

e-ISSN:2147-6845

E-JOURNAL

December 2022 Volume:13

Issue:3- Special Issue

Selçuk University Mushroom Application and  
Research Center-KONYA-TURKEY

# JOURNAL OF FUNGUS



VAN YYU MUSHROOM APPLIED  
AND RESEARCH CENTER



## 3. International Eurasian Mycology Congress

7- 9 SEPTEMBER 2022  
VAN TÜRKİYE

Dergimizin Özel Sayısı,

“3<sup>rd</sup> International Eurasian Mycology Congress” de  
sunulan bildirileri içermektedir.



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



# MANTAR DERGİSİ

E-DERGİ/ e-ISSN:2147-6845

Aralık 2022

Cilt:13

Sayı:3- Özel Sayı



**e-ISSN 2147-6845**  
**Aralık 2022 / Cilt:13/ Sayı:3- Özel Sayı**  
**December 2022 / Volume:13 / Issue:3- Special Issue**

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ

**ADINA SAHİBİ**

PROF.DR. GIYASETTİN KAŞIK

**YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ**

PROF.DR. GIYASETTİN KAŞIK

**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>  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/mantar>

E-Posta:mantarcilik@gmail.com

Yayın Tarihi/Publication Date  
**30/12/2022**



**e-ISSN 2147-6845**  
**Aralık 2022 / Cilt:13/ Sayı:3- Özel Sayı**  
**December 2022 / Volume:13 / Issue:3- Special Issue**

## 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. Cem ERGÜL (Uludağ Üniv.-Bursa)  
Prof.Dr. Ertuğrul SESLİ (Trabzon Üniv.-Trabzon)  
Prof.Dr. Faruk SELÇUK (Ahi Evran Üniv.-Kırşehir)  
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 AKGÜL (Akdeniz Üniv.-Antalya)  
Prof.Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN (Selçuk Üniv.- Konya)  
Prof.Dr. Ilgaz AKATA (Ankara Üniv.-Ankara)  
Prof.Dr. Kadir KINALIOĞLU(Giresun Üniv.-Giresun)  
Prof.Dr. Macit İLKİT (Çukurova Üniv.-Adana)  
Prof.Dr. Mehmet CANDAN(Anadolu Üniv. Eskişehir)  
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 Hilmioğlu 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. Hakan ALLI (Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Muğla)  
Doç.Dr. Sinan AKTAŞ (Selçuk Üniv.-Konya)  
Doç.Dr. Şanlı KABAKTEPE (İnönü Üniv.-Malatya)  
Dr.Öğr.Üyesi Gönül EROĞLU (Selçuk Üniv.-Konya)  
Dr.Öğr.Üyesi İskender KARALTI (Azerbaijan Medical University-Bakü)



**e-ISSN 2147-6845**  
**Aralık 2022 / Cilt:13/ Sayı:3- Özel Sayı**  
**December 2022 / Volume:13 / Issue:3- Special Issue**

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

Prof. Dr. Abdullah KAYA
Prof. Dr. Abdulnasır YILDIZ
Prof. Dr. Abdurrahman DÜNDAR
Prof. Dr. Ahmet ASAN
Prof. Dr. Faruk SELÇUK
Prof. Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN
Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL
Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Prof. Dr. Sevda KIRBAĞ
Prof. Dr. Younes Rezaee DANESH
Doç. Dr. Beyhan KİBAR
Doç. Dr. Funda ATİLA
Doç. Dr. Hakan ALLI
Doç. Dr. Sinan AKTAŞ
Dr. Öğrt. Üyesi Erdoğan GÜNEŞ
Dr. Öğrt. Üyesi Gökhan BAKTEMUR
Dr. Öğrt. Üyesi Hatice TANER SARAÇOĞLU
Dr. Öğrt. Üyesi İlkay BAHÇECİ
Dr. Öğrt. Üyesi İsmail ACAR
Dr. Öğrt. Üyesi Mehmet ÇETİN
Dr. Öğrt. Üyesi Mustafa EMRE AKÇAY
Dr. Öğrt. Üyesi Oğuzhan KAYGUSUZ
Dr. Öğrt. Üyesi Serra ÖRSTEN
Dr. Öğrt. Üyesi Sinan ALKAN
Uzm. Ferah YILMAZ



e-ISSN 2147-6845

Aralık 2022 / Cilt:13/ Sayı:3- Özel Sayı

December 2022 / Volume:13 / Issue:3- Special Issue

## İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

- Utilization of Agricultural and Forestry by-Products in Ganoderma lucidum (Curt.: Fr.) P. Karst. Production.....1*  
*Ganoderma lucidum (Curt.: Fr.) P. Karst. Üretiminde Tarım Ve Ormancılık Yan Ürünlerinin Kullanımı*  
*Funda ATİLA*
- 
- Possibilities of Using Myconanotechnology in Combating *Verticillium dahliae* Kleb. Fungal Pathogen.....9  
*Verticillium dahliae* Fungal Patojeni İle Mücadelede Mikonanoteknolojinin Kullanım Olanakları  
*Hilal ACAY, Ayfer YILDIRIM*
- 
- Kestel Ormanı (Kadınhanı-Konya) Epifitik Likenleri.....15  
*Kestel Forest (Kadınhanı-Konya) Epiphytic Lichens*  
*Gülşah YURTYAPAN, Hatice Esra AKGÜL, Celaledin ÖZTÜRK*
- 
- Ege Bölgesinde Yetişen Körek Mantarı (*Pleurotus eryngii* (DC.) Quél.)'nin Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi.....26  
*Determination of Fatty Acid content of Pleurotus eryngii (DC.) Quél. Growing in the Aegean Region*  
*Hakan ALLI, Sevgin ÖZDERİN, İbrahim KIVRAK*
- 
- Bazı Yenilebilir Doğal *Basidiomycota* Türlerinin Mineral Bileşimleri ve Morfolojik karakterizasyonları.....32  
*Mineral Compositions and Morphological Characterizations of Some Edible Natural Basidiomycota Species*  
*Sinan ALKAN, Gıyasettin KAŞIK, İlker AKIN*
- 
- Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert Mantarının Pamuk İpliği Boyamada Türkiye'de İlk Kullanımı.....41  
*First Use of Pisolithus arhizus (Scop.) Rauschert Mushroom in Cotton Yarn Dyeing in Türkiye*  
*Hakan ALLI, Ertuğrul KALAY*
- 
- Kestel Bölgesinde(Kadınhanı-Konya) Yaygın Olarak Bulunan Bazı Makromantarların Mineral Kompozisyonu.....47  
*Mineral Composition Of Some Macrofungi Widely Available in the Kestel Region (Kadınhanı-Konya)*  
*R. Büşra AYDEMİR, Gıyasettin KAŞIK, Celaledin ÖZTÜRK, Sinan ALKAN*
- 
- Phenotypic and Molecular Identification of Green Pea Powdery Mildew Pathogen from Alborz, Iran.....59  
*Alborz, İran'dan Yeşil Bezelye Küllleme Patojeninin Fenotipik ve Moleküler Tanımlanması*  
*Simin Tahery ARDESTANI, Seyed Akbar KHODAPARAST*  
*Ahmad Abbasi MOGHADAM, Mehrzad AHMADI*



e-ISSN 2147-6845

Aralık 2022 / Cilt:13/ Sayı:3- Özel Sayı  
December 2022 / Volume:13 / Issue:3- Special Issue

Identification of Fungi Associated with Different Pigeon Pea Seed Accessions from Iran.....66  
Iran'dan Farklı Güvercin Bezelye Tohumu Katılımları ile İlişkili Mantarların Tanımlanması  
Simin Tahery ARDESTANI, Ahmad Abbasi MOGHADAM  
Mehrzaad AHMADI, Zahra TALAEI

Study on Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* Based  
on Vegetative Compatibility Groups and Races in Five Provinces of Iran.....71  
Iran'ın Beş İlinde Farklı *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* .  
Mantar Türleri Üzerinde Grup ve Irkların Vejetatif Uyumluluğuna Dayalı Bir Araştırma  
Nazyar ZANDYAVARI, Hossein BAYAT, Nader HASANZADEH

Makrofunguslara Yönelik Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Konya Yöresinde Uygulanması.....81  
Development of Attitude Scale Towards Macrofungi and its Application in Konya Region  
Mustafa ÇEVİRİM, Celaledin ÖZTÜRK, Hakan KURT

Yoğun Bakım Hastalarının Kan Kültüründe Üreyen *Candida* Türlerinin Dağılımının  
Değerlendirilmesi.....99  
Evaluation Of The Distribution Of *Candida* Species In The Blood Culture Of Icu Patients  
Fatma GÜNBEY, Zülal AŞÇI TORAMAN, Merve AYYILDIZ,  
Doğukan Faik BAYTAŞ, Yasemin BULUT, Feray Ferda ŞENOL, Yüksel AKKAYA

Pandemi Döneminde Kan Kültürlerinden İzole Edilen *Candida*  
Türlerinin Dağılımı ve Antifungal Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi.....105  
Distribution Of *Candida* Species Isolated From Blood Cultures During  
The Pandemic Period And Evaluation Of Antifungal Susceptibility  
Senanur AYDOĞAN, Rugıyya SAMADZADE, Salih MAÇİN,  
Hatice TÜRK DAĞI, Duygu FINDIK

Comparison of Two DNA Barcoding Regions for Molecular Identification  
of Some *Helvella* Species from Türkiye.....111  
Türkiye'den Bazı *Helvella* Türlerinin Moleküler Tanımlanması İçin İki DNA  
Barkodlama Bölgesinin Karşılaştırılması  
Şuheda S. TERMAN, Mustafa Emre AKÇAY, Ayten TEKPINAR

## DERLEME MAKALELER/ REVIEW ARTICLE

Türkiye'de Doğal Yayılış Gösteren *Terfezia* Türleri ve Ekolojileri.....119  
*Terfezia* Species Natural Distributed in Turkey and Their Ecologies  
Funda ATİLA, Ahmet KAZANKAYA

Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as a Healthy Ingredient  
for Sustainable Functional Food Production.....131  
Sürdürülebilir Fonksiyonel Gıda Üretimi İçin Sağlıklı Bir Bileşen Olarak İstiridye Mantarı (*Pleurotus ostreatus*)  
Sanem BULAM, Nebahat Şule ÜSTÜN, Aysun PEKŞEN

Ethnomycological Studies in Anatolia from Past to Present.....144  
Geçmişten Günümüze Anadolu'daki Etnomikolojik Çalışmalar  
Sanem BULAM1\*, Aysun PEKŞEN2, Nebahat Şule ÜSTÜN3



Geliş(Received) :07.10.2022  
Kabul(Accepted) :01.12.2022

Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1185553

## Utilization of Agricultural and Forestry by-Products in *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst. Production

Funda ATİLA<sup>1\*</sup>

\* Corresponding author: funda.atila@ahievran.edu.tr

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Agriculture Faculty, Department of Horticulture, Kırşehir, Türkiye  
Orcid ID: //orcid.org/ 0000-0003-1129-1045/ funda.atila@ahievran.edu.tr

**Abstract:** The aim of the study was to evaluate the use of some local agricultural and forestry by-products as *Ganoderma lucidum* growing substrate. In the study, 8 different growing media prepared by mixing agricultural and forestry wastes such as oak sawdust (OS), poplar sawdust (PS), wheat straw (WS), wood chips (WCH), green almond hulls (AH) and green walnut hulls (GWH) alone or in different proportions, were used for *G. lucidum* cultivation and the effects of these substrates on spawn run time (SRT), days to pinhead initiation (DPI), days to the first harvest (DFH), yield (g/kg) and biological efficiency (BE%) were investigated. The results demonstrated that spawn run time (SRT) of *G. lucidum* was shorter in PS and WS:GWH12.5 (19.7 days and 20.8 days) as compared to other substrates and mixtures (22.2-28.5 days). The pinheads emerged in substrates between 43th- 49th days and the fruiting bodies were collected between 80.3 -93.5 days after the spawning. Total fresh mushroom yield and BE(%) varied from 71.39 to 110.10 g/kg of substrate and from 21.0% to 31.46, respectively. Moreover, PS substrate produced fruitbody also earlier compared with the other investigated substrates. The study revealed that although higher total yields were obtained by sawdust substrates, considering the difficulty of finding sawdust in some areas, WS and the mixture of WS and GHW (87.5:12.5%) could be also successfully used inof *G. lucidum* production.

**Key words:** Reishi, Sawdust, Agricultural wastes, Forestry wastes, Mushroom yield

### *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst. Üretiminde Tarım Ve Ormancılık Yan Ürünlerinin Kullanımı

**Öz:** Çalışmanın amacı, bazı yerel tarım ve orman yan ürünlerinin *Ganoderma lucidum* yetiştirme substratı olarak kullanımını değerlendirmektir. Çalışmada meşe talaşı (OS), kavak talaşı (PS), buğday samanı (WS), yonga (WCH), badem kabuğu (AH) ve yeşil ceviz kabuğu (GWH) gibi tarım ve orman atıklarının tek başına veya farklı oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanan 8 farklı yetiştirme ortamı kullanılmıştır. *G. lucidum* yetiştiriciliği için kullanılmış ve bu substratların misel gelişim süresi (SRT), taslak oluşumuna kadar geçen gün sayısı (DPI), ilk hasata kadar geçen gün sayısı (DFH), verim (g/kg) ve biyolojik etkinliğe (BE%) etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar, *G. lucidum*'un misel gelişim süresinin, PS ve WS:GWH12.5'te (19.7 gün ve 20.8 gün) diğer substratlara ve karışımlara (22.2-28.5 gün) kıyasla daha kısa olduğunu gösterdi. Misel ekiminden sonra 43-49. günlerde taslaklar oluştu ve *G. lucidum*'un şapkaları misel ekiminden 80.3-93.5 gün sonra hasat edildi. Toplam taze mantar verimi ve BE(%) sırasıyla 71.39 g/kg ila 110.10 g/kg substrat ve %21.0 ila %31.46 arasında değişmiştir. Ayrıca, PS substratında araştırılan diğer substratlarla karşılaştırıldığında hasat daha erken gerçekleşti. Çalışma, talaş substratlardan daha yüksek toplam verim elde edilmesine rağmen, bazı bölgelerde talaş bulmanın zorluğu göz önüne alındığında, WS'nin WS ve GHW karışımının da (%87.5:%12.5) *G. lucidum*'un yetiştirilmesi için başarıyla kullanılabileceğini ortaya koydu.

**Anahtar kelimeler:** Reishi, Talaş, Tarımsal atıklar, Orman atıkları, Mantar verimi



## Introduction

*Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst. a species belonging to the class *Agaricomycetes*, the order *Polyporales* and the family *Ganodermataceae*. *G. lucidum*, commonly known as Ling zhi, Reishi or immortality mushroom, is one of the most popular medicinal mushrooms (Wachtel-Galor et al., 2011). *G. lucidum*, which grows naturally in the flora of Turkey, is recognized as the mushroom of immortality (Sesli ve ark., 2020).

Since ancient times, *G. lucidum* was collected from the wild and consumed by local people, but wild *G. lucidum* is difficult to collect and to maintain its quality. For that reason, today, artificial cultivation of *G. lucidum* has become widespread to meet the increasing demand of this mushroom. The first successful cultivation of this mushroom was performed on inoculated natural logs in China in 1969 (Yu and Shen 2003). Since then, the production of this mushroom has been popular especially in Far East countries (Li et al. 2016). *G. lucidum* production and consumption has been also growing fast in other countries.

*G. lucidum* has been used in Far East culture for thousands of years because of its medicinal properties (Cilerdzic et al., 2017). Also today, the hypoglycemic (Liu and Tie, 2019), lipid-lowering (Chan et al., 2021), antitumour, antimicrobial, antioxidant (Cör et al., 2018), anticancer (Sohretoglu and Huang, 2018), antidepressant (Zhao et al., 2021), anti-inflammatory (Xu et al., 2021), immunomodulatory effects (Ren et al., 2021) of this mushroom have been proven in many animal and clinical studies. Several commercial products of *G. lucidum* obtained from fruiting bodies, mycelia or spores, are sold in the form of tea, coffee, syrups, spore powder, slices, supplements, drinks, tooth pastes, soaps and lotions. China, which realizes 70% of the world's reishi production by itself, is the main country that producer and exporter in the world (Li et al. 2016).

Mushroom cultivation could be useful ecological and environmental and economic way to reuse or disposal of this kind of solid organic wastes. It has received especially important in most developing countries where millions of tons of lignocellulose-rich wastes. *G. lucidum*, a wood-decay fungi, is one of the most effective lignin degradater, and play a major role in the organic matter cycling. The substrates which use in mushroom cultivation may influence the yield of mushroom based on its potential to induce enzyme secretion (Sadeghan et al., 2022). Sawdust is one of the best basal substrates in the preparation of growing media

for *G. lucidum* cultivation. However, compared to sawdust, most of the people who live in the different rural areas of the world have more access to wheat straw, and other agricultural wastes. Mushroom growers should select abundant and the cheapest locally available substrate materials to reduce production costs. In addition, the use of locally available agricultural and forest wastes in mushroom production is worth further research as it will also mediate the disposal of these wastes. Today, forest industry wastes are insufficient in many regions of the world and the pursuit of alternative substrates has been accelerating in the mushroom industry.

Various growing media formulations are used in the world, dependent on locally available agricultural and forest wastes (Mehta et al. 2013; Atila, 2020), beech sawdust and olive by-products (Koutrotsios et al., 2019), mixtures of sawdust and tea waste levels (Pekşen and Yakupoğlu, 2009), pecan wastes (Ozcariz-Fermoselle et al., 2018), sugarcane bagasse, banana skin, coffee grounds, eggshell, tea waste and diaper wastes (Khoo et al., 2022). However, for sustainable growth of the mushroom industry in different countries where have different forestry and agricultural residues potential, several studies directed toward reduced time to cultivation cycle, improving yield and quality are needed.

## Material and Metod

### Materials

Pure culture of the GL-52 strain maintained on Malt-Extract Agar (MEA, Merck) at 4 °C. Pure culture was used as the inoculum for spawn preparation on wheat grains as previously described by Atila (2017).

The agricultural waste materials were collected from local farms in Kırşehir, Turkey. Poplar and oak sawdusts were supplied from a lumber mill, Kırşehir, Turkey. The growing media examined in the study were presented in Table 1.

### Experimental Design

Several agricultural and forest wastes and different mixed of these wastes were tested as *Ganoderma lucidum* growing media to determine the best substrate and optimal mixed ratio of substrates.

Mushroom cultivation was carried out in the Mushroom Production Unit in the Faculty of Agriculture at Ahi Evran University, Kirsehir (Turkey). The experiment was done in ten replicates for each growing medium using completely randomized plot design.

### Preparation of Cultivation Substrate

All substrates were wetted in water for 24 h to increase the moisture content to about 60-65%. To assess effect of growing media and to find the best combination of substrates, they were mixed in different





ratios as shown Table 1. Calcium sulphate and calcium carbonate were added in %1 ratio (w/w). 1 kg (wet weight) of the prepedated growing media were placed in polypropylene bags (20x45 cm) and were plugged with

cotton. Then the bags were autoclaved at 121°C for 90 minutes and spawned on 3% wet weight basis of growing media after cooling.

Table 1. Substrates types and their proportions used in the study

Substrate type	Substrate code	Ratio
Oak sawdust	OS	100
Poplar sawdust	PS	100
Wheat straw	WS	100
Wheat straw: Green walnut hulls	WS:GWH12.5	87.5:12.5
Wheat straw: Green walnut husk	WS:GWH25	75:25
Oak sawdust:Poplar chip	OS:PC	50:50
Oak sawdust: Almond hulls	OS:AH	50:50
Oak sawdust:Wheat straw	OS:WS	50:50

### Mushroom Cultivation and Harvesting

The incubation period was conducted at 25°C and 70–80% of relative humidity without artificial lighting. After colonization, cotton plugs were taken to allow the development of fruiting bodies. The temperature and relative humidity were kept at 28 ± 2°C and 90–95% during the generative stage with light exposure (10 h, provided by white fluorescent bulbs). Adequate ventilation was provided to hold CO<sub>2</sub> concentration below 1000 ppm. Mushrooms were harvested when the caps became completely red and the white margin had disappeared. A total of three harvestings were performed between April and July, 2020.

### Evaluation of the Cultivation Parameters

Cultivation parameters such as affects spawn run period (day), days to first primordia initiation (day), days to first harvest (day) yield (g/kg) and biological efficiency were evaluated on different growing media. Total yield were obtained from one, two or three flushes depending on growing media and expressed as grams of fresh mushrooms harvested at maturity per gram of wet substrate (w/w). The biological efficiency (BE%) was calculated by using the formula; BE (%)=(fresh weight of harvested fruitbody per bag / dry weight of growing medium per bag) x100.

### Substrate Analysis

Samples to be analyzed were collected randomly from the substrates after the sterilization period and analyzed for moisture, pH, Ec, ash, N, lignin, hemicellulose and cellulose contents. After the samples was dried in an oven at 60 °C to a constant weight, they were stored at 4 °C till analysis. Moisture and ash content of substrates were determined by following standard procedure (AOAC, 2019). Total carbon was estimated from the ash following the methodology of Tiquia and Tam (2000). Total nitrogen (TN) was determined using micro-Kjeldahl method and C:N ratios were calculated of

growing media. Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were analysed following the method of Van Soest et al. (1991). Cellulose, hemicellulose and lignin were calculated using NDF and ADF and the cellulose was determined using ADF and ADL (hemicellulose=NDF –ADF; cellulose=ADF –ADL) (Zadrazil and Brunnert, 1982). All analyses were conducted in triplicate in the Field Crop Laboratories of Ahi Evran University, Kirsehir, Turkey.

### Statistical Analysis

Data were statistically analyzed using the analysis of variance (ANOVA). Differences between the means of individual groups were assessed via Tukey post hoc test at a significance level of 5%.

### Results

#### Proximate Analysis of the Substrates

The physical and chemical properties of the substrates used in the growing media preparation are given in Table 2. Although, there were no significant differences among the moisture contents of substrates ( $p > 0.05$ ), significant differences were found among the substrates regarding the pH, Ash, C, N contents and C:N ratio of the substrates ( $p < 0.01$ ).

Moisture content of substrates varied between 65% and 67%. Pekşen and Yakupoğlu (2009) pointed out that the moisture content of the substrate is very important and reported that 70% moisture content was the critical value for *G. lucidum*. High moisture content of substrate limited the mycelium growth, while low moisture content could result in the death of the pinhead.

pH values of the substrates ranged from 4.3 to 6.7 (Table 1). Medicinal mushrooms require pH of 5.5 to 6.5 optimal growing (Gurung et al., 2012). Although the pH of the sawdust substrates is slightly lower than the recommended optimum pH range by Gurung et al (2012),



these values did not adversely affect mycelium growth and mushroom yield. Lower values of electrical conductivity was determined (0.63-0.87 dS /m) for forestry wastes. Ec values of other substrates (1.07-2.23 dS/m) also below the threshold value which mycelium growth is inhibited (Venancio et al., 2017).

Ash contents of the substrates ranged from 2.05% (OS) to 16.4% (WS:12.5GWH). Ash contents in WS supplemented with GWH were quite higher than that in other substrates. The amounts of C in the substrates were found between 48.5 and 56.81% . The highest C values were obtained from sawdust substrates. The highest N contents were obtained in WS supplemented with GWH in 12.5% and 25 ratios (0.71% and 0.75%, respectively). Total N contents of substrates prepared by the mixtures of oak sawdust supplement with WCH, WS and AH in

50% ratios ranged between 0.37%, 0.47% and 0.52% respectively. N contents in OS (0.29%) and PS (0.28%) were lower than that in other substrates. C:N ratio of the substrate has an important effect on mycelial growth and yield of *G. lucidum* (Atila, 2020) . C:N ratios varied from 65.3:1 to 206.7:1 in the examined substrates. Generally, C:N ratios of sawdust substrates were higher than that of the other substrates. The highest C:N ratio was determined in poplar sawdust, the lowest C:N ratio was found in WS:25GWH medium. There are different opinions about optimal C:N ratio for *G. lucidum* cultivation in the literature. According to Zhou and Deng (1996), *G. lucidum* requires an optimal C:N ratio of 30-40:1, but Hsieh and Yang (2004) reported that optimal C:N ratio of *G. lucidum* 70-80:1.

Table 2. Proximate analysis of growing substrates tested in the study

	Moisture (%)	pH	Ec (dS/m)	Ash (%)	N (%)	C (%)	C:N
OS	65.0	4.33**e	0.80**e	2.05**g	0.29**d	56.8**a	199.9**a
PS	65.0	4.97 cd	0.87 e	2.28 g	0.28 d	56.7 a	206.7 a
WS	67.0	5.57 b	1.28 c	12.33 c	0.41 c	50.9 e	123.2 c
WS87.5:GWH12.5	66.0	6.37 a	1.90 b	16.38 a	0.71 a	48.5 g	68.0 d
WS75:GWH25	66.0	6.70 a	2.23 a	15.71 b	0.75 a	48.9 f	65.3 d
OS:WCH	66.0	4.57 de	0.63 f	5.12 f	0.37 c	55.0 b	146.9 b
OS:AH	67.0	5.43 b	1.07 d	10.28 d	0.52 b	52.0 d	100.9 c
OS:WS	65.0	5.13 bc	1.07 d	7.91 e	0.47 b	53.4 c	113.0 c

OS:oak sawdust; PS: poplar sawdust; WS: wheat straw; GWH:gren walnut hulls; WCH:wood chips; AH: almond hulls. Asterisks indicate significance at \*P<0.05, \*\*P<0.01, ns not significant; values within the same column followed by the same letter are not significantly different by Tukey's test.

Significant differences (p<0.01) were found for lignocellulosic contents of the substrates. The cellulose, hemicellulose and lignin content of the substrates showed ranges of 30.6-50.8%, 2.1–23.1% and 9.43–29.5% respectively. The amount of lignin was similar for OS:WCH and OS:AH substrates and was significantly higher than that of other substrates. The maximum extent

of hemicellulose content was observed in WS. The highest cellulose content was exhibited in PS, while the lowest concentration of cellulose was determined in OS:AH. Atila (2020) reported that *G. lucidum* had a preference for substrates having a high amount of cellulose and and lignin.

Table 3. Lignocellulosic content of growing substrates tested in the study.

	Hemicellulose (%)	Cellulose (%)	Lignin (%)
OS	14.8**c	45.8**b	25.3**b
PS	13.8 c	50.8 a	22.5 c
WS	23.1 a	41.3 c	9.4 f
WS87.5:GWH12.5	9.7 de	45.8 b	10.6 f
WS75:GWH25	8.6 e	38.2 c	14.6 e
OS:WCH	10.4 d	40.1 c	28.4 a
OS:AH	2.1 f	30.6 d	29.5 a
OS:WS	17.2 b	41.1 c	19.9 d

OS:oak sawdust; PS: poplar sawdust; WS: wheat straw; GWH:gren walnut hulls; WCH:wood chips; AH: almond hulls. Asterisks indicate significance at \*P<0.05, \*\*P<0.01, ns not significant; values within the same column followed by the same letter are not significantly different by Tukey's test.



### Effect of Substrates on Cultivation Period of *Ganoderma lucidum*

The mycelial growth of *G. lucidum* was successful in all substrates used in the study. Spawn run time (SRT), days to primordia initial (DPI) and days to first harvest (DFH) were affected by the substrates ( $P < 0.01$ ).

As regards the SRT, the PS substrate was fully colonized within a period of 19.67 days after inoculation, while the respective period was significantly longer on OS:WS (28.5 days). Although SRTs of the substrated examined in the present study appeared longer than the findings Mehta et al. (2013), the incubation periods were shorter than the findings Hal et al. (2021). However, SRT values were in agreement with Rashad et al (2019) who reported that the SRT of *G. lucidum* grown on different agro-wastes was varied from 18 days to 30 days.

Atila (2020) found that the SRT was positively correlated with the nitrogen content of the substrates and negatively correlated with the cellulose and hemicellulose content of the substrate, but no correlation was identified between SRP of *G. lucidum* and the substrates content used in the present study.

The pinheads emerged in substrates between 43th- 49th days. Zhou (2017) reported that primordia initiation had taken place around 60-70 days after spawning. On the other hand, Mehta (2013) determined the formation of *G. lucidum* primordia to be after 21-24 d from substrate inoculation in different sawdusts.

The period between initial primordia formation and first harvest took between 33.5-48 days. This period was longer than the findings Zhou (2017) who reported that from primordia formation to fruiting body for harvest takes approximately 25–30 days. First harvests took place between 80.5 and 93.5 days after inoculation of bags in different growing media. The period for the completion of the entire cultivation cycle was longer in WS supplemented with different ratios of GWH (12.5% and 25%) (93.5 and 93.17 days) compared with other substrates. GWH contains some compounds such as juglone which has antagonistic effect on plants (Terzi, 2008). In contrast, shorter periods of cultivation were noted in PS and OS:WS substrates by 80.5 to 81.17 days, respectively. Karma and Bhatta (2013) reported that first harvest days of fruit bodies of *G. lucidum* was 92 days while Roy et al. (2015) confirmed that The average first harvest days of fruit bodies of *G. lucidum* grown on different sawdusts supplemented with bran varied between 60-90 days. These results are consistent with our findings. Differences in the SRT, DPI and DFH reported by different researchers may vary depending on the substrates, strains and climatic condition of the growing room.

### Effect of Substrates on Yield and Biological Efficiency of *Ganoderma lucidum*

The total yield (g) and BE (%) of *G. lucidum* cultivated on several agro-forestry wastes are presented

in Table 3. Yield and BE (%) of the mushroom were affected by the growing substrates ( $P < 0.01$ ).

Total fresh mushroom yield varied from 71.39 to 110.10 g/kg of substrate. As shown in Table 3, the highest yields and BEs were obtained from sawdust media (110.10 g and 107.37 g/kg of substrate, respectively). Also, the short growing time (80.5 days) in addition to the high yield in PS is a notable advantage. Atila (2020) reported that *G. lucidum* prefer substrates having high C:N ratio. The C:N ratio of sawdust substrates were considerably higher than other substrates. The findings obtained in the study are consistent with Peksen ve Yakupoğlu (2009) who determined a negative correlation between C:N ratio and yield of *G. lucidum*. The yields of WS, AH and WCH combined with OS were not significantly different from each other (82.88 g/kg, 83.91 g/kg, 83.98 g/kg). It has been shown that combination of AH, WCH and WS with OS does not increase the yield. Differences between yields of substrates not only depend on the physical or chemical properties of substrates but also strain used. In the past studies, Peksen and Yakupoglu (2009) reported that there was a positive correlation between N content of substrates and biological efficiency values of *G. lucidum*, while Atila (2020) recorded a negative correlation among N content of substrates and yield of *G. lucidum*. When yield of WS alone (94.84 g/kg) compared with WS supplemented with different ratio of GWH, it was noticed that supplementation of WS with GWH in 12.5% ratio did not improve yield significantly. Increasing the supplement amount of GWH from 12.5% to 25% decreased the mushroom yield. The yield of sawdust substrate was higher than wheat straw substrate, and the addition of GWH (25%) to wheat straw decreased yield by 24.7%. Yield was significantly lower in WS+GWH25 substrate (71.39 g/kg of substrate). This result could be attributed to the high content of juglone in GWH that decrease mycelial growth and yield. Juglone is the major phenolic compound in walnut green hulls (Stampar et al. 2005). This phytotoxic compound has an inhibitory effects on plants (Zhang et al., 2008; Terzi, 2008). Atila (2019) reported that when GWH was used in *Herichium erinaceus* cultivation, colonisation period was prolonged and yield of the mushroom was decreased. Moreover, the substrate containing GWH failed to support mycelial growth and mushroom production of shiitake in the same study.

Present study results on mushroom yields were also similar to those of Mehta et al. (2013) which reported that the mushroom yields varied between 100 and 150 g in the sawdust substrates. However, a previous study using substrate prepared by adding 10% of wheat bran and crushed sugar cane into elephant grass and mango tree sawdust reported a yield of 160 g–360 g/kg and 32–72% BE in *G. lucidum* (Rolim et al., 2014), which were considerably higher than those of the current study. However, the yields from the present study were higher than the results of Hal et al (2021) who declared that the



yield of *G. lucidum* grown on different substrate was ranged between 25.32 g- 49.55 g/kg. When compared to previous reports, all substrates examined in the study demonstrated satisfactory performances.

BE(%) of *G. lucidum* cultivated on several agro-forestry wastes ranged from 21.0% to 31.5% in the study. Considering the BEs from Table 4, BE of WS (28.74%)

Table 4. Effect of different substrates on cultivation cycle and yield of *Ganoderma lucidum*

	SRP (days)	DPI (days)	DPF (days)	Yield (g/kg)	BE(%)
OS	24.83 <sup>**bc</sup>	47.50 <sup>**ab</sup>	89.00 <sup>**b</sup>	107.37 <sup>**a</sup>	30.68 <sup>**a</sup>
PS	19.67 d	44.17 c	80.50 d	110.10 a	31.46 ab
WS	25.50 b	43.50 c	83.83 c	94.84 b	28.74 bc
WS87.5:GWH12.5	20.83 d	44.67 c	93.50 a	92.49 bc	27.20 cd
WS75:GWH25	24.50 bc	47.17 b	93.17 a	71.39 e	21.00 f
OS:WCH	25.33 b	44.00 c	80.33 d	83.98 cd	25.45 de
OS:AH	22.17 cd	49.00 a	85.00 c	83.91 cd	23.97 e
OS:WS	28.50 a	43.83 c	81.17 d	82.88 d	24.38 e

OS:oak sawdust; PS: poplar sawdust; WS: wheat straw; GWH:green walnut hulls; WCH:wood chips; AH: almond hulls. Asterisks indicate significance at \*P<0.05, \*\*P<0.01, ns not significant; values within the same column followed by the same letter are not significantly different by Tukey's test.

BE (%) previously reported for *G. lucidum* varied considerably depending on the substrate used, 13.19% to 39.62% in sawdust based substrates supplemented with tea waste at the different levels (Pekşen and Yakupoğlu, 2009), 27.57% to 42.86 % in various sawdusts, (Mehta et al. 2013), 4.54% and 61.24% in different mixtures of beech sawdust and olive by-products (Koutrotsios et al., 2019) and 8.9% to 24.7 % in various agricultural and forest wastes (Atila, 2020).

### Conclusion

The results of the study demonstrated that all of agriculture and forestry by-products examined in the

was similar to MT (30.68%) and lower than PS (31.46%). Although, WS and WS:25 GWH substrates exhibited similar colonization times, the obtained BE of WS:25 GWH was quite lower (21%). This result is an evidence that rapid mycelium growth does not always lead to high yields.

study had a satisfactory for performances. *G. lucidum* cultivation. Although higher total yields were obtained by sawdust substrates, considering the difficulty of finding sawdust in some areas, wheat straw alone the mixture of wheat straw and green walnut hulls (87.5:12.5%) could be successfully used for cultivation of *G. lucidum*. On the other hand, since green walnut hulls has high phenolic content and antimicrobial properties, further research is recommended for pharmacological properties in *G. lucidum* mushroom grown on formulations with added green walnut hulls.

### References

- Amiri-Sadeghan, A., Aftabi, Y., Arvanaghi, H.R., Shokri, E., Khalili, M., Seyedrezazadeh, E., and Kuhare, F. (2022). A Review of Substrates for Solid-State Fermentation of Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma lucidum* (*Agaricomycetes*), for Basidiome Production and Effect on Bioactive Compounds. *Int. J. Med. Mushrooms*, 24(4), 15–29
- Atila, F. (2017). Evaluation of Suitability of Various Agro-Wastes for Productivity of *Pleurotus djamor*, *Pleurotus citrinopileatus* and *Pleurotus eryngii* Mushrooms. *J Exp Agric Int* 17: 1–11. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2017/36346>.
- Atila, F. (2019). The Use of Phenolic-rich Agricultural Wastes for *Hericium erinaceus* and *Lentinula edodes* Cultivation. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 56(4), 417-425. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.446022>
- Atila, F. (2020). Comparative study on the mycelial growth and yield of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) Karst. on different lignocellulosic wastes. *Acta Ecologica Sinica*, 40(2), 153-157.
- A.O.A.C. (2019) Official Methods of Analysis of AOAC International [www Document]. 21st Ed. [https://www.aoac.org/aoac\\_prod\\_imis/AOAC/Publications/Official\\_Methods\\_of\\_Analysis/AOAC\\_Member/Pubs/OM/A/AOAC\\_Official\\_Methods\\_of\\_Analysis.aspx](https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OM/A/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx)
- Chan, S.W., Tomlinson, B., Chan, P. and Lam, C.W.K. (2021). The Beneficial Effects of *Ganoderma lucidum* on Cardiovascular And Metabolic Disease Risk, *Pharm. Biol.* 59(1), 1159-1169. <https://doi.org/10.1080/13880209.2021.1969413>
- Cilerdzic, J., Stajic, M.M. and Vukojevic, J.B. (2017). *Ganoderma lucidum* – from Tradition to Modern Medicine. *Matica Srpska J. Nat. Sci. Novi. Sad.* 133, 151-161. <https://doi.org/10.2298/ZMSPN1733151C>



- Cör D, Knez Ž and Knez Hrnčić M. (2018). Antitumour, Antimicrobial, Antioxidant and Antiacetylcholinesterase Effect of *Ganoderma lucidum* Terpenoids and Polysaccharides: A Review. *Molecules*. 23(3), 649. <https://doi.org/10.3390/molecules23030649>
- Gurung, O.K., Budathoki, U. and Parajuli, G. (2012). Effect of Different Substrates on the Production of *Ganoderma lucidum* (Curt: Fr) Karst. *Our Nature*. 10, 191- 198.
- Hal, Y. B., Yazar, M., Kara, E., Baktemur, G. and Taşkın, H. (2021). Farklı Tarımsal Atıkların *Ganoderma lucidum* (Reishi mantarı) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. *Çukurova J. Agric. Food Sci.* 36(1), 275-288. <https://doi.org/10.36846/CJAFS.2021.55>
- Hsieh, C., Yang and F. C. (2004). Reusing Soy Residue for the Solid-State Fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Bioresource Technol* 91, 105-109. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(03\)00157-3](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(03)00157-3)
- Karma, A. and Bhatt, A.B. (2013) First Attempt of an Organic Cultivation of Red *Ganoderma Lucidum* Under Subtropical Habitat and Its Economics. *Int. J. Pharm. Sci.* 5, 94–98
- Khoo, S.C., Ma, N.L., Peng, W.X., Ng, K.K., Goh, M.S., Chen, H.L., Tan, S.H., Lee, C.H., Luang-In, V. and Sonne, C. (2022). Valorisation of Biomass and Diaper Waste into A Sustainable Production of The Medical Mushroom Lingzhi *Ganoderma lucidum*, *Chemosphere*. 286(1), 131477. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131477>.
- Koutrotsios, G., Patsou, M., Mitsou, E.K., Bekiaris, G., Kotsou, M., Tarantilis, P.A., Pletsas, V., Kyriacou, A. and Zervakis, G.I. (2019). Valorization of Olive By-Products as Substrates for the Cultivation of *Ganoderma lucidum* and *Pleurotus ostreatus* Mushrooms with Enhanced Functional and Prebiotic Properties. *Catalysts*. 9(6), 537. <https://doi.org/10.3390/catal9060537>
- Li, S., Dong, C., Wen, H.A. and Liu, X. (2016). Development of Ling-zhi industry in China—emanated from the Artificial Cultivation in the Institute of Microbiology, *Chinese Academy of Sciences (IMCAS)*. *Mycology*. 7, 74–80
- Liu, Q. and Tie, L. (2019). Preventive and Therapeutic Effect of *Ganoderma* (Lingzhi) on Diabetes. In: Lin, Z., Yang, B. (eds) *Ganoderma and Health. Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1182. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-32-9421-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-32-9421-9_8)
- Mehta, S., Jandaik, S. and Gupta, D. (2014). Effect of Cost-Effective Substrates on Growth Cycle and Yield of Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom, *Ganoderma lucidum* (Higher Basidiomycetes) from Northwestern Himalaya (India). *Int. J. Med. Mushrooms*. 16(6), 585–591
- Ozcariz-Fermoselle, M.V., Fraile-Fabero, R., Gírbés-Juan, T., Arce-Cervantes, O., Rueda-Salgueiro, J.A.O. and Azul, A.M. (2018). Use Of Lignocellulosic Wastes of Pecan (*Carya illinoensis*) in the Cultivation of *Ganoderma lucidum*, *Rev. Iberoam. Micol.* 35(2), 103-109. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2017.09.005>.
- Peksen, A. and Yakupoglu, G. (2009). Tea Waste as a Supplement for the Cultivation of *Ganoderma lucidum*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 25, 611–618.
- Rashad, F.M., El Kattan, M.H., Fathy, H.M., Abd El-Fattah, D.A., El Tohamy, M. and Farahat, A.A. (2019). Recycling of Agro-Wastes for *Ganoderma lucidum* Mushroom Production and *Ganoderma* Post Mushroom Substrate As Soil Amendment. *Waste Manage.* 88, 147–159
- Ren, L., Zhang, J. and Zhang, T. (2021). Immunomodulatory activities of polysaccharides from *Ganoderma* on immune effector cells. *Food Chem.* 340, 127933. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127933>.
- Rolim, L.N., Sales-Campos, C., Cavalcanti, M.A.Q. and Urben, A.F. (2014). Application of Chinese Jun-Cao Technique for the Production of Brazilian *Ganoderma lucidum* Strains. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 57, 367-373
- Sesli, E., Asan, A. and Selçuk, F. (editors.), Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkel, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. and Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Sohretoglu, D. and Huang, S. (2018). *Ganoderma lucidum* Polysaccharides as An Anti-cancer Agent. *Anti-Cancer Agents Med. Chem.* 18(5), 667-674. <http://dx.doi.org/10.2174/1871520617666171113121246>
- Stampar, F., Solar, A., Hudina, M., Veberic, R. and Colaric, M. (2006) Traditional Walnut Liqueur -Cocktail of Phenolics. *Food Chem* 95, 627–631. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.035>
- Terzi, I. (2008) Allelopathic Effects of Juglone and Decomposed Walnut Leaf Juice on Muskmelon and Cucumber Seed Germination and Seedling Growth. *Afr. J. Biotech.* 7, 1870–1874
- Tiquia, S.M. and Tam, N.F.Y. (2000) Fate of Nitrogen During Composting of Chicken Litter. *Environ. Pollut.* 110, 535–541. [https://doi.org/10.1016/s0269-7491\(99\)00319-x](https://doi.org/10.1016/s0269-7491(99)00319-x)
- Xu, J., Xiao, C.M., Xu, H.S., Yang, S.X., Chen, Z.M., Wang, H.Z., Zheng, B.S., Mao, B.Z. and Wu, X.Q., 2021. Anti-inflammatory effects of *Ganoderma lucidum* sterols via attenuation of the p38 MAPK and NF-κB pathways in LPS-



- induced RAW 264.7 macrophages. *Food and Chemical Toxicology*. 150, 112073. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112073>
- Vansoest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., (1991). Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74 (10), 3583–3597.
- Venâncio, C., Pereira, R., Freitas, A. C., Rocha-Santos, T. A. P., da Costa, J. P., Duarte, A. C., and Lopes, I. (2017). Salinity induced effects on the growth rates and mycelia composition of basidiomycete and zygomycete fungi. *Environmental Pollution*, 231, 1633-1641.
- Wachtel-Galor, S., Yuen, J., Buswell, J.A. and Benzie, I.F.F. (2011). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd Edition, CRC Press, Florida
- Yu, Y.N. and Shen, M.Z., (2003). The history of Lingzhi (*Ganoderma* spp.) cultivation. *Mycosyst.* 22, 3–9.
- Zadrazil, F. and Brunnert, H. (1982). Solid State Fermentation of Lignocellulose Containing Plant Residues With *Sporotrichum pulverulentum*. *Nov. and Dichotimus squalens (Karsl) Reid. Eur. J. Appl. Microbiol. Biotech.* 16, 45–51.
- Zhang, H., Gao, J.M., Liu, W.T., Tang, J.C., Zhang, X.C., Jin, Z.G., Xu, Y.P. and Shao, M.A. (2008). Allelopathic Substances from Walnut (*Juglans regia* L) Leaves. *Allelopathy J.* 21 (2), 354–362.
- Zhao, S., Rong, C., Gao, Y., Linfeng Wu, Luo, X., Song, S. et al. (2021). Antidepressant-Like Effect of *Ganoderma lucidum* Spore Polysaccharide-Peptide Mediated by Upregulation of Prefrontal Cortex Brain-Derived Neurotrophic Factor. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 105, 8675–8688 <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11634-y>
- Zhou, X.W. and Deng, B.W. (1996). Research on Various Media affecting Mycelial Growth of *Ganoderma*. *J. Hanzhong Teach. Coll: Natural Science Edition.* 14, 61-64
- Zhou, X.W., 2017. Cultivation of *Ganoderma lucidum*. *Edible and Medicinal Mushrooms: Tech. Applications* 385–413. <https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch18>



Geliş(Received) :11.10.2022  
Kabul(Accepted) :01.12.2022

Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1187449

## Possibilities of Using Myconanotechnology in Combating *Verticillium dahliae* Kleb. Fungal Pathogen

Hilal ACAY<sup>1\*</sup>, Ayfer YILDIRIM<sup>2</sup>

\*Corresponding author: hilalacay@gmail.com,

<sup>1</sup>Mardin Artuklu University Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics, Mardin/Turkey

ORCID ID:0000-0002-7732-106X, hilalacay@gmail.com,

<sup>2</sup>Mardin Artuklu University, Vocational School of Health Services, Mardin/Turkey

ORCID ID:0000-0002-2079-4587, ayferyildirim@artuklu.edu.tr

**Abstract:** *Verticillium dahliae* is a soil-borne plant pathogen and its control is limited with chemical fungicides. The disease causing fungus, which causes significant economic agricultural losses all over the world, has a very wide host range. The scarcity of successful methods in the control of the disease further increases the importance of the disease. In addition, the effort to develop alternative control methods is based on the inadequacy of environmentally friendly fungicides, the emergence of fungicide resistance in pathogens and the breaking of host resistance of pathogen populations. Today, the popularity of nanoparticle applications, which provide better efficiency in the control of diseases, is increasing day by day. The current research aims to synthesize a bionanomaterial (RDEK) with the wild mushroom *Russula delica* Fr. methanol extract (RDE) without using any hazardous substances, with a new, simple, cost-effective and environmentally friendly method, and to point out the use of this synthesized material in agricultural applications as an antifungal agent for the first time. aims.

In the study, it was determined that RDE and RDEK applied in different concentrations showed antifungal activity against *Verticillium dahlia*. RDEK bionanomaterial, which shows the best activity at 0.02 mg/ml concentration, can be evaluated as a fungicide in agricultural applications.

**Key words:** *Verticillium dahliae*, *Russula delica*, Bionanomaterial, Fungicide

### *Verticillium dahliae* Fungal Patojeni İle Mücadelede Mikonanoteknolojinin Kullanım Olanakları

**Öz:** *Verticillium dahliae* toprak kökenli bir bitki patojenidir ve mücadelesi kimyasal fungusitler ile sınırlıdır. Tüm dünyada önemli ekonomik tarımsal kayıplara neden olan hastalık etmeni fungusun çok geniş bir konukçu dizisine sahiptir. Hastalığın kontrolünde başarılı yöntemlerin azlığı, hastalığın önemini daha da arttırmaktadır. Ayrıca alternatif mücadele yöntemleri geliştirilme çabası çevre dostu fungusitlerin yetersizliği, patojenlerde fungusit dayanıklılığının ortaya çıkışı ve patojen popülasyonlarının konukçu dayanıklılığını kırması nedenlerine dayanmaktadır. Günümüzde ise hastalıklarının kontrolünde daha iyi etkinlik sağlayan nanoparçacık uygulamalarının popülerliği her geçen gün artmaktadır. Mevcut araştırma, yabani mantar olan *Russula delica* metanol ekstresi (RDE) ile herhangi bir tehlikeli madde kullanmadan yeni, basit, uygun maliyetli ve çevre dostu bir yöntem ile biyonomateryal (RDEK) sentezlemek ve ilk defa sentezlenen bu materyalin antifungal madde olarak tarımsal uygulamalarda kullanımına işaret etmeyi amaçlamaktadır.

Çalışmada, farklı konsantrasyonlarda uygulanan RDE ve RDEK'nın *Verticillium dahlia*'ye karşı antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. 0.02 mg/ml konsantrasyonda en iyi aktivite gösteren RDEK biyonomateryali tarımsal uygulamalarda fungusit olarak değerlendirilebilir.

**Anahtar kelimeler:** *Verticillium dahliae*, *Russula delica*, Biyonomateryal, Fungusit



## Introduction

Plant pathogenic fungi in agriculture are known to cause many important diseases in various plants and limit the superior quality and high production worldwide. Plants infected by pathogens accumulate harmful toxins and metabolites that threaten the safety of agriculture and food industries. *Verticillium dahliae* (Avcı şamdanküfü), is a plant pathogen that affects more than 300 woody and herbaceous plant species and causes wilting. Plant protection methods, including the control of *V. dahliae*, unfortunately, continue with the use of chemical fertilizers, fungicides, herbicides, and pesticides. Incorrect and unnecessary use of these harms the ecological environment and causes serious economic losses. It also causes the emergence of drug-resistant strains (Sun et al., 2012; Sesli et al 2020). It is necessary to develop environmentally friendly products and techniques to reduce the use of chemical agents such as herbicides, insecticides, and fungicides and to ensure healthy sustainable agriculture. To overcome the above-mentioned challenges, the discovery and evaluation of new sources of bioactivity and the development of new types of formulations are necessary. Based on the latest developments in nanotechnology, nanoparticles seem to have great potential for the development of new generation products called nano plant protection products (Kah, 2015; Balaur et al., 2017). Although numerous applications of nanotechnology in medicine have been reported (Boisseau and Loubaton, 2011; Morigi et al., 2012), their application in research and development (R&D) is still in its infancy (Kah and Hofmann, 2014; Walker. et al., 2017). Clay minerals have received wide attention due to their unique biological properties that include broad-spectrum antimicrobial activity (Choy et al. 1999; Choi et al. 2018; Choy et al. 2000;). biodegradability biocompatibility non-toxicity (Baek et al. 2012; Gaharwar et al., 2013; Xavier et al., 2015).

The synergistic reaction of antibiotics and their resistance-inducing effects make. clay derivatives materials promising antimicrobial materials to prevent and combat plant diseases caused by pathogenic microorganisms (Mansilla et al., 2013). Recent studies show that such nanoparticles are more favorable than the corresponding solution regarding antimicrobial activities (Saharan et al., 2015; Hosseini, et al.,2016). This study, it was aimed to synthesize environmentally friendly, economical, simple clay nanoparticles using the mushroom *Russula delica* (Akçıntar), extract, which has strong bioactive properties, and to investigate the antifungal activity of the synthesized nanomaterial

against *Verticillium dahliae*, which has a wide host range (Sesli et al 2020).

## Material and Method

### Materials

Sodium tripolyphosphate (TTP) was obtained from Acros Organics (New Jersey, USA). Dimethyl sulfoxide (DMSO) was provided by Sigma-Aldrich. In addition, HCl (hydrochloric acid) and CH<sub>3</sub>COOH (acetic acid) acids, and NaOH (sodium hydroxide) used in the experiment were graded analytically.

The *Russula delica* (RD) mushroom was collected from Mardin province between April and May 2020. Macroscopic examinations, ecological structural features, and key artifacts were used to make the diagnosis (Christensen, 1981). The phytopathogenic fungus (isolate names in parenthesis) used in the study was *Verticillium dahlia* (OVd82). This isolate that was found pathogenic to their original hosts was deposited in the culture collection of Mardin Artuklu University's "The Microbiology-Biochemistry Research Laboratory" (Mardin, Turkey). The antifungal activity tests were carried out in the Microbiology-Biochemistry Research Laboratory at Mardin Artuklu University.

### Extraction of Mushroom

First, the RD was dried at room temperature for 10–15 days before being pulverized into small particles. The mixture of 20 g RD and 200 ml methanol was then placed in a 500 ml Erlenmeyer flask and stirred overnight. The mixture was then filtered, and the filtrate was extracted with methanol again by stirring overnight. The final mixture was filtered, and all of the methanol mixtures were collected in an evaporation balloon to dry up the methanol at 40°C. The obtained *R. delica* extract (RDE) was stored at 4°C for further use (Acay, 2021).

### Synthesis of RDEK

2 g of RDE was dissolved in 20 ml of methanol with stirring for 1h. Then, the same amount of bentonite clay (C) was dissolved in DMSO and both mixtures were mixed. After the pH value of the mixture, which was stirred for 2-3 hours, was adjusted to approximately 5.5, 0.4 g of TTP was dissolved in 10 ml of pure water and slowly added to this mixture. 20 ml more methanol was added to the mixture, which was mixed homogeneously for 3 hours, and it was precipitated in the centrifuge. And finally, the obtained filtrate was dried in an oven at 60 °C and bionanomaterial (RDEK) was obtained.





### Determination of the antifungal effect of RDE and RDEK

The disk diffusion method was performed using Malt extract agar (MEA) (Merck) medium. The fungal isolate was inoculated into 20 mL of Sabouraud Dextrose Broth medium and incubated in a water bath at 28°C and 120 rpm. To solidify properly, 25 mL of MEA was sterilized and cooled to 45–50°C before being poured into 9 cm diameter sterile petri dishes. It was stored overnight in a 37°C oven. After culturing the mushrooms (107 conidia/mL) in the water bath, 150 µL was taken and homogeneously distributed in the medium using sterile cotton swabs and sterile petri dishes. 30 µL (210 µg/disc) of different concentrations (0.01, 0.02, 0.04 mg/ml) of RDE, RDEK and clay solutions were impregnated on 9 mm sterile blank paper discs. Discs impregnated with solutions were gently placed on solidified agar. The petri dishes were incubated in an oven at 28°C for 48/72 hours, and the inhibition zone diameters on the medium were measured in mm using a ruler. The experiment was repeated three times, and petri dishes without RDE and RDEK served as controls.

### Results and Discussion

#### Characterization of RDEK

Fourier Transform-Infrared Spectrometer (FT-IR) (ALPHA Bruker model) was used to determine the functional groups on the RDE, C, and RDEK bionanomaterials. The FTIR spectra of RDE, RDEK, and C substances are shown in Figure 1 in the range of 400–4000 cm<sup>-1</sup>. In the FTIR spectrum of the bionanocomposite, it is similar to RDE with O-H, N-H, C-H stretches located at 3290, 2919, and 2851 cm<sup>-1</sup> in the range of 3500–2500. It is seen that the peaks of C-H bending, Si-O-Si, and Al-O-Al groups at 1429, 998, and 871 cm<sup>-1</sup> are similar to C'. The fact that these peaks in the C and RDE FTIR spectra are in the RDEK FTIR spectrum highlights that the bionanomaterial contains both clay and mushroom extract (Saadat, et al 2012; Laksanawati, et al 2019)

The X-ray diffraction (XRD) analysis was applied to detect the crystallinity of the prepared bionanomaterial. For this, the Rigaku Ultima-IV model XRD device was used ( $2\theta=0^\circ-80^\circ$ ). The XRD analysis showed that the basic structure of bionanocomposite is both crystalline and amorphous. It can be observed from **Figure 2** that there two diffraction peaks appeared near  $2\theta=11.2^\circ$  characteristic crystalline structure originating from bentonite and  $2\theta=20.3^\circ$  amorphous state indicating the presence of both bentonite clay (Abdullahi et al 2017;

Babahoum and Ould Hamou, 2021 ) and chitin content of mushroom extract (Ssekatawa, et al 2021) In addition, the average size of the RDEK was found as 18.77 nm.

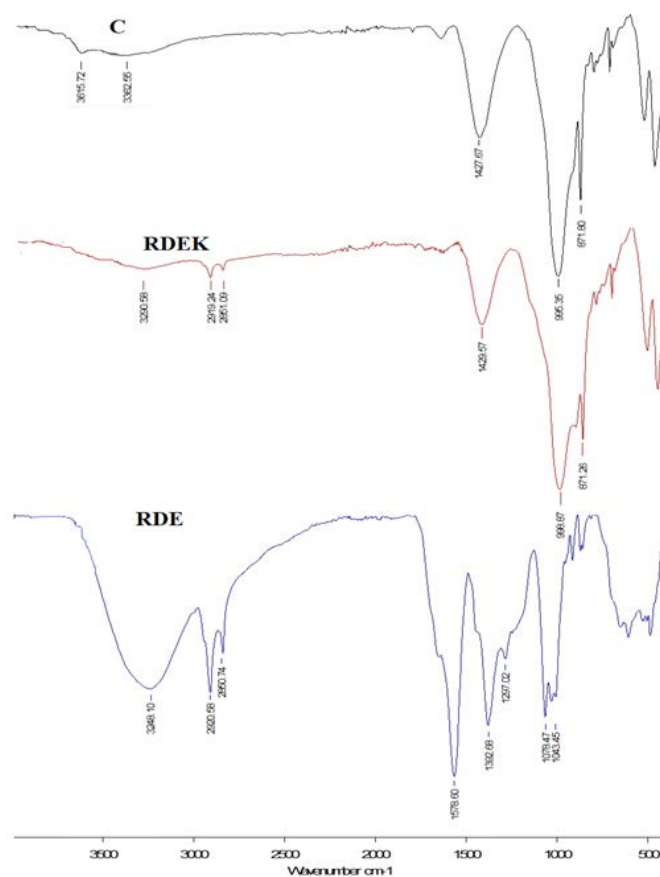


Figure 1. FTIR spectra of C, RDEK and RDE.

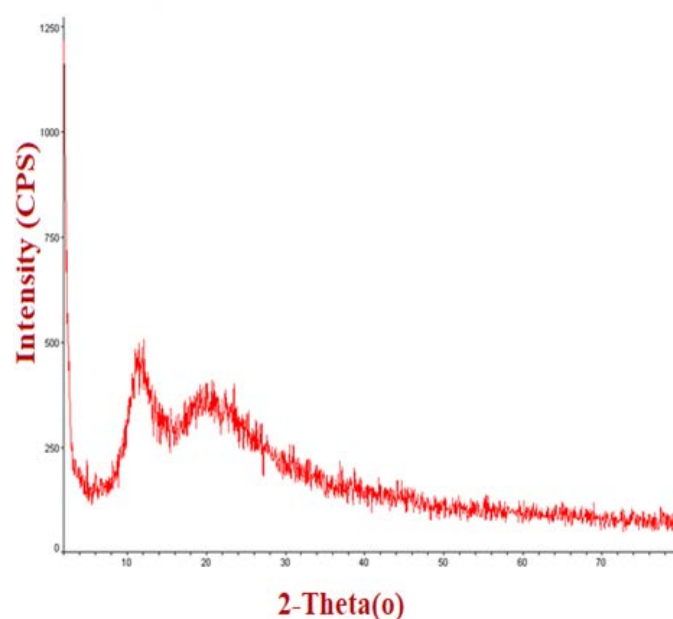


Figure 2. XRD pattern of RDEK.



### Antifungal Activity of RDE and RDEK

*V. dahliae* is the cause of vascular wilt disease in many plant species worldwide. Considering the broad-spectrum antimicrobial activities of biosynthesized NPs, and the lack of an effective method to combat this disease, it is thought that it may have potential application against *V. dahliae*. However, few studies have so far investigated the effect of NPs on the growth of *V. dahliae*. (Fang et al 2017; Tang et al 2017; Huo, et al. 2018) found that AgNPs biosynthesized using Citrus maxima bark extract with an environmentally friendly approach effectively inhibited the growth of *V. dahliae*. The growth of *V. dahliae* was in a dose-dependent manner. The higher concentration of AgNPs enhanced the higher inhibition efficiency of *V. dahliae*. Thus, it was concluded that the synthesized AgNPs could potentially be used in other antifungal products.

In another study, Costa et al. (2011) investigated the antimicrobial activity of NPs formed with a type of clay (MMT) and Ag to extend the shelf life of fresh fruit salad. The results show that Ag/MMT NPs inhibit the growth of spoilage-causing microorganisms (mesophilic and psychrotrophic bacteria, coliforms, lactic acid bacteria, yeasts, and molds).

The antifungal effects of RDE and RDEK were investigated using the disk diffusion method, as shown in Table 1. The inhibition zone of RDE and RDEK against *V. dahliae* was  $14 \pm 1.52$ ,  $21 \pm 2.30$ , mm, respectively, at a concentration of 0.02 mg/ml. Simultaneously, in the study, it was determined that clay at the same concentration (0.02 mg/ml) alone showed no antifungal activity. However, in this study, unlike Huo et al. (2019), it was observed that the inhibition was not concentration-dependent.

In the literature, mostly metal-based nanoparticles are used in the fight against plant pathogens, but the difficulties in the use of these nanomaterials push the

researchers to investigate more biobased, degradable, non-toxic biocomposites (Kutawa et al 2021) In this context, the inhibition zone of  $21 \pm 2.30$  mm of RDEK nanoparticle against *V. dahliae* is remarkable.

Table 1 Antifungal activity of RDE and RDEK

Tested Microorganism	Concentration (mg/ml)	RDE (mm±S D)	RDEK (mm±S D)	CLAY (mm±S D)*
<i>Verticillium dahliae</i>	0.01	NA	NA	NA
	0.02	$14 \pm 1.52$	$21 \pm 2.30$	NA
	0.04	NA	NA	NA

\*Inhibition zone in millimeters and each treatment was carried out in triplicate. NA: No Activity.

### Conclusion

The shape of the FTIR peaks of the bionanocomposite showed the interaction between its constituent mushroom extract and clay and their agreement with their peaks. XRD patterns also revealed that it had both clay crystalline and fungal amorphous features. RDEK-NPs showed satisfactory antifungal activity; In particular, this is the first time that biosynthesized RDEK-NPs show positive inhibitory ability against *V. dahliae*. The proposed method may be promising for commercial scale-up due to its low cost and efficient production. Moreover, these bionanocomposites could potentially be applied in pharmaceutical and industrial applications.

### Acknowledgement

The authors would like to thank the Mardin Artuklu University Research Fund is acknowledged under project number (MAÜ.BAP.22.SBF.009).

### References

- Abdullahi, S. L., & Audu, A. A. (2017). Comparative analysis on chemical composition of bentonite clays obtained from Ashaka and tango deposits in Gombe State, Nigeria. *ChemSearch Journal*, 8(2), 35-40.
- Açay, H. (2021). Utilization of *Morchella esculenta*-mediated green synthesis golden nanoparticles in biomedicine applications. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 51(2), 127–136.
- Babahoum, N., & Ould Hamou, M. (2021). Characterization and purification of Algerian natural bentonite for pharmaceutical and cosmetic applications. *BMC chemistry*, 15(1), 1-11.
- Baek, M., Lee, J.A., & Choi, S.J. (2012). Toxicological effects of acationic clay, montmorillonite in vitro and in vivo. *Molecular & Cellular Toxicology*, 8, 95–101.
- Balaure, P. C., Gudovan, D., & Gudovan, I. (2017). Nanopesticides: a new paradigm in crop protection. *In New pesticides and soil sensors* (pp. 129-192). Academic Press.



- Boisseau, P., Loubaton, B., (2011). Nanomedicine, nanotechnology in medicine. *CR Phys.* 12, 620–636
- Choi, G., Eom, S., Vinu, A., & Choy, J.H. (2018). 2D nanostructured metal hydroxides with gene delivery and theranostic functions; a comprehensive review. *The Chemical Record*, 18, 1–22.
- Choy, J.H., Kwak, S.Y., Jeong, Y.J., & Park, J.S. (2000). Inorganic layered double hydroxide as a non-viral vector. *Angewante Chemie International Edition*, 39, 4042–4045.
- Choy, J.H., Kwak, S.Y., Park, J.S., Jeong, Y.J., & Portier, J. (1999). Intercalative nanohybrids of nucleoside monophosphates and DNA in layered metal hydroxide. *Journal of the American Chemical Society*, 121, 1399–1400.
- Christensen, C. M. (1981). *Edible mushrooms*. 2nd Edn., Printed in the United States of America, pp: 118.
- Costa, C. O. N. T. E., Conte, A., Buonocore, G. G., & Del Nobile, M. A. (2011). Antimicrobial silver-montmorillonite nanoparticles to prolong the shelf life of fresh fruit salad. *International Journal of Food Microbiology*, 148(3), 164–167.
- Fang, Y., Xiong, D., Tian, L., Tang, C., Wang, Y., & Tian, C. (2017). Functional characterization of two bZIP transcription factors in *Verticillium dahliae*. *Gene*, 626, 386–394.
- Gaharwar, A.K., Mihaila, S.M., Swami, A.S., Patel, A., Sant, S., Reis, R.L., Marques, A.P., Gomes, M.E., & Khademhosseini, A. (2013). Bioactive silicate nanoplatelets for osteogenic differentiation of human mesenchymal stem cells. *Advanced Materials*, 25, 3329– 3336.
- Hosseini, S. F., Rezaei, M., Zandi, M., & Farahmandghavi, F. (2016). Development of bioactive fish gelatin/chitosan nanoparticles composite films with antimicrobial properties. *Food chemistry*, 194, 1266–1274.
- Huo, C., Khoshnamvand, M., Liu, P., Yuan, C. G., & Cao, W. (2018). Eco-friendly approach for biosynthesis of silver nanoparticles using *Citrus maxima* peel extract and their characterization, catalytic, antioxidant and antimicrobial characteristics. *Materials Research Express*, 6(1), 015010.
- Kah, M. (2015). Nanopesticides and nanofertilizers: emerging contaminants or opportunities for risk mitigation?. *Frontiers in chemistry*, 3, 64.
- Kah, M., & Hofmann, T. (2014). Nanopesticide research: current trends and future priorities. *Environment international*, 63, 224–235.
- Kutawa, A. B., Ahmad, K., Ali, A., Hussein, M. Z., Abdul Wahab, M. A., Adamu, A., Ismaila, A.A.; Gunasena, M.T.; Rahman, M.Z.; Hossain, M. I. (2021). Trends in nanotechnology and its potentialities to control plant pathogenic fungi: A review. *Biology*, 10(9), 881.
- Laksanawati, T. A., & Trisanti, P. N. (2019). Synthesis and characterization of composite gels starch-graftacrylic acid/bentonite (St-g-AA/B) using N-methylololacrylamide (MBA). In IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering* .Vol. 509, No. 1, p. 012150 . IOP Publishing.
- Mansilla, A. Y., Albertengo, L., Rodríguez, M. S., Debbaudt, A., Zúñiga, A., & Casalongué, C. A. (2013). Evidence on antimicrobial properties and mode of action of a chitosan obtained from crustacean exoskeletons on *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(15), 6957–6966.
- Morigi, V., Tocchio, A., Bellavite Pellegrini, C., Sakamoto, J. H., Arnone, M., & Tasciotti, E. (2012). Nanotechnology in medicine: from inception to market domination. *Journal of drug delivery*, 2012.
- Saadat, Y., Hosseinzadeh, S., Eslami, H., & Afshar-Taromi, F. (2012). Preparation of micron-sized, monodisperse polymeric nonspherical particles with tunable shapes by micromolding–polymerization. *Colloid and Polymer Science*, 290(13), 1333–1339.
- Saharan, V.; Sharma, G.; Yadav, M.; Choudhary, M.K.; Sharma, S.S.; Pal, A.; Raliya, R.; Biswas, P, (2015). Synthesis and in vitro antifungal efficacy of Cu–chitosan nanoparticles against pathogenic fungi of tomato. *International journal of biological macromolecules*, 75, 346–353.
- Sesli, E., Asan, A., ve Selçuk, F. Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Ustan, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kivanç, M., Ocağ, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi* (The Checklist of Fungi of Turkey). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Ssekatawa, K., Byarugaba, D. K., Wampande, E. M., Moja, T. N., Nxumalo, E., Maaza, M., Sackey, J., Ejobi, F., Kirabira, J. B. (2021). Isolation and characterization of chitosan from Ugandan edible mushrooms, Nile perch scales and banana weevils for biomedical applications. *Scientific Reports*, 11(1), 1–14.
- Sun, B., Zhang, L., Yang, L., Zhang, F., Norse, D., & Zhu, Z. (2012). Agricultural non-point source pollution in China: causes and mitigation measures. *Ambio*, 41(4), 370–379.



- Tang, C., Xiong, D., Fang, Y., Tian, C., & Wang, Y. (2017). The two-component response regulator VdSkn7 plays key roles in microsclerotial development, stress resistance and virulence of *Verticillium dahliae*. *Fungal Genetics and Biology*, 108, 26-35.
- Walker, G. W., Kookana, R. S., Smith, N. E., Kah, M., Doolette, C. L., Reeves, P. T., Lovell, W., Anderson, D.J., Turney, T.W., Navarro, D. A. (2017). Ecological risk assessment of nano-enabled pesticides: a perspective on problem formulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(26), 6480-6486.
- Xavier, J.R., Thakur, T., Desai, P., Jaiswal, M.K., Sears, N., Cosgriff- Hernandez, E., Kaunas, R., & Gaharwar, A.K. (2015). Bioactive nanoengineered hydrogels for bone tissue engineering: a growth- factor-free approach. *ACS Nano*, 9, 3109–3118.



Geliş(Received) :31.10.2022  
Kabul(Accepted) :04.12.2022

Araştırma Makalesi/Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1197161

## Kestel Ormanı (Kadınhanı-Konya) Epifitik Likenleri

Gülşah YURTYAPAN<sup>1\*</sup>, Hatice Esra AKGÜL<sup>2</sup>, Celaledin ÖZTÜRK<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: [yurtyapangulsah@gmail.com](mailto:yurtyapangulsah@gmail.com)

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD., Konya, Türkiye.

Orcid No: 0000-0002-4068-1109

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

Orcid No: 0000-0003-2479-280X

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

Orcid No: 0000-0003-4119-9004

**Öz:** Bu çalışmada, Konya Kadınhanı İlçesi'ndeki Kestel Ormanı'nda bulunan epifitik liken türlerinin tespiti amaçlanmıştır. 2022 yılında yapılan arazi çalışmalarında tüm bölge taranmıştır. Çalışma alanında liken türlerinin gözlemlendiği 3 farklı istasyon belirlenmiştir. Belirlenen bu istasyonlardaki vejetasyon *Pinus nigra* J.F.Arnold, *Quercus pubescens* Willd, *Juniperus oxycedrus* L. gibi ağaçları içermektedir. Substrat olarak bu ağaçların üzerinde gelişen likenler, ağaçların gövde, dal, kabuk kısımlarından toplanmıştır. Arazi çalışmaları tamamlandıktan sonra laboratuvara getirilen örnekler üzerinde makroskobik, mikroskobik ve kimyasal incelemeler yapılmıştır. Tür teşhisleri için çeşitli teşhis anahtarlarından yararlanılmıştır. Laboratuvar çalışmaları sonucunda 21 cinse ait 28 tür teşhis edilmiştir. Teşhisi yapılan türler Selçuk Üniversitesi Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Fungaryumu'nda saklanmaktadır. Alanda en yaygın bulunan ilk beş tür; *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf var. *furfuracea*, *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg, *Parmelia sulcata* Taylor, *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.'dır. Teşhis edilen 28 türün deskripsiyonları verilmiştir. Epifitik likenlerin ağaç türleri ile istasyonlar arasındaki dağılımı ve karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuç olarak, Kestel Ormanında ilk kez yapılan bu çalışma ile Türkiye liken biyoçeşitliliğine katkı sağlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, Epifitik, Konya, Liken

## Kestel Forest (Kadınhanı-Konya) Epiphytic Lichens

**Abstract:** In this study, it was aimed to determine the epiphytic lichen species in Kestel Forest in Konya Kadınhanı District. The whole region was scanned in the field studies carried out in 2022. In the study area, 3 different stations where lichen species were observed were determined. The vegetation at these stations includes *Pinus nigra* J.F.Arnold, *Quercus pubescens* Willd, *Juniperus oxycedrus* L. trees. The lichens that developed on these trees as a substrate were collected from the trunk, branches and bark parts of the trees. After the field studies were completed, macroscopic, microscopic and chemical analyzes were carried out on the samples brought to the laboratory. Various identification keys were used for species identification. As a result of laboratory studies, 28 species belonging to 21 genera were identified. The identified species are kept in the Fungarium of the Selçuk University Mushroom Application and Research Center. The first five most common species in the area; *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf var. *furfuracea*, *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg, *Parmelia sulcata* Taylor, *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav. Descriptions of 28 identified species are given. The distribution and comparison of epiphytic lichens between tree species and stations were made. As a result, this study, which was carried out for the first time in Kestel Forest, contributed to the lichen biodiversity of Türkiye.

**Key words:** Biodiversity, Epiphytic, Konya, Lichen



## Giriş

Bilim dünyasında liken kelimesi ilk kez M.Ö. 371-284 yılları arasında Theophrastus tarafından kullanılmıştır (Hale, 1974). Liken olarak isimlendirilen canlılar; mantar, siyanobakteri veya yeşil algin ortaklığı sonucu meydana gelirler (Nash, 2008). Dünya genelinde yapılan araştırmalarda 25000'den fazla liken türü olduğu tahmin edilmekte (Muggia, 2009) ve bu sayı günden güne artış göstermektedir. Türk liken florası çalışmaları tümüyle tamamlanmamış olmakla beraber, günümüze kadar Türkiye'de yapılan çalışmalarda tespit edilen türlerin listesi yakın zamanda yayınlanmıştır (John ve Türk, 2017). Bu kitapta 1800'ün üzerinde liken türü coğrafi kayıtlarıyla birlikte ve Türkçe isimleri ile beraber ilk olarak toplu halde listelenmiştir. Likenler talluslarının morfolojik özelliklerine göre; dalsı (fruticose), yapraksı (foliose) ve kabuksu (crustose) olarak üç ana gruba ayrılmaktadır. Ancak bu temel gruplar dışında ara formlar da mevcuttur. Likenlerin morfolojik özelliklerine göre sınıflandırmasının yanında üzerinde geliştiği substrat çeşidine göre de üç büyük gruba ayrılırlar. Bu gruplar: epifitik veya kortikol likenler, saksikol likenler ve terrikol likenlerdir (Kraner ve ark., 2008). Kestel Ormanında yapılan arazi çalışmaları epifitik likenler üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmadaki amacımız Konya'da bulunan Kestel Ormanındaki epifitik likenlerin türlerini tespit etmek ve literatüre kazandırmaktır.

## Materyal ve Metot

### Arazi çalışması

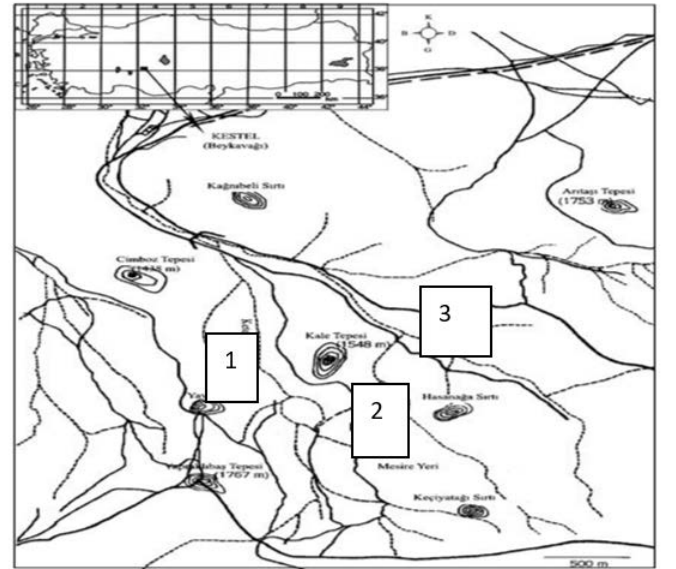
Bu çalışmada liken örneklerini toplamak için 2022 yılının mayıs ayında arazi çalışmaları yapılmıştır. Kestel Ormanlarından (Kadınhanı-Konya) toplanan örnekler ağaç gövde, dal ve kabuk kısımlarından kesici aletlerle alınmış ve plastik poşet veya kese kâğıtlarına konulmuştur. Toplanan örnekler, toplanan istasyon ve gerekli olan tanımlama bilgileri ile beraber poşetlere ayrılmıştır. Laboratuvara getirilmek üzere hazır hale getirilmiştir.

Çalışma alanının bölge özellikleri; Kestel Ormanları (Beykavağı), Konya ili sınırları içinde, kuzeyinde Kadınhanı ve Sarayönü-Ladik, güneybatısında Derbent ve güneydoğusunda (Şekil 1, Şekil 2) Selçuklu ilçesi bulunan, 1250-1767 m yükseltiyeye sahip bir yöresidir. Doğu-batı 35 km, kuzey-güney 25 km'lik bir alan

içerisinde uzanır. Araştırma bölgesi; yarı-kurak, çok soğuk Akdeniz İklimi özelliği göstermektedir (Akman, 1990).



Şekil 1. Kestel Ormanı (Kadınhanı)



Şekil 2. Araştırma alanı



Tablo 1. Liken örneklerinin toplandığı lokalite bilgileri

Lokalite Numarası	Lokalite Adı	Lokalite Açıklaması	Koordinatlar	Yükseklik (m)	Toplama Tarihi
1	Kestel ormanı	Kaynak suyun üzeri tepedeki ormanlık alan	38°11'95"K 32° 26'96"D	1650	16.05.2022
2	Kestel ormanı	Dere yatağı kenarı ormanlık alan	38°12'94"K 32° 26'79"D	1450	16.05.2022
3	Kestel ormanı	Gölet set diğer taraf makilik alan	37°18'33"K 31°51'42"D	1420	16.05.2022

Liken örneklerinin toplandığı lokalite bilgileri yukarıda (tablo 1) de verilmiştir

#### Laboratuvar çalışması

Örnekler 2-3 gün boyunca laboratuvarında kurutma kağıtlarının üstünde kurutulmuştur. Örnekler kuruduktan sonra gerekli temizlikleri yapılmıştır. Teşhise hazır hale getirilen likenlerin, liken biyoçeşitlilik kitapları (Purvis ve ark., 1992; Nash, 2002) teşhis anahtarları ve kimyasal yöntemler kullanılarak teşhisleri yapılmıştır. Teşhis edilen likenler, zarflanarak fungaryum materyali haline getirilmiştir. Selçuk Üniversitesi Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Fungaryumu'nda muhafaza edilmektedir.

#### Bulgular

Bu çalışmada Konya ilinin Kadınhanı ilçesinde bulunan Kestel Ormanı'ndaki toplam 3 lokasyondan toplanan epifitik liken örneklerinden 21 cinse ait 28 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin isimleri, varsa sinonimleri, Türkçe bilimsel isimleri, tür özellikleri, ekolojik özellikleri, çalışma alanındaki yayılışları sırasıyla verilmiştir.

Çalışma alanında tespit edilen liken türleri (<http://www.indexfungorum.org>) sistemine göre ve verilmiştir. Ayrıca likenlerin Türkçe isimleri Türkiye'nin Likenleri Listesi kitabına (John ve Türk, 2017) göre verilerek tür isimlerinin yanına eklenmiştir. Tespit edilen taksonların hepsi *Ascomycota* bölümünde sınıflandırılmaktadır.

#### *Arthoniomycetes*

#### *Arthoniales*

#### *Chrysothrichaceae*

#### *Chrysothrix candelaris* (L.) JR Laundon /

#### Sarıpudra

**Sinonim:** *Crocynia flava* (Schreb.) Hue, *Lepra candelaris* (L.) Wiggers, *Lepraria candelaria* (L.) Fr., *Lepraria flava* (Schreb.) Ach., *Lepraria flava* f. *flava* (Schreb.) Ach., *Lepraria flava* f. *quercina* Zopf, *Lichen flavus* Schreb

**Özellikleri:** Tallusu yaygın olarak leproz, ince, dağınık veya oldukça ince, granüler veya sürekli soredia, areolat yapıda değil, genellikle altın rengi veya yeşilimsi renkli, canlı parlak sarı bir kabuğa sahip, Protallusu vardır. Apotesyum yoktur. Granüller 0.01-0.1(-0.2) mm çapında. Sorediaları 100-300 µm çapında, çok ince dışbükey küresel ve dokusu yünlüdür. Asci 8-sporlu, klavat, iç duvar K/l+ mavi papilla oluşturacak şekilde uzanır. Ascospores 1-3-septalı, hiyalin, 9-14 × 3 µm. Tallus K- veya K+ turuncu, C-, KC- veya KC+ turuncu, Pd- veya Pd+ turuncu, UV- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Sert kabuklu ağaçların kuru gölgeli kenarlarında, daha nadiren de asitli kayalarda ve duvarlarında, alpin alanlardan tropiklere kadar görülür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 2,3

#### *Candelariomycetes*

#### *Candariales*

#### *Candelariaceae*

#### *Candelariella viae-lacteeae* G. Thor ve V. Wirth /

#### Küllümüm

**Özellikleri:** Tallus krustoz, episubstratik, beyazımsı ila soluk gri renkte, küresel ila dallı-koralloidden oluşur, 0.07-0.2 mm genişliğinde, blastidia benzeri granüller vardır. Apotesia lecanorine, yuvarlak, tabanda hafifçe daraltılmış, 0.3-0.8 mm çapında, hafif içbükey ila dışbükey, sarı-pruinöz disk ve dışta sarı veya gri, içte sarı olan hafif tırtıklı bir kenar boşluğu vardır. Epitesyum sarımsı, koyu sarı granüllerle serpiştirilmiş, 5-10 µm yüksekliğinde; hymenium renksiz, 50-70 µm yüksekliğinde, l+ koyu mavi; parafizler çoğunlukla basit, 2-3 um kalınlığında, apikal hücreler 3-4 um genişliğinde; hipotesyum renksizdir. Askus 8 sporlu, klavat, apikal kubbeli, sadece iç kısımda l+ mavi, alt kısımda, ortada daha açık mavi bir şeritle kesilmiş. Askosporlar 1 hücreli (nadiren birkaç 1-septatlı), hiyalin,



elipsoid, düz veya hafif kavisli, boyutu 13-18 × 4-6 µm. Fotobiyont klorokokoid. Tallus ve apothecia K-, C-, KC-, P- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Hafif ılıman iklime sahip bölgelerdeki yerleşim yerlerindeki yol üzerindeki ağaçlarda gelişim gösteren bir tür olduğunu belirtmişlerdir (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 3

**Lecanoromycetes**

**Caliciales**

**Physciaceae**

**Phaeophyscia nigricans (Flörke) Moberg /**

**Karanasır**

**Sinonim:** *Lecanora nigricans* Flörke, *Parmelia obscura* f. *sciastrella* Nyl.

**Özellikleri:** Tallus 1 cm'e kadar ya da diğer talli orcicular, gevşek ve sıklıkla çalı; 0.05-0.3 mm genişliğinde, yükselen, gri- kahverengiye kadar ama gri-yeşil-yeşil ve şeffaf, isidia marjinal, kırılğan, sıklıkla çözünen, alt taraf beyazımsı, pembemsi veya soluk kahverengi-beyaz, seyrek, genellikle soluk rizinli, çok ince, beyazdır. Apotesiyum bulunmaz. Piknidia nadir bulunur (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Genellikle kireç taşı işçiliğinde ve asbestos-cement üzerinde daha nadiren zenginleşmiş, tozlu ağaç tabanlarında açık parklarda ve yol kenarlarında yaygındır (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,2,3

**Phycia leptalea (Ach.) DC. / KirpikliParmak**

**Sinonim:** *Physcia semipinnata* (Gmelin) Moberg, *Physcia stellaris* Nyl. var. *leptalea* Nyl.

**Özellikleri:** Tallus 3(-6) cm çapında, genellikle orbikular, loblar 0.5-1.5 mm genişlikte, ışınsal, bölmeli, koyu gri veya beyazımsı gri renkte veya belirsiz beyaz lekeli, tallus merkezinde siğiller bulunur. Loplara kenar kısımları ve uçlarına doğru dip kısmı açık renk uçlarda koyulaşan uzun fibriller taşır. Lobun altı beyaz renkte ve rizin taşır. Apotesiyum 3(-4) mm çapında, çok sayıda, prunioz yapıdadır. Askosporlar 15-22×7-11 µm boyutundadır. Piknidia sık bulunur. Korteks K+ sarı renk verir, medulla K- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Genellikle ağaç kabuklarında, özellikle çalılar ve ağaç dalları üzerinde, nadiren de kayalarda gelişir. Kirlilik nedeniyle sayıları zamanla azalmaktadır (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma Alanındaki Yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 2,3

**Phycia tenella (Scop.) DC. / ZarifParmak**

**Özellikleri:** Yapısı *Phscia adscendens* (Fr.) H. Olivier türüne benzer. Tallusun çapı 2 cm'den daha küçük, ancak çok sayıda tallus bir araya gelip çayır görünümünü oluşturur; tallusun üst yüzeyi beyazımsı soluk gri, alt yüzey açık renkli, loplara ucu alt yüzeyden yukarı doğru kıvrılır ve sorallidir. Soralia dudak şeklindedir. Tallus kenarında rizinler bulunur. Apotesiyum 2.5 mm çapındadır (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** *Phscia adscendens* 'le aynı ortamı paylaşırsa da az da olsa kayalar üzerinde gelişir (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma Alanındaki Yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,3

**Rinodina pyrina (Ach.) Arnold / Ağaçboncuğu**

**Sinonim:** *Lecanora pyrina* (Ach.) Röhl.

**Özellikleri:** Tallus kabuklu, ince veya belirsiz, ilk başta ayrıık, dışbükey areollerden oluşan, 0.2-0.3 mm genişliğe kadar, sürekli hale gelen veya rimoz, düz veya buruşuk, yüzeyi açık veya koyu gri, donuktur. Kenar boşluğu belirsizdir. Protallus eksiktir. Apotesiyum adnate, sık, sıklıkla bitişik halde, çapı 0.3-0.5 mm'ye kadardır. Korteks 5-10 µm genişlikte; epinekral tabaka bazen mevcut, c. 5 µm genişliğindedir. Kortikal hücreler 4-5.5 µm genişliğe kadar, çoğunlukla pigmentsiz; alg hücreleri: çapta 13.5-21.5 µm'ye kadardır. Asci klavat yapıda, 35-55×11-15 µm, 8 sporlu askosporlar kahverengi, 1-septali, uzunlamasına elipsoid, Physconia tipi, (10.5-)12.5-13.5(-15.5)×(5-)5.5-6(-7) µm, septa ve bazen görülebilir apikal duvar kalınlaşması olgunlaşmamış sporlarda görülür, lümen hızla şişer ve duvarlar eşit şekilde incedir, uzun sporlar sıklıkla kıvrılır. Piknidia tallus conidiaya daldırılmış basiform yapıda, 4-6×1-1.5 µm boyutundadır. Medulla ve soraller P(+) sarı-turuncu-kırmızı veya P(-); K(+) sarı-kırmızı veya K(-) şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik Özellikleri:** Ağaç kabuğu üzerinde, genellikle ötrofik habitatlarda görülür (Ryan ve ark., 2004).

**Çalışma Alanındaki Yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 3

**Lecanorales**

**Lecanoraceae**

**Cladonia foliacea (Huds.) Willd. / Yeşilyaprak**

**Sinonim:** *Cladonia alcornis* (Lightf.) Fr., *Cladonia convoluta* (Lam.) Anders; *Cladonia endiviifolia* auct. p.p.; *Cladonia foliacea* f. *convoluta* (Lam.); *Cladonia foliacea* subsp. *convoluta* (Lam.) Cretz.; *Cladonia foliacea* var. *alcornis* (Lightf.) Schaer.; *Cladonia foliacea* var. *convoluta* (Lam.) Vain





**Özellikleri:** Podetia 1 cm boyutunda, dikkat çekici değil, pürüzsüz, kortikol. Bazal pullar baskın değil, uzamış. 0,4-1(-2)×0.2-0.3 cm girintili, sıklıkla kıvrılmış, kompakt paspaslar oluşturur; ara sıra siyah saçlı kenarları oluşur. Üst yüzey gri sarıdan soluk sarıya dönük, alt yüzey soluk sarıdır. Apotesiyum soluk kahverengidir. Pknidia koyu kahverengidir, bazal pullar sık görülür. Podesyum yok. Tallus Pd+ kırmızı. K-, KC+ sarı, C- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Genellikle iyi kurutulmuş, kireçli, kıyı toprakları ve humusla dengelenmiş kum tepelerinde, rüzgar ile süpürülmüş durumda güneşli yerlerde, bazen kaya çatlaklarında, genellikle kıyı çatlaklarında görülür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 3

#### Lecanorales

#### Lecanoraceae

#### *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. f. *pyxidata* /

#### Perikadehi

**Sinonim:** *Cenomyce pyxidata* (L.) Ach.

**Özellikleri:** Podesyum 0.5-1.5(-3) cm uzunluğunda, gri, ara sıra kahverengimsi; 3-10 mm çapında kadeh tabana doğru gitgide konikleşmiş şekilde incilir. Yüzey korteksli, genellikle kadehlerin içinde iyi gelişmiş, kaba granüllü, düz olmayan bir yapıdadır. Sored bulunmaz. Bazal skuamüller genellikle oldukça küçük, yuvarlak ve ya uzun, az girintili, az sayıda ve ya çoğu zaman bol, dik haldedir. Pullarının üst kısmı yeşilimsi gri, alt yüzeyi beyazdır. Kadehin kenarlarında kahverengi apotesyumlar ve piknidyumlar bulunur. Apotesyumlar genellikle kısa saplıdır. Tallus Pd+ kırmızı, K-, C-, KC-, UV – şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Yosunlu kayalar üzerinde, duvarlarda, ağaç gövdeleri ve asitli topraklar üzerinde, genellikle fazla kuru habitatlarda yaygındır (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,2,3

#### *Lecanora argentata* (Ach.) Malmé /

#### Düğmeliyüzük

**Sinonim:** *Lecanora subfuscata* Magnusson

**Özellikleri:** Tallus sürekli, yeşilimsi beyazdan sarıya dönük, kenarı pürüzsüz, ama merkezde düzensiz, protallus genellikle siyah ve iyi gelişmiştir. Apotesyum 0.4-0.8(-1) mm çapında, bağlı, dağınık veya toplu, aşağıya doğru daralan, tallin kalıcı, pürüzsüz, kristal masifler içerir. Diskler kırmızı veya koyu kahverengi, bazen benekli yapıda. Epitesyum kırmızimsi kahverengi, granülsüzdür. Hymenium (60-)75-90(-100) µm

uzunluktadır. Parafizler 1.5-2 µm genişlikte ve dalları seyrek yapıda, uç kısmı 3 mm genişlikte, hafif sarımsıdır. Aski 45-55×18-22 µm, genellikle klavate yapıdadır. Askosporların boyutları (10.5-)11.5-14.5(-17.5)×(5.5-)6-8.5 µm, genelde elipsoidal, duvarlar 0.5-1 µm incelikte. Tallus Pd- ya da açık sarı, K+, C- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Genellikle yaprak döken ağaçların kabuğunda görülür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma Alanındaki Yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1

#### *Lecanora carpinea* (L.) Vain. / Meşeyüzüğü

**Sinonim:** *Lecanora angulosa* (Schreb.) Ach.; *Lecanora albella* var. *angulosa* (Schreb.) Flot.; *Lecanora pallida* var. *angulosa* (Schreb.) Rabenh.

**Özellikleri:** Tallus oluşurken yamalar oluşturur, genellikle sürekli ve pürüzsüzdür, ince yapıda, açık griden beyaza dönüktür, olgunlaştığında yaşla beraber daha gri ve merkezde biraz çatlaklar oluşma eğilimindedir. Protallus beyazdır. Apotesyum 0,5-1(1,5) mm çapında, bağlı, tabanda daralmış, genellikle sıkışık, tallusun baş kısmı iyi gelişmiş, devamlı, bütün, bazen yaşlandıkça kremi veya morumsudan solgun kırmızimsi kahverengiye döner, düz ve biraz dışbükey, koyu beyaz-gri-pruinoz; epitesyum granüler, açık sarımsı kahverengidir. Hymenium 45-65 µm uzunluktadır. Epitesyum K'da çözünen granüllü, açık sarımsı kahverengi renktedir. Askosporlar (9-)10-12.5(-14)×(5-)6-8 µm boyutlarında, elipsoid ya da küresel yapıdadır. Tallus Pd-, K+ sarı, C-, apotesyum diski C+ sarı veya turuncudur (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Düzgün ağaç kabuklarında, özellikle ince ve küçük dallarda görülmektedir (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1

#### *Lecanora fuscencens* (Sommerf.) Nyl. / Dalzümürütü

**Sinonim:** *Lecidea elaeochroma* (Ach.) Ach., *Lecidea achrostotera* (Nyl.) Hertel and Leuckert, *Lecidea euphorea* (Flörke) Hertel., *Lecidea olivacea* (Hoffm.) Massal., *Lecidea parasema* (Ach.) Ach.

**Özellikleri:** Tallus kabuklu, granüler ile verrukoz-areolat yapıda, bazen apotesiyum yakınında dağılmış veya seyrek granüllere indirgenmiş, protallus siyahımsı kahverengi, seyrek gelişmiş areoller ince, opak, ekortik yüzey sarımsı beyaz ile beyazımsı gri, pürüzsüz, parlak, epruinoz yapıdadır. Apotesiyum sapsız, 0,3-0,8 mm çapındadır. Aski klavat, 8 spordur ve askosporlar hiyalin, basit, geniş elipsoid ile subglobose,



(4-)4.5-6(-7.5)×(5.5-)8-11(-13) µm; duvar 1 µm'den az kalınlıktadır. Piknidia sık, daldırılmış, siyah renktedir. Konidia filiform yapıda, 7-1× 1-1.5 µm boyuttadır. K+ açık sarı, C-, KC-, P+ turuncu ile kırmızı renktedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Kozalaklı ağaçların kabuğunda veya dağlık bölgelerdeki açık çam ormanlarında ahşap üzerinde bulunur (Ryan ve ark., 2004).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1

***Lecidella elaeochroma*(Ach.) M. Choisy var. *elaekroma* f. *elaekroma* / Dalzümürütü**

**Özellikleri:** Tallus yayılmış, granüler ve granüller 0.05-0.3(-0.5) mm çapında, sınırlı, beyaz veya grimsi renktedir. Protallus seyrek gelişim gösterir, siyahımsı yapıdadır. Apotesyum (0.2-)0.4-0.6(-0.8) mm çapında, bağlı; tallin kalıcı pürüzsüz yapıdadır ve kristal masifler bulundurur. Diskler solgun koyu kahverengi renkte ve bazen benekli yapılar içerir. Hymenium 35-50 µm uzunluktadır. Uçları şişmiş ve kırmızımsı kahverengi renktedir. Askosporlar (5-)6-10(-13)×4-7(-8) µm uzunluktadır, genellikle elipsoid, konidia iğneye benziyor. Tallus K+ sarı şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Genellikle ağaç kabukları ve ahşapların üzerinde görülür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,3

#### **Parmeliaceae**

#### ***Evernia prunastri* (L.) Ach. / Meşeyosunu**

**Sinonim:** *Borreria prunastri* (L.) Sibth. & Sm.

**Özellikleri:** Tallus (1-)2-6(-10) cm uzunluğunda yapraksı, loblar yumuşak ve 5 mm genişliğine kadar, yassı şerit şeklinde ve dallı yapıdadır. Üst yüzeyi yeşil-griden soluk yeşilimsi sarı ve sıklıkla merkezden kenarlara doğru yayılan karmaşık bir ağ oluşturacak şekilde olukludur. Alt yüzeyi beyaz veya açık gri renkte ve geniş kanallı yapıdadır. Soraller marjinal ve laminal, üst yüzeyde aynı renkte veya açık renklidir. Apotesyum çok nadir görülür 0.2-0,5(-1.5) cm çapındadır. Askosporlar 7-11×4-6 µm boyutlarda, renksiz, basit ve elipsoid yapıdadır. Piknidia 0.3 mm çapında, konidia 6-7×0.5 µm. Korteks K + sarı, medulla Pd-, K-, C-, KC-, UV- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Genellikle yaygın ve bol bulunan ekolojik geniğe sahiptir. Ormanlık alanlardaki geniş ve iğne yapraklı ağaçlarda, güneşli bölgelerde, genelde rüzgarlı, nötr ila asit kabuklu gövdelerde veya yol kenarı ve park ağaçlarının gölgelerinde görülür. Az da olsa silisli kayalarda da görülebilir (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,2,3

#### ***Flavoparmelia caperata* (L.) Hale / Sarıyaprak**

**Sinonim:** *Parmelia caperata* (L.) Hale, *Pseudoparmelia caperata* (L.) Hale

**Özellikleri:** Tallus yapraksı, 20 cm çapına kadar, dikkat çekiçi, genellikle geniş yamalar oluşturmuş, sıkı bastırılmış ama genellikle yüksek, dalgalı ve pürüzlü yapıda. Loplar 0.5-1.3 cm genişliğinde, yuvarlak, yanlaşmış ± bitişik, özellikle ortada nadiren ayrık olan kenarlar sık sık girintilidir. Üst yüzey sarıdan sarı-yeşil-griye kadar, ara sıra gri-yeşil (gölgede), genellikle merkeze doğru kırışıklı yapıdadır. Soraller laminal, kaba, bazen siğile benzeyen, granüllü şeklindedir. Alt yüzey siyah ve basit rizinlidir. Apotesyum nadir görülür, disk 0.8 cm çapındadır, kırmızı kahverengidir. Askosporlar 15-19(-22)×(8-)9-10 µm, elipse benzer. Medulla ve soral Pd+ turuncu-kırmızı, K-, KC ± kırmızı, C- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** İyi aydınlanmış asitli, geniş yapraklı ağaçlar ile bazen silisli kaya, anıt, çatı kiremiti, çit ve konifer ağaçları üzerinde de gelişebilen yaygın bir türdür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1

#### ***Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. / Dudaklılıken**

**Sinonim:** *Parmelia physodes* (L.) Ach.

**Özellikleri:** Tallus 10 cm çapında, gevşek bir şekilde bağlı, rozet şeklinde veya düzenli yayılan, sıklıkla büyük yamalı loblardan oluşur. Loblar 2-3 mm genişlikte, içleri oyulmuş, genellikle uçlara doğru artacak yapıdadır. Üst yüzey gri, düzgün, parlak; alt yüzey siyah solgun kahverengi, kenarları kırışık ve sorallidir. Soraller dudak şeklinde ve geliştikçe açılır ve yelpaze şekline dönüşür. Apotesyum oldukça nadir görülür, kısa- kalın saplı, disk kırmızı kahverengi; tallus kenarı incedir. Medulla ve soraller Pd+ turuncudan kırmızıya kadar K-, C-. KC+ kırmızı, UV+ açık mavi mor şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Silisli kayalarda, ağaçlarda, Callu kökleri ve diğer asitli substratlar (Ph 4,5) üzerinde, supralittoralden dağlık bölgelere kadar görülebilir (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 2

#### ***Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav. / Başlıboşlıken**

**Sinonim:** *Parmelia tubulosa* (Schaerer) Bitter

**Özellikleri:** *Hypogymnia physodes* e benziyor ama lobları daha tüpsü yapıda ve yukarı kalkmış; üst yüzey



daha pürüzlü ve mattır. Soraller yuvarlak başlık şeklinde olup lob ucunun tamamını kaplar. Medulla ve soraller Pd-, K-, KC+ kırmızı, C-, UV + soluk menekşe mavisi şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** *Hypogymnia physodes* ile aynı ortamlarda gelişir fakat o kadar sık değildir (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,2,3

**Melanelixia glabratula (Lamy) Sandler & Arup / Eşyepenek**

**Sinonim:** *Imbricaria glabratula* (Lamy) Zahlbr. İsim inval., *Melanelixia glabratula* (Lamy) Essl., *Parmelia glabratula* (Lamy) Nyl., *Parmelia glabratula* f. *Glabratula* (Lamy) Nyl., *Parmelia glabratula* subsp. *Glabratula* (Lamy) Nyl., *Parmelia glabratula* var. *Glabratula* (Lamy) Nyl.

**Özellikleri:** Tallus 1-5(-10) cm çapında, ince, sıkıca bastırılmış, yuvarlak rozet şeklinde veya dağınıktır. Loblar (2-)3(-4,5) mm genişliğinde, düz, uzatılmış, pürüzsüz ila buruşuk; üst yüzey kırmızı-kahverengiye dönük, özellikle lob uçlarına doğru parlak. İsidia silindirik, pürüzsüz, kazıdıktan sonra beyaz gölge bırakır, genellikle çok sayıda ve sıklıkla tallusun merkezini gizler. Soredia bulunmaz. Alt yüzey siyah ve bazit rizinler bulunur. Apotesiyum 5 mm çapındadır. Askosporlar 10-14x5.5-8 µm boyuttadır. Konidia basiliform yapıda, her iki uçta hafifçe şişmiş yapıdadır. Medulla Pd-, K- veya K+ menekşe, KC+ kırmızı, K+ kırmızı, UV- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Hem yol kenarındaki ağaçlarda hem de açık ormanlarda (örneğin *Fagus*'ta) bulunan bazen kayalar üzerinde çoğunlukla pürüzsüz kabuk veya tahta üzerinde bulunan bir türdür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,3

**Parmelia sulcata Taylor / Olukluçanak**

**Sinonim:** *Parmelia saxatilis* var. *Lökrokroa* Wallr., *Parmelia sulcata* var. *Laevis* Nyl., *Parmotrema sulcatum* (Taylor) M. Choisy, *Parmotrema sulcatum* var. *Contorta* (Bory) M. Choisy, *Parmotrema sulcatum* var. *pruinosa* (Zarar) M. Choisy, *Parmotrema sulcatum* var. *sulcatum* (Taylor) M. Choisy

**Özellikleri:** Tallus 5-10(-20) cm çapında, genellikle rozet şeklinde, substrata nisbeten tutunmuş; loplak 0.5 cm genişlikte, ayrı veya bir arada ve özellikle tallusun ortasında üst üste binmiş şeklindedir. Üst kısım gri-beyazdan gri-yeşile kadar, bazen kısmen beyaz pruinosa yapıdadır. Uzun, oval, dağınık, beyaz pseudosifeller,

çoğunlukla sonradan birleşerek tam olmayan bir ağ yapısı meydana getirirler. Soraller uzun, laminal ve marjinal, pseudosifellerin üzerinde, korteks çatlaklarında bulunurlar. Alt kısım siyah, kenarlara doğru kahverengi renkte; rizinler basit veya çatalı, bazıları fırça şeklinde dallanmıştır. Apotesiyum azdır; disk kırmızı-kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişir. Askosporlar 11-15x6-8 µm büyüklüktedir. Medulla ve soral Pd+ ve KC+ turuncu, KC+ turuncu, C- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Ağaç ve kayalar üzerinde, bazen toprak üzerinde gelişen, kıyı bölgelerinden dağ zirvelerine kadar yayılışı olan bir türdür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1

**Parmelina pastillifera (Zarar.) Hale / Noktalıkanat**

**Sinonim:** *Parmelia pastillifera* (Harm.) R. Schub. & Klem.; *Parmelia tiliacea* var. *pastillifera* (Harm.) Grummann

**Özellikleri:** Tallus 4-8(-20) cm çapında, bazen yamalar oluşturur, eşit olmayan şekilde bağlanır, yakından bastırılmış veya yükselen kenarlarda merkeze doğru dalgalanır. 1cm genişliğinde kısalmış loblar taşır. Apotesiyum çok nadir görülür. Üst korteks K+ sarı, C-, KC-, P-; medulla K-, C+ kırmızı, KC+ kırmızı, P-, UV- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Yaprak döken ağaçlarda, asidik ila nötr kabuklu, yağışlı yaylalarda görülür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 2

**Parmelina quercina (Willd.) Hale / Meşekanadı**

**Sinonim:** *Parmelia quercina* (Willd.) Vain

**Özellikleri:** Tallus 2-5(-15) cm çapında, sıkıca bastırılmış, rozet şeklinde, 1 cm genişliğinde loblar, girintili ve ya bazen bütün şeklinde, devamlı, merkezde örtüşen, aşağı çevrilmemiş; üst yüzey mavi-gri veya gri, düz, sıklıkla parlak, hafif lekeli. Alt yüzey koyu kahverengi, uçlara doğru açık kahverengi, basit rizinler bulunur. Apotesiyum genellikle sürekli, tallin üzeri pürüzsüz, yoğun rizin taşır. Askosporlar küresel ve elipsoidal yapıdadır. Konidia 4.5-6.5x0.5-1 µm, basiliform, düzgün yapıdadır. Medulla Pd-, K-, KC+ kırmızı, C+ karmin kırmızısı, UV – şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** İyi aydınlatılmış, besince zengin, geniş yapraklı ağaçlarda sıklıkla bulunur. Çalılıklarda ise nadir olarak görülür (Purvis ve ark., 1992).



**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 2

***Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf var. *furfuracea* / İtirliken**

**Özellikleri:** Tallus 10 cm çapında, çok sayıda dikotomik şekilde dallanmış şerit şeklinde lobları mevcuttur. Loblar 1-4 mm genişliktedir. Alg bileşeni Trebouxioid yapıdadır. Üst yüzey gri-beyaz, çoğunlukla yoğun izidli; alt yüzey rizinsiz, kanallı, tamamen siyah veya siyah ile kahverengimsi beyaz ya da pembemsi benekli. Lob kenarları içe kıvrıktır. Medulla serttir. Apotesyum 1.5(-3) cm çapında, lateral, saplı ve tallus kenarlı. Disk konkav, zeytin yeşilinden kırmızı – koyu kahverengiye kadar renkte ve parlaktır. Askus 8 sporludur. Askosporlar 7.5-10x4-5.5 µm boyutlarında, basit, renksiz ve ellipsoid yapıdadır. Korteks K(+) sarı, medulla Pd-, K-, KC-, C- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Özellikle hava kirliliği az olan alanlardaki hem koniferler hem de yaprak döken ağaçların kabuklarında ve odunlarında, ayrıca silisli kayalarda gelişen ve sık görülen bir türdür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,2,3

***Usnea barbata* (L.) F.H. Wigg. / Sakalliken**

**Sinonim:** *Usnea dasopoga* f. *scabrata* (Nyl.) Arnold, *Usnea scabiosa* Motyka, *Usnea scabrata* Nyl

**Özellikleri:** Tallus çalimsı yapıda, genellikle sarkıt oluşturur, 5-15 cm uzunluğunda dallanmalı anizotomik-iki parçalıdır, genellikle paralel bazal kısım dallarla birlikte kahverengi veya kahverengimsi siyah, göze çarpmayan halka şeklinde çatlaklar oluşturur. Dallar düzensiz, yan dallar bağlanma noktasında daralmamış, segmentler terete ile çıkıntılı, silindirik ile hafif şişmiş veya sosis benzeri; foveoller ve enine oluklar: var veya yok; apeks uzun, ± kıvrımlı, sıklıkla paralel uzanan ve yoğun bir şekildedir. Fibriller genellikle çok sayıda, düzensiz ve dalların bazı kısımlarında yoğun, polimorfik soralia; yok ile çok sayıda, nokta şeklinde, dalların çapının yarısından daha küçük, lifler üzerinde veya tüberküllerin üzerinde geliyor, korteks yok ince ile kalın (%5-7), donuk ile hafif parlak medulla gevşek ile yoğun eksen orta kalınlıktadır. Medulla K+ sarıya dönüşerek kırmızı, C-, KC-, P+ turuncumsu sarı veya K-, KC-, C-, P- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** 200 ve 400 m'de kıyı gür çalılıklarda, meşe-çam ormanlarında veya karışık kozalaklı ormanlardaki dağlarda ağaç kabuğunda (özellikle *Quercus* spp.ve çalılar) görülür (Gries ve Bungartz, 2007)

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,3

***Usnea dasopoga* (Ach.) Nyl. / Ugansakal**

**Sinonim:** *Parmelia barbata* f. *dasopoga* (Ach.) Zahlbr.

**Özellikleri:** Tallus çalı formunda, 4-8 cm uzunluğunda, yoğun dikten sarkık kümeler oluşturur. Dallanması anizotomik, iki parçalı yapıda, bazal kısım dallarla aynı renkte, belirgin şekilde kararmış dallar düzensiz, nadiren silindirik, göze çarpmayan şekilde parçalı; yan dallar tutunma noktalarında daralmamış parçalar üçlü silindirik, bazen hafif şişmiş, genellikle enine oluklarla birliktedir. Soralia noktasal yapıda, dalın çapının yarısından daha küçük, düzlemden dışbükeye dönük, bazen birleşik, başlangıçta kortekste ortaya çıkar. Medulla orta kalınlıktadır. Spot testler K+ sarıya dönük kırmızı, C-, KC, P+ turuncumsu sarı veya K-, C-, KC-, P- şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** *Pinus* spp.'nin kabuğunda. ve *Quercus* spp., esas olarak 1900 ve 2600 m arasındaki karışık yaprak döken kozalaklı ormanlarda görülür (Gries ve Bungartz, 2007).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,2,3

***Ramalinaceae***

***Ramalina farinacea* (L.) Ach. / Tanelişerit**

**Özellikleri:** Tallus 3-6(-10) cm uzunluğunda, taftlı, eğimli veya eğimsiz, çoğunlukla 3mm genişliğine bölünmüş, düzleşmiş, bazen hafif kanallı, katı, dallar sarı yeşilden koyu gri-yeşil; yüzey mat veya parlak, pürüzsüz. Sorelia, marjinal veya yüzeyde, ayrık, dairesel eliptik, soredia 20-30 µm çapında, solgun, farinoz yapıdadır. Apotesium lateral ve nadir görülür. Askosporlar 8-15x5-7 µm, genel olarak ellipsoid yapıdadır. Medulla ve sorelianın 4 kimyasal tipi vardır. a) Pd + turuncu-kırmızı, K – veya turuncu, UV - b) Pd + sarı turuncu, K+ sarı-kırmızı, UV – c) Pd -, K-, UV + mavi- beyaz d) Pd -, K -, UV + mavi beyaz şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Çok çeşitli tabakalarda ve ortamlarda görülür. Gölge döküntülerde, rüzgarlı bölgelerde, izole ağaçlarda nadir olarak da kayalarda görülebilir (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,2

***Peltigerales***

***Peltigeraceae***

***Peltigera canina* (L.) Willd. / İtlikeni**

**Sinonim:** *Dermatodea canina* (L.) A.St.-Hil

**Özellikleri:** Köpek likeni olarak da bilinir. *P. membranacea* nin yapısına benziyor. Ancak tallusun



merkez kısımlarında daha düz daha az görülen pürüzsüz damarlar daha düzensiz rizinler bulunur. Apothecia Rodish yapıdadır. Eyer şeklinde kırmızı kahverengi-kahverengiye dönüşür (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Ormanlık alanlarda tarlada ve oligotrofik kumlu veya kireçli topraklarda görülür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1,3

**Teloschistales**

**Teloschistaceae**

**Calogaya lobulata (Flörke) Arup, Frödén & Söchting /Sögüt Şiltesi**

**Sinonim:** *Lepraria candelaris* (L.) Fr

**Özellikleri:** Tallus leproz yapılı, dağınık granüllü veya ince ve sürekli, areolat olmayan kabuksu, parlak sarı, altın sarısı veya yeşilimsi tonlardadır. Alg bileşeni yeşil kokoid yapıdadır. Granüller 0.01-0.1(- 0.2) mm çapında, küçük konveks veya küresel şekildedir. Apotesyum görülmemiştir. Tallus Pd - veya + turuncu, K ve KC - veya + turuncudan kırmızı-siyaha kadar koyulaşır, C – şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Kuru ve gölgedeki pürüzlü ağaç kabuklarında, daha az olmak üzere yine gölgede asitli kaya ve duvarlarda gelişen kozmopolit bir türdür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 3

Tablo 2. Çalışmada tespit edilen tür taksonlarının isimleri ve buldukları lokalite numaraları

Numara	Tür İsimleri	Buldukları Lokalite Numarası	Numara	Tür İsimleri	Buldukları Lokalite Numarası
1	<i>Calogaya lobulata</i>	3	15	<i>Melanelixia glabratula</i>	1
2	<i>Candelariella viae-lacteeae</i>	3	16	<i>Parmelia sulcata</i>	1
3	<i>Chrysothrix candelaris</i>	2, 3	17	<i>Parmelina pastillifera</i>	2
4	<i>Cladonia foliacea</i>	3	18	<i>Parmelina quercina</i>	2
5	<i>Cladonia pyxidata</i>	1,2,3	19	<i>Peltigera canina</i>	1,3
6	<i>Evernia prunastri</i>	1,2,3	20	<i>Phaeophyscia nigricans</i>	1,2,3
7	<i>Flavoparmelia caperata</i>	1	21	<i>Phycia leptalea</i>	2,3
8	<i>Gyalolechia flavorubescens</i> var. <i>quercina</i>	1, 3	22	<i>Physcia tenella</i>	1,3
9	<i>Hypogymnia physodes</i>	2	23	<i>Pseudevernia furfuracea</i> var. <i>furfuracea</i>	1,2,3
10	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	1,2	24	<i>Ramalina farinaceae</i>	1,2
11	<i>Lecanora argentata</i>	1	25	<i>Rinodina pyrina</i>	3
12	<i>Lecanora carpinea</i>	1	26	<i>Usnea barbata</i>	1,3
13	<i>Lecanora fuscencens</i>	1	27	<i>Usnea dasopoga</i>	1,2,3
14	<i>Lecidella elaeochroma</i> var. <i>elaekroma</i>	1,3	28	<i>Xanthoria parietina</i>	3

**Gyalolechia flavorubescens (Huds.) Söchting, Frödén & Arup var. quercina (Flagey) Nimis / Sariörtü**

**Sinonim:** *Caloplaca flavourubescens* (Huds.) JR Laundon, *Caloplaca flavourubescens f. microthelia* (Ach.) Verseghy, *Gyalolechia flavorubescens* var. *quercina* (Flagey) Nimis

**Özellikleri:** Tallus kruktoz, beyazımsı, sarı- yeşil, bazen yaygın gri, pürüzsüz ve hatta kabaca dışbükey, granüler papilla genellikle belirgin, pürüzsüz yapıdadır. Protallus mavi-griden beyaz griye dönük renktedir. Apotesiyum 3 mm çapında, dağınık, yuvarlak, düz, ancak;

genellikle hafif dışbükey, yaşlanınca düzensiz ve çarpık hale gelen şekildedir. Tallin ince, gri-sarı, krenulat yapıdadır. Apotesium gerçek belirgin, biraz yüksek, düz, pürüzsüz, turuncu renkte; disk turuncudan koyu turuncuya dönük ve düzdür. Hymenium ve hipotezyumun alt kısmı çok sayıda yağ damlası bulunur. Parafizler çoğunlukla uçlara doğru çatallanırlar, genellikle 4 µm'e kadar ürerler. Ascosporlar 15-18x6-10 µm, elipsoidal, septum 5-9 µm genişliğindedir. Tallus ve apotesiyum K+ mor kırmızısı şeklindedir (Purvis ve ark., 1992).



**Ekolojik özellikleri:** Yol kenarında ve park arazi ağaçlarında, özellikle de otlaklarda (*Fraxinus*'un izole ağaçlarında) görülür. Özellikle kireçtaşı üzerinde, ahşapta nadir bulunur; önceden endüstriyel çözünlüklükten önce yaygındı ancak şimdi nadir ve sınırlıdır (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 1

***Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. / Fıfırlıturuncu**

**Sinonim:** *Xanthoria coomae* S.Y.Kondr. & Karnefelt, *Xanthoria polessica* S.Y.Kondr. & Yatsyna

**Özellikleri:** Tallusu 15 cm çapında, genellikle geniş yamalar oluştur, güneşli bölgelerde sarı turuncu, gölgedeyken yeşilimsi gri renkte olan, rozet formunda yapraklara sahip bir likenidir. Loplar uçlara doğru genişlemiş, 1-7 mm genişlikte, yuvarlak ya da biraz krenulat ve düz yapıda. Tallus kısmının ortasında genellikle çok sayıda apotesyum bulundurulur. Apotesyum 4 mm çapına kadar, gençken konkav olgunlukta ise düzdür. Askosporlar (10-)12-16x(6-)7-9 µm boyundadır (Purvis ve ark., 1992).

**Ekolojik özellikleri:** Besince zengin veya zengin olmayan substratlarda, yol kenarı ağaçları, odun, çatı kiremitleri üzerinde, karasal alanlarda veya sahil bölgelerindeki asitli ve kalkerli kayalar üzeri gibi çok geniş yayılış alanlarına sahip kozmopolit bir türdür (Purvis ve ark., 1992).

**Çalışma alanındaki yayılışı:** Konya Kestel Ormanı, Lokalite 3

Çalışmada tespit edilen tür taksonlarının isimleri ve buldukları lokalite numaraları yukarıda (Tablo 2.) verilmiştir

### Tartışma

Bu çalışmada Konya Kadınhanı Beykavağı'nda bulunan Kestel Ormanı'ndaki epifitik likenlerin çeşitliliği

### Kaynaklar

- Akman, Y., (1990). *İklim ve Biyoiklim*, Palme Yayınları, Mühendislik Serisi, No. 103.
- Candan, M., (2008). Akdağ Tabiat Parkı Afyon-Denizli/Türkiye'nin Liken ve Likenikol mantarları, *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 9 (3), 195-210.
- Çetin, Ö. T., (2015). Phaselis Antik Kenti (Antalya) Likenleri I, *Journal of Interdisciplinary Mediterranean Studies*, 1.
- Gries, C. ve Bungartz, F., 2007, *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region:(balance of the Microlichens, and the Lichenicolous Fungi)*, Lichens Unlimited, Arizona State University, p.
- Hale, M., (1974). The Biology of Lichens In: Contemporary Biology, *Editors, EJ W., Bornington, FRS and Wills, Clowe Sons, London*.
- John, V. ve Türk, A., (2017). *Türkiye likenleri listesi*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını, p.
- Kranner, I., Beckett, R., Hochman, A. ve Nash, T. H., 2008, Desiccation-tolerance in lichens: a review, *The Bryologist*, 111 (4), 576-593.
- Muggia, L., (2009). Lichens as treasure chests of natural products, *Sim news*, 59 (3), 85-97.

incelenmiştir. Toplanan örneklerden yapılan çeşitli makroskobik, mikroskobik ve kimyasal laboratuvar çalışmaları sonucunda 21 cinse ait 28 tür teşhis edilmiştir.

Bu türler arasında ise en yaygın görülenler: *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea*, *Evernia prunastri*, *Phaeophyscia nigricans*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia tubulosa*'dır. Çalışmada tespit edilen sınıflar *Arthoniomycetes*, *Candelariomycetes* ve *Lecanoromycetes* olmak üzere 3 tanedir. Bu sınıflara ait 6 tane ordo tespit edilmiştir. Bunlar da sırasıyla *Arthoniales*, *Candariales*, *Caliciales*, *Lecanorales*, *Peltigerales* ve *Teloschistales* ordolarıdır. En yaygın görülen cinslerden *Cladonia* ve *Lecanora*'nın familyası *Lecanoraceae*; *Hypogymnia*, *Parmelina*, *Usnea*'nın familyası ise *Parmeliaceae* olarak tespit edilmiştir. Çalışmada en çok görülen taksonlardan *Cladonia pyxidata*, *Evernia prunastri*, Tufan Çetin tarafından Antalya'da (Çetin, 2015) ve Candan tarafından Denizli ve Afyon'da (Candan, 2008) kaydedilmiştir. *Lecidella elaeochroma*, *Parmelia sulcata* ve *Xanthoria parietina* taksonları yine Tufan Çetin tarafından Antalya'da (Çetin, 2015) kaydedilmiştir. *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea*, *Hypogymnia tubulosa*, *Gyalolechia flavorubescens*, *Ramalina farinacea* Afyon ve Denizli'de (Candan, 2008), *Cladonia pyxidata*, *Lecanora carpinea*, *Melanelixia glabratula*, *Peltigera canina*, *Phaeophyscia nigricans*, *Physcia leptalea*, *Physcia tenella* Afyon'da (Hale, 1974) tespit edilmiştir.

Tespit edilen taksonların substratlarına bakıldığında örnekler epifitik likenler olduğundan 1. Ve 2. Lokasyondaki likenlerin substratlarının ağırlıklı olarak *Pinus nigra*, 3. Lokasyondaki taksonların substratlarının ise *Quercus* sp. olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında tespit edilen liken taksonlarının dağılımında yükseklik verilerinin ve iklim koşullarının birbirine yakın oldukları görülmüştür.

### Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no: 22201011)



- Nash, T. H., (2002). *Lichen flora of the greater Sonoran desert region*, Lichens Unlimited, Arizona State University, p.
- Nash, T. H., (2008). *Lichen biology*, Cambridge University Press, p.
- Purvis, O. W., Coppins, B., Hawksworth, D., James, P. ve Moore, D., (1992). *The lichen flora of Great Britain and Ireland*, London: Natural History Museum, p.
- Ryan, B. D., Lumbsch, H., Messuti, M., Printzen, C., Śliwa, L., Nash, T., Diederich, P. ve Gries, C. B., F, (2004). Lichen flora of the Greater Sonoran Desert region, *Lichens Unlimited*, vol 2.



Geliş(Received) :10.11.2022  
Kabul(Accepted) :09.12.2022

Araştırma Makalesi/  
Doi: 10.30708.mantar.1202172

## Ege Bölgesinde Yetişen Körek Mantarı (*Pleurotus eryngii* (DC.) Quél.)'nın Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi

Hakan ALLI<sup>1\*</sup>, Sevgin ÖZDERİN<sup>2</sup>, İbrahim KIVRAK<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: hakanalli@gmail.com

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Kötekli, Muğla, Turkey

Orcid No: 0000-0001-8781-7029/ hakanalli@gmail.com

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksek Okulu, Muğla, Turkey

Orcid No: 0000-0002-4511-5229/ sevginozderin@mu.edu.tr

<sup>3</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla Meslek Yüksek Okulu Muğla, Turkey

Orcid No: 0000-0001-9718-8238/ ikivrak@mu.edu.tr

**Öz:** Bu çalışmada Muğla (Bodrum), İzmir ve Çanakkale çevresinde doğal olarak yetişen ve halk tarafından gıda olarak tüketilen *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél.'nin yağ asidi içeriği belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplanan mantar örnekleri oda şartlarında kurutulmuş ve hekzan ile ekstraksiyon yapılmıştır. Elde edilen ekstrakt içeriğinde 37 adet yağ asidi taraması yapılmıştır. GC/MSD cihazı ile elde edilen sonuçlarına göre 17 adet yağ asidi tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde majör bileşen olarak; oleik asit (%48.125), palmitik asit (%14.736), linoleik asit (%14.094), stearik asit (%6.469) ve linoleilaidik asit (%5.128) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre *Pleurotus eryngii* gıda ve ilaç sektöründe kullanılabilir yenebilir yabani bir mantardır.

**Anahtar kelimeler:** Yağ asit kompozisyonu, GC/MSD, *Pleurotus eryngii*, Oleik asit

### Determination of Fatty Acid content of *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. Growing in the Aegean Region

**Abstract:** In this study, it was aimed to determine the fatty acid content of *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. which grows naturally and is consumed as functional food or dietary supplement by the public in Mugla (Bodrum), Izmir ve Çanakkale. The collected mushroom samples were dried at room temperature and extracted with hexane. The 37 fatty acids were scanned in the content of extract. According to the results obtained with the GC/MSD, 17 fatty acids were determined. Major constituent of *Pleurotus eryngii* mushroom was found to be oleic acid (48.125%), palmitic acid (14.736%), linoleic acid (14.094%), stearic acid (6.469%) and linoleilaidic acid (5.128%) were determined. According to the results obtained, *Pleurotus eryngii* is an edible wild mushroom that can be used in the food and pharmaceutical industry.

**Key words:** Fatty acid composition, GC/MSD, *Pleurotus eryngii*, Oleic acid

#### Giriş

Türkiye coğrafyasının sunduğu iklim, toprak ve bitki örtüsü çeşitliliği çok sayıda mantar türünün doğal olarak yetişmesini mümkün kılmaktadır. Ülkemizin her bölgesi, yerel halk tarafından toplanan ve tüketilen çeşitli doğal mantarlar açısından zengindir. Araştırmalar 3283 mantar türünün yenilebilir olduğunu doğrulanmış olup, buda günümüze kadar tespit edilen tüm mantar taksonlarının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır (Govorushko vd. 2019). Yenilebilir mantarlar, mikoriza oluşturan, parazit ve saprofit mantarları içerir. Farklı boyut, renk ve şekillerde fruktifikasyon organlarına sahiptirler. Binlerce yıldır

yenilebilir mantarlar insanlar tarafından beslenme ve tıbbi değerleri için tüketilmektedir (Pérez-Moreno ve Martínez-Reyes, 2014; Usami vd., 2014). Yenilebilir mantarlar iyi bir lif kaynağı olup, hücre duvarları kitin, hemisellüloz, mannan ve betaglukanları içerir.  $\beta$ -glukan'ın kandaki kolesterol ve kan şekeri düzeyinin düşürülmesi, bağışıklık sisteminin etkinliğini artırma ve bazı enfeksiyonların engellenmesi gibi çeşitli noktalarda insan sağlığı için olumlu etkilere sahiptir (Manzi vd., 2001). Mantarlar, insan beslenmesi için gerekli olan protein içeriğine sahip olmasının yanında, vitaminler ve mineraller bakımından zengin bir besindir. Mantarlar, türlerine ve mevsim





şartlarına göre değişken olarak %80 ila %90 oranında su içerip, yağ ve şeker bakımından fakirdirler. Ancak, kitin, β-glukanlar ve mannan, yüksek kaliteli protein, steroller, fenolik bileşikler, terpenler, vitaminler ve özellikle B grubu vitaminler, D vitamini ve tokoferoller açısından oldukça zengindir (Bach, vd, 2017). Mantarlar, mükemmel bir karbonhidrat, diyet lifi, doymamış yağ asitleri, vitamin ve mineral kaynağıdır (Bach, vd, 2017). Doymamış yağ asitleri açısından zengin olmaları yanında potasyum, kalsiyum, fosfor ve magnezyum açısından zengin bir içeriğe sahiptirler. Ayrıca mantarlar, fenolik bileşikler, terpenler ve steroidler gibi farklı sekonder metabolitleri içermektedir (Sarıkürkçü vd., 2004). Bu moleküllerin antimikrobiyal, antiviral, antioksidan, antiinflamatuvar, antitümör, antialerjik, antiaging, antidiyabetik, anti-Alzheimer ve hipokolesterolemik gibi farmakolojik aktiviteleri vardır (De Silva vd., 2013, Canli vd., 2015).

Dünyada farklı ülkelerde yaklaşık olarak 35 mantar türünün ticari ve endüstriyel olarak üretimleri yapılmaktadır (Sánchez, 2004). En fazla kültürü yapılan mantar türlerinin *Agaricus* spp., *Pleurotus* spp. ve *Lentinus edodes* olduğu belirtilmektedir (Diez ve Alvarez, 2001). Günümüz dünya mantar üretiminde büyük bir üretim hacmine sahip olan *Pleurotus* türleri *Agaricus* spp.'ye göre yetiştiriciliğinin daha kolay, daha düşük maliyetle ve düşük teknolojiyle yapılabilmesi, geniş adaptasyon yeteneğine sahip olması, iklimsel istekleri yönünden daha az seçici olması, çevre şartlarına ve hastalıklara dayanımının daha fazla olması ve yetiştirme sürelerinin daha kısa olması gibi önemli avantajlara sahiptirler (Patrabansh ve Madan, 1997; Hassan ve ark., 2010). *Pleurotus* türleri içerisinde son yıllarda yetiştiriciliği üzerinde en çok durulan türlerden biri *Pleurotus eryngii* dir. Dünyada "Kral İstiridye Mantarı (King Oyster Mushroom)" olarak adlandırılan *P. eryngii*, en lezzetli *Pleurotus* türü olarak nitelendirilmektedir (Rodriguez, 2007).

Kral istiridye mantarı yüksek besin değeri ve tıbbi özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmakla birlikte tüm dünyada kültürü yapılmaktadır (Rathore ve ark., 2017; Fu vd., 2016). *P. eryngii* nin biyoaktif bileşenleri son zamanlarda yoğun bir şekilde araştırılmıştır. *P. eryngii*, yüksek düzeyde polisakkarit, karbonhidrat (%51-75), protein (%16-18), kül (%6-7), düşük lipid (%1-3) içeriğine sahiptir. Bu bileşenlerden başlıcaları polisakkaritler, β-glukanlar, K, P, Mg, Ca, Fe ve Zn mineralleridir. Ayrıca fenolik ve flavonoidlerden olan gallik asit, protokatekuik asit, p-hidroksibenzoik asit, p-koumarik asit, siringik asit, vanilik asit, epikateşin, rutin ve kateşin içerdiği belirlenmiştir (Lin ve ark., 2014; Reis ve ark., 2012).

Bunun yanında antitümör aktivite (Ma vd., 2014; Shi vd., 2013; Ren vd., 2016), antioksidan aktivite (Mishra ve ark., 2013), bifidojenik etki (Li ve Shah, 2016), ve hepatoprotektif etkileri belirlenmiştir (Chen ve ark., 2012).

Ülkemizde de çok çeşitli yabancı yenilebilir mantarlar köylüler tarafından mevsiminde toplanarak hem yemeklik olarak tüketilmekte hem de Avrupa'nın değişik ülkeleri ile Amerika ve Japonya gibi ülkelere kurutulmuş ve dondurulmuş olarak ihraç edilerek ek gelir sağlanmaktadır. Bölgemiz de doğal olarak yetişen ve "Körek Mantarı" olarak bilinen *Pleurotus eryngii* mantarı çevre bölgelerde "Manguta", "Mantika" isimleri ile bilinmektedir. Bu çalışmada özellikle Bodrum (Muğla) bölgesinde yerel halk tarafından sıklıkla tüketilen *Pleurotus eryngii* 'nin yağ asidi bileşenleri belirlenmiştir.

### Materyal ve Metot

#### Materyal

#### ***Pleurotus eryngii* (DC.) Qué. (Bilimsel Türkçe adı: Çakşır mantarı) Örneklerinin Toplanması**

Çalışmada Bodrum ilçesi coğrafi sınırları içerisinde arazi çalışmaları yapılarak belli bölgelerden Bodrum Körek Mantarı (*Pleurotus eryngii*) numuneleri toplanmıştır. Elde edilen numunelerin sınıflandırma ve mantar sistematigi kapsamında gerekli tüm analizleri yapılmıştır. Fungaryum tekniklerine göre kurutulup teşhisleri Doç. Dr. Hakan Allı tarafından Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Biyoloji Bölümü Fen Fakültesi Fungaryumun da yapılmış ve teşhisleri yapılan örnekleri aynı fungaryum da muhafaza edilmiştir.

#### Metot

*Pleurotus eryngii* yağ asidi bileşenlerinin tespitine ait Bodrum bölgesinin Bitez ve Türkbükü mevkiilerinden toplanmış ve örnekleri kâğıt ambalajlara konularak hiç bekletmeden ve güneş ışığına maruz bırakmadan aynı gün içerisinde laboratuvara nakledilmiştir. Daha sonra örnekler Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Araştırma Merkezi Laboratuvarına getirilmiş ve 36°C de havalandırılmalı etüv yardımı ile 24 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler Stephan chopper yardımı ile öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir.

Hemen kullanılmayacak olan öğütülmüş örnekler ise kapalı bir kap içerisinde -18°C'de saklanmak suretiyle muhafaza edilmiştir.

#### ***Pleurotus eryngii* ekstraktlarının Yağ Asidi Metil Esterleri İçeriğinin GC/MSD ile Belirlenmesi**

Ekstraksiyon işlemi için *Pleurotus eryngii* kurutulmuş olan örnekleri öncelikle öğütülmüştür. Mantar örnekleri öğütüldükten sonra 10 gün boyunca heksan oda şartlarında orbital sallayıcı ile karıştırılmak suretiyle



ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Elde edilen çözelti içeriğindeki hekzan rotary evapotatörde buharlaştırıldıktan sonra, ham ekstratlar elde edilmiştir. Elde edilen hekzan ekstresinden 100mg 20 mL'lik deney tüpüne tartıldı ve üzerine 10 mL hekzan eklendi. 5 dakika vortekslenildikten sonra 100µL 2N metanol içinde çözülmüş KOH ilave edildi. Tüpün ağzı kapatılarak 1 dakika boyunca vortekslendi. 10 dakika 4000rpm'de santrifüjlendikten sonra üst faz Macherey-Nagel Chromafil Xtra PTFE-20/25 0.20µm filtreden süzülde ve Agilent 7890A GC - 5975C MSD cihazına 2µL enjekte edildi.

### Bulgular

#### *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. (Syn. *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*)'nin tanımlayıcı özellikleri

Yöresel olarak Körek Mantarı olarak adlandırılan *Pleurotus eryngii* genelde Ege ve Akdeniz sahillerinde doğal yayılış gösteren bir bitki olan *Ferula communis* subsp. *communis* (Körek) bitkisinin kökleri ile mikorizal yaşayan bir mantardır. Bu bitkinin gelişmeye başladığı ilkbahar aylarında bitkinin yeni sürgünleri üzerinde ya da sonbaharda eski gövdelerinde doğal olarak yetişir. Bodrum ve civarında "Körek Mantarı" olarak bilinirken, Çanakkale civarında "Manguta", "Mantika" olarak Kıbrıs'da ise "Gavcar" yöresel isimleri ile tanınır. Bodrum Körek Mantarı, Bodrum ilçesinin kuzey ve kuzeybatısında kalan özellikle yüksek yapılı ağaç formlarının olmadığı çalı formu diye bilinen ve Akdeniz elementi olan makilik alanlar ve Garig vejetasyonunun geniş yayılış gösterdiği Akyarlar, Akçaalan, Bahçelievler, Bitez, Çırkan, Dağbelen, Dereköy, Farilya, Gököy, Gümüşlük, Gündoğan, Karabağ, Konacık, Müsgebi, Turgutreis, Türkbükü, Yahşi, Yakaköy ve Yalıkavak, mahallelerinde doğal olarak yetiştiği tespit edilmiştir.

Şapka: *Pleurotus eryngii* mantarında şapka, gençken düz ya da ortası hafif çukur iken olgunlaştığında huni şeklini alır. Şapkanın büyüklüğü genelde 2 cm' den 30 (50) cm çapına kadar büyüyebilir. Şapka üzeri merkeze doğru beyazdan sütlü kahverengiye kadar değişir. Kenarları genelde oyuk şeklinde çizgili iken, renk kenara doğru daha açık renklidir. Mantar krem renge daha çok kurak mevsimlerde, özellikle ilkbahar aylarında gözlemlenebilir (Şekil 1).

Mantarın şapka etli yapıda ve oldukça dolgundur. Gövde (Sap) silindirik şekilde olup, krem ya da kirli beyaz renklindedir. Uzunluğu 3-5 cm. Dolgun ve esnek yapıdadır. Sapın şapkaya bağlantılısı bazen sentrik, merkezden, bazılarında ise eksentrik (yandan) şekildedir (Şekil 2).



Şekil 1. *Pleurotus eryngii* mantarı



Şekil 2. *Pleurotus eryngii* sap ve lamel yapısı

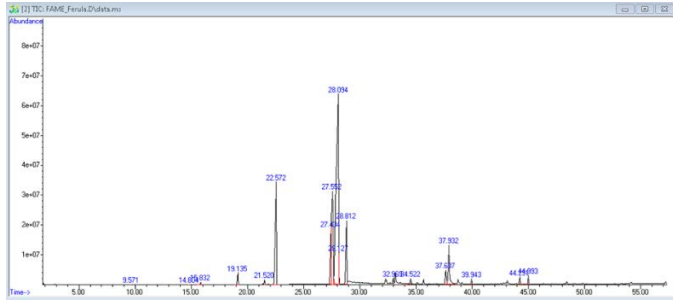
Kokusu belirgin bir kokusu olmayıp, hoş mantarimsi kokuludur. Spor baskısı ise beyaz renklidir. Habitatı ise; Körek Mantarı, *Ferula communis* subsp. *communis* (Körek) bitkisinin bu sene yeni gelişen bireyleri ya da geçen seneki kurumuş gövdesi ile yada kökleri ile birlikte mikorizal olarak yaşar. Ülkemizde Çanakkale'den başlayarak Ege, Akdeniz sahilleri ve Kıbrıs'ta yoğun olarak bulunmaktadır. Akdeniz iklimine uygun bir tür olup sadece sahillerde rastlanır. Aynı aileden olan Çakşır mantarı ise Doğu Anadolu bölgesinin yüksek kesimlerinde (2000 m ve üzeri) bulunur.

#### *Pleurotus eryngii* yağ asidi kompozisyonlarına ait bulgular

Araştırmada *Pleurotus eryngii*'nin yağ asidi bileşenleri GC/MSD sistemleri kullanılarak kalitatif ve kantitatif olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Yağ asit bileşenleri sertifikalı referans standart maddeler kullanılarak, alikonulma zamanlarına göre Wiley 2008 ve NIST 2008 kütüphaneleri kullanılarak tanımlandı ve % miktarları hesaplandı. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 1.'de verilmektedir. *Pleurotus eryngii*'nin yağ asidi içeriği



değerlendirildiğinde araştırma sonuçlarına göre 17 yağ asidi bileşeni belirlenmiş olup bu bileşenlerden ana bileşenler olarak oleik asit (%48.125), linoleik asit (%14.094), palmitik asit (%14.736) tespit edilmiştir.



Şekil 3. Yağ asidi metil esterleri GC/MSD kromatogramı

Tablo 2. *Pleurotus eryngii*'nin mantarlarında bulunan yağ asitleri metil esterlerinin (FAME) GC/MSD ile % bileşen analiz sonuçları

Bileşenler	R <sub>t</sub>	% Miktar
Laurik asit	9.572	0.009
Myristoleik asit	14.805	0.012
Miristik asit	15.832	0.163
Penta dekanolik asit	19.135	0.820
Palmitoleik asit	21.520	0.357
Palmitik asit	22.572	14.736
Linolelaidik asit	27.451	5.128
Linoleik asit	27.552	14.094
Oleik asit	28.094	48.125
Elaidik asit	28.128	0.579
Stearik asit	28.812	6.469
Cis-9,10 etoksi stearik asit	32.969	0.40
Arachidic acid	34.522	0.425
Butyl 9,12 Octadecadienoate	37.637	1.603
Behenik asit	39.943	0.424
Nervonik asit	44.231	0.662
Lignoserik asit	44.993	0.716

R<sub>t</sub>: Alıkonma zamanı

Birçok çalışmada mantarların çeşitli tıbbi ve besleyici özellikleri bildirilmiştir. Yenilebilir bir mantar olan *Pleurotus eryngii*, çoklu biyoaktif bileşenler olması nedeniyle çeşitli sağlık yararları için fonksiyonel gıda olarak yaygın olarak tüketilmektedir. Mantarların yağ asit bileşimlerinin belirlenmesi mantarın besinsel özelliklerinin açığa çıkarılması açısından önemlidir. Bugüne kadar

yapılan çalışmalarda mantarlarda genel olarak, C12-C20 arasındaki normal yağ asitleri ve C16-C24 hidroksi grup taşıyan yağ asitleri bulunmuştur.

Araştırma konumuz olan *Pleurotus eryngii* çoklu biyoaktif bileşenler olması nedeniyle çeşitli sağlık yararları için fonksiyonel gıda olarak yaygın olarak tüketilmektedir. *Pleurotus eryngii* örneklerinde oleik asit (%48.125), linoleik asit (%14.094), palmitik asit (%14.736) olarak belirlenmiştir. Araştırmamızda yüksek oranlarda belirlediğimiz linoleik asit gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriği yüksek olan mantar türleri, kolesterol oranını düzenlemek amacıyla tüketilmektedir. Linoleik asit ve oleik asit insanların beslenmesinde önemli bileşenlerdendir. Özellikle polidoymamış yağ asiti olan linoleik asidin mantarların ana bileşeni olması mantarların besinsel önemini arttırmaktadır.

Literatürde incelenen çeşitli tarımsal atıklarda yetiştirilen 100g taze *P. eryngii* var. *eryngii* örneklerinde bulunan başlıca yağ asidi bileşenlerinin linoleik asit (C18:2) (%33.06 -% 70.39 g), oleik asit (C18:1) (10.77-34.80%g) ve palmitik asit (C16:0) (%13.56-20.09 g) olarak belirlemiştir (Akyüz et al., 2011). Türkiye'den elde edilen *Terfezia olbiensis* ve *Terfezia clavaryi* örneklerinde toplam fenolik ve flavonoid miktarını ve bileşen oranları belirlenmiş olup *T. olbiensis* ve *T. clavaryi* toplam fenolik miktarının sırasıyla 129.18±0.74 and 104.78±0.35 µg PEs/mg olarak; toplam flavonoid miktarının ise 6.41±0.19 and 4.71±0.11 µg QEs/mg olarak bildirilmiştir. Bu bileşenlerden Gentsik asit (25.48 ve 14.84 µg/kg kuru ağırlık (dw)), protokateşik asit (21.55 ve 15.54 µg/kg) dw) ve p-hidroksi benzoik asit (18.07 ve 16.99 µg/kg) dw) bileşenlerinin yüksek oranlarda belirlenmiştir (Kıvrak, 2015). Başka bir çalışmada *Pleurotus ostreatus* örneklerinde doymuş yağ asidi (SFA) (20.2%) oranında ve palmitik asit (C16:0; 11.2%), pentadekanoik asit (C15:0; 2.55%) ve stearik asit (C18:0; 2.53%) bileşenlerini yüksek oranlarda belirlenen bileşenler olarak; çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) (69.1%) oranında ve linoleic acid (C18:2n-6c; 68.1%) yüksek oranda belirlenmiştir (Fernandes vd., 2014). Miyazawa and Usami 2014, çalışmalarında *Pleurotus citrinopileatus* örneklerinde palmitik asit (23.3%), linoleik asit (31.3%), pentadesiklik asit (6.0%) and 2, 3-dimethyl-2-nonen-4-olide (6.0%); yüksek oranlarda belirlenmiştir. Kültürü yapılarak yetiştirilen mantarlar arasında oleik, palmitik ve linoleik asitlerin yüksek oranlarda olduğu bilinmektedir (Sande vd., 2019; Dimou et al., 2002). Araştırma sonuçlarımız *Pleurotus eryngii* örneklerinde yüksek oranlarda belirlemiş olduğumuz Oleik asit (%48.125); Linoleik asit (% 14.094); Palmitik asit



bileşenlerinin *Pleurotus eryngii* örneklerinde literatürde yapılmış olan çalışmalar ile benzerlik göstermiş olduğu, *Pleurotus ostreatus* ile literatürde yapılan çalışma sonuçları belirlenmiş olan pentadekanoik asit, stearik asit bileşenlerinin çalışmamızda daha düşük oranlarda belirlenmiş olup farklılık göstermektedir.

Doğal yenilebilir mantarların uluslararası ticareti yıllardan beri artarak devam etmekte olup yabani mantarların ülke mutfağına kazandırılması ile hem

bölgesel yerel olarak halka ekonomik fayda sağlayacaktır. Bu çalışma, doğal mantar türlerinden olan *Pleurotus eryngii* zengin yağ asidi bileşenleri içermesi yönünden farkındalık oluşturacak şekilde ortaya konulması ile yerel kalkınmaya destek sağlanması için gerçekleştirilmiştir. Yerel halk tarafından tanınması ve tüketilmesini arttırmak, pazarlarda satılmasını sağlamak ve yerel ekonomiye katkı sağlaması amaçlanmıştır.

### Kaynaklar

- Akyüz, M., Kirbağ, S., Karatepe, M., Güvenç, M. & Zengin, F. (2011). Vitamin and fatty acid composition of *P. eryngii* var. *eryngii*. *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology*, 1(1), 16-20.
- Bach, F., Helm, C. V., Bellettini, M. B., Maciel, G. M. and Haminiuk, C. W. I. (2017). Edible mushrooms: A potential source of essential amino acids, glucans and minerals. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(11), 2382-2392.
- Canlı, K., Altuner, E. M. and Akata, I. (2015). Antimicrobial screening of *Mnium stellare*. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 10(2), 321-25.
- Chen, J., Mao, D., Yong, Y., Li, J., Wei, H. and Lu, L. (2012). Hepatoprotective and hypolipidemic effects of water-soluble polysaccharidic extract of *Pleurotus eryngii*. *Food chemistry*, 130(3), 687-694.
- De Silva, D. D., Rapior, S., Sudarman, E., Stadler, M., Xu, J., Aisyah Alias, S. and Hyde, K. D. (2013). Bioactive metabolites from macrofungi: ethnopharmacology, biological activities and chemistry. *Fungal Diversity*, 62(1), 1-40.
- Dimou, D.M., Georgala, A., Komaitis, M. and Aggelis, G. (2002). Mycelial Fatty Acid Composition of *Pleurotus* spp. and its Application in the Intrageneric Differentiation. *Mycol Res*, 106(8) 925-929.
- Diez, V. A. & Alvarez, A. (2001). Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. *Food chemistry*, 75(4), 417-422.
- Fu, Z., Liu, Y. and Zhang, Q. (2016). A potent pharmacological mushroom: *Pleurotus eryngii*. *Fungal Genom Biol*, 6(1), 1-5.
- Govorushko, S., Rezaee, R., Duanov, J., & Tsatsakis, A. (2019). Poison-ing associated with the use of mushrooms: A review of the global pattern and main characteristics. *Food and Chemical Toxicology*, 128, 267–279.
- Hassan, F. R. H., Medany, G. M. and Hussein, S. A. (2010). Cultivation of the king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) in Egypt. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(1), 99-105.
- Li, S. & Shah, N. P. (2016). Characterization, antioxidative and bifidogenic effects of polysaccharides from *Pleurotus eryngii* after heat treatments. *Food Chemistry*, 197, 240-249.
- Lin, J. T., Liu, C. W., Chen, Y. C., Hu, C. C., Juang, L. D., Shiesh, C. C. and Yang, D. J. (2014). Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties for ethanolic extracts from *Pleurotus eryngii* fruiting bodies harvested at different time. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 374-382.
- Kıvrak, İ. (2015). Analytical Methods Applied to Assess Chemical Composition, Nutritional Value and In Vitro Bioactivities of *Terfezia olbiensis* and *Terfezia claveryi* from Turkey, *Food Analytical Methods*, 8, 1279–1293.
- Ma, G., Yang, W., Mariga, A. M., Fang, Y., Ma, N., Pei, F. and Hu, Q. (2014). Purification, characterization and antitumor activity of polysaccharides from *Pleurotus eryngii* residue. *Carbohydrate Polymers*, 114, 297-305.
- Manzi, P., Aguzzi, A. and Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food chemistry*, 73(3), 321-325.
- Mishra, K. K., Pal, R. S., Arunkumar, R., Chandrashekara, C., Jain, S. K. and Bhatt, J. C. (2013). Antioxidant properties of different edible mushroom species and increased bioconversion efficiency of *Pleurotus eryngii* using locally available casing materials. *Food chemistry*, 138(2-3), 1557-1563.
- Miyazawa, M. & Usami, A. (2014). Character impact odorants from mushrooms [*Pleurotus citrinopileatus*, *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*, *Lactarius hatsudake*, and *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers.] used in Japanese traditional food. *Nagoya Gaknin University*, 50(2), 1-24.
- Patrabansh, S. & Madan, M. (1997). Studies on cultivation, biological efficiency and chemical analysis of *Pleurotus sajor-caju* (FR.) SINGER on different bio-wastes. *Acta Biotechnologica*, 17(2), 107-122.
- Pérez-Moreno, J. & Martínez-Reyes, M. (2014). *Edible ectomycorrhizal mushrooms: biofactories for sustainable development*. In *Biosystems engineering: biofactories for food production in the century XXI* (pp. 151-233). Springer, Cham.



- Rathore, H., Prasad, S. and Sharma, S. (2017). Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition*, 5(2), 35-46.
- Reis, F. S., Martins, A., Barros, L. and Ferreira, I. C. (2012). Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples. *Food and chemical toxicology*, 50(5), 1201-1207.
- Ren, D., Wang, N., Guo, J., Yuan, L. and Yang, X. (2016). Chemical characterization of *Pleurotus eryngii* polysaccharide and its tumor-inhibitory effects against human hepatoblastoma HepG-2 cells. *Carbohydrate Polymers*, 138, 123-133.
- Rodriguez, E. A. & Royse, D. J. (2007). Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hull/oak sawdust supplemented with manganese, copper and whole ground soybean. *Bioresource Technology*, 98, 1898-1906.
- Sánchez, C. (2004). Modern aspects of mushroom culture technology. *Applied microbiology and biotechnology*, 64(6), 756-762.
- Sarıkürkçü, C., Karslı Semiz, D., Solak, M. H. ve Harmandar, M. (2004). Muğla Yöresi Yenilebilir Mantar Ekstraktlarının Antioksidant Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Turkey*, 8, 26-28.
- Shi, X., Zhao, Y., Jiao, Y., Shi, T. and Yang, X. (2013). ROS-dependent mitochondria molecular mechanisms underlying antitumor activity of *Pleurotus abalonus* acidic polysaccharides in human breast cancer MCF-7cells. *PLoSOne*, 8(5), e64266.
- Usami, A., Nakaya, S., Nakahashi, H. and Miyazawa, M. (2014). Chemical composition and aroma evaluation of volatile oils from edible mushrooms (*Pleurotus salmoneostramineus* and *Pleurotus sajor-caju*). *Journal of Oleo Science*, 63(12), 1323-1332.



Geliş(Received) :16.11.2022  
Kabul(Accepted) :13.12.2022

Araştırma Makalesi  
Doi: 10.30708.mantar.1205591

## Bazı Yenilebilir Doğal Basidiomycota Türlerinin Mineral Bileşimleri ve Morfolojik Karakterizasyonları

Sinan ALKAN<sup>1\*</sup> Gıyasettin KAŞIK<sup>2</sup> İlker AKIN<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: [sinanalkan42@gmail.com](mailto:sinanalkan42@gmail.com)

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Çumra UBYO, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Konya/TÜRKİYE  
Orcid ID: 0000-0001-7725-1957/ [sinanalkan42@gmail.com](mailto:sinanalkan42@gmail.com)

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Konya/TÜRKİYE  
Orcid ID: 0000-0001-8304-6554 / [giyasettinkasik@hotmail.com](mailto:giyasettinkasik@hotmail.com)

<sup>3</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü, Konya/TÜRKİYE  
Orcid ID: 0000-0002-8683-0210/ [ilker0997@gmail.com](mailto:ilker0997@gmail.com)

**Öz:** Mantarlar, bakterilerle birlikte ekosistemin döngüsel olarak çalışmasını ve besin sirkülasyonunu sağlayan önemli ayrıştırıcılarıdır. Yenen mantarların toprak ve substrat üstü dokuları besin açısından zengindir ve insanlar tarafından çeşitli amaçlarla kullanılırlar. Özellikle substrat üzerinde çürükçül olarak yetişen mantarların kültüre alınıp yetiştirilmesi nispeten daha kolaydır.

Mantarların çoğu saprofit canlılardır. Özellikle besin kaynağı olarak kullandıkları bitki artıklarını (ağaç gövdesi, dal parçaları, yapraklar, ibreler, otlar, meyveler, kozalaklar vb.) parçalayarak beslenirler. Üzerinde yaşadıkları substratların bünyesinde bulunan makro ve mikro elementleri absorblayarak kendi bünyelerinde biriktirebilirler. Bu çalışmanın amaçlarından biri, yapılarında biriken minerallerin insan sağlığı açısından nasıl etki yapacağını tespit etmektir.

Çalışmamıza konu olan örnekler (*Auricularia auricula-judae* (Bull.) Quél., *Lentinus arcularius* (Batsch) Zmitr., *Lentinus tigrinus* (Boğa) Fr., *Schizophyllum commune* Fr., *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, *Tremella mesenterica* (Schaeff.) Pers.) doğal ortamlarından toplanan beyaz çürükçül meydana getiren *Basidiomycota* bölümüne ait örneklerdir. Bu mantar örneklerinin ağır metal (Al, As, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se ve Zn) iyon içerikleri ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) spektrometresi kullanılarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın bir diğer amacı ise mantarların doğadaki önemli görevlerinden birini gerçekleştirmek için özellikle çevre temizleyici olarak hangi mantarlar kullanılabilir? sorusuna cevap aramaktır. Bu çalışmadan elde edilen veriler sayesinde mikoremediasyon yöntemleri geliştirilebilir. Mantarlar çok çeşitli kirleticileri kontamine ortamlardan veya atık sudan ayırtmak için ucuz, etkili ve çevreye duyarlı bir yöntem olarak kullanılabilir.

Sonuç olarak kullanılan mantar örnekleri için minimum ve maksimum ağır metal iyon konsantrasyonları tespit edilmiştir. İncelenen örneklerde Arsenik (As) hiç belirlenmemiştir. Nikel (Ni) ve Kurşun (Pb) bazı örneklerde eser miktarda gözlemlenmiştir. Selenyum (Se) ve Kobalt (Co) tüm örneklerde çok düşük seviyelerde ölçülmüştür. Magnezyum (772.1-2739 mg/kg), Demir (49.91-1583 mg/kg) ve Alüminyum (8.009-1298 mg/kg) mineralleri araştırmada kullanılan tüm örneklerde en yüksek oranlarda tespit edilen ağır metal iyonlarıdır.

**Anahtar kelimeler:** Mineraller, Ağır metaller, Makromantarlar, Morfoloji, Çorum.

### Mineral Compositions and Morphological Characterizations of Some Edible Natural Basidiomycota Species

**Abstract:** Fungi, together with bacteria, are important decomposers that ensure the cyclical operation of the ecosystem and the circulation of nutrients. Soil and above-substrate tissues of edible mushrooms are rich in nutrients and are used by humans for various purposes. In particular, it is relatively easy to cultivate and grown fungi that grow on the substrate as rotting.

Most fungi are saprophytic creatures. They feed by breaking down plant residues (tree trunk, branch pieces, leaves, pine needles, herbs, fruits, cones, etc.) that they use as food sources. They can absorb and accumulate macro and micro elements in the substrates on which



they live. One of the aims of this study is to determine how the accumulated minerals will affect human health.

The specimens (*Auricularia auricula-judae* (Bull.) Quél., *Lentinus arcularius* (Batsch) Zmitr., *Lentinus tigrinus* (Boğa) Fr., *Schizophyllum commune* Fr., *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, *Tremella mesenterica* (Schaeff.) Pers.) that are the subject of our study are the specimens belonging to the *Basidiomycota*, which produces white rot, collected from their natural habitats. Heavy metal (Al, As, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se and Zn) ion contents of these mushroom samples were determined using ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) spectrometry.

Another aim of this study is to look for the answer of the question “which mushrooms can be used especially as environmental cleaners in order to perform one of the important tasks of fungi in nature?”. Thanks to the data obtained from this study, mycoremediation methods can be developed. Fungi can be used as an inexpensive, effective and environmentally sound method to decompose a wide variety of pollutants from contaminated environments or wastewaters.

As a result, minimum and maximum heavy metal ion concentrations were determined for the mushroom samples used. Arsenic(As) was not determined at all in the samples examined. Nickel(Ni) and Lead(Pb) were observed in trace amounts in some samples. Selenium(Se) and Cobalt(Co) were determined at very low levels in all samples. Magnesium (772.1-2739 mg/kg), Iron (49.91-1583 mg/kg) and Aluminum (8.009-1298 mg/kg) minerals are the heavy metal ions detected at the highest rates in all samples used in the research.

**Key words:** Minerals, Heavy metals, Macrofungi, Morphology, Çorum

## Giriş

Son 20-25 yıldır dünya genelinde gıda ihtiyacının artması ve sağlıklı bir besin olmaları nedeni ile farklı sektörlerden yenilebilir mantarlara karşı ilgi artmıştır. Bu nedenle mantarlar işlevsel bir gıda türü olup yaygın olarak tüketilmekte ve düşük kalorili diyetlerin önemli parçalarından biri haline gelmiştir (Wartchow, 2017). Dünya üzerinde üretimi yapılan ve en çok tüketilen türler sırasıyla *Agaricus bisporus* (JE Lange) Imbach (beyaz şapkalı kültür mantarı), *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (Şitake) ve *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (İstiridye mantarı) türleridir (Ghorai ve ark., 2009).

Mantarlar diğer pek çok canlı gibi metal iyonlarını kendi hücrelerinde üretmezler (Akın ve ark. 2019). Bu nedenle ihtiyaç duydukları iyonları ya üzerinde yaşadıkları substrattan ya da doğrudan topraktan alarak hücrelerinde depolarlar. Mantarlar bazen yaşadıkları habitatda fazla miktarda bulunan metalleri bünyelerinde yüksek dozlarda depolayabilirler.

Demir, çinko, bakır ve manganez gibi eser elementler canlı hücre ve dokuların temel unsurlardır ve biyolojik sistemlerde önemli rolleri bulunmaktadır (Altıntaş ve ark., 2017). Doğada belli başlı yenilebilir mantar türlerinin ağırlıklı olarak kadmiyum, cıva ve kurşun başta olmak üzere yüksek oranlarda ağır metalleri akümüle ettikleri bilinmektedir (Kalac ve Svaboda, 2000).

Mantarlar, üzerinde yaşadıkları substrattan ve habitatlarından gelen ağır metalleri biriktirme konusunda

oldukça etkili bir mekanizmaya sahiptir. Makrofunguslar üzerinde yaşadıkları substratın veya toprağın mineral parçacıklarına asit saldırısı gerçekleştirirler ve substratın ya da toprağın mineralojik bileşimine göre farklı yoğunluktaki elementleri emerek bünyelerinde biriktirirler. Bu nedenle mantarların bulunduğu bölgelerde mineral madde bakımından çevre kirliliği düzeyini belirlemek için mantar kullanılabilir (Alonso ve ark., 2004). Sağlık açısından bakıldığında ağır metal iyonlarını içeren mantarları tüketmenin insan yaşam kalitesine etkisini değerlendirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Campos ve ark., 2009; Kalac ve ark., 2004). Bu nedenle ağır metal iyonları bakımından kirlenmiş topraklarda veya belirli yoğun mineralojik özelliklere sahip alanlarda toplanan mantarlar o kadar yüksek toksik element konsantrasyonlarına ulaşabilir ki, bu mantarların tüketilmesi sağlık açısından uygun değildir.

Gelişen sanayi ve endüstri alanları ile birlikte Türkiye ve dünya her geçen gün daha fazla kirlenmektedir. Bu kirlenmeyi hava, su ve toprak kirlenmesi olarak gruplandırılabilir. Artan bu kirlilik ekosistem içerisinde yaşayan tüm canlıları etkilemektedir. Özellikle besin zinciri içerisinde yer alan besleyicilerin bünyelerinde biriktirdikleri ağır metal iyonları sağlık açısından önem arz etmektedir. Mantarlardaki ağır metal konsantrasyonunun miktarı mantarın türü, örneklerini toplama alanı, mantar miselinin veya mantarın olgunluğu ve örneğin kirlenmiş alanlara olan mesafesi ile



ilişkilidir (Kalac ve Staskova, 1991). Bu ilişkiyi daha iyi ortaya koymak için mantarlar ve bünyelerinde biriktirdikleri metal iyonları ile ilgili olarak ülkemizde son yıllardaki çalışmalarda da artış olmuştur (Doğan ve ark., 2006; Yamaç ve ark., 2007; Tüzen ve ark., 2007; Sesli ve ark., 2008; Gençcelep ve ark., 2009; Kaya ve Bağ, 2010; Kaya ve ark., 2011; Uzun ve ark., 2011; Kaya ve Bağ, 2013; Akgül ve ark., 2016; Altıntiğ ve ark., 2017; Karapınar ve ark., 2017; Kaya ve ark., 2017; Akın ve ark. 2019; Keleş ve Gençcelep, 2020; Işık ve ark., 2021; Doğan ve Şanda, 2022).

Bu çalışmada, düşmüş ağaç gövdelerinde yaşayan ve toprağın mineral maddelerinden izole edilmiş gibi görünen mantar türlerinde biriken iyonların, topraktaki organik madde ve metallerle doğrudan temas eden türlerde biriken iyonlarla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Ökaryot ve prokaryot canlılar arasında mantarlar ve bakteriler ekosistem zincir halkasında makro elementleri parçalayarak yapı taşlarına ayırmak suretiyle besin sirkülasyonunu sağlayan önemli ayrıştırıcılarıdır. Mantarların çoğu saprofit olarak yaşarlar ve besin kaynağı olarak kullandıkları bitki artıklarını (ağaç gövdesi, dal parçaları, yapraklar, ibreler, otlar, meyveler, kozalaklar vb.) parçalayarak ekosistem döngüsüne geri kazandırır. Saprofitik yaşam şeklinde, üzerinde yaşadıkları substratların hücresel yapılarında bulunan makro-mikro ve iz elementleri absorblayarak kendi bünyelerinde akümüle edebilmektedirler. Bu çalışmanın

amaçlarından bir diğeri çalışmamıza konu olan çürükçül mantarlarda biriken minerallerin direkt besin olarak tüketildiğinde olası yüksek konsantrasyonlarda insan sağlığı açısından nasıl etki gösterebileceğini tespit etmektir.

Yenen mantarların furuktifikasyon organları besinsel açısından zengindir ve insanlar tarafından çeşitli amaçlarla kullanılırlar.

Mantarlar ve bakteriler ekosistem içerisinde dünyanın çöpçüleri gibi çalışarak atık maddeleri parçalarlar ve çevrelerindeki iyonları hücrelerinde biriktirirler. Bu çalışmanın bir diğer amacı ise mantarların doğadaki önemli görevlerinden biri olan bu ayrıştırma ve akümülyasyon işlemlerini gerçekleştirmek için özellikle çevre temizleyicisi olarak hangi mantarlar kullanılabilir onu tespit etmektir. Bu çalışmadan elde edilen veriler sayesinde mycoremediasyon yöntemleri geliştirilebilir ve farklı mantar türleri çevrenin ağır metal iyonlarından temizlenmesi için kullanılabilir. Mantarlar çok çeşitli kirleticileri kontamine ortamlardan veya atık sudan ayrıştırmak için ucuz, etkili ve çevreye duyarlı bir yöntem olarak kullanılabilir.

## Materyal ve Metod

### Arazi ve teşhis

Çalışmamızda kullanılan mevcut örnekler Çorum İli'nden 2011-2012 yıllarında yapılan çeşitli arazi çalışmalarında farklı lokasyonlarda ağaç gövde ve dal parçaları üzerinden temin edilmiştir. (Tablo 1).

Tablo 1: Mantar isimleri ve lokaliteleri

Mantar Kodu	Mantarın Latince ve Türkçe adı	GPS kordinatları	Habitat	Toplandığı İlçe
M1	<i>Auricularia auricula-judae</i> (Bull.) Quéil (Kulakmantarı)	41°13'05 Kuzey, 034°37'38 Doğu	Çam, köknar, kayın karışık orman, kütük üzerinde	Kargı
M2	<i>Lentinus arcularius</i> (Batsch) Zmitr. (Delikli kaplanmantarı)	40°34'26 Kuzey, 035°01'49 Doğu	Çam, köknar, karışık orman, dal parçası üzerinde	Merkez
M3	<i>Lentinus tigrinus</i> (Boğa) Fr. (Kaplanmantarı)	41°12'23 Kuzey, 034°42'00 Doğu	Çam, köknar, kayın karışık orman, kütük üzerinde	Kargı
M4	<i>Schizophyllum commune</i> Fr. (Kimuk)	40°17'14 Kuzey, 035°13'06 Doğu	Çam, köknar, karışık orman, dal parçası üzerinde	Ortaköy
M5	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd (Hindikuyruğu)	40°34'26 Kuzey, 035°01'49 Doğu	Çam, köknar, karışık orman, dal parçası üzerinde	Merkez
M6	<i>Tremella mesenterica</i> (Schaeff.) Pers. (Sarıpelte)	40°19'34 Kuzey, 035°21'33 Doğu	Söğüt kavak karışık alan, dal parçası üzerinde	Ortaköy

Mantarlar fungaryum materyali haline getirilecek diğer örneklerle birlikte özenle arazide örnek toplama kurallarına göre toplanmıştır. Sırasıyla örnekler

substrattan toplanmadan önce fotoğrafları çekilmiştir. Daha sonra uygun bir alet yardımı ile substrattan morfolojik yapısına zarar vermeden çıkarılmıştır. Diğer





tarafından da toplanan her bir örneğin özel morfolojik bilgileri, habitat, rakım ve bakı, GPS koordinatları ve çekilen fotoğraf numaraları arazi defterine not edilmiştir. Bu bilgilerin aynısı küçük bir not kağıdına yazılarak toplanan mantar ile birlikte uygun büyüklükteki alimünyum folyoya sarılmış ve zarar vermeden fungaryum laboratuvarına getirilmiştir. Taze mantar örneklerinin bozulmalarını önlemek amacı ile fungaryumda bulunan kurutma dolaplarında 40-45°C sıcaklıkta dehidratasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kuruyan örnekler mikroskoplar (Leica DM 1000 görüntüleme sistemi ve Leica EZ4D sterio mikroskop) altında incelenip makro- mikro karakterleri tespit edilmiştir. Örneklerin preparatları hazırlanırken inceleme ortamı olarak Melzer reaktifi, %5 KOH, HNO<sub>3</sub>, Anilin vb. kimyasal reaktifler kullanılmıştır. Uygun literatür anahtarlar yardımı ile teşhisleri yapılmıştır (Moser, 1983; Ellis ve Ellis, 1990; Breitenbach & Kränzlin, 1986). Tablo 1'de sırasıyla çalışmada kullanılan mantarlara verilen çalışma kodu, mantarın latince ismi, GPS koordinatları, habitatları ve toplandığı ilçe verilmiştir. Ayrıca türlerin Türkçe isimleri latince isimlerinin hemen arkasından parantez içerisinde verilmiştir (Sesli ve ark. 2020).

#### ICP-OES cihazı

Ağır metal tayini için mantarların kurutulmuş örnekleri ultra saf su ile yıkanıp, 10 saat 80° C'de kurutuldu ve toz haline getirilmiştir. Mikrodalganın teflon hücreleri içerisine 1'er gr toz numune alınarak üzerine 18 mL HNO<sub>3</sub> ve 2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilmiştir ve gaz çıkışının tamamen bitmesi için çeker ocak içerisinde 5 dk bekletildikten sonra teflon hücreler kapatılarak, 1800 watt 200° C'de 15 dk mikrodalgada çözümleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Teflon hücreler soğutulduktan sonra toplam hacim 25 ml'ye saf su ilave tamamlanmıştır. Mantar örnekleri için minimum ve maksimum ağır metal

Tablo 2: Mantarların Ağır Metal İçerikleri

Metaller (mg/kg)	Al	As and Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
M1	204,2	n.d.	0,093	1,177	1,482	175,9	200,1	22,51	n.d.	0,710	0,313	19,57
M2	93,25	n.d.	0,077	1,086	9,309	105,7	1311	8,783	0,172	0,818	0,434	37,70
M3	1298	n.d.	1,092	7,558	308,7	1583	2739	49,22	7,854	0,830	0,331	47,65
M4	386	n.d.	0,378	4,015	2,433	540,7	1294	19,43	2,623	1,271	0,508	81,56
M5	240,1	n.d.	0,234	3,270	20,29	362,8	772,1	16,70	0,171	n.d.	0,490	27,45
M6	8,009	n.d.	0,023	0,442	7,067	49,91	810,5	91,57	0,225	n.d.	0,534	40,09

n.d.: Örnek için iyon tespit edilememiş

içeriklerinin belirlenmesi ICP-OES'de ölçümler alınarak gerçekleştirildi. Bu ölçümler sayesinde toplamda 13 ağır metal iyonunun (Al, As, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn, Cd) mantarlardaki miktarları tespit edilmiştir (Akin ve ark. 2019).

#### Bulgular

Mantarların bünyelerinde depoladıkları metal iyonlarının sayısal verileri tablo halinde karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Tablo 2). Bu çalışmada kullanılan mantarlarda tespit edilen ortalama ağır metal konsantrasyonları mg/kg<sup>-1</sup> (mantarın kuru ağırlığı hesaba katılarak) olarak Tablo 2'de verilmiştir. Ayrıca tabloda herher bir iyon için tespit edilen en yüksek değer kırmızı renkte, en düşük değer ise mavi renkte belirtilmiştir. Ayrıca her hangi bir tür için tespit edilememiş bir ağır metal varsa "n.d." kısaltması kullanılmıştır. Mantarlardaki ağır metal konsantrasyonunun miktarı mantarın türü, örneklerini toplanma alanı, mantar miselinin veya mantarın olgunluğu ve örneğin kirlenmiş alanlara olan mesafesi ile ilişkilidir (Kalac ve Staskova, 1991).

Çalışmada kullanılan mantarların morfolojik karakterizasyonlarını oluşturan makro-mikro özellikleri karşılaştırmalı olarak Tablo 3'de verilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan mantarlardaki metal konsantrasyonu sırasıyla Al (8,009-1298 mg/kg), Co (0,023-1,092 mg/kg), Cr (0,442-7,558 mg/kg), Cu (1,482-308,7 mg/kg), Fe (49,91-1583 mg/kg), Mg (200,1-2739 mg/kg), Mn (8,783-91,57 mg/kg), Ni (0,171-7,854 mg/kg), Pb (0,710-1,271 mg/kg), Se (0,313-0,534 mg/kg), Zn (19,57-81,56 mg/kg) olarak tespit edilmiştir.

Ayrıca tüm mantar numunelerinde arsenik ve kadmiyum metal ölçümleri de gerçekleştirilmiştir, ancak hiçbir numunede As ve Cd tespit edilememiştir.



Tablo 3: Mantar örneklerinin morfolojik karakterleri (makro-mikro özellikleri)

Mantar türleri	Fruktifikasyon	Etili kısım	Hymeniophor	Sap	Spor (µ)	Substrat
<i>A. auricula-judae</i> (Kulakmantarı)	Kulak şeklinde, jölemsi, pürüzsüz	Kahverengi, ince ve kokusuz	Yok	Sapsız veya kısa saplı 20-80 mm çapında	16-18 x 6-8 silindirik hiyalin	Ağaç gövdesi ve dal parçaları
<i>L. arcularius</i> (Delikli kaplanmantarı)	Şemsiye şeklinde, kahverengi tüylü, kadifemsi	Beyaz ve ince	Porlu	1.5-4.5 mm, kahverengi tüylü, kadifemsi	5-8.5 x 1.5-2.5 silindirik; düz	Sert ağaçların ölü odunları
<i>L. tigrinus</i> (Kapanmantarı)	Şemsiye şeklinde, kahverengi pullu	Beyaz ve ince	Lamelli, sapa kadar uzanır	2-6 x 0.5-1 cm çapında, silindirik, beyaz	7-9 x 3-3.5 renksiz, silindirik, yüzeyi düz	Yaprak döken ağaçlar Söğüt (Salix) ve Kavak (Populus)
<i>S. commune</i> (Kimuk)	Midye şeklinde, beyaz tüylü	Pembemsi gri ve ince	Lamelli	Yok ya da çok kısa	4-6 x 1.5-2.5 silindirik elipsoid, pürüzsüz,	Ağaç gövdesi ve dal parçaları
<i>T. versicolor</i> (Hindikuyruğu)	Yelpaze şeklinde, tüylü, kadifemsi	Beyazımsı, çok ince	Porlu	Yok ya da misel agregatlaşması	4.5-5.5 x 1.5-2 silindirik; düz	Sert ve kozalaklı ağaçların ölü odunları
<i>T. mesenterica</i> (Sarpelte)	Loblu beyin benzeri, jölemsi pürüzsüz	Sarı, ince ve kokusuz	Yok	Yok ya da misel agregatlaşması	10-15 x 6-12 elipsoid; düz	Sert ağaçların çürüyen dalları ve kütükleri

### Tartışma

Mantarlar heterotrof canlılardır ve sahip oldukları sindirim enzimleri sayesinde besinlerini mikro elementlere ayrıştırarak hücre içerisine alırlar. Bu ayrıştırıcı mantarlar arasında özellikle substrat üzerinde çürükçül olarak yetişen türlerin kültüre alınıp yetiştirilmesi nispeten diğer kültür yöntemlerinden daha kolaydır. Kolay üretilen mantarların çevre temizleyicileri ve indikatörleri olarak kullanılması muhtemeldir.

Bu çalışmada kullanılan yenilebilir mantarlar arasında sırasıyla en düşük ve en yüksek Al, Co, Cr ve Fe iyonlarının konsantrasyonu *Tremella mesenterica* (Ortaköy) (8,009 mg/kg – 0,023 mg/kg – 0,442 mg/kg – 49,91 mg/kg) ve *Lentinus tigrinus* (Kargı) (1298 mg/kg - 1,092 mg/kg – 7,558 mg/kg – 1583 mg/kg) olarak tespit edilmiştir (Şekil 1, 2, 3, 5). Al yüksek dozlarda toksik etki yapmaktadır. Demir (Fe) ise doğada en çok bulunan metallere biridir. Demir canlıların yapısına özellikle omurgalıların oksijen taşınma sistemine giren önemli bir elementtir. Fe ayrıca, sitokrom ve demir içeren proteinlerin bileşeni ve bazı enzimatik reaksiyonlarda kofaktör olarak rol almaktadır

Bakır (Cu), küçük ve basit yapıları canlılar için toksik etki yapabilmektedir ancak daha büyük canlılar için elzemdir. Bakır, metabolizmada amino asitler, yağ asitleri ve vitaminlerin reaksiyonlarının anahtar elementidir (Stern ve ark., 2007). Sitokrom oksidaz gibi oksijen ile reaksiyona giren enzimlerde katalizördür. Magnezyum ise İnorganik hücre katyonu, bazı enzimatik reaksiyonların kofaktörü olarak görev yapar. Cu ve Mg iyonlarının konsantrasyonu açısından çalışmada en düşük *Auricularia auricula-judae* (Kargı) türünde 1,482 mg/kg Cu, 200,1 mg/kg Mg ve en yüksek *Lentinus tigrinus*

türünde 308,7 mg/kg Cu, 2739 mg/kg Mg iyon konsantrasyonları sırasıyla bulunmuştur (Şekil 4, 6).

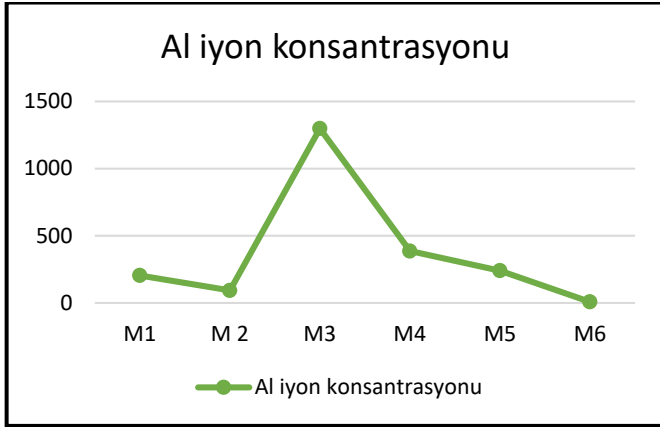
Kurşun (Pb) en toksik ağır metallere biridir ve inorganik formlar su ve gıda ile direkt ya da solunma yoluyla vücuda alınabilir (Doğan ve Şanda, 2022). Pb çok az miktarda bile hücrelerde toksik etki oluşturduğundan metabolizma için elzem olmayan metallere biridir. Çinko (Zn) pek çok enzimde yapısal rol oynadığı bilinmektedir. Protein, nükleik asit ve enerji metabolizmasında da çok önemlidir. Sağlıklı bir bağışıklık sistemini destekler. Ayrıca hücrelerin yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünde kritik bir rol oynar (Belgemen ve Akar, 2004). Pb ve Zn iyonları en düşük ve en yüksek konsantrasyonları aynı mantar türlerinde tespit edilmiştir. *Auricularia auricula-judae* türünde en düşük Pb 0,710 mg/kg, Zn ise 19,57 mg/kg olarak bulunmuştur. *Schizophyllum commune* (Ortaköy) türünde ise Pb 1,271 mg/kg, Zn ise 81,56 mg/kg olarak hesaplanmıştır (Şekil 9, 11).

Mantarlar arasında en düşük ve en yüksek Mn iyon konsantrasyonu sırasıyla *Lentinus arcularius* (Merkez) 8,783 mg/kg, *Tremella mesenterica* 91,57 mg/kg türlerinde hesaplanmıştır (Şekil 7). Ülkemizde ve dünyada yapılan benzer çalışmalarda ise Mn iyon konsantrasyonları 12,9-93,3 mg/kg (Kalac ve Svaboda, 2000), 5,5-135 mg/kg (Genççelep ve ark., 2009), 18,1-103 mg/kg (Mendil ve ark., 2005) aralıklarında bulunmuştur. Bulduğumuz sonuçlar diğer çalışmalarda uyum göstermektedir.

Yapılan çalışmada Ni iyon konsantrasyonu 0,171 mg/kg değerle en düşük olarak *Trametes versicolor* (Merkez) türünde, 7,854 mg/kg değerle en yüksek *Lentinus tigrinus* türünde tespit edilmiştir (Şekil 8).

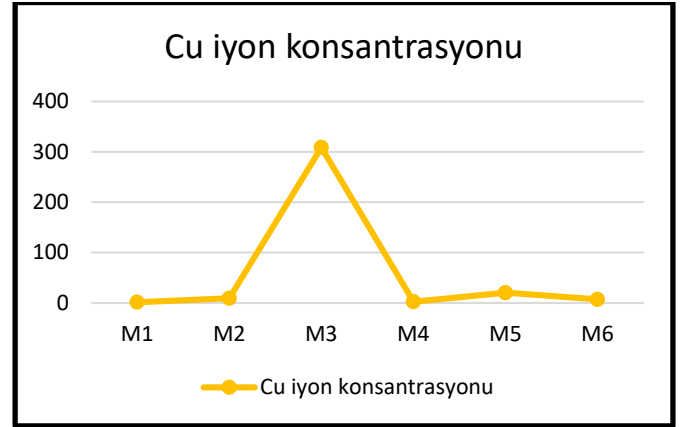


En düşük *Auricularia auricula-judae* 0,313 mg/kg, en yüksek *Tremella mesenterica* 0,534 mg/kg türlerinde Se iyon konsantrasyonu tespit edilmiştir (Şekil 10).

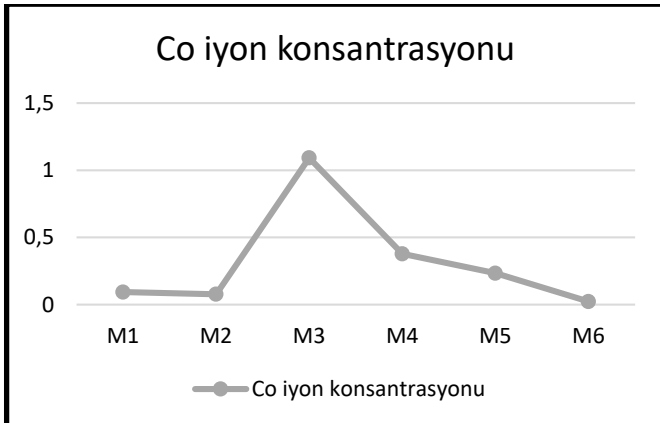


Şekil 1. Mantarlardaki Al iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,

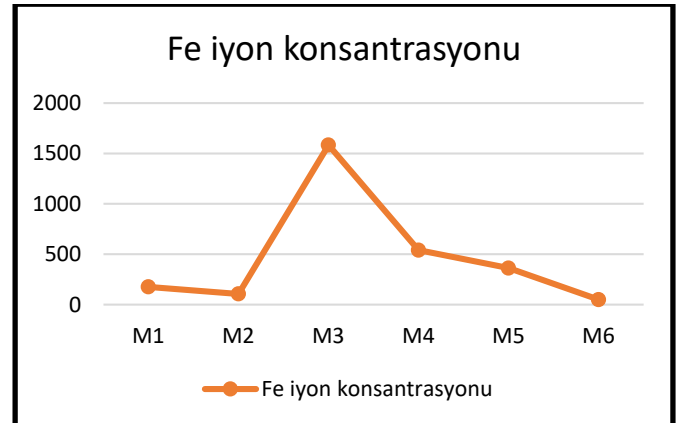
Bu iyonların haricinde toplanan tüm mantar örneklerinde yapılan ölçümlerde As ve Cd iyon araştırması da yapılmıştır. Ancak örneklerin hiç birinde bu iyon konsantrasyonuna rastlanmamıştır.



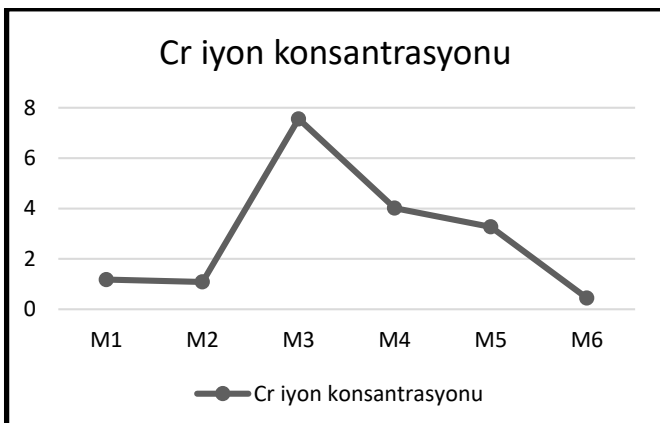
Şekil 4. Mantarlardaki Cu iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



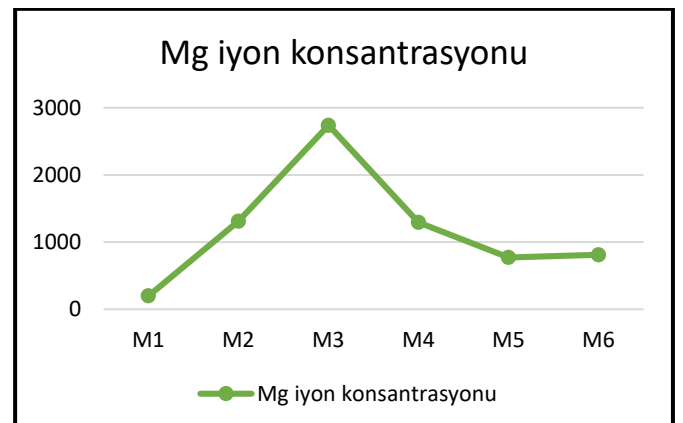
Şekil 2. Mantarlardaki Co iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



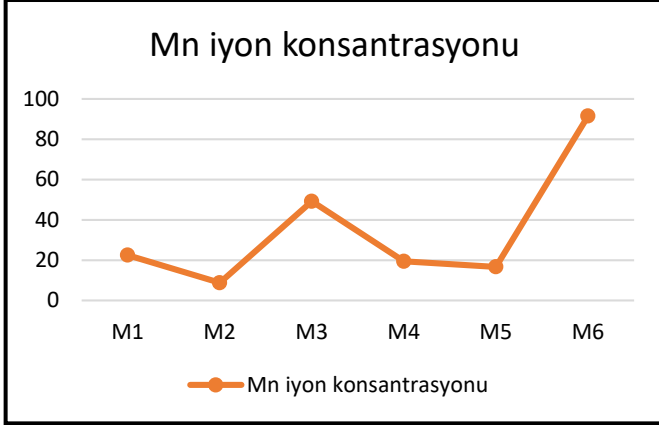
Şekil 5. Mantarlardaki Fe iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



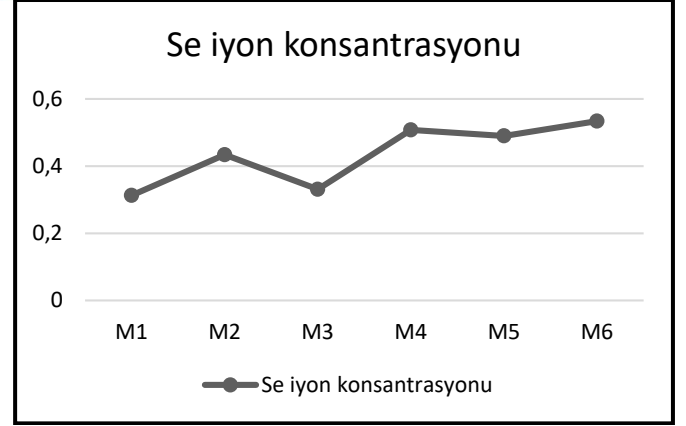
Şekil 3. Mantarlardaki Cr iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



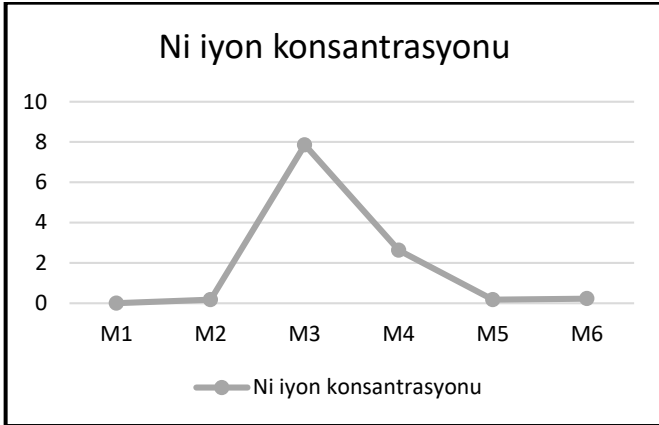
Şekil 6. Mantarlardaki Mg iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



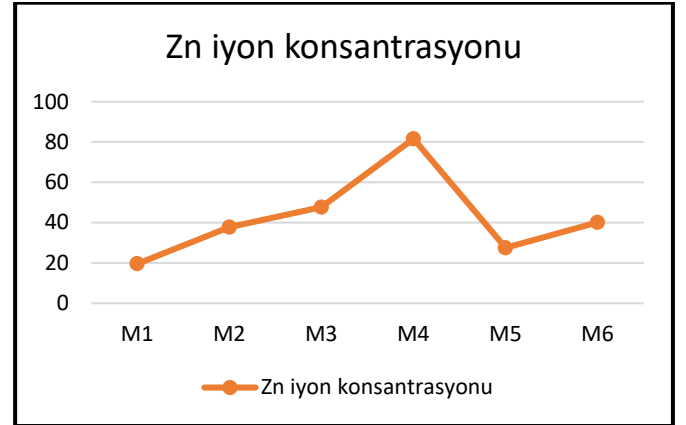
Şekil 7. Mantarlardaki Mn iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



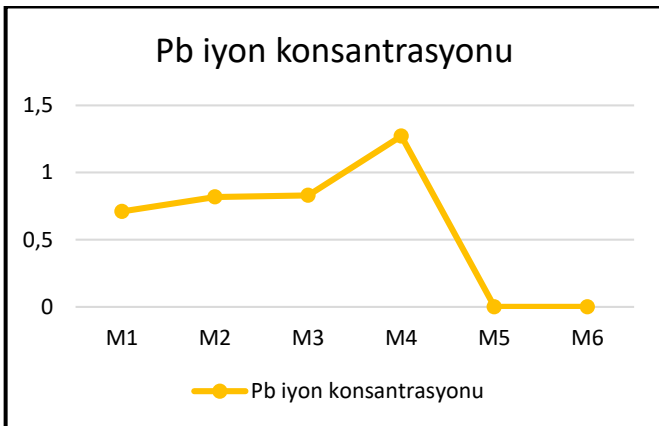
Şekil 10. Mantarlardaki Se iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



Şekil 8. Mantarlardaki Ni iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



Şekil 11. Mantarlardaki Se iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,



Şekil 9. Mantarlardaki Pb iyon konsantrasyonu: *A. auricula-judae* M1, *L. arcularius* M2, *L. tigrinus* M3, *S. commune* M4, *T. versicolor* M5, *T. mesenterica* M6,

Çalışmamıza konu olan mantar örneklerinde ayrıca Arsenik (As) ve Kadmiyum (Cd) metal iyonlarının olup olmadığı da araştırılmıştır. Sonuç olarak her iki iyon da mantarlarda rastlanmamıştır. Bu nedele bu iki metal için grafik oluşturulamamıştır. Ancak bölgede daha önce yapılan çalışmada bazı ilçelerde yetişen mantarlarda eser miktarda Arsenik iyonuna rastlanmış fakat Kadmiyum iyonu bulunamamıştır (Akın ve ark. 2019).

#### Teşekkür

Bu çalışmayı temelde finansal olarak destekleyen S. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz (BAP No: 11101019)



### Kaynaklar

- 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.
- Akın, İ., Alkan, S. ve Kaşık, G. (2019). Çorum İli'nden Toplanan Agaricaceae Familyasına Ait Bazı Mantarlarda Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi. *The Journal of Fungus*, 10(1), 48-55.
- Alonso, J., Garcia, M. A., Perez-Lopez M., ve Melgar, M. J. (2004). Macrofungi as Potential Bioremediation Agent in Compost Material Contaminated with Heavy Metals. *Rev. Toxicol.*, vol. 21, 11-15.
- Altıntığ, E., Hişir, M.E. ve Altundağ, H. (2017). Determination of Cr, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn by ICP-OES in mushroom samples from Sakarya, Turkey. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 21, no. 3: pp. 496-504.
- Belgemen, T. ve Akar N., (2004). Çinkonun yaşamsal fonksiyonları ve çinko metabolizması ile ilişkili genler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 57(3), 161-166.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1986). *Fungi of Switzerland*. Vol.2, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Campos, J. A., Tejera, N. A. ve Sanchez, C. J.(2009). Substrate Role in the Accumulation of Heavy Metals in Sporocorps of Wild Fungi, *Biometals*, vol. 22, pp. 835-841.
- Doğan, H. H. ve Şanda, M. A. (2022). Metal and Radioactive Elements Uptake of Wild Agaricus and Agrocybe Species Growing in Samanlı Mountains (Türkiye). *The Journal of Fungus*, 13(2), 105-111.
- Doğan, H. H., Şanda, M. A., Uyanöz, R., Öztürk, C. ve Çetin, Ü. (2006). Contents of Metals in Some Wild Mushrooms Its Impact in Human Health. *Biological Trace Element Research Vol. 110*, 79-94.
- Ellis, MB. ve Ellis, J.P. (1990). *Fungi Without Gills (Hymenomyces and Gasteromyces) An Identification Handbook*. Chapman and Hall, London. 315s.
- Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y. ve Demirel, K. (2009). Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. *Food Chemistry 113*: 1033-1036.
- Ghorai, S., Banik, S.P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S. ve Khowala, S. (2009). Fungal biotechnology in food and feed processing. *Food Res Int* 42, 577-587.
- Işık, H., Bengü, A.Ş., Çınar Yılmaz, H. ve Türkekül, İ. (2021). Tokat'tan Toplanan İki Yenen Doğal Mantar (*Pleurotus eryngii* ve *Lepista nuda*) Örneklerindeki Ağır Metal Seviyeleri Üzerine Bir Çalışma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(1): 165-170.
- Kalac, P. ve Staskova, I. (1991). Heavy metals in fruiting bodies of wild growing mushrooms of the genus Agaricus. *Potravinarske Vedy*, 12: 185-195.
- Kalac, P. ve Svaboda, L. (2000). A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry* 69: 273-281.
- Kalac, P., Svoboda, L. ve Havlickova, B. (2004). "Content of cadmium and mercury in edible mushroom", *J. Appl. Biomed.*, vol. 2, pp. 15-20.
- Karapınar, H. S., Uzun, Y. ve Kılıçel, F. (2017). Mineral Contents of Two Wild Morels. *Anatolian Journal of Botany* 1(2): 32-36
- Kaya, A. ve Bağ H. (2010). Trace element contents of edible macrofungi growing in Adiyaman, Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 22: 1515-1521
- Kaya, A. ve Bağ H. (2013). Mineral Contents of some Wild Ascomycetous Mushrooms. *Asian Journal of Chemistry* 25: 1723-1726
- Kaya, A., Gençcelep, H., Uzun, Y. ve Demirel, K. (2011). Analysis of Trace Metal Levels in Wild Mushrooms. *Asian Journal of Chemistry* 23: 1099-1103.
- Kaya, A., Kılıçel, F., Karapınar, H.S.ve Uzun, Y. (2017). Mineral Contents of Some Wild Edible Mushrooms. *The Journal of Fungus*, 8(2), 178-183.
- Keleş, A., ve Gençcelep, H. (2020). Determination of Elemental Composition of Some Wild Growing Edible Mushrooms. *The Journal of Fungus*, 11(2), 129-137.
- Mendil, D., Uluözlü, Ö. D., Tüzen, M., Hasdemir, E. ve Sarı, H. (2005). Trace metal levels in mushroom samples from Ordu, Turkey. *Food Chemistry* 91: 463-467.
- Moser, M., (1983). *Keys to Agarics and Boleti*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 535.
- Sesli, E., Asan, A. and Selçuk, F. (editors.), Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocağ, i., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, i., Türkekül, i., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. ve Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.



- Sesli, E., Tuzen, M. ve Soylak, M. (2008). Evaluation of trace metal contents of some wild edible mushrooms from Black sea region, Turkey. *Journal of Hazardous Materials*, 160(2), 462-467.
- Stern, B. R., Soliloz, M., Krewski, D., Aggett, P., Aw, T. C., Baker, S., Crump, K., Dourson, M., Haber, L., Hertzberg, R., Keen, C., Meek, B., Rudenko, L., Schoeny, R., Slob, W. ve Starr, T. (2007). "Copper and Human Health: Biochemistry, Genetics, and Strategies for Modeling Dose – Response Relationships", *J. Toxicol. Environ. Heal. B Critical Reviews*, vol. 10(3), pp. 157-222.
- Tüzen, M., Sesli, E. ve Soylak, M. (2007). Trace element levels of mushroom species from East Black Sea Region of Turkey. *Food Chemistry*, 18, 806-810.
- Uzun, Y., Gençcelep, H., Kaya, A. ve Akçay, M. E. (2011). The Mineral Contents of Some Wild Edible Mushrooms. *Ekoloji* 20, 80, 6-12.
- Wartchow, F. (2017). O gênero *Amanita* (Fungi): Sistemática e distribuição no Brasil. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza* 1(1), 28-44.
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarıkürkçü, C., Çelikkollu, M. ve Solak, M. H. (2007). Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. *Food Chemistry* 103: 263-267.



Geliş(Received) :04.11.2022

Kabul(Accepted) :15.12.2022

Araştırma Makalesi

Doi: 10.30708.mantar.1199364

## ***Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert Mantarının Pamuk İpliği Boyamada Türkiye'de İlk Kullanımı**

Hakan ALLI<sup>1\*</sup>, Ertuğrul KALAY<sup>2</sup>

\*Sorumlu yazar: hakanalli@gmail.com

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Orcid No: 0000-0001-8781-7029/hakanalli@gmail.com

<sup>2</sup>Muğla-Fethiye, Yeşilüzümlü Mahallesi 506 Sokak no:16

Orcid No: 0000-0003-3390-8552 /ertkalay1@hotmail.com

**Öz:** Mantarlar, tarih boyunca dünyanın farklı yerlerinde doğal renklendirici olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada Muğla (Güneybatı Ege) ilinden toplanan *Pisolithus arhizus* mantarından doğal boyalar elde edilmiştir. *Pisolithus arhizus*, ılıman ormanlardaki en önemli ağaç cinslerinden bazılarıyla (*Abies* spp., *Betula* spp., *Eucalyptus* spp., *Pinus* spp., *Quercus* spp.) etkileşime giren ektomikorhizal bir mantardır. Boyama sonuçlarına göre *Pisolithus arhizus*' tan kahverenginin farklı renkte tonları elde edilmiştir. Pamuk ipliklerini boyamak için mordansız kullanılan *Pisolithus arhizus*' tan elde edilen ilk çalışmadır.

**Anahtar kelimeler:** Doğal boya, Boya topu, Şapkalı Mantar, Pamuk

### **First Use of *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert Mushroom in Cotton Yarn Dyeing in Türkiye**

**Abstract:** Mushrooms, have been used as natural colorants in different parts of the world throughout the history. In this study, natural dyes were extracted from *Pisolithus arhizus* collected from Muğla province (southwest Aegean region) of Türkiye. *Pisolithus arhizus* is an ectomycorrhizal fungus that interacts with some of the most important tree genera (*Abies* spp., *Betula* spp., *Eucalyptus* spp., *Pinus* spp., *Quercus* spp.) from temperate forests. According to the dyeing results, different color tones of brown were obtained from *Pisolithus arhizus*. It is the first study obtained from *Pisolithus arhizus* in which without mordant was used to dye cotton yarns.

**Key words:** Natural dyeing, Dyeball, Mushroom, Cotton

#### **Giriş/Introduction**

Mantarın tüketimi, besleyici ve tedavi edici değerlerinden dolayı, eski çağlardan beri insan beslenmesinin bir parçası olarak kullanılmaktadır. Bazı mantarlar antik çağda insanlar tarafından kutsal olarak kabul edilirdi. Bazı toplumlar mantarları binlerce yıldır özellikle dini törenlerde özellikle psikoaktif mantarın farklı antik kültürler tarafından trans hallerini uyandırmak ve ilahi olanla bağlantı kurmak için yaygın bir şekilde kullanılmaktaydı (Kamalebo ve ark., 2018). Mantarların, özellikle tarihsel kullanımları ve toplumsal etkileri ile ilgili yapılan çalışmalara Etnomikoloji denir. Mantarların etnomikolojik bilgisi, yerel topluluklar ve kabileler arasında daha uzun bir süre sınırlı kalmıştır. Bunun sebeplerinden biri de bu konuda yerel halkın mantarlar

hakkındaki bilgilerini yerel olmayanlarla paylaşmak konusunda isteksiz olmasıdır (Comandini ve Rinaldi, 2020). Ancak bilimin ilerlemesi ile mantarlar üzerine yapılan araştırmalar besin değerlerinin ötesine geçmiştir. Bilimsel bulgular, mantarlarla ilişkili sihirli, mistik ve tıbbi özelliklerin çoğuna artık cevaplar sağlamaktadır. Yapılan araştırmalarla çeşitli doğal mantar türlerinde bulunan birçok biyoaktif bileşen, halüsinojenik, antifungal, antiviral, antibakteriyel, antioksidan ve diğer faydalı özelliklerinden sorumlu olan izole edilmiş, tanımlanmış ve karakterize edilmiştir (Ma ve ark. 2018). Günümüzde ise mantarlar artık daha popüler hale geldiler. Gerek bu geleneksel bilgiler gerekse yeni keşifler mantarları daha çok kullanmamıza ve araştırmamıza neden olmuştur.



Antik çağlardan beri farklı doğal kaynaklardan izole edilmiş doğal pigmentler ve boya kaynakları, insanların ilgisini çekmiştir (Goktas ve ark., 2009). Özel doğal boyalar içeren mantar türleri Avrupa, Amerika ve Afrika'da yaygın olarak renklendirici olarak kullanılmaktadır (Cardon 2007; Hernández ve ark., 2018). Fungal boyar maddeler ve pigmentler çok çeşitli mantar türlerinden izole edilebilir ve bunlar; karotenoidler, bensole türevi ile kinonlar, antrakinonlar, azulenler, heterosiklik nitrojen taşıyan pigmentler olmak üzere ikiye ayrılırlar (Becker 1988; Velíšek ve Cejpek, 2011). Bu elde edilen doğal ürünler ilaç, gıda, kozmetikte kullanım için kimyasallar ve tekstil endüstrilerinde kullanılırlar (Hernández ve ark., 2019).

Son yıllarda tekstil endüstrisinde sentetik boya ve pigmentlerin kullanımı giderek artmaktadır. Bu da insan sağlığı ve çevre üzerindeki zararlı etkilerini tartışılır hale getirmiştir (Özdemir ve Bozok 2020). Bu sebepten daha çok doğadaki bazı bitkiler, hayvanlar, likenler ve mantarlar gibi canlılardan sentezlenen doğal boyalar tercih edilmeye başlanmıştır. Mantarlarda bulunan birçok boya, benzokinon türevleri olup, özellikle terpenilkinon bileşikler içerirler (Schweppe, 1993). İlk zamanlarda Amerika'da yaşayan Kızılderililer, *Echinodontinum tinctorum*'dan elde ettikleri kırmızı rengi, ya da *Boletus* cinsinin bazı türlerinden elde edilen boyaları kürklerin boyanmasında kullanmışlardır (Hoiland, 1985; Sundström ve Sevelius, 2003). Avrupa'da, mantarlar çeşitli tekstil ürünlerini renklendiricileri olarak kullanılmıştır (Sundström ve Sevelius 2003). Yapılan araştırmalarda *Hydnellum* sp., *Sarcodon* sp., *Phelledon* sp. ile *Telephora* sp. cinsine ait bazı türlerin, içerdiği benzokinon türevleri maddelerin yün ipliklere mavi tonlar verdiği belirlenmiştir (Rice, 1980). Ayrıca, bazı renklendirici gibi bileşenler *Xerocomus* sp., *Polyporus* sp., *Trametes* sp., *Hydnum* sp., *Suillus* sp., *Dermocybe* sp., *Paxillus atrotomentosus*, *Sarcodon squamosus*, *Hapalopilus nidulans*, *Cortinarius sanguineus*, *Pisolithus arhizus*, *Laetiporus sulphureus* mantarlarında tespit edilmiştir (Gill ve Gimenez, 1990; Gill, 1994).

*Pisolithus arhizus* mantarının görüntüsü diğer mantarlara göre oldukça farklı yapıda ve dikkat çekici olup, çok uzun yıllardır geleneksel Çin tıbbında kan durdurucu olarak kullanılmaktadır (Sevindik ve ark. 2022). Ayrıca *Pisolithus arhizus*, İtalya, Fransa gibi ülkelerde bu mantardan elde edilen sporlar, ipek kumaşların renklendirilmesi için geleneksel olarak bir boya kaynağı olarak kullanılmaktadır (Hynninen ve ark. 2000). Üzerine eklediğiniz mordana bağlı olarak altın sarısı, sarı, kahverengi, lacivert, ya da siyah renkler elde edilebilir.

*Pisolithus arhizus* kullanıldığı bazı ülkelerde Dye-maker's Puffball, Dyeball (Boya topu) gibi isimlerle bilinirken ülkemizde ve bazı ülkeler de Dead Man's Foot (Ölü Adamın Ayağı) ya da Dog Turd Fungus (Köpek Balığı Mantarı) isimleri ile de tanınmaktadır (Hynninen ve ark., 2000; Sesli, 2020). Britanya Adaları, Ukrayna gibi kuzey ülkelerin de nadir görülen ve daha çok güney Avrupa'yı tercih eden; bu mantar Amerika, Portekiz gibi ülkelerde yetişmektedir (Cairney ve Chambers, 1997). Akdeniz ülkelerinde özellikle sonbahar aylarında taze olarak bulmak mümkün iken daha sonraki aylarda yaşlanmış evreleri bol miktarda toplanabilmektedir (Pegler ve ark., 1995; Allı ve ark., 2007).

Dünyada ve ülkemizde en yaygın olan türü *Pisolithus arhizus* olarak bilinir ve index fungorumu göre dünyada toplamda 16 tür ile temsil edilir (Index Fungorum 2022). Ülkemizde günümüze kadar sadece *Pisolithus arhizus* türü ile bilinirken yapılan son çalışmalarda *Pisolithus albus* (Cooke & Masee) Priest. İkinci tür olarak tespit edilmiştir (Akata ve ark., 2022)

## Materyal ve Metot

### Materyal

#### *Pisolithus arhizus* (Bilimsel Türkçe adı: Ölüadamayağı) Örneklerinin Toplanması

Çalışmada kullanılan *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert (Syn: *Pisolithus tinctorius* (Mont.) E. Fisch.) mantarı Sclerodermataceae familyasına ait olup, fungaryum numarası A 6751 dir. Mantar örnekleri Muğla ilinden toplanmıştır (Şekil 1).

Elde edilen numunelerin sınıflandırma ve mantar sistematigi kapsamında gerekli tüm analizleri yapılmıştır. Fungaryum tekniklerine göre kurutulup teşhisleri Doç. Dr. Hakan Allı tarafından Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Biyoloji Bölümü Fen Fakültesi Fungaryumun da yapılmış ve teşhisleri yapılan örneklerin bir kısmı aynı fungaryum da muhafaza edilmiştir.

### Metot

Çalışmada kullanılan ve %100 saf olan pamuk kumaş iplikler (İplik numarası: Nm 20-1, Metre başına büküm 300-600 t/m), Denizli Buldan'dan temin edilmiştir. Elde edilen bu iplikler Yeşilüzümlü 'de Dastar dokuma tezgahlarında dokuma kumaş haline getirilmiştir.

Taze mantar örnekleri dehidratör de ve 50 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra, bir blender kullanılarak toz haline getirildi (Waring Blender, HGB2WTS3). Hava koşullarına bağlı olarak, taze mantarlar doğal hava koşullarında da kurutulmuştur. Daha sonra kullanılıncaya kadar kuru mantar örnekleri ağzı hava almayacak şekilde kapaklı renkli cam kavanozlarda serin, karanlık ve nemsiz





bir ortamda muhafaza edilmiştir. Bu işlemler sırasında bütün yabancı mantarlarda olduğu gibi tozların solunmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 1. *Pisolithus arhizus* mantarının taze ve olgunlaşmış fotoğrafları

### Boyama İşlemi

#### Kullanılan Materyaller:

Kalaylı bakır kazan

Musluk suyu

Kaynatıcı sistem (doğal odun ateşi veya tüplü ocak)

Termometre

Toz haline getirilmiş mantar

Durulama kovası

Kalıp sabun

#### Boyama için gerekli miktarlar:

Pamuk dokuma kumaş : 6,5g

Kuru mantar : 6,5g x %25 =1,63g

: 6,5g x %50 =3,25g

:6,5g x %75 =4,88g

:6,5g x %100=6,50g

Su miktarı

:200 cc

#### Boyama işlem basamakları:

1. Kuru toz mantar 1 gün önceden az bir su ile nemlendirilerek beklemeye alındı (Şekil 2a),

2. Boyanacak pamuk dokuma ürünü ıslatarak nemlendirildi (Şekil 2a),

3. Boya maddesi mantarı kazandaki suya ilave edilip karıştırılarak 80-90 °C' oluncaya kadar ısıtıldı,

4. Dokuma ürününü ilave edip, 40 dakika karıştırarak kaynatıldı. Bu süre sonunda ateşten indirip, soğuyana kadar bekletildi (Şekil 2b),

5. Durulayıp kalıp sabun ile çitileyerek iki defa soğuk su ile yıkandı (Şekil 2c),

6. Kurutma işlemi ise esinti olmayan ve güneş görmeyen bir ortamda yapıldı (Şekil 2d),

7. Mantar ile boyama sonucu elde edilen sonuç (Şekil 2e)



Şekil 2a. Mantarın ve pamuk dokuma ürününün ıslatılması



Şekil 2b. Boyanan ürünün soğumaya bekletilmesi



Şekil 2d. Boyanan ürünün kurutulması



Şekil 2c. Boyanan ürünün sabun ile yıkanarak çitilenmesi



Şekil 2e. Boyama işlemi sonrası elde edilen sonuçlar



### Tartışma-Sonuç

Son yıllarda özellikle ekolojik boyalar ve insan sağlığına duyarlılık, buna bağlı olarak da doğal boyalar giderek popüler hale gelmiştir. Bitkilerden elde edilen doğal boyalar eski çağlardan beri eczacılık, kozmetik ve tekstil endüstrisi gibi birçok alanda kullanılmış iken doğal mantar ile ilgili çok fazla çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada ise Muğla ilinden toplanan *Pisolithus arhizus* mantarının kendisi toz haline getirildikten sonra herhangi bir mordan kullanılmadan pamuk ipliklerine ilk defa uygulanmış ve aşağıdaki kahverengi renk tonları elde edilmiştir (Şekil 3).

Yapılan çalışmalarda doğal boyalarda ortaya çıkan renk özellikleri, kullanılan ürünün türünden büyük ölçüde etkilenmektedir. Yaptığımız uygulamada, hiçbir şekilde mordanlama yapılmamış olup, herhangi ilave bir madde ya da kimyasal karıştırılmamıştır. Ayrıca farklı mordanlar kullanılarak çok farklı renkler elde edilebilir. Sonuç olarak, bu renkler tekstil alanında rahatlıkla kullanılabilir ve özellikle geleneksel tekstil ürünleri için doğal boyamada sık yıkanmayan halı ve kilimlerde çok iyi sonuçlar alınabilir. Ancak şu unutulmamalıdır ki ticari olarak doğal



boyalar tekstilin ihtiyaçlarını tamamıyla karşılamaya yetmez.



**Şekil 3.** *Pisolithus arhizus* mantarının pamuk ipliğine farklı yüzdelerde uygulanması

Ayrıca elde edilen doğal boyaların hala biyorendiricilerin kullanımı ile ilgili yayınlanmış yayıf tekrarlanabilirlik, zaman alıcı ekstraksiyon yöntemleri, yetersiz sabitleme derecesi ve düşük renk özellikleri, önündeki başlıca problemler ve dezavantajlardır. Ancak insan sağlığı gibi faktörler göz önüne alındığında doğal boyaların kullanılabilir olduğu oldukça önemli olup, sentetik boyalara bir alternatiftir. Yapılan çalışma da dünyada ve ülkemizin birçok yerinde doğal olarak yetişen bu makro mantarın doğal boya olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi ve bu çalışmanın ilk defa yapılması açısından oldukça önemlidir. Doğal boyalar özellikle bebek kıyafetleri gibi oldukça hassas ve bağıışıklık sistemi gelişmemiş ya da yaşlı kişiler için kullanılabilir.

Tüm bu sonuçlar mantarların iyi bir doğal renklendirici olabileceğini ve yapılan daha sonraki çalışmalarda, her bir doğal farklı mantar türlerinde boyar maddelerin ve pamuk ipliklerinde boyama özellikleri ile ilgili çok daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir.

### Kaynaklar

- Akata, I., Altuntaş, D., Gizem, B. ve Şahin, E. (2022). *Pisolithus albus*, A New Record For Turkish Gastroid Fungi. *Mantar Dergisi*, 13 (2), 128-133.
- Allı, H., Işıloğlu, M. ve Solak, M.H. (2007). Macrofungi of Aydın Province. *Mycotaxon*, Volume 99, pp. 163-165.
- Becker, Z. E. (1988). *Physiology and biochemistry of fungi* [Fiziyoloji ve biyokimya gribov]. Moscow University Press.
- Cairney, J. W. G., & Chambers, S. M. (1997). Interactions between *Pisolithus tinctorius* and its hosts: a review of current knowledge. *Mycorrhiza*, 7(3), 117-131.
- Cardon, D. (2007). *Natural dyes*. Sources, tradition, technology and science, 268.
- Comandini, O. ve Rinaldi, A. C. (2020). *Ethnomycology in Europe: The past, the present, and the future*. In Mushrooms, humans and nature in a changing world (pp. 341-364). Springer, Cham.
- Gill, M. (1994). *Pigments of fungi (Macromycetes)*. Natural Product Reports, 11, 67-90.
- Gill, M. ve Giménez, A. (1990). *Pigments of fungi*. Part 17.(S)-(+)-Dermochryson, (+)-dermolactone, dermoquinone, and related pigments; new nonaketides from the fungus *Dermocybe sanguinea* (sensu Cleland). *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*, (9), 2585-2591.
- Goktas, O., Ozen, E., Duru, M. E. ve Mammadov, R. (2009). Determination of the color stability of an environmentally-friendly wood stain derived from oleander (*Nerium oleander* L.) leaf extracts under UV exposure. *Wood Res*, 54(2), 63-72.
- Hernández, V. A., Galleguillos, F. A., Sagredo, N. ve Machuca, Á. (2018). A note on the dyeing of wool fabrics using natural dyes extracted from rotten wood-inhabiting fungi. *Coatings*, 8(2), 77.
- Hernández, V. A., Galleguillos, F., Thibaut, R. ve Müller, A. (2019). Fungal dyes for textile applications: testing of industrial conditions for wool fabrics dyeing. *The Journal of the Textile Institute*, 110(1), 61-66.
- Hoiland, K. (1985). Garntarging med sopp. Historikk, *Otiar*, 152, 3-4.
- Hynninen, P. H., Räisänen, R., Elovaara, P. ve Nokelainen, E. (2000). Preparative isolation of anthraquinones from the Fungus *Dermocybe sanguinea* using enzymatic hydrolysis by the endogenous  $\beta$ -glucosidase. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 55(7-8), 600-610.
- Index Fungorum. (2022). Index Fungorum. <http://www.indexfungorum.org/> [02.11.2022].
- Kamalebo M, H., Nshimba Seya Wa Malale, H., Masumbuko Ndabaga, C., Degreef, J. ve De Kesel, A. (2018). Uses and importance of wild fungi: traditional knowledge from the Tshopo province in the Democratic Republic of the Congo. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1), 1-12.
- Ma, G., Yang, W., Zhao, L., Pei, F., Fang, D. ve Hu, Q. (2018). A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. *Food Science and Human Wellness*, 7(2), 125-133.



- Özdemir, H. ve Bozok, F. (2020). Dyeing of wool yarn with natural dyes of *Lactarius deliciosus* and *L. sanguifluus* from Turkey. *Textile and Apparel*, 30(4), 262-269.
- Pegler, D. N., Spooner, B. ve Læssýe, T. (1995). *British puffballs, earthstars and stinkhorns: an account of the British gasteroid fungi* (No. Sirsi) i9780947643812). Royal Botanic Gardens, Kew.
- Rice, M. (1980). *Mushrooms for Color*. Eureka, California: Mad River Press.
- Sesli, E., Asan, A., ve Selçuk, F. Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Ustan, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkel, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. ve Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi (The Checklist of Fungi of Turkey). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul. 1177 sayfa.
- Sevindik, M., Ajaz, M., Özdemir, B., Akata, I. ve Selamoğlu, Z. (2022). Oxidant/antioxidant potentials and heavy metal levels of *Pisolithus arhizus* and its effects on cardiovascular diseases. *Indian Journal of Natural Products and Resources* (IJNPR) [Formerly Natural Product Radiance (NPR)], 12(4), 600-604.
- Schweppe, H. (1993). Handbuch der Naturfarbstoffe-Vorkommen, Verwendung, Nachweis ecomed. *Landsberg* (Lech), 319-392.
- Sundström, E. ve Sevelius, I. (2003). *Värjäämme yrteillä, sienillä ja jäkälillä*. Kustannus-Mäkelä.
- Velíšek, J. ve Cejpek, K. (2011). Pigments of higher fungi-a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(2), 87-102.



Geliş(Received) :18.11.2022

Kabul(Accepted) :15.12.2022

Araştırma Makalesi

Doi: 10.30708.mantar.1206667

## Kestel Bölgesinde(Kadınhanı-Konya) Yaygın Olarak Bulunan Bazı Makromantarların Mineral Kompozisyonu

R. Büşra AYDEMİR<sup>1\*</sup>, Gıyasettin KAŞIK<sup>2</sup>  
Celaledin ÖZTÜRK<sup>3</sup>, Sinan ALKAN<sup>4</sup>

\*Sorumlu yazar: aydemirlerdenbusra@gmail.com

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Konya/TÜRKİYE  
Orcid No: 0000-0001-5113-2220/aydemirlerdenbusra@gmail.com

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Konya/TÜRKİYE  
Orcid No: 0000-0001-8304-6554/giyasettinikasik@hotmail.com

<sup>3</sup>Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Konya/TÜRKİYE  
Orcid No: 0000-0003-4119-9004/ celaleddinozturk@hotmail.com

<sup>4</sup>Selçuk Üniversitesi Çumra UBYO Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü Konya/ TÜRKİYE  
Orcid No: 0000-0001-7725-1957/ sinanalkan42@gmail.com

**Öz:** Bu çalışmada Kestel Bölgesinde (Kadınhanı-Konya) yaygın olarak yetişen makromantarların ve yetiştikleri topraktaki mineral kompozisyonları ve aralarındaki korelasyonun incelenmesi amaçlanmıştır. Bu maksatla bölgede yapılan arazi çalışmaları sonucunda tespit edilen makrofunguslar "*Macrolepiota procera* (Scop.) Singer (Şemsiye Mantarı), *Suillus collinitus* (Fr.) Kurtze (Benekli Süngermantarı), *Boletus edulis* Bull. (Çörek Mantarı)" türleridir. Arazi çalışmalarında elde edilen mantar örneklerinin ve yetiştikleri substratlara ait toprak örnekleri ayrı ayrı polietilen torbalar içinde alınarak, laboratuvar getirilmiştir. Makromantarların ve toprak örneklerinin mineral madde analizinde ICP-MS cihazı kullanılarak 15 elementin varlığı PPB(Parts Per Billion=Milyarda bir) oranında araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda toprakta bulunan elementlerin yoğunlukları ile mantar örneklerindeki element yoğunlukları pozitif yönde korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bundan dolayı ağır metal kirliliği veya endüstriyel kirlilik bulunan alanlarda yetişen makromantarların besin olarak tüketilmelerinin sağlık açısından uygun olmadığı yönünde değerlendirme yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** *Macrolepiota procera*, *Suillus collinitus*, *Boletus edulis*, Mineral Madde, Kestel Ormanı, Kadınhanı, Konya

### Mineral Composition Of Some Macrofungi Widely Available in the Kestel Region (Kadınhanı-Konya)

**Abstract:** In this study, it was aimed to examine the macrofungi that are widely grown in Kestel Region (Kadınhanı-Konya) and the mineral compositions in the soil they grow and the correlation between them. For this purpose, the macrofungi identified as a result of field studies in the region are "*Macrolepiota procera* (Scop.) Singer (Umbrella Mushroom), *Suillus collinitus* (Fr.) Kurtze (Spotted Sponge Mushroom), *Boletus edulis* Bull. (Born Mushroom)" species. Soil samples of the mushroom samples and the substrates they grow were taken separately in polyethylene bags and brought to the laboratory. In the mineral matter analysis of macrofungi and soil samples, the presence of 15 elements was investigated at the rate of PPB (Parts Per Billion=One in a Billion) using ICP-MS device. As a result of the studies, it was determined that the concentrations of the elements in the soil and the element concentrations in the mushroom samples showed a positive correlation. Therefore, it has been evaluated that the consumption of macrofungi grown in areas with heavy metal pollution or industrial pollution is not suitable for health.

**Key words:** *Macrolepiota procera*, *Suillus collinitus*, *Boletus edulis*, Mineral matter, Kestel Forest, Kadınhanı, Konya



## Giriş

II. Dünya Savaşı'ndan sonra hızla artan dünya nüfusunun besin ihtiyacını karşılamak için Yeşil Devrim olarak adlandırılan değişimle tarım faaliyetleri yenilendi. Yeşil Devrim, olumlu sonuçlarıyla birlikte ciddi anlamda yan etkilerini de geride bıraktı. Topraktaki kirlilik oranı arttı, su kaynakları hızla tükenmeye başladı (Tüysüzöğlü ve Gülsaçan, 2004). Dünya nüfusu son 50 yılda 3 milyardan 6 milyara çıktı, 2050 yılında ise dünya nüfusunun 10 milyarı aşacağı öngörülmektedir (Çamurcu, 2005). Hızlı nüfus artışı, gelişmekte olan ülkelerde kaynakların yetmemesine, kalkınma hızlarının yavaşlamasına, ekonomik ve sosyal sorunların artmasına neden olmaktadır (Çamurcu, 2005). Nüfusun hızla artmaya başladığı dünyada tarım alanlarının yerleşim yerleri, hayvan çiftliklerinin ise turistik mekânlar olarak kullanılması insan hayatını tehlikeye sokmuştur (Çalışkan, 2022). Gıda güvenliği ve güvencesi, günümüzde yaşanan bu sorunların bir araya gelmesi sonucu tehdit altındadır (Gökçe ve Uzmay, 2015).

İnsan, varoluşundan itibaren yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan enerjiyi beslenmeyle sağlamıştır. Beslenme alışkanlıkları yaşam şartlarının değişmesine paralel olarak gelişmeye devam etmiştir. İnsanın yeryüzünde görülmesinden yerleşik düzene geçinceye kadarki süreçte avcı-toplayıcı beslenme alışkanlığını benimsemiştir. İçgüdüsel olarak gerçekleştirilen bu durumla insanlar günümüzde de halen doğadan besin temin etme eğilimindedir.

Tarih öncesi zamanlardan beri insan yaşamında makromantarların önemli bir yeri olmuştur (Ramazan ve ark., 2017). Tek veya çok sayıda, gruplar halinde, halkalar veya kümeler şeklinde gösterişli haliyle aniden ortaya çıkan makromantarlar her zaman insanları etkilemiştir (Rai, 2004). Mantarlar yüzyıllardır çeşitli medeniyetlerde besin olarak (Pekşen ve Kaplan, 2017) özellikle Uzak Doğu ülkelerinde bir gıda maddesi ve doğal ilaç kaynağı olarak tüketilmektedir. (Kalyoncu ve ark., 2008). Makromantarların organoleptik özellikleri ve insanın dengeli beslenme arayışı, mantar tüketiminde dünya çapında önemli bir artışa neden olmuştur. Vitamin, protein, mineral madde ve lifli yapı gibi temel unsurlar bakımından oldukça zengin olan makrofunguslar besin olarak değerli bir kaynaktır (Öztürk ve ark., 2000) Mantarlar B3, B12 vitamini, demir, potasyum, kalsiyum, bakır, selenyum, fosfor, magnezyum, çinko ve manganez gibi birçok mineralleri içermektedir. Bunun yanı sıra riboflavin, niasin, pantotenik ve konjuge linoleik asit kaynağıdır (Feeney ve ark., 2014). Mantarların, temel aminoasitlerin, vitaminlerin, biyolojik olarak aktif

maddelerin, doymamış yağ asitlerinin, mikro ve makro elementlerin kaynağı olduğu yaygın olarak bilinmektedir (Rajewska ve Bałasińska, 2004; Bernas ve ark., 2006; Kalač, 2013; Siwulski ve ark., 2014)

Mantarlar, yetiştikleri alt tabakadaki maddeleri, özellikle ağır metalleri ve içinde büyüdükleri havayı emebilirler. Ne yazık ki, birçok mantar türü kirliliği toprak alt tabakasından büyük miktarlarda toksik ağır metal ve radyoaktif element alma ve biriktirme özelliğine sahiptir (Kalač ve Svoboda, 2000; Falandysz ve Borovička, 2013). Mantarlar yetiştiği ortamdaki iyonları bünyesine alma konusunda çok iyi birer akümülatör ve çevredeki ağır metal yoğunluğunu belirlemek için de çok iyi birer göstergedir (Tüzen ve ark., 1998b; Tüzen ve ark., 1998a; İlker ve ark., 2019). Besin değerlerinin yanı sıra mantarlar, doğada organik madde yıkımında rol aldıklarından yetiştikleri substrat içeriğine bağlı olarak bünyelerinde ve buldukları ortamın içeriğinde değişime neden olurlar (Sevindik ve ark., 2016)

Mantarlar dünyada tür çeşitliliği en fazla olan canlılardan biridir. Dünya genelinde yayılış gösteren 1,5 milyon mantar türü olduğu tahmin edilse de, bunlardan ancak 70 bin türü literatürde yer almaktadır. (Bengü ve ark., 2019)çalışkan. Bu kaydedilen türler arasında 5020 yenir, 1250 yenmez, 1010 zehirli, 1820 tıbbi özellik gösteren olmak üzere toplamda 10 bin civarında makromantar bulunmaktadır. (Hawksworth ve ark., 1996; Hawksworth, 2001; Pekşen, 2013) Türkiye'de bilinen kayıtlı mantar tür sayısı 5865 olarak listelenmiştir. (Sesli ve ark., 2020) Yaklaşık 300 civarında da yenilebilir doğa mantarı türü bulunduğu belirtilmektedir. (Şimşek ve Önek, 2021) Mantarlar son yıllarda özellikle içerdikleri besin elementleri, protein ve vitamin içerikleri gibi yüksek besin değerleri ve lezzetlerinden dolayı dünya genelinde popüler gıda olmaya adaylardır. (Kosanić ve ark., 2016).

Doğada yetişen makromantarların ağır metal içeriği ve mineral madde kompozisyonu konusunda çok sayıda çalışmalar yapılmıştır (Sesli ve Tüzen, 1999; Demirbaş, 2001; Isildak ve ark., 2004; Turkecul ve ark., 2004; Hüseyin ve ark., 2006; Yamaç ve ark., 2007; Chen ve ark., 2009; Gençcelep ve ark., 2009; Kaya ve Bag, 2010; Radulescu ve ark., 2010; Uzun ve ark., 2011; Hayri ve ark., 2012; Akgül ve ark., 2016; Sevindik ve ark., 2016; Karapınar ve ark., 2017; Hakan ve ark., 2020; Krupodorova ve Sevindik, 2020).

Bu çalışmada "*Macrolepiota procera* (Scop.) Singer (Şemsiye Mantarı), *Suillus collinitus* (Fr.) Kurtze (Benekli Süngermantarı), *Boletus edulis* Bull. (Çörek Mantarı)" türlerinin mineral madde kompozisyonu ve



yetiştikleri substratlara ait toprak örneklerinin mineral madde analizinin yapılması amaçlanmıştır.

Taksonların Türkçe Bilimsel İsimleri Sesli ve ark. (2020) den alınmıştır.

### Materyal ve Metot

Bu çalışmada bölgede yapılan arazi çalışmaları sonucunda tespit edilen makrofunguslar "*Macrolepiota procera* (Şemsiye Mantarı), *Suillus collinitus* (Benekli Süngermantarı), *Boletus edulis* (Çörek Mantarı)" türleridir. makrofunguslar ve toprak örnekleri ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde 2021 yılında Kestel Ormanları'dan (Kadınhanı-Konya) toplanmıştır (Şekil 1).

Toplanan makrofungus ve toprak örnekleri ayrı ayrı polietilen torbalara alınarak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen makrofunguslar 40°C'de kurutma cihazında kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler mekanik öğütücü ile toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen

mantar örnekleri için; önce 3'er gram mantar hassas terazide tartılarak teflon kaplara alındı ve üzerine 5 ml HNO<sub>3</sub> eklendi. 15 dakika ön muameleden sonra 3 ml HNO<sub>3</sub> ve üzerine 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> eklendi. Çözünürleştirme için yaş yakma cihazında 180°Cde 30 dk şeklinde sıcaklık dereceleri ayarlanarak yaş yakma yöntemi uygulanmıştır. Toprak örnekleri için de dereceleri ayarlanarak yaş yakma yöntemi uygulanmıştır. Toprak örnekleri için de 3 ml HNO<sub>3</sub> ve üzerine 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> eklendi. Çözünürleştirme için yaş yakma cihazında 180°Cde 30 dk şeklinde sıcaklık dereceleri ayarlanarak yaş yakma yöntemi uygulanmıştır.

Toplanan örneklerden birer numune KONYA Fungaryum'da saklanmaktadır. (Fungaryum No:511) *Macrolepiota procera*, (FN:512) *Boletus edulis*, FN:513 *Suillus collinitus* numaraları verilmiştir. Teşhisi KONYA Fungaryum'da Dr. Öğr. Üyesi Sinan Alkan tarafından yapılmıştır.)



Şekil 1. Araştırma alanı

### Bulgular

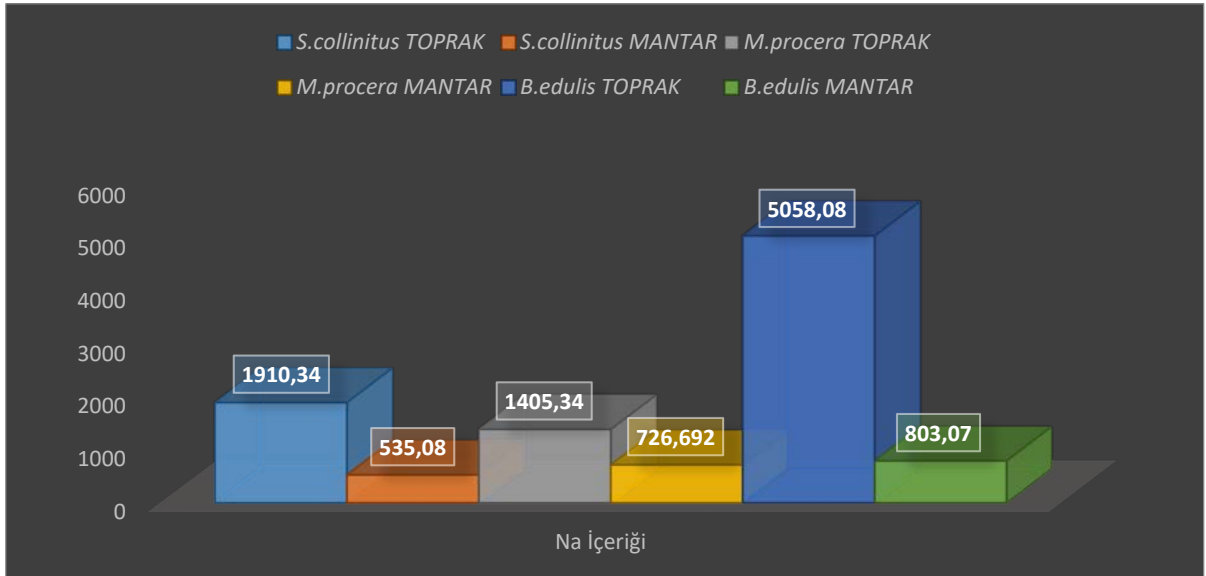
Yapılan analiz sonuçları mantar ve toprak örneklerinin mineral madde seviyeleri mg/kg türünde belirlenmiştir. Mantar ve toprak örneklerinin mineral

içerikleri Tablo 1'de Ortalama olarak gösterilmiştir. Ayrıca Şekil 2-15'de mantarların ve yetiştikleri topraklardan alınan örneklerin bünyesindeki mineral elementlerin konsantrasyonları grafiklerde verilmiştir.



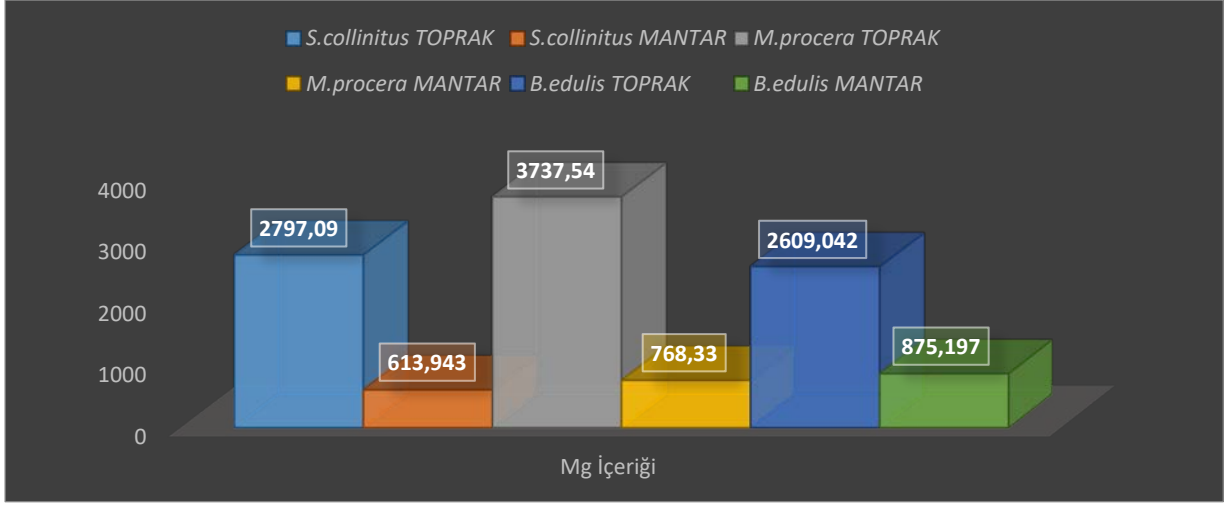
Tablo 1. Mantar ve toprak örneklerinin mineral seviyeleri

Mineraller	<i>S.collinitus</i> TOPRAK	<i>S.collinitus</i> MANTAR	<i>M.procera</i> TOPRAK	<i>M.procera</i> MANTAR	<i>B.edulis</i> TOPRAK	<i>B.edulis</i> MANTAR
Na	1910.340	535.080	1405.340	726.692	5058.080	803.070
Mg	2797.090	613.943	3737.540	768.330	2609.042	875.197
Al	61991.108	400.043	58293.420	394.350	128818.122	277.438
K	13496.747	39720.925	11929.690	35915.550	13179.135	56818.444
Ca	6478.703	127.916	7259.910	113.526	5805.667	146.662
Cr	69.636	0.942	70.726	0.993	109.515	1.350
Mn	1063.521	13.007	1291.417	17.743	988.631	9.950
Co	10.717	0.226	12.269	0.160	16.521	0.097
Ni	34.266	8.543	36.783	17.542	38.739	44.605
Cu	37.733	18.751	47.955	91.98	47.238	41.698
Zn	95.038	566.981	122.919	132.761	187.519	147.969
As	17.470	0.430	15.398	1.106	22.402	0.355
Ag	1.612	0.691	1.218	1.075	1.011	4.520
Pb	25.095	11.448	12.994	0.855	21.460	0.618
Cd	0.335	3.011	0.319	1.980	0.315	0.136

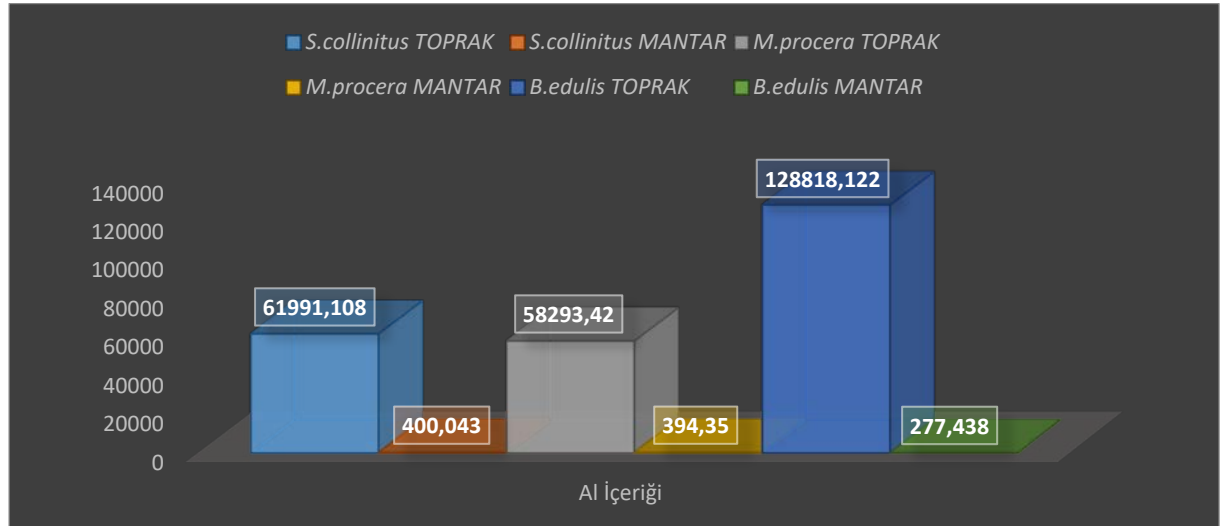


Şekil 2. Na için mantar–toprak korelasyonu

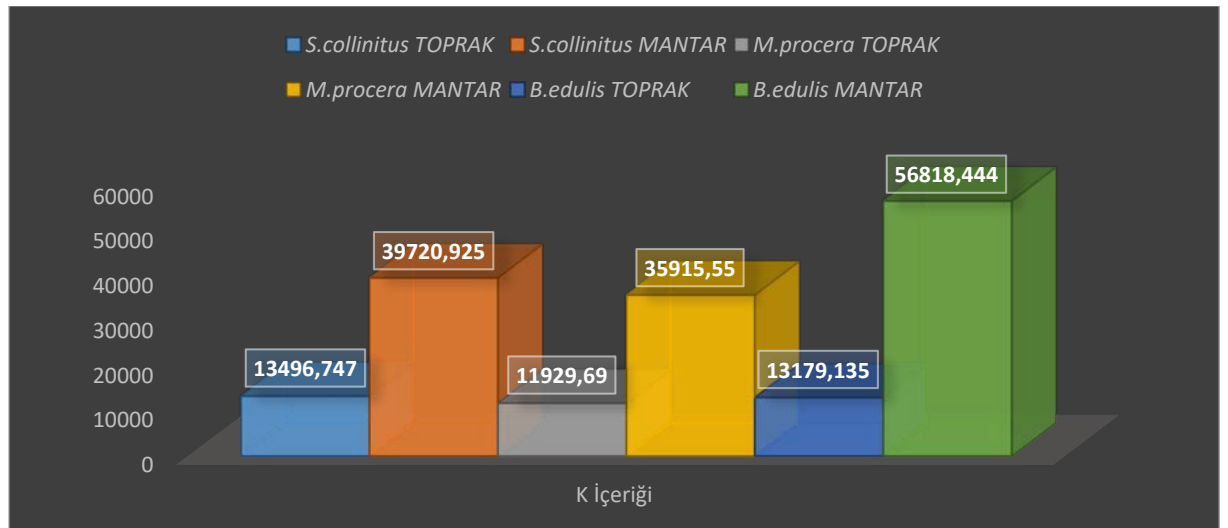




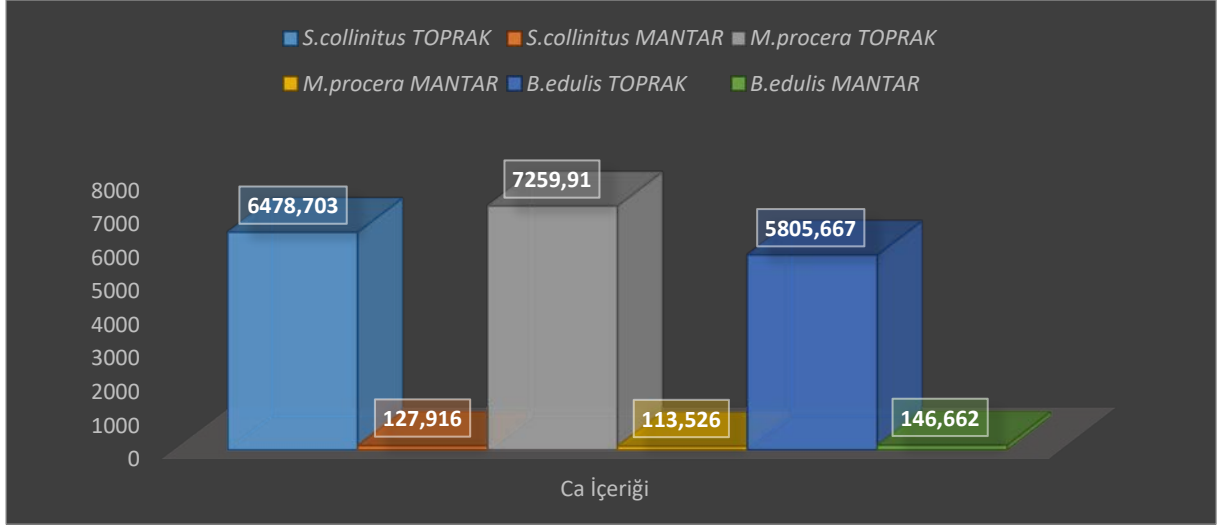
Şekil 3. Mg için mantar–toprak korelasyonu



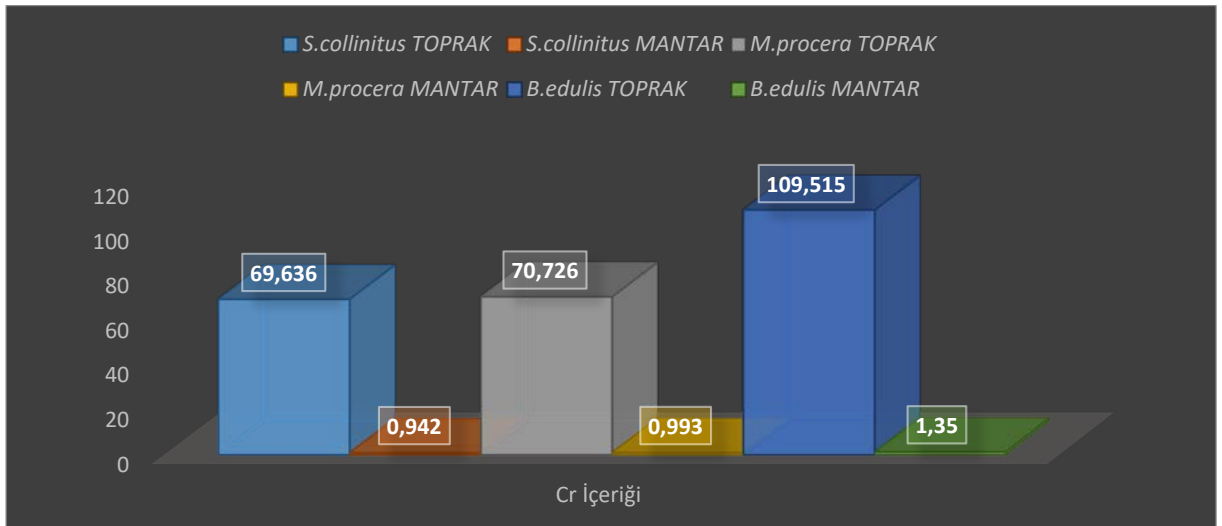
Şekil 4. Al için mantar–toprak korelasyonu



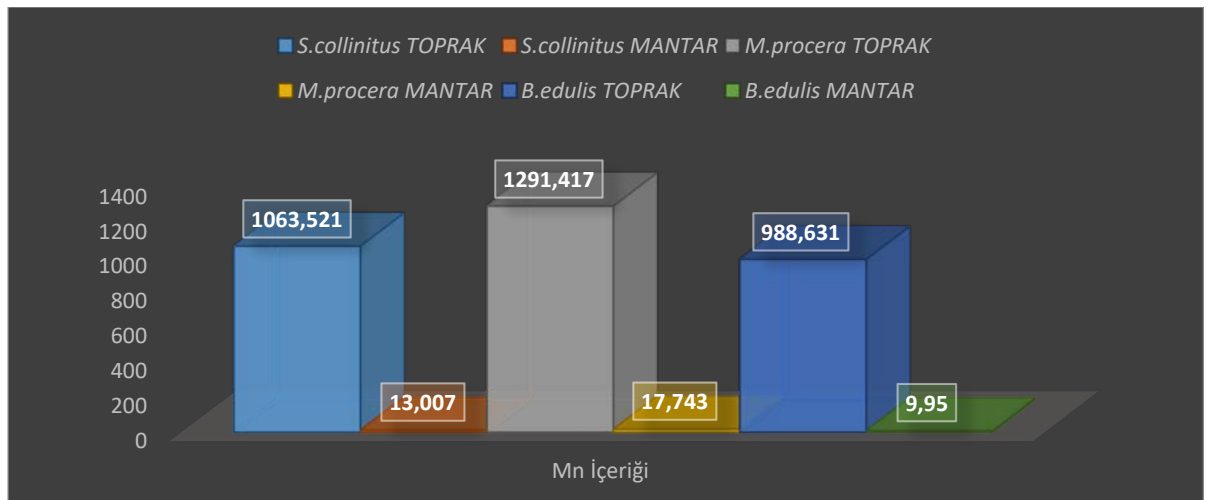
Şekil 5. K için mantar–toprak korelasyonu



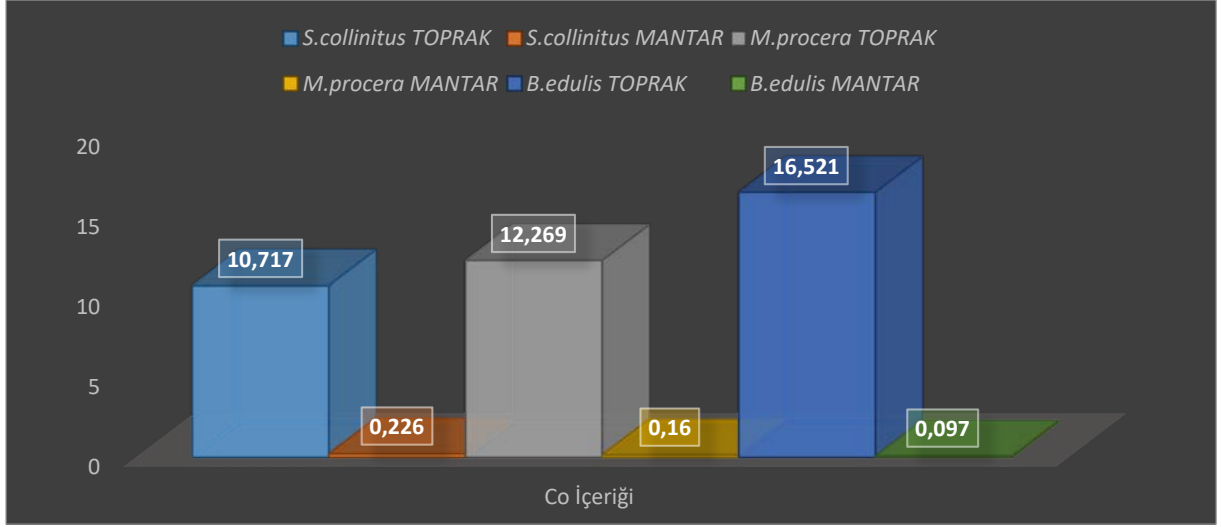
Şekil 6. Ca için mantar –toprak korelasyonu



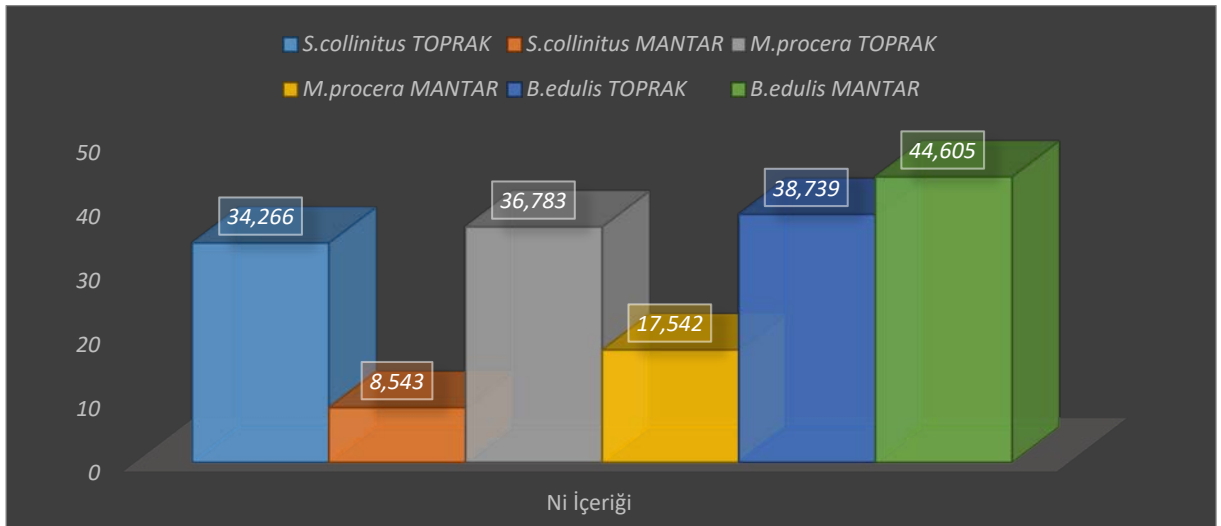
Şekil 7. Cr için mantar –toprak korelasyonu



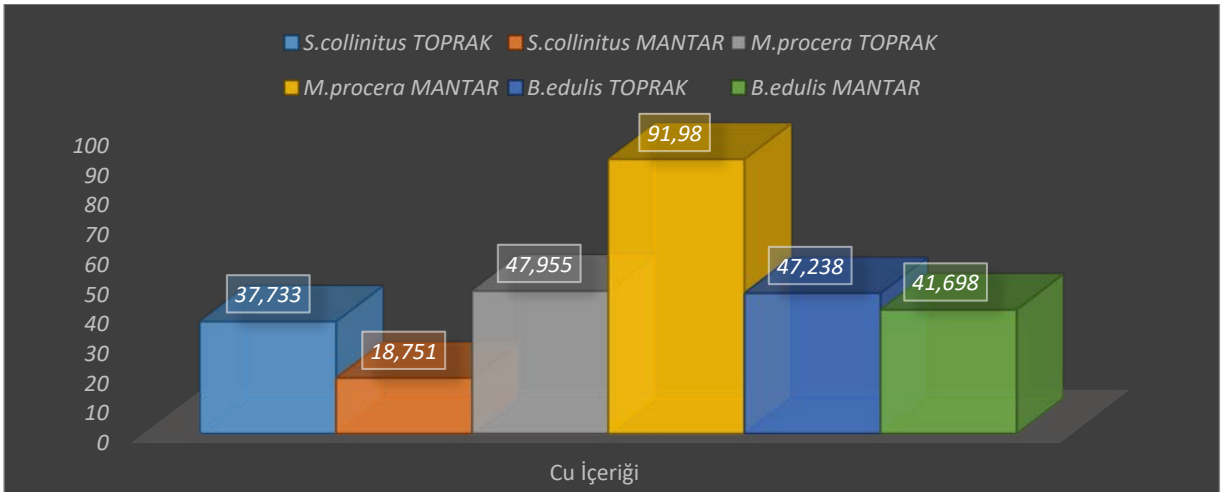
Şekil 8. Mn için mantar –toprak korelasyonu



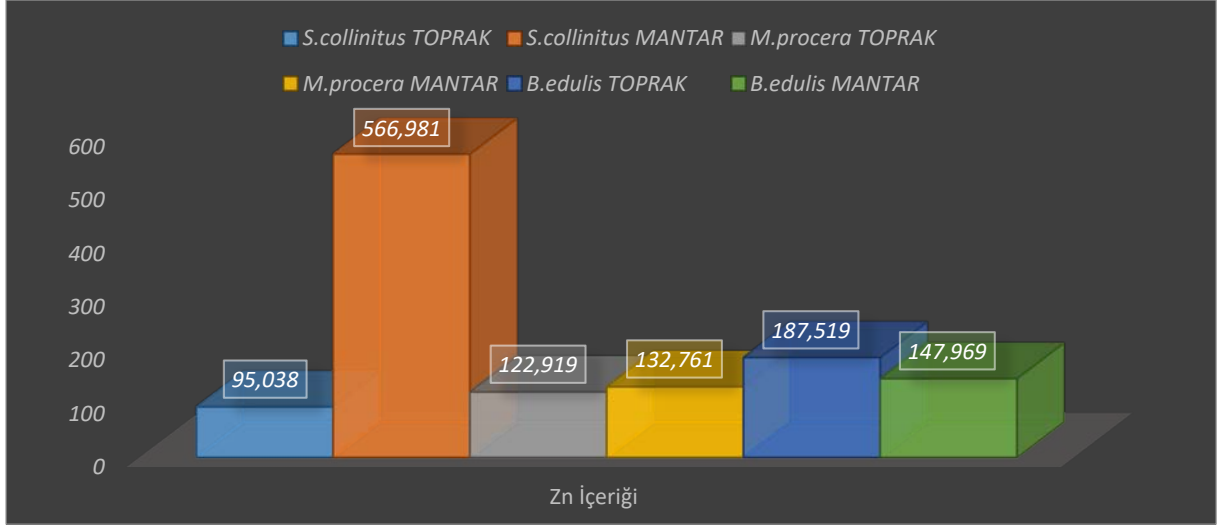
Şekil 9. Co için mantar–toprak korelasyonu



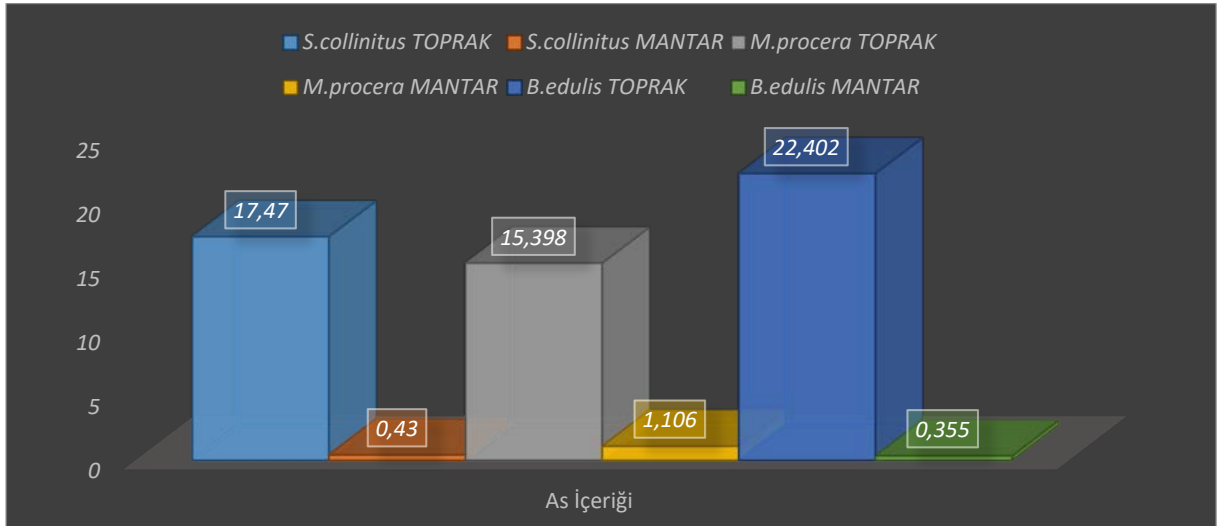
Şekil 10. Ni için mantar–toprak korelasyonu



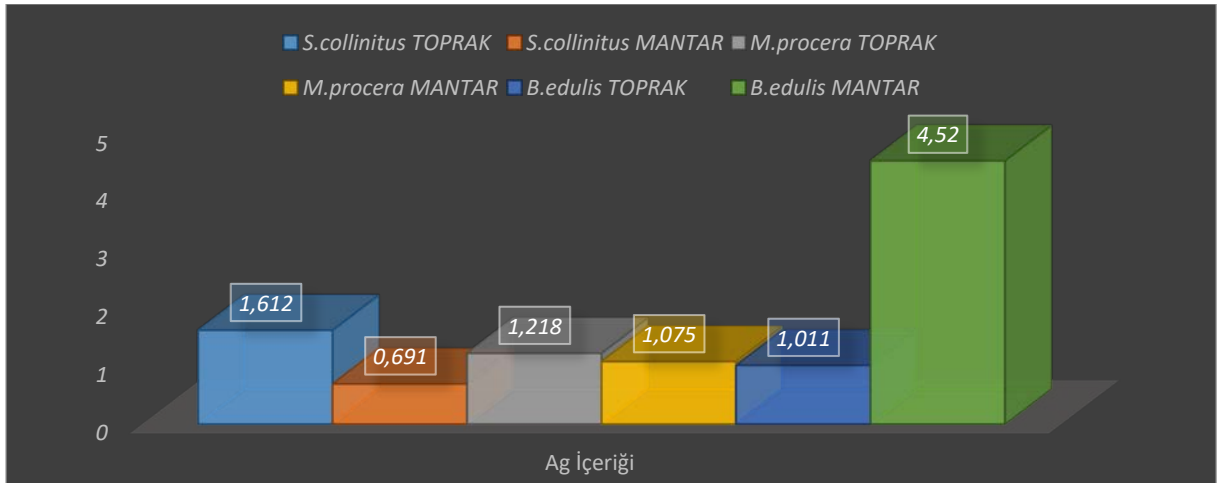
Şekil 11. Cu için mantar–toprak korelasyonu



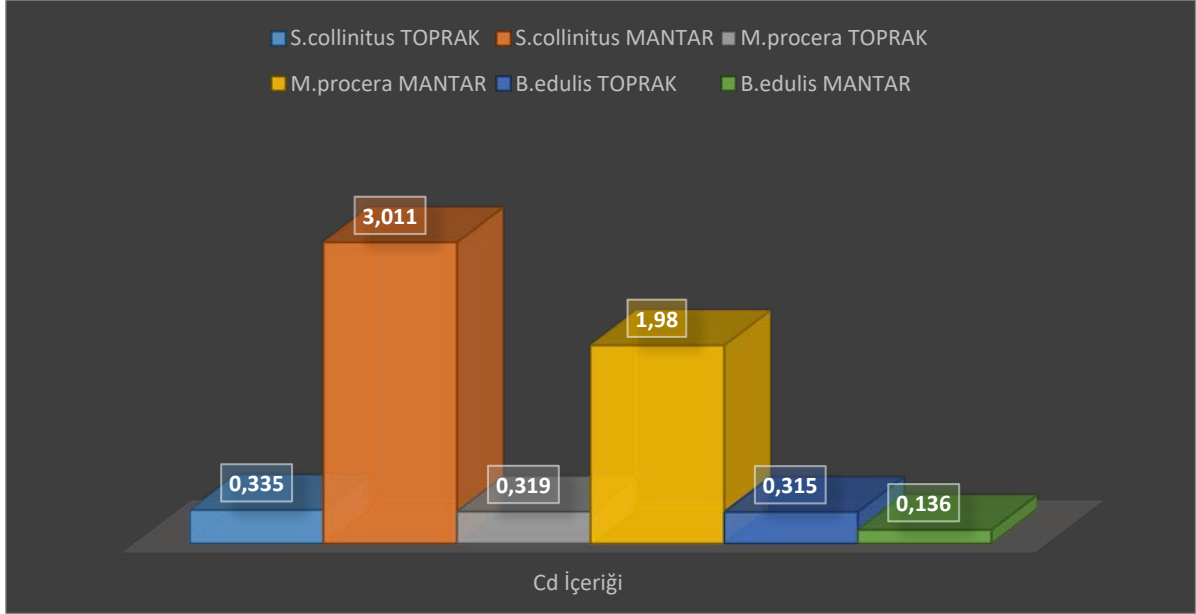
Şekil 12. Zn için mantar–toprak korelasyonu



Şekil13. As için mantar–toprak korelasyonu



Şekil 14. Ag için mantar–toprak korelasyonu



Şekil 15. Cd için manta–toprak korelasyonu

### Tartışma

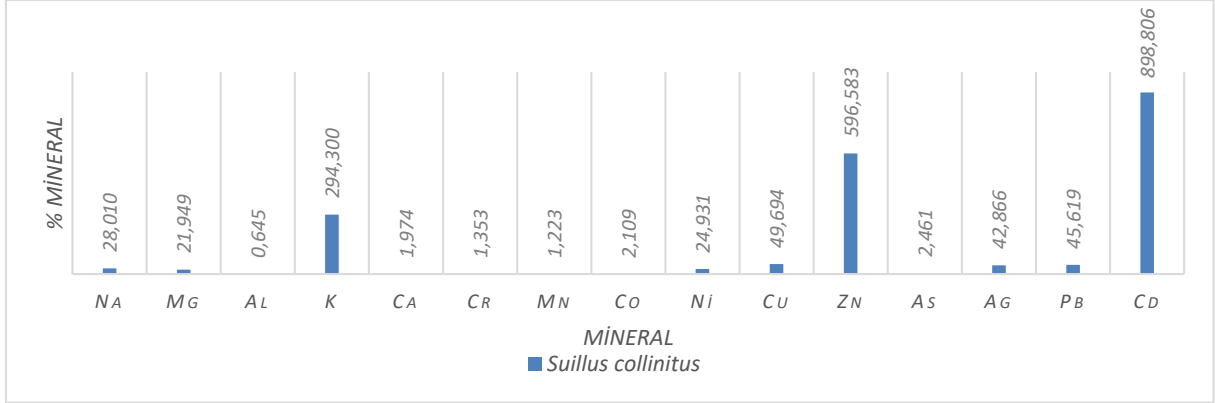
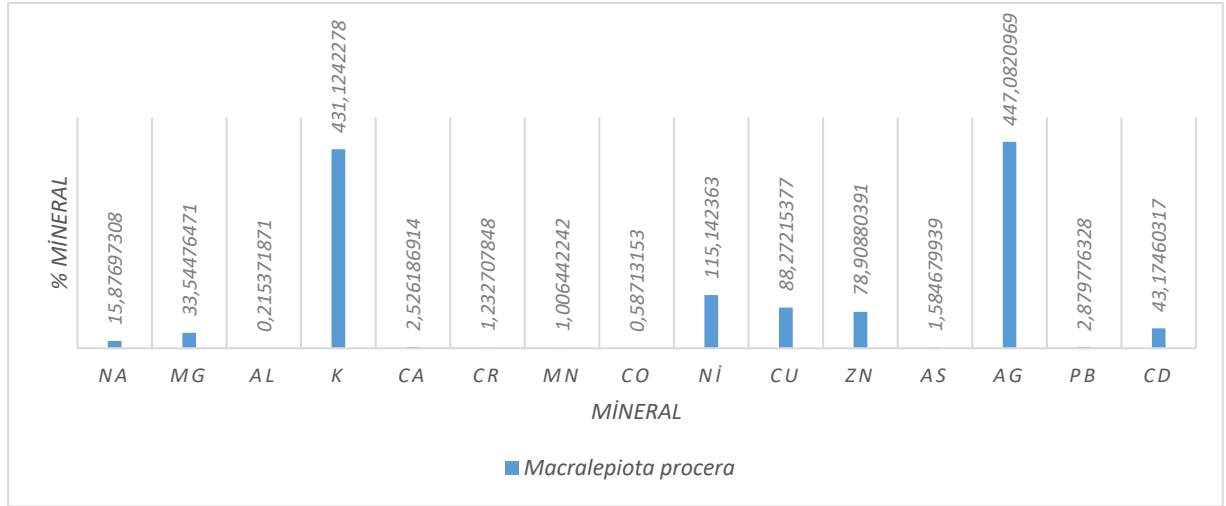
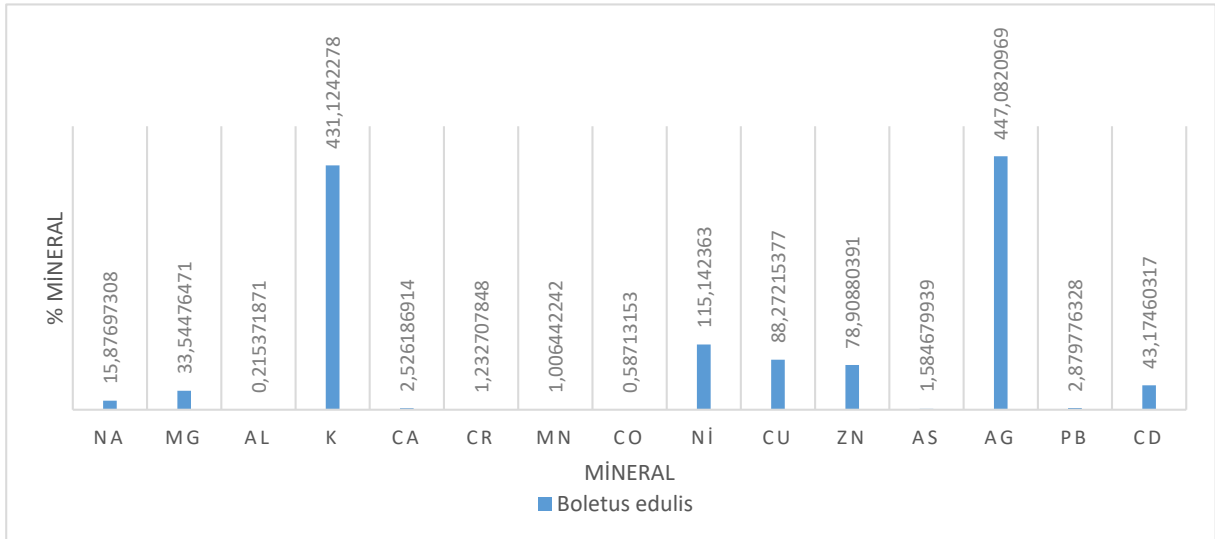
Bu çalışmada Kestel Ormanları (Kadınhanı-Konya) bölgesinde yetişen *Boletus edulis*, *Macrolepiota procera*, *Suillus collinitus* türlerine ait fruktifikasyon organları ve yetiştikleri toprak örnekleri içermiş oldukları mineraller açısından değerlendirilmiştir. İncelenen mantar örneklerinde en yüksek mineral K (56818.444) olarak, en düşük mineral ise Co (0.097) olarak bulunmuştur. Mantar türlerini tek tek değerlendirdiğimizde *Boletus edulis* türüne ait örneklerde en yüksek K (56818.444) en düşük Co (0097) minerali, *Macrolepiota procera* türüne ait örneklerde en yüksek K (35915.55) en düşük Co (0.16) minerali, *Suillus collinitus* türüne ait örneklerde ise en yüksek K (39720.925) en düşük Co (0.226) minerali tespit edilmiştir. Toprak örneklerinde en yüksek mineral Al (128812.122) en düşük mineral Cd (0.315) tespit edilmiştir. Mantar örnekleri ile toprak örneklerindeki mineral açısından korelasyona bakıldığında ise; toprak örneklerinde bulunan mineral miktarlarının mantar örneklerindeki yüzdelik karşılıkları incelendiğinde mantar bünyesinde en fazla birikim yapan elementlerin sırasıyla Cd (898.806), Zn(596.583), ve K(294.300) mineralleri olduğu görülmüştür (Şekil 16-18). Bu durum K, Cd ve Zn mineralinin mantar bünyesinde en fazla birikim yaptığını göstermektedir. Bununla birlikte *Suillus collinitus* türünde en fazla bulunan minerallerin K(39720.925), Mg(613.943) ve Zn(566.981), *Macrolepiota procera* türünde K (35915.55) Mg(768.33) ve Na(726.692), *Boletus edulis*

türünde ise K(56818.444), Mg(875.197) Na(803.07) tespit edilmiştir. Dolayısıyla beklenenin aksine topraktaki mineral miktarı ile mantarların bünyelerindeki mineral miktarı her zaman doğrusal bir eğri göstermemektedir.

Yapılan literatür taramasında mantarlardaki element miktarları konusunda çeşitli verilere ulaşılmıştır (Kalač ve Svoboda, 2000; Falandysz ve ark., 2001; Işiloğlu ve ark., 2001; Tüzen, 2003; Mendil ve ark., 2005; Dursun ve ark., 2006; Kalač, 2009; Mallikarjuna ve ark., 2013; Alkan ve ark., 2020).

Gürgen ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *Macrolepiota procera* için Mg(1052.3) seviyesi yönünden çalışmamızla uyumlu olup bununla beraber Al (37.1), Zn (86.4) içeriği açısından düşük bulunmuştur. Alkan ve ark. (2020) *Suillus collinitus* için en yüksek mineral miktarı Al (827977.517), en düşük mineral miktarı ise Cd(38.691) olarak verilmiştir. Çalışmamızda Al (39720.925) yüksek olmakla beraber en yüksek değerde çıkmamıştır. En düşük miktardaki element olmamakla birlikte düşük olması açısından Cd(3.011) açısından uyumludur. Falandysz ve ark. (2001) yenilebilir mantarlarla ilgili yaptıkları mineral analizinde *Boletus edulis* için verdikleri mineral miktarları K(34.000), Mg(11.000) ve Na(180.000) seviyeleri ile uyumludur.

Çalışmamızda olduğu mineral miktarları yetiştikleri substratın mineral kompozisyonuna bağlı olmakla birlikte her zaman doğrusal bir korelasyon göstermemektedir.

Şekil 16. Topraktaki mineral miktarına göre *S. collinitus* örneklerindeki yüzdelik mineral oranıŞekil 17. Topraktaki mineral miktarına göre *M. procera* örneklerindeki yüzdelik mineral oranıŞekil 18. Topraktaki mineral miktarına göre *B. edulis* örneklerindeki yüzdelik mineral oranı**Teşekkür**

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından

21201045 numaralı proje kapsamında finansal olarak desteklenmiştir. Kuruma teşekkür ederiz.



### Kaynaklar

- 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*, 20 (3), 504-508.
- Alkan, S., Kaşık, G. ve Öztürk, C., 2020, An Investigation of Heavy Metal Accumulation in Macrofungi Around the Seydisehir District, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20 (2), 143-157.
- Bengü, A. Ş., Yılmaz, H. Ç., Türkekul, İ. ve Hakan, I., 2019, Doğadan toplanan ve kültürü yapılan *Pleurotus ostreatus* ve *Agaricus bisporus* mantarlarının toplam protein, vitamin ve yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 222-229.
- Bernaś, E., Jaworska, G. ve Kmiecik, W., 2006, Storage and processing of edible mushrooms, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 5 (2), 5-23.
- Chen, X.-H., Zhou, H.-B. ve Qiu, G.-Z., 2009, Analysis of several heavy metals in wild edible mushrooms from regions of China, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 83 (2), 280-285.
- Çalışkan, Z., 2022, Rasyonel Dünyada Ekolojik İrrasyonelite: Jurassic Park Filmi Serisi Örneği, *Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (11), 73-100.
- Çamurcu, H., 2005, Dünya Nüfus Artışı Ve Getirdiği sorunlar, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (13), 87-105.
- Demirbaş, A., 2001, Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the East Black Sea region, *Food Chemistry*, 75 (4), 453-457.
- Dursun, N., Özcan, M. M., Kaşık, G. ve Öztürk, C., 2006, Mineral contents of 34 species of edible mushrooms growing wild in Turkey, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (7), 1087-1094.
- Falandysz, J., Szymczyk, K., Ichihashi, H., Bielawski, L., Gucia, M., Frankowska, A. ve Yamasaki, S.-I., 2001, ICP/MS and ICP/AES elemental analysis (38 elements) of edible wild mushrooms growing in Poland, *Food Additives & Contaminants*, 18 (6), 503-513.
- Falandysz, J. ve Borovička, J., 2013, Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: health benefits and risks, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97 (2), 477-501.
- Feeney, M. J., Miller, A. M. ve Roupas, P., 2014, Mushrooms—Biologically distinct and nutritionally unique: Exploring a "third food kingdom", *Nutrition today*, 49 (6), 301.
- Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y. ve Demirel, K., 2009, Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms, *Food Chemistry*, 113 (4), 1033-1036.
- Gökçe, K. ve Uzman, A., 2015, Gıda Güvencesi Ve Gıda Güvenliği: Kavramsal Çerçeve, Gelişmeler ve Türkiye, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 21 (1 ve 2), 39-48.
- Gürgen, A., Yıldız, S., Çevik, U. ve Yıldız, Ü. C., 2018, Assessment of Metal Contents in *Hydnum rufescens*, *Macrolepiota procera* Mushrooms Collected from Turkey, *Kastamonu University J. of Engineering and Sciences*, 4 (2), 15-21.
- Hakan, I., Bengü, A. Ş., Yılmaz, H. Ç., Yılmaz, N. ve Türkekul, İ., 2020, İki Rhizopogon türünün yağ asidi profili ve mineral içerikleri üzerine bir araştırma, *Acta Biologica Turcica*, 33 (4), 237-243.
- Hawksworth, D. L., Kirk, P., Sutton, B. C. ve Pegler, D., 1996, Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi, *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 38, 272-272.
- Hawksworth, D. L., 2001, The magnitude of fungal diversity: the 1- 5 million species estimate revisited, *Mycological research*, 105 (12), 1422-1432.
- Hayri, B., Ergün, N. ve Özçubukçu, S., 2012, Antakya (Hatay)'dan toplanan bazı makrofungus türlerinde ağır metal birikimi ve mineral tayini, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 5-6.
- Hüseyin, D. H., Aydın, Ş. M., Refik, U., Celaledin, Ö. ve Ümmühan, Ç., 2006, Contents of metals in some wild mushrooms, *Biological Trace Element Research*, 110 (1), 79-94.
- İlker, A., Alkan, S. ve Kaşık, G., 2019, Çorum İli'nden toplanan Agaricaceae familyasına ait bazı mantarlarda ağır metal birikiminin belirlenmesi, *Mantar Dergisi*, 10 (1), 48-55.
- Isildak, Ö., Turkekul, I., Elmastas, M. ve Tuzen, M., 2004, Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey, *Food Chemistry*, 86 (4), 547-552.
- Işiloğlu, M., Yılmaz, F. ve Merdivan, M., 2001, Concentrations of trace elements in wild edible mushrooms, *Food Chemistry*, 73 (2), 169-175.
- Kalač, P. ve Svoboda, L. r., 2000, A review of trace element concentrations in edible mushrooms, *Food Chemistry*, 69 (3), 273-281.
- Kalač, P., 2009, Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review, *Food Chemistry*, 113 (1), 9-16.



- Kalač, P., 2013, A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (2), 209-218.
- Kalyoncu, F., Kalmış, E. ve Solak, M., 2008, Bazı makrofungus türlerine ait misellerin farklı kültür ortamlarındaki gelişim hızlarının belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12 (2).
- Karapınar, H. S., Uzun, Y. ve Kılıçel, F., 2017, Mineral contents of two wild morels, *Anatolian J. of Botany*, 1 (2), 32-36.
- Kaya, A. ve Bağ, H., 2010, Trace element contents of edible macrofungi growing in Adiyaman, Turkey, *Asian Journal of Chemistry*, 22 (2), 1515.
- Kosanić, M., Ranković, B., Rančić, A. ve Stanojković, T., 2016, Evaluation of metal concentration and antioxidant, antimicrobial, and anticancer potentials of two edible mushrooms *Lactarius deliciosus* and *Macrolepiota procera*, *Journal of food and drug analysis*, 24 (3), 477-484.
- Krupodorova, T. ve Sevindik, M., 2020, Antioxidant potential and some mineral contents of wild edible mushroom *Ramaria stricta*, *AgroLife Scientific Journal*, 9 (1), 186-191.
- Mallikarjuna, S., Ranjini, A., Haware, D. J., Vijayalakshmi, M., Shashirekha, M. ve Rajarathnam, S., 2013, Mineral composition of four edible mushrooms, *Journal of Chemistry*, 2013.
- Mendil, D., Uluözlü, Ö. D., Tüzen, M., Hasdemir, E. ve Sarı, H., 2005, Trace metal levels in mushroom samples from Ordu, Turkey, *Food Chemistry*, 91 (3), 463-467.
- Öztürk, C., Kaşık, G. ve Yıldız, Y. K., 2000, Hınıs ve Karaçoban (Erzurum) ilçelerinin makrofungusları üzerinde taksonomik çalışmalar, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1 (16), 1-3.
- Pekşen, A., 2013, Mantarların insan hayatı ve sağlığındaki yeri, *Bahçe Haber*, 2 (1), 10-15.
- Pekşen, A. ve Kaplan, M., 2017, Ordu ilinin ekonomik öneme sahip yenilebilir doğa mantarları, *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 335-342.
- Radulescu, C., Stihl, C., Busuioc, G., Gheboianu, A. I. ve Popescu, I. V., 2010, Studies concerning heavy metals bioaccumulation of wild edible mushrooms from industrial area by using spectrometric techniques, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 84 (5), 641-646.
- Rai, R., 2004, Production of edible fungi, *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food, and Environmental Applications*, 21, 233-246.
- Rajewska, J. ve Bałasińska, B., 2004, Biologically active compounds of edible mushrooms and their beneficial impact on health, *Postępy higieny i medycyny doświadczalnej (Online)*, 58, 352-357.
- Ramazan, E., Süren, T. ve Kızıleli, M., 2017, Gastronomik açıdan Türkiye'de yenilebilir yabancı mantarlar üzerine kavramsal bir değerlendirme, *Turizm Akademik Dergisi*, 4 (2), 77-89.
- Sesli, E. ve Tüzen, M., 1999, Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey, *Food Chemistry*, 65 (4), 453-460.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H. H., Erdoğdu, M., Ergül, C. C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kivanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Y., Uzun, Y. ve Yoltaş, A., 2020, Türkiye Mantarları Listesi, *İstanbul, ANG Vakfı Yayınları*, p.
- Sevindik, M., Akgül, H., Günel, S. ve Doğan, M., 2016, *Pleurotus ostreatus*' un doğal ve kültür formlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 16 (1).
- Siwulski, M., Sobieralski, K. ve Sas-Golak, I., 2014, Wartość odżywcza i prozdrowotna grzybów, *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 21 (1).
- Şimşek, A. ve Önek, Ü. M., 2021, Yenilebilir Mantar Tüketimi Ve Yemekleri Üzerine Bir İnceleme: Kastamonu Örneği.
- Turkekul, I., Elmastas, M. ve Tüzen, M., 2004, Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey, *Food Chemistry*, 84 (3), 389-392.
- Tüysüzoğlu, B. ve Gülsaçan, M., 2004, Türkiye'de GDO, *Bilim ve Teknik*, 443, 36-43.
- Tüzen, M., Özdemir, M. ve Demirbaş, A., 1998a, Heavy metal bioaccumulation by cultivated *Agaricus bisporus* from artificially enriched substrates, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 206 (6), 417-419.
- Tüzen, M., Özdemir, M. ve Demirbaş, A., 1998b, Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin, *Food Chemistry*, 63 (2), 247-251.
- Tüzen, M., 2003, Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry, *Microchemical Journal*, 74 (3), 289-297.
- Uzun, Y., Gencelep, H., Kaya, A. ve Akcay, M. E., 2011, The Mineral Contents of Some Wild Edible Mushrooms, *Ekoloji Dergisi*, 20 (80).
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarıkürkcü, C., Çelikkollu, M. ve Solak, M. H., 2007, Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey, *Food Chemistry*, 103 (2), 263-267.





Geliş(Received) :12.10.2022

Kabul(Accepted) :19.12.2022

Research Article

Doi: 10.30708.mantar.1187178

## Phenotypic and Molecular Identification of Green Pea Powdery Mildew Pathogen from Alborz, Iran

Simin Tahery ARDESTANI<sup>1\*</sup>, Seyed Akbar KHODAPARAST<sup>2</sup>  
Ahmad Abbasi MOGHADAM<sup>3</sup>, Mehrzad AHMADI<sup>4</sup>

\*Corresponding author: simintahery@gmail.com

<sup>1\*</sup> Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Orcid ID: 0000-0002-9273-7901 simintahery@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Plant Protection, College of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Orcid ID: 0000-0002-7480-4170/ khodaparast@guilan.ac.ir

<sup>3</sup> Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Orcid ID: 0000-0001-5984-6455/ abasimoghadam@gmail.com

<sup>4</sup> Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Orcid ID: 0000-0001-7333-9660/ ahmadimehrzad@ymail.com

**Abstract:** Green pea (*Pisum sativum*.) is an important consumable vegetable crop worldwide rich in protein, vitamins, and nutrition. It is cultivated in many parts of Iran, particularly during the summer season, and recently under protected greenhouse. Powdery mildew is an important disease of green pea, especially during the pod fill and maturation stage and decreases the photosynthetic area of leaves which causes crop loss. This experiment was conducted in order to identify fungi associated with powdery mildews on some accessions under regeneration of green pea collection at the genetic department and national plant gene bank of Iran, seed, and plant improvement institute during the year 2021. Powdery mildew became epidemic on the plants at the pod stage from the end of July to August. The formation of white, floury patches initially on the leaf progressing towards tendrils, pods, and stems observed that on susceptible accessions covered the most aerial part of the plants. The *Erysiphe pisi*, *Erysiphe trifolii* and *Erysiphe baeumleri* were reported causing disease on pea. The infected plant samples were collected and transferred to the lab for morphological studies, then, the genomic DNA was isolated and used for amplification and sequencing using the internal transcribed spacers (ITS) regions. Based on morphological characteristics of asexual and sexual stages as well as rDNA-ITS sequence analyses, the fungus was identified as *Erysiphe pisi*. Due to the presence of accessions with high levels of resistance to this disease, further investigation is recommended to breed resistant cultivars for cultivation in this province.

**Key words:** *Pisum sativum*, *Erysiphe pisi*, rDNA, ITS sequence analyses

### Alborz, İran'dan Yeşil Bezelye Külleme Patojeninin Fenotipik ve Moleküler Tanımlanması

**Öz:** Bezelye (*Pisum sativum*.), dünya çapında protein, vitamin ve besin açısından zengin, önemli bir tüketilebilir sebze ürünüdür. İran'ın birçok yerinde özellikle yaz mevsiminde ve son zamanlarda örtülü seralarda yetiştirilmektedir. Külleme, yeşil bezelyenin özellikle bakla doldurma ve olgunlaşma aşamasında önemli bir hastalığıdır ve yaprakların fotosentetik alanını azaltarak ürün kaybına neden olur. Bu deney, 2021 yılında İran genetik departmanı ve ulusal bitki gen bankası, tohum ve bitki ıslah enstitüsünde yeşil bezelye koleksiyonunun rejenerasyonu altındaki bazı çeşitlerde külleme ile ilişkili mantarları belirlemek için yapılmıştır. Temmuz sonundan ağustos ayına kadar bitkiler bakla aşamasındadır. Başlangıçta yaprak üzerinde dallara, baklalara ve gövdelere doğru ilerleyen beyaz, unlu yamaların oluşumu, duyarlı erişimlerde bitkilerin en hava kısmını kapsadığı gözlemlendi. *Erysiphe pisi*, *Erysiphe trifolii* ve *Erysiphe baeumleri*'nin bezelyede



hastalığa neden olduğu bildirilmiştir. Enfekte bitki örnekleri toplandı ve morfolojik çalışmalar için laboratuvara aktarıldı, ardından genomik DNA izole edildi ve dahili transkripsiyonlu ayırıcılar (ITS) bölgeleri kullanılarak amplifikasyon ve sekanslama için kullanıldı. Eşeysiz ve eşeyli evrelerin morfolojik özelliklerine ve ayrıca rDNA-ITS sekans analizlerine dayanarak, mantar *Erysiphe pisi* olarak tanımlandı. Bu hastalığa karşı yüksek düzeyde dirençli çeşitlerin varlığından dolayı, bu ilde dayanıklı çeşitler üretmek için daha fazla araştırma yapılması önerilir.

**Anahtar kelimeler:** *Pisum sativum*, *Erysiphe pisi*, rDNA, ITS dizi analizleri

### Introduction

So far, the research on green pea production focuses on the breeding high yield cultivars adopted to different climatic condition, but vulnerability against diseases was a constraint for obtaining maximum yield.

Green pea production is practiced in some area of Alborz province of Iran according to economical and nutritional values including protein, minerals, dietary fiber, vitamins and its ability to improve soil fertility by nitrogen assimilation.

Powdery mildews on pea found responsible for the withering of foliage, poor pod quality with 25%–80% yield loss (Nisar et al., 2006; Warkentin et al., 1996).

It is a prevalent disease in Alborz province of Iran which causes significant yield losses of green pea especially in summer.

Powdery mildew appears on whole aerial parts of green pea plants. The initial symptoms are slight, sparse mycelia and spores on the upper part of leaves, especially on the lowest part of plants. In favorable conditions, the patches cover the entire surface of the plant (Kraft & Pflieger, 2001).

Up to now, the causal agent of powdery mildew on peas reported as *Erysiphe pisi*, *Erysiphe baeumleri*, and *Erysiphe trifoliorum* (Seethapathy et al., 2022; Fondevilla & Rubiales, 2012; Attanayake et al., 2010; Glawe, 2008).

The *Erysiphe pisi* DC causal agent of Pea powdery mildew reported as an air-borne disease that is the obligate biotrophic fungus with worldwide distribution. It is specially described important in climate condition with warm dry days and cool nights (Smith et al., 1996). Seethapathy et al., (2022) found that pathogen has evolved the ability to adapt to both macro- and micro-environments to which it is exposed during pea cultivation.

Glawe (2008) denoted that *Erysiphe* species rDNA sequences analyses could be more closely correlated lineages with anamorphic features such as conidial ontogeny than teleomorphic features. Detection and proper identification of this disease causal agent

illustrated the necessary action for sustainable and environmentally friendly production of green peas with integrated disease management (Maharjan et al., 2015).

To precise identification of the powdery mildew pathogen on green peas in the Alborz province of Iran, morphological studies carried out then the molecular analyses were performed on fungal isolates using rDNA internal transcribed spacer (ITS) sequences.

### Materials and Methods

Powdery mildews disease on some under regeneration green pea accessions appeared during 2021 and 2022. These accessions were cultivated at the experimental field of the genetic department and national plant gene bank of Iran, seed and plant improvement institute in Alborz province. The disease symptoms were observed during all stages of the green pea plants' development.

A phenotypic and genotypic analysis of pea powdery mildew pathogen was performed on diseased green pea leaves collected from the fields. The phenotypic fungal structures including anamorphic structure: mycelium, hyphal branching, Appressoria, conidiophors and conidia teleomorphic structure including Chasmothecium and asci were observed by light microscope (BH2, Olympus, Tokyo, Japan). At least 50 measurements were made for each character. In order to study genetic characteristics, DNA was extracted from fungal isolates using the Chelex method proposed by Hirata & Takamatsu (1996). The rDNA-ITS region (ITS1-5.8S rDNA-ITS2) was amplified by polymerase chain reaction (preheating at 95°C for 2 min and 30 cycles of denaturing at 95°C for 1 min, annealing at 55°C for 1 min, and extension at 72°C for 1 min, followed by a final extension cycle of 2 min at 72°C) with the fungal specific primers ITS-1a 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3' and ITS-4a 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3' (Matsuda, et al., 2005). The sequences were obtained using direct sequencing in a 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, USA) in Codon Genetic Group (Iran,



Tehran). The obtained sequences were compared with closely related sequences in genebank using the BLASTN search method. The sequences with high query coverage and identity (97-100%) were selected and used for phylogenetic analyses. According to Kimura's two-parameter method, evolutionary distances were calculated. Pairwise deletion was used for each sequence pair to remove all ambiguous positions. The branches made by using 1000 bootstrap replications. Evolutionary analyses were conducted in MEGA11(Tamura et al., 2021). Two species including *Phyllactinia moricola* and *Leveillula taurica* were selected as outgroup taxa.

### Results

Symptoms of powdery mildew were observed on all aerial parts of plants during summers 2021-2022,

including stems, leaves, pods, and fruits of green pea cultivars planted for seeds regeneration. Green pea accessions typically showed disease symptoms with 0 to 100 % severity on different accessions. Early symptoms appeared on the lower leaves of plants, followed by effuse, thin, white mycelium covering the upper leaves. After the mycelium has developed on both sides, it often covers the entire surface of the leaves, stems, and pods, as well as covering the entire area of the plant, particularly the upper portion.

Powdery mildew became epidemic on the plants at the pod stage at the end of July to start of August. The formation of white, floury patches initially on the leaf progressing towards tendrils, pods, and stems observed that on susceptible accessions covered the most aerial part of the plants (Fig. 1).



Figure 1. Powdery mildews symptom on green pea plant in the field



The morphological fungal characteristics were observed as hyaline and flexuous, hyphae which were branched at a right angle. Appressoria is moderately lobed with a crenated surface. Conidiophores (65  $\mu\text{m}$  - 110  $\mu\text{m}$  in length and 7.7  $\mu\text{m}$ -10.2  $\mu\text{m}$  in width) are hyaline, straight, cylindrical, simple, and thin-walled with internal septa which produced 2-4 cells. The foot cell is usually longer than the second and third cells measuring 13-34  $\times$  8-10  $\mu\text{m}$  in size.

Conidia (24.6  $\mu\text{m}$ -56.4  $\mu\text{m}$  in length and 10  $\mu\text{m}$ -19.2  $\mu\text{m}$  width, length/width ratio 1.5-2.9, on average 2.2) are ellipsoid-cylindrical (immature conidia often ellipsoid and mature cindia often cylindrical), thin-walled, smooth to verrucose surface. No well-developed fibrosin bodies are present.

Germ tubes are simple, usually at end of the conidium but sometimes subapical. Chasmothecium were measured as 90.4  $\mu\text{m}$ -112.8  $\mu\text{m}$ . Short myceloid chasmothecial appendages. The asci length and width were 48.2  $\mu\text{m}$ -70.3  $\mu\text{m}$  and 25  $\mu\text{m}$ -48.3  $\mu\text{m}$ , respectively (Fig. 2).

Specimen was deposited in Fungarium of University of Guilan under the accession number GUM 1809.

Full rDNA ITS sequence (including 5.8S) gene amplified and sequenced. The amplified fragment length was 696 bp

According to BLAST search, the full rDNA ITS sequence (including 5.8S) gene showed 99% similarity to accession No. LC009890, KY653208, and KY653209 and 100% identity to *Erysiphe pisi* species (Fig. 3.)

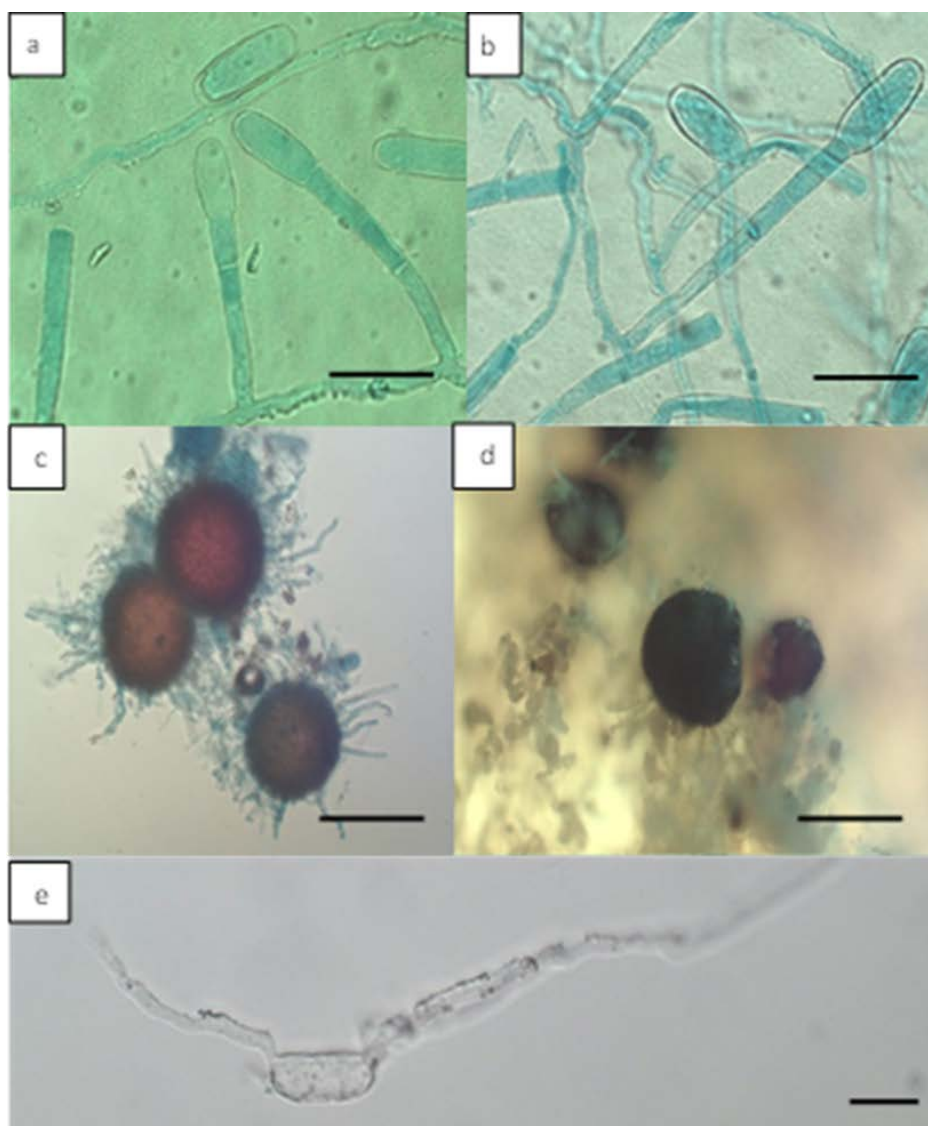


Figure 2. *Erysiphe pisi*, a and b: conidiophores and conidia; c and d: Chasmothecium with mycelioid type appendages; e: conidium germination (on plant leaves). Scale bar for a, b = 50  $\mu\text{m}$ , c, d = 100  $\mu\text{m}$ , e = 30  $\mu\text{m}$

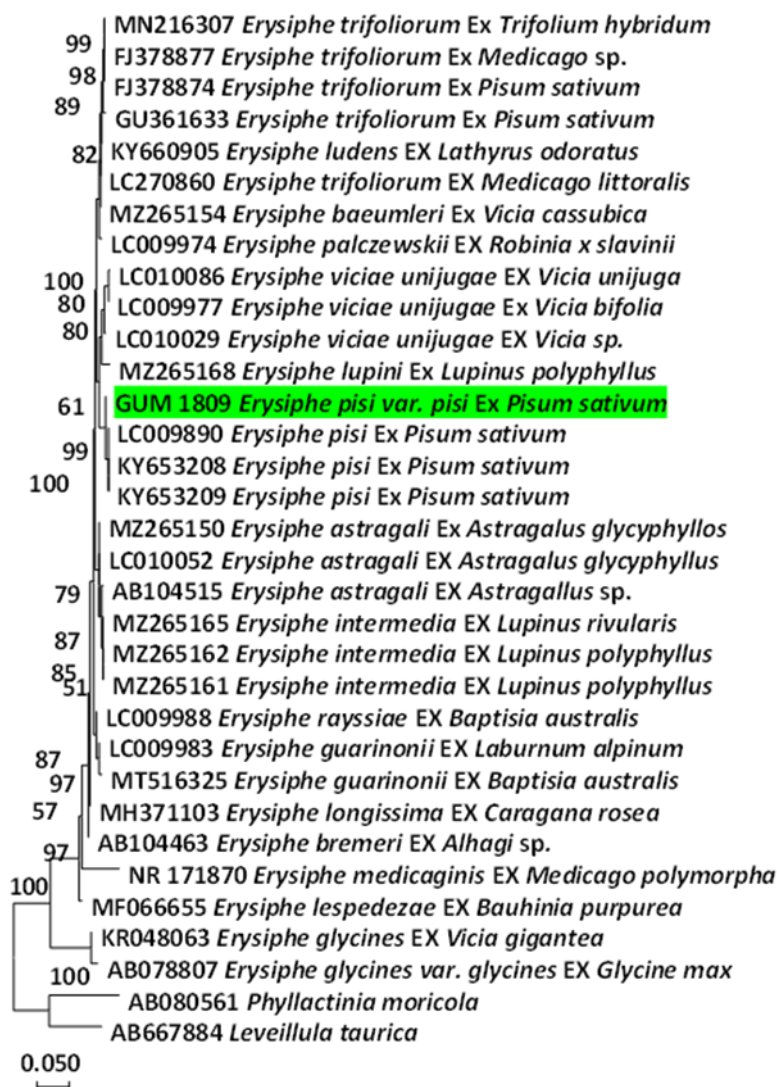


Figure 3: A minimum-evolution tree based on ITS data for 31 *Erysiphe* and two outgroup taxa. The evolutionary distances were computed using the Kimura 2-parameter method. All ambiguous positions were removed for each sequence pair (pairwise deletion option). The numbers above the branches represent branch support using 1000 bootstrap replications (Bootstrap values below 50% are not shown). Evolutionary analyses were conducted in MEGA11.

### Discussions

Powdery mildew of pea is an important air born disease in all around the world specially in climate condition with warm day and cool night.

The *E. pisi* also reported as *Erysiphe communis* auct. p.p. or *Erysiphe polygoni* auct. p.p. up to now. Braun suggested the powdery mildew on the *Pisum*, *Astragalus*, *Lathyrus*, *Lens*, *Lotus*, *Lupinus*, *Medicago*, *Melilotus*, *Phaseolus*, *Trifolium* and *Vicia* caused by *E. pisi* var. *pisi* and on the *Lathyrus* and *Ononis* caused by *E. pisi* var. *cruchetiana* (Braun, 1987).

So far *Erysiphe baeumleri* and *Erysiphe trifoliorum* were reported causing disease in Czech Republic and US Pacific Northwest (Ondřej et al., 2005; Attanayake et al., 2010). These three species can be identified by use of rDNA ITS sequences combined with morphological characteristics.

Appendages of chasmothecium in *E. pisi* are mycelium type and in *E. trifolii* and *E. baeumleri* are dichotomously branch type. The *Erysiphe trifoliorum* and the *E. baeumleri* can be differentiated by appendages



spread and colour (Braun, 1987, Glawe, 2008; Fondevilla & Rubiales, 2012; Seethapathy et al., 2022).

Much of the results presented in this work can apply to identify powdery mildews species on green pea with high precision by morphological and molecular biology study. However, similar to species characters determination that carried out by Braun (1985) and Schmidt & Braun (2020) the *Erysiphe pisi* is the main causing fungal species of green pea in Alborz province, Iran. Therefore the species of powdery mildew on green pea of this region of Iran is similar to those reports showed that *Erysiphe pisi* is the causal agent of powdery mildews on pea in Canada, Mexico and Pakistan (Beltrán-Peña et al., 2022; Nisar et al., 2006; Warkentin et al., 1996).

For accurate molecular study, it is essential to choose clean, fresh powdery mildew specimens when obtaining DNA since powdery mildews cannot be grown in vitro, are often contaminated by other microscopic fungi, and DNA decays rapidly upon drying.

According to Yeh et al., (2021) and Meeboon & Takamatus (2020) the ITS is the single available barcode for species identification in *Erysiphales*. The ITS gene region of fungal DNA found critical for both species and

intra-species molecular systematics determination by Seethapathy et al., (2022) and also with in this study. A sequence-based identification method is important for identifying powdery mildew species. But even in phylogenetic analyses for *E. pisi* there was high similarity between ITS sequences of related species. Chen & Kirschner (2018) and Yeh et al., (2021) also described the difficulty of separation of the related species only by rDNA ITS sequence and suggest to add the traditional combination of host occurrence and fungal morphology analysis.

This study revealed the merit of rDNA ITS sequence analysis for the precise identification of *E. pisi* along with the morphological studies.

#### Acknowledgement

The authors wish to thank the Seed and Plant Improvements Institute, Agricultural research, education and extension organization of Iran and the University of Guilan that provides facility for the conducting the experiments and the manuscript reviewer for their valuable suggestion.

#### References

- Attanayake, R. N., Glawe, D. A., McPhee, K. E., Dugan, F. M., & Chen, W. (2010). *Erysiphe trifolii*—a newly recognized powdery mildew pathogen of pea. *Plant pathology*, 59(4), 712-720.
- Beltrán-Peña, H., Solano-Báez, A. R., Leyva-Madrugal, K. Y., Tovar-Pedraza, J. M., Saucedo-Acosta, C. P., Lizárraga-Sánchez, G. J., & Mora-Romero, G. A. (2022). First report of powdery mildew caused by *Erysiphe pisi* on *Parkinsonia aculeata* in Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 1-1.
- Bradshaw, M., & Tobin, P. C. (2020). Sequencing herbarium specimens of a common detrimental plant disease (powdery mildew). *Phytopathology*, 110(7), 1248-1254.
- Braun, U. (1987). A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). *Beihefte zur Nova Hedwigia*, (89).
- Chen, K. L., & Kirschner, R. (2018). Fungi from leaves of lotus (*Nelumbo nucifera*). *Mycological Progress*, 17(1), 275-293.
- Cunnington, J. H., Takamatsu, S., Lawrie, A. C., & Pascoe, I. G. (2003). Molecular identification of anamorphic powdery mildews (*Erysiphales*). *Australasian Plant Pathology*, 32(3), 421-428.
- Fondevilla, S., & Rubiales, D. (2012). Powdery mildew control in pea. A review. *Agronomy for sustainable development*, 32(2), 401-409.
- Glawe, D. A. (2008). The powdery mildews: a review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 46, 27-51.
- Hirata, T., & Takamatsu, S. (1996). Nucleotide sequence diversity of rDNA internal transcribed spacers extracted from conidia and cleistothecia of several powdery mildew fungi. *Mycoscience*, 37(3), 283-288.
- Kraft, J. M., & Pflieger, F. L. (2001). *Compendium of pea diseases and pests* (No. Ed. 2). American Phytopathological Society (APS Press).
- Kumar, S., Stecher, G., & Tamura, K. (2016). MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution*, 33(7), 1870-1874.
- Maharjan, A., Bhatta, B., Acharya, R. P., GC, S., & Shrestha, S. (2015). Efficacy assessment of treatment methods against powdery mildew disease of pea (*Pisum sativum* L.) caused by *Erysiphe pisi* var. *pisi*. *World Journal of Agricultural Research*, 3(6), 185-191.



- Matsuda, Y., Sameshima, T., Moriura, N., Inoue, K., Nonomura, T., Kakutani, K., ... & Toyoda, H. (2005). Identification of individual powdery mildew fungi infecting leaves and direct detection of gene expression by single conidium polymerase chain reaction. *Phytopathology*, 95(10), 1137-1143.
- Meeboon, J., & Takamatsu, S. (2020). Hosts of asexual morph of *Erysiphe quercicola* from Thailand. *Tropical Plant Pathology*, 45(2), 122-135.
- Nisar, M. O. H. A. M. M. A. D., Ghafoor, A., Khan, M. R., & Qureshi, A. S. (2006). Screening of *Pisum sativum* L. germplasm against *Erysiphe pisi* Syd. *Acta Biol. Crac. Ser. Bot*, 48(2), 33-37.
- Ondrej, M., Dostalova, R. A. D. M. I. L. A., & Odstrcilová, L. (2005). Response of *Pisum sativum* germplasm resistant to *Erysiphe pisi* to inoculation with *Erysiphe baeumleri*, a new pathogen of pea. *PLANT PROTECTION SCIENCE-PRAGUE*, 41(3), 95.
- Seethapathy, P., Sankaralingam, S., Pandita, D., Pandita, A., Loganathan, K., Wani, S. H., & Elansary, H. O. (2022). Genetic Diversity Analysis based on the Virulence, Physiology and Regional Variability in Different Isolates of Powdery Mildew in Pea. *Journal of Fungi*, 8(8), 798.
- Schmidt, A., & Braun, U. (2020). Asexual morphs of powdery mildew species (Erysiphaceae)—new and supplementary morphological descriptions and illustrations. *Schlechtendalia*, 37, 30-79.
- Smith, P. H., Foster, E. M., Boyd, L. A., & Brown, J. K. M. (1996). The early development of *Erysiphe pisi* on *Pisum sativum* L. *Plant Pathology*, 45(2), 302-309.
- Warkentin, T. D., Rashid, K. Y., & Xue, A. G. (1996). Fungicidal control of powdery mildew in field pea. *Canadian journal of plant science*, 76(4), 933-935.
- Yeh, Y. W., Chou, P. Y., Hou, H. Y., & Kirschner, R. (2021). First records of powdery mildew fungi (Erysiphales) on medicinal plants in Taiwan. *Botanical studies*, 62(1), 1-12.



Geliş(Received) :11.10.2022

Kabul(Accepted) :19.12.2022

Research Article

Doi: 10.30708.mantar.1187667

## Identification of Fungi Associated with Different Pigeon Pea Seed Accessions from Iran

Simin Tahery ARDESTANI<sup>1\*</sup>, Ahmad Abbasi MOGHADAM<sup>2</sup>  
Mehrza AHMADI<sup>3</sup>, Zahra TALAEI<sup>4</sup>

\*Corresponding author: simintahery@ gmail.com

<sup>1\*</sup> Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Orcid ID: 0000-0002-9273-7901/ simintahery@ gmail.com

<sup>2</sup> Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Orcid ID: 0000-0001-5984-6455/ abasimoghadam@ gmail.com

<sup>3</sup> Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Orcid ID: 0000-0001-7333-9660/ ahmadimehrzad@ymail.com

<sup>4</sup> Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Orcid ID: 0000-0001-6656-4069/ Hengameh.talaei@ gmail.com

**Abstract:** A species of *Leguminosae* family is *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (Pigeon pea) is an herbaceous, annual, self-pollinated legume pulse crop. The pigeon pea is mainly cultivated in many countries of South Asia due to its nutritious quality and a good source of minerals and protein. Seeds are a common carrier of plant pathogens, which act as the primary source for the distribution of diseases. Contaminated seeds can often create defecated germination and poor seedling vigour. They lose viability much faster than non-contaminated seeds. A large number of mycoflora were reported to be associated with the pigeon pea seeds. To assess the seed health and quality of some pigeon pea accessions this experiment was conducted at the genetic department and national plant gene bank of Iran, seed, and plant improvement institute in 2021. In the experiment, a total of 52 accessions from the pigeon pea collection were used for laboratory tests. During this study different species of *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., and *Rhizopus* spp. were found along with germinating seed and seedlings of contaminated pigeon pea. The most identified species on the contaminated pigeon pea seeds were *Rhizopus* spp., with 50%, and the least were *Alternaria* spp. and *Aspergillus* spp., with 7.2%. The other species *Penicillium* spp., and *Fusarium* spp., were measured on 21.4% and 14.2% of the contaminated seeds respectively. On contaminated pigeon pea seeds, 20 to 100% reduction in seed germination has been measured. Paying attention to seed health is the fundamental strategy for the integrated management of the disease for durable crop production and seed conservation.

**Key words:** *Cajanus cajan*, *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp.

## İran'dan Farklı Güvercin Bezelye Tohumu Katılımları ile İlişkili Mantarların Tanımlanması

**Öz:** *Leguminosae* familyasının bir türü *Cajanus cajan* (L.) Millsp'dir. (Güvercin bezelyesi) otsu, yıllık, kendine tozlanan baklagil bitkisidir. Güvercin bezelyesi, besleyici kalitesi ve iyi bir mineral ve protein kaynağı nedeniyle esas olarak Güney Asya'nın birçok ülkesinde yetiştirilmektedir. Tohumlar, hastalıkların yayılması için birincil kaynak görevi gören bitki patojenlerinin ortak bir taşıyıcısıdır. Kirilenmiş tohumlar genellikle dışkılanmış çimlenme ve zayıf fide canlılığı yaratabilir. Kirilenmemiş tohumlardan çok daha hızlı canlılık kaybederler. Çok sayıda





mikofloranın güvercin bezelye tohumlarıyla ilişkili olduğu bildirildi. Bazı güvercin bezelye katılımlarının tohum sağlığını ve kalitesini değerlendirmek için, bu deney İran'ın genetik departmanı ve ulusal bitki gen bankası, tohum ve bitki geliştirme enstitüsünde 2021 yılında yapılmıştır. Denemede güvercinde toplam 52 katılımlı yapılmıştır. laboratuvar testleri için bezelye koleksiyonları kullanıldı. Bu çalışma sırasında *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. ve *Rhizopus* spp.'nin farklı türleri. kontamine güvercin bezelyesinin filizlenen tohumları ve fideleri ile birlikte bulundu. Kontamine güvercin bezelye tohumları üzerinde en fazla tespit edilen tür %50 ile *Rhizopus* spp., en az ise *Alternaria* spp. ve %7.2 ile *Aspergillus* spp. Diğer türler *Penicillium* spp. ve *Fusarium* spp., kontamine tohumların sırasıyla %21.4 ve %14.2'sinde ölçülmüştür. Kirlenmiş güvercin bezelye tohumlarında, tohum çimlenmesinde %20 ila %100 azalma ölçülmüştür. Tohum sağlığına dikkat etmek, sürdürülebilir mahsul üretimi ve tohumların korunması için hastalığın entegre yönetimi için temel stratejidir.

**Anahtar kelimeler:** *Cajanus cajan*, *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp.

### Introduction

Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh, 2n = 2x = 22) is the sixth most important leguminous crop in the world and an essential food crop in tropical and subtropical regions of the world. Pigeon pea is known as red gram, tur, or arhar. This is a multipurpose product cultivated mainly due to its edible seed, which is rich in protein (up to more than 31%) and essential amino acids such as leucine (16.148 g/kg), tyrosine (14.77 g/kg), and arginine (13.51 g/kg), also contain lipids (3.20%), soluble sugar (5.10%), starch (48.4%) and also crude fibre (8.2%), iron, sulphur, calcium, potassium, manganese, and water-soluble vitamin (Chaudhari et al., 2017; Ade-Omowaye. et al., 2015)

There are numbers of reports about fungi linked to pigeon peas during storage that deteriorated the quality of the seed. The quality and quantity of seeds, depend on seed health which is affected by various types of fungi called seed mycoflora or seed-borne fungi. Scientists found that pigeon pea seeds were contaminated by fungi during harvest, transport, processing, and under storage (Patil et al., 2012). There are reports about some fungi that could cause seed abortion, seed rot, seed necrosis, reduction or elimination of germination capacity, as well as seedling damage (Jalander and Gachande, 2011). Various seed borne fungi affect pigeon pea leading to drop in quality and amount of the seed. Texture, shape and color of the seed that indicate decline of seed health. Contaminated seeds can often create defecated germination and poor seedling vigour. They lose viability much faster than non-contaminated seeds.

To identify fungi associated with seed of pigeon pea accessions and for monitoring the pigeon pea collection seed health and quality this experiment was

conducted at the genetic department and national plant gene bank of Iran, seed, and plant improvement institute.

### Material and Methods

To assess the seed health and quality the accessions under regeneration from pigeon pea collection of the national plant gene bank of Iran during 2021 were selected. The isolation of the seed-borne fungi associated with the pigeon pea seed samples used the blotter paper method, 10 seeds per Petri plate, was surface sterilized for two minutes with 1% sodium hypochlorite solution followed by three subsequent washings in sterilized distilled water and non-surface sterilized seed, was placed at equal distance on three layers of properly moistened sterilized blotters. These plates were incubated at a temperature of 25±2 °C for 12 h in alternating cycles of light and darkness. The seeds were examined regularly for the growth of fungi (ISTA, 2022).

The fungi were purified on PDA (Potato Dextrose Agar) medium and were identified after seventh day. The Ogawa binocular compound microscope with a magnification of 10X, 40X and 100X. was utilized to determine fungus genera in each plate. The fungus genera were identified based on colony character, texture, color, and sporulation. The seed-borne fungi were identified using identification keys and cross-checked for each seed plate to identify the kind of fungus growing on each seed, Frequency of fungi isolates presence was calculated by applying the following formula: PF = (No. of seeds on which fungus appears / Total number of seeds) × 100. All data was then entered into a Microsoft Excel spreadsheet for analysis that



Frequency of fungi isolates species presence was calculated.

### Results

During this study regenerating accessions of Pigeon pea collection were studied at the genetic department and national plant gene bank of Iran, Seed and Plant Improvement Institute in 2021.

One of the key findings of this task Base on the blotter method study was that the most identified species on the contaminated pigeon pea seeds were *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., and *Rhizopus* spp. (fig 1). *Rhizopus* spp., with 50%, *Alternaria* spp. and *Aspergillus* spp., with 7.2%. the other species *Penicillium* spp., and *Fusarium* spp., were measured on 21.4% and 14.2% of the contaminated seeds respectively.

One of the most significant findings in the paper was a 20 to 100% reduction in seed germination that has been measured on contaminated pigeon pea seeds. The results of this analysis are summarized in table 1. There was not any infection on other accessions

### Discussions

Based on result of this project *Rhizopus* spp., *Alternaria* spp. and *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., and *Fusarium* spp., identified on the contaminated pigeon pea seeds. Kandhare (2014) demonstrated the following seed-borne fungi on pigeon pea seeds: *Aspergillus flavus*, *Drechslera tetramera*, *Aspergillus nidulans*, *A. niger*, *Curvularia lunata*, *Cladosporium* spp., *Chaetomium globosum*, *Colletotrichum truncatum* and *Rhizopus stolonifer*. Patil et al. (2012) denoted that appearing fungi on pigeon pea seeds were *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*,

*Chaetomium globosum*, *Cladosporium herbarum*, *Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium roseum*, *Macrophomina phaseolina*, *Penicillium notatum*, *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia solani* and *Rhizopus stolonifer*.

Some fungi on contaminated seeds have a great effect on germination. The major effect is related to *Rhizopus* spp, which prevents seed germination in many cases. Chaudhari et al., (2017) and Patil et al. (2012) warned seed borne fungi could be primarily affecting seed viability. This issue can be related to the production of mycotoxins produced by these fungi. Chaudhari et al., (2017) indicated that Seed borne fungi cause qualitative and quantitative losses during storage and adverse effect on seed quality by decreasing seed protein and lipid content.

Cauton should be taken with generalizing the findings to this report as the most identified species on the contaminated seed of pigeon pea is related to the collection location and the condition of the field for pigeon pea regeneration. It seems that attention to the type and collection origin of accessions in the future study could help to determine the fungi species that are most prevalent in contaminated seeds that after a series of investigations could lead us to the susceptibility of pigeon pea seed to that species of fungi. It could help to find and develop practices and provide conditions to restore better seed health.

### Acknowledgement

This work has been supported by the Seed and plant improvement Institute, Agricultural research, education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran.

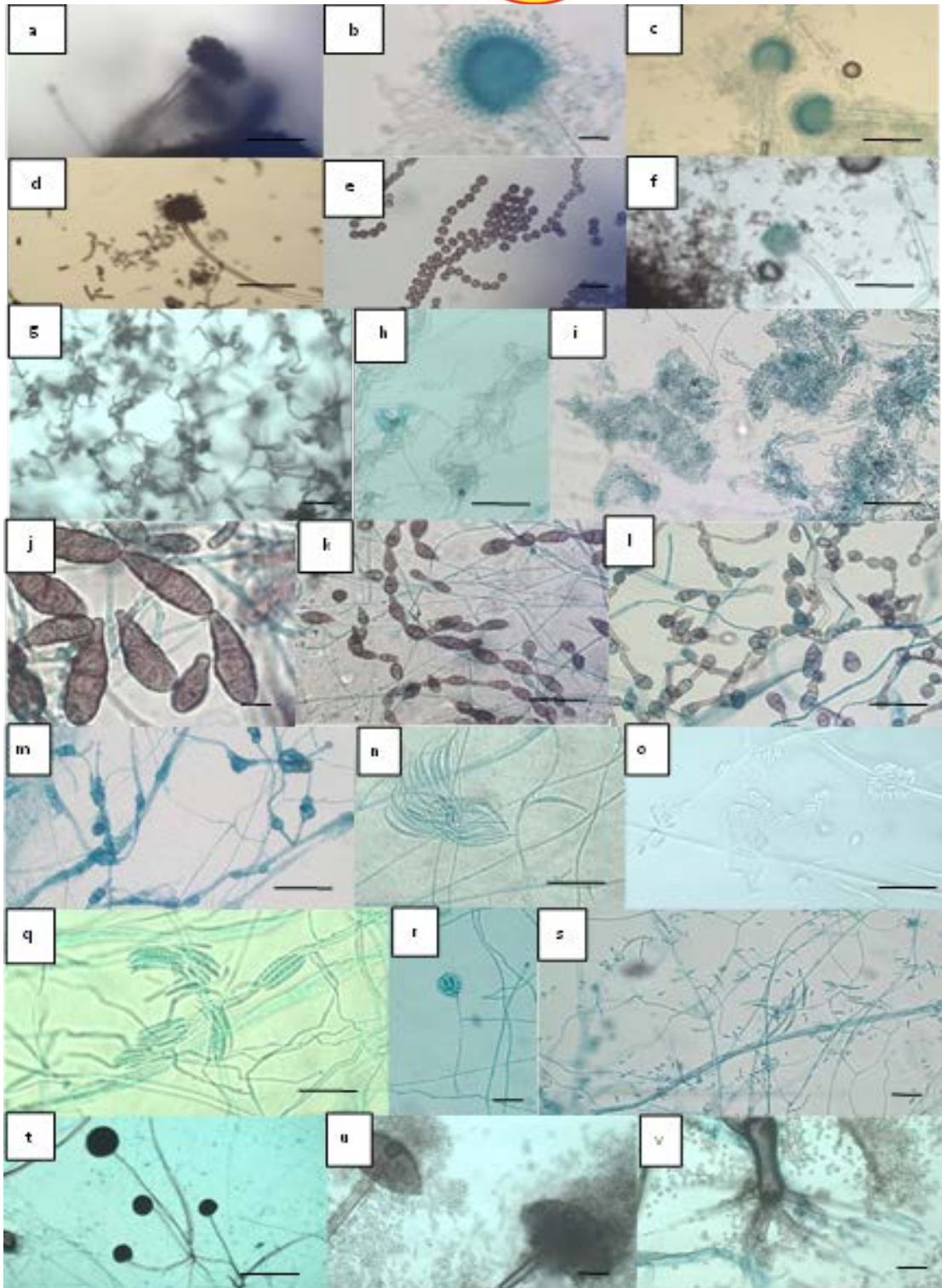


Figure 1. The identified fungi species on the contaminated pigeon pea seeds: a, b, c, d, e, f= *Aspergillus* spp.; g, h, i, = *Penicillium* spp.; j, k, l, = *Alternaria* spp.; m, n, o, q, r, s, = *Fusarium* spp.; t, u, v, = *Rhizopus* spp. Scale bar for a, c, d, f, h, i, k, l, m, n, o, q, t = 50  $\mu$ m; b, j, u, v = 20  $\mu$ m; g, r, s = 30  $\mu$ m



Table 1. % Germination and fungal genus identified on contaminated pigeon pea seeds

TN/no	% Germination	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.
69-00	80		+			
79-00	60			+		
73-00	0			+	+	
68-00	30			+	+	
72-00	0				+	
80-00	0				+	
63-80	0				+	
74-00	10		+	+	+	
83-00	40				+	
87-00	50		+	+	+	+
93-00	10	+			+	+
81-00	0				+	
91-00	0				+	
97-00	20				+	
100-00	0				+	
62-91	0			+	+	
62-100	0				+	
92-97	20	+				
62-81	0				+	
62-93	10		+	+	+	
62-87	50		+	+	+	+
62-83	40			+		

### References

- Ade-Omowaye, B. I. O., Tucker, G. A., & Smetanska, I. (2015). Nutritional potential of nine underexploited legumes in Southwest Nigeria. *International Food Research Journal*, 22(2), 798.
- Chaudhari, A., Sharma, H., Sharma, J. K., & Mulji, J. (2017). Seed borne fungal pathogens associated with pigeonpea seeds and their effect on seed quality parameters. *Indian Journal of Plant Protection*, 45(3), 293-296.
- ISTA (2022) Seed Health Testing Methods. International Rules for Seed Testing. *International Seed Testing Association*. Basserdorf, Switzerland
- Jalander, V., & Gachande, B. D. (2011). Seed-Borne Mycoflora of Different Varieties of Pigeonpea (*Cajanus Cajan* L. Millsp.). *BIOINFOLET-A Quarterly Journal of Life Sciences*, 8(2), 167-168.
- Kandhare, A. S. (2014). Different seed categories of pigeonpea and its seed mycoflora. *International Research Journal of Biological Sciences*, 3(7), 74-75.
- Patil, D. P., Pawar, P. V., & Muley, S. M. (2012). Mycoflora associated with pigeon pea and chickpea. *International Multidisciplinary Research Journal*, 2(6).



Geliş(Received) :16.10.2022  
Kabul(Accepted) :19.12.2022

Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1190067

## Study on Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* Based on Vegetative Compatibility Groups and Races in Five Provinces of Iran

Nazyar ZANDYAVARI<sup>1\*</sup>, Hossein BAYAT<sup>2</sup>, Nader HASANZADEH<sup>1</sup>

\*Corresponding author: nazyar.zandyavari@srbiau.ac.ir

<sup>1</sup>Department of Plant Pathology, College of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
Orcid ID: 0000-0001-5565-4341/ nazyarzandyavari66@yahoo.com  
Orcid ID: 0000-0003-4168- 1001/ hasanzadehr@yahoo.com

<sup>2</sup>Ornamental plants research center (OPRC), Horticulture Sciences Research Institute (HSRI), Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO) - Mahallat-Iran  
Orcid ID: 0000-0002-8771- 780x/ Bayat\_new@yahoo.com

**Abstract:** *Fusarium* wilt of carnation caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* (Fod) W.C.Snyder & H.N. Hensen, is the most important fungal disease in all main carnation growing regions of Iran. In 2020, sampling of infected plants was randomly carried out from carnation greenhouses in five provinces located in the North (Gilan, Golestan, and Mazandaran) and Middle (Tehran and Markazi) of Iran. Eighty-eight fungal isolates were identified as Fod by morphological characters (based on Nelson's key identification), molecular method (PCR amplified of ITS region), and pathogenicity tests (according to the root dipping on sensitive cv. Rendezvous). In order to investigate on biodiversity of Iranian Fod isolates based on Vegetative Compatibility Groups (VCGs) and races, 70 isolates were randomly selected. These isolates were compared with eight Fod isolates from the collection of Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali (Di.Va.P.R.A) Patologia vegetale, Italy; which were used as references for races and VCGs. For DNA amplifying, primers R 1.8, R 2.1, and R 4.2 were employed. Amplified fragments of 295 bp and 564 bp were identified to race 1 (or 8; because these primers applied are not able to discriminate between the races), and race 2 (or 5 or 6), respectively. Furthermore, two VCG 0021 and VCG 0022 were identified amongst the Iranian *Fod* isolates. The relationship between the races and VCGs demonstrated that all race 1 (23 isolates) were categorized in VCG 0022, and race 2 (44 isolates) were grouped in VCG 0021. In addition, three isolates did not produce any amplification.

**Key words:** Carnation, *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*, Vegetative Compatibility Groups, Races, Iran

### İran'ın Beş İlinde Farklı *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* Mantar Türleri Üzerinde Grup ve Irkların Vejetatif Uyumluluğuna Dayalı Bir Araştırma

**Öz:** *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* nin neden olduğu karanfil *Fusarium* solgunluğu (Fod) W.C.Snyder & H.N. Hensen, İran'ın tüm ana karanfil yetiştirme bölgelerindeki en önemli mantar hastalığıdır. 2019 yılında, İran'ın beş kuzey (Gilan, Golestan ve Mazandaran) ve orta (Tahran ve Orta) vilayetlerindeki karanfil seralarından enfekteli bitki örnekleme rastgele yapıldı. Morfolojik özelliklere göre 88 mantar izolatı Fod olarak tanımlandı (Nelson'in anahtar tanımlamasına göre), Moleküler yöntem (ITS bölgesinden amplifiye edilmiş PCR), ve patojenite testleri (hassas Randzo çeşidinde köklerin patojen süspansiyonuna daldırılması yöntemine dayalıdır) İranın gıda izolatlarının biyolojik çeşitliliğini araştırmak için, uyumluluk gruplar (VCG'ler) ve ırklara göre, 70 izolat rastgele seçildi. Bu izolatlar, Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali (Di.Va.P.R.A) Patologia vegetale koleksiyonundan sekiz Fod izolatı ile karşılaştırıldı. İtalya; ırklar ve VCG'ler için referans olarak kullanılmıştır. DNA amplifikasyonu için R 1.8, R 2.1 ve R 4.2 primerleri kullanıldı. Sırasıyla ırk 1 (veya 8) için 295 bp ve 564 bp'lik amplifiye fragmanlar tanımlandı. (çünkü uygulanan bu primerler ırkları ayırt edemez) ve sırasıyla ırk 2 veya 5 veya 6. Ayrıca İran gıda izolatları arasında VCG 0021 ve VCG 0022 tespit edilmiştir. Irklar ve VCG'ler



arasındaki ilişki, tüm ırk 1'in (23 izolat) VCG 0022'de sınıflandırıldığını gösterdi ve ırk 2 (44 izolat) VCG 0021'de gruplandırılmıştır. Ayrıca üç izolat herhangi bir amplifikasyon üretmedi.

**Anahtar kelimeler:** Karanfil, *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*, Bitkisel Uyumluluk Grupları, ırklar, İran

## Introduction

*Dianthus caryophyllus*, which is known as the carnation is a perennial ornamental plant that belongs to the *Caryophyllaceae* family. *Fusarium* vascular wilt, which is one of the most important soil-borne fungal diseases, is caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *dianthi* (Fod) (Prill. & Delacr) W.C. Snyder & H.N. Hans. This disease is a major limiting factor in Iran and around the whole world in culturing this ornamental flower (Quirico Migheli, Briatore, & Garibaldi, 1998). Since 1975, when this disease was reported for the first time, many studies have been conducted to identify the races and Vegetative Compatibility Groups (VCGs) of this pathogen in different countries (Baayen, Van Dreven, Krijger, & Waalwijk, 1997); (Cabanás, Valverde-Corredor, & Pérez-Artés, 2012); (Manicom, Bar-Joseph, Kotze, & Becker, 1990); (Basallote-Ureba et al., 2016); (Baayen et al., 1997); (Zandyavari, Zadeh, & Zarrinnia, 2013); (Cer, Benlioglu, & Egerci, 2022). Researches confirm that there are eight different races of this pathogen. Although two other races called, 3 or 7 have been identified for the pathogen; so far they have not been officially accepted and approved (Aloi & Baayen, 1993). In 1979, race 3 (or 7) was identified for *F. oxysporum* var. *redolens* rather than species, but later this race was reported for *F. oxysporum* var. *dianthi* (Basallote-Ureba et al., 2016); (Baayen et al., 1997). Therefore, sometimes it is still not completely clear that the species under investigation *Fusarium* belongs to *F. oxysporum* var. *redolens* or *F. oxysporum* var. *dianthi* (Baayen et al., 1997). The morphological study conducted by Baayen and Gomes in 1988 showed that both species are identical and all isolates being collected from carnation, should be introduced as *F. oxysporum* f.sp. *dianthi* (Canizares, Gomez-Lama, García-Pedrajas, & Perez-Artes, 2015);. Nevertheless, the studies done in 1995 and 1996 by some researchers on the ITS region of the ribosomal DNA (rDNA) demonstrated that these two species are different and both can be pathogenic for carnation (Jawaharlal, Ganga, Padmadevi, Jegadeeswari, & Karthikeyan, 2009); (Canizares et al., 2015; Jawaharlal et al., 2009).

For the first time in 1989, five VCGs for Fod were identified and now two groups of them are considered for

*F. oxysporum* f.sp. *redolens* (Mishra, Mukhopadhyay, & Singh, 2012). However, in 1993, Aloi and Baayen announced that each of the races identified for Fod belongs to a specific Vegetative Compatibility Groups (Aloi & Baayen, 1993). Using total DNA in the RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms) method with probes developed from Fod displayed that the isolates belonging to the same VCGs are genetically homogeneous (Zandyavari et al., 2013). Similar results in the research conducted with RAPD method and chromosome electrophoresis confirm this issue (Manicom et al., 1990); (García-Núñez et al., 2017); (Q Migheli, Briatore, Andrina, & Garibaldi, 1997).

The present study was undertaken to present genetic diversity in Iranian *F. oxysporum* f.sp. *dianthi* isolates based on identification of VCGs and races in five provinces of Iran.

## Material and Methods

### Pathogen isolates

All 90 isolates being collected for this study are listed in Table 1. These isolates were collected from five provinces located in the North (Gilan, Golestan, and Mazandaran) and Middle (Tehran and Markazi) of Iran during 2020- 2021.

From each greenhouse 5 - 8 plants with wilt symptoms ranging from chlorosis, and yellows to deformation were pulled out of the soil randomly and separately put in paper bags and transferred to the laboratory in a short time. In the laboratory, the samples were disinfected with sodium hypochlorite solution (containing 1% (V/V), cut into 0.5- 1 cm cross sections, and transferred to Nash & Snyder (Prados-Ligero, Basallote-Ureba, López-Herrera, & Melero-Vara, 2007); (Zandyavari et al., 2013) selective media for a week. In order to purify, the single-spore method was used; then the purified isolates were cultured on Carnation Leaf Agar (CLA) media to produce chlamydo spores.

The microconidia, macroconidia, and chlamydo spores were considered keys to identifying morphological recognition Fod isolates according to Nelson et al., method (Nelson, Toussoun, & Marasas, 1983).



Table 1. Isolates of Fod from different carnation growing areas in five provinces of Iran Isolates

	PROVINCES	YEAR	VCGS	RACES
01	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
02	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
03	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
04	Tehran	2020	0022	1 (or 8)
05	Tehran	2020	0022	1 (or 8)
06	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
07	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
08	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
09	Tehran	2020	No Fusarium	-
10	Tehran	2020	0022	1 (or 8)
11	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
12	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
13	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
14	Tehran	2020	No identify	No identify
15	Tehran	2020	0022	1 (or 8)
16	Tehran	2020	0022	1 (or 8)
17	Tehran	2020	0022	1 (or 8)
18	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
19	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
20	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
21	Tehran	2020	0022	1 (or 8)
22	Tehran	2020	0021	2 (5 or 6)
23	Tehran	2020	SC <sup>+</sup>	-
24	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
25	Markazi	2020	0022	1 (or 8)
26	Markazi	2020	0022	1 (or 8)



27	Markazi	2020	No identify	No identify
28	Markazi	2020	SC	-
29	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
30	Markazi	2020	NP*	-
31	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
32	Markazi	2020	0022	1 (or 8)
33	Markazi	2020	0022	1 (or 8)
34	Markazi	2020	SC	-
35	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
36	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
37	Markazi	2020	0022	1 (or 8)
38	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
39	Markazi	2020	0022	1 (or 8)
40	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
41	Markazi	2020	NP	-
42	Markazi	2020	SC	-
43	Markazi	2020	0021	2 (5 or 6)
44	Markazi	2020	NP	-
45	Markazi	2020	0022	1 (or 8)
46	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)
47	Gilan	2021	0022	1 (or 8)
48	Gilan	2021	0022	1 (or 8)
49	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)
50	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)
51	Gilan	2021	No identify	No identify
52	Gilan	2021	0022	1 (or 8)
53	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)





54	Gilan	2021	NP	-
55	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)
56	Gilan	2021	SC	-
57	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)
58	Gilan	2021	SC	-
59	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)
60	Gilan	2021	0021	2 (5 or 6)
61	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
62	Golestan	2021	0022	1 (or 8)
63	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
64	Golestan	2021	No Fusarium	-
65	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
66	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
67	Golestan	2021	0022	1 (or 8)
68	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
69	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
70	Golestan	2021	0022	1 (or 8)
71	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
72	Golestan	2021	SC	-
73	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
74	Golestan	2021	SC	-
75	Golestan	2021	0021	2 (5 or 6)
76	Mazandaran	2021	0021	2 (5 or 6)
77	Mazandaran	2021	0022	1 (or 8)
78	Mazandaran	2021	0021	2 (5 or 6)
79	Mazandaran	2021	0022	1 (or 8)
80	Mazandaran	2021	0021	2 (5 or 6)



81	Mazandaran	2021	SC	-
82	Mazandaran	2021	0021	2 (5 or 6)
83	Mazandaran	2021	NP	-
84	Mazandaran	2021	0021	2 (5 or 6)
85	Mazandaran	2021	SC	-
86	Mazandaran	2021	SC	-
87	Mazandaran	2021	0022	1 (or 8)
88	Mazandaran	2021	NP	-
89	Mazandaran	2021	0021	2 (5 or 6)
90	Mazandaran	2021	SC	-

\*SC: self-Compatible \*NP: Non- Pathogen

#### Pathogenicity assay

Cv. Rendezvous cuttings show high susceptibility to *Fusarium* wilt; so they were selected to do this test according to the method of Cabanás et al., 2012 with some modifications (Cabanás et al., 2012). The purified fungal colonies were planted on PDA (Potato Dextrose Agar) and incubated for five days at 25°C to obtain the inoculum. Each inoculum was diluted in sterile distilled water to give suspensions of 10<sup>6</sup> CFU.ML<sup>-1</sup>. The root dipping method was used to incubate carnation cuttings. Inoculated cuttings were cultured in pots containing sterilized soil with a mixture of peat: silt: sand (1:2:2 by volume). Then, plants were maintained at room temperature and 50- 60 % relative humidity. Three replicates were measured for each isolate. Some no inoculated plants were planted as control plants. *Fusarium* wilt symptoms were evaluated every five days for 120 days using the scale: 0 = no symptoms; 1= chlorosis or wilt showed to basal leaves; 2= chlorosis or wilt extending beyond the basal leaves; 3= chlorosis and wilt of one-third to half of the plant; 4= chlorosis and/or wilt symptoms reaching the upper part of the plant, and 5= dead plant (Cabanás et al., 2012).

#### Identification of Pathogen

Total DNA for pathogen isolates was extracted based on the CTAB method (Turaki et al., 2017). In order to PCR method 17.5µl ddH<sub>2</sub>O, 2.5µl PCR buffer 10X, 0.75µl MgCl<sub>2</sub> (50Mm), 0.5µl dNTPs mix (10Mm), 0.3µl Taq DNA polymerase 5 unit/µl, 2µl DNA, 0.5µl ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') and 0.5µl ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') were used in this experiment part (Baayen et al., 1997). PCRs were performed in a Bio-Rad thermal cycler as per the following

program: initial denaturation at 94 °C for 3 min, 40 cycles at 94 °C for 1 min, 55 °C for 45 s, and 72 °C for 1 min, and the final extension at 72 °C for 2 min. PCR products were purified by polyethylene glycol and printed on 1.2% agarose gel which demonstrated these isolates vicinity 600bp were *Fusarium* spp. (Baayen et al., 1997).

#### Vegetative Compatibility Groups (VCGs)

Vegetative compatibility Groups tests were performed for Fod isolates, which were selected randomly for the investigation, according to previously described methods with nit1, nit3, and/or Nit M mutants of the isolates (Puhalla, 1985); (Correll, 1991); (Aloi & Baayen, 1993); (Zandyavari et al., 2013).

#### A) Obtaining mutants

Potato Dextrose Chlorate (PDC) and Minimal Media Chlorate (MMC) with 20- 40 gr KClO<sub>3</sub> were used to obtain nit mutants. Then phenotypic classification of nit mutants was identified according to Correll et al., by using different nitrogen media including Nitrate medium, ammonium medium, nitrite medium, uric acid medium, and hypoxanthine medium. The mutants were classified into three various classes based on their mode of growth on the mentioned media (Correll, 1991).

#### B) Self- compatibility test

All identified mutants of the isolates were evaluated by self-compatibility test. Almost 1-2 mm<sup>2</sup> block of Nit M from each isolate was placed in the center of a Petri dish containing MM (Minimal Media) and several blocks of nit1 and nit3 cultures from the same isolate were transferred at a distance of 2-4 cm from Nit M. Then the plates were maintained at 25°C for a couple of weeks. The growth of aerial mycelium between Nit M and nit1 and nit3 was considered an indicator of Vegetative Self-Compatibility.



The absence of aerial mycelium, however, was identified as Vegetative Incompatibility, and such isolates were discarded (Mishra et al., 2012); (Puhalla, 1985); (Zandyavari et al., 2013).

### C) Determination of vegetative compatibility groups

Nit M of each self-compatibilities isolate was paired with one nit1 or nit3 from other isolates on MM in all possible combinations and was kept at 25°C for two weeks. The growth of a stable heterokaryon and the appearance of wild type in the space area of two nits of isolates a positive result in the compatibility of two contacting isolates and therefore, both isolates belong to one VCG group.

After VCGs determination in Iranian *Fod* isolates; they paired with nits of different VCGs obtained from the culture collection of Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali (Di.Va.P.R.A) Patologia vegetale, Italy as tester isolates (Zandyavari et al., 2013).

### Determination of races

The isolates were used for further molecular characterization by comparison with eight *Fod* isolates from the culture collection of Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali (Di.Va.P.R.A) Patologia vegetale, Italy which were considered as the reference for races 1, 2, 4 and 8. In order to do this experiment, Chiocchetti et al., 1999 method was applied to identify *Fod* races by PCR amplification of transposon insertions (Chiocchetti et al., 1999).

### PCR reaction

1 to 5 µl template DNA was amplified in a solution containing 10 mM Tris-HCl (pH 8.8), 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 50 mM KCl, 0.1% Triton X-100, 0.01% (wt/vol) gelatin with the addition of 200 µM each nucleotide, 0.5 µM each primer R2.1 (Race specificity 2) (5'-CTTGTCTCTCGATTTCTGTCTCACG-3'), R4.2 (Race specificity 4) (5'-GGTGATTGGAGGAGGAATACC-3'), and R8.1 (Race specificity 1 or 8) (5'-CGATGAAGTCGGTTTGCATT-3'), and 0.5 µl of crude recombinant Taq polymerase prepared (Chiocchetti et al., 1999).

PCR reactions were performed according to Chiocchetti et al. method with a thermal cycler (Bio-Rad) programmed as follows: one cycle at 94°C for 5 min, followed by 35 cycles, each consisting of a denaturation step at 94°C for 30 s; an extension stage at 72°C for 60 s; and annealing temperatures decreasing during the first 10 cycles from 60 to 55°C for 30 s according to Chiocchetti et al. (1999). After amplification, the reaction mixture was loaded on a 1.2% agarose gel, separated by electrophoresis, and photographed under UV light with the Gel Doc (Bio-Rad). Amplification experiments were repeated three times (Chiocchetti et al., 1999).

## Results

### Morphological identification

Macro conidia, which have three or four septate walls, are produced on a specialized structure named sprodochia; microconidia with no or one septate wall are produced on the aerial mycelium, and resistant structures called chlamydospores that formed on the middle or terminal part of the hyphae, are the main factor to identify *Fusarium oxysporum* (Figure 1).

### Pathogenicity assay

At 28 days after incubation, the first symptoms of *Fusarium* wilt appeared in some cuttings. The observed differences were not significant in symptom types, while the isolates (various races) varied in the rate and severity of pathogenicity. Since six isolates could not demonstrate the disease on plants after four months, they were discarded from future steps of the study. Eighty- four isolates, which caused the death of carnations, were identified as pathogenic isolates. All these pathogenic isolates were within four months. The control plants, which were uninoculated, remained healthy throughout the pathogenicity period (Figure 2).

### Identification of pathogen

In this study, the ITS region of rDNA was amplified using genus- specific ITS1 and ITS4 primers. The ITS PCR has assisted to detect polymorphism at the ITS region of rDNA among the *Fusarium* isolates. These results demonstrated that 82 of 84 Iranian *Fusarium* isolates showed a vicinity 600 bp on 1.2% agarose gel and were considered *Fusarium oxysporum* (Fo) (Figure 3). Two isolates belonging to Tehran and Golestan (one isolate from each province) were not *F.oxysporum*. Therefore, they were omitted from the investigation.

Eighty- two isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* which was confirmed in molecular tests were cultured on PDC and MMC media. The total number of sectors was 789 and 541 on MMC and PDC media, respectively. Furthermore, 136 and 48 Chlorate Resistant utilizing Nitrate (crn) that were able to grow wild type on MMC and PDC were deleted from the next study's steps. Most of the mutants were formed on a culture medium with 4% chlorate.

Five different nitrogen resources were used to identify nit mutants' phenotypic classes. The frequencies of Nit M, nit1, and nit3 phenotypes on PDC were 9.4%, 63.2%, and 9.4%, respectively while those frequencies on MMC were 13.7 %, 54.2 %, and 14.9 % respectively (Table 2). Comparing the number of mutants obtained on both chlorate mediums shows that the highest number of mutants were formed on MMC culture medium.

Twelve pathogenic isolates were self-incompatible, so, were ignored in the determination of VCGs test. Therefore, VCGs test was done for all 70 Iranian *Fod* isolates.

Two groups were obtained by pairing representative nit mutants from seventy Iranian *Fod* isolates in all combinations. The competition between Iranian isolates and Italian references isolates from the



collection of Di.Va.P.R.A Italy, expressed that *Fod* isolates from Iran belonged to VCG0021 and VCG 0022. Within the two VCGs, the biggest group (VCG 0021)

contained 44 members and VCG 0022 contained 23 members, respectively (Table 1).

**Table 2. Frequency and phenotype of nit mutants recovered from PDC and MMC media**

Media	No. of Sectors	No. of Nit	Percentage of Nit	Nits' Classes		
				Nit1	Nit3	NitM
MMC	789	653	82.8%	54.2%	14.9%	13.7%
PDC	541	496	91.7%	63.2%	19.1%	9.4%

The results from the present study reveal that there was no wide genetic diversity in mentioned areas in Iran. Moreover, the correlation between provinces and VCGs was not observed because the two mentioned groups were observed in all five provinces (Table 1). Three isolates did not match with any isolates; therefore, they were not grouped in these VCGs (Table 1).

#### Determination of races

DNA was amplified using primers R4.2, R8.1, and R2.1 as described to the determination of races 4, 2 (5 or 6), and 8 (or 1). Amplified fragments of 295 bp and 564 bp corresponded to races 1 (or 8) and race 2, respectively. Since the primers used do not allow discrimination between these two near- isogenic races, therefore, the isogenic races were reported together. 44 and 23 isolates belonged to race 2 (5 or 6) and race 1 (or 8), respectively. None of the tested isolates belonged to race 4 (Figure 4). Three isolates, which were collected from Tehran, Markazi, and Gilan (one isolate from each region), did not generate any amplification by using the tested primers and did not group in the mentioned VCGs (Table 1).

As a noticeable point, the pathogenicity symptoms caused by races 2 and 8 were different. Race 2 caused wilting symptoms on carnation cuttings after 28 days and caused complete plant death within 2 months. The symptoms of race 2 isolates mostly started as yellowing and wilting in the basal leaves of the plant and ended with the death of the plant. However, the isolates of race 8 caused the complete death of the plant within 4 months. Their symptoms first appeared on the plant after 40 days. The rate of yellowing and wilting in this race was lower than in race 2.

Furthermore, examining the isolates grouped in VCG and determining races showed that all isolates placed in VCG 0021 were race 2 (5 or 6) and all isolates belonging to VCG 0021 were race 1 (or 8). This result displays that different races have various characteristics that separate their VCG groups.

#### Discussion

In 2012, Cabanás et al., announced some isolates of *Fod* could show the *Fusarium* wilt on carnation in a pathogenicity test. In the experiment conducted by them, the symptoms caused by races 2, 8, and 4 were different. Although some isolates have been identified as *Fod* in RAPD molecular tests, they did not cause visible symptoms on the cuttings (Cabanás et al., 2012). In addition, in our study, the different races demonstrated different rate and severity of pathogenicity. In some other investigations, the different symptoms of *Fusarium* wilt between various races or isolates (without identification of races) have been reported (Basallote-Ureba et al., 2016); (Zhu et al., 2020); (Liu, Ji, Zhang, Wang, & Liu, 2020).

The result of *Fod* molecular identification in our study was in accordance with some previous studies. (Baayen et al., 1997) studied the identification and genetic diversity in *F.oxysporum* f.sp. *dianthi* and *F. redolens* f.sp. *dianthi* isolates in 1997 (Baayen et al., 1997), and reported *Fod* isolates showed approximately 600 bp on 1.2% agarose gel. In addition, Manicom et al., and Cabanás et al., reported this pathogen isolates displayed 550- 587 bp in molecular tests based on ITS regions (Manicom et al., 1990); (Chiocchetti et al., 1999); (Cabanás et al., 2012).

Some researchers believed that identification and classification of VCGs and races of *Fod* isolates are difficult due to the similarity of its characteristics with *F. redolens* f.sp. *dianthi* (Frd) (R. Baayen et al., 2000); (Bogale, Wingfield, Wingfield, & Steenkamp, 2007); (García-Núñez et al., 2017); (Nelson et al., 1983); (Quirico Migheli et al., 1998). Nevertheless, Waalwijk and Baayen in 1995 and Waalwijk et al., in 1996 showed that these two species were not even sisters and could be distinguished according to sequence differences in the ITS2 region of the rDNA (Waalwijk, de Koning, Baayen, & Gams, 1996). In their research, it was found that using the ITS index, it was found that six VCGs are related to *Fod* and four VCGs are related to *Frd*, and no similarity was observed among the members of those groups (Baayen et al., 1997). Therefore, since all the isolates collected for our research (except for three isolates) were grouped in



two relatively large groups in terms of race and VCG, it can be concluded that perhaps the Frd population in these areas was investigated, is very few or do not exist at all. However, according to the three mentioned isolates, it is not possible to declare the absence of Frd certainty.

In this study, we focused on the determination of VCGs and races in five three northern (Gilan, Golestan, and Mazandaran) and two central (Tehran and Markazi) provinces of Iran. In this research, it was found that there are VCGs 0021 and 0021 in Tehran, Gilan, Markazi, Golestan, and Mazandaran provinces. These VCGs are the groups that have been identified in almost every part of the world. In other studies, these groups have been announced in several countries of the world (Quirico Migheli et al., 1998); (R. Baayen et al., 2000); (Zandyavari et al., 2013); (Q Migheli et al., 1997); (Cabanás et al., 2012). However, in some countries and regions, VCG 0020 has also been reported (Quirico Migheli et al., 1998). In a previous study about Iran published in 2013 (Zandyavari et al., 2013), the 0020 group was also reported. Perhaps the absence of VCG 0020 in the recent study is because the investigated areas were more limited or because the genetic diversity of this pathogen has decreased in these areas due to the lack of import of new cuttings from other countries. Nevertheless, VCG 0021 is still the biggest group in Iran.

In these five regions, the largest population of races is related to race 2 (44 isolates) and the lowest population is related to race 8 (23 isolates). Race 2 is a race that has been reported everywhere in the world and always accounts for the largest population. This race can cause disease in different cultivars of cloves such as Pallas (R. Baayen et al., 2000); (Cabanás et al., 2012); (Q Migheli et al., 1997).

Since Europe is the center of *Dianthus caryophyllus* breeding, it is most likely the origin of VCG

0021 and race 2. In addition, because Europe is the exporter of this ornamental flower to the world, this race and VCG have been imported from Europe to other countries that produce this flower. Some VCGs, such as VCG 0028, which includes race 9, and the importance of its pathogenicity and spread are similar to VCG 0021 and race 2; only have been reported from Australia (Zandyavari et al., 2013); (Cabanás et al., 2012); (Bogale et al., 2007); (R. P. Baayen et al., 2000); (García-Núñez et al., 2017). Researchers believe that the origin of this VCG and breed in Australia may be from an unknown source or may have been affected by unknown mutations after being imported from Europe to Australia (García-Núñez et al., 2017); (Aloi & Baayen, 1993).

Since, according to reports, the Italian Flower Riviera has been grown traditionally in the province of Liguria, Italy, and sent to other regions and countries; some researchers believe that the origin of VCG 0022 and races 1 and 8 is from this region (Aloi & Baayen, 1993); (Waalwijk et al., 1996); (Prados-Ligero et al., 2007).

Moreover, although race 4 and VCG 0020 have been reported several times from some countries such as Spain, Italy, and Israel, a group of researchers attributes its origin to carnation-grown areas in America (Aloi & Baayen, 1993); (García-Núñez et al., 2017); (Locke, Marois, & Papavizas, 1985); (Waalwijk et al., 1996); (Cabanás et al., 2012).

#### Acknowledgment

The authors are thankful to Department of Plant Pathology, College of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran for providing and supporting necessary facilities to complete the research.

#### References

- Aloi, C., & Baayen, R. (1993). Examination of the relationships between vegetative compatibility groups and races in *Fusarium oxysporum* f. sp. dianthi. *Plant Pathology*, 42(6), 839-850.
- Baayen, R., Van den Boogert, P., Bonants, P., Poll, J., Blok, W., & Waalwijk, C. (2000). *Fusarium redolens* f. sp. asparagi, causal agent of asparagus root rot, crown rot and spear rot. *European Journal of Plant Pathology*, 106(9), 907-912.
- Baayen, R., Van Dreven, F., Krijger, M., & Waalwijk, C. (1997). Genetic diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. dianthi and *Fusarium redolens* f. sp. dianthi. *European Journal of Plant Pathology*, 103(5), 395-408.
- Baayen, R. P., O'Donnell, K., Bonants, P. J., Cigelnik, E., Kroon, L. P., Roebroeck, E. J., & Waalwijk, C. (2000). Gene genealogies and AFLP analyses in the *Fusarium oxysporum* complex identify monophyletic and nonmonophyletic formae speciales causing wilt and rot disease. *Phytopathology*, 90(8), 891-900.
- Basallote-Ureba, M. J., Vela-Delgado, M. D., Capote, N., Melero-Vara, J. M., López-Herrera, C., Prados-Ligero, A. M., & Talavera-Rubia, M. (2016). Control of *Fusarium* wilt of carnation using organic amendments combined with soil solarization, and report of associated *Fusarium* species in southern Spain. *Crop Protection*, 89, 184-192.
- Bogale, M., Wingfield, B. D., Wingfield, M. J., & Steenkamp, E. T. (2007). Species-specific primers for *Fusarium redolens* and a PCR-RFLP technique to distinguish among three clades of *Fusarium oxysporum*. *FEMS Microbiology Letters*, 271(1), 27-32.



- Cabanás, C. G.-L., Valverde-Corredor, A., & Pérez-Artés, E. (2012). Molecular analysis of Spanish populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* demonstrates a high genetic diversity and identifies virulence groups in races 1 and 2 of the pathogen. *European Journal of Plant Pathology*, 132(4), 561-576.
- Canizares, M., Gomez-Lama, C., García-Pedrajas, M., & Perez-Artes, E. (2015). Study of phylogenetic relationships among *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* isolates: confirmation of intrarace diversity and development of a practical tool for simple population analyses. *Plant Disease*, 99(6), 780-787.
- Cer, C., Benlioglu, S., & Egerci, Y. (2022). The molecular detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* races in protected carnation growing areas in western Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(2), 231-242.
- Chiocchetti, A., Bernardo, I., Daboussi, M.-J., Garibaldi, A., Gullino, M. L., Langin, T., & Migheli, Q. (1999). Detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in carnation tissue by PCR amplification of transposon insertions. *Phytopathology*, 89(12), 1169-1175.
- Correll, J. C. (1991). The relationship between formae speciales, races, and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology*, 81(9), 1061-1064.
- García-Núñez, H. G., Martínez-Campos, Á. R., Hermosa-Prieto, M. R., Monte-Vázquez, E., Aguilar-Ortigoza, C. J., & González-Esquivel, C. E. (2017). Morphological and molecular characterization of native isolates of *Trichoderma* and its potential biocontrol against *Phytophthora infestans*. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(1), 58-79.
- Jawaharlal, M., Ganga, M., Padmadevi, K., Jegadeeswari, V., & Karthikeyan, S. (2009). A technical guide on carnation. *Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore*, 1-56.
- Liu, B., Ji, S., Zhang, H., Wang, Y., & Liu, Z. (2020). Isolation of *Trichoderma* in the rhizosphere soil of *Syringa oblata* from Harbin and their biocontrol and growth promotion function. *Microbiological research*, 235, 126445.
- Locke, J., Marois, J., & Papavizas, G. (1985). Biological control of *Fusarium* wilt of greenhouse-grown chrysanthemums. *Plant disease (USA)*.
- Manicom, B., Bar-Joseph, M., Kotze, J., & Becker, M. M. (1990). A restriction fragment length polymorphism probe relating vegetative compatibility groups and pathogenicity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. *Phytopathology*, 80(336), 9.
- Migheli, Q., Briatore, E., Andrina, M., & Garibaldi, A. (1997). Physiological race determination in *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* by RAPD-PCR *Diagnosis and Identification of Plant Pathogens* (pp. 203-206): Springer.
- Migheli, Q., Briatore, E., & Garibaldi, A. (1998). Use of random amplified polymorphic DNA (RAPD) to identify races 1, 2, 4 and 8 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in Italy. *European Journal of Plant Pathology*, 104(1), 49-57.
- Mishra, P., Mukhopadhyay, A., & Singh, U. (2012). Suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* populations in soil by application of *Trichoderma virens* and in vitro approaches for understanding biological control mechanisms. *Indian Phytopathology*.
- Nelson, P., Toussoun, T., & Marasas, W. (1983). *Fusarium* species: an illustrated guide for identification. *The Pennsylvania State Univ. Press, University Park, PA*.
- Prados-Ligero, A. M., Basallote-Ureba, M. J., López-Herrera, C. J., & Melero-Vara, J. M. (2007). Evaluation of susceptibility of carnation cultivars to fusarium wilt and determination of *Fusarium oxysporum* fsp. *dianthi* races in southwest Spain. *HortScience*, 42(3), 596-599.
- Puhalla, J. E. (1985). Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. *Canadian Journal of Botany*, 63(2), 179-183.
- Turaki, A., Ahmad, B., Magaji, U., Abdulrazak, U., Yusuf, B., & Hamza, A. (2017). Optimised cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) DNA extraction method of plant leaf with high polysaccharide and polyphenolic compounds for downstream reliable molecular analyses. *African Journal of Biotechnology*, 16(24), 1354-1365.
- Waalwijk, C., de Koning, J. R., Baayen, R. P., & Gams, W. (1996). Discordant groupings of *Fusarium* spp. from sections *Elegans*, *Liseola* and *Dlaminia* based on ribosomal ITS1 and ITS2 sequences. *Mycologia*, 88(3), 361-368.
- Zandyavari, N., Zadeh, H. Z., & Zarrinnia, V. (2013). Study on vegetative compatibility groups and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* isolates from carnation in Iran. *Annals of Biological Research*, 4(8), 220-228.
- Zhu, Y., Lujan, P., Wedegaertner, T., Nichols, R., Abdelraheem, A., Zhang, J., & Sanogo, S. (2020). First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* race 4 causing *Fusarium* wilt of cotton in New Mexico, USA. *Plant Disease*, 104(2), 588-588.



Geliş(Received) :10.11.2022

Kabul(Accepted) :19.12.2022

Araştırma Makalesi

Doi: 10.30708.mantar.1202216

## Makrofunguslara Yönelik Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Konya Yöresinde Uygulanması

Mustafa ÇEVİRİM<sup>1\*</sup>, Celaleddin ÖZTÜRK<sup>2</sup>, Hakan KURT<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: mustafacevrim44@gmail.com

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0001-8275-716X / mustafacevrim44@gmail.com

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0003-4119-9004/ celaleddinozturk@hotmail.com

<sup>3</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-1826-2397/ hkurt@erbakan.edu.tr

**Öz:** Araştırmanın çalışma grubunu Konya ili ve ilçelerinde yaşayan genelde tarım ve hayvancılık ile uğraşan 515 şahıs oluşturmuştur. Bu şahıslardan 412 tanesi erkek, 113 tanesi de kadındır. Veri toplama aracının geliştirilmesi için öncelikle alan yazın taraması yapılmış ve ölçek geliştirme konusunda gerçekleştirilmiş araştırmalar incelenmiştir. Ölçeklerde yer alan maddelerden yola çıkılarak özgün 47 maddeden oluşan deneme formu hazırlanmıştır. Oluşturulan ölçek maddelerinin anlaşılabilirlik ve yeterlilik dereceleri hakkında, 1 eğitim bilimci, 1 ölçme ve değerlendirme ve 2 biyoloji alan eğitimi uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Uzman görüşlerinden elde edilen dönütlere göre gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, toplam 7 madde ölçme aracından çıkarılmıştır. Ön uygulama yapılmak üzere toplam 40 maddeden oluşan deneme ölçeği formu oluşturulmuştur. Faktör sayısının serbest bırakıldığı durumda 7 faktöre kadar inen döndürülmüş bileşenler matrisi varyans miktarlarına bağlı olarak 3 faktör ile sınırlandırılmış ve 13 maddenin ölçekten çıkarılmasıyla 27 maddeyle son şeklini almıştır. Yapılan güvenilirlik analizleri sonucunda Cronbach-alfa değeri 0,85 olarak hesaplanmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik analizleri sonuçları, bu çalışma ile oluşturulan mantara yönelik tutum ölçeği, yeterli düzeyde geçerlik ve güvenilirlik değerlerine sahip bir ölçek olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Makrofunguslar, Tutum ölçeği, Etnomikoloji, Betimsel ve Çıkarımsal İstatistik, Konya

### Development of Attitude Scale Towards Macrofungi and its Application in Konya Region

**Abstract:** The study group of the research consisted of 515 individuals living in Konya province and its districts, generally dealing with agriculture and animal husbandry. In order to develop the data collection tool, first of all, a literature review was conducted and researches on scale development were examined. Based on the items in the scales, a trial form consisting of unique 47 items was prepared. Opinions of 1 education scientist, 1 measurement and evaluation and 2 biology field education experts were taken about the intelligibility and proficiency levels of the scale items. After the necessary corrections were made according to the feedback obtained from the expert opinions, a total of 7 items were removed from the measurement tool. A trial scale form consisting of a total of 40 items was created for pre-application. When the number of factors was released, the rotated components matrix, which went down to 7 factors, was limited to 3 factors depending on the amount of variance and took its final shape with 27 items by removing 13 items from the scale. As a result of the reliability analysis, the Cronbach-alpha value was calculated as 0.85. The results of the validity and reliability analyzes showed that the mushroom attitude scale created in this study is a scale with sufficient validity and reliability values.

**Key words:** Macrofungi, Attitude scale, Ethnomycology, Descriptive and Inferential Statistics, Konya



## Giriş

Mantarlar eski zamanlardan beri insanların ilgisini çekmiş ve birçok büyük uygarlığın kitabelerinde yer almıştır ve makromantarlar her zaman insanları etkilemiştir (Rai, 2004). Dünyanın dört bir yanından yapılan etnomikolojik araştırmalar, hangi türlerin yenilebilir ve zehirli olarak kabul edildiğini belgelemeye devam etmektedir. (Li ve ark., 2021). Son yıllarda makromantar çeşitliliği bakımından oldukça zengin olan ülkemizin makromantar çeşitliliğinin tespit edilmesine yönelik önemli çalışmalar yapılmıştır (Çelik ve ark., 2020; İleri ve ark., 2020; Sesli ve ark., 2020; Uzun ve ark., 2020; Yeşil ve ark., 2020; Çetinkaya ve ark., 2021; Oruç ve ark., 2021; Şelem ve ark., 2021). Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde 40'a yakın yenen mantar türü, yemeklik olarak toplanarak semt pazarlarında satılmakta bazıları da ihraç edilmektedir (Alkan ve ark., 2016). Doğal olarak yetişen yenen mantar türleri oldukça fazla olmasına rağmen, her bölgenin sadece birkaç tane mantar türünü tanıdığı ve tükettiği bir gerçektir. Yapılan bu çalışma araştırma yöresi olan Konya ili ve ilçelerinde doğal olarak yetişen yenilebilir makromantarların belirlenmesi ile bunlardan maksimum seviyede istifade edilmesinin sağlanması ile birlikte bu türlerin ekonomik ve farmakolojik özelliklerinin belirlenmesi bakımından temel oluşturma imkânı sağlayacaktır.

Ülkemizin bazı yörelerinde iyi bilinen ve çok sevilen makrofungus türleri başka yörelerde bilinmemekte, hatta zehirli olarak tanınmaktadır. Örneğin, Akdeniz, Ege ve Doğu Anadolu'nun kuzey kesimlerinde halk tarafından çok iyi bilinen, yenen ve yüksek fiyatlarla satılan *Morchella* türleri Van, Bitlis, Muş ve Iğdır yörelerinde zehirli olarak bilinmektedir (Demirel, 1993; Kaya, 1999; Uzun, 2004).

Ancak kırsal kesimden kentlere olan göçlere ve gelişen teknolojiye paralel olarak, yeni nesiller bu hazinenin değerini bilmemekte ve bu bilgiler kullanılmadığı için kaybolma riski taşımaktadır. Bu nedenle çok değerli bu bilgilerimizin bir an önce yazılı hale getirilme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Makrofungus çeşitliliği ile ilgili yapılacak çalışmalar önem kazanmaktadır. Mantara yönelik geliştirdiğimiz bu tutum ölçeği de etnomikolojik çalışmalar için bir model oluşturacaktır.

Thurstone (1931), tutumu "psikolojik bir objeye yönelen olumlu veya olumsuz bir yoğunluk sıralaması ve derecelemesidir" şeklinde tanımlamaktadır. Tutum

"yaşantı ve deneyimler sonucu oluşan, ilgili olduğu bütün obje ve durumlara karşı bireyin davranışları üzerinde yönlendirici veya dinamik bir etkilime gücüne sahip duygusal ve zihinsel hazırlık durumudur" şeklinde tanımlanmaktadır. Tutumların arasında iç tutarlık olan bilişsel, duygusal ve davranışsal öğeler vardır.

Tutum ölçekleri kişinin kendi içindeki yaşamını ortaya koyması için oluşturulan bir takım açıklamaya kişinin cevap verebilmesi için hazırlanan anketlerdir (Tezbaşaran, 2008).

## Materyal ve Metot

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nicel araştırma, yapılan çalışmadan elde edilen verilerin sayısallaştırılarak yorumlanması temeline dayanan bir yöntemdir. Standart ölçme araçları ile toplanan veriler, sayısallaştırılarak yorumlama amaçlı istatistikî yöntemlerle işlenir. Elde edilen bilgiler tablolarla ifade edilerek yine matematiksel anlamda yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu çalışma bir ölçek geliştirme çalışması olduğu için evren-örneklem seçimine gidilmemiş, çalışma grubu belirlenmiştir. Araştırmancının çalışma grubunu, 2018-2020 yılları arasında Konya ili ve ilçelerinde ikamet eden ağırlığını hayvancılık ve çiftçilik ile uğraşan kişilerin oluşturduğu 515 halkımız ile yapılmıştır. Şahısların 402 tanesi erkek 113 tanesi kadındır.

Veri toplama aracının geliştirilmesi için öncelikle alan yazın taraması yapılmış ve ölçek geliştirme konusunda gerçekleştirilmiş araştırmalar incelenmiştir. Ölçeklerde yer alan maddelerden yola çıkılarak özgün 47 maddeden oluşan deneme formu hazırlanmıştır. Ölçek, araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Geniş zamanlı fiillerle yazılmış olan maddelerin, kolay anlaşılır ve cevaplandırılmıyacak, anlaşılır ve sade bir dil kullanılarak yazılmasına önem verilmiştir. Oluşturulan ölçek maddelerinin anlaşılabilirlik ve yeterlilik dereceleri hakkında, 1 eğitim bilimci, 1 ölçme ve değerlendirme ve 2 biyoloji alan eğitimi uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Uzman görüşlerinden elde edilen dönütlere göre gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, toplam 7 madde ölçme aracından çıkarılmıştır. Ön uygulama yapılmak üzere toplam 40 maddeden oluşan deneme ölçeği formu oluşturulmuştur. Bu ölçek maddeleri 3 boyutlu olarak hazırlanmıştır. Bu boyutlar Mitolojik, duyuşsal ve davranışsal boyutlardır.

Bir ölçekte yer alacak maddeler, alan taraması yapıp tasarlandıktan sonra bir ön incelemeden geçirilmiş





ve gerekli görülen düzeltmeler yapılmış olsa bile, henüz halka uygulanacak safhada değildir (Tezbaşaran, 1996). Bu yüzden uzmanların görüş ve önerileri doğrultusunda hazırlanmış olan mantara yönelik tutum Ölçeğinin deneme formu değişik meslek gruplarından Konya merkezde ikamet eden toplam 50 kişiden oluşan bir gruba uygulanmış ve uygulama sırasında kişilerin anlamakta güçlük çektikleri maddeler belirlenmiştir. Belirlenen bu maddeler daha sonra tekrar incelenerek gerekli görülen düzeltmeler gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, hazırlanan 40 maddelik deneme ölçeği Konya il merkezi ve ilçelerinde yaşayan 515 kişiye uygulanmıştır.

Ölçekteki maddeler “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde belirtilen 5’li Likert tipi dereceleme ölçeğinde düzenlenmiştir. Olumlu maddeler “Kesinlikle Katılıyorum” kategorisinden başlayarak sırayla 5,4,3,2,1 olarak puanlanırken, olumsuz maddeler ise “Kesinlikle Katılmıyorum” kategorisinden başlayarak 5,4,3,2,1 olarak puanlanmıştır.

Ölçeğin temel bileşenler yöntemiyle açıklayıcı faktör analizi yapılmıştır. Yapılan bu çözümlenmelere göre ölçek maddelerinin beklenen alt boyutlarda yer alıp almadıklarının ve maddelerin başka faktörlerle binişik (birden çok faktöre yük verme) olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla madde faktör yükleri incelenmiştir. Ölçeğin yapı geçerliğine ilişkin değerlendirme yapmak amacıyla “Döndürülmüş Temel Bileşenler Analizi” ve ölçekten alınan toplam puanlarla ölçüt olarak alınan duyuşsal, teknoloji ve davranışsal boyutların puanları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak açısından pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Ölçek geliştirme aşamalarından sonra oluşturulan deneme ölçeğinin son halini alması için, ölçeğin genelinin ve alt boyutlarının Cronbach Alpha güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır. Geçerlilik ve güvenirlik çalışması yapılmış olan ölçekle, halkın mantara yönelik tutumu çeşitli değişkenler açısından kıyaslanmıştır.

Araştırmada veri toplama aracıyla toplanan verilerin analizine geçmeden önce, öğretmen adaylarına dağıtılarak toplanan ölçme araçları 1’den 515’e numaralandırılmıştır. Numaralandırma işleminden sonra programı ile yapılmıştır Yüzde, aritmetik ortalamaları, standart sapmaları gibi ölçeğin Betimsel analizleri de yapılmıştır. Mantara yönelik Tutum Ölçeği Likert tipi ölçek olarak hazırlanmış olup taslak ölçeğin Konya ili ve ilçelerinde yaşayan 515 kişiye uygulanmıştır. Örneklem grubu 402’si erkek ve 113 kadın olmak üzere 515 kişiden oluşmaktadır. (Tablo 1) verilen numaralara uygun olarak veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Veriler bilgisayar

ortamına aktarıldıktan sonra ölçeğin geçerlik ve güvenirliği SPSS programı ile yapılmıştır Yüzde, aritmetik ortalamaları, standart sapmaları gibi ölçeğin Betimsel analizleri de yapılmıştır.

Tablo 1. Ölçeğin Uygulandığı Örneklemin Cinsiyet Frekans Tablosu

CİNSİYET	SIKLIK	YÜZDE
ERKEK	402	78,1
KADIN	113	21,9
Genel Toplam	515	100,0

Ölçeğin uygulandığı yaş grubu 144 kişi 18-25 yaş arasında, 122 kişi 26-35 yaş arasında, 128 kişi 36-45 yaş arası, 86 kişi 46-55 yaş arası, 35 kişi 55 - üzeri yaşında şahıslardır. (Tablo 2)

Tablo 2. Ölçeğin Uygulandığı Örneklemin Yaşa Göre Frekans Tablosu

YAŞ ARALIĞI	SIKLIK	YÜZDE
18-25	144	28,0
26-35	122	23,7
36-45	128	24,9
46-55	86	16,7
55-üzeri	35	6,8
Genel Toplam	515	100,0

### Bulgular

Ölçekte toplam 40 madde bulunmaktadır ve bu ölçek toplam 515 kişiye uygulanarak örneklem büyüklüğü açısından çok iyi derecede bir yeterliliğe sahiptir. Örnekleme bulunan verilerin analize uygun değerde olup olmadığını bilmesi için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett Sphericity testi yapılmaktadır. Elde edilen KMO değeri ile ilgili uygun değerler aşağıda bulunan tabloda verilmiştir Bu tabloya göre yorum yapılabilmektedir.

Tablo 3. KMO Değerinin Düzey Tablosu

Kaiser-Meyer-Olkin	Örnekleme Yeterliliğinin Ölçümü.	0,863
Bartlett 'in Küresellik Testi	Yaklaşık. Ki-Kare	11356,946
	Df	780
	Sig.	0,000
*p<0.05		

Araştırmadan elde edilen verilerin faktör analizine uygunluğunu belirlemek için yapılan ön analiz çalışmaları neticesinde; KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) (Örnekleme



Hacmi Uygunluğu Ölçümü) değeri 0,863 olup, Bartlett Sphericity Testi (Bartlett Bütünlük Testi) sonucu 0,00 olması değişkenler arasında faktör analizi yapmaya yeterli düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir ( $p < 0.05$ ). Ki kare değerinin 11356,946; df'nin 780 olması verilerin açıklayıcı faktör analizine uygunluğunu göstermektedir.

40 maddeden hazırlanmış olduğumuz ölçeğimizin güvenilirlik katsayısı 0,85 olarak hesaplanmıştır. (Tablo 4)

Total değerlere bakıldığında başlangıç yük değeri 1'in üzerinde olan 9 faktör bulunmaktadır. Bu 9 faktörün varyansa yaptığı katkının % 65,510 olduğu görülmektedir. Fakat faktör sayısına karar verirken her bir faktörün toplam varyansa yaptığı katkı önemlidir. Elde edilen

1.Faktör toplam varyansın %15,369'ünü, 2.Faktör %13,936'sını, 3.Faktör %12,691'ini, 4.Faktör %4,573'ünü, 5.Faktör %4,294'ünü, 6. Faktör %3,953'ünü, 7. Faktör %3,944'ünü, 8. Faktör %3,549'unu ve 9. Faktör %3,201'ini açıklamaktadır.

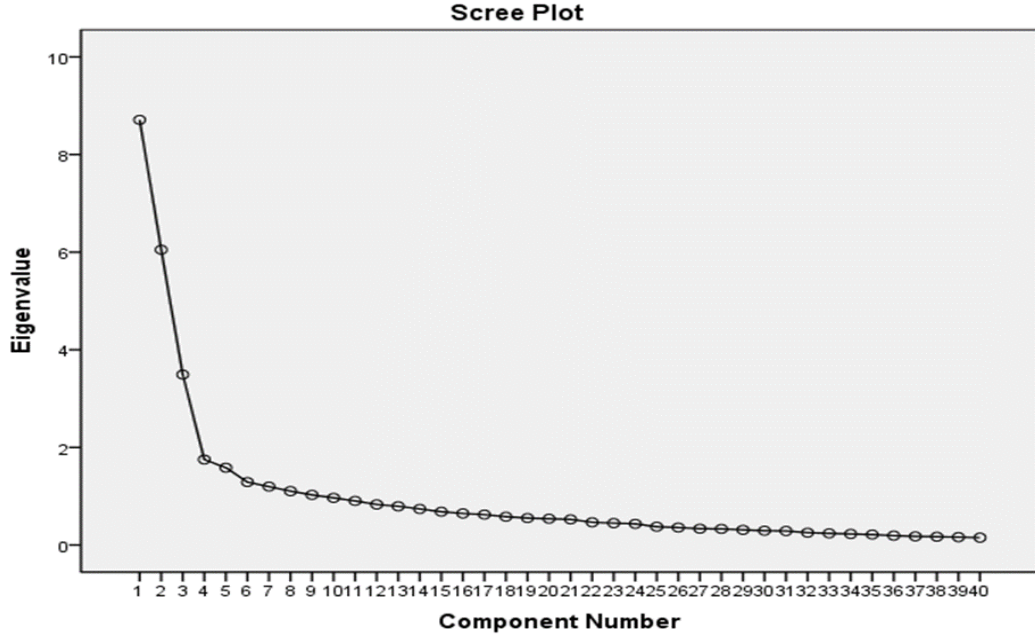
Tablo 4. Ölçeğin analiz bulgularına ait cronbach alpha değeri Tablosu

Cronbach Alpha	Cronbach Alfa Standart Maddelere Dayalı	N öge
0,84	0,85	40

Tablo 5. Açıklanan Toplam Varyans Tablosu

Bileşen	İlk Özdeğerler			Kare Yüklemelerin Çıkarma Toplamları			Kare Yüklemelerin Döndürme Toplamları		
	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzdesi	Toplam	Varyansın yüzdesi	Kümülatif Yüzdesi	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzdesi
1	8,711	21,777	21,777	8,711	21,777	21,777	6,148	15,369	15,369
2	6,049	15,123	36,900	6,049	15,123	36,900	5,574	13,936	29,305
3	3,492	8,730	45,630	3,492	8,730	45,630	5,076	12,691	41,996
4	1,752	4,379	50,009	1,752	4,379	50,009	1,829	4,573	46,569
5	1,584	3,960	53,969	1,584	3,960	53,969	1,718	4,294	50,863
6	1,289	3,223	57,192	1,289	3,223	57,192	1,581	3,953	54,816
7	1,197	2,992	60,183	1,197	2,992	60,183	1,578	3,944	58,760
8	1,104	2,759	62,942	1,104	2,759	62,942	1,420	3,549	62,309
9	1,027	2,567	65,510	1,027	2,567	65,510	1,280	3,201	65,510

Ekstraksiyon Yöntemi: Temel bileşenler Analizi.



Şekil 1. Yamaç-Birikinti Grafiği

% varyansının grafiğine bakıldığında 9 bileşenin büyük ölçüde varyansa katkı sağladığı, 10. bileşenden itibaren bu katkının azaldığı görülmektedir. Bu durumda başlangıçta 5 olarak düşünülen faktör sayısının 9 olarak sınımlanmasına karar verilebilir. Bu karar verilmeden önce "Scree Plot" grafiği incelenmiştir.

Yatay ekseninde bileşenler, dikey eksenine doğru bir iniş yapmaktadır. Bu iniş eğilimi varyansa katkı çerçevesinde noktalarla gösterilmektedir. İki nokta arası her aralık bir faktör anlamına gelmektedir. Şekilde görüldüğü gibi 3. noktadan sonra eğim bir plato yapmaktadır. 3. noktadan sonraki bileşenlerin varyansa yaptıkları katkı hem küçük hem de yaklaşık olarak aynıdır.

Temel bileşenlerin analizi olan birinci aşaması 40 değişken ile yapılmıştır. Döndürülmüş temel bileşenler analiziyle benzer yapıyı ölçemeyen maddeler saptanarak bu analizden çıkarılacaktır. Bu maddeleri saptamadaki kriterler aşağıda verilmiştir (Büyüköztürk, 2007).

1- Buldukları faktördeki maddenin yük değerinin yüksek olmasıdır. Faktör güvenilirliğinin yüksek olması yani faktör ağırlığının ne kadar ağır olması o faktörü açıklama gücü ile ilgilidir. Düşük faktör ağırlığına sahip maddeler faktör açıklamada yetersiz kaldığı için analizden çıkarılmaktadır. Faktör ağırlığı 0,40 nin üzerinde olması gerekmektedir, 0,40 nin altında kalan değerler analizden çıkarılmaktadır.

2- Bir maddenin yüksek iki yük değerlerindeki farkın olabildiğince yüksek olması beklenen bir durumdur. Bu faktörlerdeki en yüksek yük değeri ile bundan sonraki yüksek değerin farkı en az 0,10 olması önerilmektedir. Birden fazla faktör olan bir yapıda, daha çok faktörde yüksek yük değeri bulunan maddeye binişik madde denir ve analizden çıkarılması uygun görülür.

3- Faktör analizi sonucunda ölçekte kalmasına karar verilen maddelerin faktörlere göre dağılımı ile faktör yükleri aşağıdaki tabloda bulunmaktadır.

Ölçekteki maddelerin yük değerlerinin 0,404 ile 0,815 arasında değişmektedir. Ölçek; "mitolojik, duyuşsal ve davranışsal" olmak üzere 3 boyuttan meydana gelmektedir. Mitolojik boyutunu 25, 19, 18, 13, 20, 17, 38, 6, 24, 10. maddeler oluşturmaktadır. Duyuşsal boyutunu oluşturan 29, 32, 30, 37, 2, 16, 33, 22, 39 ve 4. maddelerdir. Davranışsal boyutunu da 40, 1, 12, 15, 26, 5, 7, 11, 9 ve 36. maddeler oluşturmaktadır. (Tablo 6) Ayrıca kalan 27 madde de mantar tutum ölçeğinin alt-üst gruplarına dayanan geçerlilik analizi yapılmıştır. Bu geçerlilik analizinde 5, 9, 36. maddeler anlamlı olmadığı görülmüş ve ölçekten çıkarılmıştır. (p<0.05). (Tablo 7)

Mantara Ait Boyutların Uyum Modeli ve Doğrulamalı Faktör Analizi (LISREL) yapılmış, Uyum modeli için maddelerin aldığı madde sıra numaraları Tablo 8'de gösterilmiştir.



Tablo 6. Döndürülmüş Bileşenler Matrisi Tablosu

	Bileşenler		
	1	2	3
M25	0,815		
M19	0,809		
M18	0,793		
M13	0,771		
M20	0,753		
M17	0,699		
M38	0,689		
M6	0,670		
M24	0,651		
M10	0,574		
M29		0,809	
M32		0,797	
M30		0,757	
M37		0,726	
M2		0,688	
M16		0,685	
M22		0,649	
M33		0,634	
M39		0,571	
M4		0,504	
M40			0,802
M1			0,781
M12			0,769
M15			0,697
M26			0,688
M5			-0,632
M7			0,444
M11			0,434
M9			0,409
M36			-0,404

Mantara ait tutum ölçeğinin faktöriyel yapısını göstermek için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Mantar tutum ölçeği, açımlayıcı faktör analizi 30 maddeden ve 3 faktörden oluşmaktadır. Madde boyutları uyum modeli değerleri de Tablo'9 da verilmiştir.

Açımlayıcı faktör analizi ile oluşturduğumuz, 3 faktörlü 27 maddeden oluşturulan, mantara yönelik tutum ölçeğinin doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde ettiğimiz veriler yukarıda verilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi ile kurulan modellerin verilere uyumu incelenmiştir.

Doğrulayıcı faktör analizi kapsamında,  $\chi^2/df$  (ki-kare/serbestlik derecesi) değeri 5 olarak bulunmuştur. Çıkan sonuca bakıldığında mükemmel uyum gösterdiği anlaşılmaktadır. Eğer değer 2 ya da altında ki değerlerden biri olursa mükemmel uyum gösterdiğini, 5 ya da altında bir değer alması o modelin kabul edilebilir uyuma sahiptir (Kline, 2010; Sümer, 2000; Akt: Şimşek, 2007).

Model de RMSEA değeri 0,089 olarak bulunmuştur. Modelin RMSEA değerinin 0,05 değerinden küçük çıkması mükemmel uyum gösterdiğini, 0,08 değerinden ise küçük çıkması ise kabul edilebilir iyi bir uyumu gösterir (Sörbom, Du Toit, Jöreskog, & Du Toit, 2001). Bunun sonucunda yapılan analizde çıkan değer model kabul edilebilir uyum göstermektedir.

Model de GFI ve AGFI değerleri, GFI'nın 0,81, AGFI'nın ise 0,78 olduğu görülmektedir. GFI ve AGFI indeks değerlerinin 0,95 ve üzeri olması mükemmel uyuma, 0,90 ve üzeri olduğunda ise iyi uyum göstermektedir (Hooper & ark 2008). Buna göre analizde GFI ve AGFI değerlerinde zayıf uyum görülmektedir.

RMR uyum indeksinin 0,14 ve SRMR uyum indeksinin 0,086 olduğu görülmektedir. RMR ve SRMR değerlerinin 0,05 ve altı olması mükemmel uyuma, 0,1 ve altında olması ise iyi uyumu göstermektedir (Aydın, 2010). Bu analizde bulunan RMR değerinin zayıf uyumda olduğu ve SRMR değerinin ise kabul edilebilir uyumda olduğu görülmektedir.

Modelin NFI, NNFI ve CFI uyum indekslerine bakıldığında, NFI'nın 0,90; NNFI'nın 0,91, CFI'nın 0,92 değerlerine sahip olduğu görülmektedir. NFI, NNFI ve CFI değerlerinin 0,95 ve üzeri olması mükemmel uyuma, 0,90 ve üzeri olması kabul edilebilir uyumda olduğunu göstermektedir (Sümer, 2000). Analiz incelendiğinde NFI, CFI ve NNFI kabul edilebilir uyumda olduğu görülmektedir. (Tablo 9)



Tablo 7. Alt-Üst Gruplarına Dayanan Geçerlik Analizi Tablosu

		Sayı	Ortalama	Standart	t	Sd.	P	BYD
Sapma								
M25	ALT	139	2,7914	1,37511	-7,221	276	0,000	0,71
	ÜST	139	3,7914	0,88034	-7,221	234,850	0,000	
M19	ALT	139	2,5108	1,15700	-8,408	276	0,000	0,68
	ÜST	139	3,5468	0,87826	-8,408	257,394	0,000	
M18	ALT	139	2,6403	1,10995	-7,612	276	0,000	0,77
	ÜST	139	3,5540	0,87785	-7,612	262,089	0,000	
M13	ALT	139	2,7194	1,25125	-16,009	276	0,000	0,68
	ÜST	139	4,5827	0,56337	-16,009	191,741	0,000	
M20	ALT	139	2,8345	1,27175	-4,818	276	0,000	0,66
	ÜST	139	3,4964	1,00271	-4,818	261,752	0,000	
M17	ALT	139	2,5180	1,07913	-9,857	276	0,000	0,66
	ÜST	139	3,7338	0,97487	-9,857	273,199	0,000	
M38	ALT	139	2,8058	1,36136	-14,302	276	0,000	0,64
	ÜST	139	4,5755	0,52445	-14,302	178,079	0,000	
M6	ALT	139	2,7770	1,42972	-6,779	276	0,000	0,61
	ÜST	139	3,8058	1,07594	-6,779	256,350	0,000	
M24	ALT	139	2,5971	1,12107	-7,022	276	0,000	0,55
	ÜST	139	3,4101	0,77845	-7,022	245,975	0,000	
M10	ALT	139	2,8561	1,40166	-11,031	276	0,000	0,61
	ÜST	139	4,3885	0,84708	-11,031	226,939	0,000	
M29	ALT	139	3,1007	1,34754	-12,426	276	0,000	0,71
	ÜST	139	4,6547	0,59845	-12,426	190,398	0,000	
M32	ALT	139	2,8777	1,35379	-15,271	276	0,000	0,73
	ÜST	139	4,7410	0,48661	-15,271	173,073	0,000	
M30	ALT	139	3,0504	1,45624	-10,930	276	0,000	0,69
	ÜST	139	4,5540	0,71397	-10,930	200,720	0,000	
M37	ALT	139	2,9712	1,36170	-12,074	276	0,000	0,59
	ÜST	139	4,5827	0,78850	-12,074	221,190	0,000	
M2	ALT	139	3,1942	1,38772	-11,004	276	0,000	0,77
	ÜST	139	4,6043	0,59732	-11,004	187,438	0,000	
M16	ALT	139	3,0791	1,44996	-11,473	276	0,000	0,56
	ÜST	139	4,6259	0,65135	-11,473	191,516	0,000	
M22	ALT	139	2,6187	1,28760	-14,341	276	0,000	0,62
	ÜST	139	4,5899	0,98402	-14,341	258,197	0,000	
M33	ALT	139	3,0935	1,37731	-9,933	276	0,000	0,59
	ÜST	139	4,5180	0,98063	-9,933	249,308	0,000	
M39	ALT	139	3,4388	1,33033	-8,069	276	0,000	0,63
	ÜST	139	4,4173	0,52336	-8,069	179,716	0,000	
M4	ALT	139	3,4604	1,36873	-3,201	276	0,002	0,69
	ÜST	139	3,9712	1,29067	-3,201	275,054	0,002	
M40	ALT	139	2,6763	1,44571	-10,784	276	0,000	0,74
	ÜST	139	4,1799	0,78252	-10,784	212,469	0,000	
M1	ALT	139	2,6043	1,62239	-13,580	276	0,000	0,78
	ÜST	139	4,6619	0,74750	-13,580	194,063	0,000	
M12	ALT	139	2,8345	1,48225	-12,494	276	0,000	0,72
	ÜST	139	4,6331	0,82659	-12,494	216,262	0,000	
M15	ALT	139	2,7482	1,45011	-13,434	276	0,000	0,70
	ÜST	139	4,6259	0,78272	-13,434	212,121	0,000	
M26	ALT	139	2,4676	1,59847	-15,191	276	0,000	0,69
	ÜST	139	4,7626	0,78558	-15,191	200,988	0,000	
M5	ALT	139	2,8705	1,54091	1,178	276	<b>0,240</b>	0,63
	ÜST	139	2,6691	1,29876	1,178	268,308	0,240	
M7	ALT	139	2,9424	1,35545	-1,976	276	0,049	0,50
	ÜST	139	3,2878	1,55221	-1,976	271,080	0,049	
M11	ALT	139	2,8129	1,44748	-3,797	276	0,000	0,58
	ÜST	139	3,4604	1,39495	-3,797	275,624	0,000	
M9	ALT	139	2,6763	1,37901	-,161	276	<b>0,872</b>	0,54
	ÜST	139	2,7050	1,59462	-,161	270,374	0,872	
M36	ALT	139	2,8993	1,41572	1,746	276	<b>0,082</b>	0,63
	ÜST	139	2,5827	1,60117	1,746	271,921	0,082	
TOPLAM	ALT	139	85,4676	12,24763	-31,975	276	0,000	
	ÜST	139	121,7122	5,34769	-31,975	188,773	0,000	



Tablo 8. Uyum Modeli İçin Maddelerin Aldığı Madde Sıra Numaraları Tablosu

Ölçeğin madde sıra numarası	Lisrel Model Sıra Numarası
S25	1
S19	2
S18	3
s13	4
S20	5
S17	6
S38	7
S6	8
S24	9
S10	10
S29	11
S32	12
S30	13
S37	14
S2	15
S16	16
S22	17
S33	18
S39	19
S4	20
S40	21
S1	22
S12	23
S15	24
S26	25
S7	26
S11	27



Tablo 9. Madde Boyutları Uyum Modeli Değerleri Tablosu Uyum Kriteri (Fit Criteria)	Mükemmel Uyum Değerleri (Values of Good Fit)	Kabul edilebilir Uyum Değerleri (Acceptable Fit Values)	Ölçekten Elde Edilen Uyum Değeri(Fit Values Obtained for the Suggested Scale)	Uyum Derecesi (Status of Fit)
<b>Ki-kare (p)</b>	-	-	1611,39 (p=0,00)	-
<b>Df</b>	-	-	321	-
<b>Ki-kare/df</b>	$0 \leq \chi^2/df \leq 2$	$\chi^2/df \leq 5$	5	Kabul Edilebilir Uyum
<b>RMSEA</b>	$0,00 \leq RMSEA \leq 0,05$	$RMSEA \leq 0,08$	0,08	Kabul edilebilir uyum
<b>RMR</b>	$0,00 \leq RMR \leq 0,05$	$RMR \leq 0,08$	0,14	-
<b>SRMR</b>	$0,00 \leq SRMR \leq 0,05$	$SRMR \leq 0,08$	0,08	Kabul edilebilir Uyum
<b>GFI</b>	$0,95 \leq GFI \leq 1,00$	$GFI \geq 0,90$	0,81	-
<b>IFI</b>	$0,95 \leq IFI \leq 1,00$	$IFI \geq 0,90$	0,92	Kabul edilebilir Uyum
<b>AGFI</b>	$0,95 \leq AGFI \leq 1,00$	$AGFI \geq 0,90$	0,78	-
<b>PNFI</b>	$0,95 \leq PNFI \leq 1,00$	$PNFI \geq 0,50$	0,82	Kabul edilebilir Uyum
<b>PGFI</b>	$0,95 \leq PGFI \leq 1,00$	$PGFI \geq 0,50$	0,69	Kabul edilebilir Uyum
<b>CFI</b>	$0,95 \leq CFI \leq 1,00$	$CFI \geq 0,90$	0,92	Kabul edilebilir Uyum
<b>NFI</b>	$0,95 \leq NFI \leq 1,00$	$NFI \geq 0,90$	0,90	Kabul edilebilir uyum
<b>NNFI</b>	$0,95 \leq NNFI \leq 1,00$	$NNFI \geq 0,90$	0,91	Kabul edilebilir uyum

Analiz sonucunda Uyum Modeli Estimates Bulgularına göre chi-square değeri 1615,20, df değeri 321 ve RMSEA değeri 0,089 bulunmuştur. Maddenin yük değerleri 0,44 ile 1,78 arasında değişmektedir.

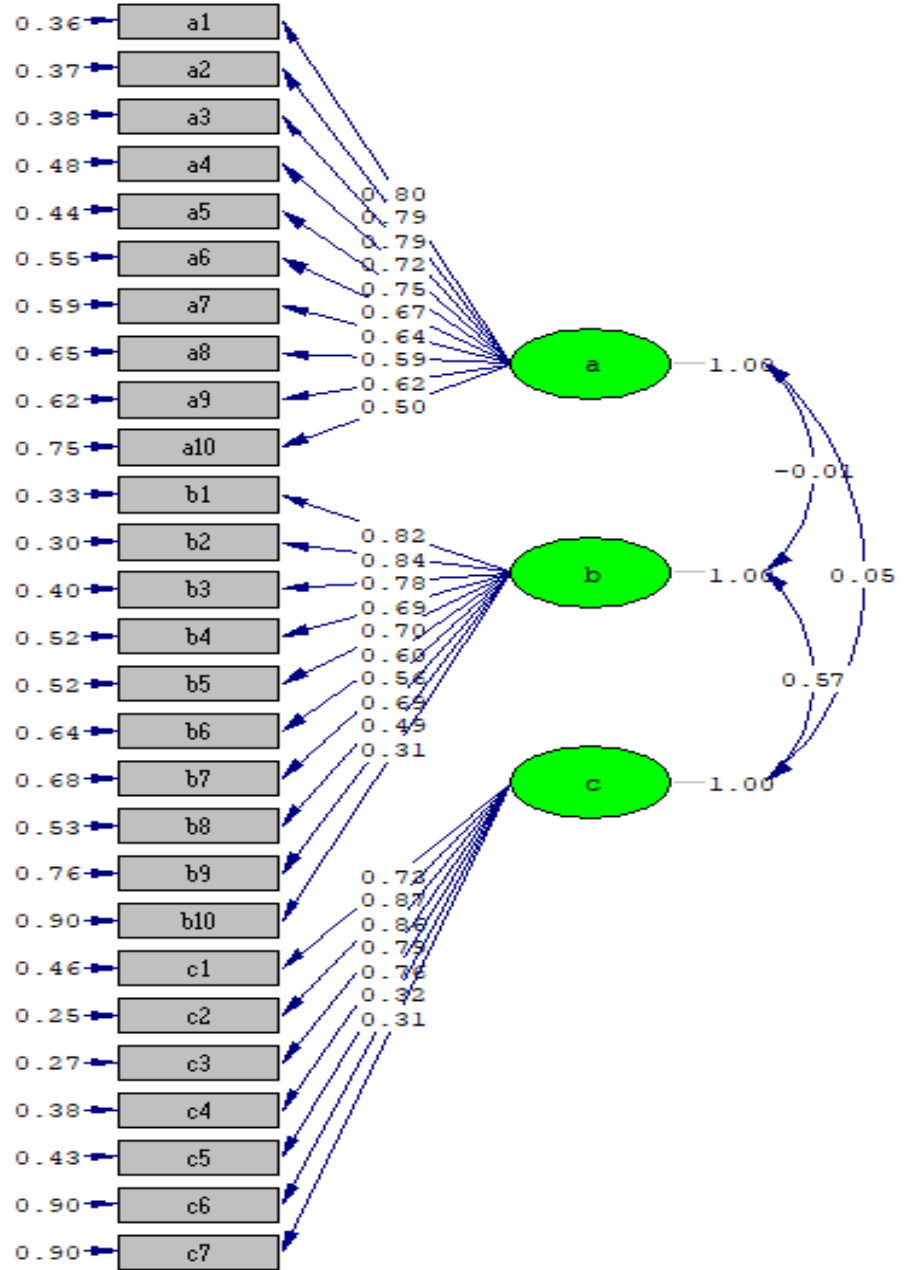
Standardize edilmiş uyum modelinde madde yükleri 0,25 ile 0,90 arasında değişmektedir.

Araştırmalarda çeşitli sınıflamalar olması dahilinde, sıklıkla 0,00 ile 0,30 arası değerler zayıf, 0,31 ile 0,49 arası değerler orta, 0,50 ile 0,69 arası değerler güçlü, 0,70 ile 0,100 arası değerler ise çok güçlü ilişki olduğunun göstergesidir(Tavşancıl, 2006).

Analize göre mitolojik boyut ile duyuşsal boyut arasında zayıf düzeyde anlamlı olmayan bir ilişki olduğu görülmektedir ( $r=0,048$ ;  $p>0,01$ ). Mitolojik boyut ile

davranışsal boyut arasında zayıf düzeyde anlamlı olmayan bir ilişki olduğu görülmektedir ( $r=-0,021$ ;  $p>0,01$ ). Duyuşsal boyut ile davranışsal boyut arasında ise orta düzeyde ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ( $r=0,398$ ;  $p<0,01$ ). Mitolojik boyut ile ölçeğin geneli arasında güçlü düzeyde ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ( $r=0,586$ ;  $p<0,01$ ).

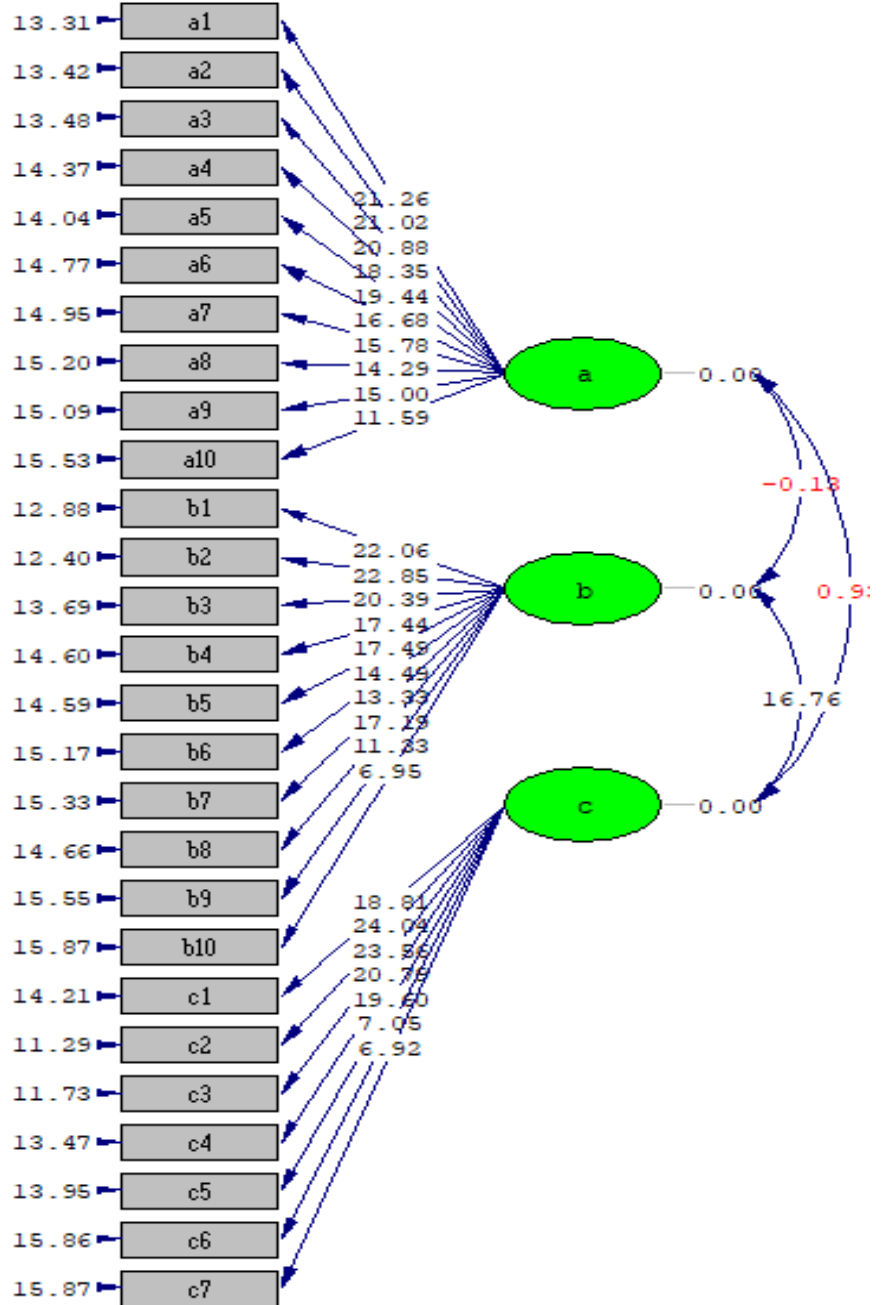
Duyuşsal boyut ile ölçeğin geneli arasında çok güçlü düzeyde ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ( $r=0,728$ ;  $p<0,01$ ). Davranışsal boyut ile ölçeğin geneli arasında güçlü düzeyde ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ( $r=0,664$ ;  $p<0,01$ ). (Tablo 11).



Chi-Square=1615.20, df=321, P-value=0.00000, RMSEA=0.089

Şekil 2. Uyum Modeli Standardized Solution Bulguları





Chi-Square=1615.20, df=321, P-value=0.00000, RMSEA=0.089

Şekil 3. Uyum Modeli T-Values Bulguları



Tablo 10. Boyutlar Arasındaki İlişkiyi Açıklayan Pearson Korelasyon Analizi Tablosu

		Korelasyon			
		MİTOLOJİK	DUYUŞSAL	DAVRANIŞSAL	GENEL TOPLAM
MİTOLOJİK	Pearson Korelasyonu	1	0,048	0,021	0,586 **
	Sig. (2-tailed)		0,278	0,629	0,000
	N	515	515	515	515
DUYUŞSAL	Pearson Korelasyonu	0,048	1	0,398 **	0,728 **
	Sig. (2-tailed)	0,278		0,000	0,000
	N	515	515	515	515
DAVRANIŞSAL	Pearson Korelasyonu	0,021	0,398 **	1	0,664 **
	Sig. (2-tailed)	0,629	0,000		0,000
	N	515	515	515	515
GENELTOPLAM	Pearson Korelasyonu	0,586 **	0,728 **	0,664 **	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	
	N	515	515	515	515

\*\*p<0.01 düzeyinde anlamlıdır.

Kişilerin ölçekteki maddeler için verdikleri yanıtlar ölçütlere göre puanlama yapılmıştır. Ölçekte bulunan ortalamalar boyut yönünden incelemek için o boyutun maddelerinin ortalamalarının ortalaması bulunmuştur. Bu ortalamaya ek olarak ölçeğin ortalaması da bulunmuştur. Mantara yönelik bu tutum ölçek verilerini SPSS programı ile yapılan betimsel analiz verileri gösterilmiştir. (Tablo 11)

Betimsel analiz sonuçlarına bakılarak ölçeğin ortalaması 3,52 olarak bulunmuştur ve olumlu tutuma sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı şekilde 'Mitolojik' boyutun ortalaması 3,27, 'duyuşsal' boyutun ortalaması 3,76, 'davranışsal' boyutun ortalaması 3,54 olarak

bulunmuştur. Üç boyutunda bu seviyelerde olmasında ölçeği yanıtlayan kişilerin mitolojik, duyuşsal ve davranışsal boyutlarından olumlu bir tutuma sahip oldukları belirlenmiştir. Kişiler genel olarak 'Katılıyorum' tutumuna sahip oldukları söylenebilir.

Ölçekte bulunan maddelerin standart sapma değerlerine bakıldığında 1,03112 ile 1,53061 aralığında değişmektedir. Bu değişkenlik kişilerdeki tutumların farklılaşmasının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Ölçekte bulunan boyutların ortalamaları ise 24,8019 ile 37,6408 arası değişmektedir.



Tablo 11. Mantara Yönelik Tutum Ölçeğinin Boyutlarına Göre Betimsel İstatistiklerine Ait Analiz Bulguları Tablosu

Tanımlayıcı İstatistikler					
	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
	İstatistik	İstatistik	İstatistik	İstatistik	İstatistik
M25	515	1,00	5,00	3,3107	1,21621
M19	515	1,00	5,00	3,1029	1,11372
M18	515	1,00	5,00	3,1689	1,08429
M13	515	1,00	5,00	3,4447	1,25934
M20	515	1,00	5,00	3,2350	1,17577
M17	515	1,00	5,00	3,0816	1,13537
M38	515	1,00	5,00	3,4602	1,33491
M6	515	1,00	5,00	3,3398	1,31108
M24	515	1,00	5,00	3,1359	1,03112
M10	515	1,00	5,00	3,4854	1,25584
MİKOLOJİK	515	10,00	50,00	32,7650	8,64030
M29	515	1,00	5,00	3,7670	1,15529
M32	515	1,00	5,00	3,7728	1,16901
M30	515	1,00	5,00	3,7825	1,18325
M37	515	1,00	5,00	3,7748	1,19326
M2	515	1,00	5,00	3,9165	1,06538
M16	515	1,00	5,00	3,7981	1,25146
M22	515	1,00	5,00	3,5767	1,32157
M33	515	1,00	5,00	3,8252	1,17221
M39	515	1,00	5,00	3,7320	1,10976
M4	515	1,00	5,00	3,6951	1,29886
DUYUŞSAL	515	10,00	50,00	37,6408	8,22454
M40	515	1,00	5,00	3,4893	1,30897
M1	515	1,00	5,00	3,8408	1,44614
M12	515	1,00	5,00	3,7184	1,31748
M15	515	1,00	5,00	3,5534	1,33734
M26	515	1,00	5,00	3,7942	1,53061
M7	515	1,00	5,00	3,3398	1,35199
M11	515	1,00	5,00	3,0660	1,36362
DAVRANIŞSAL	515	7,00	35,00	24,8019	6,95536
GENELTOPLAM	515	27,00	130,00	95,2078	15,67066



Tablo 12. Ölçekte Kalan Maddelere Verilen Cevapların Frekans Değerleri

Maddeler	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
M25	50	9,7	72	14,0	164	31,8	126	24,5	103	20,0
M19	54	10,5	68	13,2	229	44,5	99	19,2	65	12,6
M18	47	9,1	64	12,4	220	42,7	123	23,9	61	11,8
M13	48	9,3	71	13,8	129	25,0	138	26,8	129	25,0
M20	51	9,9	68	13,2	193	37,5	115	22,3	88	17,1
M17	52	10,1	96	18,6	185	35,9	122	23,7	60	11,7
M38	65	12,6	72	14,0	66	12,8	185	35,9	127	24,7
M6	53	10,3	99	19,2	109	21,2	128	24,9	126	24,5
M24	47	9,1	57	11,1	235	45,6	131	25,4	45	8,7
M10	53	10,3	71	13,8	75	14,6	205	39,8	111	21,6
M29	34	6,6	43	8,3	84	16,3	202	39,2	152	29,5
M32	30	5,8	53	10,3	84	16,3	185	35,9	163	31,7
M30	36	7,0	48	9,3	68	13,2	203	39,4	160	31,1
M37	36	7,0	49	9,5	68	13,2	208	40,4	152	29,5
M2	23	4,5	31	6,0	84	16,3	205	39,8	172	33,4
M16	48	9,3	37	7,2	66	12,8	184	35,7	180	35,0
M22	62	12,0	48	9,3	88	17,1	165	32,0	152	29,5
M33	37	7,2	37	7,2	73	14,2	200	38,8	168	32,6
M39	32	6,2	44	8,5	80	15,5	233	45,2	126	24,5
M4	48	9,3	58	11,3	74	14,4	158	30,7	177	34,4
M40	75	14,6	44	8,5	57	11,1	232	45,0	107	20,8
M1	75	14,6	35	6,8	30	5,8	132	25,6	243	47,2
M12	51	9,9	56	10,9	65	12,6	158	30,7	185	35,9
M15	55	10,7	77	15,0	65	12,6	164	31,8	154	29,9
M26	100	19,4	12	2,3	30	5,8	125	24,3	248	48,2
M7	72	14,0	79	15,3	83	16,1	164	31,8	117	22,7
M11	74	14,4	147	28,5	58	11,3	143	27,8	93	18,1

### Tartışma

Bu çalışmanın temel amacı, Konya bölgesinde yaşayan halkın yenilebilir makromantarlaraya yönelik tutumlarını ölçmeye yönelik geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirmektir. Geliştirilen bu ölçekle halkın mantara yönelik tutumlarını belirleyerek çeşitli değişkenler açısından incelemektir. Ayrıca halkın mantarları ne kadar tanıdığı ve mantarı ne şekilde kullandıklarını ortaya koymaktır. Çalışma tarama modelinde nicel bir araştırma yöntemiyle tasarlanmıştır. Tarama modelleri, geçmişte ya da halen var olan bir durumu olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır. Araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır (Karasar, 2008).

Araştırmanın ilk aşamasında çeşitli literatür çalışmaları yapıldıktan sonra uzman görüşünden yararlanılarak 47 maddelik beşli Likert tipi mantar tutum ölçeği formu hazırlanmış, oluşturulan tutum ölçeği formu

2018-2020 yılları arasında Konya ili ve ilçelerinde yaşayan toplam 515 kişiye uygulanmıştır.

Faktör analizi, uygulamakta olduğumuz ölçekte yer alan maddelere verilen cevapların arasında bir uyum ve tutarlılık olup olmadığına bakılmak için uygulanan yapı geçerliğinin bir türüdür (Karakoç ve Dönmez, 2014). Faktör analizi, elde edilen verilerin minin seviye getirilmesini ve tutumla ilgili olan analizleri yapmaya yarayan bir tekniktir. Araştırma yapacak kişinin ilk hedeflediği amaç; ölçülmek istenilen bir kavramı hazırladığı maddelerin bu kavramı ne derecede ölçebildiği ve bu kavram ile ilgili serbest faktörleri tespit etmektir. Faktör analizindeki amaç ise; miktar yönünden yetersiz olan faktörler tarafından miktarı çok olan maddelerin beyan edilebilmesidir. Faktör analizi için açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmaktadır. Önceden belirlenmiş bir hipotezi değil de ölçekteki değişkenler ile ölçülen faktörlerle ilgili veri toplamak amacıyla yapılan analize açıklayıcı faktör analizi



(exploratory factor analysis) denir. Değişkenler ile ilgili önceden oluşturulmuş bir hipotezi test etmeye yada kuramına uygun olup olmadığını anlamak için yapılan analize doğrulayıcı faktör analizi (confirmatory factor analysis) şeklinde tanımlanır (Can, 2013). Bu analizi yapmak için yeterli sayıda örneklemin olması çok önemlidir. Madde sayısı ile örneklemin büyüklüğü arasında 5-10 kat farkla örneklemin yüksek değerlerde gerekmektedir. Comrey, örneklemin büyüklüğü açısından 50 olması dahilinde çok zayıf, 100 olması dahilinde zayıf, 200 ise orta düzeyde, 300 olması iyi, 500 sayısında çok iyi ve 1000 olana ise mükemmel olarak nitelendirmektedir (Karadağlı ve Ecevit Alpar, 2017).

Kaiser-Meyer-Olkin katsayısı 0,5'den yüksek ve Bartlett Sphericity Testi anlamlı çıkarsa, ortaya çıkan verilerin analize uygun olduğu görülür (Büyüköztürk, 2008; Norusis, 1990). Ölçekteki tüm değişkenlerin öteki değişkenler ile iyi bir şekilde tahmin edilmesi (Kaiser-Meyer-Olkin) KMO katsayı değerlerinin olduğundan yüksek çıkması ile ilgilidir. Eğer değerler sıfır veya sıfıra yakın bir değer çıkması üzeri, korelasyon dağılımında dağınıklığın ortaya çıkması halinde bu değerlere bakılıp yorum yapmak imkansızdır. İstatistiksel çözümler faktör sayısını saptamak için kullanıldığında, çok değişkenli normalliğin olduğu sayıltısı kabul edilir. Verilerin çok değişkenli normal dağılımdan geldiği "Bartlett Küresellik Testi" ile saptanır. Bu testin sonucu ne kadar yüksek ise manidar olma olasılığı da o kadar artar (Tavşancıl, 2006).

Tablo 13. KMO Değerinin Düzey Tablosu

KMO Değeri	Düzey
0.90-1.00	Mükemmel
0.80-0.89	İyi
0.70-0.79	Orta Düzey
0.60-0.69	Kötü
0.50-0.59	Çok Kötü
0.00-0.49	Kabul edilmez

Önceden yapılmış olan açıklayıcı faktör analiziyle ölçüğe ait faktörler ortaya konulmuş olup, bu faktörlerin her biri için güvenilirliği belirlenmiştir ve yapılandırma süreci tamamlanmıştır. Sadece açıklayıcı faktör analizi kendi başına yeterli gelmemektedir. Bu yüzden ölçüğün doğrulayıcı faktör analizinin de yapılması gerekmektedir (Hinkin, 1995; Şahin, 2009).

Faktör analiziyle kurulan hipotezlerin doğruluğunu saptama için doğrulayıcı faktör analizi kullanılır. Doğrulayıcı faktör analizindeki amaç değişkenler üzerine kurulu hipotezlerin doğruluğunu test edilmesi ve bu hipotezler ile oluşan faktörlerin aralarındaki ilişkiyi incelemektir. Böylece araştırma yapan kişi değişkenler ile bilgi sahibi olmaktadır. Bunun sonucunda model için, güçlü bir kuramsal ya da ampirik temele dayandırılmış olur (Raykov ve Marcoulides, 2008; Stevens ve Edwards, 1996; Çokluk ve ark., 2014).

Ölçek geliştirmede ve geçerlik analizinde daha çok kullanılan doğrulayıcı faktör analizindeki amaç bir yapının doğrulanmasıdır. Bu analizde değişkenler arasındaki önerilen model ile gözlenen verinin hangi oranda uyum sağladığına dair istatistik değerler verir. Doğrulayıcı faktör analizi, ölçek geliştirme ya da sınavla amacıyla kullanıldığında, faktörleri temsil eden gizil değişkenler arasında sadece yönü bilinmeyen ilişkiler (korelasyon) olduğu varsayılır ve genellikle bütün parametreler serbest bırakılır (Sümer, 2000; Çokluk ve ark., 2014).

Ölçeğin yapı geçerliliğini belirlemek için yapılan faktör analizi ile ölçekte yer alan maddelerin mantar tutum ölçeği ile ilgili hangi faktörleri ölçtüğü ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen verilerin faktör analizine uygun olup olmadığını belirlemek için KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) katsayısı ve Bartlett Sphericity Testi kullanılmaktadır. Araştırmadan elde edilen verilerin faktör analizine uygunluğunu belirlemek için yapılan ön analiz çalışmalarında; KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) (Örneklem Hacmi Uygunluğu Ölçümü) değeri 0,86 olup, Bartlett Sphericity Testi (Bartlett Bütünlük Testi) sonucu da anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ki kare 121 değerinin 11356,96 Df'nin 780 olması verilerin faktör analizine uygunluğunu göstermektedir.

Mantara Ait Boyutların Uyum Modeli ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (LISREL) de yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizinde önceden belirlenmiş modelin doğruluğu tespit edebilmek için; Ki- Kare Uyum Testi (Chi-Square Goodness,  $X^2$ ), Serbestlik derecesi (Degrees of Freedom Sd veya Df), Ki-Karenin serbestlik derecesine oranı ( $X^2/Sd$ ), Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA), Normlaştırılmış Uyum İndeksi (Normed Fit Index, NFI), Ortalama Hataların Karekökü (Root Mean Square Residual, RMR veya RMS), Standartlaştırılmış Ortalama Hataların Karekökü (Standardized Root Mean Square Residual, SRMR), Uyum İyiliği İndeksi (Goodness of Fit Index, GFI), Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (Comparative



Fit Index, CFI), Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi (Adjusted Goodness of Fit Index, AGFI), Normlaştırılmamış Uyum İndeksi (Non-Normed Fit Index, NNFI), Artışlı Uyum İndeksi (Incremental Fit Index, IFI) gibi birçok uyum indeksleri kullanılmaktadır (Kline, 2010; Şimşek, 2007).

Ki-kare ( $\chi^2$ ) iyilik uyumu (chi-square goodness of fit); modellerdeki uygunluğunun belirlenmesinde en çok kullanılan istatistiktir. Tabachnick ve Fidel (2007)'e göre, analizi en az 100 kişinin verileri üzerinden olması gerektiğini, 300 kişinin oluşturduğu grubun iyi, 500 kişinin oluşturduğu grubun çok iyi, 1000 kişinin oluşturduğu grubun ise mükemmel olduğunu izah etmişlerdir. Bunun sonucuna göre doğrulayıcı faktör analizi için büyük bir örnekleme ihtiyaç duyulmaktadır. Küçük bir örneklem ile yapılan doğrulayıcı faktör analizinin güvenilirliği hep düşük ve gerçek verilerle alakası olmayan sonuçlar doğurabilmektedir (akt: Çetinkaya, 2007). Örneklemin büyüklüğünden etkilenen ki-kare istatistiğinin yerine en az etkilenen  $\chi^2/sd$  oranı kullanılabilir (Şimşek 2007; Waltz ve ark., 2010).  $\chi^2$  değerinin serbestlik derecesine bölünmesi ile bulunan bu değer 2 veya altında olması gerekmektedir. 5 ve altında ise kabul edilebilir bir değer olmaktadır değerdir (Munro 2005; Şimşek 2007; Hooper ve ark., 2008). Örneklem büyüdükçe ki-kare istatistiğinde sonuçlar anlamı olduğundan modelin uyum süreci zarfında diğer uyum indekslerini de incelemek gerekmektedir. Madde boyutları uyum modeli değerleri tablosu incelendiğinde birçok değerde kabul edilebilir uyum olduğu görülmüştür.

Faktör sayısının belirlenmesinde öz değer istatistiği ve faktörlerin öz değerlerine ait çizgi grafiği kullanılmıştır. Total değerlere bakıldığında başlangıç öz değeri 1'in üzerinde olan 10 faktör bulunmuştur. Bu 9 faktörün varyansa yaptığı katkının % 65,510 olduğu görülmüştür. Faktör analizi ile madde yük değerleri düşük (0,40'un altında) ve binişik olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Faktör sayısının serbest bırakıldığı durumda 7 faktöre kadar inen döndürülmüş bileşenler matrisi varyans miktarlarına bağlı olarak 3 faktör ile sınırlandırılmış ve 13 maddenin ölçekten çıkarılmasıyla 27 maddeyle son şeklini almıştır.

Birinci faktörü oluşturan maddeler "Mitolojik Boyut" olarak isimlendirilmiştir. Mitolojik boyutunun madde yük değerleri 0,57 ile 0,81 değerleri arasındadır ve 10 maddeden oluşmaktadır.

İkinci faktörü oluşturan maddeler "Duyuşsal Boyutu" olarak isimlendirilmiştir. Duyuşsal boyutu madde

yük değerleri 0,50 ile 0,80 değerleri arasındadır ve 10 maddeden oluşmaktadır.

Üçüncü faktörü oluşturan maddeler daha çok Duyuşsal yönden ifadeler içeren maddeler olduğundan "Duyuşsal Boyutu" olarak isimlendirilmiştir. Duyuşsal boyutu madde yük değerleri 0,40 ile 0,80 değerleri arasındadır ve 7 maddeden oluşmaktadır. Analiz öncesinde yapılan güvenilirlik analizinde, 40 maddelik mantar tutum ölçeğinin Cronbach Alpha değeri 0,84 olarak bulunmuştur. Yapılan analizler sonucunda 27 maddelik mantar tutum ölçeğinin güvenilirlik analizinde Cronbach Alpha değeri 0,86 olarak bulunmuştur.

Ölçekte yer alan boyutların güvenilirlik katsayıları dikkate alındığında davranışsal boyutunun Cronbach Alpha katsayısı 0,84; Mitolojik boyutunun cronbach alpha katsayısı 0,89; duyuşsal boyutunun Cronbach Alpha katsayısı 0,87 olarak bulunmuştur.

Kalan 27 maddelik mantar tutum ölçeğinin alt-üst gruplarına dayanan geçerlilik analizi yapılmıştır. Alt-üst gruplarına dayanan madde-geçerlilik analizinde maddelerin anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Son durumda ölçekteki toplam madde sayısı 27'dir. Bu ölçekten alınabilecek en düşük puan 40, en yüksek puan 200'dür.

Katılımcıların %49,9'u mantarın bitki olduğunu, %45'i mantarın zehirli ya da zehirsiz olduğunu 'şekil ve rengine bakarak' anladığını, % 55'i domalanın 'mantar' olduğunu, % 91'i mantarı 'gıda' olarak değerlendirdiğini, % 86'sı mantarı faydalı bulduğunu, % 42'si mantarı 'Mayıs' ayında topladığını, % 93' ü mantarın yağışlı senelerde daha çok bulunduğunu, % 51,1 i mantarın her yerde yetişmediğini, % 50'si mantarın 'her sene çıktığı yerlere bakılarak' nerede olduğunu bulduklarını, % 50,9'u mantarın toplama işinin elle yapıldığını, % 70,3'ü mantarların genellikle evde değerlendirmek için toplandığını, % 61,7'sinin ise buldukları bölge dışında mantarların yetiştiğini bildikleri başka yerlerin olmadığını beyan etmişlerdir.

Maddelerin frekansları ve frekans yüzdelerine ait tablo incelendiğinde, Madde 11 'Zehirli mantarı evde bulundurmamak sakıncalıdır' maddesinde katılımcılar % 28,5 oranında "Katılmıyorum" seçeneğini tercih etmişlerdir (Tablo- 12).

Madde 25 'Zehirli mantar pişirilince yenilir.', Madde 19 'Zehirli mantarların iç kısmı koparılmaya mavidir.', Madde 18 'Ağaçlarda yetişen mantarlar zehirli değildir.', Madde 20 'Zehirli mantarlar yoğurtla yendiğinde zehirlemez.', Madde 17 'Zehirli mantarları salyangozlar



yemez.' Madde 24 'Zehirli mantar gümüş ve soğana değdiğinde kararır.' maddelerinde katılımcılar % 31,8 ile % 45,6 oranında "Kararsızım" seçeneğini tercih etmişlerdir (Tablo 12).

Madde 13 'Bir mantarın zehirli olduğu kokusundan anlaşılır.', Madde 38 'Mantarı tüketmek beni endişelendirir.', Madde 6 'Zehirli mantarın tadı farklı olur.', Madde 29 'Ç Mantarların olduğu ortamda rahatlarım.', Madde 32 'Mantarlar arasında yürümeyi, piknik yapmayı, zaman geçirmeyi vb severim.', Madde 30 'Mantar yetiştirmeyi isterim.', Madde 37 'Mantarların olduğu yerler bana huzur veriyor.', Madde 2 'Ellerimle mantarları koparmaktan zevk alırım.', Madde 16 'Mantar toplamayı babamdan, dedemden öğrendim.', Madde 22 'Doğada mantar gördüğüm zaman beni dinlendiriyor.', Madde 33 'Okulda mantarlar hakkında daha fazla bilgi verilmelidir.' Madde 39 'Değişik renkte mantarlar parklarda yetiştirilmelidir.' Madde 40 'Doğadan toplanan mantarların tüketilmemesi gerekir.' Madde 15 'Mantarlar doğada büyük öneme sahiptir.' Madde 7 'Bir mantarın zehirli olduğunu ancak uzman biri anlayabilir.' maddelerinde katılımcılar % 24,9 ile % 45,2 oranında "Katılıyorum" seçeneğini tercih etmişlerdir (Tablo 12).

Madde 4 'yenilebilir mantarları tanırım.', Madde 1 'Mantarlar doğal ortamında korunmalı.', Madde 12 'Mantarlar nemli ortamlarda gelişirler.', Madde 26 'Mantar zehirlenmelerinde acilen bir sağlık kuruluşuna gidilmelidir.' maddelerinde katılımcılar % 34,4 ile % 48,2 oranında "Kesinlikle Katılıyorum" seçeneğini tercih etmişlerdir (Tablo 12).

Rahman, S. (2015) mantar yetiştiriciliği üzerine yaptığı bir çalışmada; Bangladeş, Comilla da sekiz dağ köyünde çiftçilik ile uğraşan kişilere anket uygulamış ve kişilerin mantar yetiştiriciliğine yönelik tutumlarını ölçmeye çalışmıştır. Bulgular, ankete katılanların en yüksek oranının (%76,70) çok yüksek olumlu tutuma sahip olduğunu, %23,30'unun ise mantar yetiştiriciliğine yönelik olumlu tutumunun yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Eğitim alan çiftçilerin en yüksek oranı (%90,30) mantar yetiştiriciliği konusunda yüksek bilgiye sahipken, %9,70'i mantar yetiştiriciliği konusunda orta düzeyde bilgiye sahiptir. Araştırmanın bulguları, yetiştirilen çiftçilerin üçte ikisinden fazlasının (%68,00) mantar yetiştiriciliğine yönelik eğitim programının yüksek ile çok yüksek arasında etkili bulunurken, %32,00'sinin orta etkili olduğunu göstermektedir. Bu, eğitim programı

aracılığıyla yetiştirilen çiftçiler tarafından mantar yetiştiriciliğine yönelik artan bilgi ve tutum geliştirmesi nedeniyle benimsenme oranı kapsamlı ve tatmin edici değildi. Bu gerçekler, eğitilmiş çiftçiler tarafından mantar yetiştiriciliğinin benimsenmesini artırmak için yapılan herhangi bir düzenlemenin, nihayetinde mantar yetiştiriciliği konusundaki eğitim programının etkinliğini artıracığı sonucuna götürmektedir. Veri toplama her iki çalışmada da araştırmacının görüşme yoluyla kendisi tarafından sağlanmıştır. Her iki çalışmada da nitel veriler uygun puanlama ile nicel verilere dönüştürülmüştür. Bunun için toplanan verilere sayısal olarak kodlanmış değerler verilmiştir. Elde edilen veriler daha sonra bir ana sayfa üzerinde derlenmiş ve daha sonra tablo haline getirilmiş ve çalışmanın amaçları göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir. Kişilerin mantara yönelik tutumlarını ölçerken, yaş, eğitim, aile büyüklüğü, yıllık aile geliri ve akran grubu etkisi gibi faktörleri kullanmıştır. Bizim çalışmamızda da benzer olarak; cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim durumu, hanede yaşayan kişi sayısı, oturduğu ev ve ev özelliği ile meslek gibi değişkenlerin etkisi araştırılmıştır.

Sonuç olarak; geçerlik ve güvenilirlik analizleri sonuçları, bu çalışma ile oluşturulan mantara yönelik tutum ölçeği, yeterli düzeyde geçerlik ve güvenilirlik değerlerine sahip bir ölçek olduğunu göstermiştir. Konya yöresinde yaşayan kişilerin yenilebilir mantarlara karşı tutumlarını ölçmek için araştırmamız tarafından bir ölçek geliştirilmiş olup, ölçeğin geçerliliği daha sonraki çalışmalarla doğrulanabilir. Bu, ölçeğin iyileştirilmesine ve genelleştirilmesine yardımcı olacaktır.

Literatür taraması, ülkemizde mantara yönelik bir tutum ölçeği geliştirme konusunda bir çalışmaya rastlanmadığını gösterdi. Bu çalışma, genel hatlarıyla uygulanabilirliği ile mantara karşı bir tutum ölçeği geliştirmeyi hedeflemiştir. Farklı boyutları ortaya koyabilecek daha fazla benzer araştırma yapılmalıdır.

### Teşekkür

Bu araştırma projesi 18201078 numaralı proje ile Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından finansal olarak desteklenmiştir. Kurum ve çalışanlarına teşekkür ederiz.



### Kaynaklar

- Alkan, S., Kaşık, G., Öztürk, C. ve Aktaş, S. (2016). Çorum İli'nin Yenir Özellikteki Makromantarları. *Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3): 131–138.
- Aydın, M. (2010). *Eğitim Yönetimi*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Büyükoztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler Deseni İçin Veri Analizi El Kitabı; İstatistik, Araştırma Deseni SPSS Uygulamaları ve Yorum*. 8. Baskı. Ankara: Baran Ofset.
- Can, A. (2013). *SPSS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi* (1. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çelik, A., Uzun, Y. ve Kaya, A. (2020). Macromycetes of Güneysınır District (Konya Turkey). *Mantar Dergisi*, 11(1):75–83.
- Çokluk, Ö., Şekerccioğlu, G. ve Büyükoztürk, Ş. (2014). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları*. (3. Baskı). Ankara : Pegem Akademi.
- Eren, R., Süren, T. ve Kızıleli, M. (2017). Gastronomik Açından Türkiye'de Yenilebilir Yabani Mantarlar Üzerine Kavramsal Bir Değerlendirme. *Turizm Akademik Dergisi*, 4(2), 77– 89.
- Hinkin, T. (1995). A Review of Scale Development Practices In the Study of Organizations, *Journal of Management*. (21(5)), 957-988.
- Hooper, D., Coughlan, J. ve Mullen, M. (2008). Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*. 6(1), 53-60.
- İleri, R., Uzun, Y. ve Kaya, A., (2020). Macromycetes of Karadağ (Karaman) and its Environs. *Mantar Dergisi*, 11(1):57–63.
- Karakoç, F. ve Dönmez, L. (2014). Ölçek geliştirme çalışmalarında temel ilkeler. *Tıp Eğitim Dünyası*, 13(40), 39-49.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. 18. Baskı, 76-77. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım Ltd.Şti.
- Kline, R. (2010). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (3rd.Ed.). . New York: Guilfordpress.
- Li, H., Tian, Y., Menolli, Jr., N., Ye, L., Karunarathna, S.C., Perez-Moreno, J., Rahman, M.M., Rashid, M.H., Phengsintham, P., Rizal, L., Kasuya, T., Lim, Y.W., Dutta, A.K., Khalid, A.N., Huyen, T.H., Balolong, M.P., Baruah, G., Madawala, S., Thongklang, N., Hyde, K.D., Kirk, P.M., Xu, J., Sheng, J., Eric, B. ve Mortimer, P.E. (2021). Reviewing the world's edible mushroom species: A new evidence-based classification system. *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 20:1982–2014.
- Moore, D. ve Chiu, S. W. (2001). *Fungal products as food. Chapter 10 in Bio-Exploitation of Filamentous Fungi* (ed. S. B. Pointing & K. D. Hyde), pp. 223-251. Fungal Diversity Press: Hong Kong
- Rai, R.D. (2004). *Fungal Biotechnology in Agriculture Food and Environmental Application*. M. Dekker (Ed.), Solan, India.
- Rahman, S. (2015) Effectiveness Of Training Programme On Mushroom Cultivation. Department Of Agricultural Extension And Information System Sher-E-Bangla Agricultural University. Dhaka.
- Ravkov, T. ve Marcoulides, G. (2008). *An Introduction to Applied Multivariate Analysis*. I. Ny: Taylor & Francis Group.
- Roy, D. 2013. Effectiveness of Farmer Field School for Soil and Crop Management. M.S. Thesis. Department of Agricultural Extension Education, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. (eds), Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kirbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. ve Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Stevens, R. ve Edwards, A. (1996). An Approach to the Evaluation of Assistive Technology. *In Proceedings of Assets '96, (Vancouver)*, 64-71.
- Sümer, N. (2000). Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar ve Örnek Uygulamalar. 3(6), 49-74. *Türk Psikoloji Yazıları*.
- Şimşek, Ö. (2007). *Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş: Temel İlkeler ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: Ekinoks.
- Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tezbaşaran, A. (2008). *Likert Tipi Ölçek Geliştirme Kılavuzu*. Türk Psikologlar Derneği Yayınları.





Geliş(Received) :20.10.2022  
Kabul(Accepted) :21.12.2022

Araştırma Makalesi  
Doi: 10.30708.mantar.1191002

## Yoğun Bakım Hastalarının Kan Kültüründe Üreyen *Candida* Türlerinin Dağılımının Değerlendirilmesi

Fatma GÜNBEY <sup>1\*</sup>, Zülal AŞÇI TORAMAN <sup>2</sup>, Merve AYYILDIZ <sup>3</sup>, Doğukan Faik BAYTAŞ<sup>4</sup>, Yasemin BULUT <sup>5</sup>, Feray Ferda ŞENOL <sup>6</sup>, Yüksel AKKAYA<sup>7</sup>

\*Sorumlu yazar: fatmagunbey@gmail.com

<sup>1</sup>Tatvan Devlet Hastanesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Bitlis, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-6594-7727/fatmagunbey@gmail.com

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Elazığ, Türkiye  
Orcid No: 0000-0001-5202-8564/zulalasci@gmail.com

<sup>3</sup>Turhal Devlet Hastanesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Tokat, Türkiye  
Orcid No:0000-0002-9227-6842/mrv\_ayyldz@hotmail.com

<sup>4</sup>Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Elazığ, Türkiye  
Orcid No:0000-0002-2988-4458/dogukanbaytas@gmail.com

<sup>5</sup>Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı, Elazığ, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-0002-5510/ybulut@firat.edu.tr

<sup>6</sup>Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Elazığ, Türkiye  
Orcid No: 0000-0003-4705-5757/drferdasenol@yahoo.com

<sup>7</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Eğitim Araştırma Hastanesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye  
Orcid No:0000-0002-3167-8055/yakkaya2063@gmail.com

**Öz:** Kandidemi, *Candida* (*C.*) türü maya mantarları tarafından oluşturulan bir enfeksiyon hastalığıdır. Çoğunlukla hastanelerin yoğun bakım ünitelerinde ortaya çıkan erken tanısı ve tedavisi zor, mortalitesi yüksek önemli kan dolaşımı enfeksiyonlarından. Kandidemiye neden olan türlerin insidansı ülkeden ülkeye, hatta aynı ülkedeki hastaneler arasında değişebilmektedir. Kandidemi etkeni en sık *Candida albicans* (*C. albicans*)'dır. Ancak son yıllarda non-albicans *Candida* türleri ile gelişen kandidemi insidansında artış görülmeye başlanmıştır. Bu çalışmada Temmuz 2017- Temmuz 2022 tarihleri arasında Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji laboratuvarına yoğun bakım ünitelerinden kandidemi şüpheli hastalardan gönderilen kan örneklerinde saptanan *Candida* türlerinin dağılımı retrospektif olarak yapılmıştır. Laboratuvarımıza gelen kan kültür şişeleri BD BACTEC™ kan kültürü cihazına yerleştirilmiştir. 24 saat sonra pozitif sinyal veren kan kültür şişelerinden direk yapılan Gram boyamada Gram pozitif mantar sporları aranmıştır. Pozitif şişelerden %5 koyun kanlı agar besiyeri (Oxoid, İngiltere), eozin-metilen blue (EMB, Oxoid, İngiltere) ve Sabouraud Dektroz Agar (SDA, Oxoid, İngiltere) pasajları yapılmıştır. Kültürler bakteriyolojik olarak 18-24 saatlik, mikolojik olarak da 18-72 (bazen 1 hafta) saatlik 35-37°C'lik etüvdeki inkübasyonları sonunda üremeleri yönünden değerlendirilmiştir. Mikroorganizmaların tanımlanması; koloni yapıları, Gram boyama, germ tüp testi, konvansiyonel biyokimyasal test sonuçları ve matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDI-TOF MS) tekniğine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. *Candida* spp.yönünden pozitif 543 kan kültürünün 208'inde (%38) *C. albicans*, 335 (%62) 'inde non-albicans *Candida* türleri saptanmıştır. Non-albicans türlerden ise en sık 174 (%32) örnekte *C. parapsilosis* izole edilmiştir.

Kandidemi olgularından halen en sık izole edilen tür *C. albicans*'tır. Ancak yoğun bakım hastalarında non-albicans türleri de artan sıklıkla kan enfeksiyonlarına yol açmaya devam etmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Candida*, *Candida.albicans*,Sabouraud Dektroz Agar, MALDI-TOF MS.



## Evaluation Of The Distribution Of *Candida* Species In The Blood Culture Of Icu Patients

**Abstract:** Candidemia is an infectious disease caused by yeast fungi of the *Candida* (*C.*) species. It is one of the important bloodstream infections with high mortality and difficult to early diagnosis and treatment, mostly occurring in the intensive care units of hospitals. The incidence of candidemia-causing species can vary from country to country and even between hospitals in the same country. *Candida albicans* (*C. albicans*) is the most common cause of candidemia. However, in recent years, the incidence of candidemia due to non-*albicans* *Candida* species has increased. In this study, the distribution of *Candida* species detected in blood samples sent from patients with suspected candidemia from intensive care units to the Microbiology laboratory of Firat University Faculty of Medicine between July 2017 and July 2022 was conducted retrospectively. The blood culture bottles delivered to our laboratory were placed in the BD BACTEC™ blood culture device. Gram positive fungal spores were searched in Gram staining done directly from blood culture bottles that gave a positive signal after 24 hours. Passages of 5% sheep blood agar medium (Oxoid, UK), eosin-methylene blue (EMB, Oxoid, UK) and Sabouraud Dekrose Agar (SDA, Oxoid, UK) were made from positive bottles. The cultures were evaluated for their growth at the end of their incubation at 35-37°C for 18-24 hours bacteriologically and 18-72 hours (sometimes 1 week) mycologically. Identification of microorganisms; Colony structures were performed based on Gram stain, germ tube test, conventional biochemical test results and matrix assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) technique. *C. albicans* species were detected in 208 (38%) and non-*albicans* *Candida* species in 335 (62%) of 543 blood cultures positive for *Candida* spp. Among non-*albicans* species, *C. parapsilosis* was most frequently isolated in 174 (32%) samples.

*C. albicans* is still the most frequently isolated species from candidemia cases. However, non-*albicans* species continue to cause blood infections with increasing frequency in intensive care patients.

**Key words:** *Candida*, *Candida albicans*, Sabouraud Dektroz Agar, MALDI-TOF MS.

### Giriş

*Candida* spp. kan dolaşımı enfeksiyonlarından sorumlu üçüncü en yaygın mikroorganizmalardır (Wisplinghoff et al., 2004). Kandidemi, yüksek morbidite ve mortalite ile ilişkili bir enfeksiyonu temsil eder. Bu, özellikle kritik, stabil olmayan ve ciddi akut komplikasyonları olan yoğun bakım hastalarında belirgindir (Lortholary et al., 2017). Tüm kandidemilerin üçte biri tıbbi veya cerrahi yoğun bakım ünitelerinde meydana gelir ve tüm nedenlere bağlı mortalite %50-60'tır (Colombo et al., 2014; González de Molina et al., 2012; Marriott et al., 2009).

*Candida* enfeksiyonlarının çoğunluğunu *Candida albicans* (*C. albicans*) oluşturmasına rağmen, *Candida* spp. *C. albicans*'dan başka sıklıkla bazı vakalarda veya belirli coğrafi bölgelerde rapor edilmektedir (Barchiesi et al., 2016; Lamothe et al., 2018; Laverdiere et al., 2007; Macphail et al., 2002; Pfaller et al., 2010). Ek olarak, kritik hastalarda ampirik veya önleyici stratejiler için antifungallerin uygulanması azollere ve/veya ekinokandinlere dirençli *Candida* spp.'nin ortaya

çıkmasına neden olmuştur (Arendrup et al., 2013; Chow et al., 2008; Lockhart et al., 2012; Shields et al., 2015).

Uygun antifungal tedavinin hemen başlatılması, hayatta kalma şansını artırmak için çok önemlidir (Kollef et al., 2012). Bununla birlikte, mayalar için kan kültürü duyarlılıkları düşüktür ve uzun süreli inkübasyona (> 24 saat) ihtiyaç duyar. Sonuç olarak, antifungal ilaçlar genellikle yüksek riskli hastalarda profilaktik, önleyici veya ampirik olarak reçete edilir (Playford et al., 2008).

Bu çalışmada Temmuz 2017- Temmuz 2022 tarihleri arasında Firat Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji laboratuvarına yoğun bakım ünitelerinden kandidemi şüpheli hastalardan gönderilen kan örneklerinde saptanan *Candida* türlerinin dağılımının araştırılması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

Temmuz 2017- Temmuz 2022 yılları arasında hastanemiz yoğun bakım ünitelerindeki tüm kandidemi vakaları retrospektif olarak incelenmiştir. Bir *Candida* kan dolaşımı enfeksiyonu vakası, geçici olarak ilişkili klinik enfeksiyon belirtileri ve semptomları olan bir hastada kan



kültüründen *Candida* türlerinin periferik izolasyonu olarak tanımlanmıştır. Laboratuvarımıza gelen kan kültür şişeleri BACTEC otomatize kan kültür cihazında (BD Diagnostics, ABD) yerleştirilmiştir. 24 saat sonra pozitif sinyal veren kan kültür şişelerinden direk yapılan Gram boyamada Gram pozitif mantar sporları aranmıştır. Pozitif şişelerden %5 koyun kanlı agar besiyeri (Oxoid, İngiltere), eozin-metilen blue (EMB, Oxoid, İngiltere) besiyeri ve Sabouraud Dektroz Agar (SDA, Oxoid, İngiltere)'a pasajları yapılmıştır. Kültürler bakteriyolojik olarak 18-24 saatlik, mikolojik olarak da 18-72 (bazen 1 hafta) saatlik 35-37°C'lik etüvdeki inkübasyonları sonunda üremeleri yönünden değerlendirilmiştir. Mikroorganizmaların tanımlanması; koloni yapıları, Gram boyama, germ tüp testi, konvansiyonel biyokimyasal test sonuçları ve matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDI- TOF MS, Bruker Daltonics; Bremen, Almanya) tekniğine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

### Bulgular

*Candida* spp. yönünden pozitif 543 kan kültürünün cinsiyete göre dağılımına bakıldığında 325 (%60) örnek erkek, 218 (%40) kadın hastaya ait olduğu görülmüştür. Pozitif 543 kan kültürünün 208'inde (%38) *C. albicans*, 335 (%62) 'inde non-albicans *Candida* türleri saptanmıştır. Non-albicans türlerden ise en sık 174 (%32) örnekte *C. parapsilosis* izole edilmiştir. *Candida* türlerinin dağılımı Tablo.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. *Candida* türlerinin dağılımı

<b><i>Candida</i> türleri</b>	<b>Sayı (%)</b>
<i>Candida albicans</i>	208 (% 38)
<i>Candida parapsilosis</i>	174 (%32)
<i>Candida spp</i>	94 (%17)
<i>Candida tropicalis</i>	22 (%4)
<i>Candida quilliermondii</i>	10 (%2)
<i>Candida glabrata</i>	9 (%2)
<i>Candida lusitanae</i>	8 (%1)
<i>Candida ciferrii</i>	3 (%0.5)
<i>Candida melibiosica</i>	3 (%0.5)
<i>Candida krusei</i>	2 (%0.5)
<i>Candida pelliculosa</i>	2 (%0.5)
<i>Candida utilis</i>	2 (%0.5)
<i>Candida pulcherrima</i>	1 (%0.5)
<b>Toplam (N)</b>	<b>543 (%100)</b>

En fazla dahili yoğun bakım ünitesinden gelen kan kültürlerinde *Candida* ürediği tespit edilmiştir. Diğer yoğun bakım ünitelerindeki üreme dağılımı Tablo.2' de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yoğun bakım ünitelerindeki üreme dağılımı

<b>Yoğun bakım ünitesi</b>	<b>Sayı (%)</b>
Dahili yoğun bakım ünitesi	167 (%31)
Anestezi yoğun bakım ünitesi	118 (%22)
Yenidoğan yoğun bakım ünitesi	92 (%17)
Çocuk yoğun bakım ünitesi	72 (%13)
Onkoloji yoğun bakım ünitesi	28 (%5)
Nefroloji yoğun bakım ünitesi	21 (%4)
Genel cerrahi yoğun bakım ünitesi	17 (%2.5)
Kalp ve damar cerrahisi yoğun bakım ünitesi	10 (%2)
Beyin cerrahisi yoğun bakım ünitesi	10 (%2)
Kardiyoloji yoğun bakım ünitesi	3 (%0.5)
Gastroenteroloji yoğun bakım ünitesi	3 (%0.5)
Algoloji yoğun bakım ünitesi	2 (%0.5)
Toplam (N)	543 (%100)

### Tartışma /Discussions

Günümüzde *Candida* türleri ile gelişen enfeksiyonlar, özellikle kandidemi, yoğun bakım ünitelerindeki risk altındaki hasta sayısının artmasıyla daha kritik bir öneme sahip olmaktadır. Nozokomiyal enfeksiyonlara neden olan mantarların %80'inden fazlası *Candida* türleridir (SARI et al., 2018).

*Candida* tarafından en sık kolonize edilen bölgelerin gastrointestinal sistem ve deri olduğu göz önüne alındığında cerrahi hastalar, abdominal cerrahi sırasında gastrointestinal bariyerin kalkması nedeniyle veya parenteral beslenme veya cilt kontaminasyonu nedeniyle fungemi kazanmış olabilir (Clancy et al., 2000; Miranda et al., 2009; Nucci & Anaissie, 2001). Tersine, dahiliye servislerine başvuran hastalarda kandidemi, kortikosteroidler veya diğer immünosupresif ajanlarla yapılan tedavinin bir sonucu olarak daha sık immün sistem disfonksiyonu ile ilişkili görülmektedir. Kortikosteroidlerin nötrofil alımını ve *Candida*'nın öldürülmesini engellediği bilinmektedir (Vena et al., 2017). Bu nedenle, tıbbi ortamda kandidemi gelişiminde immünosupresif tedavi kritik bir rol oynadığı için, uygulanan immünosupresif tedavide enfeksiyon riski öngörülmesi ve mümkün olan en kısa süre için mümkün olan en düşük immünosupresif ilaç dozu kullanılmalıdır.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada sekiz yıllık dönemde 1379 pozitif kan kültürünün 67 (%4.9)'ünde fungal etken saptanmıştır. Etkenlerin 57 (%85.1)'inde *Candida* spp. olduğu belirtilmiştir. Kan kültüründe üreyen 57 *Candida* türünün 49 (%86)'u *C. albicans* dışı *Candida* türleri olup en sık olarak *C. tropicalis* (%51) saptanmıştır. Hematolojik kanserli ve nötropenik hastalarda ampirik antifungal seçerken, bu hastalarda *C. albicans* dışı *Candida* oranının yüksek olduğunun (%86) dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır (Yılmaz et al., 2015). Yoğun bakımda yatan nötropenik olmayan hastaların dahil edildiği bir yıllık dönemi kapsayan



çalışmada; *C.albicans* %58.6 (17/29), *C.glabrata* %20.68 (6/29), *C.tropicalis* %6.89 (2/29), *C.parapsilosis* %6.89 (2/29), *C.lucitaniae* %3.44 (1/29), *C.dublinskiensis* %3.44 (1/29) olarak dağıldığı tespit edilmiştir (SARI et al., 2018). Yurt dışında yapılan bir çalışmada ise sadece beş tür *Candida* türünün olguların %92'sini (*C.albicans*, *C.glabrata*, *C.tropicalis*, *C.parapsilosis* ve *C.krusei*) oluşturduğu gösterilmiştir. Küresel olarak *C.albicans* sıklığı azalırken, *C.glabrata* ve *C.krusei* stabil kalmakta ve *C.parapsilosis* ve *C.tropicalis* artmaktadır. Hasta özellikleri ve önceki antifungal tedavinin, coğrafi alandan bağımsız olarak *Candida* spp.'nin dağılımı ve sıklığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Guinea, 2014).

Çalışmamızda bulduğumuz verilerimiz, albicans dışı *Candida* türlerinin yaygınlığının giderek arttığını gösteren dünya raporlarıyla uyumludur ve *C.parapsilosis*, *C.tropikalis* veya *C.glabrata* gibi diğer *Candida* türlerinin kan dolaşımı enfeksiyonlarının daha sık nedeni olarak ortaya çıkmaktadır (Vena et al., 2017). Ek olarak, *Candida auris* dahil daha az yaygın olan ve yeni tanınan *Candida* türleri artan sıklıkta izole edilmektedir (Chen et al., 2006; Jeffery-Smith et al., 2018; Jung et al., 2015; Khan et al., 2018; Tsai et al., 2018).

Wang ve arkadaşlarının toplam 115 yoğun bakım hastasında yaptığı çalışmada 83 hastada *Candida* üremesi saptamışlardır. Özellikle *C. albicans*, invaziv *Candida* enfeksiyonları olan yoğun bakım hastalarından baskın olan tür olarak izole edilirken; nonalbicans kandidemide etken olarak *C. glabrata* ve *C. tropicalis* ana patojen olarak saptamışlardır. Çalışmada invaziv *Candida* izolatlarının yaklaşık yarısı (%48,19) idrardan izole edilmiştir (B. Wang et al., 2021). Çalışmamızda da *C. albicans*'ı en sık etken olarak saptadık. En sık görülen

2. etkendeki farklılığın çalışmaya dahil edilen örnek farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Sonuçlarımız, önceki çalışmalara benzer şekilde en yaygın üç *Candida* türünün *C.albicans* (%38), *C. parapsilosis* (%31) ve *C. tropicalis* (%4) olduğunu göstermiştir (Pfaller et al., 2007, 2010; H. Wang et al., 2012, 2016; Zhang et al., 2014).

MALDI-TOF MS tanımlaması, spektral model eşleştirme kullanılarak bir suşun özel protein profillerinin bir referans kütüphanesine edinilmesine ve karşılaştırılmasına dayanır. Bu yöntem, tipik olarak biyokimyasal yöntemler kullanılarak ayırt edilmesi zor olan yakından ilişkili türler veya alt türler (örneğin, *C. parapsilosis* / *C. metapsilosis* / *Candida orthopsilosis*) arasında ayırım yapmak için kullanılır (Kolecka et al., 2013; Posteraro et al., 2013; Sendid et al., 2013).

Basit ve hızlı olan bu yöntemde sonuçlar numune başına yaklaşık 30 saniyede elde edilir. Patojen tanımlama süresi, hastanede yatan hastalarda enfeksiyona bağlı ölüm oranlarının önemli bir belirleyicisi olduğundan, bu teknik, klasik yöntemler için harcanan süre dikkate alındığında ölümleri azaltma mücadelesinde önemli bir araçtır (Lima-Neto et al., 2014).

Bu mantarların neden olduğu invaziv enfeksiyonlar, yüksek bir morbidite ve mortalite oranına sahiptir. Kandideminin hızla tanınması ve uygun antifungal tedavinin hemen başlatılması, sonucun önemli bir belirleyicisidir. Belirli türler için, antifungal ajanlara duyarlılık, epidemiyolojik duyarlılık verilerine dayanarak tahmin edilebilir (Deconinck et al., 2016).

Sonuç olarak yoğun bakım hastalarında sepsis etiyojisi araştırılırken kandidemi akılda tutulmalı ve etkene yönelik tanı testleri istenerek en kısa sürede antifungal tedavi başlanmalıdır.

### Kaynaklar

- Arendrup, M., Dzajic, E., Jensen, R., Johansen, H., Kjaldgaard, P., Knudsen, J., Kristensen, L., Leitz, C., Lemming, L., & Nielsen, L. (2013). Epidemiological changes with potential implication for antifungal prescription recommendations for fungaemia: Data from a nationwide fungaemia surveillance programme. *Clinical Microbiology and Infection*, 19(8), e343–e353.
- Barchiesi, F., Orsetti, E., Gesuita, R., Skrami, E., & Manso, E. (2016). Epidemiology, clinical characteristics, and outcome of candidemia in a tertiary referral center in Italy from 2010 to 2014. *Infection*, 44(2), 205–213.
- Chen, S., Slavin, M., Nguyen, Q., Marriott, D., Playford, E., Ellis, D., & Sorrell, T. (2006). Australian Candidemia Study. Active surveillance for candidemia, Australia. *Emerg Infect Dis*, 12(10), 1508–1516.
- Chow, J. K., Golan, Y., Ruthazer, R., Karchmer, A. W., Carmeli, Y., Lichtenberg, D. A., Chawla, V., Young, J. A., & Hadley, S. (2008). Risk factors for albicans and non-albicans candidemia in the intensive care unit. *Critical Care Medicine*, 36(7), 1993–1998.
- Clancy, C., Barchiesi, F., Falconi DiFrancesco, L., Morris, A., Snyderman, D., Yu, V., Scalise, G., & Nguyen, M. (2000). Clinical manifestations and molecular epidemiology of late recurrent candidemia, and implications for management. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 19(8), 585–592.
- Colombo, A. L., Guimarães, T., Sukienik, T., Pasqualotto, A. C., Andreotti, R., Queiroz-Telles, F., Nouér, S. A., & Nucci, M. (2014). Prognostic factors and historical trends in the epidemiology of candidemia in critically ill patients: An analysis of five multicenter studies sequentially conducted over a 9-year period. *Intensive Care Medicine*, 40(10), 1489–1498.



- Deconinck, L., Meybeck, A., Pradier, M., Patoz, P., Melliez, H., & Senneville, E. (2016). Community acquired fungemia caused by *Candida pulcherrima*: Diagnostic contribution of MALDI-TOF mass spectrometry. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 15(1), 1–3.
- González de Molina, F. J., León, C., Ruiz-Santana, S., & Saavedra, P. (2012). Assessment of candidemia-attributable mortality in critically ill patients using propensity score matching analysis. *Critical Care*, 16(3), 1–8.
- Guinea, J. (2014). Global trends in the distribution of *Candida* species causing candidemia. *Clinical Microbiology and Infection*, 20, 5–10.
- Jeffery-Smith, A., Taori, S. K., Schelenz, S., Jeffery, K., Johnson, E. M., Borman, A., Candida auris Incident Management Team, Manuel, R., & Brown, C. S. (2018). *Candida auris*: A review of the literature. *Clinical Microbiology Reviews*, 31(1), e00029-17.
- Jung, D. S., Farmakiotis, D., Jiang, Y., Tarrand, J. J., & Kontoyiannis, D. P. (2015). Uncommon *Candida* species fungemia among cancer patients, Houston, Texas, USA. *Emerging Infectious Diseases*, 21(11), 1942.
- Khan, Z., Ahmad, S., Al-Sweih, N., Joseph, L., Alfouzan, W., & Asadzadeh, M. (2018). Increasing prevalence, molecular characterization and antifungal drug susceptibility of serial *Candida auris* isolates in Kuwait. *PloS One*, 13(4), e0195743.
- Kolecka, A., Khayhan, K., Groenewald, M., Theelen, B., Arabatzis, M., Velegraki, A., Kostrzewa, M., Mares, M., Taj-Aldeen, S. J., & Boekhout, T. (2013). Identification of medically relevant species of arthroconidial yeasts by use of matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry. *Journal of Clinical Microbiology*, 51(8), 2491–2500.
- Kollef, M., Micek, S., Hampton, N., Doherty, J. A., & Kumar, A. (2012). Septic shock attributed to *Candida* infection: Importance of empiric therapy and source control. *Clinical Infectious Diseases*, 54(12), 1739–1746.
- Lamoth, F., Lockhart, S. R., Berkow, E. L., & Calandra, T. (2018). Changes in the epidemiological landscape of invasive candidiasis. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 73(suppl\_1), i4–i13.
- Laverdiere, M., Labbé, A.-C., Restieri, C., Rotstein, C., Heyland, D., Madger, S., & Stewart, T. (2007). Susceptibility patterns of *Candida* species recovered from Canadian intensive care units. *Journal of Critical Care*, 22(3), 245–250.
- Lima-Neto, R., Santos, C., Lima, N., Sampaio, P., Pais, C., & Neves, R. P. (2014). Application of MALDI-TOF MS for requalification of a *Candida* clinical isolates culture collection. *Brazilian Journal of Microbiology*, 45, 515–522.
- Lockhart, S. R., Iqbal, N., Cleveland, A. A., Farley, M. M., Harrison, L. H., Bolden, C. B., Baughman, W., Stein, B., Hollick, R., & Park, B. J. (2012). Species identification and antifungal susceptibility testing of *Candida* bloodstream isolates from population-based surveillance studies in two US cities from 2008 to 2011. *Journal of Clinical Microbiology*, 50(11), 3435–3442.
- Lortholary, O., Renaudat, C., Sitbon, K., Desnos-Ollivier, M., Bretagne, S., & Dromer, F. (2017). The risk and clinical outcome of candidemia depending on underlying malignancy. *Intensive Care Medicine*, 43(5), 652–662.
- Macphail, G., Taylor, G., Buchanan-Chell, M., Ross, C., Wilson, S., & Kureishi, A. (2002). Epidemiology, treatment and outcome of candidemia: A five-year review at three Canadian hospitals: Epidemiologie, Behandlung und ausgang von Candidämien: Eine Fünfjahresübersicht an drei kanadischen Hospitälern. *Mycoses*, 45(5-6), 141–145.
- Marriott, D. J., Playford, E. G., Chen, S., Slavin, M., Nguyen, Q., Ellis, D., & Sorrell, T. C. (2009). Determinants of mortality in non-neutropenic ICU patients with candidaemia. *Critical Care*, 13(4), 1–8.
- Miranda, L., Van Der Heijden, I., Costa, S., Sousa, A., Sienra, R., Gobara, S., Santos, C., Lobo, R., Pessoa Jr, V., & Levin, A. (2009). *Candida* colonisation as a source for candidaemia. *Journal of Hospital Infection*, 72(1), 9–16.
- Nucci, M., & Anaissie, E. (2001). Revisiting the source of candidemia: Skin or gut? *Clinical Infectious Diseases*, 33(12), 1959–1967.
- Pfaller, M., Diekema, D., Gibbs, D., Newell, V., Ellis, D., Tullio, V., Rodloff, A., Fu, W., & Ling, T. (2010). Results from the ARTEMIS DISK Global Antifungal Surveillance Study, 1997 to 2007: A 10.5-year analysis of susceptibilities of *Candida* species to fluconazole and voriconazole as determined by CLSI standardized disk diffusion. *Journal of Clinical Microbiology*, 48(4), 1366–1377.
- Pfaller, M., Diekema, D., Gibbs, D., Newell, V., Meis, J., Gould, I., Fu, W., Colombo, A., & Rodriguez-Noriega, E. (2007). Results from the ARTEMIS DISK Global Antifungal Surveillance study, 1997 to 2005: An 8.5-year analysis of susceptibilities of *Candida* species and other yeast species to fluconazole and voriconazole determined by CLSI standardized disk diffusion testing. *Journal of Clinical Microbiology*, 45(6), 1735–1745.
- Playford, E. G., Eggimann, P., & Calandra, T. (2008). Antifungals in the ICU. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 21(6), 610–619.
- Posteraro, B., De Carolis, E., Vella, A., & Sanguinetti, M. (2013). MALDI-TOF mass spectrometry in the clinical mycology laboratory: Identification of fungi and beyond. *Expert Review of Proteomics*, 10(2), 151–164.



- Sarı, S., Cankar Dal, H., Mungan, İ., Tezcan, B., Kazancı, D., & Turan, S. (2018). Yoğun Bakım Ünitelerinde Gelişen, Non-nötropenik Kandidemi Olgularının Retrospektif Olarak Değerlendirilmesi. *Dahili ve Cerrahi Bilimler Yoğun Bakım Dergisi*, 9(3), 74–77.
- Sendid, B., Ducoroy, P., François, N., Lucchi, G., Spinali, S., Vagner, O., Damiens, S., Bonnin, A., Poulain, D., & Dalle, F. (2013). Evaluation of MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of medically-important yeasts in the clinical laboratories of Dijon and Lille hospitals. *Medical Mycology*, 51(1), 25–32.
- Shields, R. K., Nguyen, M. H., & Clancy, C. J. (2015). Clinical perspectives on echinocandin resistance among *Candida* species. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 28(6), 514–522.
- Tsai, M.-H., Hsu, J.-F., Yang, L.-Y., Pan, Y.-B., Lai, M.-Y., Chu, S.-M., Huang, H.-R., Chiang, M.-C., Fu, R.-H., & Lu, J.-J. (2018). Candidemia due to uncommon *Candida* species in children: New threat and impacts on outcomes. *Scientific Reports*, 8(1), 1–9.
- Vena, A., Bouza, E., Valerio, M., Padilla, B., Paño-Pardo, J. R., Fernández-Ruiz, M., Díaz Martín, A., Salavert, M., Mularoni, A., & Puig-Asensio, M. (2017). Candidemia in non-ICU surgical wards: Comparison with medical wards. *PLoS One*, 12(10), e0185339.
- Wang, B., He, X., Lu, F., Li, Y., Wang, Y., Zhang, M., Huang, Y., & Xia, J. (2021). *Candida* Isolates From Blood and Other Normally Sterile Foci From ICU Patients: Determination of Epidemiology, Antifungal Susceptibility Profile and Evaluation of Associated Risk Factors. *Frontiers in Public Health*, 9.
- Wang, H., Fan, Y.-Y., Kudinha, T., Xu, Z.-P., Xiao, M., Zhang, L., Fan, X., Kong, F., & Xu, Y.-C. (2016). A comprehensive evaluation of the Bruker Biotyper MS and Vitek MS matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry systems for identification of yeasts, part of the National China Hospital Invasive Fungal Surveillance Net (CHIF-NET) study, 2012 to 2013. *Journal of Clinical Microbiology*, 54(5), 1376–1380.
- Wang, H., Xiao, M., Chen, S. C.-A., Kong, F., Sun, Z.-Y., Liao, K., Lu, J., Shao, H.-F., Yan, Y., & Fan, H. (2012). In vitro susceptibilities of yeast species to fluconazole and voriconazole as determined by the 2010 National China Hospital Invasive Fungal Surveillance Net (CHIF-NET) study. *Journal of Clinical Microbiology*, 50(12), 3952–3959.
- Wisplinghoff, H., Bischoff, T., Tallent, S. M., Seifert, H., Wenzel, R. P., & Edmond, M. B. (2004). Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: Analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. *Clinical Infectious Diseases*, 39(3), 309–317.
- Yılmaz, G., Çiftçioğlu, A., Gündüz, M., Özen, M., Sarıcaoğlu, E. M., & Akan, H. (2015). Kandidemi saptanan hematolojik kanserli hastalarda etken dağılımı ve risk faktörlerinin değerlendirilmesi. *Klimik Dergisi*, 28(3), 117–121.
- Zhang, L., Xiao, M., Wang, H., Gao, R., Fan, X., Brown, M., Gray, T. J., Kong, F., & Xu, Y.-C. (2014). Yeast identification algorithm based on use of the Vitek MS system selectively supplemented with ribosomal DNA sequencing: Proposal of a reference assay for invasive fungal surveillance programs in China. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(2), 572–577.



Geliş(Received) :21.10.2022

Kabul(Accepted) :21.12.2022

Araştırma Makalesi

Doi: 10.30708.mantar.1192975

## Pandemi Döneminde Kan Kültürlerinden İzole Edilen *Candida* Türlerinin Dağılımı ve Antifungal Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi

Senanur AYDOĞAN<sup>1\*</sup>, Rugıyya SAMADZADE<sup>2</sup>  
Salih MAÇİN<sup>3</sup>, Hatice TÜRK DAĞI<sup>4</sup>, Duygu FINDIK<sup>5</sup>

\*Sorumlu yazar: senanur.aydogan@outlook.com

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-8766-7777/senanur.aydogan@outlook.com

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-7079-8500/rukiyesamadzade@gmail.com

<sup>3</sup>Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-1871-3629/salihmacin@hotmail.com

<sup>4</sup>Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-0291-4987/haticeturkdagi@yahoo.com

<sup>5</sup>Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye  
Orcid No: 0000-0002-0342-0364/dfindik@selcuk.edu.tr

**Öz:** Hastane kaynaklı enfeksiyonların en önemli sebeplerinden biri olan *Candida* türleri, kan kültürlerinde en sık izole edilen mantarlardan biridir. Bu çalışmanın amacı pandemi döneminde kan kültürlerinden izole edilen *Candida* türlerinin dağılımının ve antifungal duyarlılığının değerlendirilmesidir. Selçuk Üniversitesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarına gönderilen kan kültürleri Ocak 2020-Temmuz 2022 tarihleri arasında geriye dönük olarak incelenmiştir. Tür tanımlaması ve antifungal duyarlılık testleri için VITEK 2 Compact® sistemi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre *Candida albicans* 36 (%42.8), *Candida parapsilosis* 24 (%28.6), *Candida glabrata* 13 (%15.5), *Candida tropicalis* 5 (%5.9), *Candida krusei* (*Issatchenkia orientalis*) 4 (%4.8), *Candida guilliermondii* (*Meyerozyma guilliermondii*) 1 (%1.2) ve *Candida sphaerica* 1 (%1.2) izolatta saptanmıştır. Ayrıca, çalışmada en yüksek direnç caspofungine (%7.4) saptanırken, en düşük antifungal direnç amfoterisin B'ye (%1.8) karşı belirlenmiştir. Sonuç olarak özellikle yenidoğanlarda, yoğun bakım ünitelerinde tedavi gören hastalarda *Candida* türlerinin tiplendirilmesi ve antifungal duyarlılıklarının belirlenmesi, tedaviye yön vermesi açısından önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Antifungal duyarlılık, *Candida* türleri, Kan kültürü, Pandemi

### Distribution Of *Candida* Species Isolated From Blood Cultures During The Pandemic Period And Evaluation Of Antifungal Susceptibility

**Abstract:** *Candida* species, one of the most important causes of hospital-acquired infections, is one of the most frequently isolated fungi in blood cultures. The aim of this study is to evaluate the distribution and antifungal sensitivity of *Candida* species isolated from blood cultures during the pandemic period. Blood cultures sent to Selçuk University Medical Microbiology Laboratory were retrospectively examined between January 2020 and July 2022. Vitek 2 Compact® system was used for species identification and antifungal susceptibility tests. According to the results of the study *Candida albicans* 36 (42.8%), *Candida parapsilosis* 24 (28.6%), *Candida glabrata* 13 (15.5%), *Candida tropicalis* 5 (5.9%), *Candida krusei* (*Issatchenkia orientalis*) 4 (4.8%) *Candida guilliermondii* (*Meyerozyma guilliermondii*) 1 (1.2%) and *Candida sphaerica* 1 (1.2%) were found to be isolated. In addition, in the study, the highest resistance was determined against caspofungin (7.4%), while the lowest antifungal resistance was determined against amphotericin B (1.8%). In conclusion, it is important to type *Candida* species and determine their antifungal susceptibility, especially in newborns and patients treated in intensive care units, in terms of guiding the treatment.

**Key words:** Antifungal sensitivity, *Candida* species, Blood culture, Pandemic



## Giriş

*Candida* türleri dünya genelinde invaziv mantar enfeksiyonlarının en yaygın nedenlerinden biridir (Kullberg ve Arendrup, 2015). Deri, mukoza, gastrointestinal sistem ve vajenin normal florasında bulunarak fırsatçı enfeksiyonlara neden olabilmektedir (Gültekin ve ark., 2011, Karabıçak ve ark., 2015, Koçak ve ark., 2011). *Candida* enfeksiyonlarında risk faktörleri arasında geniş spektrumlu antimikrobiyal ajanların kullanılması, yoğun bakımda yatış süresinin uzaması, mekanik ventilasyon, total parenteral beslenme uygulaması, hemodiyaliz, parenteral nütrisyon, eşlik eden hastalıkların varlığı (Behçet hastalığı, diabetes mellitus, hipertansiyon, vs.), santral venöz kateter, nazogastrik kateter, periferik venöz kateter gibi invaziv işlemler, cerrahi operasyonlar ve organ transplantasyonu yer almaktadır (Blumberg ve ark., 2001, Duel ve ark., 2002).

Günümüzde *Candida* türleri genellikle immünsüpresif tedavi alan hastalarda görülmekteyken farklı hasta gruplarında da giderek artmaktadır (Gültekin ve ark., 2011, Karabıçak ve ark., 2015, Koçak ve ark., 2011). *Candida* spp., özellikle yoğun bakım ünitelerinde (YBÜ) yatan hastalarda önemli bir enfeksiyon etkenidir (Ağca ve ark., 2015, Sardi ve ark., 2013, Şahiner ve ark., 2011).

Kandidemi, *Candida* spp.'nin kandan izole edilmesi olarak tanımlanmaktadır (11). *Candida albicans*, kan kültürlerinde saptanan en sık kandidemi etkeni olmasına rağmen, *albicans* dışı türlerin sıklığı da her geçen gün artmaktadır (Ağca ve ark., 2015, Sardi ve ark., 2013, Şahiner ve ark., 2011).

Antibiyotiklerde olduğu gibi antifungal ilaçların yaygın kullanımı *Candida* türlerinin antifungal ajanlara karşı duyarlılık paternlerini değiştirmiştir (Bayram ve ark., 2012, Keçeli ve ark., 2010). Bu sebeple uygun antifungal tedavinin belirlenmesinde, *Candida*'ların tür düzeyinde tanımlanması ve antifungal duyarlılık testlerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır (Gültekin ve ark., 2010, Bayram ve ark., 2012, Keçeli ve ark., 2010).

Bu çalışmada, pandemi döneminde laboratuvarımıza çeşitli klinik birimlerden gönderilen kan kültürü örneklerinden izole edilen *Candida* türlerinin dağılımının ve antifungal duyarlılığının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarına Ocak 2020-Temmuz 2022 tarihleri arasında çeşitli klinik birimlerden gönderilen kan kültürü sonuçları geriye dönük olarak incelenmiştir. Aynı

hastadan izole edilen tekrarlayan izolatlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Yetişkin ve çocuk yaş gruplarındaki tüm hastalardan steril şartlarda alınıp kan kültür şişelerine inoküle edilen kan örnekleri BACTEC otomatik kan kültürü cihazında (Becton Dickinson, ABD) inkübe edilmiştir. Üreme sinyali veren şişelerden gram boyama yapıp Eosin-Methylene Blue (EMB) ve %5 koyun kanlı Columbia agar (Becton Dickinson, ABD) besiyerlerine ekilerek 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Gram boyamasında maya hücresi görülen örnekler Sabouraud dekstroz agar besiyerine pasajlanarak 37°C'de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Üreyen maya izolatları, konvansiyonel yöntemler ve/veya VITEK® 2 Kompakt Sistemi (bioMérieux, Fransa) ile maya tanımlama kartları (YST) kullanılarak tanımlanmış ve antifungal duyarlılıkları AST-YST07 kartları kullanılarak araştırılmıştır. İzolatların kaspofungin, flusitozin, vorikonazol, mikafungin, amfoterisin B ve flukonazole duyarlılıkları European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) standartlarına göre belirlenmiştir.

## Bulgular /

Çalışma süresince laboratuvarımıza gönderilen kan kültürlerinde 82 hastadan toplam 84 *Candida* türü saptanmıştır. Bu hastaların 42'sinin (%51.2) kadın, 40'ının (%48.8) erkek olduğu belirlenmiştir. Hastaların yaş dağılımı incelendiğinde 37'sinin 18 ve 18 yaş altında, 29'unun da 60 yaş üstünde olduğu gözlenmiştir. *Candida* türlerinin yaş gruplarına göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Örneklerin 52'sinin (%61.9) yoğun bakım ünitelerinde, 29'unun (%34.5) servislerde ve 3'ünün (%3.6) polikliniklerde tedavi gören hastalardan gönderildiği belirlenmiştir. *Candida* türlerinin klinik birimlere göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. 84 izolatin 36'sı (%42.8) *Candida albicans* (*C.albicans*), 24'ü (%28.6) *Candida parapsilosis* (*C.parapsilosis*), 13'ü (%15.5) *Candida glabrata* (*C.glabrata*), 5'i (%5.9) *Candida tropicalis* (*C.tropicalis*), 4'ü (%4.8) *Candida krusei* (*C.krusei*; *Issatchenkia orientalis*), 1'i (%1.2) *Candida guilliermondii* (*C.guilliermondii*; *Meyerozyma guilliermondii*) ve 1'i (%1.2) *Candida sphaerica* (*C.sphaerica*) olarak tiplendirilmiştir. İki olguda, farklı zamanlarda iki ayrı *Candida* türü (*C.albicans*-*C.parapsilosis*, *C.albicans*-*C.glabrata*) izole edilmiştir. 54 izolatin direnç oranları ise caspofunginde %7.4, flukonazolda %6.6, flusitozinde %3.7, mikafunginde %3.7, vorikonazolda %2.3, amfoterisin B'de %1.8, olarak tespit edilmiştir. *Candida* türlerinin antifungal duyarlılık oranları Tablo 3'te verilmiştir.



Tablo 1. İzole edilen *Candida* türlerinin yaş gruplarına göre dağılımı [n (%)].

	<i>C.albicans</i>	<i>C.parapsilosis</i>	<i>C.glabrata</i>	<i>C.tropicalis</i>	<i>C.krusei</i>	*Diğer	Toplam
≤18	16 (19)	11 (13.1)	7 (8.3)	2 (2.4)	1 (1.2)	0	37(44.1)
19-35	2 (2.4)	2 (2.4)	1 (1.2)	0	1 (1.2)	0	6 (7.1)
36-60	4 (4.8)	6 (7.1)	2 (2.4)	0	0	0	12(14.3)
>60	14 (16.7)	4 (4.8)	4 (4.8)	3 (3.4)	2 (2.4)	2 (2.4)	29(34.5)
<b>Toplam</b>	<b>36 (42.9)</b>	<b>23 (27.4)</b>	<b>14 (16.7)</b>	<b>5 (5.8)</b>	<b>4 (4.8)</b>	<b>2(2.4)</b>	<b>84 (100)</b>

\**C.guilliermondii* ve *C.sphaerica*Tablo 2. İzole edilen *Candida* türlerinin klinik birimlere göre dağılımı [n (%)]

	Yoğun Bakım Üniteleri	Klinikler	Toplam
<i>C.albicans</i>	23 (27.4)	13 (15.4)	36 (42.9)
<i>C.parapsilosis</i>	15 (17.8)	9 (10.8)	24 (28.5)
<i>C.glabrata</i>	10 (11.9)	3 (3.4)	13 (15.5)
<i>C.tropicalis</i>	1 (1.2)	4 (4.8)	5 (5.9)
<i>C.krusei</i>	2 (2.4)	2 (2.4)	4 (4.8)
<i>C.guilliermondii</i> <i>C.sphaerica</i>	-	1 (1.2)	1 (1.2)
	1 (1.2)	-	1 (1.2)
<b>Toplam</b>	<b>52 (61.9)</b>	<b>32 (38)</b>	<b>84 (100)</b>

Tablo 3. İzole edilen *Candida* türlerinin antifungal duyarlılıkları [n].

	<i>C.albicans</i>			<i>C.parapsilosis</i>			<i>C.glabrata</i>			<i>C.tropicalis</i>			<i>C.krusei</i>			Toplam [n(%)]		
	*S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Casposungin	22	-	1	15	-	1	3	4	2	3	-	-	1	1	-	45(83.4)	5(9.2)	4(7.4)
Flusitozin	23	-	-	16	-	-	9	-	-	2	-	1	1	1	-	51(94.5)	1(1.8)	2(3.7)
Vorikonazol	22	-	1	14	1	1	-	-	-	3	-	-	2	-	-	42(95.4)	1(2.3)	1(2.3)
Mikafungin	22	-	1	15	1	-	8	-	1	3	-	-	2	-	-	51(94.5)	1(1.8)	2(3.7)
Amfoterisin B	22	-	1	16	-	-	9	-	-	3	-	-	2	-	-	53(98.2)	-	1(1.8)
Flukonazol**	23	-	-	13	2	1	-	-	-	3	-	-	-	-	2	40(88.9)	2(4.5)	3(6.6)

### Tartışma

Son yıllarda hastane kaynaklı enfeksiyon etkenleri arasında *Candida* türleri gittikçe artan oranlarda saptanmaktadır. Yapılan son çalışma verileri kandidemilerde mortalite oranlarının %20-30 arasında değiştiğini göstermiştir. Tıp alanındaki gelişmelere bağlı olarak hastaların yaşam sürelerinin uzaması, santral venöz kateter uygulamaları, yoğun antineoplastik ve antibiyotik tedavileri, solid organ transplantasyonları gibi nedenler kandidemilerde artışa sebep olmaktadır (Yeşil ve ark., 2020, Zhang ve ark., 2012).

Yapılan çeşitli araştırmalarda kandideminin erkeklerde daha sık görüldüğü (%55-59) saptanmıştır (Bedini ve ark., 2006, Colombo ve ark., 2006, Yapar ve ark., 2006). Bizim yaptığımız çalışmada hastaların %51.2'si kadın, %48.78'si erkek olmuştur. Sonuç olarak kadın/erkek oranı birbirine yakın olmakla beraber erkek olguların daha düşük oranda olduğu belirlenmiştir.

Gültekin ve ark. tarafından yapılan çalışmada *Candida* suşları en çok 60 yaş üzerindeki olgularda saptanmıştır. Benzer şekilde çeşitli çalışmalarda yaş ortalamaları erişkinlerde ayrı ayrı hesaplandığında; 55-63, çocuk yaş grubu ile beraber hesaplandığında ise

beklediği gibi daha düşük (41-50.6) olarak bildirilmiştir (Pappas ve ark., 2003). Diekema ve ark. saptadıkları olguların %67'sinin 50 yaş üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda yaş dağılımına göre tür düzeyinde dağılım incelendiğinde en yüksek prevalans (n=37) çocuk yaş grubunda, en düşük prevalans ise (n=6) 19-35 yaş arasında saptanmıştır (Tablo 1).

*Candida* türlerinin görülme sıklığı ile ilgili olarak coğrafi bölgelere ve ülkelere göre farklı oranlar bildirilmektedir. İnsanlarda görülen *Candida* enfeksiyonlarının % 95'inden fazlasında etken olarak beş tür: *C.albicans*, *C.parapsilosis*, *C.tropicalis*, *C.glabrata* ve *C.krusei* gösterilmektedir (Warnock ve ark., 2007, Falagas ve ark., 2010). 2016 yılında Türk Dağı ve ark. tarafından yapılan çalışmada kan kültürlerinde; %47.5 *C.albicans*, %18 *C.glabrata*, %14 *C.parapsilosis*, %12 *C.tropicalis*, %5 *C.kefyr*, %3.5 *C.lusitanae* ürettiği saptanmıştır. Benzer çalışmalarda kan kültürlerinde en sık saptanan *Candida* türünün *C.albicans* olduğu bilinmesine rağmen bazı çalışmalarda ise *C.parapsilosis* ilk sırada yer almaktadır (Etiz ve ark., 2015). Dünya genelinde *Candida* ile ilgili verilerin analiz edildiği bir araştırmada: Orta ve Kuzey Avrupa ile ABD'de en sık



tespit edilen etkenin *C.albicans*; Güney Avrupa, Asya ve Güney Amerika'da non-albicans türler olduğu bildirilmiştir (Tsekoura ve ark., 2019 Medrano ve ark., 2006 ).

Türkiye'de yapılan çalışmalarda; Bakır ve ark. *C.albicans*'ı %37.2, *C.parapsilosis*'i %32.2, *C.tropicalis*'i %12.2 olarak saptarken, Gültekin ve ark. Bu oranları sırasıyla %49, %23, %14, Öztürk ve ark. %53, %30, %5.5, Aydın ve ark. %34.3, %28.9, %8.4 tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçlarımıza göre kan kültürlerinde en sık saptanan etken *C.albicans* (%42.85) iken, ikinci sırada *C.parapsilosis* (%28.57) olmuştur. Araştırma sonuçlarımız ülkemizdeki kandidemilerde saptanmış epidemiyolojik verilerle benzerlik göstermektedir.

Hastane kaynaklı kan dolaşımı enfeksiyonlarının %10-20'si yoğun bakım ünitelerindeki *Candida* türlerinden kaynaklanmaktadır. Koçak ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada kandidemi vakalarının %34'ünü yoğun bakım ünitelerinde yatan hastaların oluşturduğu saptanmıştır. Erdem ve ark. tarafından yapılan benzeri bir çalışmada invaziv *Candida* enfeksiyonu görülen hastaların %87.3'nün yoğun bakım ünitelerinde izlenen hastalar olduğunu bildirilmiştir. Çalışkan ve ark. yaptıkları araştırmada kandidemi vakalarının %78'inin yoğun bakım ünitelerinde yatan hastalarda görüldüğünü belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda hastane kaynaklı enfeksiyonların sıklığının hastanede yatış süresi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Özellikle yoğun bakım servislerinde venöz kateter, endotrakeal entübasyon, hiperalimentasyon sıvısı, yoğun profilaktik antibiyotik ve antifungal uygulamalarının kandidemi için önemli risk faktörleri olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmektedir (Akalin, 2008). Sarıgüzel ve ark. yaptıkları araştırmada 175 izolatın; %80.5'sini YBÜ'de, %16.5'sini dahili servislerde, %2.8'sini cerrahi servislerde yatan hastalardan saptamışlardır. Öztürk ve ark. 36 izolatın %50.0'sini YBÜ'lerde, %36.0'sını cerrahi servisinde, %14.0'sını dâhili birimlerde tedavi alan hastalarda bulmuşlardır. Bizim yaptığımız çalışma sonuçlarına göre *Candida* izolatlarının %61.9'u YBÜ'de saptanmıştır. Ayrıca, çalışma sonuçlarına göre YBÜ'de en çok saptanan kandidemi etkeni *C.albicans* (%27.4) olmuştur (Tablo 2). Çalışmamızla beraber diğer çalışmalar da göz önünde bulundurularak yoğun bakım ünitelerinde yatan hasta grubunun kandidemi oluşma riski açısından yakın takip edilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Günümüzde kandidemi insidansında artış görülmekle birlikte *Candida* türlerinin sık kullanılan antifungal ajanlara karşı direnç oranlarında belirgin bir artış da tespit edilmektedir. Literatür verilerine bakıldığında antifungal direnç oranları ile ilgili olarak farklı merkezlerden farklı oranlar bildirilmiştir (Çiçek ve ark., 2015). Çalışmaların çoğunda amfoterisin B direnci ya tespit edilmemiş ya da birkaç suş için saptanmıştır (Özbek ve ark., 2012). Kaur ve ark. yaptıkları çalışmada; amfoterisin B'ye %12.2, kaspofungin'e %7.3, flukonazol'a %12.2, vorikonazol'a %4.5, flusitozin'e %4.5, mikafungin'e %12.2 direnç saptanmıştır. Hindistan'da yapılan başka bir çalışmada amfoterisin B'ye %2.9, flukonazole %5.9, itrakonazol %4.2 ve vorikonazol %2.5 oranında direnç saptanmıştır (Pahva ve ark., 2014).

VITEK 2.0 Compact maya duyarlılık sistemi kullanarak kan kültürlerindeki *Candida* türlerinin varlığını tespit eden Sarıgüzel ve ark. *C.albicans* suşlarının %5.8'i amfoterisin B'ye, %2.9'u flukonazol'e dirençli olarak bulunurken diğer antifungallere direnç saptanmamıştır. Aynı yöntemle Erdem ve ark. amfoterisin B direncini, 114 *Candida* suşunun 5'inde (%4.4) saptarken, Savcı ve ark. 28 *C.albicans* suşunun bir tanesinde (%3.5) bildirmişlerdir.

Çalışmamızda sıvı dilüsyon yöntemi ile %90'dan fazla uyum gösteren tam otomatize VITEK 2.0 Compact maya duyarlılık sistemi (BioMérieux, Fransa) kullanılarak antifungal duyarlılık testleri çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarımıza göre en yüksek direnç caspofungine (%7.4) saptanırken, en düşük antifungal direnç amfoterisin B'ye (%1.8) karşı belirlenmiştir (Tablo 3). Bu veriler *Candida* türlerinde amfoterisin B'ye karşı duyarlılığın yüksek olmasına rağmen diğer antifungal ajanlara karşı gittikçe artan antifungal direnç oranlarını göstermektedir.

Sonuç olarak yaptığımız çalışma verilerine göre kandidemileri, her yaş grubunda gözlemlese de özellikle hem yenidoğanlarda immün sistemin çok zayıf olması, yaşla birlikte immün sistemin zayıflaması ve kronik hastalıkların sıklığının artması nedeniyle özellikle yoğun bakım ünitelerimizde tedavi gören yaşlı hastaların invaziv *Candida* enfeksiyonları açısından daha dikkatli takip edilmeleri gerekmektedir. Ayrıca antifungallere karşı tespit ettiğimiz direnç oranları özellikle invaziv *Candida* enfeksiyonlarında tür düzeyinde hızla tanımlanmasının ve antifungal duyarlılıklarının test edilerek tedavinin yönlendirilmesi gerekliliğini göstermektedir.



### Kaynaklar

- Ağca, H., Cilo, B.D, Özmerdiven, G.E, Sağlam, S., ve Ener B.(2015). Candida türlerini tanımlayan bir gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu yönteminin geliştirilmesi. *Mikrobiyol. Bul.*, 49(1)56-65.
- Akalın, H. (2008) Kandidemilerde risk faktörleri ve risk değerlendirmesi, *ANKEM.Derg*, 22(2) 270-274.
- Aydin, F., Bayramoglu, G., Guler, N.C., Kaklikkaya, N.,and Tosun, I. (2011). Bloodstream yeast infections in a univer sity hospital in Northeast Turkey: a 4-year survey. *Med. Mycol*, 49(3) 316-319.
- Bakir, M., Cerikcioglu, N., Barton, R., and Yagci, A. (2006). Epidemiology of candidemia in a Turkish tertiary care hospital. *APMIS*, 114(9) 601-610.
- Bayram, Y., Gültepe, B., Özlük, S., ve Güdücüoğlu, H. (2012). Çeşitli klinik örneklerden izole edilen Candida kökenlerinin identifikasyonu ve antifungal duyarlılıklarının araştırılması. *Van Tıp Derg*, 19(4):177-181.
- Bedini, A., Venturelli, C., Mussini, C., Guaraldi, G., Codeluppi, M., Borghi, V.,Rumpianesi, F., Barchiesi,F., and Esposito, R. (2006). Epidemiology of candidaemia and antifungal susceptibility patterns in an Italian tertiary-care hospital, *Clin. Microbiol. Infect*,12(1) 75-80.
- Blumberg, H.M, Jarvis, W.R, Soucie, J.M, Edwards, J.E, Patterson, J.E, Pfaller, M. A., Rangel-Frausto, M.S., Rinaldi, M.G., Saiman, L., Wiblin, R.T., Wenzel, R.P., and National Epidemiology of Mycoses Survey(NEMIS) Study Group. (2001). Risk factors for candidal bloodstream infections in surgical intensive care unit patients: the NEMIS prospective multicenter study. The National Epidemiology of Mycosis Survey. *Clin. Infect .Dis*, 33(2) 177-186.
- Colombo, A.L, Nucci, M., Park, B.J., Nouer, A.S., Arthington-Skaggs, B.,da Matta, A.D., Warnock, D., and Morgan, J. (2006). Epidemiology of candidemia in Brazil: a nationwide sentinel surveillance of candidemia in eleven medical centers. *J. Clin. Microbiol*,44(8) 2816-2823.
- Çalışkan, E., Dede, A., ve Güven, B.G. (2013). Kan kültürlerinde saptanan Candida türlerinin dağılımı ve antifungal duyarlılıkları. *ANKEM. Derg*, 27(1) 25-30.
- Çiçek, B., Yılmaz, H.,Yılmaz, M. E., Esen, Ş., ve Birinci, A. (2015). Candida epidemiyolojisindeki değişikliklerin araştırılması. *Mikrobiyol. Bul*, 49(3) 423-431.
- Dagi, H.T., Findik, D., Senkeles, C., and Arslan, U. (2016).Identification and antifungal susceptibility of Candida species isolated from bloodstream infections in Konya, Turkey. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob*, 35(1) 36.
- Diekema, D.J., Messer, S.A., Brueggemann, Coffman,S.L.,Doern, G.V.,Herwaldt, A.L.,Pfaller, A. M. (2002). Epidemiology of candidemia: 3-year results from the emerging infections and the epidemiology of Iowa organisms study, *J. Clin. Microbiol*, 40(4) 1298-1302.
- Duel ,G., Fabry, J., and Nicolle, L. (2002). *Prevention of nosocomial infection*. In: Duel G, Fabry J, Nicolle L, eds. *Prevention of hospital-acquired infections. A Practical Guide* 2nd ed. Malta. W.H.O, 30-38.
- Erdem, F., Ertem, T.G., Oral, B., Karakoç, E., Demiröz, A.P., ve Tülek, N. (2012). Candida türlerine bağlı nozokomiyal enfeksiyonların epidemiyolojik ve mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesi. *Mikrobiyol. Bul*, 46(4) 637-648.
- Etiz, P., Kibar, F., Ekenoğlu, Y., ve Yaman, A. (2015). Kan kültürlerinden izole edilen Candida türlerinin dağılımının ve antifungal duyarlılıklarının retrospektif olarak değerlendirilmesi. *ANKEM. Derg*, 29(3) 105-113.
- Falagas, M.E., Roussos, N., and Vardakas, K.Z. (2010). Relative frequency of albicans and the various non-albicans Candida spp among candidemia isolates from inpatients in various parts of the world: a systematic review *Int. J. Infect. Dis*, 4(11) e954-e66.
- Gültekin, B., Eyigör, M., Telli, M., Aksoy, M., ve Aydın, N. (2010). Yedi yıllık dönemde kan kültürlerinden izole edilen Candida türlerinin retrospektif olarak incelenmesi. *ANKEM. Derg*, 24(4) 202-208.
- Gültekin, B., Eyigör, M., Tiryaki, Y., Kırdar, S., and Aydın, N. (2011). Kan kültürlerinden izole edilen Candida suşlarında antifungal duyarlılığın ve bazı virülans faktörlerinin araştırılması ve RAPD-PCR ile genotiplendirilmesi. *Mikrobiyol. Bul*, 45(2) 306-317.
- Karabıçak, N., Altun, H.U., Karatuna, Hazırolan, G., Aksu, N., Adiloğlu, A., ve Akyar, I. (2015). Mikrobiyoloji laboratuvarlarında maya türlerinin tanımlanmasında sık kullanılan ticari sistemlerin değerlendirilmesi: çok merkezli bir çalışma. *Mikrobiyol. Bul*, 49(2) 210- 220.
- Kaur, R., Dhakad, M.S., Goyal, R., Haque, A., and Mukhopadhyay, G. (2016). Identification and antifungal susceptibility testing of Candida species: a comparison of Vitek-2 system with conventional and molecular methods. *J. Glob. Infect. Dis*, 8(4)139-146.
- Keçeli, Ö.S., Mutlu, B., DüNDAR, D., ve Willke, A. (2010).Kan kültürlerinden izole edilen Candida spp. suşlarının antifungal ilaçlara karşı duyarlılıklarının belirlenmesinde buyyon mikrodilisyon ile E-test yöntemlerinin karşılaştırılması, *Mikrobiyol. Bul*, 44(2) 263-271.
- Koçak, B.Y, Kuloğlu. F., Çelik, A.D, ve Akata, F. (2011). Bir üçüncü basamak hastanesinde erişkin kandidemi olgularının epidemiyolojik özellikleri ve risk faktörlerinin değerlendirilmesi. *Mikrobiyol. Bul*, 45(3) 489- 503.
- Kullberg, B.J., and Arendrup, M.C.(2015). Invasive candidiasis. *N. Engl. J .Med*, 373(15) 1445-1456.



- Medrano, D.J.A., Brillhante, R.S.N., Cordeiro, R.D.A., Rocha, M.F.G., Rabenhorst, S.H.B., and Sidrim, J.J.C. (2006). Candidemia in a Brazilian hospital: the importance of *Candida parapsilosis*. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo*, 48(1) 17-20.
- Pahwa, N., Kumar, R., Nirkhivale, S., and Bandi, A. (2014). Species distribution and drug susceptibility of *Candida* in clinical isolates from a tertiary care centre at Indore. *Indian J .Med. Microbiol*, 32(1) 44-48.
- Pappas, P.G., Rex, J.H., Lee, J., Hamill,J.R., Larsen, A.R., Powderly, W., Kauffman, A.C., Hyslop, N., Mangino, J.E., Chapman,S., Horowitz, W.H., Edwards, E.J., Dismukes, E.W., and NIAID Mycoses Study Group. (2003). A prospective observational study of candidemia: epidemiology, therapy, and influences on mortality in hospitalized adult and pediatric patients, *Clin. Infect. Dis*, 37(5) 634-643.
- Sardi, J., Scorzoni, L., Bernardi, T., Fusco-Almeida, A., and Giannini, MM. (2013). *Candida* species: current epidemiology, pathogenicity, biofilm formation, natural antifungal products and new therapeutic options. *J. Med. Microbiol*, 62(1)10-24.
- Sarıgüzel, M.F., Koç, A.N., ve Karagöz, S. (2015). Kann kültürlerinden izole edilen maya türlerinin Vitek 2 sistemi ile tanımlanması ve antifungal duyarlılıkları. *Harran Univ. Tıp. Fak. Derg*,12 261-268.
- Şahiner, F., Ergünay, K., Özyurt, M., Ardıç, N., Hoşbul, T., ve Haznedaroğlu, T. (2011). Hastane enfeksiyonu etkeni olarak izole edilen *Candida* suşlarının genotipik ve fenotipik olarak tanımlanması. *Mikrobiyol. Bul*, 45(3):478-488.
- Tsekoura, M., Ioannidou, M., Pana, Z.D., Haidich, A., Antachopoulos, C., Iosifidis, E, Kolios, G., and Roilides, E. (2019). Efficacy and safety of echinocandins for the treatment of invasive candidiasis in children: a meta-analysis. *Pediatr. Infect. Dis. J*, 38(1) 42-49.
- Özbek, E., Tekay, F., Piriñçoğlu, H.Ç. (2012).Yoğun bakım hastalarına ait çeşitli örneklerden izole edilen *Candida* izolatlarında antifungal direnç. *Dicle Tıp Derg*, 39(2) 207-212.
- Öztürk, T., Özseven, A.G. Çetin S. E., ve Kaya, S. (2013). Kan kültürlerinden izole edilen *Candida* suşlarının tiplendirilmesi ve antifungal duyarlılıklarının araştırılması, *Kocatepe Tıp Derg*, 14(1) 17-22.
- Warnock, D.W. (2007). Trends in the epidemiology of invasive fungal infections. *Jpn. J. Med. Mycol*, 48(1) 1-12.
- Yapar, N., Uysal, U., Yucesoy, M., Cakir, N., and Yuce, A. (2006). Nosocomial bloodstream infections associated with *Candida* species in a Turkish University Hospital. *Mycoses*, 49(2) 134-138.
- Yeşil, E., Çelebi, S., Evim, S.M., Özer, A.,Turan, C., Timur, D., Çakır, Ç.S.,Bülbül, B.,Ener, B.,Güneş, A.M., Köksal, N., Özkan, H., Sevinir, B., Kilimci, D.D., ve Hacımustafaoğlu,M. (2020). Çocuklarda mikafungin kullanımının değerlendirilmesi. *Mikrobiyol.Bul*,54(1) 120-134.
- Zhang. X.B., Yu, S.J., Yu, J.X., Gong, Y.L., Feng, W., and Sun, F.J.(2012). Retrospective analysis of epidemiology and prognostic factors for candidemia at a hospital in China, 2000- 2009. *Jpn .J. Infect. Dis*, 65(6) 510-515.



Geliş(Received) :11.11.2022  
Kabul(Accepted) :21.12.2022

Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1202827

## Comparison of Two DNA Barcoding Regions for Molecular Identification of Some *Helvella* Species from Türkiye

Şuheda S. TERMAN<sup>1\*</sup>, Mustafa Emre AKÇAY<sup>2</sup>, Ayten TEKPINAR<sup>3</sup>

\* Corresponding author: suhedaldemir@gmail.com

<sup>1</sup>Department of Molecular Biology and Genetics, Van Yüzüncü Yıl University, Van, Türkiye  
Orcid ID: 0000-0002-1244-9716/ suhedaldemir@gmail.com

<sup>2</sup>Department of Biology, Van Yüzüncü Yıl University, Van, Türkiye  
Orcid ID: 0000-0002-6048-5026/ memreakcay@gmail.com

<sup>3</sup>Department of Molecular Biology and Genetics, Van Yüzüncü Yıl University, Van, Türkiye  
Orcid ID: 0000-0002-0578-5092/ aytendizkirici@gmail.com

**Abstract:** In the present study, phylogenetic relationships of some *Helvella* species from Türkiye (*Helvella acetabulum*, *H. arctoalpina*, *H. calycina*, *H. corium*, *H. crispa*, *H. elastica*, *H. lacunosa*, *H. leucomelaena*, *H. leucopus*, *H. solitaria*) were assessed using morphological and molecular characters. DNA sequences of internal transcribed spacer (ITS) and translation elongation factor 1-alpha (*TEF1-α*) were analyzed based on Bayesian Inference methods. Although, the *TEF1-α* region has less number of indels and consistent nucleotide variations, ITS region can be preferred for figuring out the phylogeny of *Helvella* species. However, none of the regions may be sufficient alone for the identification of some cryptic and morphospecies within the genus.

**Key words:** *Helvella*, Barcode, ITS, *TEF1-α*

### Türkiye'den Bazı *Helvella* Türlerinin Moleküler Tanımlanması İçin İki DNA Barkodlama Bölgesinin Karşılaştırılması

**Öz:** Çalışmada iki nükleer DNA lokusu kullanılarak Türkiye'den bazı *Helvella* türlerinin (*Helvella acetabulum*, *H. arctoalpina*, *H. calycina*, *H. corium*, *H. crispa*, *H. elastica*, *H. lacunosa*, *H. leucomelaena*, *H. leucopus*, *H. solitaria*) filogenetik ilişkileri değerlendirilmiştir. Transkribe edilen aralayıcı bölgeler (ITS) ve translasyon uzama faktörü 1-alfa (*TEF1-α*) DNA dizileri Maksimum olasılık ve Bayes çıkarım yöntemleri baz alınarak analiz edilmiştir. *TEF1-α* bölgesi daha az indel ve tutarlı nükleotid varyasyonları içermesine rağmen, ITS bölgesi *Helvella* türlerinin filogenetik ayırımında daha iyi sonuç verebilir. Fakat her iki bölge de bu cins içerisinde yer alan bazı kriptik türlerin ya da morfortürlerin ayırımında tek başına yeterli olmayabilir.

**Anahtar kelimeler:** *Helvella*, Barkod, ITS, *TEF1-α*

#### Introduction

*Helvella* L. is a genus of apothecial *Ascomycetes*, widespread in terrestrial biomes of the Northern and Southern Hemispheres (Kirk et al., 2008). The *Helvella* species are characterized by a sessile or stipitate fruiting body, cupulate to saddle-shaped and convex to campanulate apothecia, including species with folded and lobed caps seated on a simple ribbed or furrowed stipe (Skrede et al., 2017). The genus has approximately 520 (mycobank.org, 2022) species in the world and 24 species of which have been observed in Turkey (Sesli et al., 2020; Kesici and Uzun, 2021).

The term DNA barcoding was coined in 2003 as a molecular technique that uses a short, variable, and standardized DNA region for species identification and phylogeny (Dulla et al., 2016). Length of the region, PCR and sequencing success, presence of universal primer pairs, existence of a barcode gap (the difference between inter- and intraspecific genetic distances within a group of organisms), and nucleotide variations among sequences are important characters to select a proper barcode region for studied taxa (Stielow et al., 2015; Raja et al., 2017). RNA coding, non-coding and protein coding loci are used as molecular markers to infer phylogenies in the



fungal kingdom. Landvik and coworkers (1999) used nrDNA sequences to characterize a small subset of *Helvella* species from Norway and emphasized the general limitations of single locus analyses and the unsuitability of internal transcribed spacer (ITS) to infer phylogeny and discriminate species. Nguyen et al. (2013) used a combination of the ITS and *LSU* datasets for the discrimination of species in the *H. lacunosa* species complex. Nyguen et al. (2015) prefer the partial *LSU* sequences to study infrageneric groups of *Helvella* from Europe and North America. Zhao et al. (2015) used ITS and a concatenated multilocus dataset of ITS, *LSU*, *TEF-1 $\alpha$* , *RPB2* and *MCM7* for delimit of the phylogeny of the *Helvella* species. Zhao et al. (2016) preferred ITS, *LSU* and *TEF-1 $\alpha$*  to describe new species of *Helvella* from China. Skrede et al. (2017) added the *HSP* region as an informative additional gene of utility in the species identification of *Helvella*. Skrede and colleagues (2020) sequenced DNA of *HSP*, *RPB2* and *LSU* regions to characterize *Helvella* species from Spain.

Internal transcribed spacer is accepted as a barcode marker for most of fungi (Schoch et al., 2012) but the success of species identification in *Ascomycota* is lower compared to *Basidiomycota* (Dizkirici and Kalmer, 2019). Using the ITS region alone might not be reliable for certain taxa so the possibility of a two-marker barcoding system for fungi is often discussed among mycologists, particularly researchers working on ascomycetous (Dizkirici and Kalmer, 2019). In the current study, ITS and *TEF-1 $\alpha$*  regions were compared to find out their suitability for the construction of the phylogeny of *Helvella*. These regions were intentionally selected since the ITS is an official DNA barcoding marker for species-level identification of fungi and *TEF-1 $\alpha$*  is a protein-coding gene used as supplement data for certain fungal groups.

## Material and Method

### Morphological studies

The macrofungus samples were collected from different part of Türkiye (Table 1) and deposited in the Fungarium of Van Yüzüncü Yıl University (VANF). Ten *Helvella* species were described based on morphological studies. Macroscopic and microscopic characters were observed in distilled water, IKI (iodine potassium iodine), KOH (potassium hydroxide) and Melzer reagent solutions. Sections were examined under a Leica DM500 research microscope and measured with the Leica Application Suite (version 3.2.0) programme. The terminology used for describing the morphological

characters referred to Maia et al., (1996), Tedersoo et al., (2006), Healy et al., (2013), Hwang et al., (2015).

### Molecular studies

DNA was extracted from dried herbarium collections according to the CTAB method (Doyle and Doyle, 1987). The purity and quantity of extracted DNA were determined by using NanoDrop2000c UV-Vis Spectrophotometer (Thermo Scientific) and 1% agarose gel electrophoresis. PCR was performed on Thermalcycler (ThermoScientific) using N-nc18S10 5'AGGAGAAGTCGTAACAAG3' / C26A 5'GTTTCTTTTCCTCCGCT3' (Wen and Zimmer, 1996) primer sets to amplify the ITS1-5.8S-ITS2 region (ITS), and EF1-983F 5'ACHGTRCCRATACCACCRATCTT3' / EF1-1567R 5'GCYCCYGGHCAYCGTGAY3' (Rehner and Buckley, 2005) for *TEF1- $\alpha$*  region. PCR reaction was performed in a 25  $\mu$ l volume mixture containing genomic DNA (10 ng/ $\mu$ l), 10X PCR Buffer, MgCl<sub>2</sub> (25 mM), dNTP mixture (10 mM), selected primer pair (10  $\mu$ M), Taq polymerase (5u/ $\mu$ l) and sterile water. The PCR condition for both regions was optimized as 95 °C for 2 min followed by 35 cycles of denaturation at 94 °C for 1 min, annealing at 54 °C for 50 sec, and elongation at 72 °C for 1 min, and final extension at 72 °C for 5 min to complete the primer-template extensions. PCR products were run in 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 (BM Labosis, Ankara, Türkiye).

### Pylogenetic analysis

DNA sequences were assembled and edited with Mafft 7.311 (Katoh and Standley, 2013) from the Mesquite 3.7 software (Maddison and Maddison, 2009). For initial comparison, Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) (Altschul et al., 1990) analysis was performed using the GenBank database. The sequences obtained from studied samples were compared to related sequences in GenBank via BLAST algorithm. To clarify the phylogenetic positions of the studied specimens, representative sequences of ITS and *TEF1- $\alpha$*  loci were retrieved from the GenBank database. For each region 16 sequences representing of *Helvella* were downloaded. For single dataset, 28 sequences were analyzed representing 10 *Helvella* taxa (Table 1). *Wynnella silvicola* (AF064596) and *W. supalpina* (MK113895) were chosen as outgroup samples for ITS and *TEF1- $\alpha$*  regions, respectively.

Phylogenetic inference was conducted using Bayesian inference (BI) method. The BI analyses were performed with MrBayes v.3.2.6 (Ronquist et al., 2003)



with four incrementally heated simultaneous Monte Carlo Markov Chains (MCMC) run for 5 million generations under GTR+G evolutionary model when the average standard deviations of split frequencies were <0.01 (the first 25% of generations were treated as burn-in). Branch support was determined by Bayesian Posterior

Probabilities (BPP). For the remaining trees, a majority rule consensus tree showing all compatible partitions was computed to obtain estimates for Bayesian Posterior Probabilities (BPP). The final phylogenetic trees were visualized using Figtree 1.4.3 (Rambaut, 2016).

Table 1. Metadata of *Helvella* species. The studied samples were written with bold character. \*The sequences downloaded from GenBank were cited at the end of the paper. \*\*The accession numbers of *TEF1-α* were not assigned yet by GenBank.

Species	Sample and Fungarium ID	Locality	Collection Year	GenBank Accession Number*	
				ITS	<i>TEF1-α</i>
<i>H. acetabulum</i> (L.) Quél. Kuzukulağımantarı	KH1401	Sweden, Södermanland	2014	MK088073	MK113891
	H127, O-178005	Norway, Møre og Romsdal	2004	MK088072	KY772872
	<b>VANF130</b> <b>VANF881</b>	<b>Erzurum</b> <b>Hakkari</b>	<b>2018</b> <b>2015</b>	<b>OQ065744</b> <b>OQ065743</b>	** **
<i>H. alpina</i> Skrede, T.A. Carlsen & T. Schumach.	H1124, C-F-55730	Greenland	1987	MN658193	MN658193
<i>H. arctoalpina</i> Harmaja	H030, O-253236	Norway, Oppland	2009	-	KY772835
	<b>VANF127</b>	<b>Hakkari</b>	<b>2010</b>	<b>OQ065745</b>	**
<i>H. calycina</i> Skrede, T.A. Carlsen & T. Schumach.	H022, O-253255	Norway, Oppland. Dovre.Grimsdalen	2009	MN656158	KY772833
	<b>VANF100</b>	<b>Erzurum-Kars</b>	<b>2013</b>	<b>OQ065747</b>	**
<i>H. costifera</i> Nannf. Boz semermantarı	AMH001	USA	2017	MG663264	
	HMAS 187120	Beijing, China	2019		MK652158
<i>H. corium</i> (O. Weberb.) Massee Semermantarı	H1958, TROM-F-610014	Norway, Troms, Salangen	2017	MN656172	
	H2184, O-255756 0-253259	Canada: Quebec, Chibougamau	2017	MN992597	
	H2184, O-255756	Svalbard, Longyearbyen	2017		MN658196
	O-253279	Norway, Hordaland	2014		MK113880
	<b>VANF234</b>	<b>Hakkari</b>	<b>2013</b>	<b>OQ065750</b>	**
<i>H. crispa</i> (Scop.) Fr. Delikli semermantarı	KH.09.186 (S)	Sweden, Gotland	2009	KU739895	MK113882
	<b>VANF98</b>	<b>Erzurum-Kars</b>	<b>2013</b>	<b>OQ065742</b>	**
<i>H. confusa</i> Harmaja	KH.12.75 (S)	Sweden, Jampland	2012		MK11390
	2484232	France	2016	ON622916	
<i>H. elastica</i> Bull. Esnek semermantarı	H066	Sweden	2009	KR019787	KY772858
	<b>VANF351</b>	<b>Erzurum</b>	<b>2018</b>	<b>OQ065749</b>	**
<i>H. leucomelaena</i> (Pers.) Nannf. Çukur semermantarı	KH.06.01 (FH)	USA, MA	2006		KC109207
	<b>VANF806</b> <b>VANF1026</b>	<b>Erzurum-Kars</b> <b>Bingöl</b>	<b>2013</b> <b>2018</b>	<b>OQ065741</b> <b>OQ065740</b>	** **
<i>H. lacunosa</i> Afzel. Bet semermantarı	44625	United Kingdom: England, Nottinghamshire	2013	MZ159481	
	HKAS 87878	China	2016	KT894824	



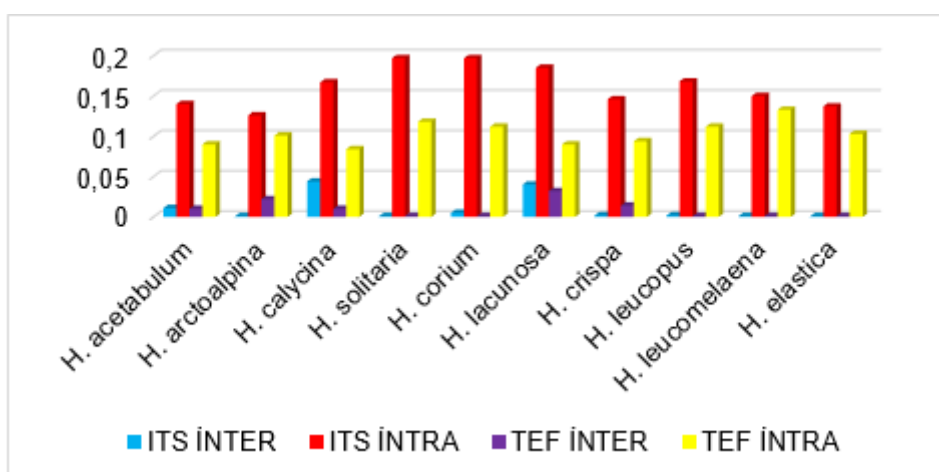
	H1041, O-255761	Norway, Nordland, Saltdal, Junkerdalen	2016		MN689302
	O-253320	Norway, Oppland	2009		MK113883
	VANF784	Erzurum-Kars	2014	OQ065748	**
<i>H. leucopus</i> Pers. Top semermantari	1287490	Italy	2012	JX462565	-
	<b>VANF953</b>	<b>Ordu</b>	<b>2015</b>	<b>OQ065751</b>	<b>**</b>
<i>H. solitaria</i> P. Karst. Ayrık semermantari	2663	Norway	1987	AF046221	
	H080, O-25337	Norway	1987		KY772864
	<b>VANF21</b>	<b>Erzurum-Kars</b>	<b>2011</b>	<b>OQ065746</b>	<b>**</b>
<i>H. spadicea</i> Schaeff. Alaca semermantari	HKAS83153	China	2016	KU739798	-
<i>H. oblongispora</i> Harmaja	34293	France	2012	ON622915	
	HMAS86051	Xinjiang, China	2019		MK652163

## Results

The analysis involved a total of 29 sequences including outgroup for each region (Table 1). The length of sequence was about 600 bp for ITS and 500 bp for *TEF-1 $\alpha$*  regions, and both regions had relatively clear barcoding gaps. The resolution of the ITS tree was better than that of *TEF1- $\alpha$*  because of greater number of nucleotide variations (Figure 1). The analysis based on variable characters of the two regions yielded phylogenetic trees with well supported clusters (Figures 2 and 3). However, the resolution of the *TEF1- $\alpha$*  tree was less compared to ITS resolution so phylogenetic

separation of some taxa such as *H. corium* (N234) and *H. alpina* (MN658193); *H. calycina* (N100) and *H. costifera* (MK652158); *H. arctoalpina* (N127) and *H. acetabulum* (N130) could not be observed clearly.

Species were grouped in keeping with their sections (*Solitariae*, *Leucomelaenae*, *Acetabulum*, *Helvella*, *Macropodes*, *Lacunosae*, *Elasticae*) so seven clusters were observed in both trees. The studied species grouped with their representatives retrieved from the database. This result suggests that the morphological and molecular data are sufficient for identification of the studied samples.



**Figure 1.** Comparisons of intra- and inter-specific variation pairwise distances among ITS and *TEF1- $\alpha$*  genes of *Helvella* generated by MEGA and Excel.



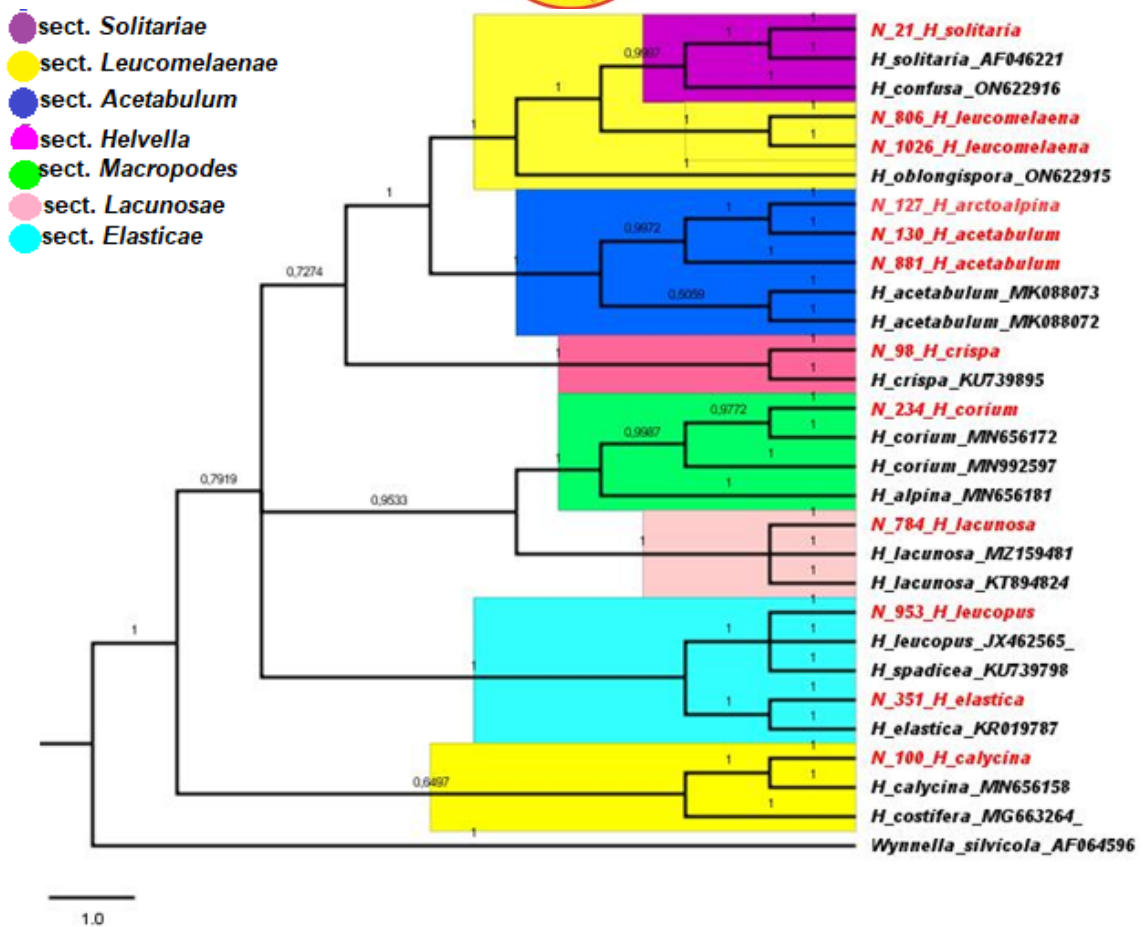
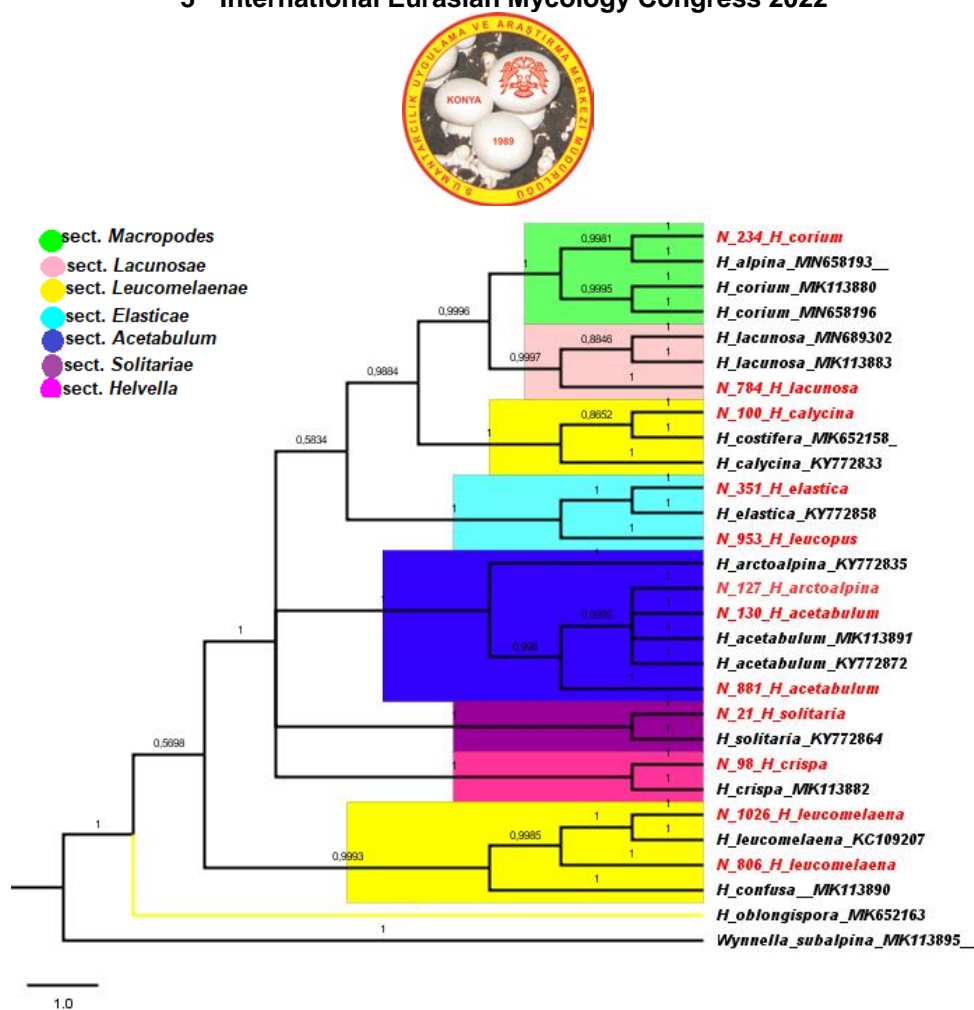


Figure 2. Phylogenetic tree of ITS region conducted by Bayesian analysis (Taxa marked in red indicate studied examples).



**Figure 3.** Phylogenetic tree of *TEF1-α* region conducted by Bayesian analysis (Taxa marked in red indicate studied examples).

### Discussions

RNA coding, non-coding and protein coding loci are used as molecular markers to infer phylogenies in the fungal kingdom. Several studies have pointed out that single-copy protein-coding markers are more useful and may perform better than multi-copy ribosomal genes (Raja et al., 2011; Stielow et al., 2015; Hansen and Olariaga, 2015). Since *Ascomycetes* is the last evolving class of the fungal kingdom, working with conserved regions in addition to ITS may be valuable to get more informative results. Therefore, secondary DNA barcodes have been suggested to overcome the limitations of the ITS region (Stielow et al. 2015). The single copy protein coding gene such as *TEF1-α* has been suggested as a secondary barcode for fungi because of its ability to resolve closely related species (Hansen and Olariaga 2015; Stielow et al. 2015).

The procedures such as DNA isolation and PCR were easier for *TEF1-α* region compared to ITS. For instance DNA was isolated from old-dated samples with high quality even though Skrede and coworkers (2017) indicated that fresh specimens are needed to isolate DNA. Moreover, *TEF1-α* region was amplified easily and did not give any non-specific band pattern; only one band was observed after PCR but more than one was seen for ITS region. Even though the *TEF1-α* region has less

number of indels and consistent nucleotide variations, the ITS region has better resolution to determine the phylogeny of *Helvella* species. Discrimination of some species was not sufficient at the tree constructed based on *TEF1-α* region. One of them is *Helvella corium* which belongs to the morphospecies complex and this species is determined pseudocryptic species. For discrimination of these cryptic species additional regions are needed such as *LSU* (Large Subunit) (Løken et al., 2020). *Helvella costifera* and *H. calycina* are sister species and protein coding gene such as *HSP* (Heat Shock Protein) and *RPB2* (RNA Polymerase 2) regions are needed for getting better resolution in the tree (Skrede et al., 2020).

As a result, it is safe to say that ITS region may be more useful to study phylogeny of the genus. This region can be used alone or combined with protein coding gene such as *TEF1-α* to better understand relations between species.

### Acknowledgements

This study was financially supported by Van Yüzüncü Yıl University (Scientific Research Project Foundation, FHD-2022-10113), Van, Türkiye.



## References

- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. and Lipman, D.J. (1990). Basic local alignment search tool. *J Mol Biol.* 215(3):403–410.
- Dizkirici, A., and Kalmer, A. (2019). Utility of various molecular markers in fungal identification and phylogeny. *Nova Hedwigia*, 109: 187–224
- Dulla, E.L., Kathera, C., Gurijala, H.K., Mallakuntla, T.R. and Srinivasan, P. (2016): Highlights of DNA Barcoding in identification of salient microorganisms like fungi. *J. Mycol. Méd.* 26: 291–297.
- Doyle, J.J. and Doyle, J.L., 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19:11-15.
- Hansen, K. and Olariaga, I. (2015). Species limits and relationships within Otidea inferred from multiple gene phylogenies. *Persoonia* 35: 148–165.
- Healy, R.A., Smith, M.E., Bonito, G.M., Pfister, D.H., Ge, Z.W., Guevara, G.G., Williams, G., Stafford, K., Kumar, L., Lee, T., Hobart, C., Trappe, J., Vilgalys, R. and McLaughlin, D.J. (2013). High diversity and widespread occurrence of mitotic spore mats in ectomycorrhizal Pezizales. *Molecular Ecology* 22: 1717–1732.
- Hwang, J., Zhao, Q., Yang, Z.L., Wang, Z. and Townsend, J.P. (2015). Solving the ecological puzzle of mycorrhizal associations using data from annotated collections and environmental samples an example of saddle fungi. *Environ Microbiol Rep* 7:658–667.
- Katoh, K. and Standley, M.D. (2013). MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Mol. Biol. Evol.* 30(4):772-80.
- Kesici, S. and Uzun, Y. (2021). Adaklı (Yüksekova/Hakkâri) ve Çevre Köylerde Belirlenen Makromantarlar. *The Journal of Fungus* 12(2): 148-162.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. and Stalpers, J.A. (2008). Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi, 10th Edition. CABI Europe-UK: [ij]-xi, [1]-771.
- Landvik, S., Kristiansen, R. and Schumacher, T. (1999). Pindara: a miniature *Helvella*. *Mycologia* 91: 278–285.
- Løken, S.B., Skrede, I. and Schumacher, T. (2020). The *Helvella corium* species aggregate in Nordic countries phylogeny and species delimitation. *Fungal Systematics and Evolution* 5: 169–186.
- Maia, L.C., Yano, A.M. and Kimbrough, J.W. (1996). Species of *Ascomycota*-forming ectomycorrhiza. *Mycotaxon*, 57:371–390.
- Maddison, W. and Maddison, D. (2009). MESQUITE: a modular system for evolutionary analysis. *Evolution* 11 (5).
- Nguyen, N.H., Landeros, F. and Garibay-Orijel, R. (2013). The *Helvella lacunosa* species complex in western North America: cryptic species, misapplied names and parasites. *Mycologia* 105: 1275–1286.
- Raja, H., Schoch, C.L., Hustad, V., Shearer, C. and Miller, A. (2011). Testing the phylogenetic utility of MCM7 in the *Ascomycota*. *MycoKeys* 1: 63–94.
- Raja, H.A., Miller, A.N., Pearce, C.J. and Oberlies, N.H. (2017). Fungal Identification Using Molecular Tools: A Primer for the Natural Products Research Community. *Journal of Natural Products* 80 (3): 756–770.
- Rambaut, A., 2010. FigTree v1.3.1. Institute of Evolutionary Biology, University of Edinburgh, Edinburgh.
- Rehner, S.A. and Buckley, E. (2005). A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- $\alpha$  sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs. *Mycologia*, 97: 84–89.
- Ronquist, F. and Huelsenbeck, J.P. (2003). MRBAYES 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19: 1572-1574.
- Schoch, C.L., Seifert, K.A., Huhndorf, S., Robert, V. and Spouge, J.L. (2012). Fungal Barcoding Consortium (2012) Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *PNAS* 109: 6241–6246.
- 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.
- Skrede, I., Gonzalvo, I. B., Mathiesen, C. and Schumacher, T. (2020). The genera *Helvella* and *Dissingia* (*Ascomycota*: *Pezizomycetes*) in Europe - Notes on species from Spain. *Fungal Systematics and Evolution* 6: 65–93.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., (eds.) Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kirbağ, S., Kivanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkeul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., Yoltaş, A. (2020). Türkiye mantarları listesi (The checklist of fungi of Turkey). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Stielow, J.B., Lévesque, C.A., Seifert, K.A., Meyer, W. and Irinyi, L. (2015). One fungus, which genes Development and Assessment of Universal Primers for Potential Secondary Fungal DNA Barcodes. *Persoonia* 35: 242–263.



- Tedersoo, L., Hansen, K., Perry, B. A. and Kjoller, R. (2006). Molecular and morphological diversity of pezizalean ectomycorrhiza. *New Phytologist* 170: 581–596.
- Wen, J. and 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.
- Zhao, Q., Tolgor, B. and Zhao, Y. (2015). Species diversity within the *Helvella crispa* group (*Ascomycota: Helvellaceae*) in China. *Phytotaxa* 239: 130–142.
- Zhao, Q., Sulayman, M. and Zhu, X. (2016). Species clarification of the culinary Bachu mushroom in western China. *Mycologia* 108: 828–836.

\*The sequences downloaded from GenBank

**ITS:**

- MN658193, MN656158, MN656172, MN992597 [Løken, S.B., Skrede, I. and Schumacher, T. (2020). The *Helvella corium* species aggregate in Nordic countries - phylogeny and species delimitation *Fungal Syst Evol* 5, 169-186].
- KU739895 [Zhao, Q., Zhang, X., Li, S., Chai, H., Bahkali, A. H. and Hyde, K.D. (2016). New species and records of saddle fungi (*Helvella*, *Helvellaceae*) from Jiuzhaigou Natural Reserve, China. *Mycoscience* 57 (6): 422-430]
- KT894824 [Wang, M., Zhao, Y. C., Zhao, Q. and Zhou, D. Q. (2016). *Helvella sublactea* sp. nov. (*Helvellaceae*) from southwestern China. *Phytotaxa* 253 (2): 131-138].
- JX462565 [Hwang, J., Zhao, Q., Yang, Z. L., Wang, Z. and Townsend, J. P., (2016). Solving the ecological puzzle of mycorrhizal associations using data from annotated collections and environmental samples an example of saddle fungi. *Environ Microbiol Rep* 7 (4): 658-667].
- AF046221 [Landvik, S., Kristiansen, R. and Schumacher, T. (1999). Pindara: a miniature *Helvella*. *Mycologia* 91 (2): 278-285].
- KU739798 [Zhao, Q., Sulayman, M., Zhu, X. T., Zhao, Y. C., Yang, Z. L. and Hyde, K. D. (2016). Species clarification of the culinary Bachu mushroom in western China. *Mycologia* 108 (4): 828-836].

**TEF1- $\alpha$ :**

- MK113891 [Hansen, K., Schumacher, T., Skrede, I., Huhtinen, S. and Wang, X. H. (2019). Pindara revisited - evolution and generic limits in *Helvellaceae*. *Persoonia* 42, 186-204 (2019)].
- KY772872, KY772833, KY772833, KY772858, KY772864 [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].
- MN658193, MN658196, MN689302 [[Løken, S.B., Skrede, I. and Schumacher, T. (2020). The *Helvella corium* species aggregate in Nordic countries - phylogeny and species delimitation *Fungal Syst Evol* 5, 169-186].
- MK113891, MK652158, MK113880, MK113882, MK113890, MK113883, MK652163, [Wang, X. C., Liu, T. Z., Chen, S. L., Li, Y. and Zhuang, W. Y. (2019). A four-locus phylogeny of rib-stiped cupulate species of *Helvella* (*Helvellaceae*, *Pezizales*) with discovery of three new species. *MycKeys* 60, 45-67].



Geliş(Received) :07.10.2022

Kabul(Accepted) :30.11.2022

Derleme

Doi: 10.30708.mantar.1185592

## Türkiye’de Doğal Yayılış Gösteren *Terfezia* Türleri ve Ekolojileri

Funda ATİLA<sup>1\*</sup> Ahmet KAZANKAYA<sup>1</sup>

\*Sorumlu yazar: funda.atila@ahievran.edu.tr

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kırşehir-Turkey

Orcid ID: 0000-0003-1129-1045/funda.atila@ahievran.edu.tr

Orcid ID: 0000-0002-1081-4282/a.kazankaya@ahievran.edu.tr

**Öz:** Ülkemizde Keme, domalan, toprak mantarı ve diğer bazı isimlerle bilinen *Terfezia* türleri genellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yayılış gösterdiklerinden dolayı çöl trüfleri içerisinde sınıflandırılırlar. Türkiye’nin özellikle İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde *Terfezia* türleri doğal olarak yayılış göstermektedir. Üstün lezzetleri ve yüksek besin değerlerinin yanı sıra tıbbi özellikleri ile de dikkat çeken *Terfezia* türleri tüm dünya da büyük talep görmektedir. Index Fungorum’a göre *Terfezia* cinsi içerisinde 50’den fazla tür tespit edilmiştir ve bunlardan 7 tanesi ülkemizin farklı bölgelerinde kayıt altına alınmıştır. Türkiye’de en yaygın görülen türler *Terfezia boudieri* ve *T. claveryi*’dir. Diğer taraftan, *T. albida*, *T. arenaria*, *T. cistophila*, *T. leptoderma* ve *T. olbiensis* türleri de Türkiye’de yayılış gösteren diğer türlerdir. Bu derlemede, ülkemizde yayılış gösteren *Terfezia* türleri ile bu türlerin morfolojik ve mikroskopik bazı özellikleri, yayılış alanları, ekolojik istekleri, ekonomik değerleri ve doğal yayılış alanları üzerindeki tehditler literatürde yer alan konu ile ilgili yürütülmüş çalışmaların sonuçlarına dayanılarak gözden geçirilmiş ve *Terfezia* türlerinin doğal yayılış alanlarının korunması ile ilgili bazı öneriler sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Ascomycetes, Keme, Domalan, Çöl Trüfleri, Doğal Ortam

### *Terfezia* Species Natural Distributed in Türkiye and Their Ecologies

**Abstract:** *Terfezia* species, known as Keme, truffles, soil mushrooms and some other names in Türkiye, are classified as desert truffles because they are generally widespread in arid and semi-arid regions. Türkiye, especially Central Anatolia, Southeastern Anatolia and Eastern Anatolia regions are the natural distribution areas of *Terfezia* species. These species, which attract attention with their superior flavors and high nutritional values as well as their medicinal properties, are in great demand all over the world. More than 50 species have been identified in the *Terfezia* genus and 7 of them have been recorded in different regions of Türkiye. The two most common *Terfezia* species in Türkiye are *Terfezia claveryi* and *Terfezia bourdieri*. On the other hand, *T. olbiensis*, *T. arenaria*, *T. leptoderma*, *T. albida* and *T. cistophila* are the other species distributed in Türkiye. In this review, some morphological and microscopic features of *Terfezia* species, their distribution, ecological demands and economic values were discussed based on the present literature, and some suggestions about protection of natural habitats were given.

**Key words:** Ascomycetes, Keme, Domalan, Desert Truffles, Habitat

#### Giriş

Ekolojik ve ekonomik değerleri ile antik çağlardan beri bilinen *Terfezia* (Tul. & C. Tul.) Tul. & C. Tul. türleri, taksonomik olarak, *Ascomycota* şubesinin, *Pezizales* takımının, *Pezizaceae* familyasında yer alırlar. Bu türler yumru şeklinde olan meyvelerini toprak altında oluştururlar ve tipik olarak kurak ve yarı kurak bölgelerde

doğal yayılış göstermelerinden dolayı da çöl mantarları grubu içerisinde sınıflandırılırlar (Morte ve ark., 2021).

*Terfezia* türleri, dünyada, “tirfas”, “terfase”, “terfez”, “fagga”, “faga”, “el faga”, “faqah”, “dombal”, “kame”, “kamaa” ve “al-kamah” (Bokhary, 1987; Mandeel ve Al-Laith, 2007), ülkemizde ‘keme, kumi, dümbelek, dolaman, domalan, topalak, tombalak ve toprak mantarı’ gibi isimlerle bilinmektedir (Akyüz ve ark., 2012). Bu



mantarlar, yüksek fiyatlarla satışa sunulmalarına rağmen, doğal olarak yayılış gösterdiği ülkeler dışında bile çok popülerdirler (Mandeel ve Al-Laith, 2007; Laity 2009). *Terfezia* türleri yaklaşık 3.000 yıldan beri insanlar tarafından besin kaynağı olarak tüketilmekte olup (Morte ve ark., 2008), iki bin yıldan fazla bir süredir de geleneksel tıpta kullanılmaktadırlar (Al-Rahmah 2001). Yapılmış çalışmalara bakıldığında çöl trüfleri ile ilgili çok değişik inanışların rapor edildiği görülmektedir (Shavit, 2014). Genel inanış bu mantarların tohumuz ve köksüz olarak bir gecede aniden ortaya çıktıkları, çok kumlu yerlerde üredikleri ve güçlü gök gürültüsü ve fırtınaların bu mantarların oluşumu üzerinde etkili olduğu yönündedir (Al-Thani, 2010; Trappe ve ark. 2008).

*Terfezia* türleri çoğunlukla lezzetleri ve sahip oldukları aromaları için tercih edilmektedir. (Shavit ve Shavit, 2014). Cinsin üyeleri ayrıca, düşük kalorili olmaları, yüksek lif, protein, vitamin ve mineral içeriklerine sahip olmalarından dolayı ideal bir besin kaynağıdır (Kıvrak, 2015). Diğer taraftan yağ asileri, esansiyel amino asitler (Faray ve ark., 2021; Dünder ve ark., 2012), vitaminler (Veeraraghavan ve ark., 2021; Dabbour ve Takruri, 2002) ve mineral maddeler (Thomas ve ark., 2019; Ahmed ve ark., 1981) açısından da zengindirler.

Diğer bazı mantar türleri gibi *Terfezia* türleri de bazı tıbbi özellikler göstermektedirler (Chauhan ve ark., 2021). Bu mantarlar sahip oldukları zengin biyoaktif içerikleri sayesinde, yüzyıllardır çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmışlardır (Shavit ve Shavit, 2014). Geçmişte Araplar, İbn Sina'nın belirttiği gibi, bu mantarın kaynatılması ile elde edilen suyu göz hastalıklarının tedavisinde kullanmışlardır (Al-Marzooqi, 1981). Ayrıca, *Terfezia* türlerinin doğurganlığı artırmada faydalı bir etkiye sahip olduğu ve yorgunluğun giderilmesinde etki gösterdiği rapor edilmiştir (Bradai ve ark., 2015a). Günümüzde yürütülen modern tıp çalışmaları ile de *Terfezia* türlerinin anti-inflamatuar (Darwish ve ark., 2021), anti kanser, bağışıklık düzenleyici (Al Obaydi ve ark., 2020), antiproliferatif (Tejedor-Calvo ve ark., 2021), antioksidatif (Dünder ve ark., 2012), antimikrobiyal (Tejedor-Calvo ve ark., 2021) ve hepatoprotektif (Janakat ve Nassar, 2010) etkilere sahip oldukları ortaya konulmuştur.

*Terfezia* cinsi içerisinde yer alan türler genellikle *Cistaceae* familyası içerisinde yer alan bitki türleri, özellikle *Helianthemum* cinsi ile mikorizal ilişki kurmaktadır (Morte ve ark. 2017; Akyüz ve ark. 2015, Türkoğlu ve Castellano, 2014; Akyüz ve ark., 2012). Ülkemizde yapılan çalışmalarda *Terfezia* türlerinin çoğunlukla tek yıllık ya da iki yıllık otsu bir bitki olan

*Helianthemum salicifolium* ile mikorizal ilişki kurduğu rapor edilmiştir (Akyüz ve ark. 2015; Gezer ve ark., 2014). Bu bitki 30 cm yüksekliğe kadar ulaşabilir ve yaprakları söğüt yaprağına benzemektedir. Çiçekleri sarı renklidir ve beş taç yaprağına sahiptir (Miller, 1768). Konukçu bitki çiçeklenmeyi bitirdiğinde mantarın askokarp oluşumu başlar. Böylece konukçu bitkinin çiçeklenmesinin erken veya gecikmesine göre üretim süresi dalgalanabilmektedir (Morte ve ark. 2009). *Terfezia* türlerinin askomatası farklı pH aralıklarına sahip topraklarda ve yaklaşık 1-6 cm (çoğunlukla 1-4 cm) derinliklerde yetiştiği rapor edilmiştir (Awameh ve Alsheikh 1979; 1980; Bonifacio ve Morte 2014). Bazı *Terfezia* türleri kültüre alma çalışmaları başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Morte ve ark., 2012; Honrubia ve ark., 2014).

Bu çalışmada, ülkemizde yayılış gösteren *Terfezia* türlerinin bazı morfolojik ve mikroskopik özellikleri, yayılış alanları, ekolojik istekleri ve ekonomik değerleri derlenmiştir. Ayrıca bu cinsin doğal yayılış alanları üzerindeki tehditler gözden geçirilmiş ve doğal yayılış alanlarının korunması ile ilgili bazı öneriler sunulmuştur.

#### ***Terfezia* Türlerinin Yayılış Alanları ve Ekolojik İstekleri**

*Terfezia* türleri, kurak alanları ve çölleri de kapsayan birçok farklı ekosistemde doğal olarak yayılış göstermektedir. Bölgelere göre değişmekle birlikte, doğa da genellikle Mart ve Mayıs ayları arasındaki yağışlı mevsimi takiben ortaya çıkmaktadırlar. *Terfezia* türlerinin varlığı Avustralya ve Antartika hariç her kıtadan rapor edilmiştir (Alsheikh, 1994). Bu cins çoğunlukla Akdeniz havzasının kurak ve yarı kurak bölgelerinde (Kagan-Zur ve Akyuz, 2014) olmak üzere, Kuzey Afrika'da (Zitouni-Haouar ve ark., 2018), Kalahari Çölünde (Trappe ve ark., 2008), Orta Doğu'da (Mandeel ve Al-Laith, 2007; Veeraraghavan ve ark., 2021), Güney Avrupa'da (Moreno ve ark., 2002; Bordallo ve ark., 2015) belirlenmiştir.

Ülkemizde Güney Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde *Terfezia* türleri doğal olarak yayılış göstermektedir ve bu bölgelerden çok sayıda araştırma kayda geçmiştir (Akyüz ve ark., 2019; 2016; 2015; 2012; Gücin ve Dülger, 1997). Ülkemizin diğer bölgelerinden ise *Terfezia* türleri nadir olarak rapor edilmiştir (Türkoğlu ve ark., 2015). Türkiye'de kayıt altına alınan *Terfezia* türleri, *T. albida* Ant.Rodr., Mohedano & Bordallo (Al domalan), *T. arenaria* (Moris)Trappe (Domalan), *Terfezia boudieri* Chatin (Keme), *T. cistophila*, *T. claveryi* Chatin (Kızıl Domalan), *T. leptoderma* (Tul. & C.Tul.) Tul. & C.Tul. (Çöl Kemesi) ve *T. olbiensis* (Tul.&C.Tul.) Sacc.(Kalın Keme)'dir (Sesli ve ark., 2020).



Bu taksonların doğada *Helianthemum* türleri ile çoğunlukla *Helianthemum salicifolium* konukçusuyla mikorizal bir ilişki oluşturdukları bildirilmiştir (Gücin ve Dülger, 1997; Akyüz ve ark., 2016; 2015).

#### Toprak istekleri

*Terfezia* türleri genellikle rendzinalı, kireçli, alkali, taneli ve drenajı iyi, organik madde içeriği zayıf, hafif alkali ve tuzlu toprakları tercih etmektedir (Ammarellou ve Saremi, 2008). Bu alanlar genellikle küçük ağaçlar ve çalllar şeklinde yalnızca halofitik çöl bitkilerinin geliştiği tuzlu kumla kaplı alanlardır (Mandeel ve Al-Laith, 2007). *Terfezia* türlerinin geliştiği toprakların içeriği, %80-90 kum, %4-9 kil, %1-8 silt, %4-%5.4 CaCO<sub>3</sub> ve 7.9-8.5 pH olarak tanımlanmıştır (Kagan-Zur ve Roth-Bejerano, 2008). Kalahari Çölü'nde ise *Terfezia* yetişen alanlarda pH'nın 5.5 ile 7.2 arasında ve CaCO<sub>3</sub> içeriğinin ise %0.3 ile %3.1 arasında değiştiği bildirilmiştir (Taylor ve ark., 1995). Bu türlerin, Güney Avrupa'da ise killi-kireçli ile asitli topraklarda geliştiği rapor edilmiştir (Morte ve ark., 2009). Cezayir'de çöl trüfleri, kumlu dokulu, orta derecede kalkerli (%10.19), hafif alkali (%7.87), organik madde oranı düşük (%0.86) ve hafif fosfor içerikli heterojen topraklarda yetişmektedir (Bradai ve ark., 2015b). Baize, (2000) ise, çöl trüflerinin habitatlarını, hafif alkali pH'a (7.60-8.05) sahip, tuzlu olmayan (0.65 ile 0.79 dS/m), organik madde içeriği düşük (%0.78 ile %0.98), orta derecede kireçli (%9.09 ile %12.01), düşük fosfor içeren (23.42 ile 25.54 ppm) topraklar olarak tanımlamıştır.

*Terfezia* türleri Türkiye'de Anadolu'da kumlu topraklarda ve kumlu-killi-kireçli topraklarda, fakir step ekosistemlerinde yayılış gösterirler. Bu cinse ait olan bazı türlerin orta düzeyde organik madde içeren (%10'a kadar), pH'ı yüksek ve iyi havalandırılmış granüler toprakları tercih ettikleri bildirilmiştir (Gezer ve ark., 2014). Akyüz ve ark. (2012) *T. boudieri* Chatin'in kum-kil-balçık topraklarda yaşadığı, bu toprakların %0.126 azot, %1.848 organik madde, %3.78 toplam kireç, 0.164 mmhos/cm tuz içerdiği ve pH'sının 7.12 olduğunu bildirmişlerdir.

#### İklim istekleri

Türkiye'de keme mantarı çoğunlukla yazları kurak (yani Haziran-Eylül aylarında yağışsız) ve az ya da çok yağışlı kışları olan yarı kurak ila kurak karasal iklim ile karakterize edilen iç bozkır bölgelerde yayılış göstermektedir. Genel olarak keme mantarları doğada Mart ve Mayıs ayları arasında görülür ve keme toplayıcılarına göre verim üzerindeki en etkili faktör yağışlardır. Yapılmış çalışmalarda da *Terfezia* türlerinin gelişimlerinin su mevcudiyetine ve iklim koşullarına, özellikle de yağışın mevsimselliğine ve periyodikliğine,

miktar ve zaman-mekânsal dağılımına bağlı olduğu bildirilmiştir (Bokhary ve Parvez 1988). Bradai ve ark. (2014) *Terfezia* türlerinin gelişimini belirleyen en önemli faktörün kurak dönemden sonra yağın yağmurlar olduğunu rapor etmişlerdir. Yağışların mevsimsel dağılımı, miktarı kadar önemlidir. Yani hem mantarın hem de konukçu-bitkinin büyümesi için Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da en geç Aralık ayının başlarında ve güney Avrupa'da ise Ekim ayı başlarında yağmurların yağmış olması gereklidir (Morte ve ark., 2009). *Terfezia* türlerinin hasat mevsiminde, Kuzey Afrika ülkelerinde yağış miktarı 70 ile 120 mm arasında ve Güney Avrupa ülkelerinde ise 100 ile 350 mm arasında değişiklik gösteriyorsa verim daha fazla olmaktadır. 200 mm'den fazla yağın şiddetli yağmurların ve akşam veya sabah erken saatlerinde oluşan çiylerin, çöl trüflerinin büyümesi için en uygun koşullar olduğu düşünülmektedir (Morte ve ark., 2009). Gök gürültüsü ve şimşeklerin, yer mantarı oluşumu için temel gereksinimler olduğuna dair bir inanış da mevcuttur (Mandeel ve Al-Laith, 2007). Ancak Dünya'da yaşanan iklim değişiklikleri ve kuraklık, hem konukçu bitkilerin gelişimini hem de mantar sporlarının çimlenmesini ve büyümesini etkileyerek *Terfezia* türlerinin gelişimi için sınırlayıcı faktörler haline gelmiştir. Aslında sonbahar dönemindeki yağışlar sadece konukçu bitki türlerinin çimlenmesi ve büyümesinde değil, aynı zamanda mantar sporlarının toprakta taşınması ve toprağın alt katmanlarına sızması, ardından sporların çimlenmesi ve misel büyümesinde de rol oynar (Bradai 2006). Morte ve ark. (2012) bir yılın sonbaharında (Eylül, Ekim ve Kasım) yağış miktarı ile bir sonraki yılın ilkbaharında *Terfezia clavaryi* verimi ile pozitif bir ilişki bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Diğer taraftan, Alsheikh (1994)'e göre sonbaharın sonlarında meydana gelen yağışların, yıllık konukçu bitkilerin tohumlarının çimlenmesini ve büyümesini geciktirdiği ve bunun çöl trüflerinin verimliliği üzerinde olumsuz etkiler gösterdiği ve ilkbaharda görülen bol yağışların ise, iyi askokarp üretimine neden olduğunu rapor etmiştir. Chafi ve ark. (2004) ise Ekim'den Mart'a kadar iyi dağılmış yıllık yağış, kurak bölgelerde Aralık-Ocak ve yarı kurak bölgelerde Mart-Nisan aylarındaki yağışların çöl trüflerinin hasatını artırdığını rapor etmişlerdir.

Bununla birlikte, doğada yer mantarı çıkışı, aşırı yağışlar veya yıl içinde yetersiz dağılan yağmurlar, hatta uzun süreli aşırı sıcak veya soğuk veya hatta daha uzun süreli kuraklık dönemleri nedeniyle kesintiye uğramaktadır (Chafi, 2004). Ayrıca sporlar şiddetli yağışlardan da zarar görebilir ve bu da az miktarda çöl trüfü mantarı hasat edilmesi ile sonuçlanabilir (Feeney



2002). Ayrıca kış aylarındaki (Ocak-Şubat) düşük sıcaklıklar çöl trüflerinin üretimini azaltmaktadır (Bradai ve ark., 2015b). Kışın düşük sıcaklıklar konukçu bitkinin büyümesini geciktirirken, don genç sürgünleri öldürmektedir (Halwagy ve Halwagy, 1974). Eğer hava konukçuların sağlıklı gelişimini destekliorsa ve bahar kurak geçmez ise *Terfezia* spp. askokarp oluşturmaya başlamaktadır.

Türkiye'de keme mantarı türlerinin doğal olarak yayılış gösterdiği İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlı olan yarı kurak bir karasal iklime sahiptir. Genel olarak, çöl trüflerinin yetiştiği alanlar, 50 ile 380 mm arasında değişen yıllık yağış miktarı ile karakterize edilmektedir. İç Anadolu bölgesinin yıllık yağış miktarı düşük olup yıllık ortalama yağış 382 mm'dir. Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin yıllık yağış miktarları daha yüksek olup, sırası ile 500–600 mm ve 400–700 mm'dir (Anonim, 2022). Karasal iklimde en fazla yağış ilkbaharda, en az yağış yazın düşmektedir. Bu yağış dönemleri literatürde iyi bir *Terfezia* hasadı için ihtiyaç duyulan koşullar ile uyumludur.

#### Türkiye'de Yayılış Gösteren *Terfezia* Türleri

Index Fungorum'a göre *Terfezia* cinsi içerisinde 50'den fazla tür tanımlandığı halde (<http://www.indexfungorum.org>), Kirk ve ark. (2008), dünya'da 12 *Terfezia* türünün bulunduğunu bildirmiştir. Ülkemizde ise 7 *Terfezia* türü rapor edilmiştir. Bu bölümde Türkiye mikotasında kaydedilmiş olan *Terfezia* türlerinin morfolojik özellikleri ve ülkemizdeki yayılış alanları gözden geçirilmiştir.

#### *Terfezia claveryi* Chatin , La Truffe: 74 (1892)

*Terfezia* cinsi içerisinde en çok tercih edilen ve en yaygın olarak tüketilen türdür. Yunan ve Roma dönemlerinde, Libya'dan ithal edilerek Güney Avrupa pazarlarında satıldığına dair kayıtlar vardır (Honrubia ve ark., 2007).

*Terfezia claveryi*, özellikle Akdeniz ülkelerinde, kurak ve yarı kurak topraklarda yaygın olarak yayılış göstermektedir. Türkiye'de özellikle İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaygın olarak görülmektedir (Tablo 1). Bu tür, *Helianthemum* cinsinin birkaç yıllık ve çok yıllık türleri ile mikorizal simbiyoz oluşturur ve yarı kurak alanların marn-alçılı topraklarında çok sık görülür (Gutiérrez ve ark., 2003). Genellikle açık, güneşli çalılıklarda veya dağ ovalarının çayırlarında bulunduğunu ve her zaman bazik, karbonatlı ve killi topraklarda veya sahillerde kumlu topraklarda geliştiği belirtilmiştir (Honrubia, 2007; Morte ve ark., 2009). *T. claveryi* Konya'da *Helianthemum* bitkisinin

yaygın olduğu, kumlu toprağa sahip mera alanlarında ve Nisan-Mayıs ayları arasında hasat edilmektedir (Şahin 2012). Mantar hasadı, konukçusu çiçek açmayı bitirdikten sonra başlamaktadır. Bazen, *Helianthemum* bitkisinin çiçeklenme periyotları daha erken başlayabilir veya gecikebilir, bu da askokarp üretim periyodunda değişikliklere neden olabilir.

Askokarplar 4-6 cm genişliğinde, küremsi ya da küreye yakın bir şekle sahiptir. Rengi önce kirlili beyaz olup, daha sonra kırmızı-kahverengi, son olarak koyu kırmızı-kahverengi veya siyah-kahverengiyee dönüşür (Türkoğlu ve ark. 2015). Şahin (2012), askokarpların, küremsi, basık ya da armut şeklinde olup bazen loblu olabileceğini, büyüklüğünün yaklaşık 10 cm olduğunu ancak bazen oldukça büyük boyutlarda olabileceğini, renginin kırmızısı sarıdan kırmızısı kahverengine kadar değiştiğini, olgunlaştığında ise kahverengi renkli olduğunu bildirmiştir. Gleba, etli yapıda, ilk başta kirlili beyaz ya da ten rengi olup, ve soluk sarı, sarımsı-kırmızısı ve belirgin steril damarlar içerir (Türkoğlu ve ark., 2015; Şahin, 2012), Askus yuvaraktır ve 8 sporludur. Askosporlar küresel yapıda, süslü, sarımsı renktedir ve askus içinde dağınık bir şekilde bulunurlar (Türkoğlu ve ark., 2015; Şahin, 2012)

#### *Terfezia boudieri* Chatin, La Truffe: 72 (1892)

*Terfezia boudieri*, morfolojik olarak *T. claveryi*'ye yakın bir türdür ve bazı araştırmacılar bu iki türü sinonim olarak kabul ederler. Her iki türün morfolojik yapıları, ekolojisi, konukçuları, hasat dönemleri gibi bazı özellikleri son derece benzerdir. En büyük fark, mikroskopik düzeyde görülür. *T. claveryi*'de sporların olgunluk derecesine göre üzerlerinde hafif çıkıntılı siğiller görülebilirken, *T. boudieri*'nin sporlarında belirgin ve bazen kesik siğiller ortaya çıkar, ancak bu farklılık her iki türü ayırmak için yetersizdir (Morte ve ark. 2009).

*T. boudieri* türü de, *T. claveryi* türü ile benzer şekilde, *Helianthemum* spp.'nin doğal yayılış gösterdiği, kumlu toprağa sahip meralarda, Nisan- Mayıs aylarında ortaya çıkarlar (Şahin, 2012). Gezer ve ark. (2014), *T. boudieri* örneklerini Denizli'de Mayıs ayında, 610–700 m yükseklikte ve 5–15 cm derinlikten topladıklarını rapor etmişlerdir. Bu tür, Konya, Karaman, Niğde, Gaziantep, Şanlıurfa, Malatya, Elazığ, Batman gibi İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu illerinde daha sık görülse de Uşak (Türkoğlu ve Yağız, 2012) ve Denizli (Gezer ve ark., 2014) gibi şehirlerimizde de yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

Askokarp, kahverengi ile koyu kahverengi veya siyahımsı kahverengi renkte olup ağırlığı 20-150 g arasında değişir (Akyüz ve ark. 2012). Şekil ve renk





itibariyle patates yumrusuna benzer, 3–10 x 5–7 cm boyutlarındadır, yüzeyi düzgün veya çatlamış olabilir, dip kısım *T. claveryi*'deki gibi konik değil sivridir ve bu kısımda beyaz renkli bazal misel püskülüne sahiptir (Gücin ve Dülger 1997; Şahin, 2012). Gleba etli ve sıkı yapıda, beyazımsı renkte olup, olgunlaşma ilerledikçe kırmızımsı sarı renge, olgunlaştığında ise kakao rengine döner. Hoş bir kokusu vardır (Şahin, 2012). Askus, elipsoidal ve septalı kısa bir pedisele (sapçık)sahip; genellikle renksiz ve 8 sporludur. Askosporlar (20–26 µm) küreseldir ve kesik siğiller ve konik dikenlerle süslenmiştir (Thomas ve ark., 2019).

***Terfezia leptoderma* (Tul. & C. Tul.) Fungi hypog.: 175 (1851)**

Bu tür, orman ortamları veya *Helianthemum guttatum* Mill. ile ilişkilidir, ayrıca *Terfezia arenaria* (Moris) Trappe ve *Tuber asa* Tul. & C. Tul. bulunan alanlarda; *Quercus* sp. altında ve çam ormanlarında rastlanır. (Alsheikh 1994). Castellano ve Türkoğlu (2012), Uşak, Eşme'de kaydettikleri *T. leptoderma*'nın kumlu topraklarda geliştiğini ve *Geranium*, *Helianthemum* ve *Cerastium* sp. ile ilişki kurduklarını bildirmişlerdir. Askosporlar 2–4 cm genişliğinde, küresel ila alt küresel şekilli olup; yüzeyi kirli beyaz, ilerleyen dönemlerde pembe-leylak, sarımsı ve tam olarak olgunlaştığında ise sarımsı kahverengi renklidir. Gleba ilk başta grimsi olup, havaya maruz kaldığında pembemsi ve morumsu leylak rengine döner, olgunlaşma ile birlikte ise gri-yeşil ila zeytin yeşili renk alır. Glebada çok geniş, kirli beyaz steril damarlar mevcuttur. Askuslar, gleba içinde rastgele dağılmış, alt küresel ila elipsoid yapıda, 8 sporludur. Askosporlar, diken şeklinde süslemeli, küresel, sarımsı kahverengi (Türkoğlu ve Castellano, 2014). Kokusu hafiftir ve hindistan cevizine benzer (Castellano ve Türkoğlu, 2012). Bu tür aynı zamanda daha değerli olan *T. arenaria* sezonunun gelişi için bir gösterge tür olarak değerlendirilmektedir (Thomas ve ark., 2019).

***Terfezia arenaria* (Moris) Trappe, Trans. Br. mycol. Soc. 57(1): 90 (1971)**

Güney Avrupa'da en yaygın görülen *Terfezia* türüdür. Bu tür esas olarak Akdeniz'in kıyı ve kumlu topraklarıyla bağlantılıdır ve aynı zamanda yarı çöl iç bölgelerde de görülür (Barseghyan ve Wasser; 2011). Morte ve ark. (2009), *T. arenaria* türünün asidik ortamları tercih ettiğini bildirmiştir. 5-20 cm derinlikte ve *H. sessiliflorum* köklerine çok yakın olarak gelişirler (Barseghyan ve Wasser, 2011). Otsu çayırlarda, açık, nadiren dağlık, hafif eğimli, kumlu, ıslak ve organik maddece fakir alanlarda yetişir ve Güney ve batı İspanya'da yaygın olarak görülür (Morte ve ark., 2009).

Ülkemizde, İzmir (Chatin, 1892), İstanbul (Alsheikh, 1994), Aydın (Türkoğlu ve ark. 2015), Denizli (Türkoğlu ve Castellano, 2014), Isparta (Afyon, 1996), Malatya (Işıloğlu ve Öder, 1995), Konya (Öder, 1988; Kaşık ve ark., 1998)'da kaydedilmiştir. Mantarlar, konukçu bitkinin çiçeklenme döneminde ilkbaharda hasat edilir.

Türkoğlu ve ark. (2015), Aydın Çine'de tespit ettikleri *T. arenaria* ascocarplarının 3-6 cm çapında ve küresel şekilli olduklarını, yüzeylerinin önce kirli beyaz renkte olup, daha sonra sarı-kahverengiye döndüğünü, tam olarak olgunlaştığında ise koyu kahverengi renk aldığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, glebanın ilk başta kirli beyaz renkte olduğu, ilerleyen dönemlerde grimsi renge döndüğü ve steril damarlarla ayrılmış olduğu rapor edilmiştir. Barseghyan ve Wasser (2011), İsrail'de yayılış gösteren Ascomycetler ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, *T. arenaria* glebasının etli, kompakt ve elastik yapıda olduğunu, başlangıçta beyaz ya da ten rengine olan glebanın, daha sonra belirgin olarak yeşilimsi veya kırmızımsı kahverenge döndüğünü ve düzensiz damarların bulunduğu belirlemişlerdir. Askuslar gleba içinde rastgele dağılmış olup, küresel ila elipsoid ve 8 sporludur. Askosporlar küresel, kesik konik veya yuvarlak siğillere sahip, uçuk kahverengi veya sarı-kahverengi ila koyu kahverengidir (Türkoğlu ve ark, 2015; Barseghyan ve Wasser, 2011)

***Terfezia olbiensis* (Tul. & C. Tul.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 8: 903 (1889)**

Bu *Terfezia* türü, *T. bourdieri* ve *T. claveryi* türlerine göre ülkemizde çok daha nadir görülmektedir. 2-5 cm büyüklüğünde, soluk renkli küçük askosporları vardır (Türkoğlu ve Castellano 2014; Bordallo ve Rodriguez, 2014). Türkoğlu ve Castellano (2014), glebanın başlangıçta gri renkli olduğunu ve daha sonra gri-yeşil ya da zeytin yeşili renge dönüştüğünü bildirmişlerdir. Bordallo ve Rodriguez (2014) ise glebanın başlangıçta beyaz olduğunu, olgunlaştığında dokuda yeşilimsi griye dönüşen küçük gri adacıklar oluştuğunu ve bunların beyaz steril dokuyla çevrili olduğunu söylemişlerdir. Askuslar, gleba içinde rastgele dağılmış, alt küresel, oval ya da elipsoid şekilli ve 8 sporludur. Küresel ve dikenli askosporlar, olgunlaştıklarında, koyu sarı bir renk alırlar. *Helianthemum* spp. ile mikorizal ilişki kurar ve kumlu topraklarda gelişirler (Türkoğlu ve Castellano 2014; Bordallo ve Rodriguez, 2014).

*Terfezia olbiensis*'in, Mart ortasından Nisan ortasına kadar *Helianthemum* spp. yetişmeyen kireçtaşı ve killi çam ve meşe ormanlarında yetiştiğini rapor edilse de (Bordallo ve Rodriguez, 2014), ülkemizde Malatya ve Elazığ (Akyüz ve ark., 2012), ek olarak Uşak, Konya ve



Nevşehir'de (Türkoğlu ve Castellano, 2014) tanımlanan *T. olbiensis*'in *Helianthemum* spp. ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Çürümüş gibi belirgin kokusu vardır ve diğer yenilebilir *Terfezia* türleri kadar lezzetli değildir (Bordallo ve Antonio Rodriguez, 2014).

***Terfezia albida* Ant. Rodr., Muñ.-Moh. & Bordallo, Mycotaxon 124: 201 (2013)**

*T. albida*, daha büyük ortalama askomata boyutu, peridiumun beyaz renkli olması ve spermatik kokusu ile diğer dikenli sporlu *Terfezia* türlerinden farklıdır. *T. albida*, alkali topraklarda *Helianthemum* spp. ile ilişkili tek dikenli sporlara sahip olan *Terfezia* türüdür (Bordallo ve Rodriguez, 2014).

Uzun ve ark. (2016), Karaman'da kaydettikleri bu türün askokarpının 2-5 cm boyunda, 3-4 cm yüksekliğinde, yarı yuvarlak ya da yuvarlak şekilli, erken dönemde beyaz, olgunlaşınca bej renkli olduğunu, sert, etli, sulu glebanın, erken dönemde iken beyaz, olgunlaşınca grimsi yeşil renkli olduğunu ve glebada bazen beyaz ya da pembe renkli lekeler görüldüğünü bildirmişlerdir. Askuslar oval-yarı yuvarlak şekilli ve 6-8 sporludur. Askosporlar askus içerisinde düzensiz bir şekilde dağılmışlardır. Askosporlar yuvarlak, dikenli, renksiz ve düzgündürler (Bordallo, 2013).

***Terfezia cistophila* Ant. Rodr., Bordallo, Kaounas & Morte, in Bordallo, Rodríguez, Kaounas, Camello, Honrubia & Morte, Phytotaxa 230(3): 245 (2015)**

*Terfezia cistophila*, peridiumun yoğun şekilde kararması, açık hardal rengi glebası, spermatik kokusu ve *Cistus* spp. ile ilişki kurması ile karakterize edilir. Spermatik kokulu diğer dikenli sporlu tür olan *T. albida*'dan alkali killi topraklarda yetişmesi ile farklılık gösterir. *T. cistophila*, *Cistus monspeliensis* L., *C. creticus* L. (Yunanistan) ve *C. ladanifer* L. (İspanya) ile ilişkilidir (Bordallo ve ark., 2015).

Uzun ve Kaya (2019), Trabzon'dan kaydettikleri bu türün askomatasını, 5-20 mm çapında, küresel ila alt küresel, yüzeyi pürüzsüz, ilk başta açık bej, olgunlaştığında açık kahverengimsi ila koyu kırmızımsı kahverengi olarak tanımlamışlardır. Gleba sert, etli, önce beyazımsı ve grimsi, sonra açık hardal sarısı, olgunlaştığında kahverengi ila soluk kahverengi, bazı kısımlarda verimli dokular beyazımsı, steril damarlarla ayrılır. Askuslarda 6-8 askospor bulunur. Askosporlar, küresel, ilk başta hiyalin, pürüzsüz ve tek parça, olgunlukta sarı hardal sarısı ve ayrı, konik ila 2.5 µm uzunluğa kadar ulaşabilen kesik dikenlerle süslenmiştir (Bordallo ve ark., 2015).

### ***Terfezia* Türlerinin Doğal Yayılış Alanları Üzerindeki Tehditler**

*Terfezia* cinsine ait olan bazı türler Akdeniz bölgesinde yaygındır ve yerel halk için önemli bir gelir kaynağı olarak kabul edilir (Zotti ve ark. 2013). Türkiye'de doğal yayılış gösteren ve önemli miktarlarda yurt dışına ihraç edilen *Terfezia* türleri ülkemize döviz kazandıran mantar türlerinden bir tanesidir (Ak ve ark., 2016). Ülkemizde, keme mantarının yıllık ne kadar hasat edildiği ile ilgili resmi veriler mevcut değildir. Konu ile ilgili tahminler yapılırsa da, hasat miktarları yıllara göre çok büyük farklılıklar gösterdiğinden bu veriler çok güvenilir değildir.

Toprak yüzeyinin hemen altında gelişen bu mantarların toplanması toprak üstünde yetişen diğer mantar türlerine göre biraz daha zordur ve deneyim gerektirir. Keme mantarı, tipik olarak konukçu bitkileri ve zeminde oluşturdukları çatlaklar ve şişmeler ile ayırt edilir (Bradai ve ark, 2013; Bradai ve ark, 2015b). Büyürken toprakta üç yönlü bölünmelere neden olurlar. Bu nedenle, keme mantarı hasadı hala mantarların doğal yayılış alanlarını bilen, araziye hakim, deneyimli bölge halkı tarafından yapılır.

Yer altında gelişen mantar pasif spor dağıtımına sahiptirler. *Terfezia* türlerinin sporlarının yayılması için toprak altında gelişen askokarpların olgunlaştıktan sonra çürüyerek toprakta kalması ya da bir hayvan tarafından yenilerek başka bir yere taşınması gerekmektedir. Bu mantarların askokarpının alt kısmında püskül şeklinde bir yapı mevcuttur. Toplama sırasında bu püskül kısmının alınmayarak toprakta bırakılmasında sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşır (Gücin ve Dülger, 1997).

*Terfezia* türlerinin verimi üzerindeki en önemli faktörlerden biri iklim olduğundan dolayı, son yıllarda yaşanan şiddetli kuraklıklarda bu türün yayılış alanlarının azalması üzerinde etkili olabilir. Diğer taraftan kentsel alanların kırsal doğru hızla genişlemesi, yol yapım çalışmaları, madencilik faaliyetleri, rekreasyon, yangınlar, erozyon, hayvan otlatma ve hava kirliliği gibi birçok neden bu mantarların doğada yayılışını tehdit etmektedir (Dülger ve Gücin, 1997; Akyüz ve ark., 2016). Mısır ve Libya'daki kıyı çöllerinin geniş alanları II. Dünya Savaşı sırasında, 1990-1991 Körfez Savaşı'nın etkileri, Kuveyt'te birçok trüf toplama alanına zarar vermiştir (Morte ve ark., 2009). Yine Avrupa'da bu türlerin yayılış gösterdiği alanlarda inşaatların yaygınlaşması doğal yayılışa büyük zarar vermiştir. Ülkemizde de, *Terfezia* türlerinin ve konukçubitkisinin görüldüğü alanların tarımsal amaçlarla kullanılmak üzere sürülmekte ve bu tür uygulamalar mantarların yayılış alanlarını azaltmaktadır. Diğer



tarafından, *Terfezia* türlerinin mikorizal ilişkide olduğu *H.salicifolium* bitkisi ilkbahar aylarında doğada diğer bitkilerden önce yetişen yıllık bir bitkidir. Genelde mera arazilerinde geliştiğinden otlama sırasında bitkinin yeşil kısımları büyük oranda tüketilir. Mantar ve bitki arasında mikorizal ilişki kurulsa bile, mantar bitkiden yeterince faydalanamaz. Bu nedenle, *Terfezia* türlerinin doğal yayılış gösterdiği alanların doğal sit alanlarına dönüştürülerek hayvan otlama ve tarımdan korunması gerekmektedir (Akyüz ve ark., 2012; Akyüz ve ark., 2016).

Akyüz ve ark (2016), *Terfezia* türlerinin genetik kaynaklarının korunması için, *Heliantemum* spp. bitkilerinin mikroçoğaltımlarının yapılıp, kökleri mantar miselleri ile aşılandıktan sonra, misel aşılı bu fidelerin mantarların yetiştiği doğal habitatlara ekilerek bu alanlarda türlerin çoğaltılmalarını önermişlerdir. Dünya'da keme mantarının kültüre alınmasına yönelik ilgi büyüktür. Bugün başta İspanya olmak üzere, İsrail, Birleşik Arap Emirlikleri, Arjantin gibi ülkelerde bu mantar türünün üretimi için plantasyonlar kurulmuştur (Morte ve ark., 2009; 2008). Akdeniz havzası ülkeleri Ortadoğu, İran, Arap Yarımadası, Basra Körfezi, Güney Afrika ve çöl ekosistemlerinin geniş alanları kapladığı Şili ve Arjantin gibi Güney Amerika ülkeleri ekimi için uygun yerlerdir. Bu ülkelerde çöl trüf mantarı yetiştiriciliğinin kırsal alanların kalkınmasında önemli bir rol oynayabileceğine inanılmaktadır (Honrubia ve Andrino 2014).

#### **Terfezia Türlerinin Ekonomik Değeri**

Keme mantarı et ve yumurta ile servis edilmesinin yanı sıra, haşlanarak, kızartılarak ya da turşu yapılarak tüketilmektedir. Derin dondurucuda dondurularak ya da kurutularak daha ileriki dönemlerde tüketilmek üzere saklanması da mümkündür. Bu yer mantarı, genellikle onları yerel pazarlara ya da toptancılara satan yerel halk önemli bir gelir kaynağıdır. Ulusal düzeyde, pazarı çoğunlukla yereldir. Ancak bu ürün uluslararası pazarlarda büyük talep görmektedir. Orta Doğu'da, Birleşik Arap Emirlikleri, Kuveyt, Suudi Arabistan veya Katar gibi ülkelerde çok değerli olan bu mantar, bu ülkelere gönderilen önemli ihracat ürünlerimizden birisidir (Ak ve ark., 2016).

Gücin ve Dülger (1997) Elazığ ve Malatya yöresinde bir hasat döneminde kişi başına 10-100 kg taze mantar toplandığını bildirmiştir. Toplanan bu mantarın bir kısmı aile tarafından tüketilsede, büyük bir kısmı pazarlarda satılmaktadır. Nispeten kısa ve tutarsız büyüme mevsimleri nedeniyle, bu mantar türleri taze olduklarında bazı pazarlarda etten daha yüksek fiyatlara

alıcı bulur. Örneğin 2022 yılında Kırşehir'de keme mantarının pazar satış fiyatı 300 ile 500 TL arasında değişmiştir. Mandeel and Al-Laith (2007), Suudi Arabistan'da keme mantarının 60 dolar/kg yada daha yüksek fiyatlara alıcı bulunduğunu, Chang ve Mshigeni, (2001) ise Fransa'da bu fiyatın kg başına 200 Euro'ya çıkabileceğini bildirmişlerdir. Bu mantar türünün yüksek fiyatlara alıcı bulmasında, verimi tamamen iklim koşullarına bağlı olan bu mantar türünün doğal yayılış alanlarının azalması ve kuraklık gibi iklim faktörleri sebebi ile ortaya çıkan verim düşüklüklerinin nedeni ile talebin karşılanamaması önemli rol oynar.

#### **Sonuçlar**

*Terfezia* türleri mükemmel doku ve kıvam, hoş aroma, mutfak kalitesi ve çeşitli tıbbi özelliklerinden dolayı çok değerli mantar türleridir. Ülkemiz *Terfezia* ssp., bakımından zengin bir çeşitlilik sergilemesine rağmen bunlardan yeterince yararlanamamaktadır. Günümüzde yaşanan iklim değişiklikleri, keme mantarlarının ve konukçu bitkilerin yaşam alanlarının zarar görmesi gibi nedenler ile verim gün geçtikçe azaltmakta, hatta bu türler yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. *Terfezia* türlerinin doğal yayılış alanlarının, yapılaşmadan, hayvancılık ve tarım faaliyetlerinden korunması gerekir.

Diğer taraftan, Keme mantarı, İspanya'da 1999 yılında kültüre alınmış olup, Dünya'da birçok ülkede keme mantarı plantasyonları kurulmuştur (Morte ve ark., 2009; 2008). Ülkemizde bu mantar türünün kültüre alınması ile ilgili çalışmaların hız kazanması mantarın yok olmasının önüne geçebileceği gibi, kurak ve yarı kurak, tarıma elverişli olmayan arazilerin keme mantarı üretiminde değerlendirilmesi kırsal halkın ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır. Doğru planlama ve bilinçli uygulama sayesinde yüksek verim elde edilebilir.

*Terfezia* türlerinin kültüre alma çalışmalarında ve bu türlerin doğal yayılış alanlarının korunmasında, moleküler ölçekte yapılacak çalışmalar yoluyla ülkemizdeki yayılış gösteren *Terfezia* türlerinin belirlenmesi, bu türlerin ülkemizdeki yayılış haritasının çıkarılması ve bu türlerin doğal yayılış alanlarının dağılımını etkileyen toprak ve iklim faktörlerinin belirlenmesi önemlidir. Bu sayede iklim ve toprak faktörleri açısından keme mantarının doğal yayılış alanları ile benzerlik gösteren alanların ve bu alanlarda keme mantarı üretimini sınırlayacak çevresel faktörlerin belirlenmesi ve bunlara karşı alınabilecek önlemlerin saptanması mümkün olabilecektir.



Tablo 1. Türkiye’de kaydedilen bazı Terfezia türleri ve yayılış alanları

Tür	Konukçu	Lokasyon	Referans	
<i>T. albida</i>	<i>Helianthemum</i> spp.	Karaman, Ayrancı Karaman, Merkez, Yeşildere-Ağılönü köyü	Uzun ve ark. (2016)	
<i>T. arenaria</i>		Aydın: Çine Isparta Malatya Konya	Türkoğlu ve ark. (2015) Afyon (1996) Işıloğlu ve Öder (1995) Öder, (1988) Kaşık ve ark. (1998) Chatin (1892) Alsheikh (1994)	
		İzmir İstanbul	Akyüz ve ark. (2019) Sevindik ve ark. (2018) Çetinkaya (2016)	
<i>T. boudieri</i>	<i>Helianthemum</i> spp. <i>H. salicifolium</i>	Şanlıurfa Gaziantep, Şahinbey Karaman, Ayrancı Malatya-Kale Merkez- Malatya Malatya-Battalgazi Malatya-Arguvan Elazığ -Baskil Şanlıurfa	Akyüz ve ark. (2015)	
	<i>H. salicifolium</i>	Denizli	Kaya (2015) Gezer ve ark. (2014)	
	<i>Helianthemum</i> spp.	Gaziantep-Araban Konya, Beşagıl Köyü Konya, Kale Köyü	Kaya ve ark. (2012) Şahin (2012)	
	<i>Helianthemum</i> spp.	Eşme, Güllü kasabası, Eşme, Kayapınar ve Güllübağ köyleri Karaman-Kılbasan köyü, Batman, Oymataş Köyü Karaman-Kılbasan Köyü Karaman-Mara	Türkoğlu ve Yağız (2012) Aydın (2009) Demir ve ark. (2007) Doğan ve Öztürk (2006)	
	<i>H. salicifolium</i>	Niğde Elazığ-Malatya	Kaşık ve ark. (2001) Gücin ve Dülger (1997)	
	<i>Helianthemum</i> spp.	Konya-Alhan Köyü Konya-Melicak Köyü	Çevik ve ark. (2021)	
	<i>Helianthemum</i> spp.	Konya-Güneysinir	Çelik ve ark. (2020)	
	<i>H. salicifolium</i> ve <i>H. ledifolium</i>	Elazığ-Malatya	Akyüz ve ark. (2016)	
	<i>T. claveryi</i>	<i>Helianthemum</i> spp.	Niğde	Canpolat (2016)
		<i>Helianthemum</i> spp.	Adana-Pozantı Karaman, Ayrancı Karaman, Merkez, Yeşildere-Ağılönü köyü Denizli, Bozkurt Urfa- Viranşehir Konya-Akşehir Konya,Ereğli, Aksaray Diyarbakır-Çınar, Karaman, Ayrancı ve Börecik Köyleri Yozgat	Doğan ve Kurt (2016) Uzun ve ark. (2016) Türkoğlu ve ark. (2015)
<i>Helianthemum</i> spp.		Konya, Beşagıl Köyü Kastamonu	Şahin (2012) Bekçi ve ark. (2011)	
<i>T. cistophila</i>		Trabzon, Tonya, Tozluca Köyü	Uzun ve Kaya (2019)	
<i>T. leptoderma</i>	<i>Geranium, Helianthemum</i> ve <i>Cerastium</i> sp.	Denizli, Bozkurt Uşak, Eşme, Yaylak Uşak Eşme, Güllübağ	Türkoğlu ve Castellano (2014) Castellano ve Türkoğlu (2012)	
	<i>H. salicifolium</i>	Malatya-Kale Malatya-Battalgazi Elazığ -Baskil Gaziantep	Akyüz ve ark. (2015) Uzun ve ark. (2015)	
<i>T. olbiensis</i>	<i>Helianthemum</i> spp.	Uşak: Eşme, Konya: Akşehir, Nevşehir: Gülşehir,	Türkoğlu ve Castellano (2014)	
		Uşak, Konya ve Nevşehir Güneybatı Anadolu	Türkoğlu ve Castellano (2014) Kıvrak (2015)	



### Kaynaklar

- Afyon, A. (1996). Isparta yöresinde belirlenen bazı makroskopik mantarlar. *Turk. J. Bot.* 20, 161–164
- Ahmed, A.A., Mohamed, M.A. and Hami, M.A. (1981). Libyan Truffles "*Terfezia boudieri* Chatin:" chemical composition and toxicity. *J. Food Sci.* 46(3), 927-929.
- Ak, E.E., Tüzel, Y., Eren, E. ve Atila, F. (2016). Türkiye'nin mantar ihracatının değerlendirilmesi. *Turk J. Food Agric. Sci.* 4(3), 239-243.
- Akyüz, M., Kirbağ, S., ve Kurşat, M. (2012). Ecological aspects of the arid and semi-arid truffle in Turkey: evaluation of soil characteristics, morphology, distribution, and mycorrhizal relationships. *Turk. J. Botany*, 36(4), 386-391.
- Akyüz, M. (2013). Nutritive value, flavonoid content and radical scavenging activity of the truffle (*Terfezia boudieri* Chatin). *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 13(1), 143-151.
- Akyuz, M., Kirbag, S., Bircan, B. ve Gurhan, Y. (2015). Diversity and distribution of arid-semi arid truffle (*Terfezia* and *Picoa*) in Elazığ-Malatya region of Turkey. *Mycosphere* 6(6), 766–783
- Akyüz, M., Kirbağ, S., Gürhan, Y. ve Bircan, B. (2016). Elazığ-Malatya çevresinde yetişen *Terfezia* ve *Picoa* trüf türlerinin mikorizal ilişkileri ile in situ ve ex situ koruma durumunun tespit edilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1-10.
- Al-Laith, A.A.A. (2010). Antioxidant components and antioxidant/antiradical activities of desert truffle (*Tirmania nivea*) from various Middle Eastern origins. *J. Food Compost. Anal.* 23, 15-22.
- Al- Marzooqi, A. M. (1981). Truffles in eye disease. Pp. 353-357. In: *Bulletin of Islamic Medicine*, vol. 1, 2nd edn. Proceedings of the First International Conference on Islamic Medicine Celebrating the Advent of the Fifteenth Hijri Century. Kuwait Ministry of Public Health and National Council for Culture, Arts and Letters. Kuwait, 12-16 January 1981.
- Alsheikh, A. M. (1994). Taxonomy and mycorrhizal ecology of the desert truffles in the genus *Terfezia*. Doktoral Thesis, Corvallis, *Oregon State University*, p 239
- Al Obaydi, M. F., Hamed, W. M., Al Kury, L. T., ve Talib, W. H. (2020). *Terfezia boudieri*: a desert truffle with anticancer and immunomodulatory activities. *Frontiers in Nutrition*, 7, 38.
- Al-Rahmah, A.N. (2001). *Truffle of deserts and jungles*. University publications, King Saud
- Al-Thani RF (2010) Survey of macrofungi (including truffles) in Qatar. *KMB J Biol* 1(2):26–29
- Ammarellou A ve Saremi H (2008). Mycorrhiza between *Kobresia bellardii* (All.) Degel and *Terfezia boudieri* Chatin. *Turk. J. Botany.* 32, 17-23.
- Anonim (2021). <https://sites.google.com/site/cografyaiklimler/?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2FvshowPrintDialog=1> (Erişim tarihi: 23.07.2022).
- Awameh, M.S., Alsheikh, A. (1979) Laboratory and field study of four kinds of truffle (kamah), *Terfezia* and *Tirmania* species, for cultivation. *Mush. Sci.* 10, 507–517
- Awameh, M.S., Alsheikh, A. (1980). Ascospore germination of black kame (*Terfezia boudieri*). *Mycologia* 72.1: 50-54.
- Aydın, S. (2009). *Terfezia boudieri* Chatin ve *Lactarius vellereus* (Fr.) Fr.'un antioksidan, antimikrobiyal etkilerinin ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Konya, s 119).
- Baize, D. (2000). *Guide des analyses en pédologie: choix, expression, présentation, interprétation*. Ed. Quae, France.
- Barseghyan, G.S., ve Wasser, S.P. (2010). Species Diversity of Hypogeous *Ascomycetes* in Israel. *Mycobio* 3, 159- 165.
- Bokhary HA (1987). Desert truffl es 'al-kamah' of the Kingdom of Saudi Arabia. I. Occurrence identification and distribution. *Arab Gulf Journal of Scientific Research* 5: 245-255.
- Bokhary, H. A., ve Parvez, S. (1988). Desert Truffles Al-Kamah of The Kingdom-of-Saudi-Arabia.. *Arab Gulf J. Sci. Res.* 6(1), 103-112.
- Bordallo, J. J. ve Rodríguez, A. (2014). *Cryptic and new species*. In *Desert Truffles* (pp. 39-53). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bordallo, J. J., Rodríguez, A., Kounas, V., Camello, F., Honrubia, M., ve Morte, A. (2015). Two new *Terfezia* species from southern Europe. *Phytotaxa*, 230(3), 239-249.
- Bradai, L. (2006) *Contribution à l'étude bioécologique de la truffe blanche de désert (Tirmania sp.) : Cas de la région de Oued Mya (Ouargla)*. Dissertation, University of Ouargla, Algeria
- Bradai, L., S. Bissati ve H. Chenchouni. (2013). Etude mycologique et bio-écologique de la truffe blanche du désert (*Tirmania nivea* Desf. Trappe 1971) dans la région de Oued M'ya (Ouargla, Sahara algérien). *Revue des Bioressources* 3, 6-14
- Bradai, L, Bissati, S., Chenchuni, H. (2014). Desert truffles of the North Algerian Sahara: Diversity and bioecology. *Emir. J. Food Agr.* 26, 425-35.



- Bradai, L., Neffar, S., Amrani, K., Bissati, S., ve Chenchouni, H. (2015a). Ethnomycological survey of traditional usage and indigenous knowledge on desert truffles among the native Sahara Desert people of Algeria. *J. Ethnopharmacol.* 162, 31-38.
- Bradai, L., Bissati, S., Chenchouni, H., Amrani, K. (2015b). Effects of climate on the productivity of desert truffles beneath hyper-arid conditions. *Int. J. Biometeorol.* 59, 907-915.
- Canpolat, Ş. (2016). Niğde ilinden toplanan trüf mantarlarının moleküler olarak tanımlanması ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde).
- Castellano, M.A., ve Türkoğlu, A. (2012). New records of truffle taxa in *Tuber* and *Terfezia* from Turkey. *Turk. J. Botany.* 36(3), 295-298.
- Çevik, F. T., Uzun, Y. ve Kaya, A. (2021). Macrofungi determined in Ereğli (Konya) district. *Mantar Dergisi*, 12(2), 138-147.
- Chafi, M. E. H., Fortas, Z. ve Bensoltane, A. (2004). Bioclimatic survey of the Terfez zones of the South West of Algeria and an essay of the inoculation of *Pinus halepensis* Mill. with *Tirmania pinoyi*. *Egypt. J. Appl. Sc.* 19, 88- 100.
- Chang, S.T. ve Mshigeni, K.E. (2001). *Mushrooms and human health: their growing significance as potent dietary supplements. Namibia*: Namibia University Press.
- Chauhan, O. P., Vijay, V., Pandey, A. K., ve Semwal, A. D. (2021). Biochemical and Health Properties of Truffles. *Def. Life Sci. J.* 6, 251-258.
- Dabbour, I.R. ve Takruri, H.R. (2002). Protein digestibility using corrected amino acid score method (PDCAAS) of four types of mushrooms grown in Jordan. *Plant Foods Hum Nutr.* 57(1), 13–24.
- Darwish, R. S., Shawky, E., Nassar, K. M., ElSayed, R. M. R., Hussein, D. E., Ghareeb, D. A., ve El Sofahy, S.M. (2021). Differential anti-inflammatory biomarkers of the desert truffles *Terfezia claveryi* and *Tirmania nivea* revealed via UPLC-QqQ-MS-based metabolomics combined to chemometrics. *LWT*, 150, 111965.
- Demir, S., Demirel, K., ve Uzun, Y. (2007). Batman Yöresinin Makrofungusları. *Ekoloji Dergisi*, 16(64), 37-42
- Doğan, H.H., ve Öztürk, C. (2006). Macrofungi and their distribution in Karaman province, Turkey. *Turk. J. Botany.* 30(3), 193-207.
- Dundar, A., Yesil, O.F., Acay, H., Okumus, V., Ozdemir, S. ve Yildiz, A. (2012). Antioxidant properties, chemical composition and nutritional value of *Terfezia boudieri* (Chatin) from Turkey. *Food Sci. Technol. Int.*;18(4):317-328. doi:10.1177/1082013211427954
- Farag, M. A., Fathi, D., Shamma, S., Shawkat, M. S. A., Shalabi, S. M., El Sedi, H. R., ve Afifi, S. M. (2021). Comparative metabolome classification of desert truffles *Terfezia claveryi* and *Terfezia boudieri* via its aroma and nutrients profile. *LWT*, 142, 111046.
- Feeney, J. (2002) *Desert truffles galore. Saudi Aramco World*, September/ October, pp 22–27
- Gezer, K., Kaygusuz, O., Çelik, A., ve Işıloğlu, M. (2014). Ecological characteristics of truffles growing in Denizli Province, Turkey. *J. Food, Agric. Environ.* 12(2), 1105-1109.
- Gutiérrez, A., Morte, A. ve Honrubia, M. (2003). Morphological characterization of the mycorrhiza formed by *Helianthemum almeriense* Pau with *Terfezia claveryi* Chatin and *Picoa lefebvrei* (Pat.) Maire. *Mycorrhiza*. 13, 299-307
- Gücin F (1990). Elazığ Çevresinde Belirlenen Makrofunguslar. *Turk. J. Botany* 14(3), 171-177.
- Halwagy, R. ve Halwagy, M. (1974). Ecological studies on the desert of Kuwait. II. The vegetation. *J. Univ. Kuwait (Science)* 1, 87-95
- Honrubia M, Morte A ve Gutiérrez A (2007) Las Terfezias. Un cultivo para el desarrollo rural en regiones áridas y semi-áridas. In: Truficultura, Fundamentos y Técnicas. Santiago Reyna (coord.). *Ediciones Mundi-Prensa, Madrid*, pp 365–397
- Honrubia, M., Andrino, A. ve Morte, A. (2014). Domestication: preparation and maintenance of plots. Desert Truffles. *Springer, Berlin, Heidelberg*, pp.367-387
- Index Fungorum (2014). <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Giriş: 19 Temmuz 2022
- Işıloğlu M ve Öder N (1995). Malatya yöresinin makrofungusları. *Turk. J. Bot.* 19, 321–324
- Janakat, S. ve Nassar, M. (2010). Hepatoprotective activity of desert truffle (*Terfezia claveryi*) in comparison with the effect of *Nigella sativa* in the rat. *Pak. J. Nutr.* 9(1), 52-56.
- Kagan-Zur, V. ve Akyuz, M. (2014). *Asian Mediterranean desert truffles. In Desert truffles* (pp. 159-171). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kagan-Zur, V. ve Roth-Bejerano, N. (2008). Desert truffles. *Fungi*. 1, 32-37.
- Kaşık G, Öztürk C, Akköz C, Doğan HH (1998). S. Ü. Alaaddin Keykubat kampusünde belirlenen bazı makrofunguslar. *Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi* 15, 87–99
- Kaşık, G., Öztürk, C. ve Toprak, E. (2001). Macrofungi of Niğde Province (Turkey). *Herb J. Syst. Botany*, 8(2), 137-142
- Kaşık, G., Alkan, S., ve Öztürk, C. (2018). Anadolu'da Ticari Olarak Kullanılan Doğal Makrofunguslar. II. International Congress on Heritage and Tourism, Taşkent-Özbekistan (03-05 Mayıs, 2018) s: 348-357



- Kaya, A., Demirel, K. ve Uzun, Y. (2012). Macrofungual diversity of Araban (Gaziantep/Turkey) district. *Biol. Divers. Conserv.* 5(3), 162-166
- Kaya, A. (2015). Contributions to the macrofungual diversity of Atatürk Dam Lake basin. *Turk. J. Botany.* 39(1), 162-172
- Kivrak, İ. (2015). Analytical Methods Applied to Assess Chemical Composition, Nutritional Value and In Vitro Bioactivities of *Terfezia olbiensis* and *Terfezia claveryi* from Turkey. *Food Anal. Methods.* 8, 1279-1293. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-0009-2>
- Kirk, P.M., Cannon, P., Minter, D.W. ve Stalpers, J.A. (2008) *Dictionary of the Fungi*, 10th ed. CABI Publishing, U.K., 771 pp.
- Kovács, G.M., Balázs, T.K., Calonge, F.D., Martín M.P. (2011). The diversity of *Terfezia* desert truffles: new species and a highly variable species complex with intrasporocarpic nrDNA ITS heterogeneity. *Mycologia.* 103(4), 841-853. <https://doi.org/10.3852/10-312>
- Laity JJ (2009) *Deserts and desert environments*. John Wiley & Sons
- Malençon G. (1973). Champignons hypogés du nord de l'Afrique I. *Ascomycetes. Persoonia.* 7(2), 261-288.
- Mandeel, Q.A., Al-Laith, A.A. (2007). Ethnomycological aspects of the desert truffle among native Bahraini and non-Bahraini peoples of the Kingdom of Bahrain. *J. Ethnopharmacol.* 110, 118-129
- Marasas, W. F. O. ve Trappe, J. M. (1973). Notes on Southern African Tuberales. *Bothalia* 11,139-141.
- Miller, P. (1768). *Gardener's dictionary* [.] 8th ed. J. and F. Rivington, London
- Moreno, G., Diez, J. ve Manjon, J.L. (2002). *Terfezia boudieri*, first records from Europe of a rare vernal hypogeous mycorrhizal fungus. *Persoonia* 17(4), 637-641
- Morte, A., Honrubia, M. ve Gutierrez, A. (2008). Biotechnology and cultivation of desert truffles. In: Varma A, editor. *Mycorrhiza: State of the art, genetics and molecular biology, eco-function, biotechnology, eco-physiology, structure and systematics*, Berlin, *Heidelberg, Springer-Verlag*, pp. 467-483.
- Morte, A., Zamora, M., Gutiérrez, A. ve Honrubia, M. (2009). Desert truffle cultivation in semiarid Mediterranean areas. In: Azcón-Aguilar C, Barea J.M., Gianinazzi, S., Gianinazzi-Pearson, V., editors. *Mycorrhizas: Functional Processes and Ecological Impact*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 221-233.
- Morte, A., Andrino, A., Honrubia, M. ve Navarro-Ródenas, A. (2012). *Terfezia cultivation in arid and semiarid soils*. In *Edible ectomycorrhizal mushrooms*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 241-263
- Morte, A., Pérez-Gilabert, M., Gutiérrez, A., Arenas, F., Marqués-Gálvez, J.E., Bordallo, J.J., Rodrigues, A., Berna, L.M., Lozano-Carrillo, C. ve Navarro-Ródenas, A. (2017). Basic and applied research for desert truffle cultivation. In *Mycorrhiza-Eco-Physiology, Secondary Metabolites, Nanomaterials*, A. Varma, R. Prasad, and N. Tuteja (eds). *Cham: Springer*, pp. 23- 42
- Morte, A., Kagan-Zur, V., Navarro-Ródenas, A., ve Sitrit, Y. (2021). Cultivation of desert truffles—a crop suitable for arid and semi-arid zones. *Agronomy*, 11(8), 1462.
- Öder N. (1988). Taxonomic investigations of important edible and poisonous mushrooms growing in the Konya center and some Districts of Konya. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi* 8, 237-257.
- Sesli, E., Asan, A. ve Selçuk, F. (editors.), Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kirbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. Ve Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Sevindik, M., Pehlivan, M., Dogan, M., ve Selamoglu, Z. (2018). Phenolic content and antioxidant potential of *Terfezia boudieri*. *Gazi Uni. J. Sci.* 31(3), 707-711.
- Shavit, E. (2014). *The history of desert truffle use*. In *Desert truffles* (pp. 217-241). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Shavit, E., ve Shavit, E. (2014). The medicinal value of desert truffles. In *Desert Truffles* (pp. 323-340). *Springer, Berlin, Heidelberg*.
- Şahin, A. (2012). Konya yöresinde yetişen *Terfezia* türleri ve etnomikolojik özellikleri (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı*, Konya).
- Taylor FW, Th amage DM, Baker N, Roth-Bejerano N ve Kagan-Zur V (1995). Notes on the Kalahari desert truffl e, *Terfezia pfeilii*. *Mycological Research* 99, 874-878.
- Tejedor-Calvo, E., Amara, K., Reis, F. S., Barros, L., Martins, A., Calhelha, R. C., ve Ferreira, I.C. (2021). Chemical composition and evaluation of antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of *Tuber* and *Terfezia* truffles. *Food Res. Int.* 140, 110071
- Thomas, P. W., Elkhateeb, W. A. ve Daba, G. (2019). Truffle and truffle-like fungi from continental Africa. *Acta Mycologica*, 54(2),1132



- Trappe, J. M., Claridge, A. W., Arora, D., ve Smit, W.A. (2008). Desert truffles of the African Kalahari: ecology, ethnomycology, and taxonomy. *Econ. Bot.* 62(3), 521-529.
- Türkoğlu, A., ve Yağiz, D. (2012). Contributions to the macrofungal diversity of Uşak Province. *Turkish Journal of Botany*, 36(5), 580-589.
- Türkoğlu, A.ve Castellano, M.A. (2014). New records of some Ascomycete truffle fungi from Turkey. *Turk. J. Botany*. 38, 406–416.
- Türkoğlu, A., Castellano, M.A., Trappe, J.M. ve Güngör, M.Y. (2015). Turkish truffles I: 18 new records for Turkey. *Turk. J. Botany* 39, 359–376.
- Uzun, Y., Kaya, A., Karacan, İ.H., Kaya, Ö.F. ve Yakar, S. (2015). Macromycetes determined in Islahiye (Gaziantep/Turkey) district. *Biol. Divers. Conserv.*, 8(3), 209-217.
- Uzun, Y., Çetinkaya, A. ve Kaya, A. (2016). Two New Hypogeous Species Records for Turkish Macromycota from Ayrancı and Yeşildere (Karaman) Districts. *4th International Symposium on Development of KOP Region, Karaman - Turkey* / October 21-23, 2016.
- Uzun, Y. ve Kaya, A. (2019). New additions to Turkish *Pezizales* from East Blacksea Region. *Turk. J. Botany*, 43(2), 262-270
- Veeraraghavan, V. P., Hussain, S., Papayya Balakrishna, J., Dhawale, L., Kullappan, M., Mallavarapu Ambrose, J., ve Krishna Mohan, S. (2021). A comprehensive and critical review on ethnopharmacological importance of desert truffles: *Terfezia claveryi*, *Terfezia boudieri*, and *Tirmania nivea*. *Food Reviews International*, DOI: 10.1080/87559129.2021.1889581
- Zitouni-Haouar, F. E. H., Carlavilla, J. R., Moreno, G., Manjon, J. L., ve Fortas, Z. (2018). Genetic diversity of the genus *Terfezia* (*Pezizaceae*, *Pezizales*): New species and new record from North Africa. *Phytotaxa*, 334(2), 183-194.
- Zotti, M., Persiani, A.M., Ambrosio, E., Vizzini, A., Venturella, G., Donnini, D., Angelini, P., Di Piazza, S., Pavarino, M., Lunghini, D. ve Venanzoni, R. (2013). Macrofungi as ecosystem resources: Conservation versus exploitation. *Plant Biosystems*, 147(1), 219-225.





Geliş(Received) :20.10.2022

Kabul(Accepted) :09.12.2022

Review Article

Doi: 10.30708.mantar.1192063

## Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as a Healthy Ingredient for Sustainable Functional Food Production

Sanem BULAM<sup>1\*</sup>, Nebahat Şule ÜSTÜN<sup>2</sup>, Aysun PEKŞEN<sup>3</sup>

\* Corresponding author: sanem.bulam@giresun.edu.tr

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Giresun University, 28200 Giresun, Türkiye.

Orcid ID: 0000-0001-8069-760X/sanem.bulam@giresun.edu.tr

<sup>2</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ondokuz Mayıs University, 55139 Atakum/Samsun, Türkiye.

Orcid ID: 0000-0003-2165-9245/sustun@omu.edu.tr

<sup>3</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55200 Atakum/Samsun, Türkiye.

Orcid ID: 0000-0002-9601-5041/aysunp@omu.edu.tr

**Abstract:** The oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm.) is one of the most popular edible mushrooms. *P. ostreatus* contains important essential nutrients for human nutrition and is a natural source used in both traditional and modern medicine. Nowadays, *P. ostreatus* has been used *in vitro* studies as food additive in the development of value-added functional foods such as meat, bakery, and dairy products, traditional foods, and various alcoholic and non-alcoholic beverages. Fresh and other forms of *P. ostreatus* have been used for food fortification, the improvement of sensory quality and the physicochemical properties of foods and prolonging the shelf life of functional foods. In this review, potential of use of *P. ostreatus* as food additive in sustainable functional food production and its effects on food quality were emphasized.

**Key words:** *Pleurotus ostreatus*, Functional food, Nutrient, Biological activity

### Sürdürülebilir Fonksiyonel Gıda Üretimi İçin Sağlıklı Bir Bileşen Olarak İstiridye Mantarı (*Pleurotus ostreatus*)

**Öz:** İstiridye mantarı (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm.) en popüler yenilebilir mantarlardan biridir. *P. ostreatus*, insan beslenmesi açısından önemli temel besin öğelerini içermektedir ve hem geleneksel hem de modern tıpta kullanılan doğal bir kaynaktır. Günümüzde *P. ostreatus* *in vitro* çalışmalarda et, unlu mamuller ve süt ürünleri, geleneksel gıdalar ve çeşitli alkollü ve alkolsüz içecekler gibi katma değerli fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. *P. ostreatus*'un taze ve diğer formları gıdaların güçlendirilmesi, duysal kalitesinin ve fizikokimyasal özelliklerinin geliştirilmesi ve fonksiyonel gıdaların raf ömrünün uzatılması için kullanılmaktadır. Bu derlemede, *P. ostreatus*'un gıda katkı maddesi olarak sürdürülebilir fonksiyonel gıda üretiminde kullanım potansiyeli ve gıda kalitesi üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Pleurotus ostreatus*, Fonksiyonel gıda, Besin ögesi, Biyolojik aktivite

#### Introduction

Edible mushrooms have been consumed as food and medicine due to their valuable macro and micronutrients, and mycochemicals including phenolic compounds, triterpenoids, sterols, fatty acids, and proteins (Anusiya et al., 2021; Cateni et al., 2021). *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. belonging to

division *Basidiomycota*, and family *Pleurotaceae* is called as "Oyster Mushroom" worldwide (El-Ramady et al., 2022) and "İstiridye Mantarı" in Türkiye (Sesli et al., 2020). It is one of the most appreciated edible species with a high general acceptability all around the world (Doğan and Doğan, 2022). *P. ostreatus* is a culinary-medicinal mushroom because of its excellent taste, flavor,



high nutritional value, and pharmacological potential supported by both *in vitro* and *in vivo* experimental studies, as well as clinical trials (Adebayo and Oloke, 2017; Agarwal et al., 2017; Carrasco-González et al., 2017; Piska et al., 2017; Sałata et al., 2018; Bulam et al., 2019a, b; Galappaththi et al., 2021; Niego et al., 2021; Venturella et al., 2021). Moreover, *P. ostreatus* belongs to the “white-rot fungi” category, which produces the ligninolytic enzymes laccase and peroxidase degrading hemicellulose, cellulose, and lignin (Doroški et al., 2022).

*P. ostreatus* is both naturally colonized on almost all hardwoods, particularly on dead and decaying tree stumps, fallen branches, and wet logs and commercially cultivated on various low-quality plant originated materials, agro/wood by-products, food and cellulose wastes, wheat straw bales, and sawdust with simple methods including just pasteurization to represent high-quality food having a higher yield and growth and shorter substrate colonizing time than other cultivated mushrooms (Kibar and Pekşen, 2008; Adebayo and Oloke, 2017; Piska et al., 2017; Royse et al., 2017; Sałata et al., 2018; Barh et al., 2019; Bulam et al., 2019a; Zięba et al., 2020; Galappaththi et al., 2021; Doroški et al., 2022; Lesa et al., 2022). *P. ostreatus* is the second most commercially cultivated mushroom both worldwide (Royse et al., 2017) and in Türkiye (Eren and Pekşen, 2019). In terms of ethnomycology, *P. ostreatus* is consumed as a source of food, cooked as fresh by sauteing, grilling, and frying or preserved as cooled, frozen, and dried, and sold in domestic and international markets as fresh and in processed forms (Pekşen et al., 2016; Thakur, 2020; Niego et al., 2021).

Functional foods are foods with positive health benefits attributed to the nutritional value of the foods which promotes optimal health of humans and helps in reducing the risk of many diseases such as cardiovascular diseases, cancer, hyperlipidemia, osteoporosis, diabetes, and hypertension. Furthermore, they act as cardiovascular agents, anti-obese agents, anti-diabetic agents, anti-cancer agents, immuno-boosters, substances that manage chronic inflammatory disorders, and formulations to cure degenerative diseases, and they are consumed as part of the normal diet (Morris et al., 2017; Reis et al., 2017; Raghavendra et al., 2018; Anusiya et al., 2021; Cateni et al., 2021; Kaur et al., 2021). Yeung et al. (2018) stated the most popular topics focused on nutraceuticals and functional foods as prebiotics, probiotics, antioxidants, and phenolic contents. Nowadays, functional edible and medicinal mushrooms have been known as one of the potential

natural sources for developing novel functional foods as well as dietary supplements, myconutraceuticals, mycosmeceuticals, and mycopharmaceuticals (Morris et al., 2017; Reis et al., 2017; Bulam et al., 2018; Üstün et al., 2018; Bulam et al., 2019a, c, d; Cateni et al., 2021; Kaur et al., 2021; Niego et al., 2021; Venturella et al., 2021).

Fresh edible and medicinal mushrooms and their dried powders, blends, aqueous extracts, concentrates, wastes, and bioactive compounds can be incorporated into foods to develop fortified functional foods with the aim of substitution of flour, meat, fat, salt, phosphates, nitrites, and antioxidants in addition to contributing long shelf-life and low-cost production. Bakery, meat, dairy, fermented, fruit and vegetable, traditional products, and beverages have already been studied *in vitro* to present value added and mushroom-based functional foods. In these studies, some changes in nutritional, sensorial, textural, and pharmacological properties of novel value-added products were observed (Morris et al., 2017; Reis et al., 2017; Raghavendra et al., 2018; Bulam et al., 2019c; Salehi, 2019; Gonzales et al., 2020; Ho et al., 2020; Bakratsas et al., 2021; Das et al., 2021; Dorin and Melinda, 2021; Kumar et al., 2021; Pérez Montes et al., 2021; Rangel-Vargas et al., 2021). This review aimed to give recent studies on potentially value-added functional foods using *P. ostreatus* considered functional food additive/ingredient or substituent/replacer and its effects on food quality in terms of nutritional, sensorial, and medicinal properties, and bioactive compounds of novel products.

#### **Nutritional Composition, Bioactive Compounds, and Biological Activities of *P. ostreatus***

In terms of sensorial and nutritional compositions, *P. ostreatus* possesses a unique flavor and aromatic compounds such as 1-octen-3-ol, and vital macro and micronutrients with a significant amount of proteins (7.3-53.3% dry weight (DW)), carbohydrates (13.1-85.8% DW), crude fibers (7.6-15.0% DW),  $\beta$ -glucans (19.3-50.0% DW), vitamins (especially vit B, vit C, and vit D<sub>2</sub>) and major (K, P, Mg, Na) and minor (Cu, Fe, Zn) minerals with a low content of lipids (0.5-7.6% DW) (Adebayo and Oloke, 2017; Agarwal et al., 2017; Carrasco-González et al., 2017; Sałata et al., 2018; Turfan et al., 2018; Bulam et al., 2019a, b; Galappaththi et al., 2021; Lesa et al., 2022). Amino Acid Score (AAS) of *P. ostreatus* meets the nutritional requirements of all essential amino acids for adults (Carrasco-González et al., 2017). 100 g of fresh fruiting bodies contains 15% of the recommended daily intake (RDI) of vitamin C, 40% of niacin, riboflavin, and



thiamin, and 0.5 mg of vitamin B<sub>12</sub>. Fresh *P. ostreatus* is also characterized by 0.1-0.2 g/100 g fats including a high content of oleic acid (40%), linolenic acid (55%), and substances decreasing serum cholesterol levels (Piska et al., 2017).

Moreover, *P. ostreatus* is rich in various bioactive compounds such as antioxidant enzymes, dietary fiber,  $\beta$ -glucans,  $\alpha$ -glucan, immunomodulating pleuran, proteins, glycoproteins, polysaccharides, proteoglycans, peptides, terpenoids, phenolic compounds (flavonoids and phenolic acids), indole compounds (melatonin, serotonin, and selenium), lectin, heteroglycan, hypolipidemic lovastatin, ergosterol, chrysin, ubiquitin, laccase, antioxidant ergothioneine, and  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA). Water or organic solvent crude extracts, dried powder of fruiting bodies, mycelia, dietary supplements (Imunoglukan P4H<sup>®</sup>) and medicinal mushroom extract blends (Agarikon.1 and Agarikon Plus), and *P. ostreatus*-added processed foods rich in terms of these mycochemicals have been reported to show numerous biological activities. Their hematological, hepatoprotective, cytoprotective, neurotogenic, antiaging, antiangiogenic, antiatherosclerotic, antimetastatic, antidiabetic, hypoglycemic, hypolipidemic, antihypercholesterolemic, antihypertensive, antiatherogenic, antibiotic, antiarthritic, antioxidative, anticancer, antitumor, anticarcinogenic, anti-inflammatory, antimicrobial, antiviral, antibacterial, antifungal, antinociceptive, antineoplastic, antiproliferative, cytostatic, cytotoxic, cosmetic, prebiotic, pro-apoptotic, immunomodulatory functions, and preventive and therapeutic effects in recurrent respiratory tract infections have been already proven by *in vitro*, *in vivo* studies, and clinical trials (Ghosh, 2016; Adebayo and Oloke, 2017; Carrasco-González et al., 2017; Piska et al., 2017; Golak-Siwulska et al., 2018; Sałata et al., 2018; Bulam et al., 2019a; Ozen et al., 2019; Turfan et al., 2020; Anusiya et al., 2021; Galappaththi et al., 2021; Türsen Uthan et al., 2021; Venturella et al., 2021; Vlassopoulou et al., 2021; Doğan and Doğan, 2022; Lesa et al., 2022). *P. ostreatus* is considered a medicinal mushroom because of its wide spectrum of biological activities. Fruiting bodies and extracts of *P. ostreatus* have already found applications in the treatment of diseases, especially diabetes, arteriosclerosis, neurodegeneration, and cancer. Nowadays, it has also been a potential source of cosmetics and topically applied preparations in supportive therapy e.g., for atopic dermatitis (Piska et al., 2017; Lesa et al., 2022).

The concentrations of nutrients and mycochemicals of wild and cultivated *P. ostreatus* vary depending on their habitats, environmental factors, cultivation conditions such as temperature and light intensity, substrate compositions, supplementary substances, postharvest treatments, maturity stages, parts of mushrooms as cap, stalk or mycelium, and experimental parameters (Kibar and Pekşen, 2008; Adebayo and Oloke, 2017; Carrasco-González et al., 2017; Piska et al., 2017; Sałata et al., 2018; Bulam et al., 2019a; Sarikurkcu et al., 2020; Zieba et al., 2020; Galappaththi et al., 2021).

#### Utilization Potential of *P. ostreatus* in Production of Novel Functional Foods

*P. ostreatus* contains high quality protein and fiber (mainly  $\beta$ -glucans) that may be used as functional food ingredient. Bakery, meat, dairy, fruit, and vegetable, fermented, traditional products, alcoholic and non-alcoholic beverages, and seasonings have been recently studied to present *P. ostreatus*-incorporated functional foods. *P. ostreatus* was utilized to enrich value-added functional products in terms of protein, crude fibre,  $\beta$ -glucan, to decrease glycemic index, and to increase biological activities such as antioxidant effect or to replace main ingredients including meat, fat, salt, nitrite, and flour. *P. ostreatus* was incorporated in various forms such as fresh after steamed and centrifuged, powder after dried and ground, flour after boiled in water, dried and ground, aqueous extract of dried and ground mushrooms,  $\beta$ -glucan hydrogels obtained from fresh and dried mushrooms, mushrooms boiled in water containing 0.05% KMS, and  $\beta$ -glucan and cell-free extracts of mushrooms (Okamura-Matsui et al., 2003; Carrasco-González et al., 2017; Lavelli et al., 2018; Bulam et al., 2019c; Salehi, 2019; Gonzales et al., 2020; Ho et al., 2020; Das et al., 2021; Dorin and Melinda, 2021; Kumar et al., 2021; Pe´rez Montes et al., 2021; Rangel-Vargas et al., 2021; Gopal et al., 2022).

On the other hand, a recent study on functional tomato pomace feed fermented with *P. ostreatus* and *Phanerochaete chrysosporium* was also performed resulting in improvement of its nutritional properties (Yasar and Tosun, 2020).

Recent *in vitro* studies on novel functional foods developed with *P. ostreatus* and significant changes in their food quality in terms of nutritional, physicochemical, sensorial, microbiological, textural, and appearance properties were given in Table 1.

Table 1. Functional foods incorporated with *P. ostreatus* and effects of *P. ostreatus* on food quality of functional products

Functional Food	Concentration	Function	Effects on Properties	References
<b>Meat Products</b>				
Beef salami	(1, 3 and 5%) D	Antioxidant activity	Increase in moisture; Decrease in protein, fat, CIE $L^*$ , $a^*$ , and $b^*$ ; No negative effect on sensorial properties, flavor, and overall acceptability; Inhibition in lipid and protein oxidation; Undesired textural losses	Özünü and Ergezer, 2020
Frankfurter (25% fat, 1.5% salt, 2% sodium caseinate, 0.5% phosphates)	<i>A. bisporus</i> ; <i>P. ostreatus</i> (2.5 and 5%) D	Fat reduction (30 and 50%); Salt, caseinate, phosphates reduction	Modification of color and texture: <i>Agaricus</i> gave darker and <i>Pleurotus</i> softer samples; Increase in juiciness; No antioxidant effect; Mushroom samples were sensorially acceptable with better scores at low mushroom level	Cerón-Guevara et al., 2020a
Beef patty (10% fat, 1.2% salt)	<i>A. bisporus</i> ; <i>P. ostreatus</i> (2.5 and 5%) D	Fat reduction (25 and 50%); Salt reduction (50%)	Increase in moisture, protein (Control patty: 17.53% DW; 5% <i>A. bisporus</i> : 19.23% DW; 5% <i>P. ostreatus</i> : 18.80% DW), and dietary fiber; Lower increase in hardness compared to fat reduced control samples; Slight antimicrobial effect in <i>Pseudomonas</i> ; Sensorially acceptable, especially 2.5% mushroom samples	Cerón-Guevara et al., 2020b
Liver pate (30% fat, 2% salt)	<i>A. bisporus</i> ; <i>P. ostreatus</i> (7.5 and 10%) D	Fat reduction (30 and 50%); Salt, phosphates, and nitrite reduction (50%)	Increase in protein, dietary fiber, and pH; Color modifications; Increase in hardness and adhesiveness	Cerón-Guevara et al., 2021
Traditional Turkish meatball	<i>A. bisporus</i> ; <i>P. ostreatus</i> (5 and 10%) D	Sensorial and physical (color and texture) analysis	Imparted positive effect on hardness; Meatball with <i>P. ostreatus</i> at 5% level was the best-liked and most accepted one in terms of color, taste, and chewiness	Süfer et al., 2016
Fish burger	<i>P. ostreatus</i> (10 and 15%), soy protein isolate (SPI) (2%) F	Striped catfish ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) and salmon ( <i>Salmo salar</i> ) minced meat substitution	Reduction of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values in <i>P. ostreatus</i> and SPI added fish burgers; Improvement in thawing loss and cooking yield during storage at $-18^{\circ}\text{C}$ ; increase in total viable counts, but there was no significant change during storage and no effect on sensory characteristics of the products. Microbiological analyses were within acceptable range for all samples	Pachekrepapol et al., 2022
<b>Bakery Products</b>				
Noodles	(2, 4, 6, 8 and 10%) D	Wheat flour substitution	Increase in protein and fiber content; More than 4% increased cooking time, water absorption and tensile strength; Good acceptability with noodles at 4% replacement	Arora et al., 2018
Noodles	(5, 8 and 10%) D	Wheat flour substitution	5% resulted in better sensory scores than higher replacements; Improved nutritional characteristics	Parvin et al., 2020
Maize flour	<i>A. bisporus</i> ; <i>P. ostreatus</i> (10, 20, 30, 40 and 50%) D	Enrichment with MF	Increase in protein; Control flour: 6.95%; up to 50% <i>A. bisporus</i> : 15.87% DW; 50% <i>P. ostreatus</i> : 19.32% DW, and mineral content (Fe and Zn), fiber and ash; Reduction in fat and energy; A positive significant linear effect on foaming capacity, foam stability, fat absorption capacity, water retention capacity, water absorption capacity, solubility index and swelling capacity, while a negative linear effect on compact density, bulk density, and syneresis	Ishara et al., 2018
Cassava bread	(5, 10, 15, 20% and 25%) D	Enrichment with MP	Increase in protein; Control bread: 8.02%; up to 25% <i>P. ostreatus</i> : 10.03%; Increase in functional properties of water absorption capacity, bulk density, swelling power, oil absorption capacity and solubility; 25% <i>P. ostreatus</i> containing sample was the most acceptable	Azeez et al., 2018
Wheat bread	<i>P. ostreatus</i> ; <i>Calocybe indica</i>	Wheat flour substitution	Increase in ash content, fiber, and protein content; Protein content increased from 9.12% in the negative control to 18.7% with 5% MP inclusion and 25.1% with 20% MP inclusion;	Oyetao and Oyedeji, 2017



	(0, 5, 10, 15 and 20%) D	and fortification	Increase in K, Na, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn and Fe content of the bread significantly with increase in MP	
Pan bread	Lactic acid fermented dairy permeates (FDP); D and ground MP	Enhancement of quality and nutritional values of product	100% FDP and 5% MP had the highest protein (16.05%), dry matter (63.23%), and ash (1.84%). Significantly increase in mineral contents by adding FDP and MP. Decrease in total counts of spore formers and molds as % of FDP in the dough increased	Khider et al., 2015
Biscuits	Muffin	Supplementation with MP	Increase in moisture, protein, fat, ash, and <i>hardness</i> ; Decrease in lightness; The best formulation chosen was 25% of white oyster MP added one	Cornelia and Chandra, 2019
Biscuits	(10, 20 and 30%) D	Wheat flour substitution	Increase in volume, spread ratio, and protein content; Decrease in <i>hardness</i> values; Increase in fracturability value; 10% added biscuits showed the best sensory properties in terms of general acceptability and average values	Baltacıoğlu et al., 2021
Fried mushroom crackers	(0, 5, 10, 15 and 20%) D MP	Development of vegetarian fried mushroom crackers	Significant decreases ( $p < 0.05$ ) in the $L^*$ value, oil absorption and <i>hardness</i> , while increases in the $b^*$ value, linear expansion, ash, and protein contents of MP-added products when the content of <i>P. ostreatus</i> powder was increased in the crackers; The highest mean score in all evaluated sensory attributes of crackers made with 15%MP: 85%tapioca flour	Yahya et al., 2017
Cake	(0, 5, 10, 15 and 20%) D	Replacement of wheat flour with MP	Improved color, flavor, and texture of cake	Sheikh et al., 2010; Singh and Thakur, 2016
	(0, 10, 20, 30 and 40%) D	Replacement of wheat flour with MP	Significant effect on ash and crude fiber; Significant effect on loaf weight; Significant effect on texture and color value; High sensory score in 10% MP added muffin	Farooq et al., 2021
Cookies	Bean and oat flour formulation fermented with <i>P. ostreatus</i> CS155 strain, Incorporation of fermented black/kidney bean and oat flour (50 and 80%) as ground and D	Replacement of unfermented black bean/kidney bean/oat and wheat flour	Increase in antioxidant capacity, when compared with cookies made without fermented flours, while maintaining its antioxidant capacity after simulated digestion assay; Increase in bioavailable protein compared to wheat control cookie, higher fiber content and lower sugars compared to commercial cookies; Good sensorial acceptability of cookies	Espinosa-Páez et al., 2021
<b>Dairy Products</b>				
Cheese spreads	(0, 5, 10 and 15%) F, (0, 1, 1.5 and 2%) D	Supplementation with mushroom as fresh and flour	Increase in protein/DM (31.20-36.36%) comparing to control (30.88%); Processed cheese spreads have pH values of 5.39-5.78, while in control ranged from 5.47-5.63; The total viable counts and spore former bacteria was lower in processed cheese than in cheese control; The highest flavor scores were 37.4 and 37.3 in processed cheese supplemented with 1% and 1.5% MP, respectively	Khider et al., 2017
Yogurt	$\beta$ -D-glucan (Pleuran- <i>P. ostreatus</i> and Lentinan- <i>Lentinula edodes</i> ) Hs obtained from F and D mushrooms	Fat reduction	$\circ$ SH and pH of samples showed values typical for this kind of product, the groups of microorganisms (coliform bacteria, yeasts, and molds) did not appear during the whole storage period ( $< 1$ CFU/g); both Hs added yogurts had no negative influence on the sensory acceptability; all samples maintained a very good quality during the whole storage period and did not differ significantly from one another in the individual parameters evaluated	Hozova et al., 2004
Yogurt	Aqueous E of D and ground mushrooms	Fat reduction	Increase in <i>Streptococcus thermophilus</i> and <i>Lactobacillus bulgaricus</i> CFU counts; Lower syneresis and firmness, more adhesiveness, springiness, and cohesiveness than control. Supplemented yogurts were darker, contained more	Vital et al., 2015



			polyphenols and exhibited higher antioxidant activity than controls in cold storage	
Ice cream	Natural protein solutions of MP (0.1 g/20 ml, 0.2 g/40 ml, 0.4 g/80 ml, 0.8 g/160 ml and 1.6 g/320 ml) with water in different concentrations	Protein enrichment	Increase in the protein content of the ice cream up to approximately 15.08% (highest: 4.12%) compared to the initial percentage; Statistically significant results in terms of color values	Beşir et al., 2019
<b>Other Products</b>				
Chips	MP (13.18-46.82%)	Substitution of wheat flour and enrichment of chips	Optimum cooking conditions for fried mushroom chips were determined as 180 °C, 155 sec and 40% MP ratio. Dry matter, ash, protein, water activity, oil and sensory evaluation results were 99.10%, 3.25%, 15.10%, 0.10, 19.02% and 5.39, respectively	Doğan et al., 2017
Chips	D and ground MP (20, 30 and 40%)	Enrichment of wheat chips cooking with deep-frying, baking, and microwaving	Microwaving was the most suitable method for preserving some nutraceutical value of enriched wheat flour (WF)-MP composite chips; MP increased the total phenolic content, antioxidant activity, and protein value of all samples; utilization of MP in fried chips reduced the oil content up to 37.07% compared to control; MP can be used up to about 37% in chips with its superior functional and nutritional properties	Doğan et al., 2020
Soup, biscuit, nugget ketch-up, candy, chips, ready-to-serve mushroom curry	D and ground MP (10-16%), Boiled mushroom in 0.05% KMS containing water	Replacement of corn flour, maida (Indian wheat flour), urad dhal (Indian black lentil), arrarote (tropical starchy substance), sugar	Production of functional and long shelf-life foods	Rai and Arumuganathan, 2008
Soup	D (Sun/Oven) or (Blanched in hot water and Sun/Oven-D) or (Brined and Sun/Oven-D), ground MP	Functional mushroom soup	No significant difference in taste ( $P=0.37$ ) and flavor ( $P=0.10$ ) of the prepared soups; Soups prepared from sun-dried powders had the highest overall acceptability scores	Muyanja et al., 2014
Boiled mushroom and mushroom sauce	<i>P. florida</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>P. sajor-caju</i> ; Chopped mushroom	Functional boiled mushrooms and mushroom sauce	No significant ( $P>0.05$ ) sensory acceptability differences were observed for boiled mushroom and mushroom sauce except color of boiled mushrooms; Overall acceptance for mushroom sauce products was 90% (like extremely) followed by 8% (like moderately) and 2% (neither like nor dislike)	Michael et al., 2011
Seasoning	MP of D <i>P. ostreatus</i>	Functional flavoring agent	Increase in functionality	Park et al., 2001
<b>Traditional Products</b>				
Potato pudding (Indian traditional food)	Blanched in water, oven/sun D, and ground MP (5, 10, 15 and 20%)	Fortified potato pudding, replacement of fresh grated potato	Increase in protein (2.28 g) and fiber (0.26 g) and good amount of fat (1.36 g) and carbohydrate (18.93 g) in 5% fortified sample than control sample. 5% fortification of MP in potato pudding was the most liked in terms of organoleptic acceptability	Verma and Singh, 2017
Tikki (Indian fried potato patties with spice) mix	Corn flour; Blanched in water, 0.5% citric acid, 0.5% ascorbic acid, 10% NaCl	Replacement of sweet potato flour	8% fortified sample was found high fiber content than other samples and a high score for overall acceptability of 8.66. The product was found to be acceptable after the storage period for 60 days with HDPE packaging	Singh and Lakshmi, 2015



	applied, D, and ground MP flour			
Papad (Indian snack food)	D and ground MP (10, 15 and 20%)	Replacement of gram dahl (chickpea flour)	Increase in protein content with increased level of MP in experimental papad (24.49 to 24.71%); Decrease in energy and carbohydrate contents; Ca, P, Fe, Na and K content of these papads were found to be good; 10% and 15% MP incorporated papads were well accepted for all sensory attributes	Nande, 2017
Ogi (Nigerian fermented cereal gruel)	D and ground MF (10, 15 and %20)	Improvement the nutritional quality of Ogi-MF mixes in terms of protein and fiber	Increase in moisture (9.08-10.02%), protein (8.90-13.29%), fat (4.73-5.03%), ash (1.56-1.90%), crude fiber (3.13-3.90%), decrease in carbohydrate content (66.64-72.51%) of Ogi-MF mixes; Swelling power (19.25-19.45 g water/g sample), solubility (21.49-22.90%), water absorption capacity (40.07-42.25%), bulk density (0.51-0.57 g/ml) in mixes; Overall acceptability (2.50-3.50) in Ogi-mushroom pap	Ajala and Taiwo, 2018
<b>Beverages</b>				
Health drink powder	D and ground MF (5%)	Enrichment of soy-mushroom health drink powder in terms of protein and fiber	Moisture, ash, protein, fat, fiber, carbohydrate, and energy contents of soy-mushroom health drink powder was 3.84%, 3.23%, 21.37%, 10.13%, 1.50%, 59.93% and 416.4 kcal/100g, respectively; The highest acceptability (9.0) among all health drink products; Microbiological assay showed its shelf life to be 1 year	Farzana et al., 2017
Healthy drink	β-glucan from E of <i>P. ostreatus</i>	Value-added healthy drink	Healthy drink bottle of 140 ml volume contained energy, protein, carbohydrates, dietary fiber, beta-glucan as 37,24 kcal, 392 mg, 8918 mg, 70 mg, and 1380 mg, respectively, while total sugar was 8.8% (w/v)	Widyastuti et al., 2015
Wine	Cell-free E of undestroyed mycelia and debris from <i>P. ostreatus</i> , <i>Agaricus blazei</i> , <i>Flammulina velutipes</i>	Brewing with <i>P. ostreatus</i> producing alcohol dehydrogenase in place of <i>S. cerevisiae</i>	The highest alcohol concentration in this wine was achieved with <i>P. ostreatus</i> (2.6 M, 12.2%); Effect of thrombin time of wine produced by using <i>P. ostreatus</i> was 320.0 sec; Fibrinolytic activity of the wine produced by <i>P. ostreatus</i> was 27 mm <sup>2</sup>	Okamura et al., 2001
Wine, Beer, Sake	Cell-free E of undestroyed mycelia and debris from <i>P. ostreatus</i> , <i>Tricholoma matsutake</i> , <i>A. blazei</i>	Brewing with <i>P. ostreatus</i> producing alcohol dehydrogenase in place of <i>S. cerevisiae</i>	The highest alcohol concentrations in the wine, beer and sake were with <i>P. ostreatus</i> (2648 mM, 12.2%), <i>Tricholoma matsutake</i> (1069 mM, 4.6%) and <i>A. blazei</i> (1736 mM, 8.0%), respectively	Okamura et al., 2003
Soy milk	Hot water E of shade-D and ground <i>A. bisporus</i> , <i>P. ostreatus</i> containing crude β-glucan	Value-addition and fortification of soy milk with prebiotic natural β-glucan	2.5 g of the purified β-glucan samples from <i>P. ostreatus</i> and <i>A. bisporus</i> were used together and were added to the soy milk in the ratio of 1:40	Kumaresan et al., 2022
Mushroom drink	Blanched in fluid, D and ground MP of <i>S. commune</i> , <i>P. ostreatus</i> , and <i>P. sajor-caju</i>	Medicinal functional drink with high β-glucan	<i>S. commune</i> : <i>P. ostreatus</i> : <i>P. sajor-caju</i> at a ratio of 60:20:20 showed the highest significance of β-glucan content and radical scavenging activity; The highest level of β-glucan content and the greatest economic value and consumer acceptability were found in mushroom drink produced with <i>S. commune</i> : <i>P. ostreatus</i> : <i>P. sajor-caju</i> at the same ratio	Mongkontanawat and Phuangborisut, 2019

D: Dried, F: Fresh, H: Hydrogel, E: Extract, MF: Mushroom flour, MP: Mushroom powder, KMS: Potassium metabisulfite



### ***P. ostreatus* Incorporated Novel Functional Commercial Foods**

Some functional foods have already been developed and produced in industrial scale such as Snörkel (Jester King Brewery, Texas, United States) (URL-1, 2022), which is a farmhouse ale brewed with alderwood smoked sea salt and local oyster mushrooms. In addition, *P. ostreatus* powder incorporated vegetarian mushroom oyster sauce (Whan Ja Shan Brewery, Taipei, Taiwan) (URL-2, 2022) consisted of water, sugar syrup, soybeans, wheat, salt, yeast extract, sodium benzoate as food preservative, and mushroom powder is available in the international trade.

### **Results and Discussion**

Edible mushrooms have been classified as a “healthy food” since they are low in calories and fat, but rich in proteins, dietary fiber (chitin, hemicellulose, mannans, and  $\beta$ -glucans), and minerals. In addition, all essential amino acids are present in the mushrooms and polyunsaturated fatty acids are in higher proportion compared to saturated fatty acids. Their chemical profiles include several bioactive compounds, such as polysaccharides, biologically active proteins (enzymes, lectins), ergothioneine (amino acid), terpenoids, sterols, antioxidants, and vitamins such as thiamine, riboflavin, niacin, ascorbic acid, and tocopherols, which contribute to improved immune function and show antitumor, antimicrobial, anti-inflammatory, hypoglycemic, hypocholesterolemic, and antioxidant effects. Their nutritional value, antioxidant activity, and health-

beneficial properties, as well as the flavor and texture properties, have attracted the attention of the food industry to use edible mushrooms as possible substitutes for several ingredients and additives in processed foods, mainly in bakery and meat products in recent years.

In this review, some studies about the usage of *P. ostreatus*, one of the best-known culinary/medicinal mushrooms, as a food ingredient or additive and substituent/replacer in foods were reviewed. In addition, the effects of *P. ostreatus* utilization on nutraceutical, physicochemical and sensorial properties of novel functional food products were also given. Consequently, according to the literature review, this mushroom has a high potential to be used in functional meat, bakery, dairy, traditional foods, and beverages as a replacer and ingredient/additive. Due to the increasing trend on healthy and sustainable nutrition among consumers, more commercial, value-added, standardized, and processed functional *P. ostreatus*-incorporated foods could be available in the markets in near future. On the other hand, the bioavailability and bioaccessibility properties of these novel foods, their food matrix structures, and cultivation techniques of *P. ostreatus* in large-scale production should be more studied for nutritious, tasty, healthy, sustainable, environmentally friendly, and low-cost *P. ostreatus* based functional foods to be consumed by human and used by food, pharmaceutical, and cosmeceutical industries worldwide. In addition, these studies must be conducted according to EFSA, FDA, JECFA, and WHO standards and regulations.

### **References**

- Adebayo, E. A. and Oloke, J. K. (2017). Oyster Mushroom (*Pleurotus* Species); A Natural Functional Food. *J. Microbiol. Biotech. Food Sci.*, 7 (3) 254-264. DOI: 10.15414/Jmbfs.2017/18.7.3.254-264
- Agarwal, S., Kushwaha, A., Verma, V. and Singh, M. P. (2017). Nutritional Attributes of *Pleurotus* Mushroom. In: Singh, M.P., Verma, V., Singh, A.K. (Eds.). *Incredible World of Biotechnology*. Nova Science Publishers, Inc. pp. 13-24. ISBN: 978-1-53611-097-5
- Ajala, A. S. and Taiwo, T. F. (2018). Study on Supplementation of 'Ogi' with Oyster Mushroom Flour (*Pleurotus ostreatus*). *J. Nutr. Health Food Eng.*, 8 (3) 287-291. DOI: 10.15406/Jnhfe.2018.08.00284
- Anusiya, G., Gowthama Prabu, U., Yamini, N. V., Sivarajasekar, N., Rambabu, K., Bharath, G. and Banat, F. (2021). A Review of the Therapeutic and Biological Effects of Edible and Wild Mushrooms. *Bioengineered*, 12 (2) 11239-11268. DOI: 10.1080/21655979.2021.2001183
- Arora, B., Kamal, S. and Sharma, V. P. (2018). Nutritional and Quality Characteristics of Instant Noodles Supplemented with Oyster Mushroom (*P. ostreatus*). *J. Food Process. Preserv.*, 42 (2) E13521. DOI: 10.1111/Jfpp.13521
- Azeez, L., Adedokun, S., Adeoti, A. and Babalola, J. (2018). Quality Characteristics of Fortified Bread Produced from Cassava and Mushroom Flours. *J. Food Process. Technol.*, 9 (3) 9-13. DOI: 10.4172/2157-7110.1000724
- Bakratsas, G., Polydera, A., Katapodis, P. and Stamatis, H. (2021). Recent Trends in Submerged Cultivation of Mushrooms and Their Application as a Source of Nutraceuticals and Food Additives. *Future Foods*, 4, 100086. DOI: 10.1016/J.Fufo.2021.100086





- Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H., Seyhan, R., Uğur, Ö. and Avcu, O. (2021). Investigation of the Effect of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Powder on Biscuit Production and Effect on Quality Criteria by Fourier-Transform Infrared Spectroscopy. *J. Food Process. Preserv.*, 45, E15174. DOI: 10.1111/Jfpp.15174
- Barh, A., Sharma, V. P., Annapu, S. K., Kamal, S., Sharma, S. and Bhatt, P. (2019). Genetic Improvement in *Pleurotus* (Oyster Mushroom): A Review. *3 Biotech*, 9, 322. DOI: 10.1007/s13205-019-1854-x
- Beşir, İ., Kırmızıyaka, E. S., Çaylar, M. and Koçer, F. (2019). *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. Kullanılarak Dondurmanın Proteince Zenginleştirilmesi. *Mantar Dergisi*, 10 (özel sayı) 178-185. DOI: 10.30708.mantar.641685
- Bulam, S., Üstün, N. Ş. and Pekşen, A. (2018).  $\beta$ -Glucans: An Important Bioactive Molecule of Edible and Medicinal Mushrooms. A. Türkmen (Ed.), 1. *International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES) Proceeding Book*, (pp. 1242-1258). Giresun-Türkiye. ISBN: 978-975-2481-10-7
- Bulam, S., Üstün, N. Ş. and Pekşen, A. (2019a). Evaluation of Nutritional and Medicinal Values of Edible Wild and Cultivated *Pleurotus ostreatus*. *Turk. J. Agric. - Food Sci. Techn.*, 7 (12) 2054-2061. DOI: 10.24925/Turjaf.V7i12.2054-2061.273
- Bulam, S., Üstün, N. Ş. and Pekşen, A. (2019b). Yenebilir Doğa Mantarlarının Bazı Fiziksel ve Fizikokimyasal Özellikleri ile Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *Mantar Dergisi*, 10 (Special Volume) 193-203. DOI: 10.30708.Mantar.638995
- Bulam, S., Pekşen, A. and Üstün, N. Ş. (2019c). Yenebilir ve Tıbbi Mantarların Gıda Ürünlerinde Kullanım Potansiyeli. *Mantar Dergisi*, 10 (Special Volume) 137-151. DOI: 10.30708.Mantar.644367
- Bulam, S., Üstün, N. Ş. and Pekşen, A. (2019d). Health Benefits of *Ganoderma lucidum* as a Medicinal Mushroom. *Turk. J. Agric. - Food Sci. Techn.*, 7 (sp1) 84-93. DOI: 10.24925/Turjaf.V7isp1.84-93.2728
- Carrasco-González, J. A., Serna-Saldívar, S. O. and Gutiérrez-Urbe, J. A. (2017). Nutritional Composition and Nutraceutical Properties of the *Pleurotus* Fruiting Bodies: Potential Use as Food Ingredient. *J. Food Compos. Anal.*, 58, 69-81. DOI: 10.1016/J.jfca.2017.01.016
- Cateni, F., Gargano, M. L., Procida, G., Venturella, G., Cirilione, F. and Ferraro, V. (2021). Mycochemicals in Wild and Cultivated Mushrooms: Nutrition and Health. *Phytochem. Rev.*, 1-45. DOI: 10.1007/S11101-021-09748-2
- Cerón-Guevara, M. I., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J. M., Bermúdez, R., Pateiro, M., Rodríguez, J. A., Sánchez-Ortega, I. and Santos, E. M. (2020a). Reduction of Salt and Fat in Frankfurter Sausages by Addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* Flour. *Foods*, 9 (6) 760. DOI: 10.3390/Foods9060760
- Cerón-Guevara, M. I., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J. M., Bermúdez, R., Pateiro, M., Rodríguez, J. A., Sanchez-Ortega, I. and Santos, E. M. (2020b). Effect of the Addition of Edible Mushroom Flours (*Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*) On Physicochemical and Sensory Properties of Cold-Stored Beef Patties. *J. Food Process. Preserv.*, 44 (3) E14351. DOI: 10.1111/Jfpp.14351
- Cerón-Guevara, M. I., Santos, E. M., Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Bermúdez-Piedra, R., Rodríguez, J. A., Castro-Rosas, J. and Rangel-Vargas, E. (2021). Partial Replacement of Fat and Salt in Liver Pâté by Addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* Flour. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 56 (12) 6171-6181. DOI: 10.1111/Ijfs.15076
- Cornelia, M. and Chandra, J. (2019). Utilization of White Oyster Mushroom Powder (*Pleurotus ostreatus*) in the Making of Biscuit as Emergency Food Product. *Eurasia J. Biosci.*, 13 (2) 1859-1866.
- Das, A. K., Nanda, P. K., Dandapat, P., Bandyopadhyay, S., Gullón, P., Sivaraman, G. K., McClements, D. J., Gullón, B. and Lorenzo, J. (2021). Edible Mushrooms as Functional Ingredients for Development of Healthier and More Sustainable Muscle Foods: A Flexitarian Approach. *Molecules*, 26, 2463. DOI: 10.3390/Molecules26092463
- Doğan, N., Doğan, C. and Hayoğlu, İ. (2017). *Pleurotus ostreatus* Mantarının Cips Üretiminde Kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bil. Der.*, 21 (2) 133-142. DOI: 10.29050/Harranziraat.321116
- Doğan, N., Doğan, C., Çam, M. and Hayoğlu, İ. (2020). Optimization and Comparison of Three Cooking Methods for Wheat Flour-Oyster Mushroom (*P. ostreatus*) Powder Composite Chips. *J. Food Process. Preserv.*, 44 (11) e14873. DOI: 10.1111/jfpp.14873
- Doğan, N. and Doğan, C. (2022). Egzotik Bazı Mantarların (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Hericium erinaceus*) Fizikokimyasal, Biyoaktif ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Mantar Dergisi*, 13 (1), 30-36. DOI: 10.30708.mantar.993480
- Dorin, T. and Melinda, F. (2021). Sustainable and Healthy Food Ingredients: Characterization and Application in Functional Products. In: Arshad, M. S., Ahmad, M. H. (Eds.). *Functional Foods*. Intechopen. pp. 88-193. DOI: 10.5772/Intechopen.100165
- Doroški, A., Klaus, A., Režek Jambrak, A. and Djekic, I. (2022). Food Waste Originated Material as an Alternative Substrate Used for the Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*): A Review. *Sustainability*, 14, 12509. DOI: 10.3390/su141912509



- El-Ramady, H., Abdalla, N., Fawzy, Z., Badgar, K., Llanaj, X., Törős, G., Hajdú, P., Eid, Y. and Prokisch, J. (2022). Green Biotechnology of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.): A Sustainable Strategy for Myco-Remediation and Bio-Fermentation. *Sustainability*, 14, 3667. DOI: 10.3390/su14063667
- Eren, E. and Pekşen, A. (2019). Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler. *Mantar Dergisi*, 10 (özel sayı), 225-233. DOI: 10.30708.mantar.649141
- Espinosa-Páez, E., Hernández-Luna, C. E., Longoria-García, S., Martínez-Silva, P. A., Ortiz-Rodríguez, I., Villarreal-Vera, M. T. and Cantú-Saldaña, C. M. (2021). *Pleurotus ostreatus*: A Potential Concurrent Biotransformation Agent/Ingredient on Development of Functional Foods (Cookies). *LWT-Food Sci. Technol.*, 148, 111727. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111727
- Farooq, M., Rakha, A., Hassan, J. U., Solangi, I. A., Shakoor, A., Bakhtiar, M., Khan, M. N., Khan, S., Ahmad, I., Ahmed, S. and Yunyang, W. (2021). Physicochemical and Nutritional Characterization of Mushroom Powder Enriched Muffins. *J. Innov. Sci.*, 7 (1) 110-120. DOI: 10.17582/Journal.Jis/2021/7.1.110.120
- Farzana, T., Mohajan, S., Hossain, M. N. and Ahmed, M. M. (2017). Formulation of a Protein and Fibre-Enriched Soy-Mushroom Health Drink Powder Compared to Locally Available Health Drink Powders. *Mal. J. Nutr.*, 23 (1) 129-138.
- Galappaththi, M. C. A., Dauner, L., Madawala S. and Karunarathna, S. C. (2021). Nutritional and Medicinal Benefits of Oyster (*Pleurotus*) Mushrooms: A Review. *Fungal Biotech.*, 1 (2) 65-87. DOI: 10.5943/Funbiotec/1/2/5
- Ghosh, K. (2016). A Review: Edible Mushrooms as Source of Dietary Fiber and Its Health Effects. *J. Phys. Sci.*, 21, 129-137.
- Golak-Siwulska, I., Kałużewicz, A., Spiżewski, T., Siwulski, M. and Sobieralski, K. (2018). Bioactive Compounds and Medicinal Properties of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Hort.*, 30 (2) 191-201. DOI: 10.2478/Fhort-2018-0012
- Gonzalez, A., Cruz, M., Losoya, C., Nobre, C., Loredo, A., Rodríguez, R., Contreras, J. and Belmares, R. (2020). Edible Mushrooms as a Novel Protein Source for Functional Foods. *Food Funct.*, 11, 7400-7414. DOI: 10.1039/D0fo01746a
- Gopal, J., Sivanesan, I., Muthu, M. and Oh, J.-W. (2022). Scrutinizing the Nutritional Aspects of Asian Mushrooms, Its Commercialization and Scope for Value-Added Products. *Nutrients*, 14, 3700. DOI: 10.3390/nu14183700
- Ho, L. H., Zulkifli, N. A. and Tan, T. C. (2020). Edible Mushroom: Nutritional Properties, Potential Nutraceutical Values, and Its Utilization in Food Product Development. In: Passari, A. K., Sánchez, S. (Eds.). *An Introduction to Mushroom*. Intechopen. pp. 1-19. DOI: 10.5772/Intechopen.91827
- Hozova, B., Kuniak, L. and Kelemova, B. (2004). Application of  $\beta$ -Glucans Isolated from Mushrooms *Pleurotus ostreatus* (Pleuran) and *Lentinula edodes* (Lentinan) for Increasing the Bioactivity of Yoghurts. *Czech J. Food Sci.*, 22, 204-214. DOI: 10.17221/3425-CJFS
- Ishara, J. R. M., Sila, D. N., Kenji, G. M. and Buzera, A. K. (2018). Nutritional and Functional Properties of Mushroom (*Agaricus bisporus* & *Pleurotus ostreatus*) and Their Blends with Maize Flour. *Am. J. Food Sci. Technol.*, 6 (1) 33-41. DOI: 10.12691/Ajfst-6-1-6
- Kaur, R., Sood, A., Kanotra, M., Arora, S., Subramaniyan, V., Bhatia, S., Al-Harrasi, A., Aleya, L. and Behl, T. (2021). Pertinence of Nutriment for a Stalwart Body. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 1-21. DOI: 10.1007/S11356-021-16060-1
- Khider, M., Elbanna, K., Seoudi, O. and El-Fakharany, A. (2015). Lactic Acid Fermented Permeates and Mushroom Powder (*Pleurotus ostreatus* HK 35) for Improvement of the Nutritional Value and Quality of Pan Bread. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 4 (8) 723-736.
- Khider, M., Seoudi, O. and Abdelaliem, Y. F. (2017). Functional Processed Cheese Spreads with High Nutritional Value as Supplemented with Fresh and Dried Mushrooms. *Int. J. Nutr. Food Sci.*, 6 (1) 45-52. DOI: 10.11648/J.ljnfs.20170601.18
- Kibar, B. and Pekşen, A. (2008). Modelling the Effects of Temperature and Light Intensity on the Development and Yield of Different *Pleurotus* Species. *Agric. Trop. Subtrop.*, 41 (2) 68-73.
- Kumar, K., Mehra, R., Guiné, R. P. F., Lima, M. J., Kumar, N., Kaushik, R., Ahmed, N., Yadav, A. N. and Kumar, H. (2021). Edible Mushrooms: A Comprehensive Review on Bioactive Compounds with Health Benefits and Processing Aspects. *Foods*, 10, 2996. DOI: 10.3390/foods10122996
- Kumaresan, K., Gopalakrishnan, S., Sivasamy, R. K., Alagu, T. and Sathishkumar, T. (2022). Fortification of Soy Milk with Prebiotic Natural  $\beta$ -Glucan Derived from Edible Mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus*. *J. Appl. Biol. Biotech.*, 10 (01) 157-163. DOI: 10.7324/JABB.2021.100119
- Lavelli, V., Proserpio, C., Gallotti, F., Laureati, M. and Paglia, E. (2018). Circular Reuse of Bio-resources: The Role of *Pleurotus* spp. in the Development of Functional Foods. *Food Funct.*, 9 1353-1372. DOI: 10.1039/c7fo01747b



- Leska, K. N., Khandaker, M. U., Iqbal, F. M. R., Sharma, R., Islam, F., Mitra, S. and Emran, T. B. (2022). Nutritional Value, Medicinal Importance, and Health-Promoting Effects of Dietary Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *J. Food Qual.*, 2022, Article ID 2454180. DOI: 10.1155/2022/2454180
- Michael, H. W., Bultosa, G. and Pant, L. M. (2011). Nutritional Contents of Three Edible Oyster Mushrooms Grown on Two Substrates at Haramaya, Ethiopia, and Sensory Properties of Boiled Mushroom and Mushroom Sauce. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 46, 732-738. DOI: 10.1111/J.1365-2621.2010.02543.X
- Mongkontanawat, N. and Phuangborisut, S. (2019). Product Development of Mushroom Beverage with High  $\beta$ -Glucan Content from Local Mushrooms. *Int. J. Agric. Technol.*, 15 (6) 959-974.
- Morris, H. J., Llauradó, G., Beltrán, Y., Lebeque, Y., Bermúdez, R. C., García, N., Gaime-Perraud, I. and Moukha, S. (2017). The Use of Mushrooms in the Development of Functional Foods, Drugs, and Nutraceuticals: Functional Food Properties and Applications. In: Ferreira, I.C.F.R, Morales, P., Barros, L. (Eds.). *Wild Plants, Mushrooms and Nuts*. John Wiley, Sons, Ltd. pp. 123-157. DOI: 10.1002/9781118944653.Ch5
- Muyanja, C., Kyambadde, D. and Namugumya, B. (2014). Effect of Pretreatments and Drying Methods on Chemical Composition and Sensory Evaluation of Oyster Mushroom (*Pleurotus oestreatus*) Powder and Soup. *J. Food Process. Preserv.*, 38 (1) 457-465. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2012.00794.x
- Nande, P. J. (2017). Sensory Characteristics of Papad Prepared Using Mushroom Powder. *Int. J. Ad. Nutr. Health Sci.*, 5 (1) 234-241. DOI: 10.23953/cloud.ijanhs.111
- Niego, A. G., Rapior, S., Thongklang, N., Raspé, O., Jaidee, W., Lumyong, S. and Hyde, K. D. (2021). Macrofungi as a Nutraceutical Source: Promising Bioactive Compounds and Market Value. *J. Fungi*, 7, 397. DOI: 10.3390/Jof7050397
- Okamura, T., Ogata, T., Minamoto, N., Takeno, T., Noda, H., Fukuda, S. and Ohsugi, M. (2001). Characteristics of Wine Produced by Mushroom Fermentation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65 (7) 1596-1600. DOI: 10.1271/Bbb.65.1596
- Okamura-Matsui, T., Tomoda, T., Fukuda, S. and Ohsugi, M. (2003). Discovery of Alcohol Dehydrogenase from Mushrooms and Application to Alcoholic Beverages. *J. Mol. Catal., B: Enzym.*, 23, 133-144. DOI: 10.1016/S1381-1177(03)00079-1
- Oyetayo, V. O. and Oyedeji, R. R. (2017). Proximate and Mineral Composition of Bread Fortified with Mushroom (*Pleurotus ostreatus* and *Calocybe indica*). *Microbiol. Res. J. Int.*, 19 (4) 1-9. DOI: 10.9734/MRJI/2017/32133
- Ozen, T., Kızıl, D., Yenigun, S., Cesur, H. and Turkecul, I. (2019). Evaluation of Bioactivities, Phenolic and Metal Content of Ten Wild Edible Mushrooms from Western Black Sea Region of Turkey. *Int. J. Med. Mushrooms*, 21 (10) 979-994. DOI: 10.1615/Intjmedmushrooms.2019031927
- Özünlü, O. and Ergezer, H. (2020). Possibilities of Using Dried Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in the Production of Beef Salami. *J. Food Process. Preserv.*, 45, E15117. DOI: 10.1111/Jfpp.15117
- Pachekrepapol, U., Thangrattana, M. and Kitikangsan, A. (2022). Impact of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Chemical, Physical, Microbiological and Sensory Characteristics of Fish Burger Prepared from Salmon and Striped Catfish Filleting By-Product. *Int. J. Gastron. Food Sci.*, 30, 100598. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2022.100598
- Park, M. J., Lee, J. S., Lee, B. and Lee, J. S. (2001). Development of Natural Seasoning Based on Mushroom. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 11, 196-203.
- Parvin, R., Farzana, T., Mohajan, S., Rahman, H. and Rahman, S. S. (2020). Quality Improvement of Noodles with Mushroom Fortified and Its Comparison with Local Branded Noodles. *NFS J.*, 20, 37-42. DOI: 10.1016/J.Nfs.2020.07.002
- Pekşen, A., Bulam, S. and Üstün, N. Ş. (2016). Edible Wild Mushrooms Sold in Giresun Local Markets. In: Özcanlı, M., Serin, H., Çalık, A. (Eds.). *1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016) Proceedings Book*. Adana, Türkiye. 26-28 October 2016. Çukurova University. pp: 3358-3362. E-ISBN: 978-975-7537-12-31
- Pe´Rez Montes, A., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J. M., Romero, L. and Santos, E. M. (2021). Edible Mushrooms as a Novel Trend in the Development of Healthier Meat Products. *Curr. Opin. Food Sci.*, 37, 118-124. DOI: 10.1016/J.Cofs.2020.10.004
- Piska, K., Sułkowska-Ziaja, K. and Muszyńska, B. (2017). Edible Mushroom *Pleurotus ostreatus* (Oyster Mushroom) –Its Dietary Significance and Biological Activity. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 16 (1), 151–161.
- Raghavendra, V. B., Venkitasamy, C., Pan, Z. and Nayak, C. (2018). Functional Foods from Mushroom. In: Gupta, V. K., Treichel, H., Shapaval, V. (O.), De Oliveira, L. A., Tuohy, M. G. (Eds.). *Microbial Functional Foods and Nutraceuticals*. John Wiley, Sons Ltd. pp. 65-91. DOI: 10.1002/9781119048961.Ch4
- Rai, R. D. and Arumuganathan, T. (2008). Post Harvest Technology of Mushrooms. *Technical Bulletin*. Chambaghat, Solan: Director National Research Centre for Mushroom (ICAR).



- Rangel-Vargas, E., Rodriguez, J. A., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., Sosa, M. E., Andrés, S. C., Rosmini, M., Pérez-Alvarez, J. A., Teixeira, A. and Santos, E. M. (2021). Edible Mushrooms as a Natural Source of Food Ingredient/Additive Replacer. *Foods*, 10, 2687. DOI: 10.3390/Foods10112687
- Reis, F. S., Martins, A., Vasconcelos, M. H., Morales, P. and Ferreira, I. C. F. R. (2017). Functional Foods Based on Extracts or Compounds Derived from Mushrooms. *Trends Food Sci. Technol.*, 66, 48-62. DOI: 10.1016/J.Tifs.2017.05.010
- Royse, D. J., Baars, J. and Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. In: Diego, C.Z., Pardo-Gimenez, A. (Eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms*. John Wiley, Sons, Ltd. pp. 5-13. DOI: 10.1002/9781119149446.Ch2
- Salata, A., Lemieszek, M. and Parzymies, M. (2018). The Nutritional and Health Properties of an Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr) P. Kumm.). *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 17 (2) 185-197. DOI: 10.24326/Asphc.2018.2.16
- Salehi, F. (2019). Characterization of Different Mushrooms Powder and Its Application in Bakery Products: A Review. *Int. J. Food Prop.*, 22 (1) 1375-1385. DOI: 10.1080/10942912.2019.1650765
- Sarikurkcü, C., Sarikurkcü, R. T., Akata, I. and Tepe, B. (2020). Metal Concentration and Health Risk Assessment of Fifteen Wild Mushrooms Collected from the Ankara University Campus (Turkey). *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 27, 32474-32480. DOI: 10.1007/S11356-020-09530-5
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. (eds.), Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H. H., Erdoğan, M., Ergül, C. C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Ustan, A., Keleş, A., Kırbacı, S., Kıvanç, M., Ocağ, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkecul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. and Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı. ISBN: 978-605-70004-2-2
- Sheikh, M. A. M., Kumar, A., Islam, M. M. and Mahomud, M. S. (2010). The Effects of Mushroom Powder on the Quality of Cake. *Progress. Agric.*, 21 (1, 2) 205-214. DOI: 10.3329/Pa.V21i1-2.16769.
- Singh, V. and Lakshmi, B. K. (2015). Development and Quality Evaluation of Ready to Use Sweet Potato and Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Tikki Mix. *J. Food Process. Technol.*, 6, 509. DOI: 10.4172/2157-7110.1000509
- Singh, K. and Thakur, M. (2016). Formulation, Organoleptic and Nutritional Evaluation of Value Added Baked Product Incorporating Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) Powder. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 1, 16-20.
- Süfer, Ö., Bozok, F. and Demir, H. (2016). Usage of Edible Mushrooms in Various Food Products. *Turkish J. Agric. Food Sci. Technol.*, 4 (3) 144-149. DOI: 10.24925/Turjaf.V4i3.144-149.599
- Thakur, M. P. (2020). Advances in Mushroom Production: Key to Food, Nutritional and Employment Security: A Review. *Indian Phytopathol.*, 73, 377-395. DOI: 10.1007/S42360-020-00244-9
- Turfan, N., Pekşen, A., Kibar, B. and Ünal, S. (2018). Determination of Nutritional and Bioactive Properties in Some Selected Wild Growing and Cultivated Mushrooms from Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 17 (3) 57-72. DOI: 10.24326/Asphc.2018.3.6
- Turfan, N., Ayan, S., Pekşen, A. and Akın, Ş. S. (2020). Antioxidant Enzyme Activities of Some Wild and Cultivated Edible Mushrooms in Turkey. *Int. J. Agric. Wildlife Sci.*, 6 (2) 202-209. DOI: 10.24180/Ijaws.749512
- Türsen Uthan, E., Yamaç, M. and Yıldız, Z. (2021). In vitro Prebiotic Activity of Polysaccharides Extracted from Edible / Medicinal Macrofungi Species. *The J. Fungus*, 13 (1) 15-29. DOI: 10.30708.mantar.994693
- URL-1. (2022). 2022 Snörkel. <https://jesterkingbrewery.com/main-blog/2022-snrkel> (Access date: 12.10.2022).
- URL-2. (2022). Vegetarian Mushroom Oyster Sauce. <https://www.wanjashan.com/product/vegetarian-mushroom-oyster-sauce/> (Access date: 12.10.2022).
- Üstün, N. Ş., Bulam, S. and Pekşen, A. (2018). The Use of Mushrooms and Their Extracts and Compounds in Functional Foods and Nutraceuticals. Türkmen, A. (Ed.). *1. International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES) Proceeding Book*, (pp. 1205-1222). Giresun, Türkiye. ISBN: 978-975-2481-10-7
- Venturella, G., Ferraro, V., Cirlincione, F. and Gargano, M. L. (2021). Medicinal Mushrooms: Bioactive Compounds, Use and Clinical Trials. *Int. J. Mol. Sci.*, 22, 634. DOI: 10.3390/Ijms22020634
- Verma, A. and Singh, V. (2017). Formulation and Quality Evaluation of Mushroom (Oyster Mushroom) Powder Fortified Potato Pudding. *Asian J. Dairy Food Res.*, 36 (1) 72-75. DOI: 10.18805/Ajdf.V36i01.7463
- Vital, A. C. P., Goto, P. A., Hanai, L. N., Gomes-Da-Costa, S. M., Filho, B. A. A., Nakamura, C. V. and Matumoto-Pintro, P. T. (2015). Microbiological, Functional and Rheological Properties of Low Fat Yogurt Supplemented with *Pleurotus ostreatus* Aqueous Extract. *LWT - Food Sci Technol.*, 64 (2) 1028-1035. DOI: 10.1016/J.Lwt.2015.07.003
- Vlassopoulou, M., Yannakoulia, M., Pletsas, V., Zervakis, G. I. and Kyriacou, A. (2021). Effects of Fungal Beta-Glucans on Health – A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Food Funct.*, 12, 3366-3380. DOI: 10.1039/D1fo00122a



- Widyastuti, N., Tjokrokusumo, D. and Giarni, R. (2015). Total Sugar Content in Healthy Drinks of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as Beta-Glucan Resources. *Proceeding of International Seminar on Promoting Local Resources for Food and Health (ISEPROLOCAL)*, (pp. 377-383). Bengkulu, Indonesia. ISBN: 9786029071184
- Yahya, F., Yusof, N. N. M. and Chen, C. K. (2017). Effect of Varying Ratios of Oyster Mushroom Powder to Tapioca Flour on the Physicochemical Properties and Sensory Acceptability of Fried Mushroom Crackers. *Malays. Appl. Biol.*, 46 (1) 57-62.
- Yasar, S. and Tosun, R. (2020). Improving Nutritional Qualities of Tomato Pomace by *Pleurotus ostreatus* and *Phanerochaete chrysosporium* Fermentation. *KSU J. Agric. Nat.*, 23 (2) 528-536. DOI: 10.18016/Ksutarimdogan.Vi.629347
- Yeung, A. W. K., Mocan, A. and Atanasov, A. G. (2018). Let Food Be Thy Medicine and Medicine Be Thy Food: A Bibliometric Analysis of the Most Cited Papers Focusing on Nutraceuticals and Functional Foods. *Food Chem.*, 269 455-465. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.06.139
- Zięba, P., Sękara, A., Sułkowska-Ziaja, K. and Muszyńska, B. (2020). Culinary and Medicinal Mushrooms: Insight into Growing Technologies. *Acta Mycol.*, 55 (2) Article 5526. DOI: 10.5586/Am.5526



Geliş(Received) :11.11.2022

Kabul(Accepted) :21.12.2022

Review Article

Doi: 10.30708.mantar.1203105

## Ethnomycological Studies in Anatolia from Past to Present

Sanem BULAM<sup>1\*</sup>, Aysun PEKŞEN<sup>2</sup>, Nebahat Şule ÜSTÜN<sup>3</sup>

\* Corresponding author: sanem.bulam@giresun.edu.tr

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Giresun University, 28200 Giresun, Türkiye.

Orcid ID: 0000-0001-8069-760X / sanem.bulam@giresun.edu.tr

<sup>2</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55200 Atakum/Samsun, Türkiye.

Orcid ID: 0000-0002-9601-5041 / aysunp@omu.edu.tr

<sup>3</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ondokuz Mayıs University, 55139 Atakum/Samsun, Türkiye.

Orcid ID: 0000-0003-2165-9245 / sustun@omu.edu.tr

**Abstract:** Edible and medicinal wild mushrooms have been valuable natural sources of ethnofood and ethnomedicine since ancient times. Wild mushrooms growing in Anatolia have seasonally been collected from nature for traditional recipes and traditional treatments by indigenous people for hundreds of years. In addition, economically important wild mushrooms such as *Amanita caesarea*, *Boletus* spp., *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *Hydnum repandum*, *Lactarius* spp., and *Morchella* spp. have been sold in local markets and exported abroad as a source of income by the people living in rural areas since the end of the 20th century. This review has aimed to keep and publish comprehensive traditional knowledge about the collection and consumption of wild mushrooms by compiling studies on ethnomycology in Anatolia in addition to their importance for gastronomy, culinary culture, and consumers.

**Key words:** Wild mushrooms, Indigenous beliefs, Ethnofood, Ethnomedicine, Traditional knowledge

### Geçmişten Günümüze Anadolu'daki Etnomikolojik Çalışmalar

**Öz:** Yenilebilir ve medikal doğa mantarları, antik çağlardan beri değerli doğal etnogıda ve etnotip kaynakları olmuştur. Anadolu'da yetişen doğa mantarları, yüzlerce yıldır yerli halk tarafından geleneksel tarifler ve geleneksel tedaviler için doğadan mevsimsel olarak toplanmıştır. Ayrıca, *Amanita caesarea*, *Boletus* spp., *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *Hydnum repandum*, *Lactarius* spp. ve *Morchella* spp. gibi ekonomik açıdan önemli doğa mantarları 20. yüzyılın sonlarından itibaren kırsal kesimde yaşayan halk tarafından bir geçim kaynağı olarak yerel pazarlarda satılmakta ve yurt dışına ihraç edilmektedir. Bu derleme, gastronomi, mutfak kültürü ve tüketiciler açısından önemini yanı sıra Anadolu'da etnomikoloji üzerine yapılan çalışmaları derleyerek, doğa mantarlarının toplanması ve tüketimine ilişkin kapsamlı geleneksel bilgilerin korunmasını ve yaygınlaşmasını amaçlamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Doğa mantarları, Yerel inançlar, Etnogıda, Etnotip, Geleneksel bilgi

#### Introduction

Mushrooms are seasonal macrofungi, which occupy diverse niches in nature within the forest ecosystem of which some species have environmental functionality as decomposers and form mycorrhizal associations to sustain tree growths and healthy forests. Generally, they are economically important due to their

importance in food, medicine, biocontrol, chemical, biological, and other industries (Meena et al., 2020). Mushrooms are the fleshy and fruiting bodies of higher fungi largely Basidiomycetes and some extant *Ascomycetes*, which are present above the ground (epigeous) or underground (hypogeous) where they may be picked by hand. Mushrooms are classified as wild,



cultivated, edible, and poisonous species (Chang and Miles, 1989; Quadir, 2021).

“Edibility” can be defined by criteria that include the absence of poisonous effects on human beings and desirable taste and aroma (Rubel and Arora, 2008). “Medicinal” properties are attributed to the biologically active compounds of mushrooms (Venturella et al., 2021). In recent years, edible and medicinal wild mushrooms (WM) have been considered precious natural sources of multifunctional foods and medicines. Mushrooms are highly nutritive, low-calorie food with good quality proteins, vitamins, and minerals (Waktola and Temesgen, 2018) and have various biological activities correlated to their bioactive compounds varied depending on their locations and species (Turfan et al., 2019; Bulam et al., 2022). Edible mushrooms are considered a “superfood” and can be recommended as a valuable constituent in the daily diet of humans (Sganzerla et al., 2022).

“Ethnomycology” researches the traditional and indigenous knowledge of mushroom utilization and consumption patterns in nutrition, medicine, cosmetics and other uses such as religion, tinder, jewelry, spice, perfume, etc. by the local people from ancient civilizations to the present cultures (Martins, 2017; Meena et al., 2020). The beginning of ethnomycology as a field of scientific study started in 1957 when the book “Mushrooms, Russia and History” was published in which the usage of mushrooms was explained in Europe (Comandini and Rinaldi, 2020).

Although many ethnomycological studies have been conducted in Anatolia as well as in other mycophilic countries from past to present, there are three main problems in the development of these studies: (1) great destruction of wild vegetation in nature because of climate change, urbanization, chemical pollution, overgrazing and deforestation; (2) the small number of specialists on WM in the country; and (3) the loss of traditions among the rural people and villagers, owing to the advancement of modern civilization, migration to the urban areas, and increase in education level, which means that traditional knowledge on edible and medicinal WM has nearly become unavailable (Guzmán, 2001; Pekşen et al., 2016; Martins, 2017; Gizaw et al., 2018). Accordingly, ethnomycological and taxonomic studies including traditional knowledge have high importance due to passing information on next generations to keep traditional culture and memory in Anatolia as well as worldwide. Within this viewpoint, this review has aimed to compile some ethnomycological and taxonomic studies reported the traditional knowledge about the recognition,

collection, and consumption patterns of edible and medicinal WM in Anatolia. Additionally, a short evaluation on utilization of WM by local and national gastronomy and culinary culture and consumers living in urban areas was given.

### Global Usage of Edible and Medicinal Wild Mushrooms in History

From the view of consumption as food, a total of 1.154 edible and food species was recorded from the total of 2.327 useful WM species compiled from 85 countries (Martins, 2017). The oldest evidence for the usage of WM (possibly bolete mushrooms) as a food source has been determined in Spain belonging to the human diet during the Magdalenian phase of Europe’s Upper Palaeolithic Period (Old Stone Age) between 18.000 and 12.000 years ago (Power et al., 2015). The usage of edible WM by people living in Chile 13.000 years ago was documented in archaeological records (Rojas and Mansur, 1995). Edible WM were collected in the forests during Greek and Roman antiquity but were mainly appreciated by people having higher status (Buller, 1914). The Roman Empire was well-known for the mushroom consumption of its emperors, who employed food tasters to ensure that the WM were safe to eat (Jordan, 2015). The Caesar mushroom (*Amanita caesarea*) referred to an ancient Italian tradition that still exists in many parts of Italy, using a diversity of edible species dominated today by *Tuber* spp. (truffles) and *Boletus edulis* (porcini). In China, many WM species collected from the forests and fields have been traditionally valued for food for centuries. Today, China is the leading country with an 85% share of production of cultivated mushrooms. Although less well known, countries like Mexico and Türkiye and wide areas of Central and Southern Africa also have a long and important tradition of edible WM consumption (Martins, 2017; Royse et al., 2017).

Until today, edible WM have been traditionally collected from gardens, meadows, and forests, consumed in tasty recipes as seasoned cooked WM, soups, simmered, roasted, teas, etc. and preserved for off-season usage by drying, freezing, brining, and sold worldwide by local inhabitants for hundreds of years (Zsigmond, 2010; Sitta and Davoli, 2012; Kim and Song, 2014). In Korea, China, Japan, Hong Kong, the Russian Federation, and some other European countries such as Bulgaria, Ukraine, Austria, France, Italy, Spain, Switzerland, and the Slavic countries, some African countries (e.g., Benin, Congo), and Mexico, the tradition of eating edible WM is much stronger (Peintner et al., 2013; Martins, 2017). Some proverbs including



“mushroom” are used in various mycophilic countries. One of them belongs to the Estonians describing Russian passion towards WM as “Where there is a mushroom coming up, there is always a Russian waiting for it.” (Azeem et al., 2020).

On the other hand, economically important edible WM species including *A. caesarea*, *B. edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *C. tubaeformis*, *Hydnum repandum*, *Lactarius* spp., *Morchella* spp., and *Tuber* spp. were recently reported among the most valuable bioeconomic non-wood forest products with 8.1 billion Euro (€) year<sup>-1</sup> total economic value and 1.017 billion kg year<sup>-1</sup> collected amount in Europe (Lovrić et al., 2020; 2021). Today, edible WM are commercially sold in local and national markets as fresh or processed as sources of income by indigenous people, especially in developing countries and bought by urban consumers, restaurants, and tourism establishments for the vegan, vegetarian, and local/international gastronomic menus, and trading companies for the exportation worldwide (Sitta and Davoli, 2012; Bulam et al., 2018a, b; De Frutos, 2020).

The total number of useful WM, defined as having edible and medicinal value, is estimated to be over 2.300 species (Martins, 2017). In terms of ethnomedicine, they have been used for preventing and treating diseases in Asian countries for centuries, and their usage in Western countries has been increasing over the past decades (Lindequist et al., 2005). Therapeutic applications of medicinal WM as an adjuvant in Traditional Chinese Medicine have been documented in Far Eastern Countries mainly in China, Japan, and Korea for centuries, where WM have been used by traditional knowledge for their medicinal properties. *Agaricus brasiliensis*, *Cordyceps sinensis*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus umbellatus* and *Trametes versicolor* were among the most valuable medicinal WM species used in Traditional Chinese Medicine with the name of “elixir of life” (Wasser, 2002; Sullivan et al., 2006; Zhao, 2013; Gopal et al., 2022). Medicinal applications of several WM to maintain human health was recorded in “Materia Medica” in China as early as 500 BC by Shen-Nong who was known as “God of Chinese herbal medicine”. *Dendropolyporus umbellatus* and *Ganoderma lucidum* with the power of healing were described by Tao Hongjing (456-536 AD) who was a Chinese alchemist and pharmacologist. Edible and medicinal practices of WM in India is quite common, some of which dated to 1.700-

1.100 BC (Zhao, 2013; Stamets and Zwickey, 2014; Debnath et al., 2019; Quadir, 2021).

In Europe, Ötzi, the Ice Man, who lived nearly 5300 years ago, carried *Fomes fomentarius* and a *Fomitopsis betulina* tethered in a pouch to help him survive in the Alps of northern Italy. Hippocrates (450 BC), the famous Greek physician, classified the *Fomes fomentarius* among anti-inflammatory agents and for cauterizing wounds. First people of North America used *Calvatia* genus as wound healers (Stamets and Zwickey, 2014). Pope Gregory IV (827-844 AD) suggested that soldiers consume truffles (*Tuber* spp.) to strengthen them in the war against their enemies (Hall et al., 2007). In Mexico, the traditional usage of medicinal WM by Mexican and Guatemalan Indians as curative adjuvant against diseases such as asthma, colds, diabetes, dysentery, epilepsy, eye infections, fever, gastrointestinal disorders, insect bites intestinal ulcers, nervous disorders, pellagra, and stomach-tooth aches in Maya, Purepecha, and Aztec cultures was dated to 2.500 BC-1.521 AD (Guzmán, 2001).

Nowadays, WM are used as therapeutic and functional foods, as they prevent diseases such as hypertension, hypercholesterolemia, atherosclerosis, and cancer due to primarily their chemical composition and bioactive compounds such as lentinan and lovastatin of which global market values are also expected to rise (Wasser, 2014; Woldegiorgis et al., 2015; Zhang et al., 2016; Niego et al., 2021). Their bioactivities such as antioxidant, anticancer, antitumor, anti-inflammatory, and antimicrobial properties depend on how the WM are prepared and eaten or used (Heleno et al., 2015; Martins, 2017).

Medicinal WM are still locally consumed by traditional knowledge in rural areas and mushroom-derived preparations containing bioactive components of some medicinal WM after cultivation are globally used by pharmaceutical companies to produce novel nutraceuticals including immunoceuticals, dietary supplements, and mushroom pharmaceuticals for modern applications in prevention and treatment of cancer and other chronic diseases and boosting the human immune system (Wasser, 2014; Üstün et al., 2018, Tieu et al., 2022). Nowadays, enzymatic and nonenzymatic antioxidant-rich mycochemicals (Islam et al., 2019) and polysaccharides (Chen and Li, 2014) obtained from fruiting bodies and the mycelium of mushrooms make them attractive for alternative and complementary medicines. However, different manufacturing standards, criteria of purity, and





underpowered clinical trials make the assessment of efficacy and toxicity difficult in clinical evidence-based Western medicine. Thus, *in vivo*, *in vitro*, and clinical studies searching the pharmacological properties or side effects of WM consumption are increasing to be able to use traditional Eastern medicinal WM practices in Western therapies and their bioactive compounds for medicines (Sullivan et al., 2006; Badalyan et al., 2019; Venturella et al., 2021; Panda et al., 2022; Panda and Luyten, 2022). In addition, some patented products of active metabolites of medicinal WM were presented by Bhambri et al. (2022). Moreover, WM are also used to produce antibiotics and natural biocontrol agents against bacteria, fungi, viruses, and insects (Anguix, 2011), cosmeceuticals (Badalyan et al., 2022), enzymes (Dutta et al., 2022) as well as functional foods (Sganzerla et al., 2022).

From another perspective, ceremonial and religious roles played by WM in different cultures are closely associated with their hallucinogenic properties. Hallucinogenic WM (e.g., *Psilocybe* spp., *Cordyceps* spp.) are occasionally consumed for recreational or religious purposes but can produce severe nausea and disorientation. Therefore, they are not commonly considered edible although they are not poisonous. The Egyptians and Greeks referred to WM as “the food of the gods”, “celestial food”, and “the flesh of the gods” (Abdel-Azeem, 2010). The Mexican Indians had a mythological thought that hallucinogenic WM were mediators with God, while Nahum Aztecs considered sacred WM (*Psilocybe* spp. including psilocybin/psilocin) as “teonanácatl” with the meaning of “God’s flesh” (Singh, 1999). Guzmán (2015) stated that Mexican people also used these hallucinogenic WM for their therapeutic value which had some modern applications in psychiatry. In addition, *Amanita muscaria* including ibotenic acid and muscimol, which is a poisonous and hallucinogenic WM, has been used for sacred purposes and shamanic and religious ceremonies in diverse cultures (Guzmán, 2001; Martins, 2017; Quadir, 2021).

Apart from the utilization of WM as traditional food (spice, delicacy, beverage, etc.) for everyday use or feasts, ethnomedicine, and religious ceremonies, WM have also been used for many other purposes such as ware, raw material, decorative motif, symbol (immortality, fertility), poison for humans and animals, fumigation of bees, perfume, lubricant, and manure in Hungarian folk tradition. On the contrary, the mycophobic people who did not appreciate WM, called them “the bread of the devil”, “food of the dead”, and “stool” (Zsigmond, 2010). Today,

lack of public awareness, lack of available markets, high transportation cost, large number of middlemen, very limited wholesale market, lack of advertising, and storage limitations are a few of the challenges and limiting factors of edible and medicinal WM commercialization and consumption (Gopal et al., 2022).

On the other hand, many WM are simply inedible even they are not toxic. In comparison, the number of poisonous WM species is very small, and just a very few are mortal. However, this very small group of lethal species has significantly influenced the attitudes of consumers to eat WM, creating mycophobic behavior and potential barriers to wider marketing in many places. Before assuming that any wild mushroom is edible, it should be exactly identified. Accurate determination and proper identification of a wild species is the only safe way to ensure edibility and the only protection against mushroom poisonings. Furthermore, some WM that are edible for most people can cause allergic reactions in some individuals, and old or improperly stored species can cause food poisoning. The risk associated with poisonous and lethal species is often exaggerated since occurrences of poisoning and deaths are few when compared to the regular and safe consumption of edible WM. Publicity, cultural attitudes, and the increasing urban, nature-ignorant population continue to spread out an intrinsic fear of WM in some countries (Rubel and Arora, 2008; Peintner et al., 2013; Martins, 2017). In Finland, Italy, Spain, and the United Republic of Tanzania, the opinion towards WM varies even among different parts of the same country. In mycophobic countries like Britain, people are afraid of consuming them. However, this fear is disappearing, and the usage of WM is expanding because of immigrants from mycophilic regions (Azeem et al., 2020).

The inability to distinguish WM collected from nature and included in the group of poisonous WM leads to severe illnesses and can even lead to death. A wise old Croatian proverb also known in Poland and Hungary says that “All mushrooms are edible, but some only once” (Zsigmond, 2010). Mushroom poisoning cases, in which *Amanita phalloides* (death cap) was in the first place, were globally reported (Tang et al., 2022). In addition, *Amanita ocreata*, *Conocybe filaris*, *Galerina marginata*, and *Gyromitra esculenta*, and *Gyromitra infula* (false morels) were reported among the most poisonous WM (Gopal et al., 2022). Therefore, different machine learning algorithms were recently developed to classify the poisonous and edible WM using their morphological or physical properties with a success ratio of up to 100%



apart from morphological identification and biochemical/molecular characterization which need an expert and longer time, respectively (Erkan and Kahramanlı Örnek, 2019; Tutuncu et al., 2021).

### Historical Usage of Edible and Medicinal Wild Mushrooms in Anatolia

In Anatolia, edible and medicinal WM have been most widely valued as a source of food and flavouring, medicine, and local/national income from the past to the present. Additionally, they have had considerable direct and indirect economic, social, and cultural value in our country. Edible WM are collected and consumed by the rural people and economic species are sold in local markets by mostly woman villagers and vendors. Edible WM species of *A. caesarea*, *Boletus* spp., *Calocybe gambosa*, *C. cibarius*, *C. cornucopioides*, *Hydnum repandum*, *Lactarius* spp., *Morchella* spp., *Rhizopogon* spp., *Terfezia* spp., *Tricholoma* spp., and *Tuber* spp. are exported to some European, Middle East, and East African countries, Japan, USA, Canada, the Turkish Republic of Northern Cyprus, and Georgia as fresh or processed including frozen, dried, and pickled. Edible WM are cooked as fresh by different methods including roasting, grilling, baking, and frying, consumed in various meals, and preserved as frozen, dried, and brined on the local and urban household scale in Anatolia (Okan et al., 2013; Allı and Şen, 2016; Pekşen et al., 2016; Yılmaz and Zencirci, 2016; Bulam et al., 2018a, b; Turfan et al., 2019). Another importance of WM is to create a good outdoor activity. People considered it as a sports activity to relax and rest with outdoor nature walks while picking WM (Acar, 2016; 2018).

On the contrary, poisoning cases mostly occurred in autumn with the first symptoms such as nausea, vomiting, dizziness, and abdominal pain were reported in the country which were accidental, i.e. consumption of WM collected from open fields and woodlands or purchased from local markets (Eren et al., 2010; Yordan et al., 2010; Özdemir et al., 2022). A decrease was detected in the poisoning cases due to the changes in consumer attitudes and behaviors and lifestyles of people during the COVID-19 pandemic (Özdemir et al., 2022).

From another perspective, although WM have mostly been used as a source of food in Anatolia for centuries, there is also a historical background in terms of their medicinal applications. The great Turkish-Islam scientist Ibn Sina (Avicenna) recommended truffles (*Tuber* spp.) as a remedy for weakness, vomiting, pain, and wound healing in the 11th century (Hall et al., 2007).

### Local Names of Edible Wild Mushrooms in Anatolia

The word mushroom was transferred to Turkish from Greek (New Greek) "Manitári" (μανιτάρι) (Akalin vd., 2015). It was used in Anatolia dialects as "Göbelek, Göbek, Göbeleş, Göfek, Gömelek, and Gövelek". The fact that the WM are buried in the soil and that they have a repeating continuity supports this view. Additionally, it was determined that in both Kastamonu and Sinop, the word "mushroom" is used in some idioms, and sayings and observations and experiences are expressed for the weather forecast related to less/more WM presence. Moreover, local people say that "I prefer mushrooms to meat" (Acar, 2016; 2018). When evaluated in terms of onomastics (the science of naming), using local mushroom names of 233 (Acar, 2016) for 25 edible WM species in Sinop and 266 (Acar, 2018) for 26 edible WM species in Kastamonu according to socio-cultural, economical and historical traditional knowledge regarding morphological characteristics, shape (size-smallness), cap/stalk, color, taste, sound, smell, and texture of WM, place/region where they grow, time of growth, and names of organs, animals and plants (tree, grass, flower), names of clothes and goods, tools and equipment, gender, kinship, names of religious and literary figures, nicknames, numbers and elements such as belief were found to be more determinative among indigenous people. In addition, a general and bad name was given to the bitter inedible and poisonous WM and it was determined that it was very few.

Local names of edible WM can be used in common for the same species or may differ from province to province. While the same type of edible WM can be given different local names in different places, the same local names can be sometimes given to different types of edible WM in different places (Yılmaz and Zencirci, 2016; Bulam et al., 2018b). Şimşek and Önek (2021) determined that in Kastamonu, the Kuzu Göbeği mushroom, Truffle mushroom, and Porcini (Bolet) mushroom were called "Kuzukulağı", "Kara mantar" and "Tavşan Göbeği", and "Ayuca", respectively. Pekşen and Kaplan (2017) showed that Ordu edible WM were very similar to Giresun species (Pekşen et al., 2016) in terms of both species' diversity and naming. However, they stated that instead of the word "Mushroom/Mantar", the words "Kirmit" or "Tirmit" were also used (e.g., Tavuk kirmiti, Fındık kirmiti, Geyik tirmiti, Beyaz dağ tirmiti, etc.). The Turkish names of the edible and medicinal WM were recently stated and published in a book to maintain the



usage of common names of WM species belonging to Anatolia flora by Sesli et al. (2020).

### Historical Background of Ethnomycological Studies in Anatolia

2.728 Ascomycota and 2.782 Basidiomycota species including edible and medicinal WM, which grow naturally in the rich vegetation of Anatolia, were previously identified by various taxonomic studies (Sesli et al., 2020). Moreover, current checklist studies reporting previously known species and new records are continuously performed in the country (Akata et al., 2022). The importance of edible and medicinal WM species depending on cultural and ecological factors has been reported in many ethnomycological and taxonomic studies reporting recognition level and consumption patterns of WM in Anatolia since the 1980s. Information about some of these studies is given as follows.

Akman and Baysal (1984) examined WM consumption status of 200 households randomly selected from Bergama district center and 5 villages of İzmir province. 3 species of WM in the region, namely Grass/Çayır (*Agaricus campestris*), Pine/Çam (*Clavaria salmonicolar*), and Morel/Kuzu Göbeği (*Morchella esculenta*) grew naturally in the months of March-April, and October-December. It was reported that 44% of the households in the district center bought them, and 78% of them in the villages collected WM by themselves and consumed them. Monthly consumption per individual varied between 170 and 2.727 g, with an average of 1.448 g. Among the households consuming WM, 54.6% in the district center and 23.0% in the villages reported that they were mildly or moderately poisoned by WM.

In taxonomic research conducted by Sesli (1998) in Giresun, a total of 42 species of WM, including 5 species belonging to the Ascomycetes class and 37 species belonging to the Basidiomycetes class were identified. It has been reported that 24 of them were edible, 14 were inedible, and 2 were poisonous (*A. muscaria* and *Hypholoma fasciculare*), and it was not known whether the 2 species were edible. It was stated that people living in the region recognized and used some identified edible species such as *H. repandum*, *Lactarius deliciosus*, *Macrolepiota procera* and *Ramaria aurea* as food, but did not recognize the other edible WM.

From the recent taxonomic studies, Keleş et al. (2014) identified 7 WM taxa within 11 orders, 40 families and 69 genera in Ayder (Rize/Türkiye) plateau. 3 of them belonged to the division Ascomycota and 124 belonged to Basidiomycota. Among them, 54 (%42.52) were edible, 59 (%46.46) were inedible. It was reported that *Agaricus*

*essettei*, *A. langei*, *A. lanipes*, *Cantharellus cibarius*, *Macrolepiota procera*, and *Russula delica* were collected and consumed locally. Although 14 (11.02%) poisonous taxa existed in the region, no incidence was reported officially.

In the research of Akata et al. (2016), 182 WM species belonging to 117 genera in 60 families were listed in the Zigana Mountains (Gümüşhane) study area. The list included 38 Ascomycota and 144 Basidiomycota. 46 of 182 WM species were edible WM, but only 4 species (*A. campestris*, *C. cibarius*, *Lactarius volemus* and *M. procera*) were collected and consumed by local people.

In an ethnomycological and taxonomic study conducted in Samsun, 78 edible WM species were identified. 20 of these species were known by the public, consumed, and sold in local markets. It has been reported that in addition to domestic market consumption, especially *Chanterelle* spp. (Sarı mantar), *Hydnum* spp., and *Morchella* spp. (Kuzu Göbeği) were also exported abroad (Pekşen and Karaca, 2000). In addition, the species that were not sold in local markets and consumed by the public were *Agaricus* spp. (Top top mantarı), *Coprinus comatus* (Kumyaran), *Fistulina hepatica* (Öküz Dili), *Lactarius fuliginosus* (Tirmit), *Lepiota kondradii*, *M. procera* (Dede mantarı), and *R. delica*. It has been also determined that the WM known and consumed in the province by local inhabitants were evaluated as fresh, pickled (*Cantharellus* spp., *Lactarius* spp.) or dried (*Marasmius oreades*, *Morchella* spp.). However, *Clitopilus prunulus*, *C. cornucopioides*, *Lepista* spp., and *Pleurotus* spp. were some delicious edible WM that were not recognized by the indigenous public.

Yılmaz and Zencirci (2016) conducted research in 6 provinces (Bolu, Düzce, Karabük, Zonguldak, Bartın and Kastamonu) of Western Black Sea Region and in 70 different local markets, especially during WM gathering seasons. It was determined that 33 species from 14 families were used as food (55.4%), income (43.8%) or medicine (0.8%). In addition, 169 different Turkish local names were recorded, and 5 marketing channels were identified, 3 for cultivated mushrooms and 2 for WM. *L. deliciosus* and *Lactarius salmonicolor* (Kanlıca) were the most affordable species, while Morel WM (Kuzu Göbeği) were the most expensive species among all collected WM.

In another study, 22 species of edible WM belonging to 13 families that were collected from nature and had economic importance in Giresun province were identified and listed with their local names (Pekşen et al., 2016). It has been also determined that these WM were



consumed as food by collectors or intermediaries and were sold in local markets to generate income. *A. campestris*, *Boletus aestivalis*, *B. edulis*, *C. cibarius*, *H. repandum*, *Lactarius* spp., *Laetiporus sulphureus*, *Lepista saeva*, *M. procera*, *M. oreades*, *Morchella* spp. and *Sparassis crispa* were consumed as fresh in different recipes, especially by roasting, as a meal, or they were frozen, dried, or preserved as pickled for winter consumption. *B. edulis*, *C. cibarius*, *H. repandum* and *Morchella* spp. were delivered to foreign trade companies by intermediaries and exported as fresh, frozen, or dried. It was reported that most of mushroom pickers and sellers were women. This was important in terms of women's contribution to the family budget. Edible WM prices varied according to season, species, and amount of WM collected.

Akyüz et al. (2017) interviewed 230 truffle gatherers in the Elazığ-Malatya region. It was determined that truffle gatherers looked for truffle types in areas where the soil bulged and cracked (97.0%), or where kumi plant grew (95.2%), and they found truffles using their personal experience (94.8%). The local people have expressed that they collected about 2 kg or less truffles per day (68.7%), and the financial profit was high (68.3%). They acquired information from their families and elders (92.6%) about WM, and they gathered truffles for nutrition (97.8%), for their high nutritious value (67.8%), as they were a natural food source (94.3%), and because of the feeling of satiety they provided (95.7%). Truffles were usually fried with eggs when cooking (84.8%), preserved in refrigerators (93.0%), and the quality of edibility was high (83.9%). *Terfezia boudieri* was preferred for commercial usage, whereas other species (*Picoa lefebvrei*, *P. juniper*, and *T. olbiensis*) were mostly used for daily consumption because they did not provide financial profit.

In the study conducted by Pekşen and Kaplan (2017), the WM species that had current economic importance in the macrofungi mycobiota of Ordu province and collected by the villagers and sold in local markets were reported as 22 WM species belonging to 13 families. In addition, it has been determined that there were species with high nutritional value, such as *B. edulis*, *C. cibarius*, *H. repandum* and *Morchella* species, which had the potential to be exported abroad in fresh and dried forms. Moreover, although they were not sold in the market, *M. procera* and *Polyporus squamosus* edible WM, which were collected and consumed by the people of Ordu, were as valuable and delicious as meat. In the province, edible WM was generally consumed as fresh,

and they were preserved by pickling, drying, canning, or freezing for winter consumption. Many of these WM sold in the market were roasted and consumed by the public. Edible WM could be sold by the villagers in the market, as well as by the stalls set up on the roadside and by peddlers. The prices of WM, which were an important source of income for the villagers, varied depending on the season, species and the amount of WM collected.

According to Bulam et al. (2018b) *B. edulis*, *C. cibarius* and *Morchella* spp. were the exported WM species in Vezirköprü district of Samsun where *A. caesarea*, *B. edulis*, *C. cibarius*, *Cantharellus ferruginascens*, *Clitocybe geotropa*, *C. cornucopioides*, *H. repandum*, *Hydnum rufescens*, *L. deliciosus*, *Lactarius semisanguifluus*, *Lactarius vellereus*, *Lactarius vinosus*, *M. procera*, *Morchella* spp., *Ramaria* spp., *R. delica* and *Tricholoma terreum* were identified as edible WM species with high eating quality and economic importance.

Uzun and Kaya (2020) reported that 88 of the 404 WM taxa were edible, but only 6 taxa of *A. campestris*, *Coprinus comatus*, *Pleurotus ostreatus*, *Terfezia boudieri*, *Tricholoma anatolicum*, and *Volvopluteus gloiocephalus* were collected and consumed in the Gaziantep region by local people. *T. boudieri* had local economic importance while *T. anatolicum* had international economic importance. 283 WM of the determined taxa were classified as inedible while 33 were poisonous.

Oruç et al. (2021) identified 109 macromycete species belonging to 4 classes, 12 orders, 41 families and 64 genera in Çamburnu Nature Park (Sürmene/Trabzon). Of these, 6 belonged to Ascomycota and 103 belonged to Basidiomycota. Of the 109 macromycetes detected, 44 (40.37%) were edible, 51 (46.79%) were inedible, and 14 (12.84%) were poisonous. *L. deliciosus* was intensely collected and consumed by the local people under the name of "Kanlıca". *A. campestris* was also collected and consumed in the region, and it has not been given a special local name.

Sadullahoğlu et al. (2021) determined 9 and 55 edible WM species belonging to Ascomycota and Basidiomycota divisions in Oltu and Narman (Erzurum) districts, respectively. Although 64 edible WM have been identified, local people consumed as food only some well-known species belonging to the genera of *Agaricus*, *Morchella* and *Pleurotus*. It has been determined that the local people called *Agaricus* species "Çayır mantarı", *Morchella* species "Dana Burnu" and *Pleurotus* species (*P. ostreatus* and *Pleurotus populinus*) "Kavak mantarı," or "Ağaç mantarı". When the species collected during field



studies were shown to the local people, they stated that they did not eat any WM other than those species and that they knew the other WM as poisonous. Although there were suitable habitats in Oltu and Narman districts, there was no evidence that *Morchella* species collected and traded.

Uzun and Kaya (2022) presented a list of 216 WM species from the Tonya (Trabzon) district. Of these, 75 (34.72%) belonged to Ascomycota, and 141 (65.28%) belonged to Basidiomycota. According to the current literature, 52 of the identified taxa were edible. 8 of them were collected under different names and consumed by the local people. Locally consumed taxa and their local names were *C. cibarius* (Yumurta mantarı, Tavuk tiriti, Sarı mantar), *C. cornucopioides* (Huni mantarı, Borazan mantarı), *Fistulina hepatica* (Karacığer mantarı, Biftekl mantarı), *H. repandum* (Siğir Dili), *L. volemus* (Sütlü mantar), *Lepista nuda* (Mor mantar), *M. procera* (Turna Bacağı, Kartal Kanat) and *P. ostreatus* (Kavak mantarı). Among them, *C. cibarius*, *C. cornucopioides*, *L. volemus* and *M. procera* also had regional economic importance which were collected and sold in public markets.

On the other hand, Şimşek and Önek (2021) found that the methods of detecting non-poisonous WM differed from each other, among which the color, smell and appearance of the WM were influential, as well as the experiences of family elders and collectors in Kastamonu. In addition, some collectors stated that they collected only known WM. It was determined that the participants perceived WM with worms and milk coming out of their caps as non-toxic. In the same study, all of the participants stated that they collected WM species themselves and bought them from the local markets.

In terms of medicinal applications, it was determined that carpophor saps of edible WM species of *Morchella* spp. (Kuzu Göbeği) (Yılmaz and Zencirci, 2016) and *Pleurotus eryngii* (Karık/Kivark) (Sırrı and Sırrı, 2020) are used against eye infections and scorpion stings in Anatolia. Acar (2018) stated that the *Calvatia gigantea* (Pos/Fos mantarı) is used in folk medicine to stop the blood of open wounds in Kastamonu, while *F. fomentarius* (Kav mantarı) is used to make a fire.

From the perspective of WM gatherers, Arslan et al. (2021) reported the WM species most collected and benefited from by gatherers as *A. caesarea* (İmparator mantarı), *Boletus* spp. (Çörek mantarı, Ayı mantarı), *C. cibarius* (Yumurta mantarı), *C. cornucopioides* (Borazan mantarı), *H. repandum* (Siğirdili mantarı), and *Lactarius* spp. (Kanlıca mantarı). It has been seen that the collectors benefited from the WM in the form of selling

them as commercial products, generating income, and consuming them for their own needs. It has been understood that the converting potential of WM into products by the collectors selling them was low. It has been determined that 95% of the intermediaries working in the WM picking business were men and 5% were women. It has been seen that middlemen sold WM mostly to mushroom processing plants.

#### **Gastronomic and Culinary Culture Perspective on Usage of Edible Wild Mushrooms**

In Anatolia, there are traditional edible WM dishes prepared on a local cuisine scale. Examples of these dishes are mushroom stew, mushroom rice (with rice or bulgur), mushroom pasta, mushroom soup, grilled mushroom kebab, mushroom roasting, mushroom tas kebab, lamb roasting with mushrooms, mushroom pastry, mushroom roasting with egg, stuffed mushrooms, and mushroom frying (Tuzlacı, 2011). In Kastamonu, many dishes are made, such as bread, banduma, roasted on the stove, pickles, and WM made by hammering (cracked) eggs on them in the households (Acar, 2018). In Sinop cuisine, the mushroom's value is equated with meat, and consumed in various traditional recipes such as soup, pastry (börek), Turkish ravioli (mantı), tirid, roasting with onions, grilling, with eggs, Turkish pancake (gözleme), with garlic yoghurt, and pickles. In addition, WM are dried and stored for later usage and the WM sauce is prepared for meals. Some WM are even eaten raw in the region (Acar, 2016).

From the gastronomic point of view, some vegan, vegetarian, and fusion menu options including recipes such as soup, rice, pastry (börek) and sauté consisting of edible WM and other ingredients are available at restaurants, hotels, and other professional kitchens in recent years and offered to guests as "alternative taste sources" (Erdem et al., 2018a). In a study, it was determined that chefs from the Mengen district of Bolu province recognized 19 WM species with their local names of Kanlıca, Cincile, İçi Kızıl, Ayıca, Kedi Kırışı, Mihlıca, Tellice, Ebişge, Kuzugöbeği, Ayıköşkü (kökü), Döbelen, Porçini, Porsuk, Duvaklıca, Polet, Yumurta mantarı, Sarıkız, Malkadın, and Cirol/Elik (Erdem et al., 2018b). However, while 45.5% of the culinary chefs stated that they used local WM such as Kanlıca, Cincile, Polet, Sarıkız, and Porcini in their kitchens, 54.5% of the chefs could not use local WM in the kitchens of the food and beverage businesses they worked for due to the reasons such as supply/continuity problems, not knowing by the customers, not having a commercial market,



having risk or not finding products with the same quality standards in the same study.

Karakayalı et al. (2022) conducted a gastronomy and culinary culture study in Giresun. It was determined that among the 45 species known and consumed as WM, Sığırdili (*Hydnum repandum*-Ak Sığırdili and *Hydnum rufescens*-Sarı Sığırdili), Tellice, Gelinparmağı, Halı Saçağı (*Ramaria* spp.), Kiremit Balaban mantarı (*Sarcodon imbricatus*) were dried, Kayışkıran mantarı (*Russula chloroides*) and Akçintar mantarı (*Russula delicata*) were canned and pickled, and species suitable for shock freezing were stored in the freezer/deep freezer with/without boiling and consumed off-season. In the same study, it was stated that WM affected social and cultural relations in Giresun province by an example of offering the difficult and rare collected Çanşur mantarı (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) to the guests coming to the house was an indication of the given importance and value to the guest by the host.

#### Consumers' Perspective on Consumption of Edible Wild Mushrooms

Apart from the ethnomycological and taxonomic studies reporting traditional knowledge on consumption of edible and medicinal WM in Anatolia, some studies were performed about the consumption patterns and consumer attitudes towards WM in urban areas.

When the reasons for consuming mushrooms were examined, it was seen that consumers consume WM because they liked the taste and flavor. In addition, it has been determined that the answers related to being healthy and nutritious, being a protein source, habit, easily obtaining of WM and being affordable were among the reasons for WM consumption (Kibar, 2015; Şimşek and Önek, 2021; Yılmaz et al., 2016). In a study, it was determined that 54.7% of the mushroom consumers obtained the mushroom from the local market, 36.8% from the shopping malls and markets, and 8.4% from nature themselves in Antalya urban area (Uysal, 2014). In the study conducted in Iğdır, of those who consumed mushrooms, 56.6% reported that they consumed only cultivated mushrooms, 37.2% consumed both cultivated and wild mushrooms, and 6.2% only consumed edible WM (Kibar, 2015). In another research conducted by Yılmaz et al. (2016) in Trabzon, 74.6% of the 260 participants of whom 50 lived in rural areas were indicated that they consumed cultivated mushrooms while 38.1% of them consumed WM.

Unfortunately, there is a tendency of less frequent usage of WM because of non-recognition of species,

poisoning suspicion, not thinking that WM are healthy and nutritious, disliking of WM taste, not having the habit of WM consumption, and high price as people move away from the rural areas and have a higher education level as well as advancing age and higher income like in many urban areas of mycophilic countries (Kibar, 2015; Yılmaz et al., 2016; Bulam et al., 2018c).

#### Results and Discussion

The aim of this review was to keep and publish traditional knowledge about the awareness, collection, and consumption patterns of WM by compiling the studies on ethnomycology in Anatolia. According to literature information, WM are collected from nature and mostly consumed as food after cooking with various methods and stored after preserving with processes in a household scale for winter usage in the country. In addition, a few of WM are also used for medicinal applications. For our population's health, more ethnomycological and taxonomic studies should be performed to identify edible, inedible, and poisonous WM species and the results of the studies should be shared with people living in Anatolia primarily to prevent mushroom poisoning cases. It is not a correct practice to think that the mushroom is non-toxic according to its shape or color. All generalizations circulating among the public about the edibility of WM can have deadly results. Therefore, in order not to consume WM unconsciously and to ensure sustainability, education should be given to consumers about edible and medicinal WM.

On the other hand, more ethnomycological studies should be conducted in edible and medicinal WM research areas to determine WM species and their consumption patterns among the local people and their cultivation potential for sustainable, healthy, adequate, and balanced diet of the population in Anatolia. Moreover, ethnomycological studies could be useful to be learned the WM known and preferred by rural and urban people, so some new standard recipes could be prepared in the gastronomic field for the consumers appreciating WM and vegans, vegetarians and those who need high-quality vegetable protein. Furthermore, more edible and medicinal WM should be conserved and cultivated to produce commercial functional foods by the food industry, and some new biotechnological enzymes, drugs, and products by national or international pharmaceutical and cosmetic industries in the near future after ethnomycological studies conducted in Anatolia.



## References

- Abdel-Azeem, A. M. (2010). The History, Fungal Biodiversity, Conservation, and Future Perspectives for Mycology in Egypt. *IMA Fungus*, 1 (2) 123-142. DOI: 10.5598/imafungus.2010.01.02.04
- Acar, E. (2016). Sinop ve Yöresi Ağzlarında Mantar Adları. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9 (43) 7-26. DOI: 10.17719/jisr.20164317576
- Acar, E. (2018). Kastamonu ve Yöresi Ağzlarında Mantar Adları. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 4 (9) 177-228.
- Akalın, Ş. H., Toparlı, R., Gülsevin, G., Öner, M., Boz, E., Şirin, H., Öztekten, Ö., Ay, Ö. and Kaya, M. Y. (2015). *Türkçede Batı Kökenli Kelimeler Sözlüğü*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara. ISBN: 978-975-16-3126-8
- Akata, I., Uzun, Y. and Kaya A. (2016). Macrofungal Diversity of Zigana Mountain (Gümüşhane/Turkey). *Biol. Divers. Conserv.*, 9 (2) 57-69.
- Akata, I., Şen, İ., Sevindik, M. and Kabaktepe, Ş. (2022). Truffle Checklist of Turkey II with A New Record. *Turk. J. Agric. - Food Sci. Techn.*, 10 (10) 1913-1920. DOI: 10.24925/turjaf.v10i10.1913-1920.5482
- Akman, M. and Baysal, A. (1984). Ege Bölgesinde Besin Olarak Kullanılan Mantar Türleri ve Tüketim Sıklığı Üzerinde Bir Araştırma. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 13, 107-112.
- Akyüz M., Akyüz, H. E. and Kırbağ, S. (2017). Ethnomycological Aspects of Traditional Usage and Indigenous Knowledge About the Arid-Semi Arid Truffles Consumed by The Residents of The Eastern Anatolia Region of Turkey. *GU J. Sci.*, 30 (4) 57-70.
- Allı, H. and Şen, İ. (2016). Edibility and Economical Importance of Turkish Mushrooms. *J. Int. Sci. Publ.*, 4, 415-423.
- Anguix, J. C. (2011). El Cultivo de Ongos Saprobios. In: Martínez-Peña F., Oria de Rueda, J. A., Ágreda, T. (Eds.). *Manual para la Gestión del Recurso Micológico Forestal en Castilla y León*. Valladolid: Junta de Castilla y León, pp. 296-299.
- Arslan, M., Kaba, H., Yılmaz, T., Okan, T., Köse, C. and Hilesiz, H. (2021). Yenilebilir Yabani Mantar Ticaretinde Toplayıcı ve Aracıların Rolü: İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Örneği. *Turk. J. Forest Sci.*, 5 (1) 165-186. DOI: 10.32328/turkjforsci.873789
- Azeem, U., Hakeem, K. R. and Ali, M. (2020). Ethnomycology. In: Azeem, U., Hakeem, K. R., Ali, M. (Eds.). *Fungi for Human Health*. Springer, Cham. pp. 23-39. DOI: 10.1007/978-3-030-58756-7\_4
- Badalyan, S. M., Barkhudaryan, A. and Rapior, S. (2019). Recent Progress in Research on The Pharmacological Potential of Mushrooms and Prospects for Their Clinical Application. In: Agrawal, D. C., Dhanasekaran, M. (Eds.). *Medicinal Mushrooms: Recent Progress in Research and Development*. Springer. pp. 1-70. DOI: 10.1007/978-981-13-6382-5\_1
- Badalyan, S. M., Barkhudaryan, A. and Rapior, S. (2022). Medicinal Macrofungi as Cosmeceuticals: A Review. *Int. J. Med. Mushrooms*, 24 (4) 1-13. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2022043124
- Bhambri, A., Srivastava, M., Mahale, V. G., Mahale, S. and Karn, S. K. (2022). Mushrooms as Potential Sources of Active Metabolites and Medicines. *Front. Microbiol.*, 13, 837266. DOI: 10.3389/fmicb.2022.837266
- Bulam, S., Üstün, N. Ş. and Pekşen, A. (2018a). Mushroom Foreign Trade of Turkey in The Last Decade. *International Congress on Engineering and Life Science (ICELIS 2018) Proceeding Book*, (pp. 779-784). Kastamonu-Türkiye. ISBN: 978-605-4697-20-5
- Bulam, S., Üstün, N. Ş. and Pekşen, A. (2018b). The Most Popular Edible Wild Mushrooms in Vezirköprü District of Samsun Province. *Turk. J. Agric. - Food Sci. Techn.*, 6 (2) 189-194. DOI: 10.24925/turjaf.v6i2.189-194.1547
- Bulam, S., Üstün, N. Ş. and Pekşen, A. (2018c). *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. in the Black Sea Region. *Turk. J. Agric. - Food Sci. Techn.*, 6 (2) 183-188. DOI: 10.24925/turjaf.v6i2.183-188.1546
- Bulam, S., Karadeniz, M., Bakır, T. and Ünal, S. (2022). Assessment of Total Phenolic, Total Flavonoid, Metal Contents and Antioxidant Activities of *Trametes versicolor* and *Laetiporus sulphureus*. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 21 (5) 39-47. DOI: 10.24326/asphc.2022.5.4
- Buller, A. H. R. (1914). The Fungus Lore of the Greeks and Romans. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 5, 21-66. DOI: 10.1016/S0007-1536(14)80007-7
- Chang, S. T. and Miles, P. G. (1989). *Edible Mushrooms and Their Cultivation*. CRC Press, Boca Raton, Florida. ISBN: 9780849367588
- Chen, H., Li, S. (2014). Polysaccharides from Medicinal Mushrooms and Their Antitumor Activities. In: Ramawat, K., Mérillon, J. M. (Eds.). *Polysaccharides*. Springer, Cham. pp. 1-16. DOI: 10.1007/978-3-319-03751-6\_3-1
- Comandini, O. and Rinaldi, A. C. (2020). Ethnomycology in Europe: The Past, the Present, and the Future. In: Pérez-Moreno, J., Guerin-Laguette, A., Flores Arzú, R., Yu, F. Q. (Eds.). *Mushrooms, Humans and Nature in a Changing World*. Springer, Cham. pp. 341-364. DOI: 10.1007/978-3-030-37378-8\_13



- De Frutos, P. (2020). Changes In World Patterns of Wild Edible Mushrooms Use Measured Through International Trade Flows. *For. Policy Econ.*, 112, 102093. DOI: 10.1016/j.forpol.2020.102093
- Debnath, S., Debnath, B., Das, P. and Saha A. K. (2019). Review on an Ethnomedicinal Practices of Wild Mushrooms by The Local Tribes of India. *J. Appl. Pharm. Sci.*, 9 (08) 144-156. DOI: 10.7324/JAPS.2019.90818
- Dutta, B., Shamekh, S., Deska, J. and Bandopadhyay, R. (2022). Statistical Optimization of Media Components for Production of Extracellular Lipase from Edible Mushroom *Cantharellus cibarius*. *Biol. Futura*, 73 (3) 315-325. DOI: 10.1007/s42977-022-00131-6
- Erdem, Ö., Mızrak, M. and Kemer, A. K. (2018a). Yöresel Yemeklerin Bölge Restoranlarında Kullanılma Durumu: Mengen Örneği. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3 (1) 44-61.
- Erdem, Ö., Bayram, F., Çiftçi, B. and Kemer, A. K. (2018b). Mutfak Şeflerinin Yöresel Mantarları Tanıma ve Kullanım Durumlarına İlişkin Keşifsel Bir Araştırma. *J. Tour. Gastron. Stud.*, 3, 225-239. DOI: 10.21325/jotags.2018.250
- Eren, Ş. H., Demirel, Y., Uğurlu, S., Korkmaz, İ., Aktaş, C. and Güven, F. M. (2010). Mushroom Poisoning: Retrospective Analysis of 294 Cases. *Clinics*, 65, 491-496. DOI: 10.1590/S1807-59322010000500006
- Erkan, Y. R. and Kahramanlı Örneç, H. (2019). Mushroom Species Detection Using Image Processing Techniques. *Int. J. Eng. Innov. Res.*, 1 (2) 71-83.
- Gizaw, B., Tsegay, Z., Tefera, G. and Aynalem, E. (2018). Traditional Knowledge on Mushroom Consumption Habits of Amhara Region in Four Selected Districts; - Mecha, Fogera, Bahirdarzuria and Zege. *JOJ Horti Arboric.*, 1 (1) 555552. DOI: 10.19080/JOJHA.2018.01.555552
- Gopal, J., Sivanesan, I., Muthu, M. and Oh, J.-W. (2022). Scrutinizing the Nutritional Aspects of Asian Mushrooms, Its Commercialization and Scope for Value-Added Products. *Nutrients*, 14, 3700. DOI: 10.3390/nu14183700
- Guzmán, G. (2001). Hallucinogenic, Medicinal, and Edible Mushrooms in Mexico and Guatemala: Traditions, Myths, and Knowledge. *Int. J. Med. Mushrooms*, 3 (4) 399-408. DOI: 10.1615/IntJMedMushr.v3.i4.100
- Guzmán, G. (2015). New Studies on Hallucinogenic Mushrooms: History, Diversity, and Applications in Psychiatry. *Int. J. Med. Mushrooms*, 17 (11) 1019-1029. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.v17.i11.10
- Hall, I. R., Brown, G. T. and Zambonelli, A. (2007). *Taming the Truffle: The History, Lore, and Science of the Ultimate Mushroom*. Portland, Oregon: Timber Press, Inc. DOI: 10.13140/2.1.2538.0487
- Heleno, S. A., Barros, L., Martins, A., R. P. Queiroz, M. J., Morales, P., Fernández-Ruiz, V. and Ferreira, I. C. F. R. (2015). Chemical Composition, Antioxidant Activity and Bioaccessibility Studies in Phenolic Extracts of Two *Hericium* Wild Edible Species. *LWT – Food Sci. Technol.*, 63 (1) 475-481. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.03.040
- Islam, T., Ganesan, K. and Xu, B. (B.). (2019). New Insight into Mycochemical Profiles and Antioxidant Potential of Edible and Medicinal Mushrooms: A Review. *Int. J. Med. Mushrooms*, 21 (3) 237-251. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2019030079
- Jordan, P. (2015). *Field Guide to Edible Mushrooms of Britain and Europe*. Bloomsbury Publishing Plc, London. ISBN (ePDF): 987-1-4729-2085-0
- Karakayalı, Z., Enes, K. and Kanca, B. (2022). Giresun'da Doğal Olarak Yetişen Yenilebilir Mantarların Gastronomik Değeri. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 12 (2) 593-618. DOI: 10.48146/odusobiad.1121396
- Keleş, A., Demirel, K., Uzun, Y. and Kaya, A. (2014). Macrofungi of Ayder (Rize/Turkey) High Plateau. *Biol. Divers. Conserv.*, 7 (3) 177-183.
- Kibar, B. (2015). İğdir İli Mantar Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (4) 9-16.
- Kim, H. and Song, M. J. (2014). Analysis of Traditional Knowledge for Wild Edible Mushrooms Consumed by Residents Living in Jirisan National Park (Korea). *J. Ethnopharmacol.*, 153 (1) 90-97. DOI: 10.1016/j.jep.2013.12.041
- Lindequist, U., Niedermeyer, T. H. J., Jülich, W. D. (2005). The Pharmacological Potential of Mushrooms. *Evid-Based Compl. Alt.*, 2, Article ID 906016, 15 pages. DOI: 10.1093/ecam/neh107
- Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Prokofieva, I., Wong, J., Pettenella, D., Verkerk, P. J. and Mavsar, R. (2020). Nonwood Forest Products in Europe – A Quantitative Overview. *For. Policy Econ.*, 116, 102175. DOI: 10.1016/j.forpol.2020.102175
- Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Prokofieva, I., Wong, J., Pettenella, D., Verkerk, P. J. and Mavsar, R. (2021). Collection and Consumption of Non-Wood Forest Products in Europe. *Forestry: An Int. J. For. Res.*, 94, 757-770. DOI: 10.1093/forestry/cpab018
- Martins, A. (2017). The Numbers Behind Mushroom Biodiversity. In: Ferreira, I. C. F. R., Morales, P., Barros, L. (Eds.). *Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications*. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 15-63. DOI: 10.1002/9781118944653.ch2
- Meena, B., Sivakumar, V. and Praneetha, S. (2020). Prospects of Biodiversity and Distribution of Mushroom Fungi in India. *GSC Biol. Phar. Sci.*, 13 (01) 078-085. DOI: 10.30574/gscbps.2020.13.1.0329





- Niego, A. G., Rapior, S., Thongklang, N., Raspé, O., Jaidee, W., Lumyong, S. and Hyde, K. D. (2021). Macrofungi as a Nutraceutical Source: Promising Bioactive Compounds and Market Value. *J. Fungi*, 7, 397. DOI: 10.3390/Jof7050397
- Okan, O. T., Yıldız, S., Yılmaz, A., Barutçıyan, J. and Deniz, I. (2013). Wild Edible Mushrooms Having an Important Potential in East Black Sea Region. In: *Proceedings of International Caucasian Forestry Symposium*. Artvin, Türkiye. 24-26 October 2013. pp: 673-680.
- Oruç, Y., Keleş, A., Uzun, Y. and Kaya, A. (2021). Macromycetes Determined In Çamburnu Nature Park and Close Environs (Trabzon). *The J. Fungus*, 12 (1) 71-79. DOI: 10.30708.mantar.857729
- Özdemir, S., Altunok, İ., Özkan, A., Algin, A., Akça, H. Ş., Aksel, G. and Eroğlu, S. E. (2022). Effect of the COVID-19 Pandemic on Emergency Department Presentations with Mushroom Poisoning: A Report from Turkey. *Avicenna J. Med.*, 12 (3) 105-110. DOI: 10.1055/s-0042-1745843
- Panda, S. K., Sahoo, G., Swain, S. S. and Luyten, W. (2022). Anticancer Activities of Mushrooms: A Neglected Source for Drug Discovery. *Pharmaceuticals*, 15, 176. DOI: 10.3390/ph15020176
- Panda, S. K. and Luyten, W. (2022). Medicinal Mushrooms: Clinical Perspective and Challenges. *Drug Discov. Today*, 27 (2) 636-651. DOI: 10.1016/j.drudis.2021.11.017
- Peintner, U., Schwarz, S., Mešič, A., Moreau, P. A., Moreno, G. and Saviuc, P. (2013). Mycophilic or Mycophobic? Legislation and Guidelines on Wild Mushroom Commerce Reveal Different Consumption Behaviour in European Countries. *PLoS One*, 8 (5) e63926. DOI: 10.1371/journal.pone.0063926
- Pekşen, A. and Karaca, G. H. (2000). Samsun İli ve Çevresinde Saptanan Yenebilir Mantar Türleri ve Bunların Tüketim Potansiyeli. *Türkiye VI. Yemeklik Mantar Kongresi*. Bergama/İzmir/Türkiye. 20-22 Eylül 2000. s. 100-111.
- Pekşen, A., Bulam, S. and Üstün, N. Ş. (2016). Edible Wild Mushrooms Sold in Giresun Local Markets. In: Özcanlı, M., Serin, H., Çalık, A. (Eds.). *1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016) Proceedings Book*. Adana, Türkiye. 26-28 October 2016. Çukurova University. pp: 3358-3362. E-ISBN: 978-975-7537-12-31
- Pekşen, A. and Kaplan, M. (2017). Ordu İlinin Ekonomik Öneme Sahip Yenilebilen Doğa Mantarları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6 (özel sayı) 335-342.
- Power, R. C., Salazar-García, D. C., Straus, L. G., Morales, M. R. G. and Henry, A. G. (2015). Microremains from El Mirón Cave Human Dental Calculus Suggest a Mixed Plant-Animal Subsistence Economy During the Magdalenian in Northern Iberia. *J. Archaeol. Sci.*, 60, 39-46. DOI: 10.1016/j.jas.2015.04.003
- Quadir, S. (2021). Ethnomycology of Mushrooms and Their Antioxidant Properties. In: Prakash, V. (Ed.). *Significance of Indian Medicinal Plants and Mushrooms*. Krishna Publication House. pp. 434-458. ISBN: 978-93-90627-49-3
- Rojas, C. and Mansur, E. (1995). Ecuador: Informaciones Generales Sobre Productos Non Madereros En Ecuador. In: *Memoria, Consulta de Expertos sobre Productos Forestales No Madereros para America Latina y el Caribe*. Serie Forestal #1. Santiago, Chile: FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, pp. 208-223.
- Royse, D. J., Baars, J. and Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. In: Diego, C.Z., Pardo-Gimenez, A. (Eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms*. John Wiley, Sons, Ltd. pp. 5-13. DOI: 10.1002/9781119149446.Ch2
- Rubel, W. and Arora, D. (2008). A Study of Cultural Bias in Field Guide Determinations of Mushroom Edibility Using the Iconic Mushroom, *Amanita muscaria*, As an Example. *Econ. Bot.*, 62 (3) 223-243. DOI: 10.1007/s12231-008-9040-9
- Sadullahoğlu, C., Uzun, Y. and Kesici, S. (2021). Oltu ve Narman (Erzurum) İlçelerinin Yenen Makromantarları. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (1) 39-52.
- Sesli, E. (1998). Giresun Yöresinde Saptanan Makrofunguslar. XIV. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, Samsun, Türkiye. 7-10 Eylül 1998. s. 456-465.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. (eds.), Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H. H., Erdoğan, M., Ergül, C. C., Eroğlu, G., Giray, G., Haliki Ustan, A., Keleş, A., Kirbağ, S., Kivanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekel, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. and Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı. ISBN: 978-605-70004-2-2
- Sganzerla, W. G., Todorov, S. D. and da Silva, A. (2022). Research Trends in the Study of Edible Mushrooms: Nutritional Properties and Health Benefits. *Int. J. Med. Mushrooms*, 24 (5) 1-18. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2022043738
- Sırrı, M. and Sırrı, G. (2020). Hakkâri İlinde Gıda Olarak Tüketilen Yabani Bitki ve Yabancı Ot Türlerinin Güncel Durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19) 393-409. DOI: 10.31590/ejosat.697536
- Singh, J. (1999). Ethnomycology and Folk Remedies: Fact and Fiction. In: Singh, J., Aneja, K. R. (Eds.). *From Ethnomycology to Fungal Biotechnology*. Springer. pp. 11-17. DOI: 10.1007/978-1-4615-4815-7\_2



- Sitta, N. and Davoli, P. (2012). Edible Ectomycorrhizal Mushrooms: International Markets and Regulations. In: Zambonelli, A., Bonito, G. M. (Eds.). *Edible Ectomycorrhizal Mushrooms*. Soil Biology, vol 34. Springer. pp. 355-380. DOI: 10.1007/978-3-642-33823-6\_20
- Stamets, P. and Zwickey, H. (2014). Medicinal Mushrooms: Ancient Remedies Meet Modern Science. *Integr. Med.*, 13 (1), 46-47.
- Sullivan, R. Smith, J. E. and Rowan, N. J. (2006). Medicinal Mushrooms and Cancer Therapy: Translating A Traditional Practice into Western Medicine. *Perspect. Biol. Med.*, 49 (2) 159-170. DOI: 10.1353/pbm.2006.0034
- Şimşek, A. and Önek, Ü. M. (2021). Yenilebilir Mantar Tüketimi ve Yemekleri Üzerine Bir İnceleme: Kastamonu Örneği. *OCAK: Türk Mutfak Kültürü Araştırmaları Dergisi*, 1 (1) 21-30.
- Tang, J. K. S., Phan, C. W., Tan, Y. S., Sabaratnam, V., Seelan, J. S. S. and Bolhassan, M. H. (2022). Bibliometric Analysis of Mushroom Poisoning: From Diversity to Clinical Management. *Int. J. Med. Mushrooms*, 24 (7) 1-19. DOI: 10.1615/IntJMedMushrooms.2022044313
- Tieu, S., Charchoyglyan, A., Wagter-Lesperance, L., Karimi, K., Bridle, B. W., Karrow, N. A. and Mallard, B. A. (2022). Immunocellulose: Harnessing Their Immunomodulatory Potential to Promote Health and Wellness. *Nutrients*, 14 (19) 4075. DOI: 10.3390/nu14194075
- Turfan, N., Ayan, S., Akın, Ş. S. and Akın, E. (2019). Nutritional and Antioxidant Variability of Some Wild and Cultivated Edible Mushrooms from Kastamonu Rural Areas. *Turk. J. Agric. Food Sci. Technol.*, 7 (sp3) 11-16. DOI: 10.24925/turjaf.v7isp3.11-16.3094
- Tutuncu, K., Cınar, I., Kursun, R. and Koklu, M. (2022). Edible and Poisonous Mushrooms Classification by Machine Learning Algorithms. *10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (Meco)*. (pp. 629-632). Budva, Montenegro. DOI: 10.1109/MECO55406.2022.9797212
- Tuzlacı, E. (2011). Türkiye'nin Yenen Mantarları. *Türkiye'nin Yabancı Besin Bitkileri ve Ot Yemekleri*. Alfa Yayın. s. 491-492.
- Uysal, E. (2014). Türkiye'de Mantar Piyasası ve Hanehalkı Mantar Tüketim Davranışları (Antalya İli Kentsel Alan Örneği). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Basılmamış), Yüksek Lisans Tezi, Tokat. 100 s.
- Uzun, Y., Kaya, A. (2020). The Checklist of The Macromycetes Determined in Gaziantep Province. *Ant. J. Bot.*, 4 (2) 106-115. DOI: 10.30616/ajb.749820
- Uzun, Y. and Kaya, A. (2022). Macromycetes Determined in Tonya (Trabzon) District. *KSU J. Agric. Nat.*, 25 (1) 66-77. DOI: 10.18016/ksutarimdogu.vi.857201
- Üstün, N. Ş., Bulam, S. and Pekşen, A. (2018). The Use of Mushrooms and Their Extracts and Compounds in Functional Foods and Nutraceuticals. Türkmen, A. (Ed.). *1. International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES) Proceeding Book*, Giresun, Türkiye. 27-29 June 2018. pp: 1205-1222. ISBN: 978-975-2481-10-7
- Venturella, G., Ferraro, V., Cirlincione, F. and Gargano, M. L. (2021). Medicinal Mushrooms: Bioactive Compounds, Use and Clinical Trials. *Int. J. Mol. Sci.*, 22, 634. DOI: 10.3390/ijms22020634
- Waktola, G. and Temesgen, T. (2018). Application of Mushroom as Food and Medicine. *Adv. Biotech. & Micro.*, 11 (4) 555817. DOI: 10.19080/AIBM.2018.11.555817
- Wasser, S. P. (2002). Medicinal Mushrooms as A Source of Antitumor and Immunomodulating Polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 60, 258-274. DOI: 10.1007/s00253-002-1076-7
- Wasser, S. P. (2014). Medicinal Mushroom Science: Current Perspectives, Advances, Evidences, and Challenges. *Biomed J.*, 37 (6) 345-356. DOI: 10.4103/2319-4170.138318
- Woldegiorgis, A. Z., Abate, D., Haki, G. D. and Ziegler, G. R. (2015). Proximate and Amino Acid Composition of Wild and Cultivated Edible Mushrooms Collected from Ethiopia. *J. Food Nutr. Sci.*, 3 (2) 48-55. DOI: 10.11648/j.jfns.20150302.14
- Yardan, T., Baydin, A., Eden, A. O., Akdemir, H. U., Aygun, D., Acar, E. and Arslan, B. (2010). Wild Mushroom Poisonings in the Middle Black Sea Region in Turkey: Analyses of 6 Years. *Hum. Exp. Toxicol.*, 29 (9) 767-771. DOI: 10.1177/0960327110361758
- Yılmaz, A., Yıldız, S., Yıldırım, İ. and Aydın, A. (2016). Trabzon'da Mantar Tüketimi ve Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Mantar Dergisi*, 7 (2) 135-142. DOI: 10.15318/Fungus.2016222681
- Yılmaz, H. and Zencirci, N. (2016). Ethnomycology of Macrofungi in the Western Black Sea Region of Turkey: Identification to Marketing. *Econ. Bot.*, 70 (3) 270-284.
- Zhang, J. J., Li, Y., Zhou, T., Xu, D. P., Zhang, P., Li, S. and Li, H. B. (2016). Bioactivities and Health Benefits of Mushrooms Mainly from China. *Molecules*, 21 (7) 938. DOI: 10.3390/molecules21070938
- Zhao, Y. Y. (2013). Traditional Uses, Phytochemistry, Pharmacology, Pharmacokinetics and Quality Control of *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fries: A Review. *J. Ethnopharmacol.*, 149 (1) 35-48. DOI: 10.1016/j.jep.2013.06.031
- Zsigmond, G. (2010). The Meanings and Functions of Mushrooms as Food in Hungarian Folk Tradition. *Acta Ethnogr. Hungarica*, 55 (1) 115-138. DOI: 10.1556/AEthn.55.2010.1.8



e-ISSN 2147-6845  
Aralık 2022 / Cilt:13/ Özel Sayı:3  
December 2022 / Volume:13 / Special Issue:3

## YAYIN İLKELERİ

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ'nin yayınladığı **MANTAR DERGİSİ (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 stilinde** 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**  
**Aralık 2022 / Cilt:13/ Özel Sayı:3**  
**December 2022 / Volume:13 / Special Issue:3**

## 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 14×20 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)

Identification of Fungi Associated with Different Pigeon Pea Seed Accessions from Iran.....66 İran'dan Farklı Güvercin Bezelye Tohumu Katılımları ile İlişkili Mantarların Tanımlanması Simin Tahery Ardestani, Ahmad Abbasi Moghadam Mehrزد Ahmadi, Zahra Talaei	
Study on Genetic Diversity of <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>dianthi</i> Based on Vegetative Compatibility Groups and Races in Five Provinces of Iran.....71 İran'ın Beş İlinde Farklı <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>dianthi</i> . Mantar Türleri Üzerinde Grup ve Irkların Vejetatif Uyumluluğuna Dayalı Bir Araştırma Nazyar ZANDYAVARI, Hossein BAYAT, Nader HASANZADEH	
Makrofunguslara Yönelik Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Konya Yöresinde Uygulanması.....81 Development of Attitude Scale Towards Macrofungi and its Application in Konya Region Mustafa ÇEVİRİM, Celaleddin ÖZTÜRK, Hakan KURT	
Yoğun Bakım Hastalarının Kan Kültüründe Üreyen <i>Candida</i> Türlerinin Dağılımının Değerlendirilmesi.....99 Evaluation Of The Distribution Of <i>Candida</i> Species In The Blood Culture Of Icu Patients Fatma GÜNBEY, Zülal AŞÇI TORAMAN, Merve AYYILDIZ, Doğukan Faik BAYTAŞ, Yasemin BULUT, Feray Ferda ŞENOL, Yüksel AKKAYA	
Pandemi Döneminde Kan Kültürlerinden İzole Edilen <i>Candida</i> Türlerinin Dağılımı ve Antifungal Duyarlılıklarının Değerlendirilmesi.....105 Distribution Of <i>Candida</i> Species Isolated From Blood Cultures During The Pandemic Period And Evaluation Of Antifungal Susceptibility Senanur AYDOĞAN, Ruğyya SAMADZADE, Salih MAÇİN, Hatice TÜRK DAĞI, Duygu FINDIK	
Comparison of Two DNA Barcoding Regions for Molecular Identification of Some <i>Helvella</i> Species from Türkiye.....111 Türkiye'den Bazı <i>Helvella</i> Türlerinin Moleküler Tanımlanması İçin İki DNA Barkodlama Bölgesinin Karşılaştırılması Şuheda S. TERMAN, Mustafa Emre AKÇAY, Ayten TEKPINAR	
<b>DERLEME MAKALELER/ REVIEW ARTICLE</b>	
Türkiye'de Doğal Yayılış Gösteren <i>Terfezia</i> Türleri ve Ekolojileri.....119 <i>Terfezia</i> Species Natural Distributed in Turkey and Their Ecologies Funda ATİLA, Ahmet KAZANKAYA	
Oyster Mushroom ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) as a Healthy Ingredient for Sustainable Functional Food Production.....131 Sürdürülebilir Fonksiyonel Gıda Üretimi İçin Sağlıklı Bir Bileşen Olarak İstiridye Mantarı ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) Sanem BULAM, Nebahat Şule ÜSTÜN, Aysun PEKŞEN	
Ethnomycological Studies in Anatolia from Past to Present.....144 Geçmişten Günümüze Anadolu'daki Etnomikolojik Çalışmalar Sanem BULAM1*, Aysun PEKŞEN2, Nebahat Şule ÜSTÜN3	



## İÇİNDEKİLER(CONTENTS)

<i>Utilization of Agricultural and Forestry by-Products in Ganoderma lucidum (Curt.: Fr.) P. Karst. Production.....</i>	1
<i>Ganoderma lucidum (Curt.: Fr.) P. Karst. Üretiminde Tarım Ve Ormancılık Yan Ürünlerinin Kullanımı</i> <i>Funda ATILA</i>	
<i>Possibilities of Using Myconanotechnology in Combating Verticillium dahliae Kleb. Fungal Pathogen.....</i>	9
<i>Verticillium dahliae Fungal Patojeni İle Mücadelede Mikonanoteknolojinin Kullanım Olanakları</i> <i>Hilal ACAY, Ayfer YILDIRIM</i>	
<i>Kestel Ormanı (Kadınhanı-Konya) Epifitik Likenleri.....</i>	15
<i>Kestel Forest (Kadınhanı-Konya) Epiphytic Lichens</i> <i>Gülşah YURTYAPAN, Hatice Esra AKGÜL, Celaleddin ÖZTÜRK</i>	
<i>Ege Bölgesinde Yetişen Körek Mantarı (Pleurotus eryngii (DC.) Quél.)'nin Yağ Asidi İçeriğinin Belirlenmesi.....</i>	26
<i>Determination of Fatty Acid content of Pleurotus eryngii (DC.) Quél. Growing in the Aegean Region</i> <i>Hakan ALLI, Sevgin ÖZDERİN, İbrahim KIVRAK</i>	
<i>Bazı Yenilebilir Doğal Basidiomycota Türlerinin Mineral Bileşimleri ve Morfolojik karakterizasyonları.....</i>	32
<i>Mineral Compositions and Morphological Characterizations of Some Edible Natural Basidiomycota Species</i> <i>Sinan ALKAN, Gıyasettin KAŞIK, İlker AKIN</i>	
<i>Pisolithus arhizus (Scop.) Rauschert Mantarının Pamuk İpliği Boyamada Türkiye'de İlk Kullanımı.....</i>	41
<i>First Use of Pisolithus arhizus (Scop.) Rauschert Mushroom in Cotton Yarn Dyeing in Türkiye</i> <i>Hakan ALLI, Ertuğrul KALAY</i>	
<i>Kestel Bölgesinde(Kadınhanı-Konya) Yaygın Olarak Bulunan Bazı Makromantarların Mineral Kompozisyonu.....</i>	47
<i>Mineral Composition Of Some Macrofungi Widely Available in the Kestel Region (Kadınhanı-Konya)</i> <i>R. Büşra AYDEMİR, Gıyasettin KAŞIK, Celaleddin ÖZTÜRK, Sinan ALKAN</i>	
<i>Phenotypic and Molecular Identification of Green Pea Powdery Mildew Pathogen from Alborz, Iran.....</i>	59
<i>Alborz, İran'dan Yeşil Bezelye Külleme Patojeninin Fenotipik ve Moleküler Tanımlanması</i> <i>Simin Tahery Ardestani, Seyed Akbar Khodaparast</i> <i>Ahmad Abbasi Moghadam, Mehrzad Ahmadi</i>	

