olarak adlandırılmaktadır (Moore ve ark., 2011).

### 2. 6. 3. Eşeyli rekombinasyon

Eşeyli rekombinasyon ökaryotik organizmalarda genetik çeşitliliğe katkı yapmasına rağmen, bazı patojenlerde eşeyli üreme nadiren görülmektedir. Bazı organizmalarda ise eşeyli üreme tespit edilememiştir.

Fungusların eşeyli üremesi tipik olarak bir ya da daha fazla mating-tip bölgesi içeren küçük ribozomal





bölgeler tarafından düzenlenmektedir (Whittle ve Johannesson, 2011).

Funguslarda eşeyli olarak üreyen türler heterotallik (farklı tallus üzerinde erkek ve dişi üreme organları bulunmaktadır) ya da homotallik (aynı tallus üzerinde erkek ve dişi üreme organları bulunmaktadır) olabilmektedir.

Eşeyli üreme *Zymoseptoria pseudotritici* B. McDonald, Stukenbrock & Crous hibrit türünün ortaya çıkmasında ve evriminde, *P. graminis* f. sp. *tritici*'nin populasyon çeşitliliğinin artmasında etkili olmuştur (Stukenbrock ve ark., 2012). Aynı zamanda *O. novo-ulmi*, *C. parasitica* gibi önemli patojenlerdeki vejetatif uyumsuzluk tiplerinin sayısının artmasına neden olmaktadır. Örneğin; *C. parasitica* epidemileri başlangıçta 1 vejetatif uyumsuzluk tipi tarafından oluşturulurken, eşeyli üreme sonucunda hastalığa neden olan vejetatif uyumsuzluk tiplerinin sayısında artış meydana gelmiştir (Burdon ve Silk, 1997).

## 2. 7. Mutasyonlar

Mutasyon bir organizmanın genetik materyalinin ani ve kalıcı değişimidir. Mutasyonlar delesyon, inversiyon, insersiyon ya da transpozon elementler yoluyla meydana gelebilmektedir. Ortalama olarak her jenerasyonda bir milyonda bir mutasyon meydana gelmektedir (Agrios, 2005).

Mutasyonların etkisi üçe ayrılabilir. Birincisi, belirli mutasyona sahip olan bireylerde etkisi olmayabilir. İkincisi, mutasyonlar bireyin hayatta kalması ya da üremesini azaltabilir. Üçüncüsü mutasyonlar birey için yararlı olabilir ve bireyin uyum gücünü artırabilir (Möller ve Stukenbrock, 2017).

Mayoz sadece var olan alelleri yeni kombinasyonlar oluşturacak şekilde karıştırırken, mutasyon tamamen yeni aleller ve yeni genler vermektedir. Funguslarda sıklıkla görülen (Moore ve ark., 2011) gen duplikasyonları da olası en önemli yeni gen kaynağıdır (Freeman ve Herron, 2009).

Mutasyonlar evrim için genetik ham materyal sağladıkları için önemlidirler. Haploit genomların hızlı replikasyonu mutasyon yoluyla evrimi hızlandırabilir (Schardl ve Craven, 2003). Enzim kodlayan bir lokustaki mutasyon ise, enzimin değişmiş bir formunu üreten bir allele sonuçlanmaktadır (Agrios, 2005). Ekstranükleer DNA'da mutasyon meydana geldiği zaman, çoğu patojen daha önce gerçekleştiremediği (ya da gerçekleştirdiği) fizyolojik bir süreci gerçekleştirme yeteneği kazanmakta (ya da kaybetmektedir) (Agrios, 2005).

Mutasyonlar birçok patojen populasyonunda varyasyonun oluşmasına neden olduğu gibi yeni patotiplerin oluşmasına da neden olmaktadır. Örneğin *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Eriksson & Henning'nin yeni

patotiplerinin çoğu sadece bir ya da iki virulans genindeki mutasyonlar sayesinde oluşmuştur (Burdon ve Silk, 1997).

### 2. 7. 1. Poliploidi

Poliploidi kromozomların üç ya da daha fazla setine sahip olma durumudur. Poliploit organizmalar tetraploit (4n), heksaploit (6n), oktoploit (8n) veya daha fazla kromozom takımına sahip olabilirler. Poliploit populasyonlar genomlar duplike olduğunda ve çoğu kromozom zaman içinde yitirilmeden tutulduğunda meydana gelmektedir (Freeman ve Herron, 2009).

Hibridizasyonla yakından ilişkili bir süreç olan poliploidi mutasyonun özel bir sınıfını temsil etmektedir (Otto ve Whitton, 2000; Albertin ve Marullo, 2012).

Bitkiler, hayvanlar ve funguslar yanında, diğer ökaryotik taksonlarda evrimsel hikayeleri süresince bir ya da daha fazla poliploidizasyon olayı meydana gelmiştir (Albertin ve Marullo, 2012). Çok yıllık bitkiler ve böceklerde poliploidinin daha sık görülmesinin nedeni, yaşam sürelerinin yüksek olmasına bağlı olarak nadir olayların meydana gelme olasılığının da yüksek olmasından kaynaklanabilir (Otto ve Whitton, 2000).

Poliploidinin ökaryot evrimini şekillendiren önemli bir süreç olduğu düşünülmektedir (Wendel, 2000). Ancak funguslarda poliploidi nadiren görülmektedir. *Ascomycota* bölümündeki *Pezizomycotina* ve *Saccharomycotina* alt bölümlerinde, *Oomycetes* sınıfında yer alan *Phytophthora* cinsinde ve *Basidiomycota* bölümü içerisinde poliploid türler bulunmaktadır (Albertin ve Marullo, 2012).

### 2. 7. 2. Transpozonlar

Transpozonlar bir kromozom bölgesinden diğerine hareket edebilen tekrar eden genomik dizilerdir. Transpozonlar replikasyon şekillerine göre iki ana gruba ayrılmaktadır. DNA transpozonları bir RNA aracısı olmaksızın kes-yapıştır mekanizmasıyla doğrudan hareket ederken, retrotranspozonlar RNA aracılı kopyala-yapıştır mekanizmasıyla hareket etmektedir.

Ökaryotik genom evriminin ana oyuncularından olan transpozonlar (Bowen ve Jordan, 2002) genellikle fungus genomunun %20'sinden azını oluşturmaktadır (Aguileta ve ark., 2009). Eşeyli üreyen populasyonlarda, transpozonlar mayoz süresince aktarılabilirken eşeysiz üreyenlerde yeni transpozonların elde edilme olasılığı daha düşüktür.

Transpozon elementler bir konukçu hücresi genomunu istila ederek replike olmaktadır. Konukçu hücresine zarar verebilen fonksiyonel olarak önemli DNA'yı yerleştirebilmektedirler. Funguslar ise transpozon elementleri sessizleştirmek için genom savunma mekanizmalarına sahiptir. Bu genom savunma mekanizmaları, DNA metilasyonu, heterokromatin, tekrar



eden uyarılmış nokta mutasyonu (RIP) ve RNA interferans'dır (Möller ve Stukenbrock, 2017). Örneğin; RIP, mayozdan önce yeterli uzunluktaki DNA'nın benzer bölgelerinde sitozin bazını timine dönüştürmektedir (Hane ve ark., 2011). RIP mutasyonları genellikle sekansta stop kodonları oluşturmaktadır (Daverdin ve ark., 2012). Bu da transpozonların ifadesini engellemektedir.

Transpozon elementler muhtemelen patojen popülasyonlarında genetik çeşitliliğe katkı sağlayan faktörlerden birisidir. Genomdaki değişiklikler organizmalarda kompleks ırkların oluşmasına, ve çeşitli toksin genleri ve patojenisite faktörlerinin girişine, amplifikasyonuna ve çeşitlenmesine imkan sağlamaktadır. Aynı zamanda genomun daha esnek olmasını sağlayan transpozonlar, Raffaele ve Kamoun (2012) tarafından önerilen atla ya da öl modeli modeline göre, patojenlerin yeni konukçuları enfekte edebilmelerini sağlayabilmektedir (Manning ve ark., 2013).

Fungus genomundaki transpozon istilaları aynı zamanda bazı gen ailelerinde genişleme ve kromozom sayısı dahil genom yapısındaki önemli değişimler ile sonuçlanabilir. Patojenik funguslar yüksek derecede genom esnekliği ve değişken genom yapısı göstermektedirler. Genom esnekliğine katkı sağlayan olayların çoğu aynı zamanda patojen virulansının değişmesine de katkı sağlamaktadır (Manning ve ark., 2013). Genom esnekliğine neden olan transpozonlar patojenlerin virulans genlerini içerebilmektedir. Nitekim, bitki patojeni fungusların genom tabanlı çalışmaları, virulansla ilgili genlerin tipik olarak transpozon elementlerince zengin bölgeler ya da spesifik kromozomlar üzerinde konumlandığını göstermiştir (Möller ve Stukenbrock, 2017).

Yüksek derecede adaptasyon yeteneği olan esnek genomlar, genom boyutunun büyümesiyle sonuçlanabilen, genellikle nispeten yüksek miktarda tekrar eden DNA'ya sahiptirler. Bütün türler genişlemiş genomlara sahip olmamasına rağmen, kamçılı bitki patojenlerinin bir kısmı tekrar eden DNA ve önemli derecede artan genom boyutuyla karakterize edilmektedir (Dong ve ark., 2015).

### Tartışma

Patojenlerin evrimine birden fazla faktör etki edebilmektedir. Örneğin, muz üretimini etkileyen en önemli hastalık olan (O'Donnell ve ark., 1998), Panama hastalığı ya da *Fusarium solgunluğu* hastalığına neden olan polifiletik orijinli *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*' (E.F. Smith) Snyder & Hansen'nin evriminde konukçu ile birlikte evrimleşme, yatay gen transferi ve eşeyli rekombinasyonun etkili olduğu belirtilmektedir (Fourie ve

ark., 2009). Bu nedenle patojenlerin evrimsel hikayesinin ortaya konulabilmesi için çok yönlü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Filogenetik analizler, karşılaştırmalı genom analizleri, enzim ve protein analizleri gibi fungusların evrimsel süreçleri hakkında bilgi verebilecek yöntemlerin kombine edilmesi, fungus bölüm/takım/türlerinin evrimsel olarak farklılaşması hakkında yeni bilgilerin elde edilmesini sağlayabilmektedir.

Özellikle karşılaştırmalı genom analizleri patojenler ve patojen ırkları arasındaki farklılık ve benzerliklerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır. Bu analizlerle fungus türlerinin genom büyüklükleri karşılaştırılabilen, patojenik ve nonpatojenik izolatların karşılaştırılması virulanslıkla ilgili bölgelerin tespit edilmesini sağlayabilmektedir. Aynı zamanda toksin üretiminden sorumlu olan genlerin kaybı nedeniyle patojenin avirulans olduğuna dair değerlendirmeler yapılabilmektedir.

Patojenlerin evrimi üzerine etki eden mekanizmalar yeni türlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Hibridizasyon hibrit türlerin ortaya çıkmasına neden olurken, patojenlerin virulansı üzerine etki edebilen transpozonlar ise genom boyutunda ve varyasyonunda artışlara neden olarak yeni türlerin ortaya çıkmasını sağlayabilmektedir.

Bitki patojenlerinin evrimsel hikayesi tarımsal alanlardaki önemli patojenlerin hem tanınması hem de kontrol edilmesine yönelik önemli bilgiler sağlayabilmektedir. Araştırmacılara göre; patojen popülasyonundaki varyasyonun düzeyi ve evrimsel hikayesi hastalığın dayanıklılık genleri yoluyla kontrolü hakkında fikir verebilmektedir. Örneğin *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* Matuo & K. Sato 'in monofiletik ya da polifiletik orijinli olup olmasının genetik dayanıklılık yoluyla hastalığın kontrol edilebilmesi üzerine doğrudan sonuçları bulunmaktadır (Jiménez-Gasco ve ark., 2004).

Patojenlerin evrimine etki eden mekanizmalar konukçu aralığı daha geniş olabilen yeni agresif ırkların ya da hibritlerin ortaya çıkmasına, genetik çeşitliliğin artmasına, vejetatif uyumsuzluk tiplerinin genişlemesine neden olabilmektedir. Bu durumlar da patojenlerin kontrolünü zorlaştırabilmektedir. Örneğin; kestane kanseri hastalığına neden olan *C. parasitica* patojeninin eşeyli üremesi sonucu genişleyen ve çeşitliliği, virüsün taşınmasını sınırlandırdığı için patojenin hipovirulent ırklarıyla yürütülen biyolojik mücadele çalışmalarının başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Milgroom ve Cortesi, 2004). Agresif ırkların oluşması ise dayanıklılığın kırılması nedeniyle dayanıklı çeşitlerle mücadelenin etkisini azaltmaktadır.

Günümüzde dayanıklı çeşitlerin kullanılması bitki hastalıklarının kontrolündeki en pratik ve düşük maliyetli stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir. Ancak,



patojen popülasyonundaki varyasyonun düzeyi hastalığın yönetiminde dayanıklı çeşitlerin etkinliğinin sınırlandırılmasına neden olabilmektedir. Diğer taraftan, hastalığa dayanıklı çeşitler elde etmek için araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan hibrit çeşitlerin konukçu aralığı daha geniş olan hibrit patojenin ortaya çıkmasına neden olabileceği ispatlanmıştır. Bu nedenle, dayanıklı çeşitler elde etmede kullanılacak bitkilerin seçilmesinde daha dikkatli olunması tavsiye edilmektedir (Menardo ve ark., 2016).

Dayanıklı bitki elde etmek için yürütülen ıslah çalışmaları sonucunda bitki hedef alellerinin çeşitlenmesi aynı zamanda patojendeki efektörlerin değişmesine ve çeşitlenmesine neden olmaktadır. Evrimsel mekanizmalardan birlikte evrimleşmenin etkili olduğu bu olayda tarımsal ekosistemlerde patojen daha hızlı ırk oluşturmaktadır. Bu durumun oluşmasında, hastalığın ırklarına karşı sürekli olarak yeni dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinin etkili olabileceği düşünülmektedir (Brown ve Tellier, 2011). Bu durumda hastalıkla mücadelede sadece dayanıklı çeşitlerin kullanılması hastalığın uzun vadeli kontrolünde etkili olmamakta ve patojenin virulansı yüksek olan yeni ırklarını oluşturmalarını sağlayabilmektedir. Ayrıca günümüzde fungusitlerin tek yönlü olarak ve yoğun olarak kullanılması nedeniyle fungusit dayanıklılığı problemleri artmaktadır. Bu nedenle hastalıkla mücadele entegre mücadele programlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca insanoğlunun patojenlerin evrimi üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla, dayanıklı çeşite karşı patojenin yeni ırk ya da hibrit tür oluşturma olasılığının araştırılması gerekmektedir. Patojenin evriminin yavaşlatılmasında alternatif mücadele yöntemlerinin de kullanılması tavsiye edilebilir. Örneğin patojenlerin virulans genleri ya da patojenin hayatıyetini etkileyen diğer genlerin hedef alınarak sessizleştirildiği RNA interferans yakın gelecekte hastalıkların mücadelesinde yaygın olarak kullanılabilir. Patojenlerin coğrafik olarak yer değiştirmesi insanoğlunun etkisiyle de muhtemelen oldukça artmış ve hızlanmıştır. Bu durumda izole kalmış patojenlerin birbirleriyle etkileşmesiyle gen akışının meydana gelmesi tarımsal açıdan risk oluşturabilecek patojen ırklarının yayılmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle patojenlerin yeni bölgelere girerek yayılmasını ve ürün kayıplarının artmasını engellemek için gerekli önlemler

alınmalıdır. Özellikle karantinaya tabi olan patojenlerde ülkeye girişin ya da ülke içerisinde yayılmanın engellenmesi için gerekli olan eradikasyon tedbirlerinin uygulanması önemlidir.

Bazı patojenlerde yeni ırklar eşeyli üremenin gerçekleştiği ara konukçular üzerinde olmaktadır. Bu hastalıklarla mücadelede ara konukçuların ortadan kaldırılması patojenin hayat çemberinin kırılarak ilk enfeksiyonların oluşmasını engellemektedir. Aynı zamanda eşeyli üreme yoluyla patojenin yeni ırklarını oluşturmaları engellenmektedir. Örneğin; kara pasın (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) ara konukçusu olan *Berberis* bitkisinin olduğu Kayalık dağları doğusunda, 1930'dan beri yürütülen *Berberis* eradikasyon çalışmaları neticesinde kara pasın eşeyli üremesinin engellenmesi, bu alanda kara pasın patotip sayısının azalmasına neden olmuş ancak eradikasyon çalışmalarına rağmen patojen tamamen yok edilememiştir (Burdon ve Silk, 1997; Boddy, 2016). Patojenin tamamen yok edilememesi hava yoluyla patojenin sporlarının bölgeye ulaşmasından kaynaklanabilir.

Hava yoluyla uzak mesafelere yayılabilen bir patojen olması nedeniyle popülasyonlar arasında gen akışının oluşabilmesi, eşeyli üreme ve virulans genlerindeki mutasyonlar sonucunda yeni ırkların oluşması bu patojenin mücadelesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle hava yoluyla yayılabilen ırkların ülkeye girişini ve yeni ırk oluşumlarını takip edebilmek için rutin olarak ırk belirleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Evrim yaşamın başlangıcından beri bütün yaşayan canlılarda olduğu gibi gelecekte de çeşitli mekanizmalarla patojenlerin gelişmesine, yeni koşullara adapte olmalarına, ya da yok olmalarına neden olabilecektir. Evrimin yaşamın başlangıcından beri devam eden bir süreç olduğu göz önünde bulundurulduğunda, günümüzde elde edilen bilgi birikimleri ışığında, fungusların hızlı bir şekilde evrim geçirerek yeni ırklarını oluşturmalarını ya da konukçu aralığı daha geniş olan hibrit türlerini oluşturmalarını engellemeye yönelik mücadele programlarının geliştirilebileceği düşünülmektedir.

#### Teşekkürler

Katkılarından dolayı Prof. Dr. Aziz KARAKAYA'ya teşekkür ederim.



## Kaynaklar

- Agrios, G. (2005). *Plant Pathology (5th)*. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Aguilera, G., Hood, M. E., Refre'gier, G. ve Giraud, T. (2009). Genome evolution in plant pathogenic and symbiotic fungi, In: *Advances in botanical research*. Kader, J. C. and Delseny, M. (eds), Elsevier, 49. 152-180, USA.
- Akilli, S., Katirciođlu, Y. Z. ve Maden, S. (2011). Biological control of chestnut canker, caused by *Cryphonectria parasitica*, by antagonistic organisms and hypovirulent isolates. *Turk. J. Agric. For.*, 35, 515-523.
- Albertin, W. ve Marullo, P. (2012). Polyploidy in fungi: evolution after whole-genome duplication. *Proc. Royal Soc.*, 279, 2497-2509.
- Anonymous. (2015). <http://www.fungaltaxonomy.org>.
- Badouin, H., Gladioux, P., Gouzy, J., Siguenza, S., Aguilera, G., Snirc, A., Le Prieur, S., Jeziorski, C., Branca, A. ve Giraud, T. (2017). Widespread selective sweeps throughout the genome of model plant pathogenic fungi and identification of effector candidates. *Mol. Ecol.*, 26, 2041-2062.
- Berbee, M. L. ve Taylor, J. W. (2010). Dating the molecular clock in fungi-how close are we?. *Fungal. Biol. Rev.*, 24, 1-16.
- Brasier, C. M., Cooke, D. E. L. ve Duncan, J. M. (1999). Origin of a new *Phytophthora* pathogen through interspecific hybridization. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 96 (10) 5878-5883.
- Boddy, L. (2016). *Genetics – Variation, Sexuality, and Evolution in The Fungi (Third Edition)*, 99-139 Academic Press.
- Bowen, N. J. ve Jordan, I. K. (2002). Transposable elements and the evolution of eukaryotic complexity. *Curr. Issu. Mol. Biol.*, 4, 65-76.
- Brasier, C. (2000). The rise of the hybrid fungi. *Nature*, 405 (6783), 134-135.
- Brasier, C. M. (2001). Rapid evolution of introduced plant pathogens via interspecific hybridization. *BioSci.*, 51 (2) 123-133.
- Brown, J. K. M. ve Tellier, A. (2011). Plant-parasite coevolution: bridging the gap between genetics and ecology. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 49, 345-67.
- Boddy, L. (2016). *Genetics – Variation, Sexuality, and Evolution*, In: *The Fungi (Third Edition)*, 99-139, Elsevier Academic Press.
- Burdon, J. J., Marshall, D. R., Luig, N. H. ve Gow, D. J. S. (1982). Isozyme Studies on the Origin and Evolution of *Puccinia graminis f. sp. tritici* in Australia. *Aust. J. Biol. Sci.*, 35, 231-8.
- Burdon, J. J. ve Silk, J. (1997). Sources and patterns of diversity in plant-pathogenic fungi. *Phytopathol.*, 87 (7) 664-669.
- Camacho, J. P. M., Sharbel, T. F. ve Beukeboom, L. W. (2000). B-chromosome evolution. *Trans. Royal Soc. B*, 355, 163-178.
- Chakraborty, S. ve Datta, S. (2003). How will plant pathogens adapt to host plant resistance at elevated CO<sub>2</sub> under a changing climate?. *New Phytol.*, 159, 733-742.
- Chang, Y., Wang, S., Sekimoto, S., Aerts, A. L., Choi, C., Clum, A., LaButti, K. M., Lindquist, E. A., Ngan, C. Y., Ohm, R. A., Salamov, A. A., Grigoriev, I. V., Spatafora, J. W. ve Berbee, M. L. (2015). Phylogenomic analyses indicate that early fungi evolved digesting cell walls of algal ancestors of land plants. *Genome. Biol. Evol.*, 7 (6) 1590-1601.
- Chang, T. C., Salvucci, A., Crous, P. W. ve Stergiopoulos, I. (2016). Comparative Genomics of the Sigatoka Disease Complex on Banana Suggests a Link between Parallel Evolutionary Changes in *Pseudocercospora fijiensis* and *Pseudocercospora eumusae* and Increased Virulence on the Banana Host. *PLoS Genet.*, 12 (8) : e1005904.
- Croll, D. ve McDonald, B. A. (2012). The accessory genome as a cradle for adaptive evolution in pathogens. *Plos Pathogens*, 8 (4).
- Coakley, S. M., Scherm, H. ve Chakraborty, S. (1999). Climate change ve plant disease management. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 37, 399-426.
- Daverdin, G., Rouxel, T., Gout, L., Aubertot, J. N., Fudal, I., Meyer, M., Parlange, F., Carpezat, J. ve Balesdent M. H. (2012). Genome structure ve reproductive behaviour influence the evolutionary potential of a fungal phytopathogen. *Plos Pathogens*, 8 (11) 1-15.
- Del Sorbo, G., Scala, F., Parella, G., Lorito, M., Comparini, C., Ruocco, M. ve Scala, A. (2000). Functional expression of the gene *cu*, encoding the phytotoxic hydrophobin cerato-ulmin, enables *Ophiostoma quercus*, a nonpathogen on elm, to cause symptoms of Dutch elm disease. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 13, 43-53.
- Dobzhansky, T. (1937). *Genetics and the Origin of Species* (Columbia Univ. Press, New York).
- Dong, S., Raffaele, S. ve Kamoun S. (2015). The two-speed genomes of filamentous pathogens: waltz with plants. *Curr. Opin. Genet. Dev.*, 35, 57-65.
- Dukes, J. S. ve Mooney, H. A. (1999). Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology and Evolution*, 14(4), 135–139.
- Freeman, S. ve Herron, J. C. (2009). *Evrimsel Analiz*. Palme, 838.
- Friesen, T. L., Stukenbrock, E. H., Liu, Z., Meinhardt, S., Ling, H., Faris, J. D., Rasmussen, J. B., Solomon, P. S., McDonald, B. A. ve Oliver, R. P. (2006). Emergence of a new disease as a result of interspecific virulence gene transfer. *Nat. Genet.*, 38: 953-956.
- Fourie, G., Steenkamp, E. T., Gordon, T. R. ve Viljoen, A. (2009). Evolutionary relationships among the *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* vegetative compatibility groups. *Appl. Environm. Microbiol.*, 75 (14) 4770-4781.
- Ghini, R., Hamada, E. ve Bettiol, W. (2008). Climate change and plant diseases. *Sci. Agri*, 65, 98-107.





- Gilroy, E. M., Breen, S., Whisson, S. C., Squires, J., Hein, I., Kaczmarek, M., Turnbull, D., Boevink, P. C., Lokossou, A., Cano, L. M., Morales, J., Avrova, A. O., Pritchard, L., Randall, E., Lees, A., Govers, F., van West, P., Kamoun, S., Vleeshouwers, V. G., Cooke, D. E. ve Birch P. R. (2011). Presence/absence, differential expression and sequence polymorphisms between PiAVR2 and PiAVR2-like in *Phytophthora infestans* determine virulence on R2 plants. *New Phytologist*, 191 (3) 763-776.
- Gregory, T. R. (2009). Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evo. Edu. Outreach*, 2, 156-175.
- Hane, J. K., Williams, A. H. ve Oliver, R. P. (2011). Genomic and comparative analysis of the class dothideomycetes, In: *Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms (The Mycota 14)*, Esser, K. (eds), Springer, 205-226.
- Hawksworth, D. L. (2012). Global species numbers of fungi: Are tropical studies ve molecular approaches contributing to a more robust estimate?. *Biodivers. Conserv.*, 21, 2425-2433.
- Hawksworth, D. L. ve Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiol Spectrum* 5(4): FUNK-0052-2016.
- Heckman, D. S., Geiser, D. M., Eidell, B. R., Stauffer, R. L., Kardos, N. L. ve Hedges, S. B. (2001). Molecular evidence for the early colonization of land by fungi and plants. *Science*, 293, 1129-1133.
- Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, P. F., Eriksson, O. E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P. M., Lücking, R., Thorsten, L. H., Lutzoni, F., Matheny, P. B., McLaughlin, D. J., Powell, M. J., Redhead, S., Schoch, C. L., Spatafora, J. W., Stalpers, J. A., Vilgalys, R., Aime, M. C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G. L., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Dai, Y. C., Gams, W., Geiser, D. M., Griffith, G. W., Gueidan, C., Hawksworth, D. L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R. A., Hyde, K. D., Ironside, J. E., Kõljalg, U., Kurtzman, C. P., Larsson, K. H., Lichtwardt, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Moncalvo, J. M., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J. D., Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J. P., Schüssler, A., Sugiyama, J., Thorn, R. G., Tibell, L., Untereine, W. A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M. M., Winka, K., Yao, Y. J. ve Zhang, N. (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Myc. Res.*, 111, 509-547.
- Honegger, R., Edwards, D., Axe, L. ve Strullu-Derrien, C. (2017). Fertile Prototaxites taiti: a basal ascomycete with inoperculate, polysporous asci lacking croziers. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 373.
- Hueber, F. M. (2001). Rotted wood-alga-fungus: the history and life of Prototaxites Dawson 1859. *Review of Palaeobotany and palynology*, 116, 123-158.
- James, T. Y., Kauff, F., Schoch, C. L., Matheny, P. B., Hofstetter, V., Cox, C., Celio, G., Gueidan, C., Fraker, E., Mialikowska, J., Lumbsch, H. T., Rauhut, A., Reeb, V., Arnold, E. A., Amtoft, A., Stajich, J. E., Hosaka, K., Sung, G-H., Johnson, D., O'Rourke, B., Crockett, M., Binder, M., Curtis, J. M., Slot, J. C., Wang, Z., Wilson, A. W., Schu"ßler, A., Longcore, J. E., O'Donnell, K., Mozley-Stveridge, S., Porter, D., Letcher, P. M., Powell, M. J., Taylor, J. W., White, M. M., Griffith, G. W., Davies, D. R., Humber, R. A., Morton, J., Sugiyama, J., Rossman, A. Y., Rogers, J. D., Pfister, D. H., Hewitt, D., Hansen, K., Hambleton, S., Shoemaker, R. A., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., Spotts, R. A., Serdani, M., Crous, P. W., Hughes, K. W., Matsuura, K., Langer, E., Langer, G., Untereiner, W. A., Lücking, R., Bue"del, B., Geiser, D. M., Aptroot, A., Diederich, P., Schmitt, I., Schultz, M., Yahr, R., Hibbett, D. S., Lutzoni, F., McLaughlin, D., Spatafora, J. ve Vilgalys, R. (2006). Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny. *Nature*, 443, 818-822.
- Jiménez-Gasco, M. M., Navas-Cortés, J. A. ve Jiménez-Díaz, R. M. (2004). The *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*/Cicer arietinum pathosystem: a case study of the evolution of plant-pathogenic fungi into races and pathotypes. *Int Microbiol.*, 7 (2) 95-104.
- Johnson, L. J., Johnson, R. D., Akamatsu, H., Salamiah, A., Otani, H., Kohmoto, K. ve Kodama, M. (2001). Spontaneous loss of a conditionally dispensable chromosome from the *Alternaria alternata* apple pathotype leads to loss of toxin production and pathogenicity. *Currents Genetics*, 40 (1), 65-72.
- Jones, M. D. M. ve Richards, T. A. (2011). Environmental DNA analysis and the expansion of the fungal tree of life, In: *Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms (The Mycota 14)*, Esser, K. (eds), Springer, 37-50, Heidelberg, Germany.
- Kirk, P. M., Cannon P. F., Minter, D. W. ve Stalpers J. A., (eds). (2008). *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi 10th edition*. Cromwell Press, Trowbridge, CABI Europe-UK.
- Liu, T., Wan, A., Liu, D. ve Chen, X. (2017). Changes of races and virulence genes in *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the wheat stripe rust pathogen, in the United States from 1968 to 2009. *Plant Dis.*, 101(8) 1522-1532.
- Lo Presti, L., Lanver, D., Schweizer, G., Tanaka, S., Liang, L., Tollot, M., Zuccaro, A., Reissmann, S. ve Kahmann, R. (2015). Fungal effectors ve plant susceptibility. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 66, 513-545.
- Loron, C. C., François, C., Rainbird, R. H., Turner, E. C., Borensztajn, S. ve Javaux, E. J. (2019). Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada. *Nature*, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1217-0>.
- Ma, L. J., Van Der Does, H. C., Borkovich, K. A., Coleman, J. J., Daboussi, M. J., Di Pietro, A., Dufresne, M., Freitag, M., Grabherr, M., Henrissat, B., Houterman, P. M., Kang, S., Shim, W. B., Woloshuk, C., Xie, X., Xu, J. R., Antoniw, J., Baker, S. E., Bluhm, B. H., Breakspear, A., Brown, D. W., Butchko, R. A. E., Chapman, S., Coulson, R., Coutinho, P. M., Danchin, E. G. J., Diener, A., Gale, L. R., Gardiner, D. M., Goff, S., Kosack, K. E. H., Hilburn, K., Van, A. H.,



- Jonkers, W., Kazan, K., Kodira, C. D., Koehrsen, M., Kumar, L., Lee, Y. H., Li, L., Manners, J. M., Saavedra, D. M., Mukherjee, M., Park, G., Park, J., Park, S. Y., Proctor, R. H., Regev, A., Roldan, M. C. R., Sain, D., Sakthikumar, S., Sykes, S., Schwartz, D. C., Turgeon, B. G., Wapinski, I., Yoder, O., Young, S., Zeng, Q., Zhou, S., Galagan, J., Cuomo, C. A., Kistler, H. C. ve Rep, M. (2010). Comparative genomics reveals mobile pathogenicity chromosomes in *Fusarium*. *Nature*, 464, 367-373.
- Manning, V. A. ve Pveelova, I. (2013). Comparative genomics of a plant-pathogenic fungus, *Pyrenophora tritici-repentis*, reveals transduplication ve the impact of repeat elements on pathogenicity ve population divergence. *G3 (Bethesda)*, 3 (1) 41-63.
- Menardo, F., Praz, C. R., Wyder, S., Ben-David, R., Bourras, S., Matsumae, H., McNally, K. E., Parlange, F., Riba, A., Roffler, S., Schaefer, L. K., Shimizu, K. K., Valenti, L., Zbinden, H., Wicker, T. ve Keller, B. (2016). Hybridization of powdery mildew strains gives rise to pathogens on novel agricultural crop species. *Nature Genetics*, 48(2) 201-205.
- Milgroom, M. G. ve Cortesi, P. (2004). Biological control of chestnut blight with hypovirulence: a critical analysis. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 42, 311-338.
- Mitreva, M., Smant, G. ve Helder, J., (2009). Role of horizontal gene transfer in the evolution of plant parasitism among nematodes. *Met. Mol. Biol.*, 532, 517-535.
- Moore, D., Robson, G. D. ve Trinci, A. P. J. (2011). *21st century guidebook to fungi*, Cambridge University Press, UK.
- Möller, M. ve Stukenbrock, E. H. (2017). Evolution ve genome architecture in fungal plant pathogens. *Nature Rev. MicroBiol.*, 15(12) 756-771.
- Newcombe, G., Stirling, B., Mcdonald, S. ve Bradshaw, H. D. (2000). *Melampsora ×columbiana*, a natural hybrid of *M. medusae* and *M. occidentalis*. *Myc. Res.*, 104 (3) 261-274.
- Otto, S. P. ve Whitton, J., (2000). Polyploid incidence and evolution. *Annu. Rev. Genets*, 34, 401-437.
- Raffaele, S. ve Kamoun, S. (2012). Genome evolution in filamentous plant pathogens: why bigger can be better. *Nature Rev. MicroBiol.*, 10(6), 417-430.
- Redecker, D., Morton, J. B. ve Bruns, T. D. (2000). Ancestral lineages of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales). *Mol. PhyloGenet. Evol.*, 14 (2) 276-284.
- Rogers, S. O. ve Rogers, M. A. M. (1999). Gene flow in fungi. Worrall J. J. (Eds.), In: *Structure and dynamics of fungal populations*, Kluwer Academic Publishers, 97-121 Boston.
- Rosewich, U. L. ve Kistler H. C. (2000). Role of horizontal gene transfer in the evolution of fungi. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 38, 325-363.
- Santini, A. ve Ghelardini, L. (2015). Plant pathogen evolution ve climate change. *CAB Reviews*, 10 (035) 1-8.
- Selosse, M. A. (2002). Prototaxites: a 400 myr old giant fossil, a saprophytic holobasidiomycete, or a lichen? *Mycol. Res.*, 106 (6), 641-644.
- Schäfer, W., Straney, D., Ciuffetti, L., Van Etten, H. D. ve Yoder, O. C. (1989). One enzyme makes a fungal pathogen, but not a saprophyte, virulent on a new host plant. *Science*, 246, 247-249.
- Scharl, C. L. ve Craven, K. D. (2003). Interspecific hybridization in plant-associated fungi and oomycetes: a review. *Mol. Eco.*, 12 (11), 2861-2873.
- Soanes, D. ve Richards, T. A. (2014). Horizontal gene transfer in eukaryotic plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 52, 583-614.
- Stukenbrock, E. H., Christiansen, F. B., Hansen, T. T., Dutheil, J. Y. ve Schierup, M. H. (2012). Fusion of two divergent fungal individuals led to the recent emergence of a unique widespread pathogen species. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109 (27), 10954-9.
- Stukenbrock, E. H. (2016). *The Role of Hybridization in the Evolution and Emergence of New Fungal Plant Pathogens. Phytopathology*, 106 (2), 104-12.
- Sun, B. F., Xiao, J. H., He, S., Liu, L., Murphy, R. W. ve Huang, D. W. (2013). Multiple interkingdom horizontal gene transfers in *Pyrenophora* and closely related species and their contributions to phytopathogenic lifestyles. *Plos One*, 8 (3), 1-11.
- Szöllösi, G. J., Davín, A. A., Tannier, E., Daubin, V. ve Boussau, B. (2015). Genome-scale phylogenetic analysis finds extensive gene transfer among fungi. *Philo. Trans. Royal Soc. B Biolo. Sci.*, 370 (1678) 1-11.
- Tellier, A., Moreno-Gámez, S. ve Stephan, W. (2014). Speed of adaptation and genomic footprints of host-parasite coevolution under arms race and trench warfare dynamics. *Evolution*, 68 (8), 2211-24.
- Thines, M. ve Kamoun, S. (2010). Oomycete-plant coevolution: recent advances and future prospects. *Curr. Opi. Plant Biol.*, 13, 427-433.
- Whittle, C. A. ve Johannesson, H. (2011). Evolution of mating-type loci and mating-type chromosomes in model species of filamentous ascomycetes, In: *Evolution of fungi and fungal-like organisms* (The Mycota 14), Esser, K. (eds), Springer, 277-288, Heidelberg, Germany.
- Van Der Does, H. C. ve Rep, M. (2007). Virulence genes ve the evolution of host specificity in plant-pathogenic fungi. *Mol. Plant Microbe Interact.*, 20 (10), 1175-1182.
- Yin, L. F., Wang, F., Zhang, Y., Kuang, H., Schnabel, G., Li, G. ve Luo, C. X. (2014). Evolutionary analysis revealed the yatay transfer of the Cyt b gene from Fungi to Chromista. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 76, 155-161.



e-ISSN 2147-6845  
Ekim 2019 / Cilt:10/ Sayı:2  
October 2019 / Volume:10 / Issue:2

## YAYIN İLKELERİ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ'nin yayınladığı **MANTAR DERGISİ (e-ISSN 2147 6845)**; Ulusal veya Uluslararası Mikoloji alanıyla ilgili araştırma sonuçlarını içeren orijinal araştırma ve derleme makalelerin yayımlandığı elektronik HAKEMLİ bir dergidir.

Dergiye yayınlanmak üzere sunulan makaleler, Baş Editör tarafından konusu açısından dergide yayınlanmasının uygunluğuna karar verildikten sonra, derginin yazım kurallarına göre ön kontrolden geçirilir. Sonra Editör Kurulu aracılığı ile ilgili uzmanlık alanındaki hakemlere bilimsel yönden değerlendirilmek üzere gönderilir. Baş Editör, Bilimsel Hakemlerin eleştiri ve önerileri ile yazarın bunlara verdiği cevaplar doğrultusunda eserin yayınlanıp, yayınlanamayacağına karar verir. Yayınlanması uygun görülmeyen eserler hakkında yazarlara bilgi verilir. Yayınlanması uygun görülen eserlerin matbaa provası yazarlara gönderilir ve son kontrol okuması yapılır. Son okumada imla ve şekilsel hatalar dışında düzeltme veya ekleme yapılmaz. Derginin yayın dili Türkçedir. İngilizce dilinde de yayın kabul edilebilir.

Mantar Dergisi [Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı](#) ile lisanslanmıştır.

- Yazar eserin telif hakkını elinde tutar ve ilk yayımlama hakkını dergiye verir. Eser, yazarının belirtilmesi ve ilk yayımının bu dergide yapıldığının belirtilmesi koşuluyla diğerleri tarafından paylaşılmasına olanak veren Creative Commons lisansı altında lisanslanır.
- Yazarlar, makalenin yayımlandığı dergiye atıf yaparak makalelerinin yayımlandığı versiyonunu kurumsal bir arşive, kütüphaneye gönderebilirler.

- Lisans sahibine atıfta bulunarak eseri dağıtabilir, kopyalayabilir, üzerinde çalışmalar yapabilir, yine sahibine atıfta bulunarak türevi çalışmalar yapabilir veya buna benzer işler yapabilirsiniz.

Yazar makalesi ile ilgili en az 5 uzman ismini iletişim bilgileriyle beraber (cep tlf, e-posta adresi) word dosyası olarak, Hakem Öneri Formunu doldurarak sisteme ek dosya olarak yüklemelidir.

Sisteme yüklenen makalelerin bir an önce işleme alınabilmesi için; "Hakem Öneri Formu" ve "Son Kontrol Formu" renkli olarak taranmış şekilde sisteme ek dosya olarak yüklenmelidir.

## MAKALE YAZIM KURALLARI

Makale, **A4 boyutunda**, kenarlarda **2 cm** boşluk bırakılacak şekilde, **1.5 aralıklı, arial** yazı karakterinde, **10** punto kullanılarak Word 2003 veya daha üst sürümdeki programla yazılmalıdır. Makalenin word dosyasında otomatik numaralandırma kullanılmamalıdır. Makalenin bölümleri sırayla şöyle olmalıdır;

### (Türkçe Makaleler için);

**Türkçe Başlık, Yazarlar(sorumlu yazar belirtilmelidir) ve adresleri, E-postaları, Orcid numaraları, Öz, Anahtar kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Key words, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular, Tartışma, Kaynaklar.**

### (İngilizce makaleler için);

**İngilizce Başlık, yazarlar(sorumlu yazar belirtilmelidir) ve adresleri, E-postaları, Orcid numaraları, Abstract ve Key words, Türkçe Başlık, Öz ve Anahtar kelimeler, Introduction, Material and Method, Results, Discussion, References.**

**Derleme çalışmalarda** da mevcut başlıkların (materyal ve metot hariç) kullanılması gerekir. Bulgular ve Tartışma başlıkları tek başlık altında verilebilir.

Yazar gerekli görürse alt başlıklar kullanabilir. Her bölüme ait başlıklar kalın ve ilk harfleri büyük yazılmalıdır. Metin içinde geçen tüm bilimsel isimler italik olmalı, eğer başlık içerisinde yer alıyorsa hem italik hem de kalın olmalıdır. Tür isimleri ilk geçtikleri yerde yazarlarıyla birlikte verilmelidir. Daha sonraki yerlerde sadece takson isimleri yazılmalıdır. Bölümler arasında bir satır boşluk bırakılmalıdır.

**Başlık:** Türkçe makalelerde; makalenin Türkçe başlığı 14 punto, İngilizce başlığı 12 punto, İngilizce makalelerde ise İngilizce başlık 14 punto, Türkçe başlık 12 punto, sadece baş harfleri büyük ve kalın olmalıdır. Yazar isimlerinin baş harfi ve soyadı büyük olmalı, adresler ismin altına yazılmalı, sorumlu yazarın e-mail adresi mutlaka belirtilmelidir. Akademik unvanlar makalede yer almamalıdır.

**Anahtar kelimeler:** 4-10 kelimedenden oluşmalıdır.

**Giriş:** Araştırma konusu mümkün olduğu kadar güncel olarak kısa ve özlü değerlendirilir. Çalışmanın amacı da belirtilmelidir.

**Kaynaklar:** Kaynaklar metinde (soyadı, tarih ) parantez içinde belirtilerek yazılmalıdır. Kaynaklar bölümü alfabetik sıraya göre 10 punto olarak yazılmalı ve yararlanılan eserlerin Yazar (yazarlarının) Adı ve soyadının ilk harfleri büyük olmalıdır. Kitap, makale ve tam metin yayımlanmış bildiri isimlerinin ilk harfleri büyük yazılmalıdır. **Lisansüstü tezler kaynak olarak gösterilemez.**

Kaynak künyeleri **APA stiline** aşağıdaki sıraya uygun olarak yazılmalıdır (2019'dan itibaren).

### Periyodik ise aşağıdaki örneğe uygun olarak:

Aktaş, S., Kaşık, G., Doğan, H. H. ve Öztürk, C. (2006). Two New Taxa Records for the Macrofungi of Turkey. *Tr.J.of Bot.*, 30 (4) 209-212.

### Kitap ise aşağıdaki örneğe uygun olarak:

Kaşık, G., Öztürk, C., Doğan, H. H., Aktaş, S. ve Demirel, G. (2005). *Mikoloji Laboratuvarı*. Konya: Marifet Ofset Matbaa ve Kağıtçılık.

### Bilimsel Toplantı kitabı ise aşağıdaki örneğe uygun olarak:

Önay, A. O., Kaşık, G., Alkan, S. ve Öztürk, C. (2018). *Pleurotus ostreatus*'un Misel Gelişmesine Humik Maddelerin Etkisinin Araştırılması. Ö. Türkmen ve M. Paksoy (Ed.), *II. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress Book of Full Text*, (ss.22-29). Bakü-Azerbaycan.

**Tablo ve şekiller:** Tablo bulundurmeyen bütün görüntüler (fotoğraf, çizim, grafikler, harita vb.) şekil olarak isimlendirilmelidir. Bütün şekil ve tablolar metin içinde ardışık olarak numaralandırılmalıdır. Tablo ve şekillerin boyutları 14x20 cm.' den büyük olmamalıdır. Şekiller mutlaka orijinal olmalıdır. Fotoğraflar en az 600 dpi çözünürlükte olmalı veya taranmış olmalıdır. Şekiller mutlaka ana makalede yer almalı ve **"jpeg"** dosyası olarak ayrıca sisteme yüklenmelidir. Şekillerde el yazısı kullanılmamalı, bilgisayar yazılımı olmalıdır. Şekil ismi şekillerin altına, tablo ismi tablonun üstüne yazılmalıdır. Tablo üstü ve şekil altı yazıları 10 punto olmalıdır. Eserler **"http://dergipark.gov.tr/mantar"** adresinden online olarak gönderilir. **Belirtilmeyen konular bilimsel kurallara uygun olmalıdır.**

### İletişim Adresi:

S.Ü. Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü

**Mantar Dergisi Editörlüğü**

Fen Fakültesi Binası B Blok Zemin Kat42079 Kampüs/KONYA

E-posta: [mantarcilik@gmail.com](mailto:mantarcilik@gmail.com)





e-ISSN 2147-6845  
Ekim 2019 / Cilt:10/ Sayı:2  
October 2019 / Volume:10 / Issue:2

## PRINCIPLES OF ARTICLES

**THE JOURNAL OF FUNGUS (e-ISSN 2147 6845)** is published by **SELÇUK UNIVERSITY MYCOLOGICAL APPLICATION RESEARCH CENTER**. The journal, which is a peer-reviewed journal, publishes original research and review articles. The journal includes national or international research of results with respect to the field of mycology.

Journal articles submitted for publication, after deciding for the eligibility in terms of issues to be published in the journal by the editors, articles will be sent to relevant expertise in the field of scientific referees for evaluation. Editorial Board decides whether it can be published or not in accordance with the referees decides and suggestions. Galley Proof of the articles which is accepted for the publication is sent to the authors then final inspection is done. The language of the journal is in Turkish and English.

The Journal of Fungus is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

• Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution License that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal.

• Authors are able to enter into separate, additional contractual arrangements for the non-exclusive distribution of the journal's published version of the work (e.g., post it to an institutional repository or publish it in a book), with an acknowledgement of its initial publication in this journal.

• Licensees may copy, distribute, display and perform the work and make derivative works and remixes based on it only if they give the author or licensor the credits (attribution) in the manner specified by these.

The author must upload the Reviewer Suggestion Form, contained at least 5 experts related to his / her article with the contact information (mobile tlf, e-mail address) as an additional file to the system.

To start the process of the Articles as soon as possible; Article, Reviewer Suggestion Form and Article Final Control Form should be uploaded to the system.

### Articles preparation Rules

The article must be 1.5 spaced in A4 size, 2 cm each margins, 10 font size and in Arial text character. Articles should be written in Word 2003 or higher. Sections of the article should be respectively like this:

#### For Article in Turkish

**Turkish title, Name(s) of author(s) and their addresses, E-mails, Orcid number(s), Turkish abstract, Turkish key words, English title, English abstract, Key words, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References.**

#### For Article in English

**English title, Name(s) of author(s) and their addresses, E-mails, Orcid number(s), English abstract, Key words, Turkish title, Turkish abstract, Turkish key words, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References.**

If necessary, authors may use sub-titles. The title of each section should be written in bold and the initial letters should be written big on title. All the scientific names should be italicized in the text, if it take part in the title should be both bold and italic. Genus and species names must first be supplied with the authors in their place. Then other place names should be used only species names. Should be a blank line between sections.

**Title:** Title of Turkish articles should be 14 points. English title should be 12 points. Initial letters and surname of the author's must be greater. Address should be written under the name of the author. E-mail address of corresponding author must be given. Academic qualifications are not included in the article.

**Key words:** Should consist of 4-10 words.

**Introduction:** Research topic as much as possible should be short and concise. The aim of the study should also be indicated.

**References:** References in the text must be written in parentheses (name, date). References section should be written as 10 points in alphabetical order. Names of books, articles and announcements initial letters should be big. The first letters of the names of the book, the article and the published submission should be written in large. Master's theses are not shown as a reference. References should be written in **APA style** in the following order (from 2019).

#### For Article:

Aktaş, S., Kaşık, G., Doğan, H. H. and Öztürk, C. (2006). Two New Taxa Records for the Macrofungi of Turkey. *Tr.J.of Bot.*, 30 (4) 209-212.

#### For Books:

Kaşık, G., Öztürk, C., Doğan, H. H., Aktaş, S. and Demirel, G. (2005). *Mikoloji Laboratuvarı*. Konya: Marifet Ofset Matbaa ve Kağıtçılık.

#### For Congress Book:

Önay, A. O., Kaşık, G., Alkan, S. and Öztürk, C. (2018). *Pleurotus ostreatus'un Misel Gelişmesine Humik Maddelerin Etkisinin Araştırılması*. Ö. Türkmen ve M. Paksoy (Ed.), *II. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress Book of Full Text*, (ss.22-29). Bakü-Azerbajjan.

**Tables and figures:** All images (photographs, drawings, graphs, maps, etc..) should be named as figure. All figures and tables should be numbered consecutively in the text. The sizes of tables and figures 14x20 cm should not be greater than. Figures must be original. Photos must be at least 600 dpi resolution or must be scanned. Figures must be separate from the main article "jpeg" should be sent to the file. Figure name should be written under figure and should be 10 points. Table name should be written on top of the table and should be 10 points.

Works are sent online at "http://dergipark.gov.tr/mantar". Unspecified subjects must comply with scientific rules.

#### Contact Address:

S.Ü. Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü

#### Mantar Dergisi Editörlüğü

Fen Fakültesi Binası B Blok Zemin Kat42079 Kampüs/KONYA/TÜRKİYE

E-posta: [mantarcilik@gmail.com](mailto:mantarcilik@gmail.com)



Rediscovery of <i>Gautieria graveolens</i> in Turkey .....129 <i>Gautieria graveolens'in Türkiye'de Yeniden Keşfi</i> Yasin UZUN, Semiha YAKAR, Abdullah KAYA	129
Macrofungi Determined in Köyceğiz (Muğla) District .....133 <i>Köyceğiz (Muğla) İlçesi'nden Belirlenen Makrofunguslar</i> Gizem Nur DEMİREL, Hakan ALLI	133
Morphologic and Molecular Diagnosis of Some <i>Leucoagaricus</i> Species and Revealing a New Record from Turkey .....143 <i>Türkiye'de Bulunan Bazı Leucoagaricus Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Teşhisleri ve Yeni Bir Kaydın Ortaya Çıkarılması</i> Ayten DIZKIRICI, Aysenur KALMER, Ismail ACAR	143
Farklı Mantar Türleri Kullanılarak Sentetik Atıksudan Adsorpsiyon Prosesi ile Boya Giderimi.....151 <i>Dye Removal from Synthetic Wastewater by Adsorption Process Using Different Fungi Species</i> Muhammed Kamil ODEN, Sinan ALKAN, Gıyasettin KAŞIK	151
<i>Helvella phlebophora</i> , a new ascomycete record for Turkey .....159 <i>Helvella phlebophora, Türkiye için yeni bir askomiset kaydı</i> Yasin UZUN	159
Türkiye'den ilk likenikol miksomiset kaydı .....163 <i>First lichenicolous myxomycetes record from Turkey</i> Yılmaz YAVUZ	163
<b>DERLEME MAKALELERİ / REVIEW ARTICLES</b> Investigation of The Use of Mushrooms in The Research of Environmental Pollution .....167 <i>Çevre Kirliliği Araştırmalarında Mantarların Kullanımının İncelenmesi</i> Muhammed Kamil ODEN	167
Bitki Patojeni Fungusların Evrimini Etkileyen Bazı Faktörler .....175 <i>Mechanisms Effecting Evolution of Plant Pathogenic Fungi</i> Esra GÜL	175



## İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

e-ISSN 2147-6845

E-JOURNAL

SELÇUK UNIVERSITY MUSHROOM APPLICATION AND RESEARCH CENTER-KONYA-TURKEY

Issue:2

Volume 10

October 2019

THE JOURNAL OF FUNGUS

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLE

- Kastamonu ve Erzincan İllerindeki Tereyağlardan İzole Edilen Funguslar Üzerine Araştırmalar..... 70  
*Investigations on Fungi Isolated from Butter in Kastamonu and Erzincan Provinces*  
Hikmet Öznur ÖZTÜRK, Günay Tülay ÇOLAKOĞLU
- The Smut Fungi Determined in Aladağlar and Bolkar Mountains (Turkey) .....82  
*Aladağlar ve Bolkar Dağları (Türkiye)'nden Belirlenen Sürme Mantarları*  
Şanlı KABAKTEPE, İlğaz AKATA
- Psathyrella typhae*, a new macrofungus record for Turkey .....87  
*Psathyrella typhae*, Türkiye için yeni bir makromantar kaydı  
Raziye İLERİ, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- Marmara Bölgesinde Üretilen *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (Kayın Mantarı)'un Üretimi ve Yaygınlaşması .....92  
*Cultivation and Dissemination of Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm. in Marmara Region*  
Banu COŞKUN AKÇAY, Hasan Hüseyin DOĞAN
- The antimicrobial effect of various formulations obtained from *Fomes fomentarius* against hospital isolates .....103  
*Fomes fomentarius'dan elde edilen çeşitli formülasyonların hastane izolatlarına karşı antimikrobiyal etkisi*  
Gulsah GEDİK, Gorkem DULGER, Hulya ASAN, Anil OZYURT, Hakan ALLI, Ahmet ASAN
- Contributions to the taxonomy and distribution of *Tricholomella* (Lyophyllaceae) based on the basidiomata collected from Halkalı, İstanbul .....110  
*İstanbul, Halkalı'dan toplanan bazidiyomalara göre Tricholomella constricta (Lyophyllaceae)'nin taksonomi ve yayılışına katkılar*  
Ertuğrul SESLİ, Eralp AYTAÇ
- Fungal Spore Calendar of Yalova Province (2005) .....116  
*Yalova İli Fungal Spor Takvimi (2005)*  
Demet YILMAZKAYA, Hasan AKGÜL, Mustafa Kemal ALTUNOĞLU, Aycan TOSUNOĞLU, Adem BİÇAKÇI
- Toprak mikrofunguslarının dikotan duyarlılıklarının belirlenmesi .....124  
*Determination of dikotan sensitivity of soil microfungi*  
Fatih KALYONCU, Azize ÖZER

Devamı kapak içindedir.



Ekim 2019

Cilt:10

Sayı:2

e-ISSN 2147-6845

E-DERGİ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ-KONYA-TÜRKİYE