

SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

e-ISSN:2147-6845

E-JOURNAL

October 2024 Volume:15 Issue:2

Selçuk University Mushroom Application and  
Research Center-KONYA-TURKEY

# JOURNAL OF FUNGUS



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

Selçuk Üniversitesi  
Mantarcılık  
Uygulama ve Araştırma  
Merkezi  
KONYA-TÜRKİYE



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ  
YAYINLARI

# MANTAR DERGİSİ

E-DERGİ/ e-ISSN:2147-6845

Ekim 2024

Cilt:15

Sayı:2



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

**Mantar Dergisi**  
**The Journal of Fungus**

e-ISSN 2147-6845  
Ekim 2024 / Cilt:15/ Sayı:2  
October 2024 / Volume:15 / Issue:2



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ  
YAYINLARI

SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ

**ADINA İMTİYAZ SAHİBİ**  
PROF.DR. HÜSEYİN YILMAZ  
REKTÖR

**YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ**  
PROF.DR. GIYASETTİN KAŞIK

**Haberleşme/Correspondence**

S.Ü.  
Mantarçılık 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:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/mantar>  
<https://yayinevi.selcuk.edu.tr/index.php/su/md>

E-Posta:mantarcilik@gmail.com

Yayın Tarihi/Publication Date  
**14/10/2024**



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

**Mantar Dergisi**  
**The Journal of Fungus**

**e-ISSN 2147-6845**  
**Ekim 2024 / Cilt:15/ Sayı:2**  
**October 2024 / Volume:15 / Issue:2**



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ  
YAYINLARI  
SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

**EDİTÖRLER KURULU / EDITORIAL BOARD**

- Prof.Dr. Gıyasettin KAŞIK-Baş Editör (Selçuk Univ.-Türkiye)  
Prof.Dr. Ahmet ASAN (Trakya Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Aysun PEKŞEN (19 Mayıs Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. A.Dilek AZAZ (Balıkesir Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Cvetomir M. DENCHEV (Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaristan)  
Prof.Dr. Faruk SELÇUK (Ahi Evran Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Giovanni PACIONI (Università Degli Studi Dell'Aquila- L'Aquila, İtalya)  
Prof.Dr. Gülşah ÇOBANOĞLU (Marmara Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Hacer SERT(Akdeniz Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Mahendra RAI (SGB Amravati University-Hindistan)  
Prof.Dr. Mitko KARADALEV (Ss.Cyryl and Methodius Univ.-Macedonia)  
Prof.Dr. Rasime DEMİREL(Eşkişehir Teknik Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Sevda KIRBAĞ (Fırat Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Şule ÖZTÜRK (Uludağ Üniv.- Türkiye)  
Prof.Dr. Vasył P. HELUTA (M.G.Kholodny Botany Institute Mycology,Kiev, Ukrayna)  
Prof.Dr. Yusufjon GAFFOROV (Academy of Sciences of Uzbekistan- Özbekistan)  
Prof.Dr. Younes REZAAE DANESH (Urmia Üniv.-İran)  
Doç.Dr. Beata ZİMOWSKA (University of Life Sciences- Polonya)  
Doç.Dr. Hossein ZARRINFAR(Mashhad Üniv-İran)



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

**Mantar Dergisi**  
**The Journal of Fungus**

**e-ISSN 2147-6845**  
**Ekim 2024 / Cilt:15/ Sayı:2**  
**October 2024 / Volume:15 / Issue:2**



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ  
YAYINLARI  
SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

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

Prof.Dr. Abdullah KAYA
Prof.Dr. Ahmet UYSAL
Prof.Dr. Aycan TOSUNOĞLU
Prof.Dr. Celaleddin ÖZTÜRK
Prof.Dr. Hacı Halil BIYIK
Prof.Dr. Hasan AKGÜL
Prof.Dr. Ilgaz AKATA
Prof.Dr. Mehmet Cengiz BALOĞLU
Prof.Dr. Mehtap AKIN
Prof.Dr. Yusuf UZUN
Doç.Dr. Aytaç KOCABAŞ
Doç.Dr. Burcu BAŞARAN
Doç.Dr. Hakan ALLI
Doç.Dr. Mustafa SEVİNDİK
Doç.Dr. Sinan AKTAŞ
Dr.Ö.Üyesi Mustafa Emre AKÇAY
Dr.Ö.Üyesi Sinan ALKAN

## İÇİNDEKİLER/ CONSTENS

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES

- Evaluation of Antibiofilm, Antimicrobial, Cytotoxic and Antioxidant Effects of Some Wild Mushroom Species.....60  
Bazı Doğal Mantar Türlerinin Antibiyofilm, Antimikrobiyal, Sitotoksik ve Antioksidan Etkilerinin Değerlendirilmesi  
Hakan IŞIK, Ceylan HEPOKUR, Uğur TUTAR, Emine DİNÇER
- 
- Two New Records from Türkiye with Morphological and Molecular Evaluations: *Gymnopus aquosus* and *Inocybe subporospora*.....70  
Morfolojik ve Moleküler Değerlendirmelerle Türkiye'den İki Yeni Kayıt: *Gymnopus aquosus* ve *Inocybe subporospora*  
Hakan ALLI, İsmail ŞEN, Ezgin TIRPAN, Bekir ÇÖL
- 
- Ramaria aurea* Ekstraktlarının Anti-MRSA ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi.....79  
Determination of Anti-MRSA and Antimicrobial Activity of *Ramaria aurea* Extracts  
Erdoğan GÜNEŞ, Sinan ALKAN
- 
- Armutlu (Yalova) Yöresinin Ekonomik Değere Sahip Makromantarları.....87  
Economically Valueable Mushrooms Of Armutlu (Yalova)  
Selime Semra EROL, Hakan ALLI
- 
- Morphological and Molecular Identification of *Sepultariella semi-immersa*:  
New Locality Record for Türkiye.....94  
*Sepultariella semiimmersa* 'nın Morfolojik ve Moleküler Tanımlaması: Türkiye için Yeni Lokalite Kaydı  
İsmail ACAR, Halide KARABIYIK, Gülçin ÖZCAN ATEŞ
- 
- Kırklareli İli'nden Toplanan Bazı Yenen Mantarlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi.....103  
Determination of Antimicrobial Activities of Some Edible Mushrooms Collected from Kırklareli Province  
Ahmet Oğuz ÖNAY, Erdoğan GÜNEŞ
- 
- Determination of Some Fungal Spores in the Atmosphere of Iğdır and Comparison with Meteorological Factors.....110  
Iğdır Atmosferindeki Bazı Mantar Sporlarının Belirlenmesi ve Meteorolojik Faktörlerle Karşılaştırılması  
Mustafa Kemal ALTUNOĞLU, Baykan ATAŞ
- 
- Mucronella*, A New Genus Record from Türkiye.....124  
*Mucronella*, Türkiye'den Yeni Bir Cins Kaydı  
Faruk YEŞİLYURT, Yakup KARADUMAN, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- 
- Neocucurbitaria rhamnocola*: Türkiye İçin Yeni Bir Makromantar Kaydı.....128  
*Neocucurbitaria rhamnocola*: A New Macrofungus Record for Türkiye  
Sedat KESİCİ, Cemil SADULLAHOĞLU, Mustafa Emre AKÇAY, Yusuf UZUN
- 
- Mantardan Deri Görünümlü Sürdürülebilir Yenilikçi Yüzey Oluşturma; "Fomes fomentarius".....132  
Creating A Sustainable Innovative Surface With A Leather Look From Fungi: "Fomes fomentarius"  
Yasemin KOPARAN, Sinan ALKAN, Hatice HARMANKAYA



**This article is cited as follows:** Işık H., Hepokur C., Tutar U., Dinçer E. (2024). Evaluation of Antibiofilm, Antimicrobial, Cytotoxic and Antioxidant Effects of Some Wild Mushroom Species, *Mantar Dergisi*, 15(2), 60-69.

Geliş(Received) :21.04.2024

Kabul(Accepted) :23.05.2024

Research Article

Doi: 10.30708/mantar.1469051

## Evaluation of Antibiofilm, Antimicrobial, Cytotoxic and Antioxidant Effects of Some Wild Mushroom Species


Hakan IŞIK<sup>1\*</sup>, Ceylan HEPOKUR<sup>2</sup>, Uğur TUTAR<sup>3</sup>, Emine DİNÇER<sup>4</sup>

\*Corresponding Author: hakanbiyoloji@gmail.com


<sup>1</sup>Tokat M. Emin Saraç Anatolian Religious High School., Tokat, Türkiye

/ hakanbiyoloji@gmail.com 


<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Pharmacy, Department of Biochemistry, Sivas, Türkiye

/ cozsoy@cumhuriyet.edu.tr 

<sup>3</sup>Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany,

Sivas, Türkiye / ututar5@gmail.com 

<sup>4</sup>Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics,

Sivas, Türkiye / eminedincer26@gmail.com 

**Abstract:** In this study, ethanol extracts of some wild mushroom species, in the phylum *Basidiomycota*, (*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja, *Leucopaxillus gentianeus* (Quél.) Kotl. and *Trametes versicolor* (L.) Lloyd) were tested for their antioxidant, antimicrobial, antibiofilm, and cytotoxic activities. Mushroom samples showed low antimicrobial activity on *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*, while biofilm inhibitory activity on test microorganisms ranged from 24.6% to 80.5%. At the end of the antioxidant activity studies, *A. mellea* was the mushroom sample having the highest DPPH radical scavenging capacity (0.105±0.001 mg/mL) whereas *T. versicolor* was the one having the highest iron (III) ion reducing power (40.709±0.003 µg TE/100g). The highest polyphenol content was observed in *T. versicolor* (29.916±0.002 mg GAE/100g) samples, and the lowest in *A. mellea* (9.5±0.006 mg GAE/100g) samples. The cytotoxic effects of the samples were tested on MCF-7, MDA-MB-231 (breast cancer) and L929 (mouse fibroblast) cell lines using the MTT method. As a result, it was observed that *A. mellea* and *T. versicolor* samples were more effective on the MCF-7 cell line, and *A. mellea* on MDA-MB-231 cell line.

**Keywords:** *Basidiomycota*, Bioactivity, Nutraceutical foods, Medicinal mushrooms

### Bazı Doğal Mantar Türlerinin Antibiyofilm, Antimikrobiyal, Sitotoksik ve Antioksidan Etkilerinin Değerlendirilmesi

**Öz:** Bu çalışmada *Basidiomycota* şubesinde yer alan bazı doğal mantar türlerinin (*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja, *Leucopaxillus gentianeus* (Quél.) Kotl. ve *Trametes versicolor* (L.) Lloyd) etanol ekstraktları, antioksidan, antimikrobiyal, antibiyofilm ve sitotoksik aktiviteleri açısından test edildi. Mantar örnekleri *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde düşük antimikrobiyal aktivite gösterirken, test mikroorganizmaları üzerinde %24.6 ile %80.5 arasında değişen biyofilm önleyici aktivite gösterdi. Antioksidan aktivite çalışmaları sonucunda, *A. mellea* en yüksek DPPH radikal temizleme kapasitesine (0.105±0.001 mg/mL), *T. versicolor* ise en yüksek demir (III) iyonu indirgeme gücüne (40.709± 0.003 µg TE/100g) sahip mantar türü olmuştur. En yüksek polifenol içeriği *T. versicolor* (29,916±0,002 mg GAE/100g) örneklerinde, en düşük ise *A. mellea* (9,5±0,006 mg GAE/100g) örneklerinde gözlemlendi. Örneklerin sitotoksik etkileri MCF-7, MDA MB-



CC BY 4.0 Uluslararası Lisansı altında lisanslanmıştır / Licensed under the CC BY 4.0 International License. Atıflamada APA stili kullanılmıştır, iThenticate ile taranmıştır./ APA style was used in citation, plagiarism was checked with iThenticate.

231 (meme kanseri) ve L929 (fare fibroblast) hücre hatlarında MTT yöntemi kullanılarak test edildi. Sonuç olarak *A. mellea* ve *T. versicolor* örneklerinin MCF-7 hücre hattında, *A. mellea*'nın MDA-MB-231 hücre hattında daha etkili olduğu görüldü.

**Anahtar kelimeler:** *Basidiomycota*, Biyoaktivite, Nutrasötik gıdalar, Tıbbi mantarlar

### Introduction

Medicinal mushrooms are macroscopic fungal organisms used in different ways (such as powder and extract) for various purposes, not only as natural food sources but also for various purposes such as protection from diseases, alleviation of disease process or healing of diseases and taxonomically found in *Basidiomycota* and *Ascomycota* divisions (Chang and Miles, 1992; Phillips 1981; Lindequist et al., 2014). In the past, mushrooms were widely used in Asian countries (such as China, and Japan) for their various medicinal effects, but today it has spread all over the world and their importance has gradually increased especially in Western countries (Lindequist et al., 2005). These organisms, which are not delicious and nutritious food, have also been a significant resource of medicine for the people who collect and consume them (Eraslan et al., 2021).

Mushrooms have been preferred as nutraceutical dietary promoters or functional foods due to their high protein, vitamin, fibre, mineral content and, on the contrary, low calorie and cholesterol content in recent years (Lindequist et al., 2014; Waktola and Temesgen, 2018). The results of the studies have shown that about 200 mushroom species have medicinal properties (Chang, 1996). It is estimated that primary and secondary metabolites (such as polysaccharides, polysaccharide-protein complexes, proteoglycans, peptides, phenolic compounds, lectins, steroids and terpenes) obtained from medicinal mushrooms have approximately 130 medicinal activities (Alves et al., 2012; Eraslan et al., 2021; Chugh et al., 2022). Antidiabetic, anti-inflammatory, antioxidant, antiviral, antibacterial, antifungal, cholesterol and lipid reducing, wound healing, hepatoprotective, immunomodulatory and antitumor can be given as examples for these biological activities that metabolites of fungal origin show (Wasser, 2010; Eraslan et al., 2021; Chugh et al., 2022).

*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. is a plant pathogen that is commonly seen in coniferous, deciduous and mixed forests and infects many plant species causing root rot in them. Basidiocarps are edible, but they can cause stomach problems after eating (Muszyńska et al., 2011; Kalu et al., 2022). Researchers have reported that some water-soluble polysaccharides (AMP) and some other substances (such as armillarikin, and armillaridine) obtained from this fungus have cytotoxic effects on different cancer cells (Wu et al.,

2012; Chen et al., 2016). In addition, it has been detected that some sesquiterpene-class compounds (4-O-methylmelleolide, judeol, melleolide) and armillaric acid, and it has antimicrobial effects (Donnelly et al., 1985; Obuchi et al., 1990). *Infundibulicybe geotropica* (Bull.) Harmaja, an edible macrofungus species, develops by forming ring-shaped associations in grassy areas of deciduous or mixed forests usually in autumn (Phillips, 1981). It has been determined by studies that it has antioxidant, antigenotoxic, neuroprotective, antimicrobial (Altinsoy et al., 2017; Kosanić et al., 2020; Sevindik et al., 2020). L-amino acid oxidases obtained from this mushroom have been shown to have cytotoxic activity (Pišlar et al., 2016). *Leucopaxillus gentianeus* (Qué.) Kotl. is a bitter-tasting inedible macrofungus grown under trees in coniferous or deciduous forests (Moser, 1983). Cucurbitacin, a triterpene isolated from this mushroom, has many bioactive properties such as antimicrobial, antioxidant and antitumor (Kanani and Pandya, 2023; Delgado-Tiburcio et al., 2022). Medicinal mushroom *Trametes versicolor* (L.) Lloyd is an inedible macrofungus with wavy margins and fan-shaped sessile basidiocarps that grow in rows on dead stumps, trunks and branches of broadleaf rarely coniferous trees. There are concentric zones of different colours on the basidiocarps and the lower surface is porous (Jordan, 1995; Cui and Chisti, 2003). The high bioactivity of the polysaccharides (polysaccharide krestin, exopolysaccharides, polysaccharide peptide) obtained from this mushroom has attracted the attention of researchers and has been proven to have antiviral antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory and antitumor properties (Akagi and Baba, 2010; Sun et al., 2014; Duvnjak et al. 2016). Our aim in the present study is to reveal in vitro some biological activities of *A. mellea*, *I. geotropica*, *L. gentianeus* and *T. versicolor* species collected from their natural habitats and to contribute to the studies on this subject.

### Material and Method Mushroom samples

Mushroom samples that constitute our study material [*A. mellea* (Turkish name: Bal mantarı), *I. geotropica* (Turkish name: Etçe), *L. gentianeus* (Turkish name: Boz hunişapka) and *T. versicolor* (Turkish name: Hindikuyruğu)] were collected while in regular field trips in Tokat province (Türkiye) (Sesli et al., 2020). The

mushroom samples were photographed in the field, then they were brought to the laboratory environment by wrapping them in separate paper packages without being damaged. Using data collected from the field and microscopic features revealed as a result of laboratory studies, the samples were diagnosed by Dr. Hakan Işık. The samples were dried with the help of a fan heater (Kumtel LX-6335 2000 W) at approximately 50°C and stored in polyethylene bags for further studies.

#### Extraction procedure

In this study, the methods applied by Barros et al. (2007) and Redfern et al. (2014) was changed and used in the extraction processes. The identified dry samples were powdered separately and the extraction process of the samples was performed for 24 hours in 400 mL absolute ethyl alcohol using the soxhlet. Then, the solvent was removed at 40°C with the help of an evaporator and a dry-pure substance was obtained. To prepare the main stock, 0.2 g of dry pure substance was taken and redissolved in ethanol (10 mL). The prepared solution was sterilized using a 0.22 µm diameter syringe filter and kept at -20°C until the bioactivity analysis. The rest of the pure substance was stored at +4°C.

#### Antimicrobial Activity

In-vitro antimicrobial activity analyses of ethanol extracts of mushroom samples were carried out making use of the micro-broth dilution method. *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (two gram-negative bacteria), *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 and *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 (two gram-positive bacteria) and *Candida albicans* ATCC 10231 (a yeast fungus) were selected as indicator microorganisms. Serial dilutions of sample extracts varying in the density range of 1000 – 31.25 µg/mL were made in MHB (Müller Hilton Broth). Then, 100 µL was taken from each of them and transferred to ELISA multi-well plates. The density of indicator microorganisms grown in 10 mL MHB medium for 16-24 hours in a shaker incubator was adjusted to 1.5 x 10<sup>8</sup> CFU/mL according to McFarland standard (No: 0.5). After dilution of 1/100 of the prepared bacterial and yeast suspensions, 100 µL was transferred to the wells. Plates were kept in an incubator at 30°C for 48 h for indicator yeasts and at 37°C for 24 h for indicator bacteria. At the end of the incubation, measuring the absorbance value was performed at 600 nm by BMG LABTECH's ultra-fast UV/vis spectrophotometer (SPECTROstar Nano, Germany) and the minimum inhibitory concentrations (MIC) values were determined. In the analyses positive control dilutions were prepared of antibiotics (Fluconazole and Ciprofloxacin) whose effective on indicator microorganisms was utilized, and as negative control 200 µL of indicator bacteria and yeast solution was utilized.

All analyses were performed according to CLSI guidelines (The Clinical & Laboratory Standards Institute) (Balouiri et al. 2016).

#### Antibiofilm activity

For biofilm analysis in the present study, the method proposed by Christensen et al. (1982, 1985) was used with slight modification. As indicator pathogen microorganisms *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 and *Candida albicans* ATCC 10231 were used. Firstly, pathogenic microorganisms were grown in MHB medium, then taken into Tryptic Soy Broth (TSB) medium including 2% dextrose (glucose) and incubated overnight at 37°C. In microplate wells, 100 µL of pathogenic microorganism suspension whose densities were adjusted by comparing with 0.5 McFarland standard and 100 µL of extracts prepared in six several densities in the range of 500-15.62 µg/mL in TSB was added. Following 24 hours of incubation at 37°C, the medium in the wells was poured, and sterile PBS (phosphate-buffered saline) solution was used to clear the planktonic cells from the plates. Then the plates were left at room temperature for 2 hours to dry and painted for 15 minutes with 200 µL crystal violet solution (1%). Following they were washed 3 times with PBS solution to clean the paint that did not adhere to the analysis. At last, methanol/acetone (80/20) solution was transferred to the microplates to dissolve the crystal violet. OD (optical density) was measured at 595 nm using ELISA microplate reader BMG LABTECH's ultra-fast UV/vis spectrophotometer (SPECTROstar Nano, Germany). In the analyses, negative control microorganism suspensions (200 µL) and positive control TSB including 2% glucose were used. The analyses were performed 3 times and the mean of the values were calculated. % BIC (biofilm inhibition concentration) was computed using the formula  $[BIC: OD_{\text{negative control}} - OD_{\text{experimental group}} \times 100 / OD_{\text{negative control}}]$ .

#### Cytotoxic Activity

##### Cell Culture

In our study, human breast cancer cell lines (MDA-MB-231, MCF-7) and healthy mouse fibroblast cell lines (L929) were used. Cell lines in the study were purchased from ATCC (American Type Culture Collection). DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium High Glucose-Gibco) with L-glutamine was used as the medium for cell proliferation. Then, penicillin-streptomycin (1%) and 10% FBS (fetal bovine serum) (Sigma) were added to the medium. Cells were grown in this prepared medium in an incubation medium containing 95% humidity, 5% CO<sub>2</sub> and 37°C.



### MTT Analysis

The cytotoxic effect of mushroom extracts was determined using the MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltiazilium bromide) method (Danışman Kalındemirtaş et al., 2021). For this purpose, serial dilutions of the extracts at seven various concentrations (2.5, 5, 10, 20, 40, 80, 100 µg/mL) were prepared. MTT is the formazone salt used for the determination of cell viability. Cells were seeded into the wells of ELISA plates at  $1 \times 10^5$ /mL cells. After the mushroom extract was applied to the cells, it was kept in the incubator for 24 hours. After incubation, 50 µL MTT solution (5 mg MTT/1 mL PBS) was added to each well. After the incubation period was completed, the MTT solution was removed by aspiration method. Dimethyl sulfoxide (DMSO) was transferred to the wells. Then plates were kept in incubation for 2 hours to dissolve the formazan crystals formed. Cell viability analysis was measured at a wavelength of 545 nm. Each experimental group was tested three times and the average value was determined. As a positive control, Cis-platinum was used and the selectivity index was determined with the formula:  $IC_{50}$  of healthy cell line/ $IC_{50}$  of cancer cell line ( $IC_{50}$ : the half-maximal inhibitory concentration).

### Antioxidant Activity Tests

#### Total Polyphenolic Content (TPC)

Total Polyphenolic Content (TPC) of sample extracts was determined by changing the Folin-Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965). This method is based on phosphotungstic acid reduction reaction in the basic solution. To determine the total amount of phenolic substances, 623.5 µL of 1:10 Folin & Ciocalteu reagent (phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents) and 12.5 µL of the mushroom samples (concentration 1 mg/mL) were transferred to the tubes and mixed by vortex. After waiting for a few minutes, 125 µL of 20%  $Na_2CO_3$  solution was added to the mixture and vortexed again. The final mixture obtained was kept for 30 minutes in a dark environment at room temperature and absorbance was read at 700 nm wavelength using BMG LABTECH's ultra-fast UV/vis spectrophotometer (SPECTROstar Nano, Germany). A gallic acid (used as a positive control) standard graph was created according to the absorbances obtained. The results in the study were given as mg gallic acid equivalents (GAE)/100g dried sample.

#### Determination of Radical Scavenging Activity

The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity method is the most widely used method among the antioxidant activity determination

methods. In this study, the DPPH radical scavenging capacity of mushroom extracts was tested by changing the method proposed by Blois (1958). 3.94 mg DPPH was prepared in ethyl alcohol/100 mL. A determined amount (1-1000 µg/mL) was taken from the stock solutions of the samples, 1 millilitre of DPPH was added, and ethyl alcohol was added until the volume of the sample in the tube was 4 mL. After vortexing, it was left to incubate for 50 minutes. After incubation, the absorbance value of each sample was measured at 517 nanometers with a spectrophotometer. Ascorbic acid, a natural antioxidant, was used as a positive control to compare the results. Free radical scavenging activities (RSA) by determining the absorbance values of the extracts

$$[(OD_{\text{negative control}} - OD_{\text{experimental group}}) / OD_{\text{negative control}}] \times 100$$
 calculated with the formula.

From the graph drawn with the % inhibition values calculated against the antioxidant concentrations fifty antioxidant concentrations causing inhibition ( $IC_{50}$ ) were calculated.

#### Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)

Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) analyzes of ethanolic extracts of the mushrooms were made by changing the method of Benzie and Strain (1996), and (Harris, 1992). Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) was utilised as a positive control. 100 µL of stock solution was taken and the volume was completed to 1.25 mL with phosphate buffer (0.2M, pH=6.6), then 1.25 mL of potassium ferric cyanide [ $K_3Fe(CN)_6$ ] (1%) was transferred. This mixture was incubated at 50°C for 20 minutes. After incubation, TCA (1.25 mL, 10%) and  $FeCl_3$  (0.25 mL, 0.1%) were added to this mixture. The absorbance of the resulting mixture was recorded at 700 nm. The results were given as µg Trolox equivalents (TE)/100g dried sample.

### Results and Discussions

#### Antimicrobial Activity

In the study, antimicrobial activities of the extracts obtained from wild mushroom species were analyzed against 5 different microorganisms with the broth microdilution method. It was observed that none of the extracts showed effectiveness on *P. aeruginosa* and *E. coli*. On the other hand, it was observed that the extracts obtained from *A. mellea*, *I. geotropa* and *L. gentianeus* had a low effect on *S. aureus*. In addition, *A. mellea* and *T. versicolor* extracts were found to be slightly effective on *C. albicans* (Table1).

Table 1. MIC values of macrofungi samples against indicator microorganisms ( $\mu\text{g/mL}$ )

	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>S. aureus</i> ATCC 29213	<i>C. albicans</i> ATCC 10231
<i>A. mellea</i>	500	250	500	125	250
<i>I. geotropa</i>	500	250	500	125	500
<i>L. gentianeus</i>	500	250	500	125	500
<i>T. versicolor</i>	500	250	500	250	250
Ciprofloxacin	< 1.9	< 1.9	< 1.9	< 1.9	
Fluconazole					< 1.9

The literature and our results show similarity Yamaç and Bilgili (2006) determined that *A. mellea* and *I. geotropa* extracts were less effective on *S. aureus*.

Dundar et al. (2016) determined that methanol extracts of *A. mellea* were not effective on *S. aureus* and *P. aeruginosa*, but showed low activity on *E. coli*. Giri et al. (2012) reported that methanol extracts of *A. mellea* had little effect on *E. coli* and *S. aureus*, but were ineffective against *P. aeruginosa* and *C. albicans*. In another study, the extract obtained from the mycelia of *A. mellea* showed antimicrobial effect on *E. coli* and *S. aureus*, but it did not show sufficient efficacy on *C. albicans* (Barranco et al., 2010). Previous studies have shown that some sesquiterpene-class compounds (such as 4-O-methylmelleolide, judeol, melleolide) and armillaric acid isolated from *A. mellea* have antibacterial and antifungal effects (Donnelly et al., 1985; Obuchi et al., 1990). Dizeci et al. (2021) determined that *I. geotropa* extract was effective on *E. faecalis*. Altuner and Akata (2010) found that *I. geotropa* extract was effective against *P. aeruginosa*. However, it had no effect on *C. albicans* and *E. coli*. Sterniša et al. (2022) reported that the L-amino acid oxidase activity in *I. geotropa* has antimicrobial and antibiofilm activity. In a different study, methanol and dichloromethane extracts prepared from *L. gentianeus* showed varying degrees of activity on some bacteria and yeasts (Sevindik, 2021). In a way that supports this, some researchers have reported various biological activity of Cucurbitacin isolated from *L. gentianeus* (Clericuzio et al., 2004; Kanani and Pandya, 2023). In our study, ethanol extracts obtained from *T.*

*versicolor* showed little effect on *E. faecalis*, *S. aureus* and *C. albicans*, but did not show antimicrobial effect on *P. aeruginosa* and *E. coli*. Ozgor et al. (2016) determined that different extracts of *T. versicolor* were effective on *P. aeruginosa*, *E. coli*, *E. faecalis*, *S. aureus* and *C. albicans* with zone diameters ranging from 5 to 10.33 mm. In addition, another study shows that *T. versicolor* has different degrees of antimicrobial activity on *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. faecalis* and *C. albicans* strains (Kaplan et al., 2021).

Polysaccharide-peptide complexes, polysaccharide crestin (PSK), polyphenols and terpenoids produced by *T. versicolor* have been revealed to have antimicrobial activity on various pathogens (Matijašević et al., 2016).

#### Antibiofilm activities

In this study, the biofilm inhibitory effects of macrofungi collected from their natural habitats on some gram positive (*S. aureus*, *E. faecalis*) bacteria and gram negative (*E. coli*, *P. aeruginosa*) and *C. albicans* were tested. According to the results of the study, it was observed that the macrofungi samples had varying degrees of antibiofilm effects on microorganisms. *L. gentianeus* extract had the lowest activity on *E. faecalis* (24.6%), while *I. geotropa* extract had the highest activity on *E. coli* (80.5%).

In addition, it was observed that *A. mellea* and *T. versicolor* were not effective on *C. albicans* and *E. faecalis*, and *I. geotropa* on *E. faecalis*, *P. aeruginosa* and *C. albicans*. *L. gentianeus* was not effective only on *C. albicans* strains (Table 2).

Table 2. Anti-biofilm activity of mushroom ethanolic extracts [concentration ( $\mu\text{g/mL}$ , A) and biofilm inhibition concentration (% BIC)]

	<i>E. coli</i> ATCC 25922		<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853		<i>S. aureus</i> ATCC 29213		<i>E. faecalis</i> ATCC 29212		<i>C. albicans</i> ATCC 10231	
	A ( $\mu\text{g/mL}$ )	BIC (%)	A ( $\mu\text{g/mL}$ )	BIC (%)	A ( $\mu\text{g/mL}$ )	BIC (%)	A ( $\mu\text{g/mL}$ )	BIC (%)	A ( $\mu\text{g/mL}$ )	BIC (%)
<i>A. mellea</i>	125	75.6	125	78.04	500	70.7	-	-	-	-
<i>I. geotropa</i>	500	80.5	-	-	250	54.2	-	-	-	-
<i>L. gentianeus</i>	250	79.7	250	71.1	250	67.5	250	24.6	-	-
<i>T. versicolor</i>	250	46.8	250	78.1	500	27.1	-	-	-	-

Studies by other researchers on the antibiofilm activities of mushrooms are very limited. In recent years, some researchers have reported that mushrooms have a significant antibiofilm activity. Dizeci et al. (2021), similar to our study, found that extracts of *I. geotropa* exhibited biofilm inhibitory activity against *E. coli*. However, while their study detected activity against *P. aeruginosa*, our study did not observe this effect. Sterniša et al. (2022) determined that *I. geotropa* extracts had antibiofilm activity on *Salmonella infantis*.

#### Antioxidant Activity

Antioxidant activities of macrofungi samples were determined using the methods of TPC, DPPH radical scavenging activity and FRAP analysis. The results are shown in Table 3.

In the FRAP analysis of mushroom extracts, the graph equation obtained according to the calibration curve was found as ( $y = 0.0031x - 0.0012$ ,  $R^2 = 0.9999$ ) and the amount of iron reducing power in the extracts was calculated as equivalent to trolox. As a result of the analysis of mushroom samples, the ferric reducing power was observed to be the highest in *T. versicolor* extracts. When the results obtained in the study were compared with the literature, it was seen that the reducing power of *I. geotropa* and *L. gentianeus* was compatible with the literature (Kolaylı et al., 2012; Barros et al., 2007), while the reducing power of *A. mellea* was lower than expected (Dündar et al., 2016; Popescu et al., 2016). When the antioxidant properties of the mushroom samples used in the study were assessed in terms of their radical scavenging effects, it was determined that the species with the strongest antioxidant properties was *A. mellea* with an  $IC_{50}$  value of 0.105 mg/mL. When compared with different studies, it was observed that the radical scavenging effect of *A. mellea* samples was stronger than the samples in the literature (Lung and Chang, 2011; Dündar et al., 2016; Aytar et al., 2020). The results obtained for *L. gentianeus* and *T. versicolor* species were found to be compatible with the literature (Tel et al., 2013; Herawati et al., 2021). Phenolic compounds that have antioxidant properties with metal chelating and free radical capture properties are considered to be the most important group of water-soluble antioxidants. In this sense, the total phenolic content of mushroom samples was determined in this study. In our study, the graph equation obtained according to the calibration curve was found as ( $y = 0.0012x + 0.0726$ ,  $R^2 = 0.9997$ ) and the total

quantity of phenolic substances contained in the mushroom samples was calculated in terms of gallic acid. As a result, it was observed that the species with the highest polyphenol content was *T. versicolor*. While the total phenolic content of *A. mellea* species was found to be quite low (Aytar et al., 2020; Lung and Chang, 2011), it was seen to support the literature (Wang and Xu, 2014). In the study, the total amount of phenolic substances determined for *L. gentianeus* and *T. versicolor* was found to be compatible with the literature.

Table 3. Antioxidant activity values of mushroom ethanolic extracts

	TPC (mg GAE/100g)	DPPH ( $IC_{50}$ mg/mL)	FRAP ( $\mu$ g TE/100g)
1.	9.5 $\pm$ 0.006	0.105 $\pm$ 0.001	21.032 $\pm$ 0.005
2.	13.666 $\pm$ 0.001	0.170 $\pm$ 0.002	12.967 $\pm$ 0.003
3.	4.083 $\pm$ 0.002	0.237 $\pm$ 0.001	23.72 $\pm$ 0.006
4.	29.916 $\pm$ 0.002	0.363 $\pm$ 0.004	40.709 $\pm$ 0.003
5.		0.004 $\pm$ 0.000	

1. *A. mellea* 2. *I. geotropa* 3. *L. gentianeus* 4. *T. versicolor* 5. Ascorbic acid

Antioxidant activity is one of the most important activities that mushrooms have shown. The content of secondary metabolites in the extracts and environmental conditions affecting the manufacture of secondary metabolites determine the power of antioxidant activity. For example, stressful environments increase antioxidant activity (Wardani et al., 2020; Lung and Chang, 2011).

Ascorbic acid,  $\beta$ -carotene, flavonoids and phenolic acids obtained from *A. mellea* are chemicals with antioxidant properties (Lung and Chang, 2011). Phenolic substances (for example catechin, coumaric acid, chlorogenic acid etc.) obtained from *I. geotropa* and phenolic compounds (for example phenolic acids, gallic acid, catechin, chlorogenic acid etc.) obtained from *L. gentianeus* have antioxidant activity (Sevindik et al. 2020; Sevindik, 2021). Substances such as flavonoids, triterpenoids, saponins, tannins, and coumarin isolated by *T. versicolor* show antioxidant activity (Herawati et al. 2021).

#### Cytotoxic Analysis

In our study, the antiproliferative properties of mushroom extracts on breast cancer cell lines were investigated (Table 4). Cell viability was determined by MTT analysis. The second most common cancer in the world is breast cancer. It ranks first among cancer types seen in women with 25% in terms of incidence (Ferlay et al., 2015).

Table 4. Cytotoxic effect values of mushroom extracts on cell lines in vitro (IC<sub>50</sub>)

	MDA-MB-231	MCF-7	L929	Selectivity Index/MCF	Selectivity Index/MDA
<i>A. mellea</i>	24.56±1.85	20.73±0.56	51.93±1.93	2.11	2.51
<i>I. geotropa</i>	22.75±1.86	33.74±1.05	36.84±2.02	1.62	1.09
<i>L. gentianeus</i>	26.25±1.56	26.96±1.15	54.02±1.83	2.06	2.00
<i>T. versicolor</i>	23.73±0.47	24.50±0.67	50.03±1.78	2.11	2.04
cisplatin	10.39±0.64	8.03±0.23	22.87±0.38	2.20	2.85

While MCF-7 cell line has estrogen receptors, MDA-MB-231 cell line does not estrogen receptors. Therefore, these two cancer cell lines were preferred in this study. Since many polysaccharides, extracted from fungi show antitumor and immunostimulatory activities, research continues to explore the antitumor potential of various mushroom species (De Silva et al., 2013; Poyraz et al., 2015).

Wu et al. (2012) according to the study; they isolated a polysaccharide called AMP from *Armillaria mellea*. They demonstrated that AMP showed antiproliferative properties in A549 cells by activating the pathways of caspase-3 and caspase-9. Chen et al. (2016) found that the armillarikin substance isolated from *A. mellea* had a cytotoxic effect on human hepatocellular carcinoma. In our study, although the selectivity indexes of *A. mellea* were not very different, it was found to have high antiproliferative properties on breast cancer cell lines.

Altinsoy et al. (2017) reported that while the methanolic extract of *C. geotropa* did not show any cytotoxic effect on the MDA-MB-231 cell line, a cytotoxic effect was observed in ethanol. Toxicity varied depending on the concentration. In our present study, we determined that the ethanolic extracts of *C. geotropa* had cytotoxic activity in the MDA-MB-231 cell line.

In the study conducted by Sevindik (2021), it was observed that *L. gentianeus* extracts had a cytotoxic effect on the A549 (lung cancer) cell line. In our study, we observed a cytotoxic effect on the breast cancer cell line. The selectivity indexes were found to be high, around 2.

In our literature study, it was seen that the antitumor activity of *T. versicolor* mushroom extract was studied the most among our samples. It has been observed that the antitumor effect of polysaccharides in this mushroom species is high. In general, this mushroom extract inhibits p53 protein expression which is a breast cancer-associated protein. Therefore, the extracts of *T. versicolor* have a high cytotoxic effect on breast cancer cell lines (Chauhan et al., 2019). In a study on human breast cancer cell lines, it was determined that *T. versicolor* extracts had antitumor activity on cell lines without estrogen receptors (BT-20 and MDA-MB-231) and on cell lines with estrogen receptors (MCF-7 and T-

47D). It was determined that the extracts significantly inhibited the proliferation of MDA-MB-231, MCF-7 and T47D cells depending on the dose, but there was no significant growth suppression in BT-20 cells (Ho et al., 2005). Our study also supported the literature.

While *A. mellea* showed selectivity on MCF-7 cells, *I. geotropa* and *T. versicolor* on MDA-MB-231 cells, *L. gentianeus* did not show selectivity on either cell line. The selectivity index is calculated by dividing the healthy cell IC<sub>50</sub> value by the cancer cell IC<sub>50</sub> value. A high selectivity index (especially >3) is a very important feature for molecules that can be drug candidates. Because one of the most important side effects of chemotherapeutic agents used today is to kill healthy cells as well as cancerous cells (Nurgali et al., 2018). A low IC<sub>50</sub> value indicates high cytotoxic activity. The lowest IC<sub>50</sub> value was found in *A. mellea* on the MCF-7 cell line. All mushroom extracts showed lower cytotoxic activity than cisplatin after 24 hours of incubation. However, it is known that plant extracts show high cytotoxic activity when the IC<sub>50</sub> value is below IC<sub>50</sub>≤30 (Shawkey et al., 2013). Therefore, all fungi used in our study showed high cytotoxic activity.

## Conclusions

Today natural mushrooms seem to be an important alternative functional foodstuff to increase the diversity of nutrients at the point of meeting the increasing nutritional needs with the rapid increase in the human population. Mushrooms were used for medicinal purposes only in narrow areas (such as far eastern countries) apart from using them widely as food in ancient times. Recent studies on the detection of bioactive compounds produced by mushrooms have increased. Thanks to the protective, supportive or therapeutic effects of these discovered chemicals, they attract attention in the field of medicine and biopharmaceuticals and bioactivity studies conducted thanks to newly discovered species, which continue to increase. As in the studies in the literature, the results of our study demonstrated that the mushrooms we tested (*A. mellea*, *I. geotropa*, *L. gentianeus* and *T. versicolor*) have various bioactivity at different degrees too. Edible mushrooms such as *A. mellea* and *I. geotropa* can be consumed directly while inedible mushrooms such

as *T. versicolor* can be consumed in forms such as extracts, capsules or tea. Primary and secondary metabolites obtained from these organisms can be a solution to problems such as the resistance of pathogenic microorganisms to semi-synthetic or synthetic drugs and the high costs of drugs used in cancer treatment. There is a need for extensive studies in terms of subjects such as the discovery of new metabolites with bioactive properties, their isolation, extraction of their chemical structures and their mechanisms of action.

#### Author contributions

All authors have equal contribution.

#### Conflicts of interest

The authors declare no competing interests.

**Ethical Statement:** It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited (Hakan IŞIK, Ceylan HEPOKUR, Uğur TUTAR, Emine DİNÇER)

#### Acknowledgement

We would like to thank Sivas Cumhuriyet University Scientific Research Projects (CUBAP) Coordination Unit for supporting our current study with the project number ECZ-076.

#### References

- Akagi, J., Baba, H. (2010). PSK may suppress CD57+ T cells to improve survival of advanced gastric cancer patients. *International Journal of Clinical Oncology*, 15, 145-152.
- Altınsoy, B., Konca, S.F., Aksu, H., Kurt, B., Allı, H. and Şakalar, Ç. (2017). Cytotoxic Activity of Two Extracts from The Mushroom *Clitocybe geotropa* in MDA-MB-231 Cell Line. *Journal of Health Sciences*, 26, 13-17.
- Altuner, E.M., Akata, I. (2010). Antimicrobial Activity of Some Macrofungi Extracts. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 45-49.
- Alves, M., Ferreira, I.F.R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A. and Pintado, M. (2012). A review on antimicrobial activity of mushroom (basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Planta Medica*, 78, 1707-1718.
- Aytar, E.C., Akata, I. and Açıık, L. (2020). Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Armillaria mellea* and *Macrolepiota procera* Extracts. *Mantar Dergisi*, 11(2), 121-128.
- Balouiri, M., Sadiki, M. and Ibensouda, S.K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71-79.
- Barranco, P.G., Ocanas, L.G., Cabrera, L.V., Mario, C., Carmona, S., Ocanas, F.G., Gomez, X.S. R. and Rangel, R.L. (2010). Evaluation of antioxidant, immunomodulating, cytotoxic and antimicrobial properties of different strains of Basidiomycetes from Northeastern Mexico. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(17), 1762-1769.
- Barros, L., Ferreira, M.J., Queirós, B., Ferreira, I.C.F.R. and Baptista, P. (2007). Total phenols, ascorbic acid,  $\beta$ -carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 103, 413-419.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200.
- Chang, R. (1996). Functional Properties of Edible Mushrooms. *Nutrition Reviews*, 54(11), 91-93.
- Chang, S.T., Miles, P.G. (1992). Mushrooms biology—a new discipline. *Mycologist*, 6, 64-65.
- Chen, Y.J., Chen, C.C. and Huang, H.L. (2016). Induction of Apoptosis by *Armillaria mellea* Constituent Armillarikin in Human Hepatocellular Carcinoma. *OncoTargets and Therapy*, 9, 4773-4783.
- Chauhan, P.S., Kumarasamy, M., Sosnik, A. and Danino, D. (2019). Enhanced Thermostability and Anticancer Activity in Breast Cancer Cells of Laccase Immobilized on Pluronic-stabilized Nanoparticles. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 11, 39436-39448.
- Chugh, R.M., Mittal, P., MP, N., Arora, T., Bhattacharya, T., Chopra, H., Cavalu, S. and Gautam, R.K. (2022). Fungal Mushrooms: A Natural Compound With Therapeutic Applications. *Frontiers Pharmacology*, 13, 925387.
- Christensen, G.D., Simpson, W.A., Bisno, A.L., Beachey, E.H. (1982). Adherence of slime-producing strains of *Staphylococcus epidermidis* to smooth surfaces. *Infection and Immunity*, 37(1), 318-326.
- Christensen, G.D., Simpson, W.A., Younger, J.J., Baddour, L.M., Barrett, F.F., Melton, D.M. and Beachey, E.H. (1985). Adherence of Coagulase-Negative Staphylococci to Plastic Tissue Culture Plates: A Quantitative Model for the Adherence of Staphylococci to Medical Devices. *Journal of Clinical Microbiology*, 22(6), 996-1006.
- Clericuzio, M., Mella, M., Vita-Finzi P., Zema, M. and Vidari G. (2004). Cucurbitane Triterpenoids from *Leucopaxillus gentianeus*. *Journal of Natural Products*, 67, 1823-1828.
- Cui, J., Chisti, Y. (2003). Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor*: physiological activity, uses, and production. *Biotechnology Advances*, 21, 109-122.
- Danişman Kalındemirtaş, F., Kariper, İ.A., Hepokur, C. and Erdem Kuruca, S. (2021). Selective Cytotoxicity of Paclitaxel Bonded Silver Nanoparticle on Different Cancer Cells. *The Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 61, 102265.
- De Silva, D.D., Rapior, S., Sudarman, E., Stadler, M., Xu, J., Alias, S.A. and Hyde, K.D. (2013). Bioactive metabolites from macrofungi: Ethnopharmacology, biological activities and chemistry. *Fungal Diversity*, 62, 1-40.

- Delgado-Tiburcio, E.E., Cadena-Iñiguez, J., Santiago-Osorio, E., Ruiz-Posadas, L.d.M., CastilloJuárez, I., Aguiñiga-Sánchez, I. and Soto-Hernández, M. (2022). Pharmacokinetics and Biological Activity of Cucurbitacins. *Pharmaceuticals*, 15, 1325.
- Dizeci, N., Onar, O., Karaca, B., Demirtas, N., Coleri Cihan, A. and Yıldırım, Ö. (2021). Comparison of The Chemical Composition and Biological Effects of *Clitocybe nebularis* and *Infundibulicybe geotropa*. *Mycologia*, 113(6), 1156-1168.
- Donnelly, D.M.X., Abe, F., Coveney, D., Fukuda, N. and Prangé, T. (1985). Antibacterial sesquiterpene aryl esters from *Armillaria mellea*. *Journal of Natural Products*, 48 (1), 10-16.
- Duvnjak, D., Pantić, M., Pavlović, V., Nedović, V., Lević, S., Matijašević, D., Sknepnek, A. and Nikšić, M. (2016). Advances in batch culture fermented *Coriolus versicolor* medicinal mushroom for the production of antibacterial compounds. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 34, 1-8.
- Dündar, A., Okumuş, V., Özdemir, S., Çelik, K.S., Boğa, M. and Özçağlı, E. (2016). Determination of cytotoxic, anticholinesterase, antioxidant and antimicrobial activities of some wild mushroom species. *Food Science & Technology*, 2, 1178060.
- Eraslan, E.C., Çirçirli, B., Özkan, A. and Akgül, H. (2021). Anticancer Mechanisms of Action of Macrofungus Extracts. *Eurasian Journal of Medical and Biological Sciences*, 1(2), 58-69.
- Ferlay, J., Soerjomataram, I., Dikshit, R., Eser, S., Mathers, C., Rebelo, M., Parkin, D.M., Forman D. and Bray, F. (2015). Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *International Journal of Cancer*, 136(5), E359-E386.
- Giri, S., Biswas, G., Pradhan, P., Mandal, S.C. and Acharya, K. (2012). Antimicrobial Activities of Basidiocarps Of Wild Edible Mushrooms Of West Bengal, India. *International Journal of PharmTech Research*, 4(4), 1554-1560.
- Harris, E.D. (1992). Regulation of antioxidant enzymes. *The FASEB Journal*, 6, 2675-2683.
- Herawati, E., Ramadhan, R., Ariyani, F., Marjenah., Kusuma, I.W., Suwinarti, W., Mardji, D., Amirta, R. and Arung, E.T. (2021). Phytochemical screening and antioxidant activity of wild mushrooms growing in tropical regions. *Biodiversitas*, 22(11), 4716-4721.
- Ho, C.Y., Kim, C.F., Leung, K.N., Fung, K-P., Tse, T.F., Chan, H. and Lau, C.B.S. (2005). Differential anti-tumor activity of *Coriolus versicolor* (Yunzhi) extract through p53-and/or Bcl-2-dependent apoptotic pathway in human breast cancer cells. *Cancer Biology & Therapy*, 4(6), 638-644.
- Jordan, M. (1995). *The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europe*. Frances Lincoln, 384 p., London.
- Kalu, A.U., Chinenye, O.A., Lydia, E.A. and Jude, O.U. (2022). In vitro antimicrobial activity of *Armillaria mellea* against pathogenic organisms. *International Journal of Biotechnology and Microbiology*, 4(1), 39-44.
- Kanani, S.H., Pandya, D.J. (2023). The phytochemical screening, total cucurbitacin content, and in vitro anti-breast cancer activity of *Leucopaxillus gentianeus* mushroom. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9, 49.
- Kaplan, Ö., Gökşen Tosun, N., Özgür, A., Tayhan, S.E., Bilgin, S., Türkekul, İ. and Gökçe, İ. (2021). Microwave-assisted green synthesis of silver nanoparticles using crude extracts of *Boletus edulis* and *Coriolus versicolor*: Characterization, anticancer, antimicrobial and wound healing activities. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 64, 102641.
- Kolaylı, S., Şahin, H., Aliyazıcıoğlu, R. and Sesli, E. (2012). Phenolic Components and Antioxidant Activity of Three Edible Wild Mushrooms From Trabzon, Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 48(1), 137-140.
- Kosanić, M., Petrović, N. and Stanojković, T. (2020). Bioactive properties of *Clitocybe geotropa* and *Clitocybe nebularis*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1046-1053.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H.J. and Jülich, W.Dieter. (2005). The Pharmacological Potential of Mushrooms. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2(3), 285-299.
- Lindequist, U., Kim, H.W., Tiralongo, E. and Van Griensven, L. (2014). Medicinal Mushrooms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 806180.
- Lung, M.Y., Chang, Y.C. (2011). Antioxidant Properties of the Edible Basidiomycete *Armillaria mellea* in Submerged Cultures. *International Journal of Molecular Sciences*, 12, 6367-6384.
- Matijašević, D., Pantić, M., Rašković, B., Pavlović, V., Duvnjak, D., Sknepnek, A. and Nikšić, M. (2016). The Antibacterial Activity of *Coriolus versicolor* Methanol Extract and Its Effect on Ultrastructural Changes of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteritidis*. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1226.
- Moser, M. (1983). *Keys to Agarics and Boleti*. Gustav Fischer Verlag, 535 p., Stuttgart.
- Muszyńska, B., Sułkowska-Ziaja, K., Wołkowska, M. and Ekiert, H. (2011). Chemical, Pharmacological, and Biological Characterization of the Culinary-Medicinal Honey Mushroom, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. (Agaricomycetideae): A Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 13(2), 167-175.
- Nurgali, K., Jagoe, T.R. and Abalo, R. (2018). Editorial: Adverse Effects of Cancer Chemotherapy: Anything New to Improve Tolerance and Reduce Sequelae? *Front Pharmacology*, 9, 245.
- Phillips, R. (1981). *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe*. Pan Books Ltd., 288p., London.
- Pišlar, A., Sabotič, J., Šlenc, J., Brzin, J. and Kos, J. (2016). Cytotoxic L-amino-acid oxidases from *Amanita phalloides* and *Clitocybe geotropa* induce caspase-dependent apoptosis. *Cell Death Discovery*, 2, 16021.

- Popescu, M.L., Costea, T., Nencu, I., Dutu, L.E. and Gîrd, C.E. (2016). Polyphenols Contents and Antioxidant Activity of Some Romanian Wild Mushrooms. *Farmacía*, 64(2), 231-236.
- Poyraz, B., Güneş, H., Tül, B. and Baş Sermenli, H. (2015). Antibacterial and Antitumor Activity of Crude Methanolic Extracts from Various Macrofungi Species. *Research Journal of Biological Sciences*, 8(1), 05-10.
- Redfern, J., Kinninmonth, M., Burdass, D. and Verran, J. (2014). Using Soxhlet Ethanol Extraction to Produce and Test Plant Material (Essential Oils) for Their Antimicrobial Properties. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 15(1), 45-46.
- Obuchi, T., Kondoh, H., Watanabe N., Tamai M., Imura S., Jun-Shan Y. and Xiao-Tian L. (1990). Armillaric Acid, A New Antibiotic Produced by *Armillaria mellea*. *Planta Medica*, 56(2), 198-20.
- Özgör, E., Ulusoy, M., Çelebier, İ., Yıldız, S.S. and Keskin, N. (2016). Investigation of Antimicrobial Activity of Different *Trametes versicolor* Extracts on Some Clinical Isolates. *Hacettepe J. Biol. & Chem.*, 43(3), 267-272.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. (edrl). Abacı Günyar, Ö., Akata, İ., 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., Türkeul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. and Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi (The Checklist of Fungi of Turkey)*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını, İstanbul.
- Sevindik, M., Akgul, H., Selamoglu, Z. and Braidly, N. (2020). Antioxidant and Antigenotoxic Potential of *Infundibulicybe geotropa* Mushroom Collected from Northwestern Turkey. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 5620484.
- Sevindik, M. (2021). Anticancer, antimicrobial, antioxidant and DNA protective potential of mushroom *Leucopaxillus gentianeus* (Quél.) Kotl. *Indian Journal of Experimental Biology*, 59, 310-315.
- Shawkey, A.M., RabeH, M.A., Abdulall, A.K. and Abdellatif, A.O. (2013). Green nanotechnology: Anticancer activity of silver nanoparticles using *Citrullus colocynthis* aqueous extracts. *Advances in Life Science and Technology*, 13, 60-70.
- Singleton, V., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Sterniša, M., Sabotič, J. and Klančnik, A. (2022). A novel approach using growth curve analysis to distinguish between antimicrobial and anti-biofilm activities against Salmonella. *International Journal of Food Microbiology*, 364, 109520.
- Sun, X., Sun, Y., Zhang, Q., Zhang, H., Yang, B., Wang, Z., Zhu, W., Li, B., Wang, Q. and Kuang, H. (2014). Screening and comparison of antioxidant activities of polysaccharides from *Coriolus versicolor*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 69, 12-19.
- Tel, G., Deveci, E., Küçükaydın, S., Özler, M.A., Duru, M.E. and Harmandar, M. (2013). Evaluation of Antioxidant Activity of *Armillaria tabescens*, *Leucopaxillus gentianeus* and *Suillus granulatus*: The mushroom Species from Anatolia. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 8(3), 36-147.
- Waktola, G., Temesgen, T. (2018). Application of Mushroom as Food and Medicine. *Adv Biotech & Micro.*, 11(3), 555817.
- Wang, Y., Xu, B. (2014). Distribution of Antioxidant Activities and Total Phenolic Contents in Acetone, Ethanol, Water and Hot Water Extracts from 20 Edible Mushrooms via Sequential Extraction. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(1), 1009.
- Wardani, Y.K., Kristiani, E.B.E. and Suchyo, S. (2020). Correlation between antioxidant activity and phenolic compound content and plant growth locations of *Celosia argentea* Linn. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 22(2), 136-142.
- Wasser, S.P. (2010). Medical Mushrooms Science: History, Current Status, Future Trends, and Unsolved Problems. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 12, 1-16.
- Wu, J., Zhou, J., Lang, Y., Yao, L., Xu, H., Shi, H. and Xu, S. (2012). A polysaccharide from *Armillaria mellea* exhibits strong in vitro anticancer activity via apoptosis-involved mechanisms. *International Journal of Biological Macromolecules*, 51(4), 663-667.
- Yamaç, M., Bilgili, F. (2006). Antimicrobial Activities of Fruit Bodies and/or Mycelial Cultures of Some Mushroom Isolates. *Pharmaceutical Biology*, 44(9), 660-667.



**This article is cited as follows:** Allı H., Şen İ., Tırpan E. and Çöl B. (2024). Two New Records from Türkiye with Morphological and Molecular Evaluations: *Gymnopus aquosus* and *Inocybe subporospora*, *Mantar Dergisi*, 15(2), 70-78.

Geliş(Received) :07.03.2024

Kabul(Accepted) :31.05.2024


Research Article


Doi: 10.30708/mantar.1448630

## Two New Records from Türkiye with Morphological and Molecular Evaluations: *Gymnopus aquosus* and *Inocybe subporospora*

Hakan ALLI<sup>1\*</sup>, İsmail ŞEN<sup>2</sup>, Ezgin TIRPAN<sup>3</sup>, Bekir ÇÖL<sup>4,5</sup>


\*Corresponding Author: hakanalli@gmail.com

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University/ hakanalli@gmail.com 

<sup>2</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University/ frapesle@gmail.com 

<sup>3</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University/ ezgin0424@gmail.com 

<sup>4</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University/ bcol@mu.edu.tr 

<sup>5</sup> Biotechnology Research Center, Muğla Sıtkı Koçman University/ bcol@mu.edu.tr 

**Abstract:** *Gymnopus aquosus* (Bull.) Antonin & Noordel and *Inocybe subporospora* Kuyper were recorded for the first time in Türkiye, among the fungal specimens collected during field studies in Kütahya. The specimens were identified based on morphological, microscopic features and analysis of ITS gene sequences. The habitats and characteristic features of the species are briefly explained and relevant photographs are presented. GenBank accession numbers were assigned to the samples in this study and phylogenetic trees were constructed to compare them with similar taxa. *Gymnopus aquosus* is mainly characterized by and distinguishes it from related species; have an almost to the center translucently striate, pileus center pale yellow to ochre, pallescent to almost white towards to margin and a distinctly bulbous base with pinkish-chromic rhizomorphs. *Inocybe subporospora*; have spores with an indistinct germ-pore, red-brown stipe and dark grayish brown pileus with rimulose margin is a very characteristic species that can be distinguished from its close species with its features.

**Key words:** Biodiversity, New records, Taxonomy, ITS gene, Phylogenetic

### Morfolojik ve Moleküler Değerlendirmelerle Türkiye'den İki Yeni Kayıt: *Gymnopus aquosus* ve *Inocybe subporospora*

**Öz:** Kütahya ilinde yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan mantar örneklerinden *Gymnopus aquosus* (Bull.) Antonin & Noordel ve *Inocybe subporospora* Kuyper Türkiye'de ilk kez kaydedilmiştir. Örnekler, morfolojik, mikroskopik özelliklere ve ITS gen dizilerinin analizine göre teşhis edilmiştir. Türün habitatları ve karakteristik özellikleri kısaca açıklanmış ve ilgili fotoğraflar sunulmuştur. *Gymnopus aquosus*'u benzer türlerden ayıran özellikler; ortası soluk sarıdan koyu sarıya değişen renkte fakat kenarlara doğru beyaz renkte olan, neredeyse merkeze kadar yarı saydam çizgili bir şapkaya ve pembemsi-kromik iplikli doku uzantılı belirgin soğansı bir sap tabanına sahip olmasıdır. *Inocybe subporospora*; belirgin olmayan çimlenme açıklığına sahip sporlar, kırmızı-kahverengi sap ve kenarları küçük çatlaklara sahip koyu grimsi kahverengi şapka özellikleriyle yakın türlerinden ayırt edilebilen oldukça karakteristik bir türdür.

**Anahtar kelimeler:** Bıyoçeşitlilik, Yeni kayıt, Taksonomi, ITS gen, Filogenetik



## Introduction

It has been determined that more than 2700 macrofungus species exist in Turkey, whose climatic conditions are suitable for macrofungal diversity (Sesli et al., 2020). There are few macrofungal taxonomy studies regarding the research area, Kütahya (Doğan & Karadelev, 2006; Doğan et al., 2011; Allı et al., 2017; Altuntaş et al., 2021). With this study, two new taxa were identified from Kütahya as new records for the Turkish macromycota.

The members of *Gymnopus* are mainly characterized by basidiomata, usually collybioid, marasmioid, and gymnopoid, which is a white spore print with smooth basidiospores that are commonly ellipsoid to oblong. The genus *Gymnopus* (Pers.) Roussel is known to contain approximately 300 species (Hu et al. 2022; Index fungorum, 2024). The member of the genus, *G. aquosus*, is common throughout Europe (Antonin et al., 2013). In the current checklist of Türkiye fungi, it was reported that there were 55 taxa in the genus *Gymnopus* (Sesli et al., 2020). A study conducted subsequent to the publication of the checklist resulted in the addition of a new species to the genus *Gymnopus* in Türkiye, thereby increasing the number of taxa to 56. (Sesli, 2022).

Members of the genus *Inocybe* are generally characterized by the nonglutinous pileus, brownish mature lamellae, distinctive odors, pigmented basidiospores with a smooth exosporium and lack of or a indistinct germ pore, presence of pleurocystidia, and occurrence on soil (Matheny et al. 2020). This genus has 1050 species described in the world (Matheny and Kudzma, 2019; Index fungorum, 2024).

According to the checklist of the fungal taxa in Türkiye, there are 211 taxa in our country. (Sesli et al., 2020). In recent years, studies on the *Inocybe* genus have intensified in our country (Akata et al., 2023), and even two new species have been introduced to the world (Kaygusuz et al., 2022a; Kaygusuz et al., 2022b). With these latest studies, the number of taxa belonging to the *Inocybe* genus has increased to 215.

## Materials and Methods

In recent years, some challenges associated with the identification and taxonomy of fungi have been addressed through molecular analyses. Given that some members of the genus *Gymnopus* are morphotaxonomically very similar to each other, and phylogenetic studies are recommended for species identification (Çöl et al. 2017). In most instances, results from molecular analyses furnish researchers with reliable and valuable information for identification. Consequently, in this study, both molecular and phenotypic methods

were employed to identify the macrofungi specimens collected from Kütahya province.

### Field and Laboratory Studies

Macrofungi specimens were collected from Kütahya province during routine field trips conducted from 2011 to 2013. Kütahya province, has a transitional climate that blends the Aegean, Mediterranean and Central Anatolian regions. This province has boast rich vegetation, including forests consisting of *Pinus* L., *Quercus* L., *Cedrus* Trew and *Castanea* Mill. The climatic and floral conditions of the region positively affect macrofungal diversity.

During the field study, the morphological and ecological characteristics of the samples were recorded and photographed. Coordinate and altitude information of the area where they were collected was noted. After their smell and taste were examined and noted then the samples were transferred to the laboratory at Muğla Sıtkı Koçman University.

The spore prints and microscopic properties of the samples brought to the laboratory were determined using a light microscope (Leica DM750) and the samples were dried in the drying cabinet. The specimens were morphologically identified using macroscopic, microscopic, and ecological features with the help of Kuyper (1986), Antonin and Noordeloos (2010), Bellù (2012), Jacobsson & Larsson (2012), and Antonin et al. (2013).

The identified specimens are deposited at the Fungarium of Muğla Sıtkı Koçman University (MSKU).

### Molecular Methods

Genomic DNA was isolated from 0.02-0.1 g mushroom specimens using the Qiagen Plant Mini Kit. PCR amplification was conducted using the primers ITS1F (Gardes & Bruns, 1993) and ITS4 (White et al., 1990). The PCR mix included 2 µl of DNA template (50-100ng), 5 µl of 10X buffer for Taq DNA polymerase, 4 µl of MgCl<sub>2</sub> (25mM), 1 µl of dNTP mix (10mM), 1 µl of each primer (10 pmole each), 1 µl Taq polymerase (0.5 unit), and distilled water. The PCR program consisted of an initial denaturation at 95 °C for 3 minutes, followed by 35 cycles of denaturation at 95 °C for 1 minute, annealing at 52 °C for 1 minute, and extension at 72 °C for 2 minutes. An additional extension of 10 minutes at 72 °C was performed before storage at 4 °C. The success of PCR was confirmed by agarose gel electrophoresis on a 1% agarose gel stained with ethidium bromide and visualized using a gel imager (DNR Bio miniBis Pro, Israel).

The PCR products were purified using Fermentas PCR Purification Kit and sequenced by MacroGen (Holland) using the same primers. The sequences were edited using BioEdit program (Hall, 1999) to obtain the

full contig sequence. Phylogenetic analysis was performed using Mega 6 program (Tamura et al., 2013).

The evolutionary history was inferred using the Neighbor-Joining (Saitou & Nei, 1987), Maximum Likelihood (Tamura & Nei, 1993), and Minimum Evolution (Rzhetsky & Nei, 1992) methods. In Neighbor-Joining and Minimum Evolution methods (Nei & Kumar, 2000; Felsenstein, 1985), Evolutionary distances were computed using the Kimura 2-parameter method (Kimura, 1980) and are expressed in the units of the number of base substitutions per site. The Minimum Evolution tree was searched using the Close-Neighbor-Interchange (CNI) algorithm (Nei & Kumar, 2000) at a search level of 1. The Neighbor-Joining algorithm (Saitou & Nei, 1987) was used to generate the initial tree.

The Maximum Likelihood method was conducted based on the Tamura-Nei model (Tamura & Nei, 1993). Initial tree(s) for the heuristic search were obtained automatically by applying Neighbor-Join and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Maximum Composite Likelihood (MCL) approach, and then selecting the topology with superior log likelihood value. The tree was drawn to scale, with branch lengths measured in the number of substitutions per site.

The sequences have been deposited in GenBank.

## Results

### Identification and Taxonomy of the macrofungi species

*Basidiomycota*

*Agaricomycetes*

*Agaricales*

*Omphalotaceae*

***Gymnopus aquosus*** (Bull.) Antonin & Noordel.

Pileus 25-60 mm, convex to plane, when moist pale yellowish to ochre, pallescent on drying to almost white, strongly hygrophanous, translucently striate, smooth, glabrous, marginal zone often undulating with age. Gills adnate-emarginate, medium spaced, white to pale cream, edges pruinose. Stem 20-80 × 2-4 mm, cylindrical, smooth, glabrous, concolorous with or paler than cap. Odor fungoid, taste mild. Spores 4.8-7 × 2.9-3.6 μm, ellipsoid to oblong or dacryoid. Basidia, 18 – 27 × 5 – 8 μm, 4 spored.

*Gymnopus aquosus* is a widespread species found throughout Europe This species starts to appear in late April (Antonin et al., 2013).

**Specimens Examined:** Türkiye, Kütahya – Afyonkarahisar highway 30th kilometer, Altıntaş, Pusan Memory Forest, 39°09'49.1"N and 30°08'38.6"E, 1071m, *Quercus* sp. collected on 04.06.2011, Allı 3651; Gediz, *Pinus nigra* forest, collected on 25.05.2012, Allı 4198.

GenBank number for ITS sequence: KR264910.1

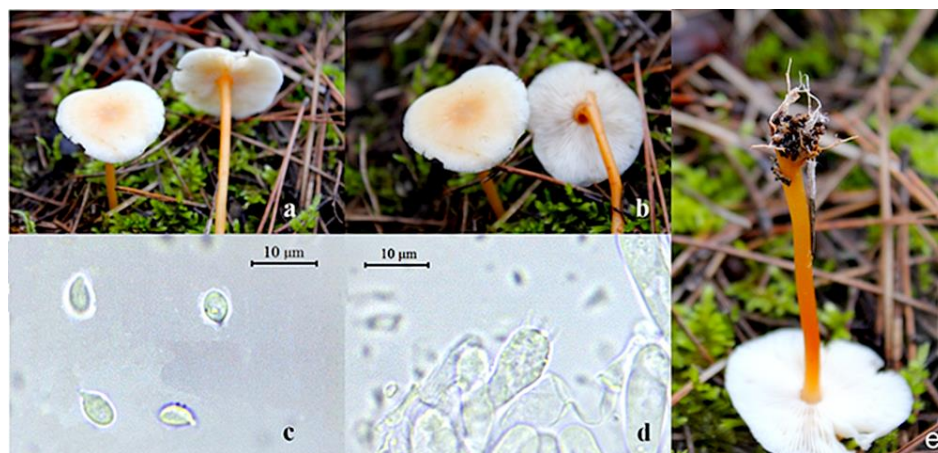


Figure 1. *Gymnopus aquosus*, b, e. basidiocarp-s, c. basidiospores, d. basidium

*Basidiomycota*

*Agaricomycetes*

*Agaricales*

*Inocybaceae*

***Inocybe subporospora*** Kuyper

Pileus 8-40 mm, convex to plane, with or without umbo, fibrillose tomentose, later breaking up to become finely scaly, not rimulose at the margin, dark red brown or brown. Gills narrowly adnate, pale brown to brown, edge fimbriate, whitish to concolorous. Stem 20 – 45 × 4

-7 mm, red brown, but at first covered with white fibrils, pruinose in the upper part, cortina present in very young specimens. Odor and taste spermatic. Spore 8.5-10.4 × 4.8-6 μm, ovoid to subamygdaloid with obtuse apex, with indistinct germ pore. Pleurocystidia 50-65 × 12-22 μm, broadly fusiform to subutiform, walls up to 2 μm thick with crystalliferous apex. Basidia, 26.54 - 33.4 × 8 - 11.7 μm, 4 spored.

It grows with conifers or *Salix* L. in sandy habitats (Knudsen and Vesterholt, 2008).

**Specimens Examined:** Türkiye, Kütahya, Simav, Çaysimav, Donuzkiran area, 39°07'23.5"N and

28°51'29.3"E, 801m, *P. nigra* forest, 28.04.2012, Allı 4103. GenBank number for ITS sequence: KR264912.1



Figure 2. *Inocybe subporospora*; a – b. basidiocarps, c. basidiospores, d. pleurocystidium, e. basidium

### Discussion

*Gymnopus aquosus* and *G. dryophilus* are very similar species, but they differ from each other in the color of the basidiocarp and stem features. *Gymnopus aquosus* has a rather pale basidiocarp and a distinctly bulbous stipe and base with pinkish rhizomorphs, distinguishes it from *G. dryophilus* (Knudsen and Vesterholt, 2008; Antonin and Noordeloos, 2010) (Figure 1). In addition to these morphological differences, it has been demonstrated that *G. aquosus* and *G. dryophilus* can be clearly distinguished by ITS gene sequences (Figure 3).

In the present study, we report *Gymnopus aquosus* as the 57<sup>th</sup> -taxon of Turkish *Gymnopus*. *Inocybe subporospora*, belonging to Subgen. *Inocybe* and Sect. *Tardae* Bon, is characterized by its spores. Each spore has a small germ pore, distinguishing it from other *Inocybe* species. However, observing this tiny germ pore under a light microscope can be challenging, so it should be examined carefully. *Inocybe luteipes* J. Favre also has germ pores, but *I. subporospora* can be distinguished from *I. luteipes* by its dark grayish-brown pileus with a rimulose margin (Jacobsson and Larsson, 2012) (Figure 2).

In a recent study, it was stated that the type collection of *Inocybe subporospora* was mixed and the ITS gene sequences of the lectotype of this collection are quite similar to *Inocybe tjallingiorum* Kuyper. In the same study, it was suggested that *I. subporospora* should be

considered a synonym of *I. tjallingiorum* (Bandini et al., 2021). The ITS gene sequence of the sample presented in this study undoubtedly matches with *I. subporospora*. It has been shown that *I. subporospora* separately branched with high bootstrap value (Fig. 4). The ITS gene sequence of our sample was compared with the gene sequence of *I. tjallingiorum* that mentioned in the study and it was determined that they showed 63% similarity. Furthermore, *I. subporospora* (Sect. *Tardae*) and *I. tjallingiorum* (Sect. *Splendentes*) are two distinct species that are located in different sections. They exhibit notable morphological and microscopic differences. For instance, *I. tjallingiorum* is distinguished by a more conical cap and a grayish brown or pale ochraceous stipe. In contrast, *I. subporospora* is characterized by a convex cap and a dark red brown stem (Knudsen and Vesterholt, 2008; Cervini, 2021). Another clear distinction is that *I. tjallingiorum* have a dark umbo on the cap center (Matheny and Kudzma, 2019). For these reasons, our research sample is *I. subporospora*. Additionally, Index Fungorum, which we have already cited as a source for naming macrofungi, accepts these two as separate species. To eliminate such confusion, further molecular studies on the *Inocybe* genus and comparisons according to the characteristics of the species are recommended. This study is of significant importance in this context.

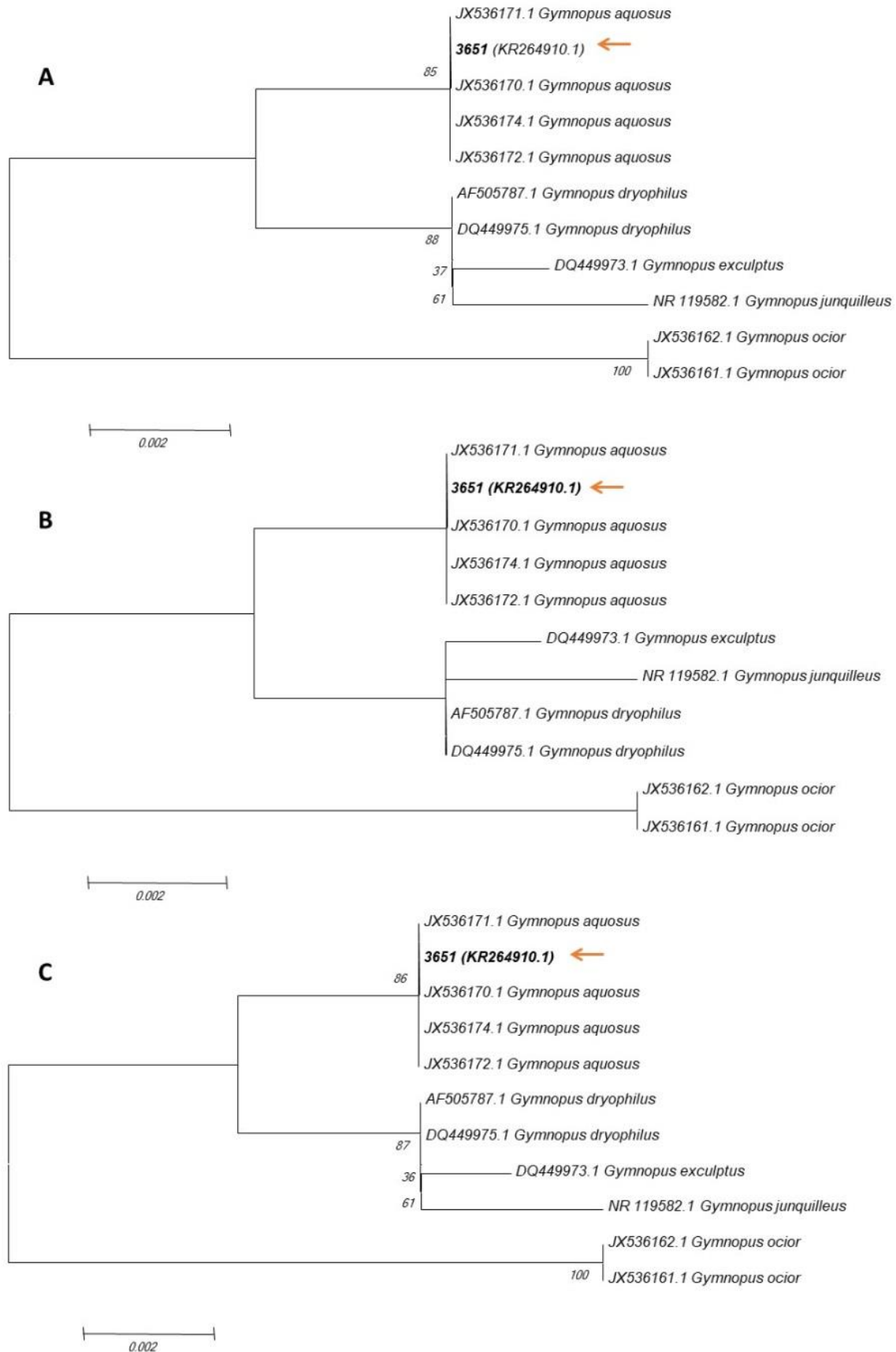


Figure 3. Phylogenetic position of *Gymnopus aquosus*, a. Neighbour Joining tree. b. Maximum Likelihood tree. c. Minimum Evolution tree. All analysis involved 11 nucleotide sequences. All positions containing gaps and missing data were eliminated. There were a total of 724 positions in the final dataset.

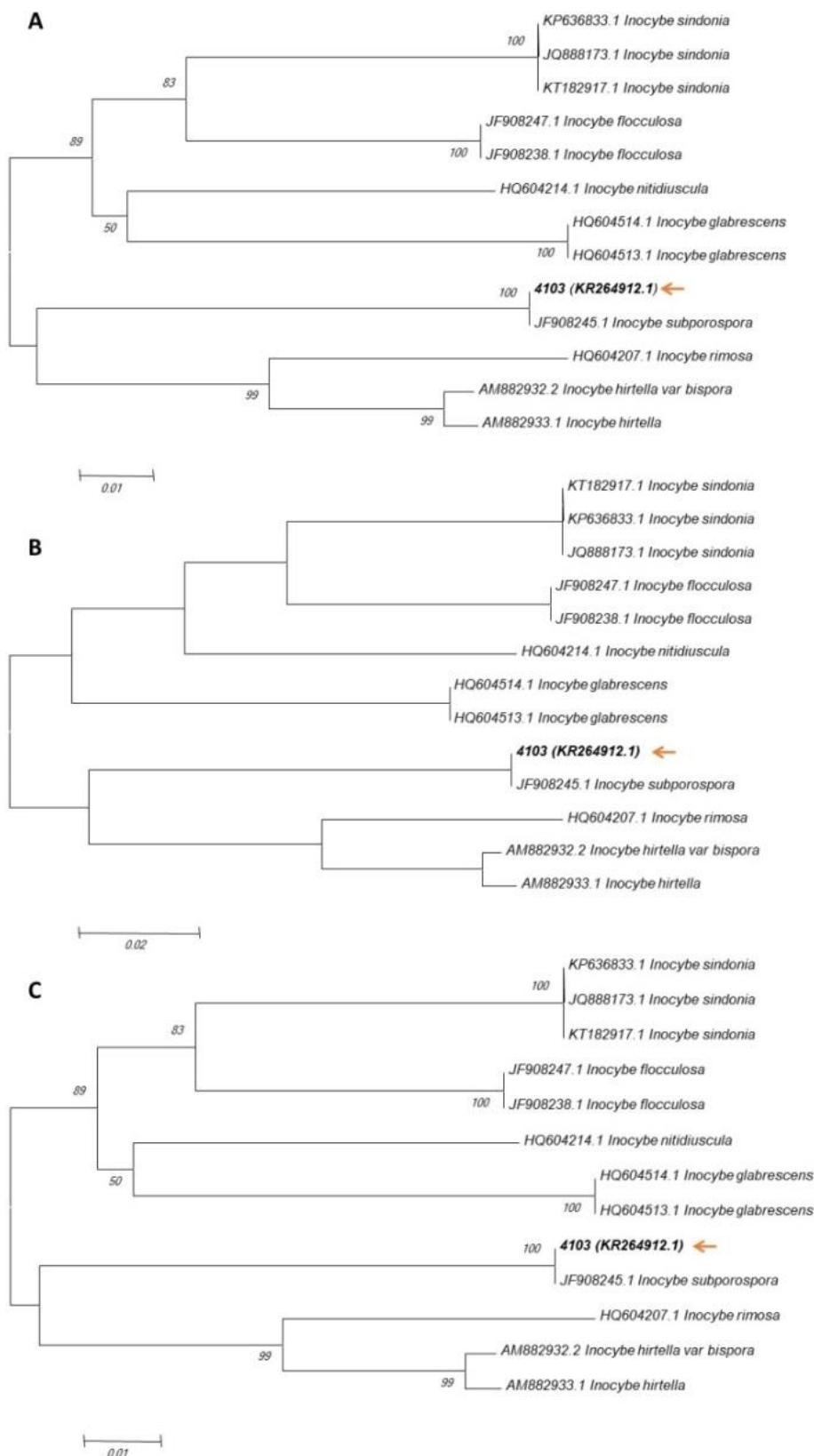


Figure 4. Phylogenetic position of *Inocybe subporospora*, a. Neighbour Joining tree. b. Maximum Likelihood tree. c. Minimum Evolution tree. All analysis involved 13 nucleotide sequences. All positions containing gaps and missing data were eliminated. There were a total of 460 positions in the final dataset.

The results of this study, which included macroscopic, microscopic, and phylogenetic analyses, demonstrated the presence of *G. aquosus* and *I. subporospora* in our country and contributed to the diversity of macrofungi in Türkiye.

Additionally, in a study examining the relationship between *I. subporospora* and plants, it was found that the fungus selected *P. nigra* as its host, and an ectomycorrhizal association was established between them (Seress et al., 2016). The specimen presented in this study was obtained from a *P. nigra* forest, providing further evidence of this mycorrhizal association.

The number of taxa belonging to the *Inocybe* genus distributed in Türkiye has increased to 216 with the *I. subporospora* reported in this study.

#### **Author Contributions**

All authors have equal contribution.

#### **Conflict of Interest**

There is no conflict of interest with any institution or person within the scope of this study.

#### **Ethical Statement:**

It is declared that the scientific and ethical principles have been adhered to throughout the conduct of this study and that all sources utilized have been duly referenced (Hakan ALLI, İsmail ŞEN, Ezgin TIRPAN, Bekir ÇÖL).

#### **Acknowledgments**

We would like to thank TÜBİTAK (The Scientific and Technical Research Council of Türkiye) for supporting this project (TBAG-110R019) financially.

## References

- Akata, I., Kumru, E., Ediş, G., Özbey, B. G. and Sahin, E. (2023). Three New Records For Turkish Agaricales Inhabiting Ankara University Beşevler 10th Year Campus Area. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 23(3), 250-263.
- Allı H., Çöl, B. & Şen, İ. (2017). Macrofungi biodiversity of Kütahya Turkey province. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 10(1), 133-143.
- Altuntaş, D., Bozok, F., Taşkin, H., Kabaktepe, Ş., Allı, H. and Akata, I. (2021). New additions to Turkish mycota from Ankara, Balıkesir, and Kütahya provinces. *Turkish Journal of Botany*, 45(1), 83-94.
- Antonin, V. and Noordeloos, M. E. (2010). *A monograph of marasmioid and collybioid fungi in Europe*. Verlag, Netherland.
- Antonin, V., Sedláč, P. and Tomšovský, M. (2013). Taxonomy and phylogeny of European *Gymnopus* subsection *Levipedes* (Basidiomycota, Omphalotaceae). *Persoonia* 31: 179 – 187.
- Bandini, D., Oertel, B., and Eberhardt, U. (2021). A fresh outlook on the smooth-spored species of *Inocybe*: type studies and 18 new species. *Mycological Progress*, 20(9), 1019-1114.
- Bellù, F. (2012). *Clitocybe alkaliviolascens* is now an *Infundibulicybe*: its recombination with additional distribution data. *Bresadoliana*. 1(2):3-7.
- Cervini, M. (2021). *Inocybe messapica* (Inocybaceae, Agaricales, Basidiomycota), a new species in section *Splendentes*, from Mediterranean oak woods. *Phytotaxa*, 480(2), 174-184.
- Çöl, B., Tırpan, E., Balcı, E., Allı, H., Akkanat, D., & Şen, İ. (2017). Muğla ve Kütahya'dan Toplanan *Gymnopus ocior* (Pers.) Antonin & Noordel ve *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill Türlerine Ait Örneklerin Klasik Sistemantik ve ITS Gen Dizileri ile Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 366-371.
- Doğan, H. H., and Karadelev, M. (2006). Ecology and distribution of two parasitic fungal species (*Pyroformes demidoffii* and *Antrodia juniperina*) on scale-leaf juniper trees in Turkey. *Cryptogamie, Mycologie*, 27(1), 35-43.
- Doğan, H. H., Karadelev, M. and Işıloğlu, M. (2011). Macrofungal diversity associated with the scale-leaf juniper trees, *Juniperus excelsa* and *J. foetidissima*, distributed in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 35(2), 219-237.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39 : 783-791.
- Gardes M. and Bruns T. D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes — application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol. Ecol.*, (2) 113–118.
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl. Acids. Symp. Ser.* 41:95-98.
- Hu, J., Zhao, G., Tuo, Y., Rao, G., Zhang, Z., Qi, Z., ... & Zhang, B. (2022). Morphological and molecular evidence reveal eight new species of *Gymnopus* from Northeast China. *Journal of Fungi*, 8(4), 349.
- Index Fungorum 2024. <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. [Accessed 27.02. 2024].
- Jacobsson, S. and Larsson E., (2012) *Inocybe* (Fr.) Fr. In: *Funga Nordica*, 2nd edition, Ed. Knudsen H., Vesterholt J., Nordswamp, Copenhagen.
- Kaygusuz, O., Bandini, D. and Çelik, A. (2022a). *Inocybe kusadasiensis* (Inocybaceae: Agaricomycetes), a new species from Turkey. *Phytotaxa*, 570(1), 1-15.
- Kaygusuz, O., Knudsen, H., Bandini, D. and Türkekul, İ. (2022b). *Inocybe viscida* (Inocybaceae: Agaricomycetes), a new species from Mediterranean forests of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 46(5), 517-527.
- Kimura, M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16: 111-120.
- Knudsen H. and Vesterholt J. (2008). *Funga Nordica: agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera* [Nordic Fungi: agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera]. Copenhagen (Denmark): Nordsvamp.
- Kuyper, T. W. (1986). A revision of the genus *Inocybe* in Europe, I. Subgenus *Inosperma* and the smooth spored species of subgenus *Inocybe*. *Persoonia, Suppl. Vol 3*.
- Matheny, P. B. and Kudzma, L. V. (2019). New species of *Inocybe* (Inocybaceae) from eastern North America1. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 146(3), 213-235.
- Matheny, P. B., Hobbs, A. M., & Esteve-Raventós, F. (2020). Genera of Inocybaceae: New skin for the old ceremony. *Mycologia*, 112(1), 83-120.
- Nei, M. and Kumar, S. (2000). *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- Rzhetsky, A. and Nei, M. (1992). A simple method for estimating and testing minimum evolution trees. *Molecular Biology and Evolution* 9: 945-967.
- Saitou, N. and Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4: 406-425.

- Seress, D., Dima, B. and Kovács, G. M. (2016). Characterisation of seven *Inocybe* ectomycorrhizal morphotypes from a semiarid woody steppe. *Mycorrhiza*, 26, 215-225.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H. H., Erdoğdu, 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., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. and Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi* (The Checklist of Fungi of Turkey). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. 1177 sayfa, İstanbul.
- Sesli, E. (2022). *Gymnopus impudicus* (Fr.) Antonín, Halling & Noordel.: A new record for the Turkish mycota. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 15(1), 103-106.
- Sesli, E. (2023). *Cortinarius bovinus* (Şişörümcekmantarı): Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Kayıt. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(6), 1443-1446.
- Tamura, K. and Nei M. (1993). Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution* 10:512-526.
- Tamura, K., Stecher G., Peterson D., Filipski A. and Kumar S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725-2729.
- White, T. J., Bruns, T. D., Lee, S. B. & Taylor, J. W. (1990). *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, T.J. White (Eds.), PCR Protocols - a Guide to Methods and Applications, Academic Press, San Diego.





**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Güneş E.ve Alkan S. (202). *Ramaria aurea* Ekstraktlarının Anti-MRSA ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi, *Mantar Dergisi*, 15(2), 79-86.

Geliş(Received) :11.07.2024

Kabul(Accepted) :07.08.2024

**Araştırma Makalesi**

Doi: 10.30708/mantar.1514853

## **Ramaria aurea Ekstraktlarının Anti-MRSA ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi**

Erdoğan GÜNEŞ<sup>1\*</sup>, Sinan ALKAN<sup>2</sup>

\*Sorumlu yazar: [erdogangunes@selcuk.edu.tr](mailto:erdogangunes@selcuk.edu.tr)

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü/ [erdogangunes@selcuk.edu.tr](mailto:erdogangunes@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi, Çumra UBYO, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü/  
[sinanalkan@selcuk.edu.tr](mailto:sinanalkan@selcuk.edu.tr)

**Öz:** Bulaşıcı hastalıklar yıllardan beri dünya çapında ölümlerin önde gelen nedenlerinden biridir. Özellikle çoklu ilaç direncine sahip Metisiline Dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) suşları, dünya çapında halk sağlığını tehdit eden en önemli unsurların başında gelir. *Basidiomycetes* grubu mantarlar umut verici bir antibakteriyel bileşik kaynağı olarak bilinmektedirler. Bu çalışmada *Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél.'nın metanol ve etanol ekstraktlarının patojen standart mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal ve klinik örneklerden izole edilen MRSA suşlarına karşı anti-MRSA aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Antimikrobiyal aktiviteyi belirlemek için sıvı mikrodilüsyon metodu kullanılmıştır. Kullanılan suşlara ekstraktların 12.5-0.006 mg/ml arasındaki konsantrasyonları uygulanmıştır. Metanol ve etanol ekstraktlarının, standart bakteri suşlarına karşı 0.19-6.25 mg/ml aralığındaki dozlarda antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu tespit edilirken, her iki ekstraktın da en etkili olduğu suşun 0.19 mg/ml dozla *Bacillus cereus* suşu olduğu görülmüştür. Ayrıca metanol ve etanol ekstraktlarının her ikisinin de antifungal bir etkisi belirlenmemiştir. Metanol ekstraktının çalışılan tüm MRSA suşlarına karşı 0.04-6.25 mg/ml aralığındaki dozlarda anti-MRSA aktivitesi gösterdiği belirlenirken, etanol ekstraktının bu suşların tamamına karşı 0.19-3.12 mg/ml aralığındaki dozlarda anti-MRSA aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak çalışılan *Ramaria aurea* ekstraktlarının antibakteriyel ve anti-MRSA etkiye sahip olduğu belirlenmiş olup bu türün antimikrobiyal ajanların doğal bir kaynağı olabileceği ve farmakoloji endüstrisinde kullanılabileceği söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Antifungal, Antimikrobiyal, Anti-MRSA aktivite, *Basidiomycota*, Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus*,

### **Determination of Anti-MRSA and Antimicrobial Activity of *Ramaria aurea* Extracts**

**Abstract:** Infectious diseases have been one of the leading causes of death worldwide for years. Especially multidrug-resistant Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) strains are among the most important threats to public health worldwide. *Basidiomycetes* group fungi are known as a promising source of antibacterial compounds. This study aimed to determine the antimicrobial activity of methanol and ethanol extracts of *Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél. against pathogenic standard microorganisms and anti-MRSA activity against MRSA strains isolated from clinical samples. Broth microdilution method was used to determine the antimicrobial activity. Concentrations between 12.5-0.006 mg/ml of the extracts were applied to the strains used. While methanol and ethanol extracts were found to have antibacterial activity against standard bacterial

strains at doses ranging from 0.19 to 6.25 mg/ml, the most effective strain of both extracts was *Bacillus cereus* at a dose of 0.19 mg/ml. In addition, no antifungal effect was determined for both methanol and ethanol extracts. While methanol extract was found to have anti-MRSA activity against all studied MRSA strains at doses ranging from 0.04 to 6.25 mg/ml, ethanol extract was found to have anti-MRSA activity against all these strains at doses ranging from 0.19 to 3.12 mg/ml. As a result, it was determined that the studied *Ramaria aurea* extracts had antibacterial and anti-MRSA activity, and it can be said that this species may be a natural source of antimicrobial agents and may be used in the pharmaceutical industry.

**Keywords:** Antifungal, Antimicrobial, Anti-MRSA activity, *Basidiomycota*, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*,

## Giriş

Mantarlar aleminin üyeleri yaşam formlarıyla diğer alemdeki canlılara benzerlik gösterse de yaşama şekilleri yeri diğer canlılardan oldukça farklıdır. Örneğin saprofit (çürükçül) yaşam formlarıyla bakterilere, parazit yaşam formlarıyla bitkiler ve hayvanlara, simbiyotik yaşam formunun farklı bir versiyonu olan mikorhizal yaşam formlarıyla ise hem bitkilere hem de hayvanlara benzerlik gösterebilir de diğer alemlerden mantarlar alemi oldukça farklıdır (Kaşık, 2010).

Özellikle makromantarlar diğer hayvanlar ve bakteriler gibi herdem Dünya üzerinde fruitbody olarak tabir edilen, doğada gözle görülebilir şekilleriyle tespit edilmeleri mümkün değildir. Özel yaşam koşulları (sıcaklık, nem, ışık, nisbi nem, vb...) diğer canlılarınkine oranla daha dar bir skala içerisinde yer almaktadır.

Canlılar aleminin diğer üyeleri ekstrem koşullarda bile yaşamlarını sürdürmeye devam ederken mantarların çoğu form değişikliği göstererek gözle görülebilir formdan misel ya da spor gibi zor koşullarda hayatta kalabilecekleri formlara dönüşürler. Bu nedenle doğada her mevsim çeşit çeşit makromantar üyelerini tespit etmek mümkün değildir. Özellikle bahar aylarında mantarların yaşamalarına olanak sağlayan nemli ve ılık havalar sayesinde makromantar üyelerini doğada görmek mümkündür.

Mantarlar vitaminler, mineraller ve protein gibi pek çok besin ögesi açısından önemli bileşenler içerdiğinden uzun yıllardan beri gıda, ilaç, baharat ve hatta doğal kaynak olarak birçok kültürel ve dini kullanımları vardır (Bal ve ark., 2023). Son yıllarda özellikle tıbbi özelliği olan gıdalarda yaygın olarak tüketilmeye başlanmıştır. Yapılarında barındırdıkları aktif bileşiklerin sahip oldukları kimyasal ve besinsel özellikleri sayesinde özellikle uzakdoğu ülkelerinde sağlıklı ve uzun ömürlü bir hayat sürmek için yıllardan beri halk tıbbında kullanıla gelmiştir (Kalač, 2009; Sevindik ve ark., 2021).

Mantarlar, birçoğu önemli farmasötik ürünlere dönüştürülmüş, çeşitli biyoaktivitelere sahip, zengin sekonder metabolit kaynaklarıdır. Bugüne kadar keşfedilen 15.000'den fazla sekonder metabolit ile mantarlar, biyoaktif doğal ürünler araştırmalarında önemli

bir grup olarak öne çıkmaktadır (Betts ve Wareham, 2014). *Ascomycota* ve *Basidiomycota* filumlarının saprotrofik ve kolayca yetiştirilebilen mantarlarından elde edilen sekonder metabolitler yoğun bir şekilde incelenmiştir (Stodůlková ve ark., 2015). Önceki çalışmalar, basidiomisetlerden elde edilen sekonder metabolitlerin, antimikrobiyaller de dahil olmak üzere çok çeşitli farmakolojik aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir (Bala ve ark., 2011). Geleneksel olarak biyoaktif bileşenler, mantarların meyve veren gövdelerinden veya misel ekstraktlarından ekstrakte edilmiş ve antimikrobiyal, antioksidan, anti-anjiyogenez, antikanser, immünomodülatör ve antiinflamatuvar dahil olmak üzere bir dizi farmakolojik aktiviteye sahip oldukları çeşitli araştırmalarda bildirilmiştir (Alves ve ark., 2012; De Silva ve ark., 2013; Kaur ve ark., 2015; Vallavan ve ark., 2020).

Bulaşıcı hastalıklar yıllardan beri dünya çapında ölümlerin önde gelen nedenidir ve küresel yıllık ölümlerin %25'inden fazlasını oluşturmaktadır. Çoklu ilaca dirençli bakteriler, bir veya daha fazla antimikrobiyal maddeye dirençli mikroorganizmalardır. Genellikle ticari olarak temin edilebilen antimikrobiyal ajanların bir veya ikisi dışında hepsine dirençlidirler. *Staphylococcus aureus*, furunkül, apse, sepsis, pnömoni ve toksik şok sendromu gibi birçok hastalıkta endike olan önemli bir fırsatçı patojendir. Metisilin dirençli *S. aureus* (MRSA) ise çoklu ilaç direncine sahip bakterilerin başında gelmektedir (Ogbole ve ark., 2019).

Antimikrobiyal direncin zorlukları hem sağlık hizmetlerinde hem de toplum ortamlarında karşılaşılmaktadır ve bu nedenle en çok üstünde durulması gereken konulardan biridir. Son yıllarda antimikrobiyal kemoterapi alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmasına rağmen, küresel mikrobiyal yayılım, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki kötü sağlık koşulları, dünya çapında seyahatlerin artması, antibiyotiklerin gelişigüzel ve aşırı kullanımı ve yeni patojenik organizmaların ortaya çıkışı nedeniyle daha da kötüleşmiştir. Bu durum göz önüne alındığında, enfeksiyon hastalıklarının önlenmesi ve tedavisi için yeni

anti-enfektif ajanların araştırılması zorunlu hale gelmiştir (Mahady, 2005; Fernandes ve ark., 2008).

Yapılan bu çalışmada *Ramaria aurea*'nın etanol ve metanol ekstraktlarının standart bazı mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisinin ve özellikle klinik kaynaklı MRSA suşları üzerine anti-MRSA aktivitesinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

#### Mantar tespiti ve ekstraksiyon

Çalışma kapsamında kullanılan *Ramaria aurea* örnekleri yapılan arazi çalışmaları sırasında Yenice (Karabük) ilçesinden yoğun ormanlık alandan toplanmıştır. Toplama sırasında örneklerin teşhisini kolaylaştırmak için resimleri çekilmiştir. Örnek numarası verilerek ekolojik ve morfolojik özellikleri not edilmiştir. Bu bilgilerle birlikte mantarlar aliminyum folyo içine sarılarak zarar görmeden taze olarak laboratuvara getirilmiştir. Mantar toplama tekniğinde aliminyum folyo kullanmamızın amacı mantarların su ve nem kaybı aza indirerek mantarların zarar görmeden laboratuvara getirilip kurutulması sağlanmaktadır.

Laboratuvara getirilen mantarlar sırasıyla önce özel olarak sanayide yaptırılmış kurutma dolabı içinde

kurutulmuştur. Daha sonra kuruyan örnekler uygun büyüklükteki poli etilen kilitli torbalara konularak teşhisleri yapılmıştır. Teşhis işlemi sırasında mantarların makro ve mikro yapısal özellikleri tespit edilerek uygun resimli kitaplar ve literatür kontrol edilmiştir (Breitenbach ve Kränzlin, 1986; Ellis ve Ellis, 1990). İncelemeler sonucunda mantar örneklerinin Latince ve Türkçe bilimsel adları literatüre göre tespit edilmiştir (Sesli ve ark. 2020, URL-1). Çalışmamızda kullandığımız makro mantarın sistematik kategorisi, Latince ismi, otör ismi, Türkçe ismi, lokalitesi, koordinatları, yüksekliği ve toplama tarihi aşağıda sırasıyla verilmiştir. Ayrıca mantara ait makroskopik ve mikroskopik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

#### Fungi

#### Basidiomycota

#### Agaricomycetes

#### Gomphales

#### Gomphaceae

*Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél. (Türkçe Bilimsel İsmi: Gelintellicesi)

Seyir tepesi, 41° 09' 20.00" K – 32° 21' 34.24" D  
Yükseklik 508m, 19.11.2022.

Tablo-1: *Ramaria aurea*'nın makroskopik ve mikroskopik özellikleri

Tür	Habitat	Spor	Basidium	Makroskopisi
<i>Ramaria aurea</i>	Genellikle Kayın ağaçlarının altında, toprak ve döküntüler arasında	Eliptik, ince siğilli, hiyalin, 9-11*3.5-5µm	Silindir klavat, 4 sterigmalı, 40-50*8-10µm	Altın sarısı, çok dallanmış, mercan şeklinde,

Mantar örneğinin teşhis işleminden sonra ekstraksiyon işlemi için çalışmalar başlamıştır. Kuru mantar örneklerinin dokularındaki nemi tam olarak atabilmek için 24 saat boyunca etüvde 45-50°C de kurutma işlemi yapılmıştır. Kuruyan örnekler mekanik öğütücülerde un haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Öğütülen mantarlardan ayrı ayrı 10 g tartılarak soxhlet ekstraksiyon kartuşları içerisine doldurulmuştur. Kartuşlar uygun şekilde soxhlet cihazına yerleştirildikten sonra 110 ml etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) ve 110 ml metanol (CH<sub>3</sub>OH) ayrı balon jöjelere ilave edilerek aynı anda ekstraksiyon işlemi başlatılmıştır. 8 saat boyunca ekstraksiyon işlemi yapıldıktan sonra kartuşların içerisinde bulunan çözücünün şeffaflaştığı tespit edilince damıtma işlemi sonlandırılıp Rotary Evaporatörde çözücüler uzaklaştırılmıştır. Elde edilen ekstraktlarda çözücülerin tamamen uzaklaştırılması için steril petri kapları içerisinde 45°C sıcaklıktaki etüvde bir gün daha bekletilerek çözücü kimyasallardan arındırılmıştır.

#### Mikroorganizma suşları

Çalışma kapsamında antimikrobiyal aktiviteyi belirlemek için; *Escherichia coli* ATCC 25922,

*Pseudomonas aeruginosa* ATCC, 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603, Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Sarcina lutea* ATCC 9341, *Bacillus cereus* ATCC 11778, standart bakteri suşları ve *Candida albicans* NRLL Y-417 maya suşu kullanılmıştır. Ayrıca anti-MRSA aktiviteyi belirlemek için de klinik örneklerden izole edilen 14 adet MRSA suşu kullanılmıştır. Bu suşlar Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarından temin edilmiştir.

#### Antimikrobiyal aktivite

Çalışmada mantar ekstraktlarının antimikrobiyal ve anti-MRSA aktivitelerinin belirlenmesi için CLSI (Clinical and Laboratory of Standards Institute) (2011) önerileri doğrultusunda bazı modifikasyonlarla sıvı mikrodilüsyon metodu kullanılmıştır (Zengin ve ark., 2014). Metanol ve etanol ekstraktlarının standart bakteri, maya ve klinik MRSA suşlarına karşı Minimum İnhibisyon Konsantrasyonları (MİK) belirlenmiştir. Stok halde bulunan tüm mikroorganizma suşları Brain Hearth İnfüzyon besiyerine ekilerek taze kültürleri hazırlandı. Hazırlanan kültürlerin süspansiyonları 0.5 McFarland standart

bulanıklığında ( $10^8$  kob/ml) hazırlandı ve daha sonra her kuyucuktaki inokulumun son konsantrasyonu  $5 \times 10^5$  Kob/ml olacak şekilde ayarlandı. Steril 96 kuyucuklu pleytin her bir kuyucuğuna 100 µl Müller Hinton Broth besiyeri ilave edildi. Başlangıçta 50 mg/ml konsantrasyonda hazırlanan mantar ekstrakt solüsyonları, mikropleytlerin ilk kuyucuklarına 100 µl olarak eklendi ve kalan kuyucuklara ekstraktların iki kat dilüsyonu (12.5-0.006 mg/mL) yapıldı. Daha sonra her kuyucuğa 100 µl kültür süspansiyonu inoküle edildi. Negatif kontrol olarak DMSO ve pozitif kontrol olarak Gentamisin kullanıldı. Son olarak pleytlar  $37^\circ\text{C}$ 'de 18-24 saat süreyle inkübe edildi. İnkübasyon süresinin sonunda

kuyucuklara 20 µl 2,3,5-trifeniltetrazolyum klorit eklendi ve 30 dakika daha inkübe edildi. İnkübasyon sonunda pleytlerde gözle görülür bir üremenin olmadığı yani pembe veya kırmızı renkte olmayan son kuyucuk ise MİK olarak belirlendi.

### Bulgular

Çalışmada sıvı mikrodilüsyon yöntemiyle *Ramaria aurea* mantarının metanol ve etanol ekstraktlarının standart mikroorganizmalara ve klinik MRSA suşlarına karşı elde edilen Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo-2. Sıvı Mikrodilüsyon yöntemiyle elde edilen MİK değerleri

Test Mikroorganizmaları	<i>Ramaria aurea</i> ekstraktlarının MİK değerleri (mg/ml)		Gentamisin (µg/ml)	Oksasilin (µg/ml)
	Metanol	Etanol		
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	-	-	2.44	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	3.12	3.12	9.76	
<i>Klebsiella pneumonia</i> ATCC 70603	-	-	2.44	
Metisilin dirençli <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) ATCC 43300	3.12	6.25	78.12	
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	6.25	6.25	4.88	
<i>Sarcina lutea</i> ATCC 9341	1.56	3.12	4.88	
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	0.19	0.19	2.44	
<i>Candida albicans</i> NRRL Y-417	-	-	312.5	
MRSA suşu 1 (ES 16)	1.56	3.12	156.25	16
MRSA suşu 2 (ES 25)	0.78	0.19	312.5	≥128
MRSA suşu 3 (ES 29)	0.09	0.19	312.5	32
MRSA suşu 4 (ES 67)	3.12	0.39	156.25	32
MRSA suşu 5 (ES 68)	6.25	3.12	156.25	≥128
MRSA suşu 6 (ES 69)	3.12	3.12	312.5	≥128
MRSA suşu 7 (ES 75)	3.12	3.12	156.25	≥128
MRSA suşu 8 (ES 93)	0.19	0.19	78.12	≥128
MRSA suşu 9 (ES 100)	3.12	0.78	78.12	≥128
MRSA suşu 10 (ES 107)	1.56	1.56	156.25	8
MRSA suşu 11 (ES 110)	3.12	3.12	156.25	≥128
MRSA suşu 12 (ES 123)	3.12	3.12	78.12	16
MRSA suşu 13 (ES 124)	3.12	3.12	78.12	≥128
MRSA suşu 14 (ES 128)	0.04	0.19	156.25	≥128

*Ramaria aurea*'nın metanol ekstraktı değerlendirildiğinde, standart bakteri suşlarına karşı 0.19 -6.25 mg/ml dozlarında antibakteriyal aktivite sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). En etkili olduğu bakteri suşu 0.19 mg/ml MİK değeriyle *Bacillus cereus* suşu olmuştur. Bu suşa karşı metanol ekstraktı önemli bir antibakteriyal aktivite göstermiştir. *Salmonella enteritidis*'e karşı 6.25 mg/ml dozda zayıf antibakteriyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. *Pseudomonas aeruginosa* ve metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA)

suşuna karşı ise 3.12 mg/ml dozunda aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. Metanol ekstraktının çalışılan suşlardan Gram negatif *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* suşlarına karşı herhangi bir antibakteriyal aktivite belirlenmemiştir.

Metanol ekstraktının MRSA suşları üzerindeki anti-MRSA aktivitesine baktığımızda, çalışılan tüm MRSA suşlarına karşı 0.04 – 6.25 mg/ml dozlarında değişen oranlarda aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2). En yüksek anti-MRSA aktivitesi 0.04 mg/ml MİK değeriyle

MRSA 14 (ES 128) nolu suşu karşı tespit edilirken, en zayıf etki ise 6.25 mg/ml dozuyla MRSA 5 (ES 68) nolu suşu karşı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen verilere göre 2, 3 ve 8 nolu MRSA suşlarına karşı da yüksek oranda anti-MRSA aktivitesi saptanmıştır. Metanol ekstraktının 4, 6, 7, 9, 11, 12 ve 13 nolu MRSA suşların karşı ise 3.12 mg/ml dozunda anti-MRSA aktivitesi gösterdiği saptanmıştır.

*Ramaria aurea*'nın etanol ekstraktının standart suşlar üzerine antibakteriyal etkisine baktığımızda ise metanol ekstraktına benzer şekilde 0.19 -6.25 mg/ml dozlarında antibakteriyal aktivite sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). En yüksek aktivitenin olduğu bakteri suşu 0.19 mg/ml MİK değeriyle *B. cereus* suşu olmuştur. Bu suşa karşı etanol ekstraktı da kayda değer bir antibakteriyal aktivite göstermiştir. Metanol ekstraktına benzer şekilde etanol ekstraktı *S. enteritidis*'e karşı da 6.25 mg/ml dozda zayıf antibakteriyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. *P. aeruginosa* bakterisine karşı 3.12 mg/ml, metisilin dirençli *S. aureus* (MRSA) suşuna karşı ise 6.25 mg/ml MİK değerleri belirlenmiştir. Çalışılan suşlardan gram negatif *E. coli* ve *K. pneumoniae* suşlarına karşı herhangi bir antibakteriyal aktivite saptanamamıştır.

Etanol ekstraktının MRSA suşları üzerindeki anti-MRSA aktivitesi sonuçlarına baktığımızda, çalışılan tüm MRSA suşlarına karşı 0.19 – 3.12 mg/ml dozunda değişen oranlarda anti-MRSA aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. En etkili olduğu suşlar 0.19 mg/ml MİK değeri ile 2, 3, 8 ve 14 nolu MRSA suşları olmuştur. MRSA 1, 5, 6, 7, 11, 12 ve 13 nolu suşlar üzerinde ise 3.12 mg/ml dozunda anti-MRSA aktivitesi tespit edilmiştir.

Metanol ve etanol ekstraktını karşılaştırdığımızda elde edilen verilere göre standart bakteri suşları ve klinik MRSA suşlarına karşı benzer oranlarda aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada metanol ve etanol ekstraktının *Candida albicans* maya suşuna karşı herhangi bir antifungal aktiviteye sahip olmadıkları belirlenmiştir (Tablo 2).

### Tartışma

Günümüzde birçok hastalığın temel nedenleri arasında mikroorganizmalar yer almaktadır ve bu mikrobiyal hastalıkların tedavisinde ise antimikrobiyal ilaçlar kullanılmaktadır. Ancak kullanılan sentetik ilaçların olası yan etkileri ve dikkatsizce kullanılan antibiyotiklere bağlı olarak her geçen gün dirençli mikroorganizmaların ortaya çıkması nedeniyle günümüzde kullanılan antimikrobiyal ilaçlar yetersiz kalmaktadır (Bal ve ark.; Eraslan ve ark., 2021). Bu olumsuz sonuçlar araştırmacıları yeni antimikrobiyal ilaç arayışlarına yöneltmiştir. Çalışmamızda *R. aurea*'nın etanol ve metanol ekstraktlarının standart bakteri suşları ve maya

suşuna karşı antimikrobiyal potansiyeli belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Literatürde *Ramaria* türleri ile yapılan antimikrobiyal çalışmalara bakıldığında, Pala ve ark. (2019) *Ramaria formosa* türünün etil asetat ekstraktının en etkili olduğu suşun 3.2 mg/ml dozuyla *B. cereus* suşu olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar *K. pneumoniae*, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* suşlarına karşı da 6.4 mg/ml dozunda aktivite tespit etmişler, *Candida albicans* maya suşuna karşı herhangi bir antifungal etki saptamamışlardır. Araştırmacıların çalışmasına benzer şekilde çalışmamızdaki metanol ve etanol ekstraktının en etkili olduğu suşun 0.19 mg/ml'lik dozla *B. cereus* suşu bulunmuş olup maya suşuna karşı da antifungal aktivite tespit edilememiştir. *P. aeruginosa* ve *S. aureus* suşlarına karşı da çalışılan ekstraktların aktivitesinin belirlenmesi araştırmacıların bulgularıyla uyumludur. *Ramaria flava* türüyle yapılan bir çalışmada etanol ekstraktının Gram pozitif suşlar üzerine antibakteriyal etkisinin Gram negatif suşlara göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir ve yine *Candida albicans* suşuna karşı antifungal aktivite tespit edilememiştir (Gezer ve ark., 2006). Yaptığımız çalışmada etanol ekstraktının gram negatif *E. coli* ve *K. pneumoniae* üzerinde hiç etki göstermemesi ve en yüksek etkinin Gram pozitif *B. cereus* suşuna karşı olması ayrıca antifungal bir etkinin görülmemesi araştırmacının bulgularını destekler niteliktedir. Yine *Ramaria* türleriyle yapılan farklı bir çalışmada su ekstraktının Gram pozitif bakterilere etkisi bulunurken Gram negatif bakterilere etkisi tespit edilememiştir (Bala ve ark., 2011).

*Ramaria flava*'nın etanol ekstraktının incelendiği bir çalışmada *S. aureus*'a 6.25, *E. coli*'ye karşı ise 100 mg/ml dozunda etki belirlenmiştir (Liu ve ark., 2013). Çalışmamızda standart suş *S. aureus*'a karşı 3.12 oranında belirlenen MİK değeri araştırmacılarıkiyle benzerlik göstermesine rağmen *E. coli* üzerinde herhangi bir aktivite görülmemiştir. Aktivite görülmemesinin nedeni stok konsantrasyonumuzun 50 mg/ml olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir, çünkü araştırmacılar 100 mg/ml konsantrasyonda etkiyi ancak tespit edebilmişlerdir. Bu oldukça yüksek bir değerdir bu da etkinin çok zayıf olduğu anlamına gelmektedir. MİK değeri ne kadar düşük olursa etki o derece yüksek demektir. *Ramaria largenti*'nin metanol ekstraktının antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada *E. coli* ve *E. faecalis* suşlarına karşı herhangi bir aktivite tespit edilememiş, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* suşlarına karşı aktivite tespit edilmiştir (Janeš ve ark., 2007). Çalışmamızda araştırmacıların bulgularına benzer şekilde metanol ekstraktının *E. coli*'ye etkisiz olduğu, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* suşlarına karşı aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Ülkemizde Gaziantep yöresinden toplanan *Ramaria flava* mantarının metanol ekstraktının değerlendirildiği bir çalışmada ise

yine yaptığımız çalışmayla benzer şekilde *S. aureus* ve *Bacillus cereus* suşları üzerine aktivite tespit edilirken, *E. coli* bakterisi üzerine herhangi bir aktivite saptanamamıştır (Belyurt, 2014).

*S. aureus* insanlarda, hafif cilt enfeksiyonlarından gıda zehirlenmesine, yaşamı tehdit eden enfeksiyonlara kadar çeşitli enfeksiyonlara neden olabilen önemli bir patojendir. *S. aureus*'un metisiline direnci ilk olarak 1961'de antibakteriyel maddenin klinik olarak kullanılmaya başlanmasından kısa bir süre sonra gözlemlenmiştir ve o zamandan bu yana hem sağlık hem de toplum ortamlarında Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) suşlarının küresel bir salgını yaşanmaktadır (Okwu ve ark., 2019). MRSA suşlarında görülen çoklu antibiyotik direnci ve tedavide etkili antibakteriyel ilaçların az ve pahalı olması nedeniyle MRSA dünya çapında önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmekte ve terapötik bir zorluk oluşturmaktadır (Rodvold ve McConeghy, 2014). Bu nedenle, yeni antibiyotiklerin ve kombinasyon ilaçlarının geliştirilmesi, potansiyel antibakteriyel doğal bileşiklerin biyolojik olarak araştırılması MRSA gibi bakterilerde her geçen gün artan direnç gelişimine karşı acil bir ihtiyaçtır (Vallavan ve ark., 2020).

*Basidiomycetes* grubu mantarların sahip oldukları sekonder metabolitler, doğal ürünlerin keşfinde Gram-pozitif bakterilere karşı aktiviteye sahip olmasından dolayı, bu gruptaki mantarlar umut verici bir antibakteriyel bileşik kaynağı olarak bilinmektedirler. Doğal ürünlerin ham ekstraktlarının, antibakteriyel etki mekanizmaları olarak hücre duvarı biyosentezini ve hücre zarı geçirgenliğini hedeflediği rapor edilmiştir (Hemaiswarya ve ark., 2008) Makromantarların yapılarında bulunan aktif bileşikler ve çok sayıda sekonder metabolitler sayesinde her geçen gün yeni çalışmalarla bahsedilen problemlere alternatif çözüm olmaktadır. Yaptığımız çalışmada ayrıca hastane ve toplumda büyük sorun teşkil eden klinik kaynaklı MRSA suşlarına karşı *Ramaria aurea* mantarının metanol ve etanol ekstraktının anti-MRSA aktivitesi de değerlendirilmiştir. Metanol ve etanol ekstraktlarının, çalışılan tüm MRSA suşlarına karşı 0.04 – 6.25 mg/ml

dozlarında değişen oranlarda aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2). *Ramaria* türleriyle yapılan çalışmalarda antistafilokokkal etki sonuçları değerlendirildiğinde; Pala ve ark. (2019) *R. formosa*'nın etil asetat ekstraktının 6.4 mg/ml dozunda antistafilokokkal etki gösterdiğini, Kim ve ark. (2017) *R. botrytis*'in etil asetat ekstraktının 15 mg/ml dozunda, Liu ve ark. (2013) *R. flava*'nın etanol ekstraktının 6.5 mg/ml dozunda antistafilokokkal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Promphet ve ark (2018) farklı *Ramaria* türleriyle yaptıkları çalışmalarında türlerin sahip olduğu antistafilokokkal etkinin 7.5-27.4 mg/ml gibi değişen oranlarda olduğunu saptamışlardır. *R. botrytis*, *R. rubripermanens*, *R. flava*, *R. flavescens* ve *R. stricta* türlerinin metanol ekstraktının aktivitesinin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise yine çalışılan türlerin tümünün farklı konsantrasyonlarda antistafilokokkal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Kumar Sharma ve Gautam, 2017).

Sonuç olarak yaptığımız çalışmada *Ramaria aurea*'nın metanol ve etanol ekstraktlarının özellikle gram pozitif suşlar üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğu, klinik MRSA suşlarının tümüne karşı da anti-MRSA aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz veriler ışığında ileriki çalışmalarda çalışılan mantar örneğinin aktif sekonder metabolitlerinin izole edilerek gün geçtikçe zorlaşan MRSA tedavisinde alternatif tedavi olarak kullanılabileceği öne sürülebilir.

#### Yazar Katkıları

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Erdoğan GÜNEŞ, Sinan ALKAN)

**Kaynaklar**

- Alves, M. J., Ferreira, I. C., Martins, A. ve Pintado, M., (2012). Antimicrobial activity of wild mushroom extracts against clinical isolates resistant to different antibiotics, *Journal of Applied Microbiology*, 113 (2), 466-475.
- Bal, C., Eraslan, E. C. ve Sevindik, M., (2023). Antioxidant, antimicrobial activities, total phenolic and element contents of wild edible mushroom *bovista nigrescens*, *Prospects in Pharmaceutical Sciences*, 21 (2), 37-41.
- Bala, N., Aitken, E. A., Fehner, N., Cusack, A. ve Steadman, K. J., (2011). Evaluation of antibacterial activity of Australian basidiomycetous macrofungi using a high-throughput 96-well plate assay, *Pharmaceutical biology*, 49 (5), 492-500.
- Belyurt, S. Ç., (2014). Gaziantap yöresinde yetişen bazı makromantar türlerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin incelenmesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
- Betts, J. W. ve Wareham, D. W., (2014). In vitro activity of curcumin in combination with epigallocatechin gallate (EGCG) versus multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*, *BMC microbiology*, 14, 1-5.
- Breitenbach J., Kränzlin F., (1986). *Fungi of Switzerland (Volume 2)*. Andrag Mykologia.
- De Silva, D. D., Rapior, S., Sudarman, E., Stadler, M., Xu, J., Aisyah Alias, S. ve Hyde, K. D., (2013). Bioactive metabolites from macrofungi: ethnopharmacology, biological activities and chemistry, *Fungal Diversity*, 62, 1-40.
- Ellis M.B., Ellis J.P., (1990). *Fungi Without Gills (Hymenomycetes and Gasteromycetes)*, Chapman and Hill, London.
- Eraslan, E. C., Altuntas, D., Baba, H., Bal, C., Akgül, H., Akata, I. ve Sevindik, M., (2021). Some biological activities and element contents of ethanol extract of wild edible mushroom *Morchella esculenta*, *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 39 (1), 24-28.
- Fernandes, J. C., Tavaría, F. K., Soares, J. C., Ramos, O. S., Monteiro, M. J., Pintado, M. E. ve Malcata, F. X., (2008). Antimicrobial effects of chitosans and chitoooligosaccharides, upon *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, in food model systems, *Food microbiology*, 25 (7), 922-928.
- Gezer, K., Duru, M. E., Kivrak, I., Turkoglu, A., Mercan, N., Turkoglu, H. ve Gulcan, S., (2006). Free-radical scavenging capacity and antimicrobial activity of wild edible mushroom from Turkey, *African journal of Biotechnology*, 5 (20).
- Hemaiswarya, S., Kruthiventi, A. K. ve Doble, M., (2008). Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases, *Phytomedicine*, 15 (8), 639-652.
- Janeš, D., Kreft, S., Jurc, M., Seme, K. ve Štrukelj, B., (2007). Antibacterial activity in higher fungi (mushrooms) and endophytic fungi from Slovenia, *Pharmaceutical biology*, 45 (9), 700-706.
- Kalač, P., (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review, *Food chemistry*, 113 (1), 9-16.
- Kaşık, G. (2010). Mantar Bilimi: Marifet Matbaa ve Kâğıtçılık.
- Kaur, H., Sharma, S., Khanna, P. ve Kapoor, S., (2015). Evaluation of *Ganoderma lucidum* strains for the production of bioactive components and their potential use as antimicrobial agents, *Journal of Applied and Natural Science*, 7 (1), 298-303.
- Kim, K.-H., Han, S.-R., Kim, B.-L., Jung, S.-H. ve Oh, T.-J., (2017). Antimicrobial activities of *Ramaria botrytis* (Fr.) against oral bacteria, *Journal of Korean society of dental hygiene*, 17 (3), 493-504.
- Kumar Sharma, S. ve Gautam, N., (2017). Chemical and bioactive profiling, and biological activities of coral fungi from northwestern Himalayas, *Scientific reports*, 7 (1), 46570.
- Liu, K., Wang, J., Zhao, L. ve Wang, Q., (2013). Anticancer, antioxidant and antibiotic activities of mushroom *Ramaria flava*, *Food and chemical toxicology*, 58, 375-380.
- Mahady, G. B., (2005). Medicinal plants for the prevention and treatment of bacterial infections, *Current pharmaceutical design*, 11 (19), 2405-2427.
- Ogbole, O. O., Adebisi, P. ve Segun, P. A., (2019). Medicinal mushrooms with methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) inhibitory activity, *Journal of Pharmacy & Bioresources*, 16 (1), 41-46.
- Okwu, M. U., Olley, M., Akpoka, A. O. ve Izevbuwa, O. E., (2019). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and anti-MRSA activities of extracts of some medicinal plants: A brief review, *AIMS microbiology*, 5 (2), 117.
- Pala, S. A., Wani, A. H. ve Ganai, B. A., (2019). Antimicrobial potential of some wild *Macromycetes* collected from Kashmir Himalayas, *Plant Science Today*, 6 (2), 137-146.
- Promphet, N., Prostri, C., Khaeng-raeng, R., Pringsulaka, O. ve Suwannasai, N., (2018). Antioxidant, Antibacterial and Anti-alpha Glucosidase Activities of Coral Mushroom *Ramaria* spp, *SWU Sci. J.*, 34 (2), 175-191.
- Rodvold, K. A. ve McConeghy, K. W., (2014). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* therapy: past, present, and future, *Clinical infectious diseases*, 58 (suppl\_1), S20-S27.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, 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., Kırbağ, S., Kıvanç, 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, Türkiye: ANG Vakfı Yayınları.
- Sevindik, M., Ozdemir, B., Bal, C. ve Selamoglu, Z., (2021). Bioactivity of EtOH and MeOH extracts of *Basidiomycetes* mushroom (*Stereum hirsutum*) on atherosclerosis, *Archives of Razi Institute*, 76 (1), 87.

- Stodůlková, E., Císařová, I., Kolařík, M., Chudíčková, M., Novák, P., Man, P., Kuzma, M., Pavlů, B., Černý, J. ve Flieger, M., (2015). Biologically active metabolites produced by the *basidiomycete* *Quambalaria cyanescens*, *PLoS One*, 10 (2), e0118913.
- URL-1: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (erişim tarihi: 11.07.2024)
- Vallavan, V., Krishnasamy, G., Zin, N. M. ve Abdul Latif, M., (2020). A review on antistaphylococcal secondary metabolites from basidiomycetes, *Molecules*, 25 (24), 5848.
- Wayne, P., (2011). Clinical and laboratory standards institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing.
- Zengin, G., Uysal, A., Gunes, E. ve Aktumsek, A., (2014). Survey of phytochemical composition and biological effects of three extracts from a wild plant (*Cotoneaster nummularia* Fisch. et Mey.): A potential source for functional food ingredients and drug formulations, *PLoS One*, 9 (11), e113527.





**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Erol S.S. ve Allı H. (2024). Armutlu (Yalova) Yöresinin Ekonomik Değere Sahip Makromantarları, *Mantar Dergisi*, 15(2), 87-93.

Geliş(Received) :02.04.2024

Kabul(Accepted) :09.08.2024


**Araştırma Makalesi**


Doi: 10.30708/mantar.1464004

## Armutlu (Yalova) Yöresinin Ekonomik Değere Sahip Makromantarları

Selime Semra EROL<sup>1\*</sup>, Hakan ALLI<sup>2</sup>

\*Sorumlu yazar: selimesemraerol@gmail.com

<sup>1</sup>Yalova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji AD., Yalova, Türkiye / selimesemraerol@gmail.com 

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Muğla, Türkiye / hakanalli@gmail.com 

**Öz:** Çalışmada; Armutlu (Yalova) yöresinden farklı istasyonlardan 2010 ve 2017 tarihleri arasında 123 makromantar numunesi toplanmıştır. Yapılan saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda ekonomik değere sahip *Ascomycota* ve *Basidiomycota* bölümüne ait; 6 takım, 16 familya içerisinde dağılım gösteren toplam 23 tür tanımlanmıştır. Çalışmada tanımlanan türlerin; lokaliteleri, habitatları toplanma tarihleri ve numune numaraları verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Makromantar, Yalova, Tıbbi Mantar

### Economically Valueable Mushrooms Of Armutlu (Yalova)

**Abstract:** In the study; 123 macrofungal samples were collected from different stations in Armutlu (Yalova) region between 2010 and 2017. As a result of field and laboratory studies, belonging to the *Ascomycota* and *Basidiomycota* sections; 6 orders, 16 families and 23 economically valueable species belonging to these families have been described. Taxa identified in the study; localities, habitats, collection dates and sample numbers are given.

**Keywords:** Macrofungi, Yalova, Medicinal Mushroom

#### Giriş

“Mantar” terimi, halk arasında substratı üzerinde veya içinde gelişen makromantar miselyumlarının yoğunlaşması sonucu oluşan fruktifikasyon organlarını (meyve yapısı) tanımlamak için kullanılır (Berch ve ark., 2007). Mantar terimi geniş kapsamlı bir ifadedir ve mantarlar alemi içerisinde çok çeşitli boyut, şekil ve fizyolojiye sahip mayalar, küfler, pas mantarları vb. yüzbinlerce türü ifade eder. İnsanlık tarihi boyunca makromantarlar hem besin kaynağı hem de tıbbi ve halüsinojenik etkenleri nedeniyle ilgi çekici olmuştur. Paleolitik Çağ'a kadar uzanan kullanımı, mantarların insan kültüründe ve tarihinde köklü bir yere sahip olduğunu göstermektedir (Stamets, 2000). Eski uygarlıklarda besin ve ilaç olarak makromantar kullanımı

oldukça yaygın olup, arkeolojik ve tarihi kaynaklar, Mısırlıların, Romalıların, Yunanlıların ve Çinlilerin mantarları hem besin kaynağı hem de tıbbi amaçlı olarak kullandıklarını göstermektedir (Erol ve ark., 2020). Makromantarların insanlık tarihindeki yeri ve önemi, biyolojik, tıbbi, kültürel, tarihi ve spiritüel açılarından ele alınması gereken karmaşık bir konudur. Bu bağlamda, makromantarların zehirli türlerinin sebep olduğu zehirlenmeler ve ölümler (Kaşık, 2010), spiritüel ve ritüel kullanımları ve besin kaynağı olarak değerleri (Pekşen ve Akdeniz, 2012), insanlığın makromantarlara olan ilgisini ve etkileşimini şekillendiren temel faktörler olarak değerlendirilebilir. Tarihi kayıtlar, Papa VII. Clement ve Roma İmparatoru II. Claudius gibi önemli figürlerin Amanita cinsine ait mantarlar ile zehirlenerek öldüğünü



göstermektedir (Erol ve ark., 2020). Bazı makromantar türleri, halüsinojenik ve diğer psikoaktif bileşikler içerir. Bu türlerin kullanımı, tarih boyunca dini ritüellerde (Wasson, 1957), Şamanizm'de ve geleneksel tıpta yer almıştır. Robert Gordon Wasson ve Valentina P. Wasson'un Oaxaca, Meksika'daki yerli halklar arasında "psilocybin" maddesi içeren türlerin dini kullanımını araştırmaları, makromantarların spiritüel etkilerine dair önemli bir çalışmadır (Wasson, 1957). Ayrıca; makromantarlar kadim Çin, Mısır, Roma ve Yunan uygarlıklarında hastalıkların tedavisi ve önlenmesinde doğal bir ilaç olarak kullanılmıştır (Stamets, 2000). Günümüzde de birçok makromantar türü antibiyotik, anti-kanser ve immüno-modülatör ilaçların geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Karasoy ve ark., 2019; Wasser, 2002. 2014). Birçok makromantar türü yenilebilir ve lezzetli bir besin kaynağıdır. Mantarlar protein, vitamin ve mineraller açısından zengindir ve gastronomi alanında önemli bir yer tutmaktadır (Chang, 1999).

Türkiye'de makromantarlar ile ilgili yapılmış ilk akademik çalışma 1852 yılında Rigler tarafından yayınlanan "Die Türkei und deren Bewohner" isimli makaledir. Bu tarihten günümüze kadar bu alandaki çalışmalar artarak devam etmiştir. Özellikle son 30 yılda yapılan çalışmalar, ülkemiz mikrobiyotasının belirlenmesi için önemli katkılar sağlamıştır. Yapılan taksonomik çalışmalar sonucunda tespit edilen tıbbi mantar taksonları kayıt altına alınmış özellikle Uzakdoğu'da mikoterapi uygulamalarında sıklıkla kullanılan önemli tıbbi mantarların ülkemizde de yaygın olarak yetiştiği tespit edilmiştir. Bu türlerin Türkçe bilimsel isimleri Sesli ve ark., (2020) tarafından yapılan çalışma ile belirlenmiştir.

Mevcut literatüre göre, makromantarların antibakteriyel (Doğan ve Aydın, 2013; Duman ve ark., 2003), antitümör (Poyraz ve ark., 2015), antifungal ve besinsel değerleri (Karasoy ve ark., 2019) ile ilgili akademik çalışmaların son yıllarda arttığı; ancak ülkemizde makromantarların ekonomik değeri üzerine yapılan çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir. Yapılan çalışma ile Armutlu (Yalova) sınırları içerisindeki farklı lokalitelerden toplanan tıbbi ve ekonomik değeri olan makromantarlar tespit edilmiştir.

### Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini Armutlu (Şekil 1) yöresinden belirlenmiş olan 5 farklı istasyondan 2010-2017 tarihleri arasında toplanmış makromantar numuneleri oluşturmaktadır. Numuneler nem ve sıcaklık gibi ekolojik şartların uygun olduğu genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında yapılan saha çalışmaları sonucu elde edilmiştir. Saha çalışmalarında, her numuneye ait koordinat bilgisi, konukçu bilgisi, tat, koku vb. morfolojik özellikler not edilmiş ve her bir numunenin renkli

fotoğrafları çekilerek koleksiyon numarası verilerek kaydedilmiştir. Toplanan mantar numuneleri mikolojik tekniklere uygun olarak kese kağıtları içerisine yerleştirilmiş ve karton kutularda muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir.

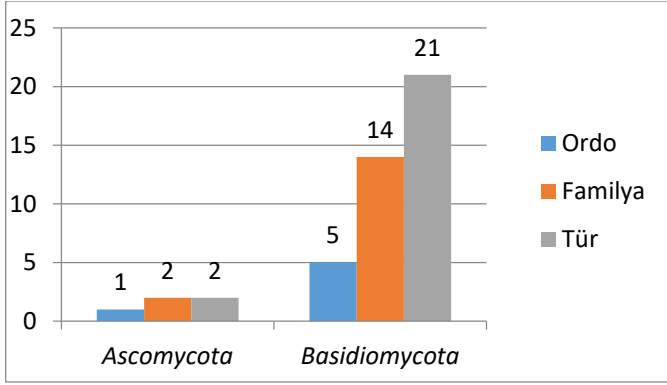


Şekil 1 Araştırma Alanı

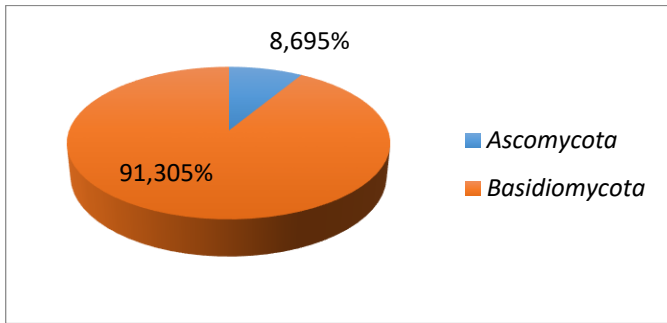
Örneklerin makroskobik ve mikroskobik özellikleri araştırılmış elde edilen veriler tür tanımlamasında veri olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler (Buczacki, 1989; Bresinsky and Besl, 1990; Phillips, 1981; Moser, 1983; Breitenbach and Kranzlin, 1984, 1986, 1991, 1995; 2000; Ellis ve Ellis, 1990; Kränzlin, 2005; Dähncke, 2004; Jordan, 2004) ilgili literatüre göre tanımlanmıştır. Tanımlanan örnekler Yalova Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji AD. Makromantarlar koleksiyonunda saklanmaktadır.

### Bulgular

Bu çalışmada, Armutlu (Yalova) ve yakın çevresinden 2010-2017 tarihleri arasında toplanan makromantar örnekleri arazi ve laboratuvar çalışmalarında elde edilen veriler kullanılarak mevcut literatüre göre tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda 2 bölüm, 6 takım, 16 familya ait 23 tür tanımlanmıştır. Tanımlanan 2 türün *Ascomycota* bölümüne ait 1 takıma bağlı 2 familya içerisinde; 21 türün ise *Basidiomycota* bölümünde 5 takıma bağlı 14 familya içinde bulunduğu tespit edilmiştir. Tanımlanan türlerden %8.695'i *Ascomycota*, %91.305'i ise *Basidiomycota* bölümünde yer alır. Yapılan çalışmada tanımlanan her bir tür yöre halkına gösterilmiş ve bu türlerin yöresel olarak bilinip bilinmediği tespit edilmiştir.



Şekil 2 Tespit edilen türlere ait taksonomik veriler



Şekil 3 Türlerin bölümlere dağılımı

Yörede toplayıcılar ile yapılan görüşmelerde *Helvella acetabulum*, *Fistulina hepatica*, *Armillaria mellea*, *Lepista nuda*, *Tricholoma terreum* ve *Laetiporus sulphureus* türlerinin yöre halkı tarafından hiç tanınmadığı tespit edilmiştir. Bu türler tanımlanan tür sayısının %26,086'sını oluşturmaktadır.

Çalışma sonucunda *Lycoperdon perlatum*, *Macrolepiota excoriata*, *Macrolepiota procera*, *Auricularia auricula-judae*, *Chroogomphus rutilus*, *Ganoderma lucidum*, *Fomes fomentarius* ve *Trametes versicolor* türlerinin yöre halkı tarafından tanındığı ancak ekonomik getirisinin az olması nedeniyle toplanmadığı belirlenmiştir. Toplayıcılar tarafından toplanan türlerin ise sadece iç pazarda kullanıldığı belirlenmiştir. Bu türler tanımlanan tür sayısının %34,782'sini oluşturur.

Tanımlanan türlerden %39,132'si ekonomik getirisi yüksek türler olarak yöredeki köylüler tarafından toplanmakta, yenilmekte ve toplayıcılar tarafından uluslararası ihracat yapan firmalara satılmaktadır. Ekonomik değeri yüksek olduğu belirlenen türler *Morchella crassipes*, *Amanita caesarea*, *Pleurotus cornucopiae*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, *Suillus collinitus*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *Lactarius deliciosus* olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda tespit edilen türler; Index Fungorum veritabanına göre düzenlenmiş, alfabetik olarak listelenmiştir. İstasyonlar ve koordinatlar Tablo-1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Arazi çalışması istasyonlar

Lokasyon	İstasyon	Koordinat
Mecidiye Köyü	1	40°31'16.6"N 28°53'19.2"E
Selimiye Köyü	2	40°32'29.7"N 28°59'19.3"E
Hayriye Köyü	3	40°30'06.4"N 28°58'03.1"E
Berkece Yaylası	4	40°33'18.8"N 29°00'24.7"E
Armutlu Merkez	5	40°31'33.6"N 28°49'45.2"E

**Ascomycota****Pezizales****Helvellaceae Fr.**

1. *Helvella acetabulum* (L.) Quél.

**/Kuzukulağımantarı**

İstasyon 1, kayın-karaçam karışık orman, 26.04.2012, CNDR 383. Tıbbi amaçlı kullanılır.

**Morchellaceae Rchb**

2. *Morchella crassipes* (Vent.) Pers.

**/Sarıgöbek**

İstasyon 4, elma bahçesi, 04.04.2017, CNDR 657. Yenir.

**Basidiomycota****Agaricales****Agaricaceae**

3. *Lycoperdon perlatum* Pers. /Fıssakuri

İstasyon 1, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 238. Tıbbi amaçlı kullanılır.

4. *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser

**/Kadınmemesi**

İstasyon 4, çayırılık alan, 24.10.2017, CNDR 670. Yenir.

5. *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer

**/Kartalayağı**

İstasyon 1, çayırılık alan, 23.11.2011, CNDR 243. Yenir.

**Amanitaceae**

6. *Amanita caesarea* (Scop.) Pers.

**/İmparator mantarı**

İstasyon 1, kayın-karaçam karışık orman, 29.11.2016, CNDR 677. Yenir.

**Fistulinaceae**

7. *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With.

**/Biftek mantarı**

İstasyon 4, meşe ağacı, 29.11.2016, CNDR 675. Yenir.

**Physalacriaceae**

8. *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm  
/Balmantarı

İstasyon 4, meşe kökü üzeri, 24.11.2016, CNDR 674. Tıbbi amaçlı kullanılır.

**Pleurotaceae**

9. *Pleurotus cornucopiae* (Paulet) Rolland  
/Çıkrıkisteridyesi

İstasyon 3, kayın kökü üzeri, 05.10.2016, CNDR 655. Yenir.

10. *Pleurotus eryngii* (DC.) Qué.  
/Çakşırmantarı

İstasyon 5, çayırılık alan, 23.11.2011, CNDR 207. Yenir.

11. *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.  
/İstiridyemantarı

İstasyon 1, kayın kütüğü üzeri, 29.11.2016, CNDR 676. Yenir.

**Tricholomataceae**

12. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke /Mavi cincile  
İstasyon 3, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 232.

Yenir.

13. *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm.  
/Karakızmantarı

İstasyon 3, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 233. Yenir.

**Auriculariales****Auriculariaceae**

14. *Auricularia auricula-judae* (Bull.) Qué.  
/Kulakmantarı

İstasyon 2, ıhlamur dalı üzeri, 30.11.2016, CNDR 680. Yenir.

**Gomphidiaceae**

15. *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O.K.  
/Geyikmantarı

İstasyon 1, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 241. Yenir.

**Suillaceae**

16. *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze /Benekli süngermantarı

İstasyon 1, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 242. Yenir.

**Cantharellales****Cantharellaceae**

17. *Cantharellus cibarius* Fr. /Sarıkızmantarı  
İstasyon 1, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 245.

Yenir.

18. *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers.  
/Borazanmantarı

İstasyon 1, kayın-karaçam karışık orman, 23.11.2011, CNDR237. Yenir.

**Polyporales****Fomitopsidaceae**

19. *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill  
/Kükürtmantarı

İstasyon 2, kayın ağacı üzeri, 30.11.2016, CNDR 681. Yenir.

**Ganodermataceae**

20. *Ganoderma lucidum* (Curtis) /Reyşi  
İstasyon 2, kayın kütüğü üzeri, 30.11.2016, CNDR 682. Tıbbi amaçlı kullanılır.

**Polyporaceae**

21. *Fomes fomentarius* (L.) Fr. /Kavmantarı  
İstasyon 3, kayın kütüğü üzeri, 29.11.2011 CNDR 280. Tıbbi amaçlı kullanılır.

22. *Trametes versicolor* (L.) /Hindikuyruğu  
İstasyon 1, meşe dalı üzeri, 23.11.2011, CNDR 237. Tıbbi amaçlı kullanılır.

23. *Lactarius deliciosus* (L.) Gray /Kanlıca mantarı

İstasyon 1, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 209. Yenir.

**Russulales****Russulaceae**

23. *Lactarius deliciosus* (L.) Gray /Kanlıca mantarı

İstasyon 1, çam ormanı, 23.11.2011, CNDR 209. Yenir.



Şekil 4 *Helvella acetabulum* bazidyokarları



Şekil 5 *Lycopodon perlatum* türünün bazidyokarları

Şekil 6 *Macrolepiota procera* bazidyokarpŞekil 9 *Auricularia auricula-judae* bazidyokarplarıŞekil 7 *Amanita caesarea* bazidyokarplarıŞekil 10 *Chroogomphus rutilus* bazidyokarplarıŞekil 8 *Fistulina hepatica* bazidyokarpŞekil 11 *Ganoderma lucidum* bazidyokarp

### Tartışma

Pekşen ve Kaplan, 2017'ye göre; birçok ülkede özellikle Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde popüler bir lezzet olan mantarların yıllık kişi başı tüketimi 10 kg'dan fazladır (Pekşen ve Kaplan, 2010), Yörede yapılan araştırma sonucu *Amanita caesarea*, *Pleurotus cornucopiae*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, *Lactarius deliciosus* mantarlarının yıllık tüketiminin hane

başı 8-12 kg civarı olduğu tespit edilmiştir. Pekşen ve Kaplan, 2017' ye göre; ülkemizde yıllık kişi başına tüketilen kültür mantarı miktarının 579,2 gr olduğu bildirilmiştir ancak yapılan çalışmada yörede *Agaricus bisporus* (Beyaz Şapkalı Mantar) ve diğer kültür mantarlarının neredeyse hiç tüketilmediği, yöre halkının doğadan toplanan yaban mantarlarını tüketmeyi tercih ettiği tespit edilmiştir.

2008 yılında yaklaşık 238 ton kuzugöbeği mantarı (*Morchella* sp.) kg başına ortalama 18 \$'dan Almanya ve Fransa'ya ihraç edilmiştir (Taşkın ve ark., 2010). Araştırma alanından elde edilen verilere göre yıllık hane başı ortalama 500 kg *Morchella* türlerinin toplandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak araştırma yöresinde doğadan toplanarak ihraç edilen *Morchella* türleri ve diğer ekonomik değeri olan makromantarlar yöre ekonomisi ve Türkiye ekonomisi için çok önemlidir.

Araştırma sonucunda; yerel toplayıcılar tarafından tanınan ve tanınmayan türler belirlenmiş, bu türlerin gastronomik değerleri, tıbbi değerleri, ekolojik ve ekonomik önemleri yöre halkına anlatılmıştır.

### Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda yöre halkı ile yapılan görüşmelerde, özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında bazı aileler için fazla işgücü gerektirmemesi ve düşük masraflı olması; gibi sebeplerle mantar toplayıcılığının önemli bir geçim kaynağı haline geldiği tespit edilmiştir. Hatta yöredeki bazı aileler için tek geçim kaynağı mantar toplayıcılığıdır.

Ülkemizde yıllık yaban mantarı ihracatı ile ilgili kesin bir veri bulunmamaktadır. Yöre halkı ile yapılan görüşmelerde doğadan toplanan yaban mantarlarının ortalama toplayıcı hane başı ortalama 35-45 kilogram olduğu tespit edilmiştir.

Yörede, *Morchella* spp., *Suillus collinitus*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides* taze olarak toplanıp satılır, bununla beraber bazı toplayıcıların bu türleri özellikle mevsiminde toplayıp kuruttuktan sonra mevsimi dışında da sattıkları tespit edilmiştir. Ayrıca *Suillus collinitus*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides* türlerinin tercihen ihracatçı firmalara satıldığı ve ekonomik getirisinin etkisi ile iç pazarda tüketilmediği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak yörede yaban mantarları yadsınamaz bir ekonomik hareketlilik kaynağıdır. Ancak özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında yöreye gelen yabancılar tarafından yöre halkının önemli bir geçim kaynağı olan

yaban mantarlarının; aşırı, bilinçsizce ve tahrip edilerek toplandığı ve bunun sonucunda ise yöre halkının ekonomik olarak zarar gördüğü tespit edilmiştir. Yöre halkı için mantarların ekonomik getirisi çok önemlidir.

Toplayıcılar ile yapılan görüşmelerde toplayıcıların genel talebi mantar avı için doğru toplama tekniklerinin önemini vurgulandığı resmi kursların düzenlenmesi ve bu kurslar sonucunda sertifikasyon sisteminin getirilmesidir. Böylece bölge dışından mantar avı dönemlerinde aşırı ve bilinçsiz toplama sonucu meydana gelen ekonomik kayıpların minimuma inmesi beklenmektedir.

### Yazar Katkıları

Çalışma, Selime Semra Erol'un yüksek lisans tezinin bir parçasıdır. Yapılan tüm saha ve laboratuvar çalışmaları Selime Semra Erol ve Hakan Allı tarafından yapılmıştır. Çalışmanın son taslağı Selime Semra Erol ve Hakan Allı tarafından kontrol edilmiş ve onaylanmıştır.

Bu çalışma 04-06 Eylül 2019 tarihinde düzenlenen II. Uluslararası Avrasya Mikoloji Kongresi kapsamında Özet Bildiri/Poster olarak sunulmuştur.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında ve diğer kurumlar ile herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Selime Semra EROL, Hakan ALLI).

### Teşekkür

Arazi çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Yalova Orman İşletme Müdürlüğü'ne, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve projeyi destekleyen Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Bresinsky, A. ve Besl, H., (1990). A Color Atlas of Poisonous Fungi. Wolfe Publishing, London.
- Buczacki, S. (1989). Fungi of Britain and Europe. William Collins Sons & Co Ltd. Glasgow. 320s
- Berch, S. M., Ka, K.-H., Park, H., ve Winder, R. (2007). Development and potential of the cultivated and wild-harvested mushroom industries in the Republic of Korea and British Columbia. *Journal of Ecosystems and Management.*, 8 (3) 53-75.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1984). Fungi of Switzerland. Vol.1, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Bresinsky, A. ve Besl, H., (1990). A Color Atlas of Poisonous Fungi. Wolfe Publishing, London.
- Buczacki, S. (1989). Fungi of Britain and Europe. William Collins Sons & Co Ltd. Glasgow. 320s
- Berch, S. M., Ka, K.-H., Park, H., ve Winder, R. (2007). Development and potential of the cultivated and wild-harvested mushroom industries in the Republic of Korea and British Columbia. *Journal of Ecosystems and Management.*, 8 (3) 53-75.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1984). Fungi of Switzerland. Vol.1, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1986). Fungi of Switzerland. Vol.2, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1991). Fungi of Switzerland. Vol.3, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (1995). Fungi of Switzerland. Vol.4, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (2000). Fungi of Switzerland. Vol.5, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.
- Breitenbach, J. ve Kränzlin, F. (2005). Fungi of Switzerland. Vol.6, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland
- Chang, S.-T. (1999). Global Impact of Edible and Medicinal Mushrooms on Human Welfare in the 21st Century: Nongreen Revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms.*, 1 (1), 1-7.
- Doğan, H. H., ve Aydın, S. (2013). Determination of antimicrobial effect, antioxidant activity and phenolic contents of desert truffle in Turkey., 10 (4), 52–58.
- Dähncke, M.R. (2004). 1200 Pilze in Farbfotos. AT Verlag Aarau, Schweiz.
- Ellis, MB. ve Ellis, J.P. (1990). Fungi Without Gills (Hymenomyces and Gasteromyces) An Identification Handbook. Chapman and Hall, London. 315s.
- Erol, S. S., Akata, I., ve Kaya, E. (2020). Use of Macrofungi in Traditional and Complementary Medicine Practices: Mycotherapy. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research.*, 1 (2), 70-78.
- Duman, R., Doğan, H. H., ve Ateş, A. (2003). *Morchella conica* (Pers.) Boudier ve *Suillus luteus* (L.) S.F. Gray Makromantarlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri. *S. Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi.*, 22, 19-24.
- Jordan, M. (2004). The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europe, Frances Lincoln, London, UK.
- Index Fungorum (2024): <http://www.indexfungorum.org>. Son erişim Nisan 2024.
- Kalač, P., ve Svoboda, L. (2000). A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69(3), 273–281.
- Karasoay, A. F., Okuyucu, H., & Pekşen, A. (2019). *Flammulina velutipes* Mantarı *Flammulina velutipes* Mushroom., 10, 152–162.
- Kaşık, G. (2010). Mantar Bilimi, Marifet Matbaa ve Yayıncılık, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Konya.
- Moser, M., (1983). Keys to Agarics and Boleti. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 535.
- Phillips, R. (1981). Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Europe. Pan Books Ltd., London. 287.
- Pekşen, A., ve Akdeniz, H. (2012). Organik Ürün Olarak Doğa Mantarları. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi.*, 8 (1), 34-40.
- Pekşen, A., ve Kaplan, M. (2017). Ordu ilinin ekonomik öneme sahip yenilebilen doğa mantarları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 335-342.
- Poyraz, B., Güneş, H., Tül, B., ve Sermenli, H. B. (2015). Antibacterial and Antitumor Activity of Crude Methanolic Extracts from Various Macrofungi Species. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi.*, 8 (1), 1308–1261.
- Sesli, E., Asan, A., and 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., Haliki Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbacı, 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., Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi (The Checklist of Fungi of Turkey). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul. 1177.
- Stamets, P. (2000). Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Ten Speed Press. U.S.A
- Sarıyer T. ve Şeker M., (2023). Çanakkale Doğal Ortamından Toplanıp, Ticarete Konu Olan Mantar Türleri. Çanakkale: Özgür Üniversite Yayınları. Çanakkale. 215-238
- Taşkın H., Büyükalaca, S. Doğan H.H., Rehner S.A., O'Donnell K. (2010). A multigene molecular phylogenetic assessment of true morels (*Morchella*) in Turkey. *Fungal Genetics and Biology* 47 (8), 672-682
- Wasser, S. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology.*, 60 (3), 258–274.
- Wasser, S. P. (2014). Medicinal mushroom science: Current perspectives, advances, evidences, and challenges. *Biomedical Journal*, 37(6), 345–356
- Wasson, R. G. (1957). Seeking the magic mushroom. *Life.*, 42 (19), 100–120.



**This article is cited as follows:** Acar İ., Karabıyık H. and Özcan Ateş G. (2024). Morphological and Molecular Identification of *Sepultariella semi-immersa* : New Locality Record for Türkiye, Mantar Dergisi, 15(2), 94-102.

Geliş(Received) :30.05.2024

Kabul(Accepted) :27.08.2024


Research Article


Doi: 10.30708/mantar.1492590


## Morphological and Molecular Identification of *Sepultariella semi-immersa* : New Locality Record for Türkiye

İsmail ACAR<sup>1\*</sup>, Halide KARABIYIK<sup>2</sup>, Gülçin ÖZCAN ATEŞ<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: ismailacar@yyu.edu.tr

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl University, Başkale Vocational High School, Department of Organic Agriculture, Van, Türkiye/ ismailacar@yyu.edu.tr 

<sup>2</sup>Trakya University, Arda Vocational School, Food Processing Department, Edirne, Türkiye/halidekarabiyik@trakya.edu.tr 

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University Çanakkale Vocational School of Health Services, Department of Medical Services and Techniques, Çanakkale, Türkiye/gulcinozcan@comu.edu.tr 

**Abstract:** *Sepultariella semi-immersa* (Pyronemataceae, Ascomycota) was identified in a new locality for macrofungal diversity in Türkiye from Çanakkale Onsekiz Mart University Terzioğlu Campus. *S. semi-immersa*, which constitutes a species complex, is included in the *Sepultariella* clade. This study gives a detailed description of the species, geographical coordinates, photographs taken in its natural habitat, and its phylogenetic position in the genus *Sepultariella* based on molecular data. The Internal transcribed spacer (ITS) region sequence determined the evolutionary and phylogenetic relationship within the genus but *S. semi-immersa*, which might constitute a species complex.

**Keywords:** Ascomycota, *Sepultariella*, New Locality, Türkiye

### *Sepultariella semiimmersa* 'nın Morfolojik ve Moleküler Tanımlaması: Türkiye için Yeni Lokalite Kaydı

**Öz:** *Sepultariella semi-immersa* (Pyronemataceae, Ascomycota), Türkiye'nin Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsünden Türkiye makrofungal çeşitliliği için yeni lokalite olarak tanımlanmıştır. Bir tür kompleksi oluşturan *S. semi-immersa*, *Sepultariella* clade'ı içerisinde yer almaktadır. Çalışmada türe ait detaylı deskripsiyon, coğrafi koordinat, doğal habitatında çekilmiş fotoğraller ve moleküler verilere dayalı olarak yapılan cins içindeki filogenetik pozisyonu verilmiştir. Cins içindeki evrimsel ve filogenetik ilişkinin tespit edilmesinde Dahili kopyalanmış aralayıcı (ITS) bölge dizisi belirleyici olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Ascomycota, *Sepultariella*, Yeni Lokalite, Türkiye

#### Introduction

The two most important classes of *Pezizomycotina*, the largest subdivision of Ascomycota, are *Pezizomycetes* (cup fungi or operculate *Discomycetes*) and *Orbiliomycetes* (round to wavy, cupulate to flat or convex apothecia) (Spatafora et al., 2006; Schoch et al., 2009). Of these two important classes, a few members of

the *Pezizomycetes* are plant and bryophyte parasites, others are saprobes and a small number are mycorrhizal. It is estimated that there are more than 2000 species worldwide (Pfister and Healy, 2021). This class is characterised by a valve-like structure (operculum) at the apex of the asci that opens during spore discharge (Hansen et al., 2013).



CC BY 4.0 Uluslararası Lisansı altında lisanslanmıştır / Licensed under the CC BY 4.0 International License.

Atıflamada APA stili kullanılmıştır, iThenticate ile taranmıştır./ APA style was used in citation, plagiarism was checked with iThenticate.



Inside *Pezizomycetes*, the genus *Sepultariella* Van Vooren, U. Lindem. & Healy is represented by two species: *Sepultariella patavina* (Cooke & Sacc.) Van Vooren, U. Lindem. & Healy and *S. semi-immersa* (P. Karst.) Van Vooren, U. Lindem. & Healy. *Sepultariella semi-immersa* was first described by Karsten (1869) as *Peziza semi-immersa* P. Karst. *Peziza patavina* Cooke & Sacc., first named by Saccardo (1877), was renamed as *Pustularia patavina* (Cooke & Sacc.) Boud. in 1907. Later, both species were combined in *Leucoscypha* Boud. by Svrček (1974). However, Perry et al. (2007) reported that (2017) and *S. patavina* was selected as the type of the genus. The reason why *L. semi-immersa*, which constitutes our study sample, was not selected as the type specimen; it was suggested that this species may be a species complex (Van Vooren et al., 2017).

These two species are known in our country: *Pustularia patavina* was cited by Kaya and Uzun (2015) and *Sepultariella semi-immersa* by Uzun et al. (2018). Both were described based on morphological data. In this study, in addition to morphological data, DNA sequences of the nuclear ribosomal internal transcribed spacers (nrITS) region including ITS1/ITS2 subregions were used as molecular characters to determine the relationship and position of *Sepultariella semi-immersa* within the genus.

Recently, many molecular studies have been carried out in our country. Some of them are; Aktaş and Karaselek, 2019; Acar, 2021; Akata et al, 2021; Acar et al., 2022; Dizkirici et al., 2022; Dizkirici and Acar, 2022; Akata et al., 2023; Acar et al., 2024; Akata et al., 2024. In many platforms, mycologists agree that molecularly supported descriptions would be healthier for the scientific world. This study aims to contribute to the knowledge of the distribution of *Sepultariella semi-immersa* in Türkiye and to redefine the species using both morphological and molecular data.

## Material and Methods

### Taxon sampling and morphological studies

On 11.03.2024, mushroom samples were collected at the Terzioğlu Campus of Çanakkale Onsekiz Mart University (Figure 1). Macrofungi samples were photographed in their natural habitat and their morphological characteristics were noted in the field notebook. Specimens were preserved as fungarium material (deposited in the Mycology Laboratory of Çanakkale Onsekiz Mart University, Vocational School of Health Services) and were used for the examination of microscopic data. The preparations were analysed under a Leica DM2500 (Germany) research microscope. Ascus, ascospores, hairs, ectal excipulum and paraphyses were measured at least 20 replicates using Leica Application

some tricharinoid species in the genera *Pustularia* Boud. and *Leucoscypha* do not belong to either of these genera. The analyses of Van Vooren et al. (2017) also supported Perry et al.'s results. Both species do not belong to the same clade as *L. leucotricha* (Alb. & Schwein.) Boud., the type specimen of the genus *Leucoscypha*, although it was accepted in this genus by Saccardo (1889), Le Gal (1957), Rifai (1968), Eckblad (1968). The name *Sepultariella* was first used by Kutorga (2000), but the publication of the name is invalid. These two species were placed in the genus *Sepultariella* by Van Vooren et al. Suite (version 4.8). Macro- micromorphological analyses were performed following the methods described by Dougoud (2002), Medardi (2006), Ribes and Pancorbo (2010) and Van Vooren et al. (2017). Microscopic data were plotted using CorelDRAW (64-bit) (Canada) to ensure accuracy and clarity in the depiction of the observed characteristics of *Sepultariella*.

### Molecular studies

EurX GeneMATRIX Plant & Fungi DNA isolation kit (Poland) was used for DNA isolation. After DNA isolation, spectrophotometric measurement was performed on Thermo Scientific Nanodrop 2000 (USA) to check the amount and purity of the DNA obtained. In the PCR study, ITS1 - ITS4 primers were used as universal primers to amplify the gene regions targeted for species identification. The primer sequences used were ITS1 5'TCCGTAGGTGAACCTGCGG 3' and ITS4 5' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3' primers. DNA amplification was performed in a 35 µl mixture containing genomic DNA (10 ng/µl), 10× PCR Buffer, MgCl<sub>2</sub> (25 mM), dNTP mix (20 mM), selected primer pair F. Primer (10 µM), R. Primer (10 µM), Taq polymerase (5u/µl) and sterile water. The amplification results obtained by PCR (kyratec thermocycler) were electrophoresed in a 1.5% agarose gel prepared with 1x TAE buffer at 100 volts current for 90 min and visualised under UV light using ethidium bromide stain. A one-step PCR was performed to amplify a region of approximately 700 bases. The PCR reaction was performed with Solis Biodyne (Estonia) FIREPol® DNA Polymerase Taq polymerase enzyme. For our sample, a single band was obtained on agarose gel after PCR, indicating that the PCR process was successful. At the PCR product purification stage, MAGBIO 'HighPrep™ PCR Clean-up System' (AC-60005) purification kit was used for the single band samples obtained and purification was carried out following the procedures of the kit. For Sanger Sequencing, an ABI 3730XL Sanger sequencer (Applied Biosystems, Foster City, CA) and BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, Foster City, CA) were used at MacroGen Netherlands laboratory. The reads obtained with the ITS1 and ITS4 primers were

contig-formed to generate a consensus sequence. The CAP contig assembly algorithm in BioEdit software was used to perform this process. Ambiguous sites were manually checked and corrected. Sequence data for the ITS region were deposited in GenBank and accession numbers were added to the manuscript.

#### Sequence alignment and phylogenetic analysis

The sequence of *Sepultariella semi-immersa* from the present study and additional sequences from the

NCBI database (Appendix 1) were combined and analysed together to determine the phylogenetic relationship and the position of the studied species within the genus *Sepultariella*. *Tricharina gilva* (Boud. ex Cooke) Eckblad was selected as the outgroup. All sequences were aligned with the ClustalW program (Thompson et al., 1994).

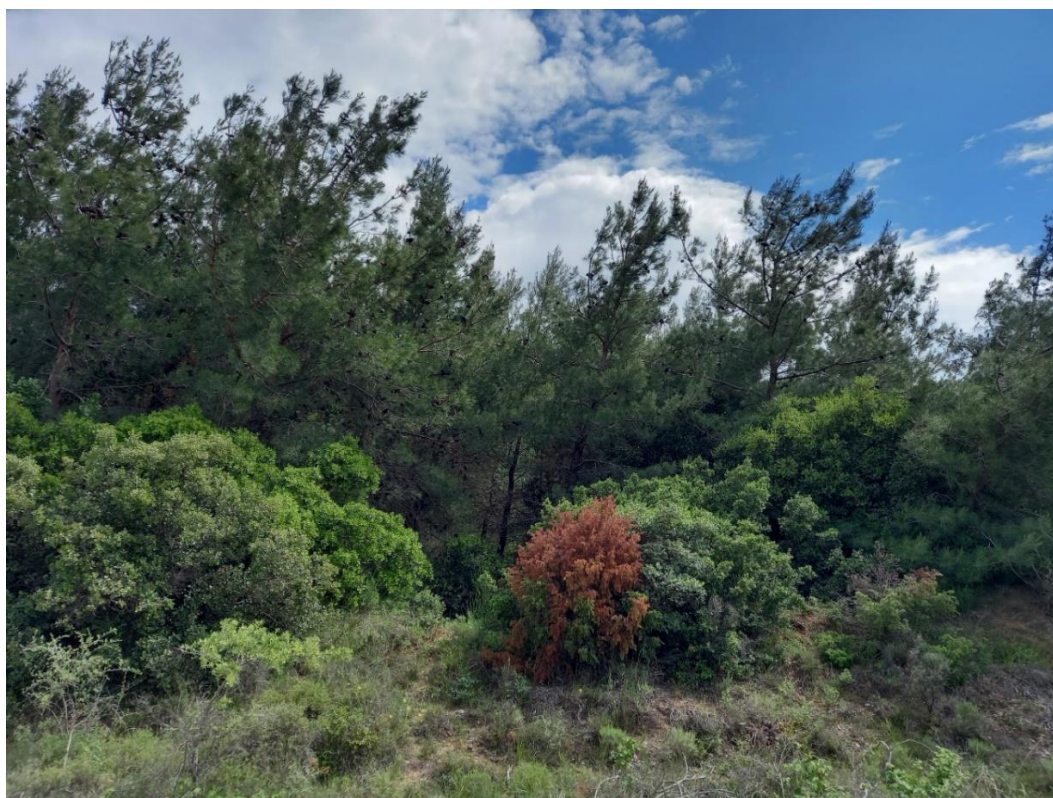


Figure 1. Photo of the research area

A phylogenetic tree was constructed using the Maximum Likelihood method to determine species distinctions. The appropriate nucleotide evolution model for phylogenetic analyses was determined using MEGA v7 (Kumar et al., 2016). The model with the lowest BIC (Bayesian Information Criterion) score was used as the model that best describes the substitution model (Tamura et al. 2013). Bootstrap analysis with 1000 replications was used to test branch support (Felsenstein, 1985). In the Maximum Likelihood (ML) method, the first tree for heuristic search was automatically obtained by applying the Neighbour-Joining and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Maximum Composite Likelihood (MCL) approach, and then the topology with the highest log likelihood value was selected. All positions with gaps and missing data were eliminated.

#### Result

**Ascomycota** Caval. -Sm.

**Pezizomycotina** O.E. Erikss. & Winka

**Pezizomycetes** O.E. Erikss. & Winka

**Pezizales** J. Schröt.

**Pyronemataceae** Corda

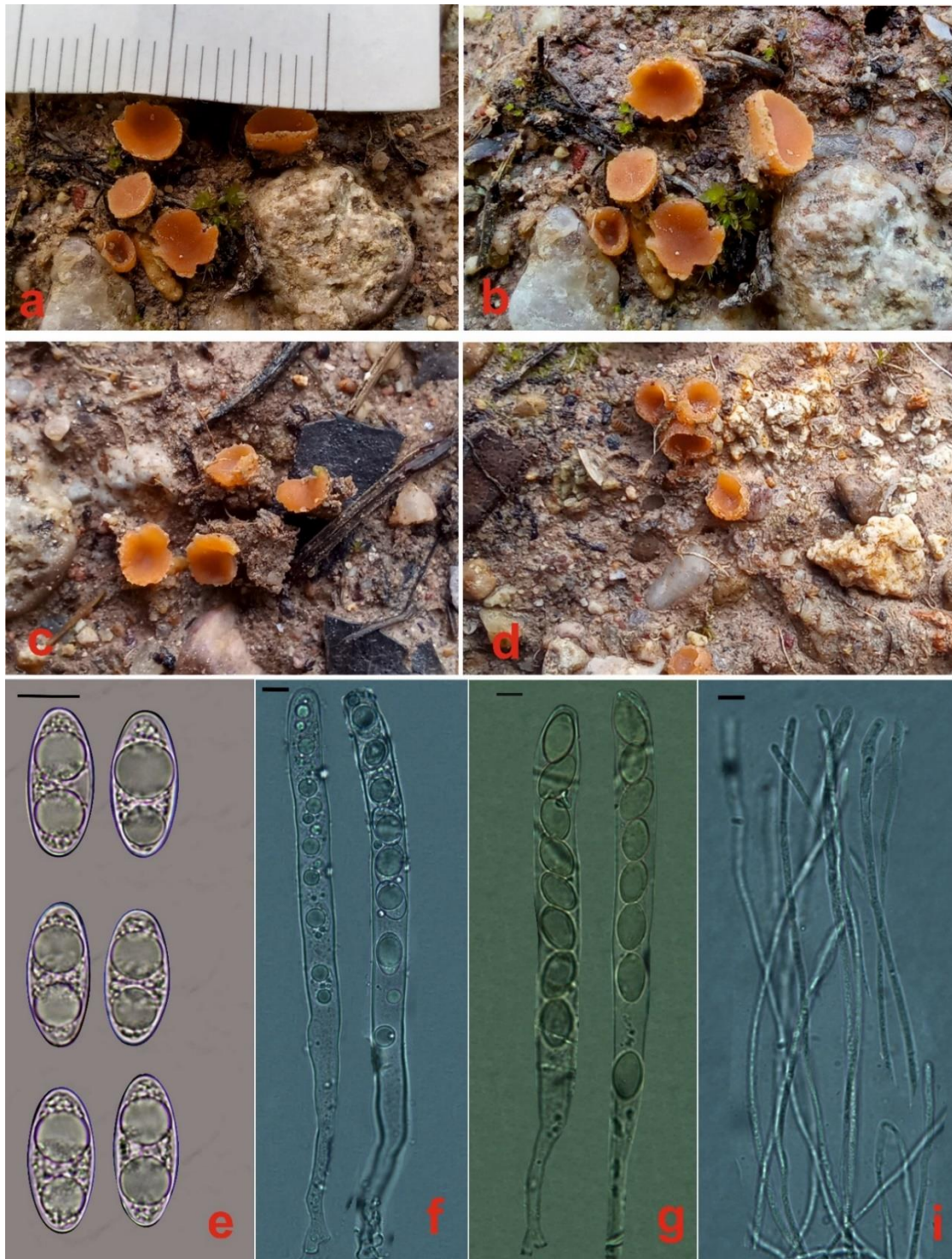
**Sepultariella** Van Vooren, U. Lindem. & Healy

**Sepultariella semi-immersa** (P. Karst.) Van Vooren, U. Lindem. & Healy (**Figure 2, 3.**)

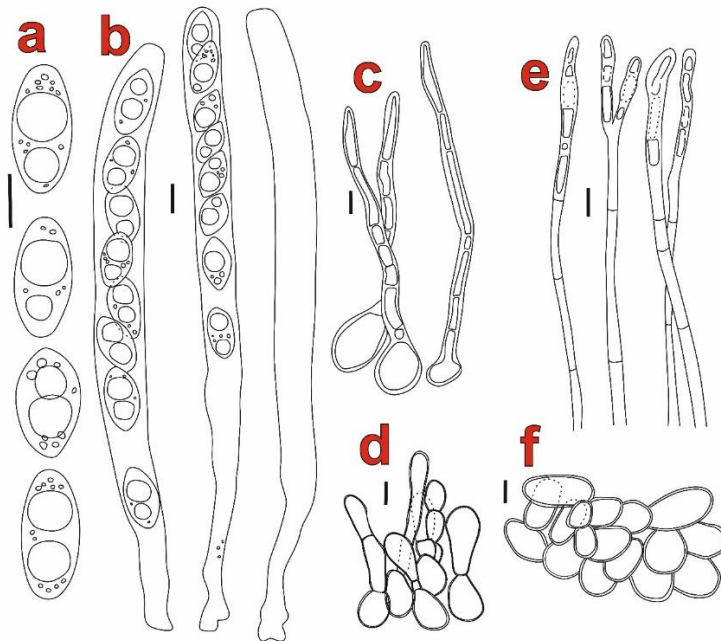
**Apothecia** 2–4 mm diam., sessile, discoid to cup-shaped, hymenium orange to ochre-orange, margin crenulate, with upper small whitish hairs, ones are longer and multicellular, the outer surface is of the same colour and slightly tomentose. **Asci** 180–250 × 13–20 μm, cylindrical, eight-spored, ascus base with croziers, inamyloid. **Ascospores** uniseriate, 21–25 × 9.5–11.5 μm, smooth, with two guttules, sometimes only one, accompanied by smaller droplets, narrowly ellipsoidal to

slightly fusiform, with acute ends. **Paraphyses** 2.5–3.5  $\mu\text{m}$ , towards the apex 3.5–6.5  $\mu\text{m}$  wide, cylindrical, forked, septate, and slightly thickened at the apex. **Excipulum** two-layered: inner layer in various shapes, outer layer –of *textura globulosa/angularis*, with cells 10–20  $\times$  13–35  $\mu\text{m}$ .

**Specimen examined:** Çanakkale Onsekiz Mart University, Terzioğlu Campus, behind Medical Faculty, 40° 06' 34"N, 26° 24' 48"E, 34 m, on soil, near *Pinus brutia* Ten. and *Quercus coccifera* L. trees, 11.03.2024, Acar 1841.



**Figure 2.** *Sepultariella semi-immersa*. a-d. Ascomata, e. Ascospores (in water), f. Asci (in water), g. Asci (in Melzer's reagent), i. Paraphyses (in water) **Scale bar** = 10  $\mu\text{m}$



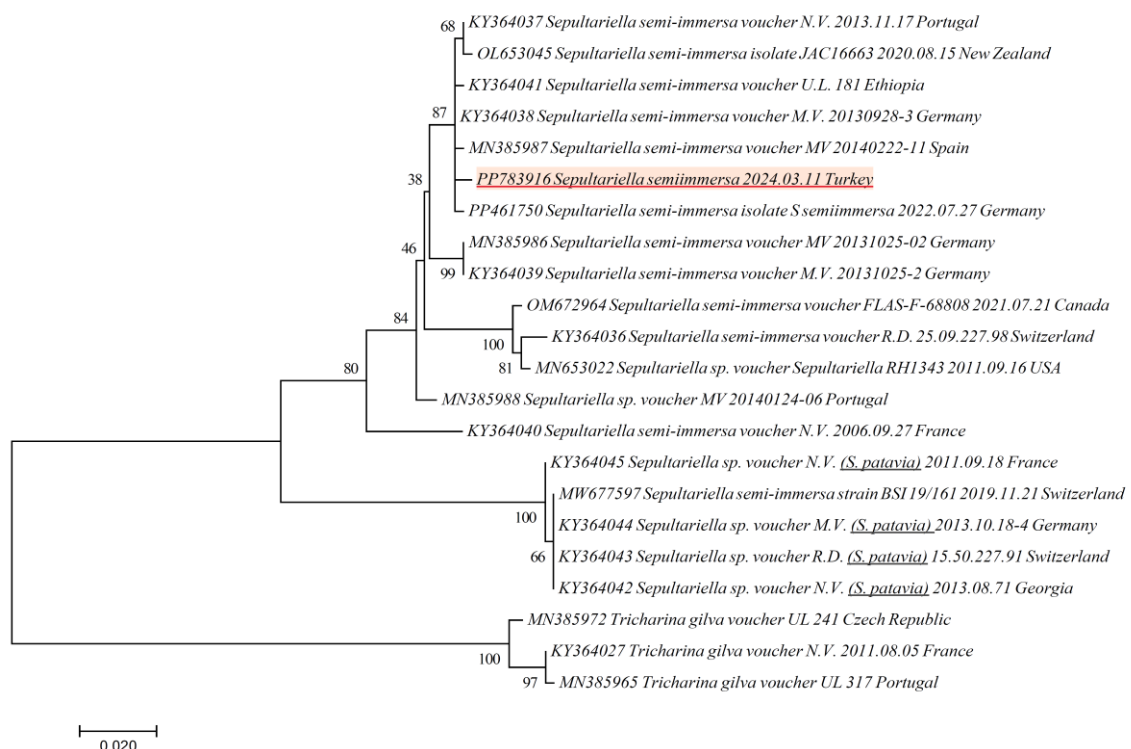
**Figure 3.** *Sepultariella semiimmersa* a. ascospores, b. asci, c. long hairs, d. short hairs, e. paraphyses, f. cells of ectal excipulum **Scale bar = 10 µm**

### Molecular analysis

The amplified DNA fragment of the ITS region was approximately 700 bp long, covering the entire ITS1/ ITS2 subregions. Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) (Altschul et al. 1997) analysis was performed to determine sequence homologies using the National Centre for Biotechnology Information (NCBI) database.

The ITS data matrix consisted of a total of 22 sequences, including the studied sample and three outgroup samples.

The accession number of the studied ITS region was assigned as 'GenBank ID: PP783916'. Our sample clustered in the *Sepultariella* clade and was grouped with *Sepultariella* samples downloaded from NCBI having a bootstrap value of 87% (Figure 4).



**Figure 4.** Phylogenetic tree of *Sepultariella* species based on ML analysis of the ITS region. The underlined light orange colour indicates the studied specimen. Sequences of *Tricharina gilva* were used as the outgroup.

## Discussions

The species to which our studied specimens are morphologically and molecularly closest is *Sepultariella patavina*. Both species are carefully examined morphologically (Dougoud, 2002; Medardi, 2006; Ribes and Pancorbo, 2010). There are differences in macro- and micro-characters, albeit with minor nuances. Although they are quite close in evolutionary perspectives, their separation is clear in molecular analyses.

Dougoud (2002) and Ribes and Pancorbo (2010) comprehensively documented the morphological characteristics of *S. semi-immersa*. Medardi (2006) did not illustrate this species but mentioned some of its characteristics due to its similarity with *S. patavina*. Table 1 provides a comprehensive comparison between the specimens of *S. semi-immersa* analysed in this study and the specimens included in the works of the aforementioned authors (Dougoud, 2002; Medardi, 2006; Ribes and Pancorbo, 2010; Uzun et al., 2018). We meticulously summarise the dimensions of the various structures observed in our specimens, macroscopic features and microscopic characters, as well as habitat. This comparison highlights similarities and differences in measurements and characteristics between the present specimens and other collections reported in the literature.

This study of *S. semi-immersa* specimens highlights subtle but important macroscopic and microscopic variations that do not appear to affect species identification. These variations may be indicative of a broader spectrum of intraspecific variability or perhaps an evolutionary adaptation within the species. Consequently, these small differences that do not affect species identification may be an important opportunity to investigate the genetic and environmental factors underlying micro- and macromorphological diversity.

In fungal taxonomy, morphological diversity significantly exceeds genetic diversity (Akata et al., 2024). For a more reliable identification of fungal species, phylogenetic analyses should be useful. Among the markers used in phylogenetic analyses, ITS is widely used for molecular taxonomic studies in fungi and provides valuable information. In our study, the nuclear ITS rDNA gene sequence was used for the molecular

identification of our sample Acar 1841 and a similarity of more than 99% was found with the reference sequences of *S. semi-immersa* available in GenBank (Figure 4).

As a result, the number of species belonging to the genus *Sepultariella* in Turkey was recorded as two (Sesli et al., 2020). However, these two species were previously identified based on morphological data. In this study, the *Sepultariella* specimens collected in Çanakkale in 2024 and identified as *Sepultariella semi-immersa* are based on both morphological and molecular studies.

## Author contributions

The authors have equal contribution.

## Conflicts of interest

The authors declare no competing interests.

## Ethical Statement

It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited (Ismail Acar, Halide Karabiyik, Gülçin Özcan Ateş).

## Acknowledgement

Many thanks to Nicolas Van Vooren for language checking and finalising the manuscript.

## Appendix 1

### ITS sequences downloaded from NCBI database

*Tricharina gilva* (KY364027), *Tricharina gilva* (MN385965), *Tricharina gilva* (MN385972), *Sepultariella semi-immersa* (KY364037), *Sepultariella semi-immersa* (KY364041), *Sepultariella semi-immersa* (MN385987), *Sepultariella semi-immersa* (KY364038), *Sepultariella semi-immersa* (KY364036), *Sepultariella* sp. (MN385988), *Sepultariella semi-immersa* (MN385986), *Sepultariella semi-immersa* (KY364039), *Sepultariella semi-immersa* (KY364040), *Sepultariella semi-immersa* (MW677597), *Sepultariella* sp. (MN653022), *Sepultariella semi-immersa* (PP461750), *Sepultariella semi-immersa* (OM672964), *Sepultariella semi-immersa* (OL653045), *Sepultariella* sp. (KY364045), *Sepultariella* sp. (KY364044), *Sepultariella* sp. (KY364043), *Sepultariella* sp. (KY364042)

**Table 1.** Comparison of some measurements of the morphological structures of *S. semi-immersa*

	Dougoud (2002)	Medardi (2006)	Ribes and Pancorbo (2010)	Uzun et al. (2018)	Current study
<b>Apothecia</b>	1–3.5 mm	up to 3.5 mm	1–2.5 mm	1.5–5 mm	2–4 mm
<b>Asci</b>	230–260 × 18–20.5 (23) µm	unspecified	cylindrical, octosporic, uniseriate	180–200 × 10–15 µm	180 – 250 × 13 – 20 µm
<b>Ascospores</b>	19.5–22 × 9–10.5 µm	20.5–23 × 9–10.5 µm	(19.1)–21.5–22.1–(24.5) × (9.4)–10.2–10.4–(11.3) µm	21–23 × 10.5–12 µm	21–25 × 9.5–11.5 µm
<b>Paraphyses</b>	(2.5)3.5–4 µm, in diameter at the bottom, widened to 4-5 µm at the apex, hyaline, septate, simple or forked towards the apex	unspecified	cylindrical, forked, segmented and slightly thickened at the apex.	cylindrical, septate, slightly thickened at the apex	2.5–3.5 µm, towards the apex 3.5–6.5 µm wide, cylindrical, forked, septate, smooth, and slightly thickened at the apex.
<b>Excipulum</b>	external surface cells 8 – 20(35) × 10– 20 (25) µm	unspecified	globose-angular cells.	unspecified	two-layered, inner layer in various shapes, outer layer globulose - angularis, cells 10 – 20 × 13 – 35 µm.
<b>Margin</b>	often irregularly crenulate	crenulate	crenulate	crenulate with small whitish teeth	crenulate
<b>Habitat</b>	On clayey and bare soil of a rut in a forest road, as well as on the ground of a fire pit, but not on the ashes, under <i>Quercus</i> sp.	grows in the same environments as <i>L. patavina</i>	on nearly bare soil with some bryophytes and in a burnt pine forest ( <i>Pinus canariensis</i> C.Sm. ex DC)	on soil among woody debris on burnt ground	near <i>Pinus brutia</i> Ten. and <i>Quercus coccifera</i> L. trees, on soil

## References

- Acar, İ., Uzun, Y., Kalmer, A., Dizkırıci, A. and Öğün, Y. (2021). A new record for Turkish mycobiota from Selim (Kars) district. *Mantar Dergisi*, 12(1), 65-70.
- Acar, İ. (2022). New records from Turkey: *Cortinarius barbatus*, *C. osmophorus*, & *C. saturninus*. *Mycotaxon*, 136(4): 819-830.
- Acar, İ., Dizkırıci, A., Kalmer, A. and Uzun, Y. (2022). *Hebeloma bingolense*, a new species in section *Hebeloma* (Basidiomycota) from Turkey. *Nova Hedwigia*, 114(1-2), 55-68.
- Acar, İ., Kalmer, A. and Dizkırıci, A. (2024). Confirmation of *Hebeloma salicicola* (Basidiomycota) from Türkiye. – *Österr. Z. Pilzk*, 31: 89–97.
- Akata, İ., Şahin, E., Altuntaş, D. and Kabaktepe, Ş. (2021). Two new additions to Turkish *Tulostoma*. *KSU J. Agric Nat.*, 24 (5): 1104-1110.
- Akata, İ., Kumru, E., Ediş G., Özbey, B.G. and Sahin, E. (2023). Three New records for Turkish *Agaricales* Inhabiting Ankara University Beşevler 10th Year Campus Area. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 23(3): 250-263.
- Akata, İ., Kumru, E., Sahin, E., Acar, İ. and Kaya, E. (2024). *Amanita vidua*: A new record for Turkish *Amanita* Section Phalloideae based on morphological and molecular data. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 25(1): 97-110.
- Aktaş, S. and Karaselek, M.A. (2019). The taxonomical characterization of some *Helvella* and its relatives by morphological and molecular data from Turkey.
- Dizkırıci, A. and Acar, İ. (2022). *Hymenoscyphus conscriptus* & *H. fucatus*, newly recorded from Turkey. *Mycotaxon*, 137(3): 555-567.
- Dizkırıci, A., Kalmer, A. and Acar, İ. (2022). New Turkish records of *Hebeloma excedens* and *H. geminatum*, and confirmation of *H. celatum*. *Mycotaxon*, 137(1): 123-134.
- Dougoud, R. (2002). Contribution à la connaissance de quelques Discomycètes operculés rares ou méconnus. *Fungi non delineati* 18: 1-70.
- Eckblad, F.E. (1968). The genera of the operculate Discomycetes. A re-evaluation of their taxonomy, phylogeny and nomenclature. *Nytt Magasin for Botanikk*, 15 (1-2): 1-191.
- Ekanayaka, A.H., Hyde, K.D., Jones, E.B.G. and Zhao, Q. (2018). Taxonomy and phylogeny of operculate Discomycetes: Pezizomycetes. *Fungal Diversity*, 90: 161–243.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 39: 783–791.
- Hansen, K., Perry, B.A., Dranginis, A.W. and Pfister, D.H. (2013). A phylogeny of the highly diverse cup-fungus family Pyronemataceae (Pezizomycetes, Ascomycota) clarifies relationships and evolution of selected life history traits. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 67(2): 311-335.
- Karsten, P.A. (1869). Monographia *Pezizarum fennicarum*. *Notiser ur Sällskapet pro Fauna et Flora Fennica Forhandlingar*, 10: 99-206.
- Kaya, A. and Uzun, Y. (2015). Six new genus records for Turkish *Pezizales* from Gaziantep Province. *Turkish Journal of Botany*, 39(3): 506-511.
- Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. (2016). MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution*, 33(7), 1870-1874.
- Kutorga, E. (2000). Lietuvos grybai (Mycota Lithuaniae), 3 (5): Ausūniečiai (Pezizales). Vilnius, Botanikos institutas, Vilniaus Universitetas, 276 p.
- Le Gal, M. (1957). Le genre *Leucoscypha* Boud. Bulletin du Jardin Botanique de l'État de Bruxelles, 27 (4): 719-728.
- Medardi, G. (2006). Ascomyceti d'Italia. Associazione Micologica Bresadola, Trento.
- Perry B.A, Hansen, K. and Pfister, D.H. (2007). A phylogenetic overview of the family Pyronemataceae (Ascomycota, Pezizales). *Mycological Research*, 111: 549–571.
- Pfister, D.H. and Healy, R. (2021). Pezizomycetes. In: Zaragoza, O. (ed) *Encyclopedia of Mycology*. vol.1, pp. 295–309. Oxford: Elsevier
- Ribes, M.A. and Pancorbo, F. (2010). Contribucion al conocimiento de la micobiota de las Islas Canarias (Espana) II. *Bol. Soc. Micol. Madrid*, 34: 235-256.
- Rifai, M.A. (1968). The Australasian *Pezizales* in the herbarium of the Royal Botanic Gardens Kew. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, afd. natuurkunde, Sect. 2*, 57(3): 1-295.
- Saccardo, P.A. (1877). Patavii, Typis Seminarii, 1877-1882, *Michelia*, 1(1): 70.
- Saccardo, P.A. (1889). Discomyceteae et Phymatosphaeriaceae. *Sylloge Fungorum*, 8: 1143 p.
- Sesli, E., Asan A., Selçuk, F. (eds.) Abacı Günyar, Ö., Akata, İ., 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., Kırbacı, 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., The Checklist of Fungi of Turkey, (2020). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını, İstanbul.
- Schoch, C.L., Sung, G.-H., López-Giráldez, F., Townsend, J.P., Miadlikowska, J., Hofstetter, V., Robbertse, B., Matheny, P.B., Kauff, F., Wang, Z., Gueidan, C., Andrie, R.M., Trippe, K., Ciuffetti, L.M., Wynns, A., Fraker, E., Hodkinson, B.P., Bonito, G., Groenewald, J.Z., Arzanlou, M., de Hoog, G.S., Crous, P.W., Hewitt, D., Pfister, D.H., Peterson, K.,

- Gryzenhout, M., Wingfield, M.J., Aptroot, A., Suh, S.-O., Blackwell, M., Hillis, D.M., Griffith, G.W., Castlebury, L.A., Rossman, A.Y., Lumbsch, H.T., Lücking, R., Büdel, B., Rauhut, A., Diederich, P., Ertz, D., Geiser, D.M., Hosaka, K., Inderbitzin, P., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., Mostert, L., O'Donnell, K., Sipman, H., Rogers, J.D., Shoemaker, R.A., Sugiyama, J., Summerbell, R.C., Untereiner, W., Johnston, P.R., Stenroos, S., Zuccaro, A., Dyer, P., Crittenden, P.D., Cole, M.S., Hansen, K., Trappe, J.M., Yahr, R., Lutzoni, F. and Spatafora, J.W., 2009. The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits. *Syst. Biol.*, 58: 224–239.
- Spatafora, J.W., Sung, G.-H., Johnson, D., Hesse, C., O'Rourke, B., Serdani, M., Spotts, R., Lutzoni, F., Hofstetter, V., Miadlikowska, J., Reeb, V., Gueidan, C., Fraker, E., Lumbsch, T., Lücking, R., Schmitt, I., Hosaka, K., Aptroot, A., Roux, C., Miller, A.N., Geiser, D.M., Hafellner, J., Hestmark, G., Arnold, A.E., Budel, B., Rauhut, A., Hewitt, D., Untereiner, W.A., Cole, M.S., Scheidegger, C., Schultz, M., Sipman, H. and Schoch, C.L., 2006. A five-gene phylogeny of Pezizomycotina. *Mycologia* 98: 1018–1028.
- Svrček, M. (1974). New or less known Discomycetes. I. *Česká Mykologie*, 28(3): 129-137.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipiński, A.M. and Kumar, S. (2013). MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30(12): 2725–2729.
- Tešitelová, T., Tešitel, J., Jersáková, J., Říhová, G. and Selosse, M. (2012). Symbiotic germination capability of four *Epipactis* species (Orchidaceae) is broader than expected from adult ecology. *Am. J. Bot.* 99: 1020–1032.
- Thompson, J.D., Higgins, D.G. and Gibson, T.J. (1994). Clustal W improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res.* 22: 4673–4680.
- Uzun, Y., Yakar, S., Karacan, İ.H. and Kaya, A. (2018). New additions to the Turkish Pezizales. *Turkish Journal of Botany*, 42(3): 335-345.
- Van Vooren, N., Lindemann, U. and Healy, R. (2017). Emendation of the genus *Tricharina* (Pezizales) based on phylogenetic, morphological and ecological data. *Ascomycete.org*, 9(4): 101-123.





**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Önay A.O. ve Güneş E. (2024). Kırklareli İli'nden Toplanan Bazı Yenen Mantarlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi, *Mantar Dergisi*, 15(2), 103-109.

Geliş(Received) :30.07.2024

Kabul(Accepted) :29.08.2024

**Araştırma Makalesi**

Doi: 10.30708/mantar.1524914

## Kırklareli İli'nden Toplanan Bazı Yenen Mantarlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ahmet Oguz ÖNAY<sup>1\*</sup>, Erdoğan GÜNEŞ<sup>2</sup>

\*Sorumlu yazar: oguzonay20@gmail.com

<sup>1</sup> Selçuk üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı/ oguzonay20@gmail.com 

<sup>2</sup> Selçuk üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü/ erdogangunes@selcuk.edu.tr 

**Öz:** Bu çalışmada yenilebilir mantarlardan *Boletus edulis* Bull., *Lactifluus piperatus* (L.) Roussel ve *Cantharellus cibarius* Fr. türlerinin etanol ekstraktlarının insan patojeni olan bazı standart patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Antimikrobiyal aktivite sıvı mikrodilüsyon metoduyla saptanmıştır. *B. edulis* ve *L. piperatus* mantarlarının etanol ekstraktının benzer aktivite gösterdiği, Gram negatif *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* ve Gram pozitif *Sarcina lutea* ve *Bacillus cereus* standart bakterilerine karşı 3.12 mg/ml dozunda antibakteriyal aktivite tespit edilmiştir. Her iki türün Gram pozitif *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı ise 6. 25 mg/ml dozunda aktivite gösterdikleri bulunmuştur. *Klebsiella pneumoniae* ve *Salmonella enteritidis* bakterilerine karşı herhangi bir aktivite saptanmamıştır. *C. cibarius* türünün etanol ekstraktının, *S. lutea* ve *S. enteritidis*'e karşı 3.12 mg/ml, *S. aureus* bakterisine karşı ise 6. 25 mg/ml dozunda aktivite gösterdiği bulunmuştur. Gram pozitif *B. cereus* bakterisine karşı 0.19 mg/ ml MİK değeriyle oldukça yüksek oranda aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *K. pneumoniae*'ya karşı herhangi bir aktivite tespit edilmemiştir. Çalışılan tüm mantar türleri antibakteriyal aktivite yönünden kıyaslandığında, *B. edulis* ve *L. piperatus* mantarı türlerinin *C. cibarius* türüne göre standart patojen bakteriler üzerine daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan çalışmada *B. edulis*, *L. piperatus* ve *C. cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının *Candida albicans* maya suşuna karşı antifungal bir etki göstermedikleri saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Antimikrobiyal aktivite, Etanol ekstraktı, Mantar ekstraktları, Yenilebilir mantarlar

### Determination of Antimicrobial Activities of Some Edible Mushrooms Collected from Kırklareli Province

**Abstract:** In this study, it was aimed to determine the antimicrobial effect of ethanol extracts of edible mushrooms *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* and *Chanterelle cibarius* species on some standard pathogenic microorganisms that are pathogenic to humans. Antimicrobial activity was determined by the broth microdilution method. Ethanol extract of *B. edulis* and *L. piperatus* mushrooms showed similar activity, and antibacterial activity was detected against Gram-negative *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* and Gram-positive *Sarcina lutea* and *Bacillus cereus* standard bacteria at a dose of 3.12 mg/ml. It was found that both species showed activity against Gram-positive *Staphylococcus aureus* bacteria at a dose of 6.25 mg/ml. No activity was detected against *Klebsiella pneumoniae* and *Salmonella enteritidis* bacteria. It was found that the ethanol extract of the *C. cibarius* species showed activity against *S. lutea* and *S. enteritidis* at a dose of 3.12 mg/ml and against *S. aureus* bacteria at a dose of



6.25 mg/ml. It was found to have a very high activity against Gram-positive *B. cereus* bacteria, with a MIC value of 0.19 mg/ml. No activity was detected against *E. coli*, *P. aeruginosa* and *K. pneumoniae*. When all studied mushroom species were compared in terms of antibacterial activity, *B. edulis* and *L. Piperatus* mushroom species were found to be more effective against standard pathogenic bacteria than *C. cibarius* species. Additionally, in the study, it was determined that ethanol extracts of *B. edulis*, *L. piperatus* and *C. cibarius* species did not show an antifungal effect against the *Candida albicans* yeast strain.

**Keywords:** Antimicrobial activity, Ethanol extracts, Mushroom extracts, Edible mushrooms,

## Giriş

Yenilebilir mantarlar, lezzetleri, özellikle farklı aromaları ve dokuları ile düşük kalorili seviyeleri nedeniyle dünya çapında büyük ilgi görmektedir (Kalac, 2016). Bu mantarlar sahip oldukları besinsel ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle taze veya kurutulmuş biçimde tüketilmektedirler (Cheung, 2013). Yabani ve yetiştirilen bazı mantar türleri, besleyici ve/veya tıbbi özelliklere sahip çok çeşitli biyomoleküller içerir. Bu özellikleri nedeniyle, fonksiyonel gıdalar olarak kabul edilmişler ve ayrıca ilaç ve nutrasötiklerin geliştirilmesi için bir kaynak olarak kullanılabilirler belirtilmiştir (Alves ve ark., 2012). Besleyici potansiyellerinin yanı sıra mantarlar aynı zamanda sağlığı destekleyen, fizyolojik açıdan yararlı biyoaktif maddelerin de kaynağıdır. Yüksek terapötik değeri olan çok çeşitli ikincil metabolitler üretirler (Kosanić ve ark., 2012). Polisakkaritler, proteinler, triterpenoidler, fenoller ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşikler, yenilebilir mantar türlerinden izole edilmiştir (Liu ve ark., 2016). Ayrıca çok sayıda çalışma bazı yenilebilir mantarların antioksidan, antitümör, antialerjik, antiinflamatuvar, antikoolesterolemik, antiviral, antibakteriyel ve immünomodülatör etkilere sahip olduğunu bildirmiştir (Ooi, 2000; O Oyetayo ve ark., 2009; Yu ve ark., 2009; Chang ve Wasser, 2012). Dünyada yaklaşık 140.000 mantar türü olduğu tahmin edilmektedir ve bunlardan yalnızca 22.000'i bilinmektedir ve yalnızca küçük bir yüzdesi (%5) araştırılmıştır (Lindequist ve ark., 2005). Bu nedenle mantarların özellikleri ve potansiyel uygulamaları hakkında keşfedilecek çok şey vardır.

Mikroorganizma kaynaklı enfeksiyon hastalıkları dünya çapında morbidite ve mortalitenin ana nedenlerinden biridir (Medina ve Pieper, 2016). Kolayca iyileşen hastalıklar, günümüzde ortaya çıkan ve her geçen gün artan antibiyotik direnci nedeniyle ciddi bir sorun haline gelmiştir. Çoklu ilaca dirençli mikroorganizmalar ile hastane enfeksiyonları arasındaki ilişki bunun büyük bir sorun olduğunu ve acil çözüm ihtiyacını ortaya koymaktadır (Peres-Bota ve ark., 2003; Pittet, 2005). En çok bilinen çoklu ilaç direncine sahip bakteriler arasında *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* ve

*Enterobacter* türleri gibi mikroorganizmalar yer almaktadır (Alam ve ark., 2021). Bu tehlikeli patojenlerle savaşmak için, antibakteriyel ve antibiyofilm aktivitelerine sahip umut verici ajanlar olarak mantar ekstraktlarına olan ilgi yeniden artmıştır. Aslında mantar türleri, yeni ve etkili antibiyotikler olarak kullanılabilir fenolik asitler, terpenoidler, flavonoidler, tanenler, alkaloidler ve polisakkaritler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler bünyelerinde barındırmaktadırlar (Alves ve ark., 2012; Garcia ve ark., 2021). Yenilebilir mantarların kimyasal bileşiminin ve farmakolojik aktivitelerinin değerlendirilmesi günümüzde hala popüler aktif bir araştırma alanıdır.

*Boletus edulis* Yıldız Dağı orman köylerinde "Bolet" veya "Ayı mantarı" olarak bilinmekte, nadir olarak da "porçini" adıyla bilinmektedir. Köylüler tarafından toplanarak ticareti yapılmakta aynı zamanda bölge halkı tarafından severek yenilmektedir.

*Lactifluus piperatus* Kırklareli bölgesinde "acı-sütlü mantar, sütleğen mantarı, acı mantar" olarak bilinmektedir. Kırklareli'nin kuzey bölgelerinde, Istranca dağları olarak bilinen Yıldız Dağlarında orman köylüleri tarafından bol miktarda toplanmakta ancak satışı yapılmamakta, bölge halkı tarafından turşu, salamura olarak değerlendirilmekte, taze olarak tüketilmekte ancak yemeden bir gece önce tuzlu suya yatırılarak acı tadının gitmesi sağlanmaktadır, bazen de çorba benzeri sütlü yemeği yapılmaktadır.

*Cantharellus cibarius* Yıldız Dağı orman köylerinde "sarı mantar, sarı kız mantarı, keçi mantarı, tavuk mantarı, civciv veya tavuk bacağı mantarı" olarak bilinmektedir. Köylüler tarafından toplanarak ticareti yapılmaktadır. Bölge halkının tadını sevdiği mantarlardan biridir.

Bu üç mantarı orman köylüleri yaklaşık 25 yıldır bildiklerini, geçmişten günümüze kadar farklı üniversitelerden gelen akademisyenlerin bilgilendirmeleri sonucunda her geçen yıl mantarlara olan ilginin arttığını bildirmişlerdir. O zamandan bu yana hem ticareti yapılmakta hem de taze, dondurulmuş, turşu veya salamura olarak tüketilmektedirler. Ayrıca bölgeye Karadeniz'den alınan göçler (özellikle Kastamonu ilinden) sonucunda da yerel halk göçmenlerden mantarları

tanımayı ve yemek olarak kullanmayı öğrendikleri aktarılmıştır.

Bu çalışmanın amacı Kırklareli ilinden toplanan yenilebilir mantarlardan *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının insan patojeni olan bazı standart patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisinin belirlenmesidir.

## Materyal ve Metot

### Mantar örneği ve ekstraksiyon

Çalışmada kullanılan mantar örnekleri farklı zamanlarda yapılan arazi çalışmalarında Kırklareli il sınırları içerisinde toplanmıştır. Mantarlar araziden uygun şekilde toplanırken teşhis için faydalı bilgi ve belgeleri not edildikten sonra Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi'ndeki Fungaryum laboratuvarına getirilerek kurutma cihazlarına konulmuştur. Kuruyan örneklerin uygun dokularından hazırlanan preparatlardaki mikroskopik karakterleri (Spor, Basidium, Sistit, vb.) ve makroskopik bilgileri ışığında teşhisleri Dr. Öğrt. Üyesi Sinan ALKAN tarafından yapılmıştır. Mantarların sistematik dizilimi, öterleri, Türkçe Geçerli İsimleri (T.G.İ.) (Sesli ve ark. 2020), lokaliteleri, habitatları ve toplama tarihleri verilmiştir.

### Fungi

#### Basidiomycota

#### Agaricomycetes

#### Boletales

#### Boletaceae

#### *Boletus edulis* Bull. (T.G.İ.: Çörek mantarı)

Kırklareli, Vize ilçesi, Doğanca köyü, çalılık alan, 02.10.2022.

#### Russulales,

#### Russulaceae

#### *Lactifluus piperatus* (L.) Roussel (T. G. İ.: Sütüdüilburan)

Kırklareli, Merkez, Dereköy köyü, Meşe ağaçları karışık orman altında, 01.10.2022.

#### Cantharellales

#### Hydnaceae

#### *Cantharellus cibarius* Fr. (T. G. İ.: Sarıkız mantarı)

Kırklareli, Demirköy ilçesi, Sivrililer köyü, Meşe ağaçları altında, 30.05.2023.

Mantar örneklerinin teşhis işlemleri tamamlandıktan sonra 45-50°C ye ayarlanmış özel kurutma dolaplarında bir gün daha kurutulmuşlardır. Tamamen kuruyan mantarlar mekanik öğütücüde toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Her bir mantar örneğinden 10'ar gramlık numuneler tartılarak soxhlet ekstraksiyon kartuşları içerisine dikkatlice yerleştirilmişlerdir. Mantar örneklerinin taban kısmında bulunan balon jöjelere 120 ml etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) ilave edilerek aynı anda ekstraksiyon işlemi başlatılmıştır.

55°C ye ayarlanmış ısıtıcılarla yaklaşık olarak 8 saat boyunca örnekler ekstre edilmiştir. Bu süre sonunda kartuşların bulunduğu haznelerdeki çözücünün şeffaflaşınca işlem sonlandırılmıştır. Elde edilen çözücüler içindeki ekstraksiyonlar sırayla Rotary Evaporatöre alınarak 60°C de 90 rpm hızda döndürülerek basınç altında çözücülerinden uzaklaştırılmıştır. Son olarak ekstraktların içinde çözücülerin kalma ihtimalini ortadan kaldırmak için steril petri kapları içerisinde 45°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat daha bekletilerek çözücü kimyasallar ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Elde edilen ekstratlar deneyler başlatılana kadar +4°C de buzdolabında kapalı bir şekilde muhafaza edilmiştir.

### Kullanılan mikroorganizma suşları

Yapılan çalışmada incelenen mantar örneklerinin antimikrobiyal aktivitesini belirlemek için; *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603, Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Sarcina lutea* ATCC 9341, *Bacillus cereus* ATCC 11778, standart bakteri suşları ve *Candida albicans* NRLL Y-417 maya suşu kullanılmıştır. Bu suşlar Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarından temin edilmiştir.

### Antimikrobiyal aktivite

Çalışmada mantar türlerinin etanol ekstraktlarının Minimum İnhibisyon Konsantrasyon (MİK) değerleri bazı modifikasyonlarla sıvı mikrodilüsyon metoduyla belirlendi (Zengin ve ark., 2014). Bu amaçla kullanılacak mikroorganizmalar Brain Hearth İnfüzyon besiyerine ekilerek gecelik taze kültürleri hazırlandı. Hazırlanan kültür süspansiyonları 0.5 McFarland standart bulanıklığında (10<sup>8</sup> Kob/ml) hazırlandı ve daha sonra her kuyucuktaki inokulumun son konsantrasyonu 5x10<sup>5</sup> Kob/ml olacak şekilde ayarlandı. Steril 96 kuyucuklu pleytin her bir kuyucuğuna 100 µl Müller Hinton Broth besiyeri dağıtıldı. 50 mg/ml olacak şekilde stok olarak hazırlanan mantar ekstrakt solüsyonlarından, mikropleytlerin ilk kuyucuklarına 100 µl olarak eklendi ve ilk kuyucuktan 100 µl alıp sırayla kalan kuyucuklara konularak ekstraktların iki kat dilüsyonu (12.5-0.006 mg/ml) yapıldı. Daha sonra tüm kuyucuklara 100 µl mikroorganizma kültür süspansiyonu inoküle edildi. Negatif kontrol olarak DMSO ve pozitif kontrol olarak Gentamisin kullanıldı. Pleytler etüve kaldırılarak 37°C'de 18-24 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresinin ardından tüm kuyucuklara 20 µl 2,3,5-trifeniltetrazolyum klorit ilave edilerek pleytler 37°C'de 30 dakika daha inkübe edildi. İnkübasyon sonunda pleytlerdeki üreme kontrol edilerek, gözle görülür bir üremenin olmadığı yani pembe veya kırmızı renkte olmayan son kuyucuk MİK olarak belirlendi.

### Bulgular

Yapılan çalışmada Kırklareli'den toplanan *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* mantar türlerinin etanol ekstraktlarının insan patojeni olan standart patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisi araştırılmış ve bu

mikroorganizmalara karşı bulunan MİK değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre *B. edulis* ve *L. piperatus* mantarlarının etanol ekstraktından alınan sonuçlara göre iki türün benzer aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre her iki türün etanol ekstraktının gram negatif *E. coli* ve *P. aeruginosa* ve gram pozitif *S. lutea* ve

*B. cereus* standart bakterilerine karşı 3.12 mg/ml dozunda aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Bu türlerin etanol ekstraktının gram pozitif *S. aureus* bakterisine karşı 6. 25 mg/ml dozunda aktivite gösterdikleri bulunmuştur. Her iki türün *K. pneumoniae* ve *S. enteritidis* standart bakterilerine karşı herhangi bir aktivite göstermediği belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının sıvı mikrodilüsyon yöntemiyle elde edilen MİK değerleri

Test Mikroorganizmaları	Mantar türlerinin etanol ekstraktlarının MİK değerleri (mg/ml)			Gentamisin (µg/ml)
	<i>B. edulis</i>	<i>L. piperatus</i>	<i>C. cibarius</i>	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	3.12	3.12	-	2.44
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	3.12	3.12	-	9.76
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 70603	-	-	-	2.44
<i>Metisilin dirençli Staphylococcus aureus (MRSA)</i> ATCC 43300	6.25	6.25	6.25	78.12
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	-	-	3.12	4.88
<i>Sarcina lutea</i> ATCC 9341	3.12	3.12	3.12	4.88
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	3.12	3.12	0.19	2.44
<i>Candida albicans</i> NRRL Y-417	-	-	-	312.5

*C. cibarius* türünün çalışılan suşlar üzerine olan etkisi incelendiğinde, *S. lutea* ve *S. enteritidis*'e karşı 3.12 mg/ml MİK değerleri belirlenmiş olup, *S. aureus* bakterisine karşı 6. 25 mg/ml dozunda aktivite tespit edilmiştir. Gram pozitif *B. cereus* bakterisine karşı 0.19 mg/ml MİK değeriyle oldukça yüksek oranda aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *K. pneumoniae*'ya karşı herhangi bir aktivite tespit edilmemiştir (Tablo 1).

Çalışılan 3 tür aktivite yönünden kıyaslandığında, *B. edulis* ve *L. Piperatus* mantarı türleri *C. cibarius* türüne göre standart patojen bakteriler üzerine daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada *B. edulis*, *L. piperatus* ve *C. cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının *C. albicans* maya suşuna karşı antifungal bir etki göstermedikleri saptanmıştır.

### Tartışma

Günümüzde, çok sayıda antibiyotige dirençli insan patojenlerinin görülme sıklığı dünya çapında artmıştır. Daha da önemlisi, geleneksel antibiyotiklerin etkinliğinin olmaması, bulaşıcı hastalıkların tedavisinde ciddi sorunlar yaratmıştır (Morris ve Cerceo, 2020). Bu nedenle, bulaşıcı hastalıklarla mücadele de ve vakaları azaltmak için yeni alternatif tedaviler bulma isteği, çoklu ilaç dirençli patojenlerle ilişkilendirilmiştir. Doğal ürünlerin tanınan güvenli statüsü nedeniyle, doğadan elde edilen antimikrobiyalere olan ilgi gün geçtikçe artmıştır (Gupta ve Birdi, 2017). Mantarlar da dahil olmak üzere doğal ürünlerden olağanüstü miktarda antimikrobiyal elde

edilmiştir (Alves ve ark., 2012). Mantarlar, geleneksel tıpta 1.000 yıldır çeşitli hastalıklar için kullanılmaktadır ve günümüzde ise yeni moleküllerin keşfinde önemli bir rol oynamaya devam etmektedirler (Ganeshpurkar ve ark., 2010). Mantarlar, antimikrobiyal etki de dahil olmak üzere biyolojik aktiviteler açısından onları çok yönlü hale getiren kimyasal ve yapısal çeşitliliğe sahip çok sayıda biyoaktif bileşik içermektedirler (Garcia ve ark., 2021). Yapılan bu çalışmada Kırklareli ilinden toplanan *Boletus edulis*, *Lactifluus piperatus* ve *Cantharellus cibarius* gibi yenilebilir mantar türlerinin etanol ekstraktlarının patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır.

Kosanić ve ark.,(2012) Sırbistan'dan topladıkları *B. aestivalis* ve *B. edulis* türlerinin aseton ve metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini çalışmışlardır. Türlerin ekstraktlarının *E. coli*'ye 5 - 10 mg/ml dozlarında, *P. aeruginosa* ve *S. aureus*'a 2.5 - 5 mg/ml dozlarında etki tespit etmişlerdir. Kırklareli'den topladığımız *B. edulis* türünün etanol ekstraktının *E. coli* ve *P. aeruginosa*'ya 3.12 mg/ml dozunda *S. aureus*'a ise 6.25 mg/ml dozunda antibakteriyel etki göstermiş olup bulduğumuz bu değerler araştırmacıların bulduğu değerlerle uyum göstermektedir. Yalnız çalışmamızda araştırmacılar farklı olarak *K. pneumoniae* bakterisi ve *C. albicans* maya suşuna karşı herhangi bir aktivite görülmemiştir. Sırbistan'da yapılan farklı bir çalışmada *B. regius* ve *B. appendiculatus*'un etanol ekstraktlarının *E. coli*'ye 12.5-25 mg/ml, *P. aeruginosa*'ya 0.8-3.1mg/ml, *S. aureus*'a 3.1-6.3 mg/ml ve *B. cereus*'a 3.1-6.3 mg/ml dozlarında antibakteriyel

etki tespit etmişlerdir (Dimitrijevic ve ark., 2015). Araştırmacıların bahsedilen mikroorganizmalara karşı tespit ettikleri değerler bulgularımızla örtüşmektedir. Araştırmacılar ayrıca *S. enteritidis* ve *K. pneumoniae* bakterilerine karşı da aktivite tespit etmişler fakat çalışmamızda bu bakterilere karşı herhangi bir aktivite belirlenmemiştir. *B. edulis* türünün su ve metanol ekstraktının denendiği farklı bir çalışmada ise (Garcia ve ark., 2022), etanol ekstraktını incelediğimiz çalışmamıza benzer şekilde *K. pneumoniae* bakterisine karşı herhangi bir aktivite saptanmamıştır. *B. edulis*'in metanol ekstraktının disk difüzyon yöntemiyle denendiği farklı bir çalışmada *S. aureus* ve *P. aeruginosa* bakterileri üzerinde etkili olduğu görülürken ekstraktın *E. coli* ve *B. subtilis* bakterisine etkisiz olduğu tespit edilmiştir (Dundar ve ark., 2015).

Romanya'da yapılan çalışmada *L. piperatus*'un metanol ekstraktı patojen bazı mikroorganizmalar üzerine denenmiş *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerine karşı 29.99 mg/ml dozunda, *P. aeruginosa* ve *B. cereus* bakterilerine karşı ise 56. 68 mg/ml dozunda antibakteriyel aktivite tespit edilmiştir (Fogarasi ve ark., 2020). Etanol ekstraktı verilerimizle kıyaslandığında tespit ettiğimiz değerlerin araştırmacılarınkine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. *L. piperatus* türünün aseton ve metanol ekstraktlarının denendiği Sırbistan'daki bir çalışmada ise ekstraktların *E.coli*'ye 2.5-5 mg/ml, *P. aeruginosa* ve *S. aureus*'a karşı ise 2.5 mg/ml dozlarında aktivite tespit etmişlerdir (Kosanic ve ark., 2013). Bulunan bu değerler çalışmamızda bulunan değerlerle oldukça yakındır. Araştırmacılar ayrıca *K. pneumoniae* ve *C. albicans*'a karşı da etki saptamışlardır fakat yaptığımız çalışmada etanol ekstraktının bu mikroorganizmalara etkisi görülmemiştir. Ülkemizde *L. rugatus* türüyle yapılan bir çalışmada metanol ve diklorometan ekstraktlarının *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* bakterilerine karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Sevindik, 2020). Yine Ülkemizde 6 farklı *Lactarius* türüyle yapılan bir çalışmada ise türlerin metanol ekstraktının hepsinin çalışmamıza benzer şekilde *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* bakterilerine etkili olduğu belirlenirken, *K. pneumoniae* ve *C. albicans*'a karşı aktivite saptanmamıştır (Dulger ve ark., 2002).

*C. cibarius* türünün etanol ekstraktının yapılan çalışma sonucunda *S. aureus*'a 6.25 mg/ml *S. lutea* ve *S. enteritidis*'e 3.12 mg/ml ve *B. cereus*'a 0.19 mg/ml dozda etki görülürken *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* bakterilerine ve *C. albicans* maya suşuna karşı aktivite belirlenmemiştir. Barros ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarında bulduğumuz sonuçlara benzer şekilde *C. cibarius* türünün metanol ekstraktının *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* bakterilerine ve *C. albicans* maya suşuna karşı aktivite göstermediğini tespit etmişler, *B. subtilis*'e ve *S. aureus* bakterilerine karşı ise etkili olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan farklı bir çalışmada ise türün disk difüzyon yönteminden alınan sonuçlara göre etanol ve metanol ekstraktlarının *E. coli* ve *P. aeruginosa*'ya etki göstermezken *S. lutea* ve *S.*

*aeruginosa*'ya etkili olduğu belirtilmiştir (Zavastin ve ark., 2016). Farklı yöntem kullanılmış olsa da bulgularımız araştırmacıların bulgularıyla uyum göstermektedir. Türün aseton ve metanol ekstraktlarının denendiği farklı bir çalışmada ise araştırmacılar çalışmamızdan farklı olarak *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* bakterilerine ve *C. albicans* maya suşuna karşı aktivite tespit etmişlerdir (Kosanic ve ark., 2013).

Yaptığımız bu çalışma ve daha önce yapılan çalışmalarından da anlaşıldığı üzere aynı cinsin farklı türleri arasında hatta ve hatta aynı türler arasında bile antimikrobiyal aktivite yönünden farklılıklar olduğu görülmektedir. Çalışmalar arasındaki bu farklı sonuçların sebebi mantarların yetiştiği ortam ve iklim koşulları gibi çevresel faktörlere göre özütlerinin bileşiminin değiştiği belirtilmektedir. Ayrıca antimikrobiyal aktiviteyi belirlemek için seçilen yöntem, çözücü türü, ekstraksiyon tekniği ve test mikroorganizmalarının seçimi de farklı sonuçların çıkması için bir etkidir (Janssen ve ark., 1987).

Çalışmamızda incelediğimiz türlerin ekstraktlarının antibakteriyel etki göstermesine rağmen antifungal bir etki göstermemesinin nedeni mantarlar ve bakterilerin hücre duvarının farklı geçirgenliğe sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Yang ve Anderson, 1999). Gram pozitif bakterilerin hücre duvarı peptidoglukanlardan (mureinler) ve teikoik asitlerden oluşurken, Gram negatif bakterilerin hücre duvarı lipopolisakkaritlerden ve lipopoliproteinlerden oluşmakta, mantarların hücre duvarı ise kitin ve glukan gibi polisakkaritler içermektedir (Heijenoort, 2001; Farkaş, 2003).

Sonuç olarak deneğimiz yenilebilir *B. edulis* ve *L. piperatus* ve *C. cibarius* türlerinin etanol ekstraktlarının antibakteriyel etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Elde edilen verilere dayanarak, mantarların iyi bir doğal antibakteriyel ajan kaynağı olduğu ve insan terapisi ve hastalıkları açısından önemli olabileceği görülmektedir. Mantarlardan antimikrobiyal aktiviteden sorumlu yeni bileşiklerin izolasyonu ve karakterizasyonu üzerine daha fazla çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir.

#### Yazar Katkıları

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Ahmet Oğuz ÖNAY, Erdoğan GÜNEŞ).

#### Teşekkür

Mantar örneklerinin teşhisleri sırasında bize yardımcı olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Sinan ALKAN'a teşekkürü bir borç biliriz.

**Kaynaklar**

- Alam, M. M., Islam, M. N., Hawlader, M. D. H., Ahmed, S., Wahab, A., Islam, M., Uddin, K. R. ve Hossain, A., (2021). Prevalence of multidrug resistance bacterial isolates from infected wound patients in Dhaka, Bangladesh: a cross-sectional study, *International Journal of Surgery Open*, 28, 56-62.
- Alves, M. J., Ferreira, I. C., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A. ve Pintado, M., (2012). A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds, *Planta medica*, 78 (16), 1707-1718.
- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L. M. ve Ferreira, I. C., (2008). Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals, *Food and chemical toxicology*, 46 (8), 2742-2747.
- Chang, S.-T. ve Wasser, S. P., (2012). The role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health, *International journal of medicinal mushrooms*, 14 (2).
- Cheung, P. C., (2013). Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits, *Food Science and Human Wellness*, 2 (3-4), 162-166.
- Dimitrijevic, M., Jovanovic, V. S., Cvetkovic, J., Mihajilov-Krstev, T., Stojanovic, G. ve Mitic, V., (2015). Screening of antioxidant, antimicrobial and antiradical activities of twelve selected Serbian wild mushrooms, *Analytical Methods*, 7 (10), 4181-4191.
- Dulger, B., Yilmaz, F. ve Gucin, F., (2002). Antimicrobial activity of some *Lactarius* species, *Pharmaceutical biology*, 40 (4), 304-306.
- Dundar, A., Okumus, V., Ozdemir, S., Celik, K., Boga, M., Ozcagli, E., Ozhan, G. ve Yildiz, A., (2015). Antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and anticholinesterase activities of seven mushroom species with their phenolic acid composition, *J Horticulture*, 2 (4), 1-7.
- Farkaš, V., (2003). Structure and biosynthesis of fungal cell walls: methodological approaches, *Folia microbiologica*, 48 (4), 469-478.
- Fogarasi, M., Diaconeasa, Z. M., Pop, C. R., Fogarasi, S., Semeniuc, C. A., Fărcaș, A. C., Țibulcă, D., Sălăgean, C.-D., Tofană, M. ve Socaci, S. A., (2020). Elemental composition, antioxidant and antibacterial properties of some wild edible mushrooms from Romania, *Agronomy*, 10 (12), 1972.
- Ganeshpurkar, A., Rai, G. ve Jain, A. P., (2010). Medicinal mushrooms: Towards a new horizon, *Pharmacognosy Reviews*, 4 (8), 127.
- Garcia, J., Afonso, A., Fernandes, C., Nunes, F. M., Marques, G. ve Saavedra, M. J., (2021). Comparative antioxidant and antimicrobial properties of *Lentinula edodes* Donko and Koshin varieties against priority multidrug-resistant pathogens, *South African Journal of Chemical Engineering*, 35 (1), 98-106.
- Garcia, J., Rodrigues, F., Castro, F., Aires, A., Marques, G. ve Saavedra, M. J., (2022). Antimicrobial, antibiofilm, and antioxidant properties of *Boletus edulis* and *Neoboletus luridiformis* against multidrug-resistant ESKAPE pathogens, *Frontiers in Nutrition*, 8, 773346.
- Gupta, P. D. ve Birdi, T. J., (2017). Development of botanicals to combat antibiotic resistance, *Journal of Ayurveda and integrative medicine*, 8 (4), 266-275.
- Heijenoort, J. v., (2001). Formation of the glycan chains in the synthesis of bacterial peptidoglycan, *Glycobiology*, 11 (3), 25R-36R.
- Janssen, A., Scheffer, J. ve Svendsen, A. B., (1987). Antimicrobial activity of essential oils: a 1976-1986 literature review. Aspects of the test methods, *Planta medica*, 53 (05), 395-398.
- Kalac, P., (2016). Edible mushrooms: chemical composition and nutritional value, Academic Press, p.
- Kosanic, M., Rankovic, B. ve Dasic, M., (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of mushrooms, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (5), 1040-1046.
- Kosanić, M., Ranković, B. ve Dašić, M., (2012). Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents, *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 11 (4), 1095.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T. H. ve Jülich, W.-D., (2005). The pharmacological potential of mushrooms, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2 (3), 285-299.
- Liu, Y., Chen, D., You, Y., Zeng, S., Li, Y., Tang, Q., Han, G., Liu, A., Feng, C. ve Li, C., (2016). Nutritional composition of boletus mushrooms from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activities, *Food chemistry*, 211, 83-91.
- Medina, E. ve Pieper, D. H., (2016). Tackling threats and future problems of multidrug-resistant bacteria, *How to overcome the antibiotic crisis: facts, challenges, technologies and future perspectives*, 3-33.
- Morris, S. ve Cerceo, E., (2020). Trends, epidemiology, and management of multi-drug resistant gram-negative bacterial infections in the hospitalized setting, *Antibiotics*, 9 (4), 196.
- O Oyetayo, V., Dong, C.-H. ve Yao, Y.-J., (2009). Antioxidant and antimicrobial properties of aqueous extract from *Dictyophora indusiata*, *The Open Mycology Journal*, 3 (1).
- Ooi, V., (2000). Medicinally important fungi.
- Peres-Bota, D., Rodriguez, H., Dimopoulos, G., DaRos, A., Mélot, C., Struelens, M. J. ve Vincent, J.-L., (2003). Are infections due to resistant pathogens associated with a worse outcome in critically ill patients?, *Journal of Infection*, 47 (4), 307-316.

- Pittet, D., (2005). Infection control and quality health care in the new millenium, *American journal of infection control*, 33 (5), 258-267.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, 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., Kırbağ, S., Kıvanç, 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, Türkiye: ANG Vakfı Yayınları.
- Sevindik, M., (2020). Antioxidant and antimicrobial capacity of *Lactifluus rugatus* and its antiproliferative activity on A549 cells, *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*, 19 (2), 423-427.
- Yang, Y. ve Anderson, E. J., (1999). Antimicrobial activity of a porcine myeloperoxidase against plant pathogenic bacteria and fungi, *Journal of Applied Microbiology*, 86 (2), 211-220.
- Yu, S., Weaver, V., Martin, K. ve Cantorna, M. T., (2009). The effects of whole mushrooms during inflammation, *BMC immunology*, 10, 1-13.
- Zavastin, D. E., Bujor, A., TUCHILUŞ, C., Mircea, C. G., Gherman, S. P., Aprotosoiaie, A. C. ve Miron, A., (2016). Studies on antioxidant, antihyperglycemic and antimicrobial effects of edible mushrooms *Boletus edulis* and *Cantharellus cibarius*, *Journal of Plant Development*, 23.
- Zengin, G., Uysal, A., Gunes, E. ve Aktumsek, A., (2014). Survey of phytochemical composition and biological effects of three extracts from a wild plant (*Cotoneaster nummularia* Fisch. et Mey.): A potential source for functional food ingredients and drug formulations, *PLoS One*, 9 (11), e113527.



**This article is cited as follows:** Altunoğlu M.K. and Ataş B.(2024). Determination of Some Fungal Spores in the Atmosphere of Iğdır and Comparison with Meteorological Factors, *Mantar Dergisi*, 15(2), 110-123.


Geliş(Received) :02.08.2024  
Kabul(Accepted) :13.09.2024


Research Article  
Doi: 10.30708/mantar.1527087

## Determination of Some Fungal Spores in the Atmosphere of Iğdır and Comparison with Meteorological Factors

Mustafa Kemal ALTUNOĞLU<sup>1\*</sup>, Baykan ATAŞ<sup>2</sup>

\*Sorumlu yazar: mkaltun@gmail.com

<sup>1</sup>Kafkas University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Kars  
/mkaltun@gmail.com 

<sup>2</sup>Kafkas University, Institute of Science, Department of Biology, Kars  
/ baykanatas@outlook.com 

**Abstract:** In this study, the density of fungal spores belonging to 10 specific taxa with allergenic effects and their relationship with meteorological factors in the atmosphere of Iğdır, Türkiye was investigated. Hirst trap device was used for atmospheric spore sampling during the study. As a result of the study, fungal spores were found more or less in the atmosphere in all months. A total of 156702 spores/m<sup>3</sup> were detected in the atmosphere of Iğdır during the study. The densities of the 10 taxa detected in the atmosphere of Iğdır were recorded as *Cladosporium* (85.00%), *Alternaria* (6.16%), *Aspergillus/Penicillium* (5.91%), *Fusarium* (1.30%), *Epicoccum* (0.61%), *Chaetomium* (0.26%), *Drechslera* (0.24%), *Stemphylium/ Ulocladium* (0.21%), *Pithomyces* (0.19%) and *Curvularia* (0.11%), respectively. It was determined that the density of fungal spores was at a high level between August and October and that this period posed a risk for individuals with an allergic tendency to fungal spores.

**Keywords:** Aerobiology, Atmospheric fungal spores, Volumetric method, Iğdır, Türkiye

### Iğdır Atmosferindeki Bazı Mantar Sporlarının Belirlenmesi ve Meteorolojik Faktörlerle Karşılaştırılması

**Öz:** Bu çalışmada alerjik etkiye sahip geniş yayılımı bulunan belirli 10 adet taksona ait mantar sporlarının Iğdır, Türkiye atmosferindeki yoğunluğu ve meteorolojik faktörlerle ilişkisi araştırıldı. Çalışma süresince atmosferik spor örneklemeleri için Hirst tip örnekleme cihazı kullanıldı. Çalışma sonucunda tüm aylarda atmosferde az ya da çok mantar sporuna rastlandı. Çalışma süresince Iğdır atmosferinde toplam 156702 spor/m<sup>3</sup> tespit edildi. Iğdır atmosferinde tespit edilen 10 taksonun yoğunlukları sırasıyla *Cladosporium* (%85.00), *Alternaria* (%6.16), *Aspergillus/Penicillium* (%5.91), *Fusarium* (%1.30), *Epicoccum* (%0.61), *Chaetomium* (%0.26), *Drechslera* (%0.24), *Stemphylium/Ulocladium* (%0.21), *Pithomyces* (%0.19) ve *Curvularia* (%0.11) olarak tespit edildi. Ağustos – Ekim ayları arasında mantar spor yoğunluğunun yüksek seviyede olduğu ve bu dönem mantar sporlarına alerjik yatkınlığı olan bireyler için risk oluşturduğu tespit edildi.

**Anahtar kelimeler:** Aerobiyoloji, Atmosferik mantar sporları, Volümetrik yöntem, Iğdır, Türkiye.



## Introduction

Among the particles carried by wind in the air, fungal spores are the most common. Fungal taxa are heterotrophic (cannot produce their own food) organisms in the living world and are widely distributed in the biosphere. Fungal particles are eukaryotic organisms that are either single or multicellular, have a haploid genome, have cell walls made of chitin and glucan, and produce spores (Naranjo-Ortiz and Gabaldón, 2019). The density of fungal spores dispersed from spore sacs during reproduction can vary due to various factors, such as geographical location, human activities, vegetation, air pollution and weather conditions (Grinn-Gofroń, 2015). In the respiratory system, large-sized fungal spores can reach the nasal cavities, medium-sized ones can reach the bronchi and bronchioles and small-sized ones can reach the alveoli (Deacon, 2006). The reason why fungal organisms are cosmopolitan is that they can germinate easily. Since they form a large number of spores with different morphological structures in their spore sacs during the reproduction period, they can be found in every condition and environment. They can be easily carried to various environments by winds. The density of fungal spores in the atmosphere is easily affected by meteorological factors, such as wind, temperature, humidity and precipitation, and the spore concentration changes. Therefore, determining the spore concentration of each region and preparing change graphs with meteorological factors are of great importance in the diagnosis and treatment of individuals with spore allergy.

Fungal spore causes various disorders, such as asthma in sensitive individuals and those with allergenic sensitivity to fungal spores (Bush and Portnoy, 2001). Some of these are respiratory allergies, such as asthma, allergic rhinitis, allergic sinusitis, allergic conjunctivitis and meningitis in infected individuals. These spores also cause an increase in IgA and IgE antibodies (Abbas et al., 2012; D'Amato et al., 1997; Kurup and Kumar, 1991; Khosravi et al., 2012; Dixit et al., 1992; Dixit et al., 1992; Bisht et al., 2004; Fuste et al., 1973; Rolston et al., 1985). Among the fungal spores that cause allergic diseases, there is a cosmopolitan genus, *Cladosporium*. This genus causes asthma in infected individuals (Bensch et al., 2012; Dugan et al., 2004). The optimum temperature conditions for the development of species belonging to this genus are between 20°C and 40°C (Gravesen, 1979). Studies have shown that *Cladosporium* species are among the most common causes of respiratory diseases, asthma and rhinitis, for example (Bouziane et al., 2005). It has even been reported that severe asthma attacks due to *Cladosporium* cause death (Abbas et al., 2012). It is a

respiratory tract allergen of the genus *Alternaria* that causes allergic symptoms in the nasal and bronchial regions of the infected individual and causes the release of IgE antibodies (D'Amato et al., 1997; Filali et al., 2015; Fernández-Rodríguez et al., 2015). The other fungal genus that causes asthma, allergic rhinitis and allergic sinusitis in humans and animals is *Aspergillus* (Kurup and Kumar, 1991). *Penicillium* species secrete a fungal toxin called patulin, which has carcinogenic effects on the brain, liver and lung organs (Gravesen, 1979). The International *Penicillium* and *Aspergillus* Commission, which convened in Utrecht, Netherlands on April 14, 2012, brought these two genera together and evaluated them as a single taxon (*Aspergillus/Penicillium*) (Houbraken et al., 2014).

*Fusarium* is a fungal genus that increases IgE secretion in humans (Khosravi et al., 2012). *Epicoccum* is a fungal genus that increases allergen sensitization (Dixit et al., 1992) as well as IgE and IgG antibody secretions (Bisht et al., 2004). *Chaetomium*, a cosmopolitan genus with more than 80 species (Von Arx, 1986; Abdel-Azeem, 2020), has been shown to respond better to antibodies than other fungal species in cross-reactivity allergy tests (Provost, 2010).

Another fungal genus that increases IgE secretion is *Drechslera* (Menezes et al., 1995). It has been reported that the mycelium of *Drechslera hawaiiensis* belonging to this genus is seen in the brain region of patients and causes fatal meningitis (Fuste et al., 1973). It has also been reported to cause infections, such as corneal inflammation, skin lesions, peritonitis and inflammation of the facial sinuses (Rolston et al., 1985). *In vivo* and *in vitro* studies with extracts obtained from *Stemphylium/Ulocladium* have found that this taxon to be allergenic (Agarwal et al., 1982). In a study conducted in homes where children with asthma symptoms, high concentrations of *Pithomyces* were found (Meng et al., 2012). In addition, this taxon was defined as a moderate allergen in a study (Aşçı et al., 2010). In a study conducted on *Curvularia lunata*, it was stated that this species is allergenic and causes sinusitis (Bartynski et al., 1990). In light of all these, it is thought that the 10 fungal species given above are very important allergens because they cause many allergic diseases in humans, such as respiratory tract allergy, asthma, allergic rhinitis, allergic sinusitis, allergic conjunctivitis and meningitis.

In this study, the densities of the 10 fungal genus mentioned above in the Iğdır atmosphere and their relationship with meteorological factors were investigated. It is thought that the obtained results will be useful in the fields of medicine, pharmacy and agriculture.

## Material and Metod

### Study Area

Iğdır, which was separated from Kars in 1992, is a province located in the Eastern Anatolia Region of Türkiye with its geographical location. Iğdır, which is the 15<sup>th</sup> smallest province of Türkiye in terms of surface area, has an altitude of 876 m above from sea level (Kaya, 2015). Neighbour city Ağrı is located in the south and southwest, and Kars is positioned in the northwest. The border of Iğdır province consist of Nakhchivan, which is affiliated with Armenia, Iran and Azerbaijan (Tan and Temel, 2017). As a continuation of the Karasu-Aras Mountains in the south of Iğdır province, there are Pamuk Mountain (2639 m), Durak Mountain (2811 m), Zor Mountain (3234 m), Büyük Ağrı (5137 m) and Küçük Ağrı Mountains (3896 m) (Göner, 1995; Şimşek and Alim, 2009). There are three border gates in total: the Dilucu Border Gate to Nakhchivan, the Boralan Border Gate to Iran and the Alican Border Gate to Armenia (Yulu, 2014) (Figure 1).

Iğdır province is located in the Eastern Anatolia Region of Türkiye and has remarkable characteristics in terms of its climate and vegetation. Iğdır province is geographically isolated as it is surrounded by Mount Ararat. This situation creates climate types in Iğdır province that can be categorized as semiarid, arid and very arid (Karaoğlu, 2023; Koçak et al., 2022). Iğdır's annual average temperature can be up to twice that of other provinces (Karaoğlu, 2014). Although these high temperatures provide a suitable environment for agricultural activities, they also make it difficult to manage water resources (Kaltakıran, 2023). In addition, the annual average rainfall in the region is around 300-400 mm, which is a critical factor for agricultural production. The seasonal distribution of rainfall is low in the summer and more in the winter (Karaoğlu, 2014).

The vegetation in the region varies depending on the climatic conditions. Iğdır is an area where agricultural activities are intense and is known as a place where all types of agriculture can be done (Karaoğlu, 2014). Moreover, *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. and *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parsl. species are commonly found in salty and alkaline pastures (Temel, 2018).

### Analysis of Preparations under Microscope

Spore samples were collected with the help of volumetric pollen collection device. Microscopic slides were prepared by Wodehouse method, and spore slide examination was performed under a Leica brand DM500 model light microscope at 400 magnification.

For the identification and counting of fungal spores, the examination was carried out on microscopic slides along 4 horizontal lines with 2 mm intervals from the starting point. The results obtained were calculated and

converted into fungal spore concentrations in one m<sup>3</sup> air (Soldevilla et al. 2007).

### Evaluation of Results

Daily and monthly figures as well as monthly charts were created from the data obtained from the spore count results of the atmosphere of Iğdır province. Meteorological parameters and spores data were correlated with Spearman Correlation analysis (Table 4).

### Meteorological Data

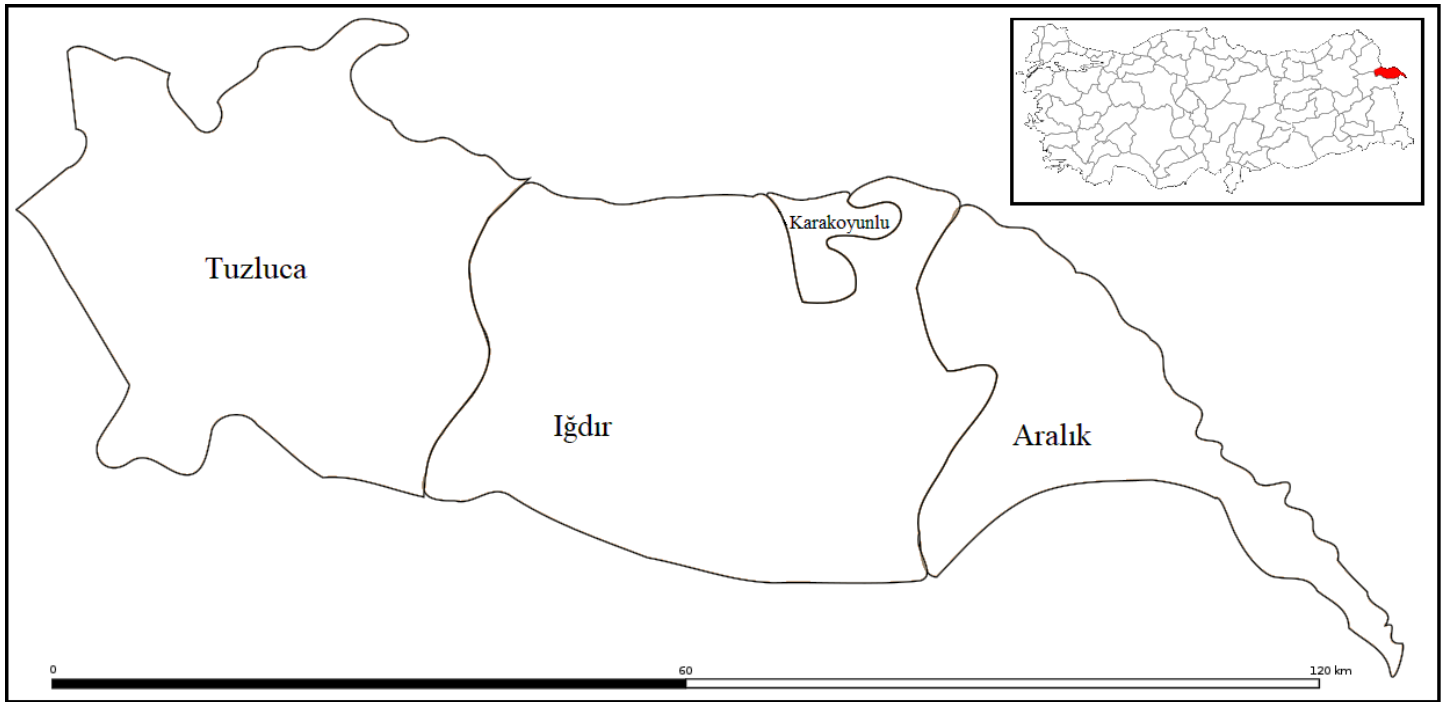
According to the meteorological data of Iğdır province, the lowest monthly average temperature (-0.34 °C) was measured in December, and the highest average temperature was measured in July (28.41 °C). The lowest average humidity rate was measured in June (41.33%), while the highest average humidity rate was measured in December (69.92%). The total precipitation amount in Iğdır province in 2015 was determined as 209.6 mm. The lowest monthly total rainfall was determined in July (0.0 mm), while the highest was recorded in April (40.8 mm). The month with the lowest monthly total rainfall was determined in July (0.0 mm), while the month with the highest was determined in April (40.8 mm). Average temperature, humidity and precipitation values are given in Table 3 and Figure 3.

### Results

In this study, the density of fungal spores belonging to 10 specific taxa was investigated. As a result of the study, a total of 156702 spores belonging to *Alternaria*, *Aspergillus/Penicillium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Pithomyces*, *Stemphylium/ Ulocladium* taxa were detected.

The atmospheric concentrations of the 10 fungal spore taxa planned to be investigated in this study were determined as follows, respectively. These taxa were identified as *Cladosporium* (85.00%-133190 spore/m), *Alternaria* (6.16%-9654 spore/m<sup>3</sup>), *Aspergillus/ Penicillium* (5.91%-9260 spore/m<sup>3</sup>), *Fusarium* (1.30%-2040 spore/m<sup>3</sup>), *Epicoccum* (0.61%-959 spore/m<sup>3</sup>), *Chaetomium* (0.26%-404 spore/m<sup>3</sup>), *Drechslera* (0.24%-376 spore/m<sup>3</sup>), *Stemphylium/Ulocladium* (0.21%-335 spore/m<sup>3</sup>), *Pithomyces* (0.19%-304 spore/m<sup>3</sup>) and *Curvularia* (0.11%-180 spore/m<sup>3</sup>) (Table 1 and Table 2).

Based on the data obtained in this study, the most detected fungal spores by month are; August 28.41% (44524), October 18.96% (29711), September 15.33% (24028), July 8.10% (12699), June %6.44 (10099), November 6.32% (9901), May 6.02% (9426), January 3.17% (4966), December 2.92% (4573), in April, 1.81% (2842), in March 1.71% (2672) and at least 0.80% (1261 spores/m<sup>3</sup>) in February. (Table 1 and Table 2).



**Figure 1.** Location of Iğdır in Türkiye and districts of Iğdır province

### Monthly Fungal Spor Distribution

Fungal spore distribution showed remarkable seasonal variation throughout the year. The number of fungal spores detected in January constituted 3.17% of the annual total, with *Cladosporium* (1.82%), *Aspergillus/Penicillium* (0.77%) and *Epicoccum* (0.26%) being the most common species. In February, the number of spores decreased significantly, accounting for 0.80% of the annual total, but *Cladosporium* (0.41%) and *Aspergillus/Penicillium* (0.28%) were still dominant. A gradual increase in spore numbers was observed in March and April, with 1.71% of the annual total detected in March, and 1.81% in April. *Cladosporium* was also found to be at the highest rates compared to other species during this period. A significant increase in spore numbers occurred in May, with 6.02% of the annual total detected. During May, *Cladosporium* (4.79%) species were seen at higher rates, especially compared to other months, and species, such as *Alternaria* and *Fusarium* also showed a significant increase (Table 1 and Table 2).

In June, the number of spores increased slightly, accounting for 6.44% of the annual total. *Cladosporium* (5.15%) and *Alternaria* (0.65%) were among the most common species in this month. In the middle of the summer season, a more significant increase was recorded in the number of spores, especially in July. Spores were detected in this month accounting for 8.10% of the annual total. In July, *Cladosporium* (7.10%) was again dominant compared to other species (Table 1 and Table 2).

In August, the peak of the annual spore distribution was experienced, with 28.41% of the spores detected. During August, *Cladosporium* reached the highest rate of the entire year, accounting for 26.02% of the annual total. *Alternaria* (1.49%) and *Aspergillus/Penicillium* (0.50%) species were also detected at higher rates in this month (Table 1 and Table 2).

As for the autumn months, the number of spores continued to remain at high levels in September and October. While 15.33% of the annual total was detected in September, this rate increased to 18.96% in October. During this period, *Cladosporium* was detected at very high rates, especially in October (17.58%), and *Alternaria* and *Aspergillus/Penicillium* species also showed a distinct presence (Table 1 and Table 2).

In November and December, a decrease in the number of spores was observed with the onset of winter. 6.32% of the annual total was detected in November and 2.92% in December. During this period, *Cladosporium* (4.80%) and *Aspergillus/Penicillium* (1.04%) species were found to be more common than other species, especially in November (Table 1 and Table 2).

As a result, fungal spore distribution showed significant seasonal changes throughout the year, with significant increases in spore numbers especially in summer and autumn. *Cladosporium* species was the dominant species throughout most of the year, but other species also showed seasonal densities depending on seasonal conditions. These findings revealed how fungal spore distribution changed depending on environmental

factors and seasons, and provide important data to determine in which periods spore densities were higher (Table 1 and Table 2).

When total fungal spores were evaluated daily according to months, it was determined that August 27

was the most abundant day with 6040 spores/m<sup>3</sup>. The second highest fungal spore density was detected on 28<sup>th</sup> August with 5219 spores/m<sup>3</sup> and the third highest fungal spore density was detected on 13<sup>th</sup> October with 4792 spores/m<sup>3</sup> (Figure 5).

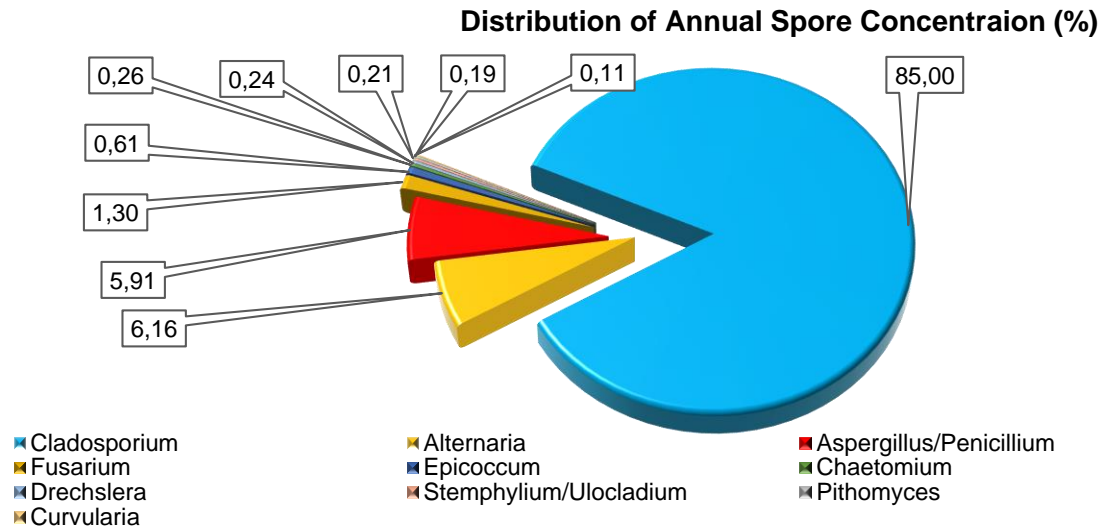


Figure 2. Annual spore concentration in the atmosphere of Iğdır (%)

Table 1. Monthly fungal spore distribution in Iğdır atmosphere (spore/m<sup>3</sup>)

TAXA	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Total Spore/m <sup>3</sup>
<i>Cladosporium</i>	2855	638	1620	1924	7499	8076	11126	40776	20844	27555	7514	2763	133190
<i>Alternaria</i>	200	41	40	172	869	1018	973	2337	2131	1131	591	151	9654
<i>Aspergillus/Penicillium</i>	1208	446	932	642	247	211	384	776	640	556	1628	1590	9260
<i>Fusarium</i>	17	2	14	45	709	574	57	246	75	283	18	0	2040
<i>Epicoccum</i>	407	38	11	19	14	33	60	68	109	105	68	27	959
<i>Chaetomium</i>	73	15	6	13	8	130	42	42	31	9	17	18	404
<i>Drechslera</i>	21	13	14	7	9	17	36	77	104	32	33	13	376
<i>Stemphylium/Ulocladium</i>	33	5	6	2	8	10	1	156	62	31	19	2	335
<i>Pithomyces</i>	75	54	25	15	28	18	10	35	22	6	10	6	304
<i>Curvularia</i>	77	9	4	3	35	12	10	11	10	3	3	3	180
<b>Total</b>	<b>4966</b>	<b>1261</b>	<b>2672</b>	<b>2842</b>	<b>9426</b>	<b>10099</b>	<b>12699</b>	<b>44524</b>	<b>24028</b>	<b>29711</b>	<b>9901</b>	<b>4573</b>	<b>156702</b>

Table 2. Monthly percentage of fungal spore distribution in Iğdır atmosphere (%)

TAXA	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Total % Spore/m <sup>3</sup>
<i>Cladosporium</i>	1,82	0,41	1,03	1,23	4,79	5,15	7,10	26,02	13,30	17,58	4,80	1,76	85,00
<i>Alternaria</i>	0,13	0,03	0,03	0,11	0,55	0,65	0,62	1,49	1,36	0,72	0,38	0,10	6,16
<i>Aspergillus/Penicillium</i>	0,77	0,28	0,59	0,41	0,16	0,13	0,25	0,50	0,41	0,35	1,04	1,01	5,91
<i>Fusarium</i>	0,01	0,001	0,01	0,03	0,45	0,37	0,04	0,16	0,05	0,18	0,01	0,00	1,30
<i>Epicoccum</i>	0,26	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,07	0,07	0,04	0,02	0,61
<i>Chaetomium</i>	0,05	0,01	0,00	0,01	0,01	0,08	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,26
<i>Drechslera</i>	0,01	0,01	0,01	0,004	0,01	0,01	0,02	0,05	0,07	0,02	0,02	0,01	0,24
<i>Stemphylium/Ulocladium</i>	0,02	0,003	0,004	0,001	0,01	0,01	0,001	0,10	0,04	0,02	0,01	0,001	0,21
<i>Pithomyces</i>	0,05	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,004	0,01	0,004	0,19
<i>Curvularia</i>	0,05	0,01	0,003	0,002	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	0,002	0,002	0,11
<b>Total</b>	<b>3,17</b>	<b>0,80</b>	<b>1,71</b>	<b>1,81</b>	<b>6,02</b>	<b>6,44</b>	<b>8,10</b>	<b>28,41</b>	<b>15,33</b>	<b>18,96</b>	<b>6,32</b>	<b>2,92</b>	<b>100,00</b>

Table 3. Monthly average temperature (°C), humidity (%) and total precipitation (mm) of Iğdır atmosphere

Meteorological Data	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Temperature (°C)	0.98	4.27	8.40	13.81	18.45	25.00	28.41	26.90	23.41	14.50	6.45	-0.34
Humidity (%)	64.62	60.13	50.54	47.41	52.24	41.33	35.28	41.99	43.81	72.11	67.06	69.82
Total Precipitation (mm)	2.4	4.4	4.6	40.8	8.0	25.4	0.0	15.4	1.0	87.8	4.2	15.6

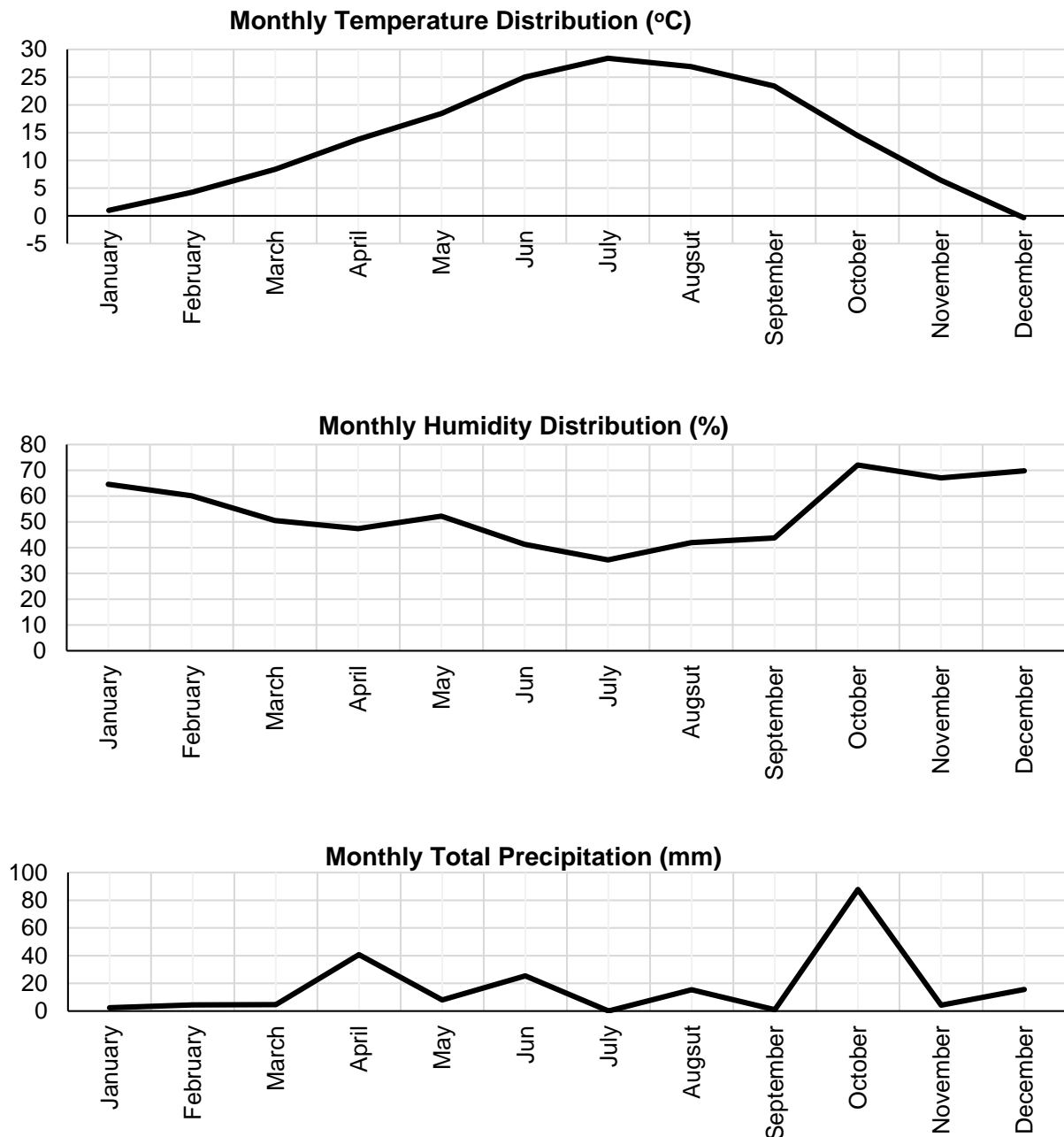


Figure 3. Meteorological data distribution in Iğdır atmosphere

Monthly Variation of Fungal Spores in Iğdır Atmospher (%)

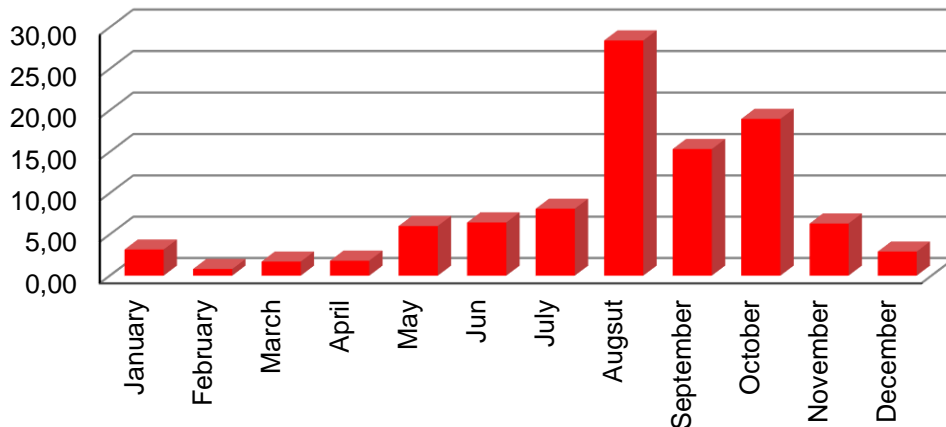


Figure 4. Monthly variation of fungal spores in Iğdır atmosphere (%)

Daily Variation of Fungal Spores in Iğır Atmosphere

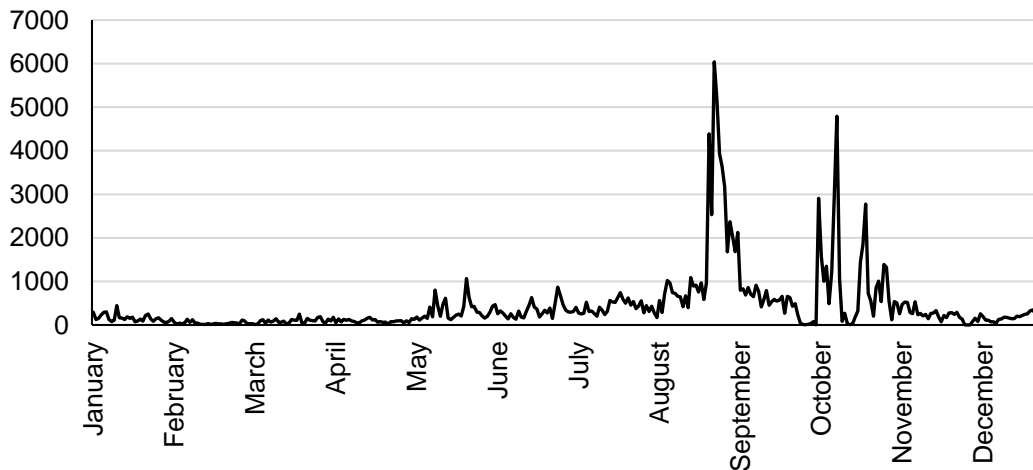


Figure 5. Daily variation of fungal spores in Iğdır atmosphere

### Statistical Analysis

In this study, Spearman correlation analyses were performed on fungal spore data belonging to 10 taxa and meteorological parameters, such as average temperature, total precipitation, average humidity and average wind speed using the SPSS 20 software. The statistical analysis results were as follows.

In terms of average temperature, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Drechslera* and *Stemphylium/Ulocladium* showed a significant positive relationship at the level of 0.01, while *Aspergillus/Penicillium* and *Pithomyces* showed a significant negative relationship at the level of 0.01 ( $p < 0.01$ ) (Table 4).

In terms of average humidity, *Curvularia* and *Pithomyces* showed a significant positive relationship at the level of 0.05 ( $p < 0.05$ ). In addition,

*Aspergillus/Penicillium*, *Epicoccum* and *Fusarium* showed a significant positive relationship at the level of 0.01 ( $p < 0.01$ ), while *Alternaria* and *Cladosporium* showed a significant negative relationship at the level of 0.01 ( $p < 0.01$ ) (Table 4).

In terms of average wind, *Fusarium* showed a significant positive relationship at the 0.05 level ( $p < 0.05$ ). In addition, *Alternaria* showed a significant positive relationship at the 0.01 level ( $p < 0.01$ ), while *Aspergillus/Penicillium* and *Epicoccum* showed a significant negative relationship at the 0.01 level ( $p < 0.01$ ) (Table 4).

As a result of the statistical analysis, no significant relationship was observed between total precipitation and fungal spore taxa (Table 4).

Table 4. Spearman Correlation analysis

TAXA	Daily			
	Average Temperature	Total Precipitation	Average Humidity	Average Wind Speed
<i>Alternaria</i>	0.632**	0.154	-0.223**	0.125*
<i>Aspergillus/ Penicillium</i>	-0.419**	-0.179	0.275**	-0.305**
<i>Chaetomium</i>	0.003	-0.222	0.02	-0.039
<i>Cladosporium</i>	0.601**	0.136	-0.201**	0.063
<i>Curvularia</i>	-0.178	-0.248	0.206*	0.038
<i>Drechslera</i>	0.226**	0.234	-0.017	-0.032
<i>Epicoccum</i>	-0.098	0.12	0.252**	-0.198**
<i>Fusarium</i>	0.023	0.264	0.223**	0.203**
<i>Stemphylium/Ulocladium</i>	0.289**	-0.098	-0.085	0.038
<i>Pithomyces</i>	-0.201**	-0.009	0.152*	-0.122

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Table 5. Data on the 10 dominant fungal spore taxa in similar studies in Türkiye and abroad

	Locations	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus/ Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>Drechslera</i>	<i>Stemphylium/ Ulocladium</i>	<i>Pithomyces</i>	<i>Curvularia</i>	References
		85.00	6.16	5.91	1.30	0.61	0.26	0.24	0.21	0.19	0.11	
Türkiye	Iğdir	85.00	6.16	5.91	1.30	0.61	0.26	0.24	0.21	0.19	0.11	
	Adana	73.00	27.00									(Yükselen et al., 2013)
	Ankara	75.50	6.10					1.30				(Çeter and Pinar, 2009)
	Bursa	88.11	4.99	4.65	0.84	0.62	0.13	0.24	0.14	0.15	0.13	(Ataygül et al., 2007)
	Elazığ	3.42	2.43		11.60	3.34	3.76	12.82	0.44	0.81	2.11	(Kilic et al., 2020)
	Gaziantep	56.01	5.82	0.58	0.04	0.43	0.15	0.22	0.23	0.01	0.05	(Akgül et al., 2016)
	Niğde	69.46	7.21	1.42	0.13	0.86	0.30	0.74	0.68	0.46	0.29	(Çeter et al., 2020)
Yalova	55.36	7.59	0.25	0.86	0.88	0.03	0.20	0.27		0.05	(Yılmazkaya et al., 2019)	
Abroad	Bangkok, Thailand	49.37	1.66	7.90	7.89					1.04	2.14	(Songnuan et al., 2018)
	Caxias do Sul, Brazil	32.86	0.74	5.33		0.54						(De Antoni Zoppas et al., 2006)
	Kolkata, India	32.94	2.58	6.51			2.33	2.97		1.45	1.24	(Chakrabarti et al., 2012)
	Madeira, Portugal	78.00	5.40		4.70	0.70		1.30		0.07	0.60	(Sousa et al., 2016)
	Madrid, Spain	43.13	0.92	2.48	0.02	0.09	0.10	0.30	0.04	0.003	0.02	(Herrero et al., 2006)
	Saclay, France	35.28	1.28		0.01	0.28	0.01		0.01	0.11		(Sarda-Estève et al., 2019)
	Stockholm, Swedish	41.52	0.30									(Hjelmroos, 1993)
	Szczecin, Poland	66.00	1.67	0.14	0.01	0.26	0.02	0.14	0.01		0.003	(Bednarz and Pawlowska, 2016)
	Szczecin, Polonya	73.35	2.48									(Grinn-Gofroń and Mika, 2008)
	Worcester, England	64.10	0.75	1.10		0.37		0.38	0.03	0.03		(Sadyś et al., 2015)
Zarqa, Jordan	49.39	7.70	1.84	0.74	0.71	1.27		1.47			(Abu-Dieyeh and Barham, 2014)	

**Discussions**

In this study, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus/ Penicillium*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Chaetomium Drechslera*, *Stemphylium/Ulocladium*, *Pithomyces* and *Curvularia* fungal spores per cubic were detected by using the volumetric method to determine their density in the air.

A total of 156702 spores/m<sup>3</sup> fungal spores were determined (Table 1). The most common fungal spore was *Cladosporium*, and the least common fungal spore was *Curvularia* (Table 1 and Table 2). While the highest density of fungal spores was determined in August, the lowest month was February (Table 1 and Table 2).

**Cladosporium**

*Cladosporium*, a cosmopolitan genus, is the largest and most heterogeneous taxon among the 772 living groups, known as molds (Bensch et al., 2012; Dugan et al., 2004). The optimum temperature conditions for the

development of this mesophilic genus are between 20°C and 40°C (Gravesen, 1979). *Cladosporium* species are known to be the most common cause of respiratory diseases, such as asthma and rhinitis (Bouziane et al., 2005). Studies conducted on *Cladosporium* in Islamabad, the capital of Pakistan, revealed that these spores cause severe asthma attacks and even death (Abbas et al., 2012).

In this study conducted in the atmosphere of Iğdır in 2015, the density of *Cladosporium* was determined as 85.00% (Table 2). In studies conducted in Türkiye, *Cladosporium* taxon are seen as the most abundant taxon. It is thought that the main reason for this situation is the optimum temperature conditions required for the development of *Cladosporium* (Gravesen, 1979). Apart from this, it has been determined that Bursa (Ataygül et al., 2007) is among the provinces where it is detected between 80% and 90%. It has been observed that the

provinces where this taxon is detected between 70% and 80% are Ankara (Çeter and Pınar, 2009) and Adana (Yükselen et al., 2013). It has also been reported that the provinces where this taxon is detected between 50% and 70% are Niğde (Çeter et al., 2020), Gaziantep (Akgül et al., 2016) and Yalova (Yılmazkaya et al., 2019) (Table 5). In similar studies conducted abroad, it has been observed that among the places where this taxon is detected at a rate of more than 50% are Madeira/Portugal (Sousa et al., 2016), Szczecin-Poland (Grinn-Gofroń and Mika, 2008; Bednarz and Pawlowska, 2016) and Worcester-England (Sadyś et al., 2015). *Cladosporium* is detected at a rate of 41.52% in Stockholm-Swedish (Hjelmroos, 1993), which is less than 50%. (Table 5).

### **Alternaria**

*Alternaria* species, which are found in various plant parts, animals and the atmosphere, are observed as epiphytic, saprophytic and parasitic (Woudenberg et al., 2013). *Alternaria* species accumulate especially in the respiratory tract and cause allergic effects (Filali et al., 2015). These saprophytic spores infect the fruits and leaves of apple trees and cause economic losses (Rotondo et al., 2012). *Alternaria* spores, known as post-harvest pathogens, can also be found in lemons, tomatoes, cauliflower, broccoli, carrots and potatoes (Thomma, 2003). It is stated that allergenic species are among the most dangerous species in Europe, especially in respiratory tract allergies (Fernández-Rodríguez et al., 2015). In patients showing allergy symptoms in the nose (nasal) and bronchial regions, the presence of IgE antibodies is detected in skin prick tests performed with suspicion of *Alternaria* and *Cladosporium* spores (D'Amato et al., 1997).

In this study, it was observed that *Alternaria* constituted 6.16% of the total spores (Table 2). In similar studies conducted in Türkiye, this taxon is determined as the second most dense taxon. In the studies conducted, it has been reported that Adana (Yükselen et al., 2013) provinces are among the provinces where this taxon is 20% and above. It has been determined that the provinces where this taxon is detected between 10% and 20% is Konya (Kızılpinar Temizer, 2011). This taxon is recorded as 6.10% in Ankara (Çeter and Pınar 2009) (Table 5). In similar studies conducted abroad, some of the places where this taxon is detected between 1% and 10% are in Madeira-Portugal (Sousa et al., 2016), Szczecin-Poland (Grinn-Gofroń and Mika, 2008; Bednarz and Pawlowska, 2016), Worcester-England (Sadyś et al., 2015) and Stockholm-Swedish (Hjelmroos, 1993) (Table 5).

### **Aspergillus/Penicillium Type Spores**

The International Commission on *Penicillium* and *Aspergillus*, which met in Utrecht, the Netherlands, on

April 14, 2012, decided to bring these two genera together and evaluated them as a single taxon (Houbraken et al., 2014). The genus *Penicillium*, which spreads more rapidly in temperate soils, also acts as a putrefactive agent in stale bread, citrus products and apples, and some *Penicillium* species secrete a fungal toxin, called patulin, which has carcinogenic effects on the brain, liver and lung organs (Gravesen, 1979). The genus *Aspergillus* can be an allergen, infectious agent and saprophyte and can exhibit both or all of these properties together (Pennington, 1980). The *Aspergillus* genus, which is a disease agent in humans and animals, causes allergic asthma, allergic rhinitis and allergic sinusitis in humans, and some species can cause infection in people with chronic diseases (e.g. diabetes, cancer, alcohol addiction, etc.) (Kurup and Kumar, 1991).

In this study, it was determined that *Aspergillus/Penicillium* constituted 5.91% of the total spores (Table 2). Similar studies has determined this taxon as the third most dense taxon in Türkiye. In the studies conducted, it has been observed that the provinces where the density is determined to be more than 1% are Bursa (Ataygül et al., 2007) and Niğde (Çeter et al., 2020) (Table 5). In similar studies conducted abroad, this taxon is detected between 0.5% and 5.5% in Madeira-Portugal (Sousa et al., 2016), Szczecin-Poland (Bednarz and Pawlowska, 2016) and Worcester-England (Sadyś et al., 2015) (Table 5).

### **Fusarium**

Cosmopolitan and pathogenic *Fusarium* species naturally spread and cause diseases in gardens, fields and forests (Ma et al., 2013). A study conducted on some members of this genus has revealed that they are resistant to 5 out of 6 different fungicidal drugs (Alastruey-Izquierdo et al., 2008). In a study, a list of pathogenic fungal species has been created and two species of the *Fusarium* genus are nominated for this list of 10 species (Dean et al., 2012). As a result of the test conducted in Iran, the presence of IgE due to *Fusarium solani* is detected in all patients (Khosravi et al., 2012) (Table 5).

In this study, *Fusarium* was found to constitute 1.30% of the total taxa detected (Table 2). In similar studies conducted in Türkiye, it is detected as more than 1% in Elazığ (Kılıç et al., 2020). Apart from this, it has been observed that the places detected as less than 1% are Yalova (Yılmazkaya et al., 2019), Bursa (Ataygül et al., 2007), Niğde (Çeter et al., 2020) and Gaziantep (Akgül et al., 2016). In similar studies conducted abroad, it has been observed at a rate of 7.89% in Bangkok-Thailand (Songnuan, 2018) and 4.70% in Madeira-Portugal (Sousa et al., 2016) (Table 5).



### **Epicoccum**

In a study conducted with *Epicoccum purpurascens*, it has been reported that the spores and mycelium extracts of this species reacts to IgE and IgG antibodies in skin tests. (Bisht et al., 2004). In a study conducted on *Epicoccum nigrum* spores and extracts in two different regions in Texas, allergen sensitivity is recorded in skin tests (Dixit et al., 1992).

In this study, it was determined that *Epicoccum* taxon constituted 0.61% of total spores (Table 2). In similar studies conducted in Türkiye, the province with a density of more than 1% is determined in Elazığ (Kılıç et al., 2020). *Epicoccum* spore densities of less than 1% in Yalova (Yılmazkaya et al., 2019), Bursa (Ataygül et al., 2007), Niğde (Çeter et al., 2020) and Gaziantep (Akgül et al., 2016) are given in Table 5. In similar studies conducted abroad, *Epicoccum* taxon is detected at a rate of 0.71% in Zarka/Jordan (Abu-Dieyeh and Barham, 2014), 0.70% in Madeira-Portugal (Sousa et al., 2016), 0.54% in Caxias do Sul-Brazil (De Antoni Zoppas et al., 2006), 0.37% in Worcester-England (Sadyś et al., 2015) and 0.28% in Andrzej-Sorbon (Sorbonne et al., 2015). in Saclay-France (Sarda-Estève et al., 2019), 0.26% in Szczecin-Poland (Bednarz and Pawlowska, 2016) and 0.09% in Madrid-Spain (Herrero et al., 2006) (Table 5).

### **Chaetomium**

*Chaetomium* is a cosmopolitan genus, comprising more than 80 species (Von Arx, 1986; Abdel-Azeem, 2020). Most are saprophytic and cellulolytic, and some species have been isolated from human skin lesions and some produce toxins (Udagawa, 1984; Webster and Weger, 2007). A cross-reaction allergy test conducted on several fungal with *Chaetomium globosum* has revealed that this species responds better to antibodies than other fungal species (Provost, 2010).

In this study, it has been observed that *Chaetomium* taxon constitutes 0.26% of the total spores (Table 2). In similar studies conducted in Türkiye, *Chaetomium* taxon is detected in Elazığ at more than 1% (Kılıç et al., 2020). Apart from this, the density is detected as less than 1% in Niğde (Çeter et al., 2020), Gaziantep (Akgül et al., 2016), Bursa (Ataygül et al., 2007) and Yalova (Yılmazkaya et al., 2019) (Table 5). In similar studies conducted abroad, it has been detected as 2.33% in Kolkata, India (Chakrabarti et al., 2012), 1.27% in Zarka, Jordan (Abu-Dieyeh and Barham, 2014), 0.10% in Madrid, Spain (Herrero et al., 2006), 0.018% in Szczecin, Poland (Bednarz and Pawlowska, 2016) and 0.01% in Saclay, France (Sarda-Estève et al., 2019) (Table 5).

### **Drechslera**

A study conducted on mice has showed that *Drechslera ronoceras* is a better IgE inducer than *Cladosporium cladosporioides* under the same conditions (Menezes et al., 1995). Another study has reported that the mycelium of the *Drechslera hawaiiensis* species is seen in the brain region of patients and caused fatal meningitis (Fuste et al., 1973). It also causes infections, such as corneal inflammation, skin lesions, peritonitis and inflammation of the facial sinuses (Rolston et al., 1985).

In this study, it was determined that the density of *Drechslera* constituted 0.24% of the total spores (Table 2). In similar studies conducted in Türkiye, it has been determined to be 12.82%, higher than 1%, in Elazığ (Kılıç et al., 2020) and Ankara (Çeter and Pınar, 2009). Apart from this, its density is detected as less than 1% in Kırşehir (Bülbül et al., 2011), Niğde (Çeter et al., 2020), Bursa (Ataygül et al., 2007), Gaziantep (Akgül et al., 2016) and Yalova (Yılmazkaya et al., 2019) (Table 5).

In similar studies conducted abroad, the density of *Drechslera* is detected as higher than 1% in Zarka-Jordan (Abu-Dieyeh and Barham, 2014), Kolkata-India (Chakrabarti et al., 2012), Madeira-Portugal (Sousa et al., 2016), Worcester-England (Sadyś et al., 2015), Madrid/Spain (Herrero et al., 2006) and Szczecin/Poland (Bednarz and Pawlowska, 2016) (Table 5).

### **Stemphylium/Ulocladium**

In *in-vivo* and *in-vitro* studies using *Stemphylium/Ulocladium* extract, this taxon is found to be allergenic (Agarwal et al., 1982). In this study, it was determined that *Stemphylium/Ulocladium* taxon constituted 0.21% of the total fungal spores (Table 2).

In similar studies conducted in Türkiye, the densities of this taxon are determined to be less than 1% in the provinces of Elazığ (Kılıç et al., 2020), Yalova (Yılmazkaya et al., 2019), Bursa (Ataygül et al., 2007), Niğde (Çeter et al., 2020) and Gaziantep (Akgül et al., 2016) (Table 5). In similar studies conducted abroad, it has been observed as 1.47% in Zarka-Jordan (Abu-Dieyeh and Barham, 2014), 0.04% in Madrid-Spain (Herrero et al., 2006), 0.03% in Worcester-England (Sadyś et al., 2015), 0.01% in Szczecin-Poland (Bednarz and Pawlowska, 2016) and 0.01% in Saclay-France (Sarda-Estève et al., 2019).

### **Pithomyces**

A study conducted on various taxa, including the genus *Pithomyces*, in homes where children with asthma symptoms, and in homes where healthy individuals served as controls, have been found that the air in homes where healthy individuals live have slightly higher

concentrations of *Pithomyces* than in homes where children with asthma symptoms live (Meng et al., 2012). *Pithomyces* has been reported as a moderate allergen (Aşçı et al., 2010).

In this study, *Pithomyces* was detected at 0.19% (Table 2, Table 5). In similar studies conducted in Türkiye, the densities of this taxon has been found to be less than 1% in Elazığ (Kılıç et al., 2020), Bursa (Ataygül et al., 2007), Niğde (Çeter et al., 2020) and Gaziantep (Akgül et al., 2016) (Table 5). In similar studies conducted abroad, it has been detected at rates of 1.45% in Kolkata, India (Chakrabarti et al., 2012), 1.04% in Bangkok/Thailand (Songnuan, 2018), 0.11% in Saclay, France (Sarda-Estève et al., 2019), 0.03% in Worcester, England (Sadyś et al., 2015) and 0.003% in Madrid/Spain (Herrero et al., 2006) (Table 5).

### **Curvularia**

A study conducted on *Curvularia lunata*, one of the *Curvularia* spores has stated that this species is allergenic and causes sinusitis (Bartynski et al., 1990).

In this study, it was determined that *Curvularia* taxon constituted 0.11% of the total fungal spores (Table 2). In similar studies conducted in Türkiye, it is detected at a rate of more than 1% in Elazığ (Kılıç et al., 2020). This taxon is detected at lower densities than 1% in the provinces of Niğde (Çeter et al., 2020), Bursa (Ataygül et al., 2007), Yalova (Yılmazkaya et al., 2019) and Gaziantep (Akgül et al., 2016) (Table 5). In similar studies conducted abroad, it is detected at rates of 2.14% in Bangkok-Thailand (Songnuan, 2018), 1.24% in Kolkata-India (Chakrabarti et al., 2012), 0.6% in Madeira-Portugal (Sousa et al., 2016), 0.02% in Madrid-Spain (Herrero et al., 2006) and 0.003% in Szczecin-Poland (Bednarz and Pawlowska, 2016) (Table 5).

In a study conducted in Szczecin, Poland, it has been determined that *Cladosporium* taxa show a positive relationship with temperature and a negative relationship with humidity. In addition, it has been reported that *Alternaria* taxa show a positive relationship with temperature and a negative relationship with humidity (Grinn-Gofroń and Mika, 2008). In a study conducted in Barrackpore, India, *Aspergillus/Penicillium* have been found to have a negative significant relationship with daily mean temperature and wind speed (Roy and Gupta Bhattacharya, 2020). Another study conducted in Szczecin, Poland, it has been found to have a positive relationship with daily mean humidity (Grinn-Gofroń, 2011). In a study conducted in the Central and Eastern Black Sea region, *Fusarium* taxon is found to have a positive significant relationship with humidity and wind speed (Grinn-Gofroń et al., 2020). A negative relationship has been found between *Epicoccum* taxon and wind speed (Grinn-Gofroń et al., 2020). In addition, this taxon

has been found to have a positive significant relationship with humidity in another study (Oliveira et al., 2010) A study conducted in Madeira, Portugal has found a positive significant relationship between *Drechslera* taxon and temperature (Sousaa et al., 2016). A positive significant relationship has been found between *Stemphylium* taxon and temperature (Grinn-Gofroń et al., 2020). A negative significant relationship has been reported between *Pithomyces* taxon and temperature (Chakrabarti et al., 2012). A positive significant relationship has been found between *Curvularia* taxon and humidity (Grinn-Gofroń et al., 2020).

### **Conclusion**

In this study, the density of some allergenic fungal taxa in the Iğdır atmosphere were investigated. No data was detected that *Pithomyces* is definitively an allergen. The remaining 9 taxa appeared to be allergenic and some of them had pathogenic and saprophytic effects. It is thought that the findings obtained would be useful to allergists in the diagnosis and treatment of individuals with allergic predisposition. It is also thought that it would be a helpful knowledge in many fields, such as medicine, pharmacy, agriculture, meteorology and veterinary medicine.

### **Author contributions**

In this study, microscopic analyses were performed by Baykan ATAŞ and Mustafa Kemal ALTUNOĞLU. The evaluation of the results and the writing of the article were performed by Mustafa Kemal ALTUNOĞLU.

### **Conflicts of interest**

The authors declare that they have no conflict of interest.

### **Ethical Statement**

It is declared that scientific and ethical principles were followed during the preparation of this study and that all studies used are stated in the bibliography (Mustafa Kemal ALTUNOĞLU, Baykan ATAŞ).

### **Acknowledgement**

This study was carried out by examining the preparations belonging to Iğdır province obtained within the scope of the project titled "Atmospheric Pollens of Kars, Ardahan, Arı and Iğdır Provinces" numbered TÜBİTAK 113Z649. We would like to thank TÜBİTAK for their contributions. We would also like to thank Salih AKPINAR and Gül Esmâ AKDOĞAN KARADAĞ for their support.

## References

- Abbas, S., Katelaris, C. H., Singh, A. B., Raza, S. M., Khan, M. A., Rashid, M., Abbas, M. and Ismail, M. (2012). World allergy organization study on aerobiology for creating first pollen and mold calendar with clinical significance in islamabad, pakistan; a project of world allergy organization and pakistan allergy, asthma and clinical immunology centre of islamabad. *World allergy organization Journal*, 5(9), 103-110
- Abdel-Azeem A.M. (2020) Taxonomy and Biodiversity of the Genus *Chaetomium* in Different Habitats. In: Recent Developments on Genus *Chaetomium*. Abdel-Azeems AM (ed), *Fungal Biology. Springer Nature, Switzerland AG*, 3–77
- Abu-Dieyeh, M.H. and Barham, R. (2014). Concentrations and dynamics of fungal spore populations in the air of Zarqa, Jordan, using the volumetric method. *Grana*, 53(2), 117-132
- Agarwal, M.K., Jones, R.T. and Yunginger, J.W. (1982). Shared allergenic and antigenic determinants in *Alternaria* and *Stemphylium/Ulocladium* extracts. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 70(6), 437-444
- Akgül, H., Yılmazkaya, D., Akata, I., Tosunoğlu, A. and Bıçakçı, A. (2016). Determination of airborne fungal spores of Gaziantep (SE Turkey). *Aerobiologia*, 32(3), 441-452
- Alastruey-Izquierdo, A., Cuenca-Estrella, M., Monzon, A., Mellado, E. and Rodríguez-Tudela, J.L. (2008). Antifungal susceptibility profile of clinical *Fusarium* spp. isolates identified by molecular methods. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 61(4), 805-809
- Aşçı, B., Çeter, T., Alan, Ş., Pinar, N.M. ve Yalçınkaya, B. (2010). Ankara havasının doğal kirleticileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 19-25
- Ataygül, E., Çelenk, S., Canitez, Y., Bıçakçı, A., Malyer, H. and Sapan, N. (2007). Allergenic fungal spore concentrations in the atmosphere of Bursa, Turkey. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 1(2), 73-79
- Bartynski, J.M., McCaffrey, T.V. and Frigas, E. (1990). Allergic fungal sinusitis secondary to dermatiaceous fungi—*Curvularia lunata* and *Alternaria*. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 103(1), 32-39
- Bednarz, A. and Pawlowska, S. (2016). A fungal spore calendar for the atmosphere of Szczecin, Poland. *Acta Agrobotanica*, 69(3), 1-9
- Bensch, K., Braun, U., Groenewald, J.Z. and Crous, P.W. (2012). The Genus *Cladosporium*. *Studies in Mycology*, 72, 1-401
- Bisht, V., Arora, N., Singh, B.P., Gaur, S.N. and Sridhara, S. (2004). Purification and characterization of a major cross-reactive allergen from *Epicoccum purpurascens*. *International Archives of Allergy and Immunology*, 133(3), 217-224
- Bouziiane, H., Latgé, J.P., Fitting, C., Mecheri, S., Lelong, M. and David, B. (2005). Comparison of the allergenic potency of spores and mycelium of *Cladosporium*. *Allergologia et immunopathologia*, 33(3), 125-130
- Bush, R.K. and Portnoy, J.M. (2001). The role and abatement of fungal allergens in allergic diseases. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 107(3), 430-440
- Chakrabarti, H.S., Das, S. and Gupta-Bhattacharya, S. (2012). Outdoor airborne fungal spora load in a suburb of Kolkata, India: its variation, meteorological determinants and health impact. *International Journal of Environmental Health Research*, 22(1), 37-50
- Çeter, T. ve Pinar, N.M., (2009). 2003 Yılında Ankara Atmosferi Mantar Sporları Konsantrasyonu ve Meteorolojik Faktörlerin Etkisi. *Mikrobiyol Bul*, 43, 627-638.
- Çeter, T., Bayar, E., Eltajhisi, M.N., İşlek, C. and Pinar, N.M. (2020). Investigation of fungi spores concentration in Niğde Atmosphere (Turkey). *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 29(2), 351-364
- D'Amato, G., Chatzigeorgiou, G., Corsico, R., Gioulekas, D., Jäger, L., Jäger, S., Kontou-Fili, K., Kthisidakis, S., Liccardi, G., Meriggi, A., Palma-Carlos, A., Palma-Carlos, M.L., Pagan Aleman, A., Parmiani, S., Puccinelli, R., Russo, M., Spiekma, F. Th. M., Torricelli, R. and Wüthrich, B. (1997). Evaluation of the prevalence of skin prick test positivity to *Alternaria* and *Cladosporium* in patients with suspected respiratory allergy: a European multicenter study promoted by the Subcommittee on Aerobiology and Environmental Aspects of Inhalant Allergens of the European Academy of Allergology and Clinical Immunology. *Allergy*, 52(7), 711-716
- De Antoni Zoppas, B.C., Valencia-Barrera, R.M., Vergamini Duso, S.M. and Fernández-González, D. (2006). Fungal spores prevalent in the aerosol of the city of Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, over a 2-year period (2001–2002). *Aerobiologia*, 22(2), 117-124
- Deacon, J. W., (2006) Fungal Biology, 4th edition. *Blackwell Publishing, Oxford/UK*, 371.
- Dean, R., Van Kan, J.A., Pretorius, Z.A., Hammond-Kosack, K.E., Di Pietro, A., Spanu, P.D., Rudd, J.J., Dickman, M., Kahmann, R., Ellis, J. and Foster, G.D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 13(4), 414-430
- Dixit, A.B., Lewis, W.H. and Wedner, H.J. (1992). The allergens of *Epicoccum nigrum* link: I. Identification of the allergens by immunoblotting. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 90(1), 11-20
- Dugan, F.M., Schubert, K. and Braun, U. (2004). Check-list of *Cladosporium* names. *Schlechtendalia*, 11, 1-103
- Fernández-Rodríguez, S., Tormo-Molina, R., Maya-Manzano, J.M., Silva-Palacios, I. and Gonzalo-Garijo, Á. (2014). Outdoor airborne fungi captured by viable and non-viable methods. *Fungal Ecology*, 7, 16-26.

- Fernández-Rodríguez, S., Sadyś, M., Smith, M., Tormo-Molina, R., Skjøth, C.A., Maya-Manzano, J.M., Silva-Palacios, I. and Gonzalo-Garijo, Á. (2015). Potential sthisces of airborne *Alternaria* spp. spores in South-west Spain. *Science of the Total Environment*, 533, 165-176
- Filali Ben Sidel, F., Bouziane, H., del Mar Trigo, M., El Haskthisi, F., Bardei, F., Redouane, A., Kadiri, M., Riadi, H. and Kazzaz, M. (2015). Airborne fungal spores of *Alternaria*, meteorological parameters and predicting variables. *International Journal of Biometeorology*, 59(3), 339-346
- Fuste, F.J., Ajello, L., Threlkeld, R., and Henry Jr, J.E. (1973). *Drechslera hawaiiensis*: causative agent of a fatal fungal meningo-encephalitis. *Sabthisaudia*, 11(1), 59-63
- Göner, İ. (1995). İğdir Ovası ve Çevresinde Yaylacılık. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 1(1), 229-245
- Gravesen, S. (1979). Fungi as a cause of allergic disease. *Allergy*, 34(3), 135-154
- Grinn-Gofroń, A. and Mika, A. (2008). Selected airborne allergenic fungal spores and meteorological factors in Szczecin, Poland, 2004–2006. *Aerobiologia*, 24(2), 89-97
- Grinn-Gofroń, A. (2011). Airborne *Aspergillus* and *Penicillium* in the atmosphere of Szczecin,(Poland)(2004–2009). *Aerobiologia*, 27(1), 67-76
- Grinn-Gofroń, A. and Bosiacka, B. (2015). Effects of meteorological factors on the composition of selected fungal spores in the air. *Aerobiologia*, 31(1), 63-72
- Grinn-Gofroń, A., Çeter, T., Pinar, N.M., Bosiacka, B., Çeter, S., Keçeli, T., Myśliwy, M., Acar Şahin, A. and Bogawski, P. (2020). Airborne fungal spore load and season timing in the Central and Eastern Black Sea region of Turkey explained by climate conditions and land use. *Agricultural and Forest Meteorology*, 295, 108191
- Herrero, A.D., Ruiz, S.S., Bustillo, M.G. and Morales, P.C. (2006). Study of airborne fungal spores in Madrid, Spain. *Aerobiologia*, 22(2), 133-140
- Hjelmroos, M. (1993). Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables: *Cladosporium* and *Alternaria*. *Grana*, 32(1), 40-47
- Houbraken, J., de Vries, R.P. and Samson, R.A. (2014). Modern taxonomy of biotechnologically important *Aspergillus* and *Penicillium* species. *Advances in Applied Microbiology*, 86, 199-249
- Kaltakkıran, G. (2023). Analysis of meteorology and climate data for energy applications in ardahan province. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 2026-2041. <https://doi.org/10.21597/ijst.1223780>
- Karaoğlu, M. (2014). Agricultural meteorological properties of aras basin in turkey. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.19159/tutad.24089>
- Karaoğlu, M. (2023). Creation of iğdir geological map with geographic information systems (gis) and comparison with large soil groups. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3739798/v1>. Accessed 07 July 2024.
- Kaya, F. (2015). İğdir ili'nin idari coğrafya analizi. *Journal of International Social Research*, 8(41) 703-716
- Khosravi, A.R., Fatahinia, M., Shokri, H. and Yadegari, M.H., (2012). Allergens from *Fusarium solani* identified by immunoblotting in asthma patients in Iran. *Arh Hig Rada Toksikol.*, 63(1), 1-5
- Kilic, M., Altunoglu, M.K., Akdogan, G.E., Akpınar, S., Taskın, E. and Erkal, A.H. (2020). Airborne fungal spore relationships with meteorological parameters and skin prick test results in Elazig, Turkey. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18(2), 1271-1280
- Koçak, R., Tor, M., Dönmez, S., & Tekeli, A. (2022). İğdir ili aralık ilçesi sellerinin gpm uydu yağış verilerinden ilk ve son ürünleri ile incelenmesi. *VIII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-CBS 2022)* <https://doi.org/10.15659/uzalcbs2022.12801>
- Kurup, V.P. and Kumar, A. (1991). Immunodiagnosis of aspergillosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 4(4), 439-456
- Menezes, E.A., Gambale, W., Macedo, M.S., Abdalla, D.S., Paula, C.R., and Croce, J. (1995). Biochemical, antigenic and allergenic characterization of crude extracts of *Drechslera (Helminthosporium) monoceras*. *Mycopathologia*, 131(2), 75-81
- Meng, J., Barnes, C.S., Rosenwasser, L.J. and Children's Mercy Center for Environmental Health. (2012). Identity of the fungal species present in the homes of asthmatic children. *Clinical and Experimental Allergy*, 42(10), 1448-1458
- Naranjo-Ortiz, M.A. and Gabaldón, T. (2019) Fungal Evolution: Major Ecological Adaptations and Evolutionary Transitions. *Biological Reviews*, 94, 1443-1476. <https://doi.org/10.1111/brv.12510>
- Oliveira, M., Delgado, L., Ribeiro, H. and Abreu, I. (2010). Fungal spores from Pleosporales in the atmosphere of urban and rural locations in Portugal. *Journal of Environmental Monitoring*, 12(5), 1187-1194
- Pennington, J.E. (1980). *Aspergillus* lung disease. *Medical Clinics of North America*, 64(3), 475-490
- Rolston, K.V., Hopfer, R.L. and Larson, D.L. (1985). Infections caused by *Drechslera* species: case report and review of the literature. *Rev Infect Dis.*, 7(4), 525-529
- Rotondo, F., Collina, M., Brunelli, A. and Pryor, B.M. (2012). Comparison of *Alternaria* spp. collected in Italy from apple with *A. mali* and other AM-toxin producing strains. *Phytopathology*, 102(12), 1130-1142
- Roy, S. and Gupta Bhattacharya, S. (2020). Airborne fungal spore concentration in an industrial township: distribution and relation with meteorological parameters. *Aerobiologia*, 36(4), 575-587
- Sadyś, M., Strzelczak, A., Grinn-Gofroń, A. and Kennedy, R. (2015). Application of redundancy analysis for aerobiological data. *International Journal of Biometeorology*, 59(1), 25-36

- Sadyś, M., Kennedy, R. and West, J.S. (2016). Potential impact of climate change on fungal distributions: analysis of 2 years of contrasting weather in the UK. *Aerobiologia*, 32(1), 127-137
- Sarda-Estève, R., Baisnée, D., Guinot, B., Sodeau, J., O'connor, D., Belmonte, J., Besancenot, Jp., Petit, J.E., Thibaudon, M., Oliver, G., Sindt, C. and Gros, V. (2019). Variability and geographical origin of five years airborne fungal spore concentrations measured at Saclay, France from 2014 to 2018. *Remote Sensing*, 11(14), 1671 1-29
- Soldevilla, C.G., Gonzalez, P.C., Teno, P.A. and Vilches, E.D. (2007). Spanish Aerobiology Network (REA): management and quality manual. *Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba*, 1-300.
- Songnuan, W., Bunnag, C., Soontrapa, K., Pacharn, P., Wangthan, U., Siri Wattanakul, U. and Malainual, N. (2018). Airborne fungal spore distribution in Bangkok, Thailand: correlation with meteorological variables and sensitization in allergic rhinitis patients. *Aerobiologia*, 34(4), 513-524
- Sousa, L., Camacho, I. C., Grinn-Gofroń, A. and Camacho, R. (2016). Monitoring of anamorphic fungal spores in Madeira region (Portugal), 2003–2008. *Aerobiologia*, 32(2), 303-315
- Şimşek, O. and Alim, M. (2009). İğdır İli'nin turizm potansiyeli. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3, 1-26
- Tan, M. ve Temel, S. (2017). Erzurum ve İğdır şartlarında yetiştirilen farklı kinoa genotiplerinin kuru madde verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(4), 257-263
- Temel, S. (2018). Tuzlu-alkali meralarda yaygın olarak yetişen çorak çimi (*puccinellia distans*) ve sahil ayırığı (*aeluopus littoralis*) bitkilerinin farklı gelişme dönemlerindeki besin içeriklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 237-246. <https://doi.org/10.24180/ijaws.440309>
- Thomma, B.P. (2003). *Alternaria* spp.: from general saprophyte to specific parasite. *Molecular Plant Pathology*, 4(4), 225-236
- Von Arx, J.A. (1986). The ascomycete genus *Gymnoascus*. *Persoonia*, 13(2), 173–183
- Webster, J. and Weber, R., (2007). Introduction to Fungi, Third Edition, *Cambridge University Press, Cambridge/UK*, 331.
- Woudenberg, J.H.C., Groenewald, J.Z., Binder, M. and Crous, P.W. (2013). *Alternaria* redefined. *Studies in Mycology*, 75(1), 171-212
- Yılmazkaya, D., Akgül, H., Altunoğlu, M. K., Tosunoğlu, A. ve Bıçakçı, A. (2019). Fungal spore calendar of Yalova province (2005). *Mantar Dergisi*, 10(2), 116-123
- Yulu, A. (2014) Dilucu Sınır Kapısı'nın İğdir Şehri üzerindeki etkileri. *Coğrafya Dergisi*, (28), 20-35
- Yükselen, Ü.A., Akdağ, P., Korkmaz Güvenmez, H., Çeter, T., Yılmaz, M., Bingöl Karakoç, G., Pınar, N.M. ve Ufuk Altıntaş, D. (2013). Adana atmosferindeki fungal spor konsantrasyonlarının meteorolojik faktörlerle değişimi ve elde edilen fungal ekstraktların deri prik testinde kullanımı. *Asthma Allergy Immunology*, 11(2), 103-111



*This article is cited as follows:* Yeşilyurt F., Karaduman Y., Uzun Y. and Kaya A. (2024). *Mucronella*, A New Genus Record from Türkiye, *Mantar Dergisi*, 15(2), 124-127.

Geliş(Received) :09.08.2024

Kabul(Accepted) :17.09.2024


Research Article


Doi: 10.30708/mantar.1530908


## *Mucronella*, A New Genus Record from Türkiye


Faruk YEŞİLYURT<sup>1</sup>, Yakup KARADUMAN<sup>2</sup>, Yasin UZUN<sup>3</sup>, Abdullah KAYA<sup>4\*</sup>

\*Sorumlu yazar: kayaabd@hotmail.com

<sup>1</sup>Yenice Mahallesi, Yeşilyurt Sokak No 4, 61250 Trabzon, Türkiye /farukyy@hotmail.com 

<sup>2</sup>Çubuklu Mahallesi Engürübağı Caddesi Katar Sokak no: 17/3 Beykoz, İstanbul, Türkiye /yakupkaraduman86@gmail.com 

<sup>3</sup>Karamanoğlu Mehmetbey University, Ermenek Uysal and Hasan Kalan Health Services Vocational School, Department of Pharmacy Services, 70400 Karaman, Türkiye /yuclathrus@gmail.com 

<sup>4</sup>Gazi University, Science Faculty, Department of Biology, 06560 Ankara, Türkiye /kayaabd@hotmail.com 

**Abstract:** The genus *Mucronella* was reported from Türkiye for the first time, based on the collection and identification of *Mucronella calva*, a distinct fungus with tiny spine-shaped and pendent basidiocarps without a subiculum, from İstanbul province. A brief description of the identified collection is provided together with the photographs, related to its macro and micromorphologies.

**Keywords:** Biodiversity, New record, Spine-shaped fungus, Türkiye

### *Mucronella*, Türkiye'den Yeni Bir Cins Kaydı

**Öz:** *Mucronella* cinsi, sapsız, küçük diken şekilli ve sarkık baziyokarplı belirgin bir mantar olan *Mucronella calva*'nın İstanbul'dan toplanıp teşhis edilmesine bağlı olarak Türkiye'den ilk kez kaydedilmiştir. Teşhis edilen örneğin kısa bir betimlemesi, makro ve mikromorfolojilerine ilişkin fotoğraflarıyla birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, Yeni kayıt, Diken şekilli mantar, Türkiye

#### Introduction

*Mucronella* Fr. is a widespread basidiomycetous macrofungi genus within the order Agaricales (Kirk et al., 2008), The members of the genus are characterized by small downwards-turned subulate basidiocarps without a distinct subiculum, four-spored small basidia, ellipsoid to globose, smooth, hyaline and thin-walled basidiospores, monomitic hypha with clamps, and the occurrence on wood and bark. In general appearance, the species of the genus resemble a small *Clavaria* Vaill. ex L. or *Pterula* Fr. but the pendent spines fundamentally differ them from the members of such genera (Miller, 1933a,b; Frukawa, 1974; Bernicchia and Padovan, 1997; Mackinnon and Luther, 2021)

*Mucronella* was established in 1874 as a genus of *Hydnaceae*. Later on, in 1950, it was transferred to *Clavariaceae* by Corner, based on its hyphal system (Frukawa, 1974). Currently, Indexfungorum (2024) does not include it in a current family while Mycobank (2024) still includes in *Clavariaceae*.

According to the checklist of macrofungi of Türkiye (Sesli et al., 2020) and the contributions made after 2020 (Polat and Keleş, 2022; Şengül Demirak et al., 2022; Sesli, 2023; Şahin et al., 2023; Yeşilyurt et al., 2023) indicate that, any member of the genus *Mucronella* have been reported from Türkiye.

The study aims to contribute to the mycobiota of Türkiye.



## Material and Metod

The specimens of *M. calva* were collected from Polonezköy Nature Park in Beykoz (İstanbul) district, during a field work in 2024. The fruiting organs were photographed at its naturally growing site using a digital camera. Required notes were taken related to ecology, morphology and geography of the collection. Preservation was made in accordance with standard methods. Investigations related to micromorphology were based on dry specimens, and carried out under a Leica DM 2500 trinocular compound microscope. 3% KOH was used for rehydration. Meltzer reagent and lactophenol cotton blue were used for coloring. Twenty five measurements were made for each microstructure. Colour microphotographs were obtained with the help of a digital camera attached to a the compound microscope.

Identification of the specimen was performed by comparing the obtained characteristics with Breitenbach and Kränzlin (1986), Buczacki (2012), Bernicchia and Padovan (1997), Laessøe and Petersen (2019).

The specimens are kept at Karamanoğlu Mehmetbey University, Kâmil Özdağ Science Faculty, Department of Biology.

## Results

**Fungi** R.T. Moore

**Basidiomycota** R.T. Moore

**Agaricomycetes** Doweld

**Agaricales** Underw.

**Incertae sedis**

***Mucronella calva*** (Alb. & Schwein.) Fr., Hymenomyc. eur. (Upsaliae): 629 (1874)

**Synonymy:** *Hydnum calvum* Alb. & Schwein., *Isaria calva* (Alb. & Schwein.) Fr., *Isaria hydnoides* Link, *Mucronella abnormis* Henn., *Mucronella aggregata* (Fr.) Fr., *Mucronella aggregata* f. *citrina* Bourdot, *Mucronella calva* f. *ramificata* Pilát, *Mucronella calva* var. *aggregata* (Fr.) Pilát, *Mucronia aggregata* Fr., *Mucronia calva* (Alb. & Schwein.) Fr.

**Macroscopic and microscopic features:** Fruiting bodies composed of single or densely grouped, pendent, subulate, spines of 0.6-1.2 mm long and 0.1-0.3 mm thick (Fig. 1). Fruiting organs are positively geotropic, and generally attached directly to the substrate without a subiculum. Spines needle to awl-shaped, some curved, round in cross-section, ending in a sharp conical point, solid, white or whitish to yellowish cream, solid, smooth to minutely hairy. Taste and odor indistinct.

Basidia 17-20 × 6-7,5 µm, slenderly clavate with 4 sterigmata. Basidiospores 3.6-4.4 × 2.3-2.7 µm, ellipsoid to oval, smooth, thin-walled (Fig. 2). Hyphal system monomitic with scattered tetrahedral crystals. Clamp connections present (Breitenbach and Kränzlin, 1986; Buczacki, 2012; Læssøe and Petersen, 2019).

*Mucronella* species are brown-rot fungi growing on well-decayed wood (Mackinnon and Luther, 2021), and *Mucronella calva* was reported to grow on decaying conifer and deciduous wood, typically on the undersides (Breitenbach and Kränzlin, 1986; Bernicchia and Padovan, 1997; Shiryayev and Irsenaite, 2009; Buczacki, 2012).

**Specimen examined:** İstanbul, Beykoz, Polonezköy Nature Park, on decaying *Pinus pinaster* Aiton trunk, 41.110687, 29.2000669, 200 m, 02.02.2024, YKaraduman 10.

Suggested Turkish name for the genus is “Sarkıt mantarı”, and for the species is “Çam sarkıtı”.

## Discussions

*Mucronella calva* was reported for the first time from Türkiye. It is the first reported member of the genus *Mucronella* in Türkiye. General characteristics of Turkish collection are generally in agreement with those previous reports (Breitenbach and Kränzlin, 1986; Buczacki, 2012; Laessøe and Petersen, 2019).

Though it looks like a miniature *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers., inverted growth form and lignicolous habit makes this toot fungus easily recognizable. Presence of crystals in the hyphal tissue is also another interesting aspect of this fungus (Mycoweb, 2024).

The basidiomata of *Dentipratulum Domański* also have similar appearance with *Mucronella* species, but the presence of gloeocystidia differs it from *Mucronella* (Larson, 2007).

Sometimes two *Mucronella* species can be found growing in side-by-side clumps and may be confused (Mackinnon and Luther, 2021). General morphological appearance of *M. calva* is also very similar to *M. bresadolae* (Quél.) Corner but the larger (up to 5 mm long and up to .6 mm thick) spines, longer basidia (25-37 µm) and the bigger basidiospores (4.5-8.5 × 4-7 µm) of the latter species clearly separates it from *M. calva* (Breitenbach and Kränzlin, 1986; Desjardin et al., 2015; Laessøe and Petersen, 2019).

## Author contributions

The authors have equal contribution.

## Conflicts of interest

The authors declare no competing interests.

## Ethical Statement

It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited (Faruk YEŞİLYURT, Yakup KARADUMAN, Yasin UZUN, Abdullah KAYA).



Figure 1. Basidiocarps *Mucronella calva*

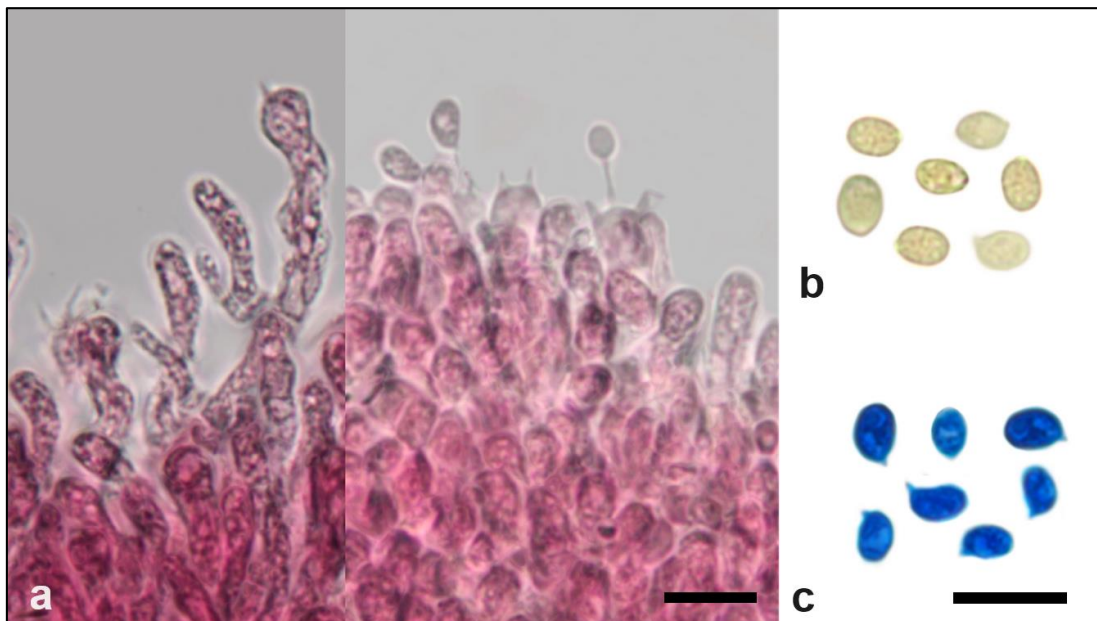


Figure 2. Basidia (a), and basidiospores (b-c) of *Mucronella calva* (bars: 10  $\mu$ m) (b- Melzer, c- LPCB).



## References

- Bernicchia, A. and Padovan, F. (1997). Preliminary distributional data on Hericiaceae (Basidiomycetes) in Italy. *Bocconea*, 5: 853-859.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F. (1986). *Fungi of Switzerland*. Volume 2: Non-Gilled Fungi. Verlag Mykologia: Luzern, Switzerland.
- Buczacki, S. (2012). *Collins Fungi Guide*. Harpercollins Pub. Ltd.
- Desjardin, D.E., Wood, M.G. and Stevens, F.A. (2015). *California Mushrooms: The Comprehensive Identification Guide*. Timber Press: Portland.
- Furukawa, H. (1974). Taxonomic Studies of the Genus *Odontia* and its Allied Genera in Japan. *Bull. Gov. For. Exp. Sta.*, No. 261: 1-87.
- Index Fungorum. (2024). <https://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=18077>. Accessed 05 August 2024.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. and Stalpers, J.A. (2008). *Dictionary of the Fungi*, 10th ed. CAB International, Wallingford.
- Læssøe, T. and Petersen, J.H. (2019). *Fungi of Temperate Europe*. Volume-2. Princeton University Press.
- Larson, K.H. (2007). Re-thinking the classification of corticioid fungi. *Mycological Research*, 111: 1040-1063.
- Mackinnon, A. and Luther, K. (2021). *Mushrooms of British Columbia*. Victoria: Royal BC Museum.
- Miller, L.W. (1933a). The Genera of Hydnaceae. *Mycologia*, 25(4): 286-302.
- Miller, L.W. (1933b). The Hydnaceae of Iowa. III. The Genera *Radulum*, *Mucronella*, *Caldesiella* and *Gloiodon*. *Mycologia*, 26(3): 212-219.
- Mycobank. (2024). <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search>. Accessed 05 August 2024.
- MykoWeb: Mushrooms, Fungi, Mycology. (2024). [https://www.mykoweb.com/CAF/species/Mucronella\\_bresadolae.html](https://www.mykoweb.com/CAF/species/Mucronella_bresadolae.html)
- Polat, T. and Keleş, A. (2022). Macrofungual biodiversity of Kop Mount (Bayburt-Erzurum). *Anatolian Journal of Botany*, 6(2): 109-114. doi:10.30616/ajb.1173421.
- Sesli, E. (2023). *Pseudoporpoloma pes-caprae* (Tricholomataceae): A new record for Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 7(1): 29-31. doi:10.30616/ajb.124401.
- 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., 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., 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.
- Shiryayev, A. and Iršénaitė, R. (2009). Contribution to the clavarioid fungi of Lithuania. *Botanica Lithuanica*, 15(2): 117-127.
- Şahin, A., Uzun, Y. and Kaya, A. (2023). Contribution to the macrofungual biodiversity of Yahyalı district. *The Journal of Fungus*, 14(2): 60-68.
- Şengül Demirak, M.Ş., Işık, H. and Türkel, İ. (2022). Molecular and morphological identification of *Cortinarius eucaeruleus* Rob. Henry (subgenus *Phlegmacium*) from Turkey. *Anatolian Journal of Botany*, 6(1): 27-33.
- Yeşilyurt, F., Uzun, Y. and Kaya, A. (2023). *Pseudoboletus parasiticus* (Bull.) Šutara, a New Record for Turkish Mycobiota. *Biological Diversity and Conservation*, 16(1): 70-74.



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Kesici S., Sadullahoğlu C. Akçay M.E., ve Uzun Y.(2024). *Neocucurbitaria rhamnocola*: Türkiye İçin Yeni Bir Makromantar Kaydı, *Mantar Dergisi*, 15(2), 128-131.

Geliş(Received) :18.09.2024

Kabul(Accepted) :01.10.2024


**Araştırma Makalesi**

Doi: 10.30708/mantar.1551012


## ***Neocucurbitaria rhamnocola*: Türkiye İçin Yeni Bir Makromantar Kaydı**


Sedat KESİCİ<sup>1\*</sup>, Cemil SADULLAHOĞLU<sup>2</sup>  
Mustafa Emre AKÇAY<sup>3</sup>, Yusuf UZUN<sup>4</sup>

\*Sorumlu yazar: sedatkesici@hakkari.edu.tr

<sup>1</sup> Hakkari Üniversitesi Yüksekova Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü,  
/sedatkesici@hakkari.edu.tr 

<sup>2</sup> Şırnak Üniversitesi, İdil Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, /csadullahoglu@yandex.com 

<sup>3</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, /memreakcay@yyu.edu.tr 

<sup>4</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü,  
/yusufuzun2004@yahoo.com 

**Öz:** *Neocucurbitaria rhamnocola* Jaklitsch & Voglmayr Hakkâri ilinden toplanan örneklerin teşhis edilmesine bağlı olarak Türkiye'den ilk kez rapor edilmiştir. Belirlenen türün kısa bir betimlemesi, türün makro ve mikro morfolojilerine ilişkin fotoğrafları ile birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, *Cucurbitariaceae*, Yeni kayıt, Hakkâri, Türkiye

### ***Neocucurbitaria rhamnocola*: A New Macrofungus Record for Türkiye**

**Abstract:** *Neocucurbitaria rhamnocola* Jaklitsch & Voglmayr is reported for the first time from Türkiye, based on the identification of the specimens collected from the Hakkâri province. A brief description of the presented species is provided, together with the photographs illustrating its macro- and micro morphologies.

**Keywords:** Biodiversity, *Cucurbitariaceae*, New record, Hakkâri, Türkiye

#### **Giriş**

*Cucurbitariaceae*, *Pleosporales* takımının en iyi bilinen monofiletik familyalarından biridir (Liu ve ark. 2017; Wanasinghe ve ark. 2017). Aile, *Allocucurbitaria*, *Cucurbitaria*, *Neocucurbitaria*, *Paracucurbitaria*, *Astragalicola*, *Cucitella*, *Fenestella*, *Parafenestella*, *Protofenestella* ve *Seltsamia* cinslerini içermektedir. Wanasinghe ve arkadaşları tarafından 2017 yılında tanıtilen *Neocucurbitaria*, *Cucurbitariaceae* familyasının en kalabalık üçüncü cinsidir (*Cucurbitaria* 94 tür; *Fenestella* 28 tür; *Neocucurbitaria* 21 tür; *Parafenestella* 14 tür; *Syncarpella* 7 tür; *Rhytidiella* 4 tür; *Allocucurbitaria* 2 tür; *Astragalicola* 2 tür; *Paracucurbitaria* 2 tür; *Synfenestella* 2 tür; *Cucitella* 1 tür; *Protofenestella* 1 tür;

*Seltsamia* 1 tür) (Su ve ark., 2022, Zhang ve ark., 2022). Jaklitsch & Voglmayr (2020) yakın zamanda cinsi yeniden incelemiş ve ayrıntılı bir genel tanım sunmuştur.

Türkiye'de geçmişten yakın zamana kadar belirlenmiş makromantarları listeleyen eserler (Sesli ve ark., 2020; Solak ve Türkoğlu, 2022) ve ülkemizde yetişen makromantarlar üzerinde yapılan son çalışmaların (Asan ve ark., 2022; Acar ve Dizkırıcı, 2023; Akçay ve ark., 2023; Kesici ve ark., 2023; Sesli, 2023a,b,c; Uzun ve Kaya, 2023a,b; Doğan ve ark., 2024; Aslan ve ark., 2024; Karaduman ve ark., 2024; Çelik ve ark., 2024; Yeşilyurt ve ark., 2024; Şengül ve ark., 2024; Asan ve ark., 2024) incelenmesi neticesinde *Neocucurbitaria rhamnocola* Jaklitsch & Voglmayr türünün ülkemizde ilk defa tespit



CC BY 4.0 Uluslararası Lisansı altında lisanslanmıştır / Licensed under the CC BY 4.0 International License.

Atıflamada APA stili kullanılmıştır, iThenticate ile taranmıştır./ APA style was used in citation, plagiarism was checked with iThenticate.

edildiği ve Türkiye mikobiyotası için yeni bir kayıt olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile ülkemiz makromantar çeşitliliğine katkı sağlamak amaçlanmaktadır. Teşhis edilen örnekler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Mantar Laboratuvarı'nda muhafaza edilmektedir.

### Materyal ve Metot

Çalışma materyalini oluşturan makromantar örnekleri 2020-2022 yılları arasında Hakkâri merkezde yapılan arazi çalışmaları sonucu toplanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında Canon marka EOS 60D model dijital fotoğraf makinesi ve Tokina marka 100 F2.8 D makro lens ile mantar örneklerinin renkli fotoğrafları çekilip, tüm morfolojik özellikleri, habitatu, üzerinde yetiştiği substratı, GPS bilgileri ve yükseltisi not edildikten sonra toplanıp örnekler zarar verilmeden Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Mantar Laboratuvarı'na taşınmış ve uygun yöntemler kullanılarak kurutulmuştur. Kurutulan bu örnekler kilitli polietilen poşetlere konulup toplanma tarihi, toplayıcı numarası, sistematik ve ekolojik özellikleri içeren etiket yapıştırılarak fungaryum materyali haline getirilmiştir. Daha sonra gerekli mikolojik teknikler uygulanarak hazırlanan preparatlar Leica marka DM500 modeli ışık mikroskobu, bu mikroskoba bağlı Leica marka ICC50 HD model kamera ve araştırma bilgisayarına yüklü Leica LAS EZ uygulaması (Ver. 3.4.0) kullanılarak incelenmiş ve örneğe ait mikroskobik karakterlerin özellikleri belirlenmiştir. Örneğin ekolojik, morfolojik ve anatomik özellikleri ışığında hazırlanan deskripsiyonu ilgili literatür (Jaklitsch ve Voglmayr, 2020; Su ve ark., 2022) ile karşılaştırılarak türün teşhisi yapılmıştır.

### Bulgular

#### Türün Sistematığı

*Fungi* Bartling

*Ascomycota* Caval.-Sm.

*Dothideomycetes* O.E. Erikss. & Winka

*Pleosporales* Luttr. ex M.E. Barr

*Cucurbitariaceae* Luerss.

*Neocucurbitaria* Wanas., E.B.G. Jones & K.D.

Hyde

*Neocucurbitaria rhamnocola* Jaklitsch &

Voglmayr (Şekil 1).

**Önerilen Türkçe bilimsel isim:** Cehri kabakçılı

#### Türün Makroskobik Özellikleri

**Askokarp** 200-350 (450) µm çapında ve (90) 115-175 (215) µm yüksekliğinde, ağaç yüzeylerinde, kabuk çatlaklarında küçük gruplar halinde dağınık veya toplu halde iç kabuk katmanları veya ahşap üzerinde yetişir. Üst kısmı düz ya da yarı küremsi, merkezi çöken diskoid ve genellikle kırmızımsı ile siyah merkezi bir papilla (30-

100 µm çapında) bulunur, yüzeyi pürüzsüz veya hafif siğilli ve siyah renklidir.

#### Türün Mikroskobik Özellikleri

**Askuslar** 100-140 (150) x (11) 12-16 (18) µm, silindirik veya dar klavat şekilde, bitunikat veya fissitunikat, kalın duvarlı, ayrı bir oküler odacıklı, kısa şeritli ve basit topuz benzeri bir tabana sahiptir, eğik şekilde uniseriat veya biseriat olarak düzenlenmiş 8 askospor içerir. **Askosporlar** (15) 18-22 (26) x (7) 8,5-11 (12) µm, elipsoid veya fusoid, ortadaki septumda daralmış, üst kısım hafifçe genişlemiş, alt kısım sıklıkla tabana doğru incelmıştır, 3-7 enine ve 1 (2) uzunlamasına bölmeli, orta ila koyu kahverengidir, %3 KOH ile hazırlana preparatta daha koyu ve pürüzsüzdür. **Peridiyum** 40-75 (100) µm kalınlığında, psödoparenkimatöz, dış katman koyu kahverengi, iç katman sarımsı ila hiyalin arasında; hücreler kalın duvarlı ve (4) 5-8 (12) µm boyutlarındadır. **Subikulum** 2-7 µm genişliğinde, kahverengi ve kalın duvarlı hiflerden oluşur. **Hamatesyum** ise 1-3 µm genişliğinde dallanmış parafizlerden oluşur.

#### Türün Habitatu

Araştırma materyalini oluşturan makromantar örnekleri Cehri (*Rhamnus alaternus* L.) bitkisinin yere düşmüş dal parçaları üzerinde tespit edilmiştir.

Hakkâri, Karşıyaka mahallesi, 37° 34'53.37" K, 43° 43'49.33" D, 1766m, 23.11.2020, Kesici D0269.

#### Tartışma

Çalışma sonucunda *Neocucurbitaria rhamnocola* türü Türkiye'den ilk kez tespit edilerek ülkemizin makromantar çeşitliliğine katkı olarak sunulmuştur. Ülkemizde 2022 yılına kadar temsil edilmeyen bu cins, *N. quercina* türünün tespiti sonucunda Türkiye mantar listerine eklenmiştir (Törün ve ark., 2022). Bu çalışma ile de cinsin ülkemizdeki temsiliyeti iki türe çıkarılmıştır.

*Neocucurbitaria* cinsinin Cehri (*Rhamnus* spp.) bitkisi odun kalıntıları üzerinde yetişen üç türü belirlenmiştir (Jaklitsch ve Voglmayr, 2020). Bu üç tür substrat olarak farklı *Rhamnus* türlerini tercih etmeleri yönünden farklılık göstermekle birlikte; *N. rhamnoides* coğrafi dağılım ve askomata üzerinde göze çarpan tüberküllerin olmaması ve *N. rhamni* türü ise biraz daha küçük askus ve askosporlara sahip olması yönünden *N. rhamnocola* türünden ayırt edilir (Jaklitsch ve Voglmayr, 2020).

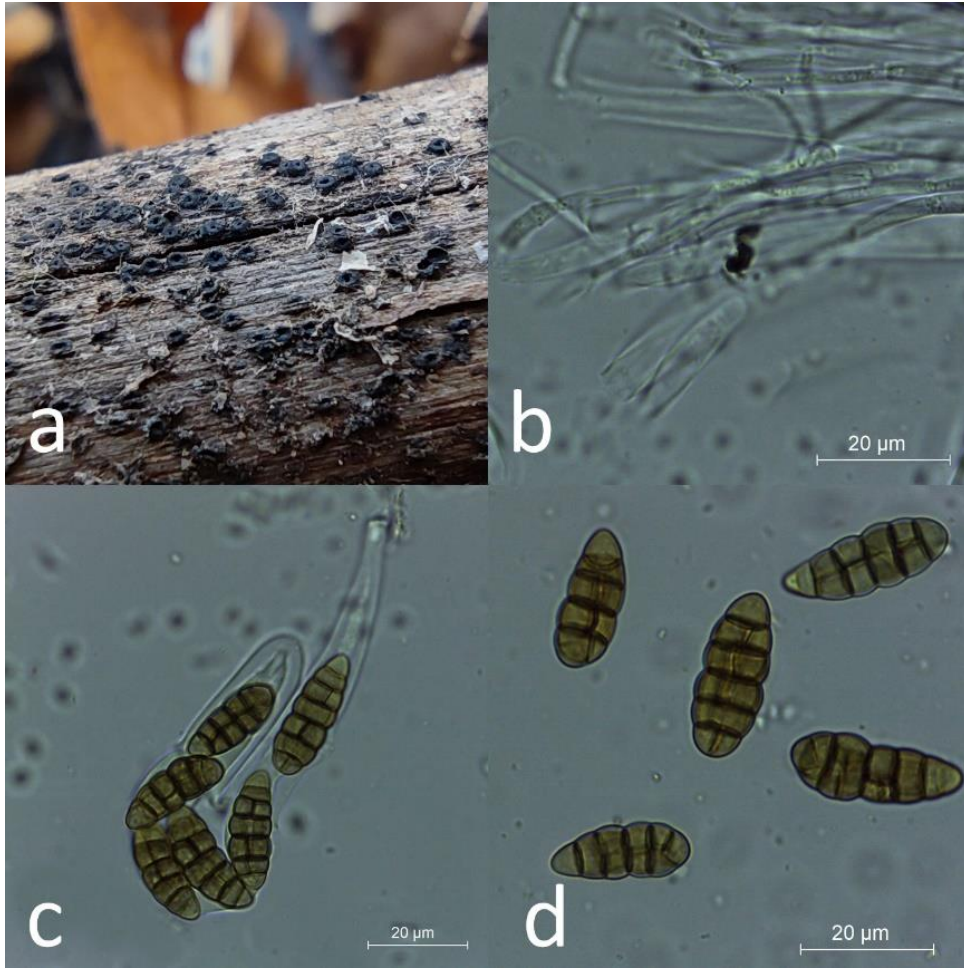
#### Yazar Katkıları

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Sedat KESİCİ, Cemil SADULLAHOĞLU, Mustafa Emre AKÇAY, Yusuf UZUN).



Şekil 1. *Neocucurbitaria rhamnocola*'ya ait a) askokarplar b) hamatesyum c) askus ve d) askosporlar.

## Kaynaklar

- Acar, İ. ve Dizkırıncı, A. (2023). *Agaricus micromegethus*, a new record for Turkish Mycobiota. *Anatolian Journal of Botany*, 7 (2) 128-130. <https://doi.org/10.30616/ajb.1285406>
- Akçay, M. E., Acar, İ. ve Uzun, Y. (2023). Three new records of Helotiales for the mycobiota of Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 7 (2) 117-121. <https://doi.org/10.30616/ajb.1289077>
- Asan, A., Karabıyık, H. ve Giray, G. (2024). Türkiye Mantarları Listesi'ne Eklentiler-2. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 11 (1) 25-43. <https://doi.org/10.35163/bagbahce.1375946>
- Asan, A., Selçuk, F., Giray, G., Aydoğdu, H. vd. (2022). Türkiye Mantarları Listesi'ne İlaveler-1. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 9 (3) 65-89. <https://doi.org/10.35163/bagbahce.1130135>
- Aslan, A. M., Uzun, Y. ve Kaya, A. (2024). *Agaricus brunneofibrillosus*, A New Record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 15 (1) 12-15. <https://doi.org/10.30708/mantar.1394962>
- Çelik, A., Türkel, İ. ve Kaygusuz, O. (2024). First record of the deadly poisonous *Galerina venenata* (Hymenogastraceae, Agaricomycotina) from Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 8 (1) 34-38. <https://doi.org/10.30616/ajb.1396300>
- Doğan, G., Erdoğan, M., Aytaç, Z., Ertuğrul, T. vd. (2024). *Seifertia*, A New Genus Record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 15 (1) 7-11. <https://doi.org/10.30708/mantar.1367177>
- Jaklitsch, W.M. ve Voglmayr, H. (2020). Fenestelloid clades of the *Cucurbitariaceae*. *Persoonia*, 44 1–40.
- Karaduman, Y., Yeşilyurt, F., Uzun, Y. ve Kaya, A. (2024). *Eocronartium muscicola*, A New Bryophilic Fungus Record for Turkish Mycota. *Mantar Dergisi*, 15 (1) 25-28. <https://doi.org/10.30708/mantar.1428336>
- Kesici, S., Sadullahoğlu, C., Uzun, Y., Akçay, M. E. vd. (2023). Türkiye Kortikoid Mantarlarına Hakkâri'den Yeni Bir Kayıt. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (1) 10-14. <https://doi.org/10.57244/dfbd.1216908>
- Liu, J.K., Hyde, K.D., Jeewon, R., Phillips, A.J., Maharachchikumbura, S.S., Ryberg, M., Liu, Z.Y. ve Zhao, Q. (2017). Ranking higher taxa using divergence times: a case study in *Dothideomycetes*. *Fungal Diversity*, 84 75–99.
- Sesli, E. (2023a). *Hebeloma limbatum*: Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Kayıt. *Mantar Dergisi*, 14 (1) 51-54. <https://doi.org/10.30708/mantar.1239194>
- Sesli, E. (2023b). *Pseudoporpoloma pes-caprae* (Tricholomataceae): A new record for the mycota of Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 7 (1) 29-31. <https://doi.org/10.30616/ajb.1244401>
- Sesli, E. (2023c). *Cortinarius bovinus* (Şişörümcekmantarı): Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Kayıt. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26 (6) 1443-1446. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogu.vi.1242499>
- 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., Kırbacı, 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.
- Solak, H.İ. ve Türkoğlu, A. (2022). Macrofungi of Turkey, Checklist Volume III. Kanyılmaz Matbaacılık, Bornova, İzmir, Türkiye.
- Su, W., Xu, R., Bhunjun, C.S., Tian, S., Dai, Y., Li, Y. ve Phukhamsakda, C. (2022). Diversity of Ascomycota in Jilin: Introducing Novel Woody Litter Taxa in *Cucurbitariaceae*. *Journal of Fungi*, 8 (9) 905.
- Şengül, M. Ş., Türkel, İ. ve Işık, H. (2024). Morphology and phylogeny of *Cortinarius strenuipes* (Basidiomycota, Agaricales) reported for the first time from Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 8 (1) 72-76. <https://doi.org/10.30616/ajb.1447005>
- Törün, B., Bıyık, H.H. ve Poyrazoğlu, E. (2022). Morphological and molecular identification of biofilm forming fungi from fish farms and fish benches in Aydın Province. *Iğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 12 (1) 115-124. <https://doi.org/10.21597/jist.916284>
- Uzun, Y. ve Kaya, A. (2023a). *Leucoglossum leucosporum*, A New Record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 14 (2) 92-95. <https://doi.org/10.30708/mantar.1341288>
- Uzun, Y. ve Kaya, A. (2023b). First record of *Arpinia luteola* J. Geesink from Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 7 (2) 131-134. <https://doi.org/10.30616/ajb.1335980>
- Wanasinghe, D.N., Phookamsak, R., Jeewon, R., Li, W.J., Hyde, K.D., Jones, E.B.G., Camporesi, E. ve Promputtha, I. (2017). A family level rDNA based phylogeny of *Cucurbitariaceae* and *Fenestellaceae* with descriptions of new *Fenestella* species and *Neocucurbitaria* gen. nov. *Mycosphere*, 8 397-414.
- Yeşilyurt, F., Karaduman, Y., Uzun, Y. ve Kaya, A. (2024). *Simocybe centunculus*, a new record for the mycobiota of Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 8 (1) 46-49. <https://doi.org/10.30616/ajb.1414991>
- Zhang, G. Q., Dai, D. Q., Wijayawardene, N. N., (2022). Three noteworthy pleosporalean fungi on Southern Magnolia (*Magnolia grandiflora*) and grapevine (*Vitis* sp.) from Qujing, Yunnan, P. R. China, MycoAsia – *Journal of modern mycology*, 10 1-21.



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Koparan Y., Alkan S. ve Harmankaya H. (2024). Mantardan Deri Görünümlü Sürdürülebilir Yenilikçi Yüze Yoluşturma; “*Fomes fomentarius*”, *Mantar Dergisi*, 15(2), 132-146.

Geliş(Received) :14.09.2024

Kabul(Accepted) :03.10.2024

**Araştırma Makalesi**

Doi: 10.30708/mantar.1550291

## Mantardan Deri Görünümlü Sürdürülebilir Yenilikçi Yüze Yoluşturma; “*Fomes fomentarius*”

Yasemin KOPARAN<sup>1\*</sup>, Sinan ALKAN<sup>2</sup>, Hatice HARMANKAYA<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: yaseran@hotmail.com

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Konya /yaseran@hotmail.com 

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Çumra UBYO, OTİ, Konya/ sinanalkan42@gmail.com 

<sup>3</sup> Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Konya/ harmankayahatice@hotmail.com 

**Öz:** Dericilik; ilk insanlık zamanından günümüze kadar hala en gözde sanatlardan biridir. Buna rağmen derinin işleme sırasında hızla gelişen teknoloji ve endüstrileşme ile çevreye verdiği zarar gün geçtikçe artmaktadır. Bununla birlikte ekolojik sorunlar ve insan sağlığını tehdit eden kirlilik ortaya çıkmaktadır. Çevre kirliliğine bağlı sorunların artması nedeniyle son yıllarda çevreye duyarlılık artmış, sürdürülebilir ve biyolojik olarak parçalanabilen malzemeler önem kazanmıştır. 21. yüzyılda sıfır atık bir yaşam felsefesi olarak benimsenmiş, yenilenebilir ve sürdürülebilir yenilikçi malzemelerin önemini arttırmıştır. Mantarlar, biyomateryal olarak en umut verici kaynaklar arasında yer almakta ve son zamanlarda ürün tasarımında kullanılmaktadır. Bu araştırma kapsamında; *Fomes fomentarius* türünden tekstil, hazır giyim ve deri sektörü için sağlıklı, ekonomik, doğada kolay çözünebilen, çevreye duyarlı yenilikçi yüze malzemesi üretilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada deneysel çalışma yöntemi kullanılmıştır. *F. fomentarius* türünün temini için arazi çalışması yapılmış ve toplanan örnekler laboratuvara getirilerek teşhis işlemi gerçekleştirilmiştir. Tür tayini yapılan örnekler için dört ana çerçeveye üzerinde sekiz farklı deney düzeneği hazırlanarak yenilikçi yüze oluşturma yöntemleri denenmiştir. Denemeler sonucunda tekstil, hazır giyim ve deri sektöründe kullanılabilir şekilde yenilikçi yüze elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Fomes fomentarius*, Mantar, Sürdürülebilirlik, Biyomateryal

### Creating A Sustainable Innovative Surface With A Leather Look From Fungi: “*Fomes fomentarius*”

**Abstract:** From the beginning of human history to the present, one of the most widely practiced arts is still leather processing. Despite this, the damage that leather gives to the environment is increasing day by day with the rapidly developing technology and industrialization during processing. Along with this, ecological problems and pollution that threaten human health are emerging. Due to the increase in environmental pollution-related problems, environmental awareness has increased in recent years, sustainable and biodegradable materials have gained importance. In the 21st century, zero waste has been adopted as a life philosophy, increasing the importance of renewable and sustainable innovative materials. Fungi are among the most promising sources as biomaterials and have recently been used in product design. The goal of this research is to create healthy, economical, easily biodegradable, environmentally friendly innovative surface materials from *Fomes fomentarius* for the leather, textile, and ready-to-wear industries. In the investigation, the experimental study approach was applied. To gather *F. fomentarius*, fieldwork was conducted. Samples were brought to the laboratory and the identification process was carried out. Eight distinct experimental settings were established on



four major frames for the examples, whose species was determined, and novel surface generation techniques were tested. As a result of the experiments, an innovative surface was obtained that can be used in the textile, ready-made clothing and leather sectors.

**Keywords:** *Fomes fomentarius*, Fungi, Sustainability, Biomaterial

## Giriş

Doğa ile bir bütün halinde yaşayan insan topluluğunun, doğayı hoyratça kullanması, teknolojik gelişmeler ve sanayileşme sonucunda, çevre kirliliği ve doğal kaynakların azalmasına neden olmaktadır (Şeker, 2023). Çevre kirliliği ve bununla beraber ortaya çıkan doğal kaynakların azalması bir ülkenin büyümesi, kalkınması ve sürdürülebilirlik için hayati önem taşımaktadır. Doğal kaynak bakımından zengin olan bir ülke bütün ekonomi planlarını buna dayalı bir şekilde oluşturmaktadır. Doğal kaynaklar; mamul, yarı mamul, hammadde ve enerji girdisi olarak önemli bir üretim faktörüdür (Ulucak, 2016). Doğal kaynakların tükenmesi, çevresel dengesizlik ve kirlilik gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında artan rekabet gücü, enerji talebinin aşırı artmasına ve karbon kirliliğine yol açmaktadır (Yasmeen vd., 2023). Enerji kaynaklarının en düşük emisyonlarla verimli kullanımı yoluyla sürdürülebilir kalkınma hem sanayileşmiş hem de gelişmekte olan ekonomiler için önemli bir sorun olmaya devam etmektedir (Shah vd., 2024). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin temel ilkelerinden biri, uzun vadeli ekonomik kalkınmayı teşvik ederken enerji yoksulluğunu, kaynak tüketimini ve emisyonları azaltmaktır (Leng vd., 2024). Deri endüstrisi de ekonomik kalkınma için kritik sektörlerden biri olarak bilinmesine rağmen aynı zamanda atık, enerji ve kaynak israfı oluşturduğu için çevreyi kirleten önemli sektörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Sathish vd., 2016). Bu doğrultuda birçok alanda olduğu gibi deri sektöründe de sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmaktadır (Özdemir, 2023). Sürdürülebilirlik kavramı ilk kez 1972 yılında, "Club of Rome" tarafından "Büyümenin Sınırları 2" adlı raporda sunulmuştur (Metlioğlu ve Yakın, 2021). Ancak raporlaştırılarak yayınlanması 1987 yılında "Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma" komisyonunun Brundtland Ortak Geleceğimiz raporunda olmuştur (Durgun ve Sarıbay, 2022; Şahin ve Odabaşı 2018). Sürdürülebilirlikle ilgili birçok tanım vardır. Bunlardan biri Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Tarafından yapılmıştır. Tanıma göre sürdürülebilirlik, "gelecek neslin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini etkilemeden veya tehlikeye atmadan, mevcut neslin ihtiyaçlarını karşılama" olarak tanımlanmakta, sosyal, çevresel, ekonomik ve kaynak sürdürülebilirliğini içermektedir (Mori ve Christodoulou, 2012; Giddings vd., 2002). Sürdürülebilir üretim; insani, finansal ve çevresel kaygılar arasında

dengeyi korumaya çalışan sürdürülebilir kalkınmanın bir parçasıdır (Moktadir vd., 2018).

Son dönemlerde tüketiciler, ürünlerin hammadde ve malzeme içeriklerine, etik değerlere, üretim koşullarına, doğal gerekliliklere önem vermeye başlamışlardır (Jones vd., 2021). Doğayı korumak adına sürdürülebilir, çevreci ve yenilikçi ürünler tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmektedir. Bu açıdan yenilikçi kavramı; yeni bir düşüncenin ortaya konulup, yaşam kalitesini arttıran, faydaya yönelik, pazarlanabilir, tüketici tarafından kabul görüp, üreticiye her zamankinden daha fazla kâr getirebilir olması demektir (Oçakoğlu, 2018). Yenilikçi ve fayda sağlayan ürünlerin çevreye zarar vermemesi, geri dönüşümü mümkün kılması ve doğal kaynaklarının yenilenebilir olması gereklidir. Bu bağlamda da belirtilen nitelikleri sağlayan yeşil ürün kavramı ortaya çıkmaktadır (Yıldız ve Kütahyalı, 2021). Yeşil ürünler; daha az kirlilik yaratan, geri dönüştürülebilir malzemelerden oluşan, atık, ambalaj ve toksik maddelerin imha sürelerini azaltmak için su ve enerji tasarrufu sağlayan, yenilenebilir kaynakların üretimde daha fazla kullanılmasını sağlayarak üretilen ürünler olarak tanımlanabilir (Chen ve Hung, 2016). Yeşil ürün, kullanım süresi tamamlandıktan sonra, ayrışması veya yeniden kullanılabilmesi için geri dönüşüm süreçlerine giren üründür. Bunlar çevreye dost ürünler olup zehir içermezler, kirliliğe neden olmazlar, geri dönüşümlüdürler (Özcan ve Özgül, 2019). Yeşil ürün; sürdürülebilir, çevresel ürün, ekolojik yenilik, inovasyon gibi farklı kelimeler ile ifade edilmektedir (Kuzgun ve Gözükara, 2023). Yeşil ürünün insan ya da hayvan sağlığına tehlikeli olmaması, üretim esnasında çevreye zarar vermemesi ve aşırı miktarda enerji ve diğer kaynakları tüketmemesi, fazla ambalaj ya da kısa yaşam süresi nedeni ile gereksiz atığa neden olmaması ve hayvanlara işkence yapılmaması gibi özellikleri taşıması beklenmektedir (Çabuk vd., 2008). Bu nedenlerle günümüzde ulusal ve uluslararası boyutta özellikle ticari olarak çevreye zarar vermeyen, geri dönüşümü mümkün olan, doğal kaynakları tüketmeyen, fayda sağlayan ve hayvansal malzeme içermeyen, bitkisel kaynaklı, bakteriyel esaslı ve mantar kaynaklı yenilikçi yüzeyler üretilmeye başlanmıştır.

Bu araştırmada; doğal kaynakların yenilenebilir olması sebebiyle *Fomes fomentarius* (L.) Fr türünden, tekstil, hazır giyim ve deri sektörü için kullanılabilir deri görünümlü yenilikçi yüzey malzeme oluşturulması

amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda mantar temini için arazi çalışması, mantar teşhisi için laboratuvar çalışması ve mantardan yenilikçi yüzey elde etmek için deneysel çalışmalar yapılmıştır.

### Materyal ve Metot

Çalışmada mantardan yenilikçi yüzey oluşturulmasına yönelik deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Deneysel çalışma, bir değişkenin diğer bir değişken üzerindeki etkisini ölçmek için kullanılan bir araştırma yöntemidir (Kaptan, 1973). Bu çalışmada, deri görünümüne en yakın biyo malzeme olan mantar tercih edilmiştir. Mantarların içinden trama dokusu fazla ve yumuşak dokuya sahip olan *Fomes fomentarius* türü seçilmiştir. Yenilikçi yüzey ortaya çıkarabilmek için laboratuvar ortamında dört ana çerçeve kapsamında sekiz farklı deney düzeneği hazırlanarak farklı teknikler denenmiş ve en etkili yöntem belirlenmiştir.

*F. fomentarius* türü Türkiye’de genellikle kayın ağaçları ve yaprak döken ağaçlar üzerinde yetişen bir mantar türüdür. Ülkemizde kayın ağacı Karadeniz Bölgesi’nde bolca bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmanın evrenini kayın ağacının ve yağmurun bol bulunduğu Karadeniz Bölgesi, örneklemini ise Karabük ilinin Yenice ilçesinde özellikle blok halinde kayın ağaçları bulunan Yenice ormanlarındaki mantarlar oluşturmaktadır. Toplanan mantarlarla yapılan deneysel çalışmalar Selçuk Üniversitesinde bulunan Mantarcılık Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Karadeniz Bölgesi arazi çalışmasını başlatılmak için Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nden arazi izni alınmıştır. Bu izin doğrultusunda Karabük il sınırlarındaki Yenice ilçesi orman arazisine saha çalışması için gidilmiştir. Taze ve genç mantarlar toplayabilmek için bahar ayında arazi çalışması yapılmıştır. Mantarların laboratuvarında teşhisinin yapılabilmesi için hasat öncesi doğal ortamdaki resimleri profesyonel fotoğraf makinasıyla çekilmiştir. Arazinin engebeli olması, dik yamaçlara ve derin vadilere sahip olması örnekler erişim noktasında zorluk oluşturmuştur. Bu yüzden mantarları toplayabilmek için arazi çalışmasında, uygun büyüklükte balta, el testeresi, bıçak ve ip kullanılmıştır. Mantarlar ağaçtan toplandıktan sonra her birine ayrı ayrı bir toplama numarası verilerek arazi defterine not edilmiştir. Çalışma arazisi ve laboratuvar arasındaki mesafenin çok olması nedeni ile toplanan örnekler alüminyum folyolara sarılarak steril polietilen kilitli naylon torbalara konulmuştur. Taşımak için

büyük kasa ve kutulara düzenli, zarar görmeyecek bir şekilde yerleştirilmiştir. Kasa ve kutuların içerisine Thymol konularak örnekler laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerin teşhisi yapılmış ve deri görünümlü yenilikçi yüzey oluşturmak için deneysel çalışmalara başlanmıştır.

Araştırmada kullanılan *F. fomentarius* türünün teşhisi yapılması için taze örneklerden doku ve spor örnekleri alınarak binoküler ve ışık mikroskobu kullanılmıştır. Teşhislerin daha iyi yapılabilmesi için kameralı sisteme sahip Leica EZ4D binoküler ve Leica DM750 ışık mikroskobu kullanılarak doku, hücre, basidium ve spor ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlere göre literatürden örneklerin tür tayini belirlenmiştir (Breitenbach ve Kranzlin, 2000; Bernicchia, 2005). Teşhis işlemleri biten örnekler dört farklı deneysel çalışma kapsamında analiz edilmiştir.

### Bulgular

Araştırmada materyal olarak, trama dokusu fazla olan "*Fomes fomentarius* (L.) Fr." (Kavmantarı) türü kullanılmıştır. Mantarın Latince bilimsel adından sonra parantez içerisindeki Türkçe bilimsel adı 2020 yılında Türkiye’deki mantarlar konusunda uzman mikologlar tarafından hazırlanmış "Türkiye Mantarları Listesi" isimli kitaptan alınmıştır (Sesli vd., 2020). *F. fomentarius* türünün sistematigi aşağıdaki şekildedir (URL-1, 2023);

Regnum	: <i>Fungi</i>
Divisio	: <i>Basidiomycota</i>
Classis	: <i>Agaricomycetes</i>
Ordo	: <i>Polyporales</i>
Familia	: <i>Polyporaceae</i>
Species	: <i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr (Şekil 1)

*F. fomentarius*, çoğunlukla huş ağacının yanı sıra kayın ağacı başta olmak üzere, sert ağaçlarda ve nadiren kozalaklı ağaçlarda, canlı ve ölü yaprak döken (Elma, armut, kayısı, ceviz gibi) ağaçlarda (Şekil 2) saprofit veya zayıf bir parazit olarak yıl boyu gelişen yaygın bir mantardır (Breitenbach ve Kranzlin, 2000; Stancheva vd., 2009). Dünya üzerinde farklı bölgelerde bu mantara kickx, tinder braket, toynak mantarı, tinder polypore, touchwood, punk, amadou gibi farklı isimler verilmektedir (Stancheva vd., 2009). *Fomes fomentarius* ağaçlarda tüm yıl boyunca görülebilir ancak ilkbahar ve sonbaharda spor oluşturarak çoğalırlar. Bu mantarlar yenmezler ve ağacın kanseri olarak bilinirler.





Şekil 1: *Fomes fomentarius* Türünün Genel Görünüşü (URL- 1, 2023).



Şekil 2: a) Söğüt (*Salix sp.*) Ağacı Üzerinde, b) Kavak (*Populus sp.*) Üzerinde, c) Kayın (*Fagus sp.*) Ağacı Üzerinde, d) Meyve Ağacı (*Malus sp.*) Üzerinde *Fomes fomentarius* Basidiokarpı (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2021)

*F. fomentarius*'un morfolojisi bakılacak olursa, çok yıllık, sapsız, toynak şeklinde geniş yapışık, odunsu kıvamda ve hatırı sayılır boyutlara (çapları 30- 40 cm'ye ve ağırlıkları 2 kg'ın üzerine) ulaşabilir yapılarda olduğu görülür (Bernicchia, 2005). Mantarın üst yüzeyi, 1-3 mm kalınlığında, eş merkezli olarak yivli ve zonlu soluk gri ile gri kahverengi veya koyu, enine kesitte parlak, pürüzsüz,

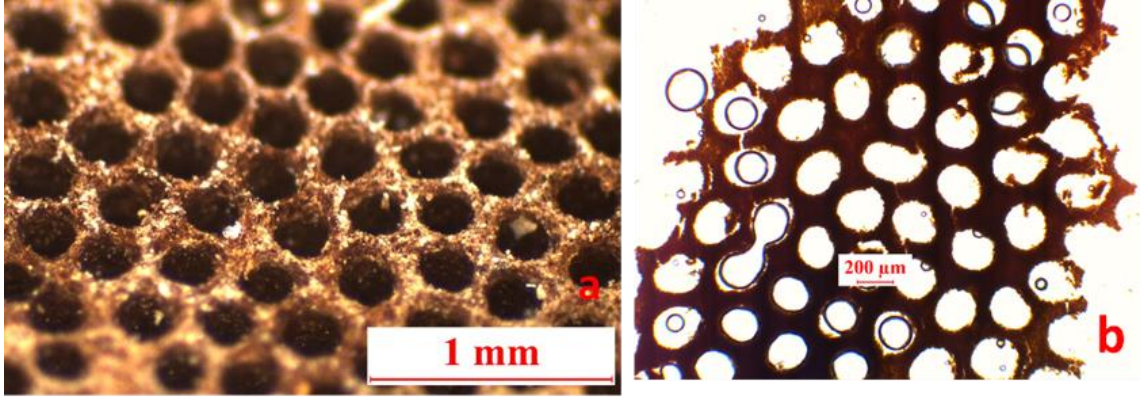
sert bir kabukla kaplıdır (Breitenbach ve Kranzlin, 2000). Mantarın etli kısmı sert, soluk tarçın kahverengi, yaşlandıkça koyulaşır ve liflidir. Mantarın hif sistemi trimitiktir. Yani mantarın yapısında üç farklı hif yapısı bulunur. Bunlar generatif hif, iskelet hifi, bağlayıcı hiflerdir (Şekil 3).



Şekil 3. *Fomes fomentarius* Türünün Leica DM750 Işık Mikroskobu Altında Hif Görüntüsü (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Gözenekler (por) mantarın genç evresinde ilk başta sarımsı, daha sonra açık kahverengimsi-griye dönüşür. Dışarıdan bir darbe aldığına veya dokunulduğunda porlu kısım daha koyulaşır.

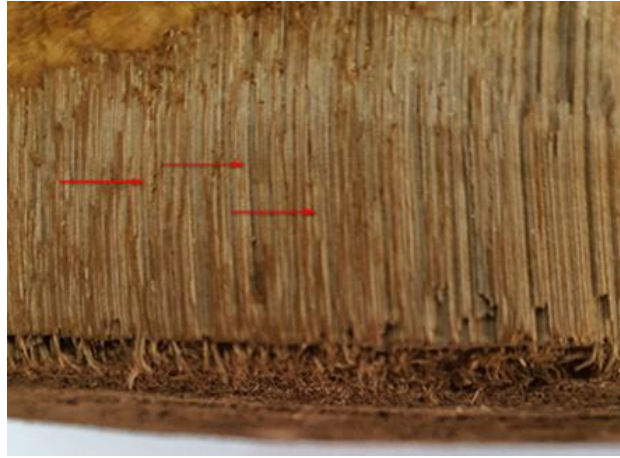
Gözenekler yuvarlak 2-4 mm çapında olup mantarın iç dokusuna doğru tüpler oluşturmaktadır (Şekil 4).



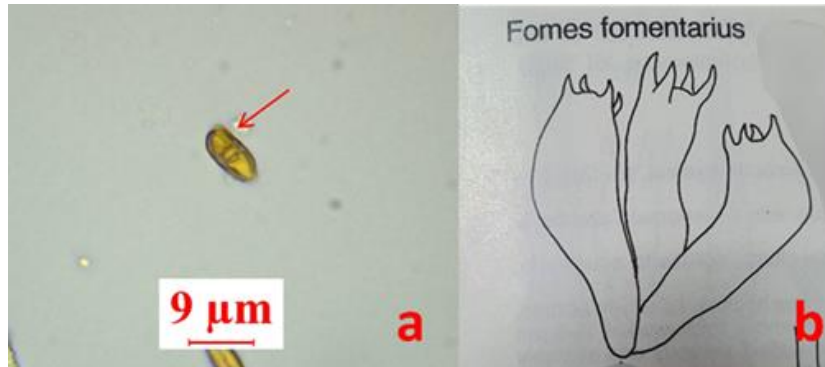
Şekil 4. a) *Fomes fomentarius* Türünün Himenyumunun Leica EZ4D Binoküler Mikroskobu Altında Görüntüsü, b) *Fomes fomentarius* Türünün Himenyumunun Leica DM750 Işık Mikroskobu Altında Görüntüsü (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Tüpler, her biri 2-7 mm derinliğinde, daha koyu kahverengimsi katmanlar halinde ayrılmışlardır (Şekil 5). Sporlar hiyalin (renksiz), pürüzsüz, uzun-elipsoid veya silindirik, amiloid olmayan, 15-20 x 4.5-7 µm (Şekil 6-a).

Basidia 4 sporlu (Şekli 6-b). Cystidia yok (Jordan, 2004, s. 100; Breitenbach ve Kranzlin, 2000, s. 306). Şekillerde kullanılan ölçekler milimetre (mm) ve mikrometre (µm) olarak verilmeye çalışılmıştır.



Şekil 5. *Fomes fomentarius* Türünün Tüp Görüntüsü (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)



Şekil 6. a) *Fomes fomentarius* Türünün Leica DM750 Işık Mikroskobu Altında Spor Görüntüsü, b) *Fomes fomentarius* Türünün Basidium Şekli (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022; Breitenbach ve Kranzlin, 2000)

### DeneySEL Çalışma 1: Mantarın Korteks Tabakasından Ayırma İşlemleri

Mantarın Korteks Tabakasını Kesici Aletler Yardımı ile Soyma İşlemi: Mantar, bahar dönemlerinde doğadan taze olarak toplandığı için toplama işleminden

sonraki günlerde laboratuvarında kesici aletler (özel dizayn edilmiş bıçaklar, küçük balta, testere) yardımı ile soyma işlemine başlanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Mantarların Doğal Ortamdan Toplanması ve Soyma İşlemine Yarayan Kesici Aletler (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Ancak mantar her ne kadar taze olsa da korteks kısmı kalsiyum karbonat birikmesi nedeniyle oldukça sert bir tabakadır. Bu nedenle bir örneğin soyulma işlemi hemen hemen bir günlük sürede gerçekleşmektedir. (Şekil 8-a). Taze örneklerden güçlükle soyularak elde edilen trama dokusu yumuşak fakat esnek değildir (Şekil

8-b). Laboratuvara getirilerek doğal ortamlarından uzaklaştıkları için gün aşırı nem kaybederek mantarların korteks ve trama dokusu daha da sertleşmiştir. Böylece zaten zor soyulan örneklerin soyma işlemi daha da zorlaşmış, hatta gerçekleştirilememiştir (Şekil 8-c).



Şekil 8. a) *Fomes fomentarius*'un Taze Örneklerinde Korteks Soyma İşlemi, b) Doğadan Taze Getirilip Elde Edilen Yumuşak Trama Dokusu c) Laboratuvarında Nem Kaybına Uğrayıp Korteks Tabakası Soyulamayan Örnekler (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Soyulabilen mantar örneklerinde ise bir diğer problem mantarın trama dokusu ile himenyum denilen por tüplerinin birbirinden ayrılmasıdır. Bu işlem için taze soyulabilen örneklerde yine kesici aletler kullanarak mantarın düzgün ve temiz dokuları ayrılmıştır. Ancak

laboratuvarında kuruyan örneklerde tıpkı soyma işleminde olduğu gibi mantarın bu iki yapısını birbirinden ayırmak oldukça zorlaşmıştır. Himenyumdan ayrılan trama dokularının esnetme ve genişletme çalışmalarında olumlu sonuçlar elde edilememiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Elde Edilen Sert Trama Dokusu (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Mantarın Korteks tabakasının Zımparalama ve Atıklarından Arındırma İşlemi: Araziden toplanan örnekler nem kaybetmesi nedeniyle kurumaya başlamıştır. Kuruyan bu örneklerde trama dokusu elde etmek için bıçak ve kesici aletler iş göremez hale gelmiştir. Çünkü

mantarın nem kaybetmesiyle birlikte korteks kısmı da nem kaybederek sertleşmiş ve odunsu bir tabaka haline gelmiştir. Bu nedenle korteks tabakasını trama dokusundan ayırmak için zımpara işlemi yapılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Mantarın Korteks Tabakasının Zımparalama İşlemi (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Zımpara işlemi sırasında mantarın trama dokusuna zarar vermemek için önce yüzeysel korteks tabakası kalın zımpara ile zımparalanmıştır daha sonra tramaya yaklaştıkça zımpara inceltirilmiştir. Böylelikle tramanın kadifemsi dokusu zarar görmeden korteks kısmı çıkarılmaya çalışılmıştır. Ancak mantarın doğal yaşam formunda her bahar döneminde bünyesinde bir büyüme

halkası meydana getirdiği için zımparalama işleminde bu halkanın geçtiği yerler trama dokusu içerisine gömülü halde bulunmaktadır. Bu zımparalama işleminden sonra geriye kalan korteks parçaları ise ahşap işlemeciliğinde kullanılan hassas zımparalama (Dremel 4000) aleti ile temizlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Sene Halkalarının Temizlenmesi İçin Kullanılan Alet (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Böylelikle mantarın korteks kısmı alınmış ancak himenyum kısmı kalmıştır. Himenyum kısmı ile birlikte mantarın substratı olan ağaç parçaları mantarın ağaca tutunduğu yerlerde de bulunmaktadır. Bu tür fazlalıkları ve mantarın gerekli olmayan himenyum kısmını hızlı bir şekilde tramadan ayırabilmek için marangozhanelerde kullanılan hızır yardımı ile bu atık parçalar trama dokusundan temizlenmeye çalışılmıştır (Şekil 12). Sonuç

olarak fazlalıklar alınsa da tam olarak himenyum kısmı tramadan net bir şekilde ayrılmamıştır. Elde edilen trama parçaları esnek ve yumuşak olmamıştır. Himenyumdan bıçaklar yardımı ile ayrılan trama dokusu istenilen yumuşaklıkta ve düzlükte olmadığı hem üst yüzeyleri hem de alt yüzeyleri zımpara yapılmıştır (Şekil 13). Ancak yapılan bu işlemler sonucunda dokuda üretim için istenilen yumuşaklığa ve esnekliğe erişilememiştir.



Şekil 12. Hızır Yardımı ile Mantarın Atık Kısımlarının Temizlenmesi (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)



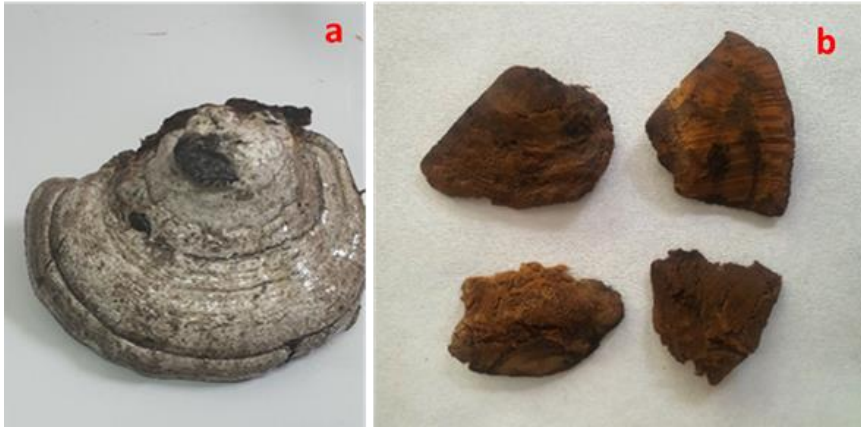
Şekil 13. Zımpara ile Çıkarılan Trama Doku Örnekleri (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

### Deneysel Çalışma 2: Mantarın Trama Dokusu ile Himenyum Kısımının Birbirinden Ayırma İşlemi

Trama dokusunu himenyumdan ayırma işleminde korteksi soyulmuş ve soyulmamış mantar örnekleri ile çalışma yapılmıştır. "Mantara nem kazandırılınca korteks kısmı daha kolay soyulabilir mi?" sorusunun cevabı aranmıştır. Ama buradaki asıl amaç himenyum kısmının trama dokusundan ayırma işlemidir.

Suda Yumuşatma ile Yapılan Trama-Himenyum Ayırma İşlemi: Doğadan toplanıp getirilen mantarlar belli bir süre sonunda nemini kaybettiği için korteks, himenyum ve trama dokuları ayrılması zor bir işlemdir. Bu nedenle nemini kaybetmiş kuruyan mantarlar, büyük bir kova

içerisine doldurulan saf suya daldırılmış ve 48 saat beklemeye bırakılmıştır (Şekil 14-a). Mantar hücresel özelliği bakımından suyu dokularına çekerek yumuşamıştır. Ancak soyma ve himenyumun ayrılma işlemleri beklenildiği kadar rahat bir şekilde yapılamamıştır. Mantarın doğal özelliğinden dolayı hücrelerinde bulunan nem ile sonradan su içerisine bırakıp oluşturulmaya çalışılan nem karşılaştığında, mantarın dokusal özelliğine zarar verdiği gözlenmiştir (Şekil 14-b). Bu şekilde elde edilen dokular düşük kalitede olup tekstil kullanımına elverişsizdir. Bu deneme ile mantarın dokusunun sudan uzak tutulması gerektiği anlaşılmıştır.



Şekil 14. a) Suda Bekletilmiş Mantar Örneği, b) Suda Bekletildikten Sonra Soyularak Elde Edilmiş Mantar Dokusu (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Su Buharı ile Yapılan Trama-Himenyum Ayırma İşlemi: Direk suyla temas eden mantarın dokusunun bozulması sebebiyle doğal nem ortamı oluşturmak için sıcak su buharı (benmari) ile mantar hücrelerinin nem oranı artırılmıştır. 6-12-24-48 saatlik denemeler ile mantar dokularının neminin istenilen seviyelere ulaşip ulaşılmadığı tespit edilmiştir (Şekil 15-a). İstenilen doku yumuşaması sağlanınca mantarlar benmariden

çıkarılarak dış korteks tabakası soyulmuş ancak himenyumdan ayrılması yine zor olmuştur. Elde edilen dokular yumuşak ve koyu renklidir. Fakat istenilen esneklikte olmamıştır. Doku esnetmesi sırasında ise çoğu örnek elde parçalanmıştır. Bu nedenle su buharı ile yapılan denemeler süsleme için kullanılabilir yapıda iken, üretim açısından ürün elde edilmesine elverişsiz olmuştur (Şekil 15-b).



Şekil 15. a) Benmaride Su Buharı ile Mantarların Nem Oranının Artırılması, b) Benmari Deneyi ile Elde Edilen Doku Örnekleri (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

### Deneysel Çalışma 3: Mantarın Trama Dokusunu Yumuşatma İşlemleri

Saf Su ile Manyetik Karıştırıcıda Doku Yumuşatma: Buharla yumuşatılıp elde edilen trama dokusu esnek olmadığı için doku yumuşatması işlemleri yapılmıştır.

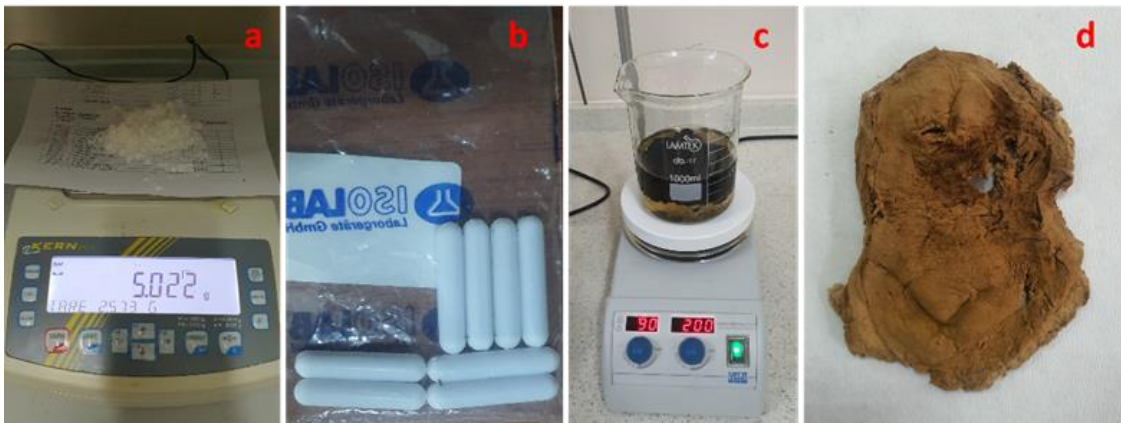
Bunu yapabilmek için mantar dokusu önce yumuşak, ahşap ve plastik tokmaklarla (Şekil 16) yavaş yavaş vurularak dokunun yumuşaması istenmiştir. Ancak yüzeyde yeteri kadar yumuşama ve esneme elde edilememiştir.



Şekil 16. Doku Yumuşatmasında Kullanılan Ahşap ve Plastik Tokmaklar (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

400 ml saf su (organik ve inorganik maddelerden arındırılmış, damıtılmış su) ve sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) hassas terazide (Şekil 17-a) tartılarak 15 gr. konulmuş ve beher içerisine manyetik bir balık (Şekil 17-b) da ilave edilerek kendinden ısıtmalı manyetik karıştırıcıda 200 rpm'de, 90 °C sıcaklıkta 2 saat karıştırılmıştır. Sonuç olarak ilk denemede yüzey belli bir yumuşaklığa kavuşmasına rağmen tekstil alanında kullanılabilmesi için istenilen yumuşaklığa erişebilmek amacıyla manyetik karıştırıcıda soda ile kaynatmaya devam edilmiştir. Aynı örnek ikinci kez aynı ölçülerde saf

su, sodyum karbonat konularak tekrar 2 saat, 90 °C ısıda ve 200 rpm devirde manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır (Şekil 17-c). Bu işlemlerin sonucunda yumuşaklığın ilk denemede olduğu ile aynı olduğu yani değişmediği tespit edilmiştir. Ancak ikinci deneme sonucunda trama dokusunun alt ve üst yüzeylerinde büyük oranda deformasyonların meydana geldiği ve dokunun kullanılamaz hale dönüştüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca doku esnetilmeye çalışıldığında yırtılmalar ve parçalanmalar meydana gelmiştir (Şekil 17-d).



Şekil 17. a) Laboratuvarında Kullanılan Hassas Terazi, b) Manyetik Karıştırıcıda Sıvıların Homojen Şekilde Karışmasını Sağlayan Manyetik Balık, c) Manyetik Karıştırıcıda Hazırlanan Deney Düzeyi, d) Yapılan Uygulama Sonucunda Elde Edilen Doku Örneği (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Sert Dokuların Saf Suda Yumuşatma İşlemi: Doğadan taze olarak getirilip soyulduktan sonra elde edilen trama dokusunun yumuşak ancak esnek olmaması

nedeniyle bu dokuların bir kısmı da saf su ile kaynatılarak yumuşatılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, 1 litre saf su ile birlikte trama dokusu bir kap içerisine konulmuştur. 2 saat

boyunca saf su içerisinde kaynayan doku ahşap maşalar yardımı ile kap içerisinden çıkartılmıştır. Laboratuvarda soğuma esnasında doku kontrol edilerek yumuşayıp yumuşamadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Ancak sonuç olarak mantar dokusuna direkt olarak suyun teması

mantar dokusunu hem sertleştirmiş hem de koyu bir renk almasına sebep olmuştur (Şekil 18). Elde edilen bu doku tekstil ürünü olarak kullanılamayacak şekilde doku bozulmasına maruz kalmıştır.



Şekil 18. Saf Suda Doku Yumuşatması (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Yumuşatması İçin Sodyum Karbonatla Kaynatma İşlemi: Sert olarak elde edilen trama dokusunun yumuşatılabilmesi için 2 litre saf suya 50 gr. sodyum karbonat ve mantar dokuları bir kap içerisine yerleştirilerek ateş üzerinde kaynatılmaya bırakılmıştır. Kontrollü bir şekilde 2 saat boyunca kaynaması sağlanmıştır. Kaynama işlemi bittikten sonra kap içerisinde sodyum karbonatlı suyun köpürdüğü, suyun neredeyse tamamını mantar dokusunun çektiği ve doku

üzerinde beyaz bir tabaka oluştuğu gözlemlenmiştir. Ahşap maşalar ile kap içerisinden çıkarılan mantar dokusu laboratuvarda kurutma kâğıdı üzerine çıkarılıp soğuma esnasında kontrol edilmiştir. Sonuçta mantar dokusunun çok sertleştiği ve hiç esneme olmadığı görülmüştür. Ayrıca mantar dokusunun tamamen bozulduğu, yıprandığı ve parçalandığı da tespit edilmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Sodyum Karbonatla Birlikte Doku Kaynatma İşlemi (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

#### **DeneySEL Çalışma 4: Fermantasyon Yöntemi ile Elde Edilen Trama Dokusu**

Mantarın korteks tabakasından ayırma işlemleri, mantarın trama dokusu ile himenyum kısmının birbirinden ayırma işlemi ve mantarın trama dokusunu yumuşatma işlemi ile ilgili yapılan tüm bu deneysel çalışmaların sonuçlarından elde edilen bilgiler doğrultusunda, yumuşak bir trama dokusunun nasıl elde edileceği

hakkında yol haritası belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda tekrar arazi çalışması yapılmıştır. Daha önce yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen bilgiler doğrultusunda mantarda trama dokusunu çıkarmak ve yumuşatmak için taze ve nemli mantarların kullanımının ne kadar önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu



nedenle araziden daha genç yaştaki mantar örnekleri toplanmıştır. Mantarların ağaçla bağlantısı kesildiği andan itibaren nemini koruyabilmesi için her biri steril polietilen kilitli naylon torbalara içine konularak kapalı bir kutu içinde muhafaza edilmiştir. Bu işlem de mantarın fermante olmasına yol açmıştır. Fermante olan mantar

daha yumuşak ve taze kalmayı başarmıştır. Bu nedenle mantarın korteks tabakasının ayrılması, trama dokusu ile himenyum kısmının birbirinden ayrılması ve trama dokusunu yumuşatarak esnetme işlemleri yapılabilmektedir (Şekil 20).



Şekil 20. Fermante Yöntemi ile Mantarın Trama Dokusunun Çıkarılması (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Özel yaptırılan bıçaklar ile mantar soyma ve esnetme işlemleri gerçekleştirilmiş ve deri görünümlü yenilikçi yüzeyler oluşturulmuştur (Şekil 21). Parçaların

büyüklüğü mantarın büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir.



Şekil 21. Çanta Üretimi İçin Kullanılan Yenilikçi Yüzey Parçaları (Yasemin Koparan Kişisel Fotoğraf Arşivi, 2022)

Beş adet mantardan çıkartılan farklı boyutlardaki yenilikçi yüzeyler Şekil 21'de yer almaktadır. Mantardan elde edilen yüzeylerin, her bölgesi eşit kalınlıkta değildir. Doğal olarak elde edilen yüzeyler homojen bir yapıda olmadığı için pres makinasında 150 derece sıcaklıkta presten geçirilmiştir. Bu bağlamda pürüzsüz, nispeten eşit kalınlıkta yüzeyler elde edilmiştir. Oluşturulan yüzey, süet deri görünümüne sahip olup, yumuşak ve ürün tasarımına uygun estetik görünümlü doğal bir malzemedir. Üretim açısından kimyasallardan uzak, tamamen katkısız bir şekilde geliştirilen yöntem ile elde edildiğinden nispeten

sağlamlığı az olmakla birlikte, astar veya tela gibi yardımcı destek malzemeleri ile cüzdan, çanta, ayakkabı altlığı gibi ürünlerin üretimine uygundur.

### Sonuç

Mantardan yenilikçi yüzey elde etmek için çalışma kapsamında dört adet deney düzeneği hazırlanmıştır. Deney düzeneklerinden ilki mantarın korteks tabakasını bıçak ve zımpara ile soyma işlemleridir. Bu deneysel süreçten elde edilen bulgular sonucunda, mantarın yapısında kitin bulunduğundan korteks tabakasının çok

sert olduğu ve zor soyulduğu görülmüştür. Soyma işlemi bıçakla gerçekleştirildiğinde çok fazla güce ve süreye ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Mantarın bir tanesini soyma işlemi bitene kadar diğer toplanan mantarların nemini kaybettiği gözlemlenmiştir. Nemini kaybeden mantarın artık soyma işleminin gerçekleşemediği görülmüş ve bu durum mantarın nemini koruması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Zımpara ile soyma işleminde ise sonucun başarılı olduğu görülmüştür. Ancak trama dokusunu elde etmek için, mantarın sadece korteks tabakasının soyulması yeterli olmadığı için himenyum kısmından da ayrılması gerektiği tespit edilmiştir. Trama dokusunu, himenyum kısmından ayırmak için zımpara yapılmaya çalışılmış fakat himenyum dokusunun korteks tabakasından farklı olmasından kaynaklı zımparalama işleminin yapılamadığı ortaya çıkmıştır.

İkinci deney düzeneğinde, mantarın trama dokusunu himenyum kısmından ayırma işlemleri yer almaktadır. Bu işlem için mantara su empoze edilerek ve benmari yöntemi ile nem kazandırılmaya çalışılmıştır. Deneme ile elde edilen bulgular sonucunda, mantara su empoze edilince himenyum kısmındaki tüplerin hacim kazandığı ve trama dokusunu ayırma işleminin zorlaştırdığı görülmüştür. Empoze edilen suyun mantarın dokusal özelliğine zarar verdiği, mantarın çürümmesine yol açtığı ve elde edilen dokuların düşük kalitede olup tekstil kullanımına elverişsiz olduğu tespit edilmiştir. Benmari (su buharı) yöntemi ile nem kazandırılması sonucunda, genel anlamda mantarın yumuşadığı ancak himenyum kısmının ayrılmasının kolay olmadığı belirlenmiştir. Dokunun su empoze edilen dokuya göre daha kaliteli olduğu görülmesine rağmen esneklik kazandırılmamıştır. Esnetme işlemi esnasında parçalanma gerçekleştiği görülmüştür. Elde edilen parçaların tekstil ürünü için uygun olmadığı ancak küçük aksesuar (çiçek, arma, anahtarlık, takı vs. gibi) yapımında kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Ayrıca suda bekletilerek ve benmari yöntemi ile nem kazandırılan mantarın korteks tabakasının soyulmasının kuru olarak soyulmaya oranla oldukça kolay olduğu fakat yine de sonradan nem kazandırmanın yüzey yapısı açısından doğru olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Üçüncü deney düzeneğinde ise ilk iki deney düzeneğinde elde edilen trama dokusunu saf su, sodyum karbonat karışımı ile manyetik karışım ve suda kaynatma işlemleri ile yumuşatma, esnetme çalışması yapılmıştır. Bu işlemler ile elde edilen bulgular sonucunda, trama dokusuna esneklik ve yumuşaklık kazandırmak için kimyasal (sodyum karbonat) konulmasının yanlış olduğu gözlemlenmiştir. Manyetik karıştırıcıda ya da kaynatma işleminde kimyasal farklı bir tepkime yaratarak dokunun sertleşmesine ve bozulmasına yol açmıştır. Dokunun kullanılamaz hale dönüştüğü görülmüştür. Trama

dokusunun sadece saf suda kaynatma sonucunda çürüdüğü ve renginin koyulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca doku esnetilmeye çalışıldığında yırtılmalar ve parçalanmalar meydana gelmiştir.

Dördüncü deney düzeneğinde ise mantarı fermente ederek trama dokusunu elde etme çalışması yapılmıştır. Bu işlem ile elde edilen bulgular sonucunda, mantarın kendi neminin önemli olduğu ve ağaç ile bağlantısı kesildiği andan itibaren nemini koruması gerektiği ortaya çıkmıştır. Mantarın toplandığı andan soyulma anına kadar kendi nemini koruyabilmesi için poşet içine muhafaza edilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Bu işlem ile mantarın fermente olduğu ve bu sayede soyulmasının ve esneme işlemlerinin kolaylaştığı görülmüştür.

Mantarlardan tekstil alanında kullanılmak için yenilikçi yüzey oluşturmaya yönelik araştırmaların sayısı literatürde oldukça azdır. Karşılaştırma yapmak, var olanın üzerine koymak, elde edilen bulguları karşılaştırmak adına bu alanda daha fazla yeni deneysel araştırmaların yapılması önerilmektedir. Doğaya ve çevreye verilen zararı en aza indirmek için yenilikçi çevre dostu malzemelerin tasarım alanlarında keşfedilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Dünyada çok çeşitli mantar türleri bulunmaktadır. Bu nedenle özellikle kullanımı yaygın olmayan mantar türleri, sürdürülebilir bir ürün ve üretim platformu haline getirilmelidir. Araştırma kapsamında kullanılan *Fomes fomentarius* gibi ağaçlarda parazit olarak bulunan, yenmeyen, ağaca zarar veren ve katma değere bir faydası olmayan mantarlar araştırmalarda daha çok kullanılmalıdır. Bu sayede *F. fomentarius* türü mantarlardan elde edilen ürünler katma değer oluşturarak hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir. *F. fomentarius* ve diğer mantar türleri ömrünü tükettiği zaman doğasında bulunan biyobozunurluluk potansiyeli sayesinde doğada çözünmekte ve yenilenebilir kaynaklar içinde yer almaktadır. Bu nedenle hammadde kaynağı olarak gelecek için umut vaat etmektedir.

Dünya'da yenilikçi yüzey çalışmaları ticari amaç ile şirketler tarafından üretilmekte ve ürüne dönüştürülmektedir. Ar-Ge çalışmaları ticari alanlarda yer almaktadır. Bu konuda Ar-Ge ve Ür-Ge ye dönük bilimsel araştırma yok denecek kadar az olup geliştirilmesi gerekmektedir.

*Fomes fomentarius* türünü elde etmek için bölgede bol yağış olması ve türün konakçı olarak üzerinde yetiştiği ağaçların bulunması gerekmektedir. Bu koşullar, her daim mantara ulaşmayı ve mantarın nitelikli olmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle kültür ortamı oluşturularak, mantarların kontrollü bir şekilde tesislerde yetiştirilmesi önerilmektedir. Araştırmada *F. fomentarius* türünden elde edilen yenilikçi yüzeyin mukavemeti düşüktür. Bu nedenle

polisakkarit (kitosan vb.), gliserol, selüloz asetat gibi toksit olmayan biyoyumlu kimyasallar kullanılarak elde edilen yüzeyin mukavemeti güçlendirilerek ticari boyut kazandırılabilir.

**Yazar Katkıları**

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

**Çıkar Çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Beyanı:**

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Yasemin KOPARAN, Sinan ALKAN, Hatice HARMANKAYA).

**Teşekkür:**

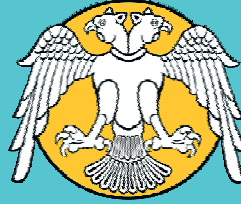
Bu çalışma yazarlardan Yasemin Koparan'ın doktora tez araştırması olup Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü tarafından 21113001 proje numarası ile desteklenmiştir.

## Kaynakça

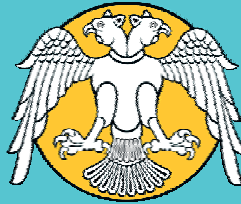
- Bernicchia A., (2005). *Fungi Europaei Vol: 10 Polyporaceae*. Via Ottone Primo 90. Italia.
- Breitenbach, J. ve Kranzlin, F. (2000). *Fungi of Switzerland, Vol:2*. Verlag Mykologia CH-6000 Lucerne 9. Switzerland.
- Chen, S. C., ve Hung, C. W. (2016). Elucidating The Factors Influencing The Acceptance of Green Products: An Extension of Theory of Planned Behavior. *Technological Forecasting And Social Change*, 112, 155-163.
- Çabuk, S., Nakiboğlu, B. ve Keleş, C. (2008). Tüketicilerin Yeşil (Ürün) Satın Alma Davranışlarının Sosyo-Demografik Değişkenler Açısından İncelemesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17 (1). 85- 102.
- Durgun, G. ve Sarıbay, B. (2022). Sürdürülebilir Bir Dünya İçin Ürün Pazarlama Stratejileri: Moda Sektöründen Örnekler, *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 9(81), 397-406.
- Giddings, B., Hopwood, B., ve O'brien, G. (2002). Environment, Economy and Society: Fitting Them Together into Sustainable Development. *Sustainable Development*, 10(4), 187-196.
- Jones, M., Gandia, A., John, S., ve Bismarck A. (2021). Leather-Like Material Biofabrication Using Fungi, *Nature Sustainability*, 4, 9–16
- Kaptan, S. (1973). *Bilimsel Araştırma Teknikleri*, Rehber Yayınevi, Ankara.
- Kuzgun, Ş., ve Gözükara, E. (2023). Örgütsel Dayanıklılık Kapasitesi, Yeşil Yenilik, Algılanan Yeşil Örgütsel Davranış ve Sürdürülebilirlik Performansı Arasındaki İlişkiler: İso 500 Uygulaması. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 21(49), 399-432.
- Leng, C., Wei, S. Y., Al-Abyadh, M. H. A., Halteh, K., Bauetdinov, M., Le, L. T., ve Alzoubi, H. M. (2024). An Empirical Assessment of the Effect of Natural Resources and Financial Technologies on Sustainable Development in Resource Abundant Developing Countries: Evidence Using MMQR Estimation. *Resources Policy*, 89.
- Metlioğlu, H. H., ve Yakın, V. (2021). Tekstilde Sürdürülebilirlik: Hızlı Moda Markalarının Sürdürülebilirlik Stratejileri, *OPUS International Journal of Society Researches*, 18 (Yönetim ve Organizasyon Özel Sayısı), 1883-1908.
- Moktadir, M. A., Rahman, T., Rahman, M. H., Ali, S. M., ve Paul, S. K. (2018). Drivers To Sustainable Manufacturing Practices And Circular Economy: A Perspective of Leather Industries in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1366-1380.
- Mori, K. ve Christodoulou, A. (2012). Review of Sustainability Indices and Indicators: Towards a New City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*, 32 (1), 94-106.
- Ocakoğlu, N. (2019). Giysi Tasarımına Yenilikçi Yaklaşımlar. *The Journal Of Academic Social Science*, 83(83), 539-551.
- Özcan, H., ve Özgül, B. (2019). Yeşil Pazarlama ve Tüketicilerin Yeşil Ürün Tercihlerini Etkileyen Faktörler. *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (1), 1-18.
- Özdemir, M. (2023). El Sanatlarında Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Örnekleri. *The Journal Of Academic Social Science Studies*, (141), 17-33.
- Sathish, M. vd. (2016). Alternative Carrier Medium for Sustainable Leather Manufacturing—a Review and Perspective. *Journal of Cleaner Production*, 112, 49-58.
- 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., 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., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkecul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., ve Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını.
- Shah, W., Zhu, N., Hao, G., Yan, H. ve Yasmeen, R. (2024). Energy Efficiency Evaluation, Technology Gap Ratio, and Determinants of Energy Productivity Change in Developed and Developing G20 Economies: DEA Super-SBM and MLI Approaches. *Gondwana Research*, 125, 70-81.
- Stancheva, Y., Bencheva, S., Pavlidis, T., ve Illieva, M. (2009). *Atlas of Wood Decaying Fungi*. Pensoft Publisher. Sofya-Bulgaria.
- Şahin, Y., ve Odabaşı, S. (2018). Sürdürülebilir Kalkınmada Moda Tasarımcısının Rolü 'ne Yönelik Alanyazın İncelemesi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 14(2), 413-425.
- Şeker, A. (2023). Türk Kültüründe Ekoleştiril Bakışın Temel Kaynakları ve Yaşar Kemal, *STAD Sanal Türkoloji Araştırmaları Dergisi – Cilt 8, Sayı 2, s.51-54*.
- Ulucak, R. (2016). Doğal Kaynak Laneti: Avrasya Bölgesi İçin Bir Uygulama, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(4) s.85-94.
- URL-1: [www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=194860](http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=194860) (Erişim: 28.09.2023).
- URL-2: <https://paulkirtley.co.uk/2011/easy-way-to-use-fomes-fomentarius-as-tinder/> (Erişim: 28.09.2023).
- Yasmeen, R., Zhang, X., Sharif, A., Shah, W. U. H., ve Dincă, M. S. (2023). The Role of Wind Energy Towards Sustainable Development in Top-16 Wind Energy Consumer Countries: Evidence from STIRPAT Model. *Gondwana Research*, 121, 56-71.
- Yıldız, B., ve Kütahyalı, D. N. (2021). Yeşil Ürün Tutumunun Yeşil Satın Alma Niyeti, Geri Dönüşüm ve Yalın Tüketim Üzerindeki Etkisi. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 365-398.



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ  
YAYINLARI



SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

**ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES**

Evaluation of Antibiofilm, Antimicrobial, Cytotoxic and Antioxidant Effects of Some Wild Mushroom Species.....	60
Bazı Doğal Mantar Türlerinin Antibiyofilm, Antimikrobiyal, Sitotoksik ve Antioksidan Etkilerinin Değerlendirilmesi Hakan IŞIK, Ceylan HEPOKUR, Uğur TUTAR, Emine DİNÇER	
Two New Records from Türkiye with Morphological and Molecular Evaluations: <i>Gymnopus aquosus</i> and <i>Inocybe subporospora</i> .....	70
Morfolojik ve Moleküler Değerlendirmelerle Türkiye'den İki Yeni Kayıt: <i>Gymnopus aquosus</i> ve <i>Inocybe subporospora</i> Hakan ALLI, İsmail ŞEN, Ezgin TIRPAN, Bekir ÇÖL	
<i>Ramaria aurea</i> Ekstraktlarının Anti-MRSA ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi.....	79
Determination of Anti-MRSA and Antimicrobial Activity of <i>Ramaria aurea</i> Extracts Erdoğan GÜNEŞ, Sinan ALKAN	
Armutlu (Yalova) Yöresinin Ekonomik Değere Sahip Makromantarları.....	87
Economically Valueable Mushrooms Of Armutlu (Yalova) Selime Semra EROL, Hakan ALLI	
Morphological and Molecular Identification of <i>Sepultariella semi-immersa</i> : New Locality Record for Türkiye.....	94
<i>Sepultariella semiimmersa</i> 'nın Morfolojik ve Moleküler Tanımlaması: Türkiye için Yeni Lokalite Kaydı İsmail ACAR, Halide KARABIYIK, Gülçin ÖZCAN ATEŞ	
Kırklareli İli'nden Toplanan Bazı Yenen Mantarlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	103
Determination of Antimicrobial Activities of Some Edible Mushrooms Collected from Kırklareli Province Ahmet Oğuz ÖNAY, Erdoğan GÜNEŞ	
Determination of Some Fungal Spores in the Atmosphere of Iğdır and Comparison with Meteorological Factors.....	110
Iğdır Atmosferindeki Bazı Mantar Sporlarının Belirlenmesi ve Meteorolojik Faktörlerle Karşılaştırılması Mustafa Kemal ALTUNOĞLU, Baykan ATAŞ	
<i>Mucronella</i> , A New Genus Record from Türkiye.....	124
<i>Mucronella</i> , Türkiye'den Yeni Bir Cins Kaydı Faruk YEŞİLYURT, Yakup KARADUMAN, Yasin UZUN, Abdullah KAYA	
<i>Neocucurbitaria rhamnocola</i> : Türkiye İçin Yeni Bir Makromantar Kaydı.....	128
<i>Neocucurbitaria rhamnocola</i> : A New Macrofungus Record for Türkiye Sedat KESİCİ, Cemil SADULLAHOĞLU, Mustafa Emre AKÇAY, Yusuf UZUN	
Mantardan Deri Görünümlü Sürdürülebilir Yenilikçi Yüzey Oluşturma; "Fomes fomentarius".....	132
Creating A Sustainable Innovative Surface With A Leather Look From Fungi: "Fomes fomentarius" Yasemin KOPARAN, Sinan ALKAN, Hatice HARMANKAYA	