

SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

e-ISSN:2147-6845

E-JOURNAL

April 2024 Volume:15 Issue:1

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

Nisan 2024

Cilt:15

Sayı:1



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

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

**e-ISSN 2147-6845**  
**Nisan 2024 / Cilt:15/ Sayı:1**  
**April 2024 / Volume:15 / Issue:1**



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ  
YAYINLARI  
SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ

**ADINA İMTİYAZ SAHİBİ**  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

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

**Haberleşme/Correspondence**

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

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

Web:<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  
**30/04/2024**



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

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

**e-ISSN 2147-6845**  
**Nisan 2024 / Cilt:15/ Sayı:1**  
**April 2024 / Volume:15 / Issue:1**



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.Cyril 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. Vasyl 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**  
**Nisan 2024 / Cilt:15/ Sayı:1**  
**April 2024 / Volume:15 / Issue:1**



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. Emine ARSLAN
Prof.Dr. Hacı Halil BIYIK
Prof.Dr. Hasan AKGÜL
Prof.Dr. Rasime DEMİREL
Prof.Dr. Yusuf UZUN
Doç.Dr. Hakan ALLI
Doç.Dr. İsmail ACAR
Doç.Dr. Mustafa SEVİNDİK
Doç.Dr. Sinan AKTAŞ
Doç.Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU
Dr.Ö.Üyesi Hatice Banu KESKİNKAYA
Dr.Ö.Üyesi Pembegül UYAR
Dr.Ö.Üyesi Volkan ALTINTAŞ

**İÇİNDEKİLER/ CONTENTS**

**ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES**

- Tricholoma fracticum* Ekstresinin Hep3B Hücreleri Üzerindeki Sitotoksik Etkisi.....1  
Cytotoxic Effect of *Tricholoma fracticum* Extract on Hep3B Cells  
Şule İNCİ, Işık Didem KARAGÖZ, Sevda KIRBAĞ
- 
- Seifertia*, A New Genus Record for Turkish Mycobiota.....7  
*Seifertia*, Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Cins Kaydı  
Gökhan DOĞAN, Makbule ERDOĞDU, Zeki AYTAÇ, Tuğba ERTUĞRUL, Ali İhsan KARAYEL
- 
- Agaricus brunneofibrillosus*, A New Record for Turkish Mycobiota.....12  
*Agaricus brunneofibrillosus*, Türkiye Mikobiyotası İçin Yeni Bir Kayıt  
Ayşe Merve ASLAN, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- 
- Piyasada Satılan Farklı Formlardaki *Ganoderma lucidum*  
Preparatlarında Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması.....16  
Comparison of Antioxidant Capacity in Different Forms of *Ganoderma lucidum* Preparations Sold in the Market  
Ece MİSER SALİHOĞLU, Selin AKKIRAN
- 
- Eocronartium muscicola*, A New Bryophilic Fungus Record for Turkish Mycota.....25  
*Eocronartium muscicola*, Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Yosunsever Mantar Kaydı  
Yakup KARADUMAN, Faruk YEŞİLYURT, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- 
- Agaricus bisporus*'ta Görüntü Tabanlı Hastalık Sınıflandırması için Kapsamlı Veri Seti.....29  
Comprehensive Dataset for Image-Based Disease Classification in *Agaricus bisporus*  
Ümit ALBAYRAK, Adem GÖLCÜK, Sinan AKTAŞ

**DERLEME MAKALELERİ / REVIEW ARTICLES**

- Gelecekte Mantarların Kullanım Alanları: Sürdürülebilir Tasarım Ürünleri Olarak Mantarlar.....43  
Future Uses Of Fungi: Fungi As Sustainable Design Products  
Yasemin KOPARAN, Sinan ALKAN
- 
- Kanserle Savaşta Doğal bir Güç: Tıbbi Mantarlardaki Hispolonun Anti-Kanser Etkileri.....50  
A Natural Power to Fight Cancer: Anti-Cancer Effects of Hispolone in Medicinal Mushrooms  
Elif Nisa PAK



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** İnci Ş., Karagöz I.D., & Kırbağ S. (2024). *Tricholoma fracticum* ekstresinin Hep3B hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisi, *Mantar Dergisi*, 15(1), 1-6.


Geliş(Received) : 14.08.2023  
Kabul(Accepted) : 27.11.2023

**Araştırma Makalesi**  
Doi: 10.30708.mantar.1342871


## ***Tricholoma fracticum* Ekstresinin Hep3B Hücreleri Üzerindeki Sitotoksik Etkisi**

Şule İNCİ<sup>1\*</sup>, Işık Didem KARAGÖZ<sup>2</sup>, Sevda KIRBAĞ<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: sule.inci@hotmail.com

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Elazığ, Türkiye /sule.inci@hotmail.com 

<sup>2</sup> Gaziantep Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Gaziantep, Türkiye/  
karagoz@gantep.edu.tr 

<sup>3</sup> Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Elazığ, Türkiye/skirbag@firat.edu.tr 

**Öz:** Kanser, insan sağlığı için en büyük tehditlerden birini oluşturmaktadır. İlaç direncinin kanser tedavisindeki temel sorunlardan biri olduğu düşünüldüğünde, doğal bileşiklerin kanser hücreleri üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar hızla artmaktadır. Yenilebilir mantarlar besin değerleri bakımından zengin olmaları nedeniyle fonksiyonel ve sağlıklı gıda kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda antikanser, anti-inflamatuvar, antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Ülkemizin birçok bölgesi ve Elazığ ilinde doğal olarak yetişen *Tricholoma fracticum* (Britzelm.) Kreisel besin olarak tüketilen yenilebilir bir mantardır. Bu çalışmada *T. fracticum*'un farklı konsantrasyonlardaki (1000µg/mL, 500 µg/mL, 250 µg/mL, 125 µg/mL ve 62.5 µg/mL) metanol ekstresinin 24 ve 48 saatte Hep3B hücrelerine karşı sitotoksik etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sitotoksik etkinin tespit edilmesi için 3-(4,5dimethylthiazol-2-yl)-2,5-difenil tetrazolyum bromür (MTT) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda *T. fracticum*'un metanol ekstresi 1000 µg/mL konsantrasyonda 24. (%1.97±0.65) ve 48. saatte (%0.61±0.27) önemli sitotoksik etki göstermiştir. Mantarın metanol ekstresinin Hep3B hücre hattına karşı 24. saatte IC<sub>50</sub> değerinin ise 166.76±7.65 µg/mL ve 48. saatte 134.38±5.45 µg/mL olarak hesaplanmıştır. *T. fracticum* ekstresinin Hep3B hücre hattına karşı elde edilen sitotoksik sonuçlarının önemli olabileceğini ve *Tricholoma* türleri arasında daha az çalışılan bu türün daha fazla çalışılması gerektiğini ve literatüre kazandırılması gerektiğini düşünmekteyiz.

**Anahtar kelimeler:** *Tricholomataceae*, *Tricholoma fracticum*, Tıbbi Mantar, Hep3B insan hepatomu, Sitotoksik etki, MTT

### **Cytotoxic Effect of *Tricholoma fracticum* Extract on Hep3B Cells**

**Abstract:** Cancer constitutes one of the greatest threats to human health. Considering that drug resistance is one of the main problems in cancer treatment, studies on the effects of natural compounds on cancer cells are increasing rapidly. Edible mushrooms are considered as a functional and healthy food source because they are rich in nutritional values. Studies have shown that they have anticancer, anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial effects. *Tricholoma fracticum* (Britzelm.) Kreisel, which grows naturally in many regions of our country and in the province of Elazığ, is an edible mushroom consumed as food. In this study, it was aimed to determine the cytotoxic effect of methanol extract of *T. fracticum* at different concentrations (1000µg/mL, 500 µg/mL, 250 µg/mL, 125 µg/mL and 62.5 µg/mL) against Hep3B cells at 24 and 48 hours. 3-(4,5dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) method was used to determine the cytotoxic effect. In the results obtained, the methanol extract of *T. fracticum* showed a significant cytotoxic effect at a concentration of 1000 µg/mL at the 24th (1.97±0.65%)

and 48th hour ( $0.61 \pm 0.27\%$ ). The  $IC_{50}$  value of the methanol extract of the fungus against the Hep3B cell line was calculated as  $166.76 \pm 7.65 \mu\text{g/mL}$  at 24 hours and  $134.38 \pm 5.45 \mu\text{g/mL}$  at 48 hours. We think that the cytotoxic results of *T. fracticum* extract against Hep3B cell line may be important and this species, which is less studied among *Tricholoma* species, should be studied more and brought to the literature.

**Keywords:** *Tricholomataceae*, *Tricholoma fracticum*, Medicinal mushroom, Hep3B human hepatoma, Cytotoxic effect, MTT

## Giriş

Kanser çeşitli çevresel faktörler ve genetik etmenler sonucunda hücrelerin kontrolsüz şekilde çoğalması sonucu ortaya çıkan ciddi bir sağlık sorunudur (Yılmaz and Özer, 2022). Sürekli devam eden enfeksiyon veya iltihaplanmaların, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının, radyasyona maruz kalmanın ve toksin alımının bu hastalığın gelişimine ve ilerlemesine katkıda bulunduğu bilinmektedir (Maiuolo ve ark., 2021). Karaciğer kanseri son yıllarda kansere bağlı ölümler arasında üçüncü sırada yer almaktadır (Liu ve ark., 2023). Karaciğer kanseri veya hepatoselüler karsinom, agresif bir tümördür ve damarlanma bakımından zengin bir ağa sahip olması, agresif büyüme potansiyeli, metastaz sıklığının fazla olmasından dolayı hastalardaki sağ kalım oranları oldukça düşüktür (Çınar ve ark., 2020). Karaciğer kanserine neden olan risk faktörleri içerisinde hepatit B virüsü, hepatit C virüsü, yağlı karaciğer hastalığı, alkole bağlı siroz, sigara, obezite, diyabet, aşırı demir yüklenmesi ve çeşitli diyet uygulamaları yer almaktadır (Center and Jemal, 2011; Anwanwan ve ark., 2020). Hastalığın tedavisinde cerrahi yöntemler ve kemoterapötik ilaçlar kullanılmaktadır ancak bu tedavilerde hastalığın yeniden nüks etmesi, ilaç direnci, hepatotoksisite ve diğer yan etkileri göz önüne alındığında alternatif tedavi yöntemleri geliştirmek oldukça önemlidir (Zhou ve ark., 2016).

Diyetle alınan bazı doğal besinlerin ve bunların biyoaktif bileşenlerinin kanser hücrelerini inhibe ettiği, metastazını önlediği, apoptozu ve hücre döngüleri üzerinde etkili olduğu ve tümör hücrelerini radyoterapi ve kemoterapiye duyarlı hale getirdiği çeşitli mekanizmalara sahip oldukları bilinmektedir (Li ve ark., 2017). Bu nedenle son yıllarda doğal ürünlerin antikanser aktivitelerine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Mantarlar karbonhidrat, protein, amino asit, şeker, şeker alkoller, vitamin, doymamış yağ asidi ve mineral madde içeriği bakımından zengindir ve aynı zamanda, yağ ve diyet lif oranı açısından düşük olması nedeniyle diyetle aranan besinler arasında yer almaktadırlar (Öztürk ve Atilla, 2021). Mantarlardan elde edilen ekstraktların veya içeriklerinde bulunan bazı bileşenlerin antikanser, antioksidan, antitümör, antiviral, antibakteriyel, antifungal, antiinflamatuvar ve immünomodülatör aktivitelere sahip

olduğu bilinmektedir (Tel ve ark., 2012; Akyüz ve ark., 2023).

Ülkemizde halk tarafından toplanıp tüketilen pek çok yenilebilir mantar türü vardır. Bunlardan *Tricholoma* türleri toplayıcı ve tüketicilerin ilgisini çekmelerinin yanı sıra araştırmacılar biyolojik özellikleri üzerine çalışmalar yapmaktadırlar (Tel ve ark., 2012). Bu türler diterpenoidler triterpenoidler steroidler fenolik monoterpenoidler ve meroterpenoidler ve bazı indol türevleri gibi biyolojik aktivitelere sahip bileşenler içermektedirler (Garlaschelli ve ark., 1994; Ohnuma ve ark., 2000; Tsukamoto ve ark., 2003; Yoshikawa ve ark., 2004; Sakai ve ark., 2005; Zhang ve ark., 2009). Halkalıklarakız mantarı olarak bilinen *Tricholoma fracticum* (Britzelm.) Kreisel *Tricholomataceae* familyasından *Tricholoma* cinsine aittir (Sesli ve ark., 2020). Genellikle çam ormanlarında *Pinus* türleri ile simbiyotik yaşarlar. Ülkemizde Muğla, Denizli, İzmir, Afyon, Antalya, Konya, Samsun, Bursa, Artvin, Çanakkale, Erzurum, Eskişehir, Elazığ bölgelerinde bulunmaktadır (Solak ve ark., 2007). Tür, Elazığ halkı tarafından tüketilmekte ve hatta semt pazarlarında satışa sunulmaktadır. Bu türün toplam fenol ve flavanoid içerikleri, fitokimyasal içerikleri ve uçucu bileşenlere sahip olduğu ve bunun yanı sıra antioksidan, antimikrobiyal, antikanser, immunomodülatör etkilerinin olduğu bilinmektedir (Yamaç ve Bilgili, 2006; Malheiro ve ark., 2013; Erol ve ark., 2018;).

Bu çalışmada *T. fracticum*'un metanol ekstraktlarının Hep3B insan hepatomu hücre hattına karşı farklı konsantrasyonlardaki sitotoksik etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metod

### Örneğin Toplanması, Teşhisi ve Özüt Eldesi

*T. fracticum* örnekleri 2022 yılında Hankendi Elazığ'dan toplanmıştır. Makroskobik ve mikroskobik çalışmalardan sonra Fırat Üniversitesi Prof. Dr. Sevda KIRBAĞ tarafından tanımlaması yapılmıştır (Erol, 2018). Daha sonra örnek kurutulup toz haline getirilerek 30 gr tartılmıştır. Örneklere 160 mL %96 metanol (MetOH) ilave edilerek soxhlet cihazında özütleme işlemi yapılmıştır. Daha sonra rotary evaporator kullanılarak özütlerin içinde kalan alkol 40°C'de uzaklaştırılmıştır.

### Sitotoksik Aktivite

#### Çalışmada Kullanılan Hücrenin Temin Edilmesi

Bu çalışmada karaciğer kanser hücre hattı Hep3B Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Tülay ÇELİK'den temin edilmiştir.

#### Hücre Hattı

-80 °C'de muhafaza edilen hücre çalışma öncesinde çözülürerek besiyeri (%10 FBS, %1 penisilin-streptomisin ve %1 L-glutamin içeren DMEM) içerisine alınarak %5 CO<sub>2</sub> ortamda inkübe edilmiştir.

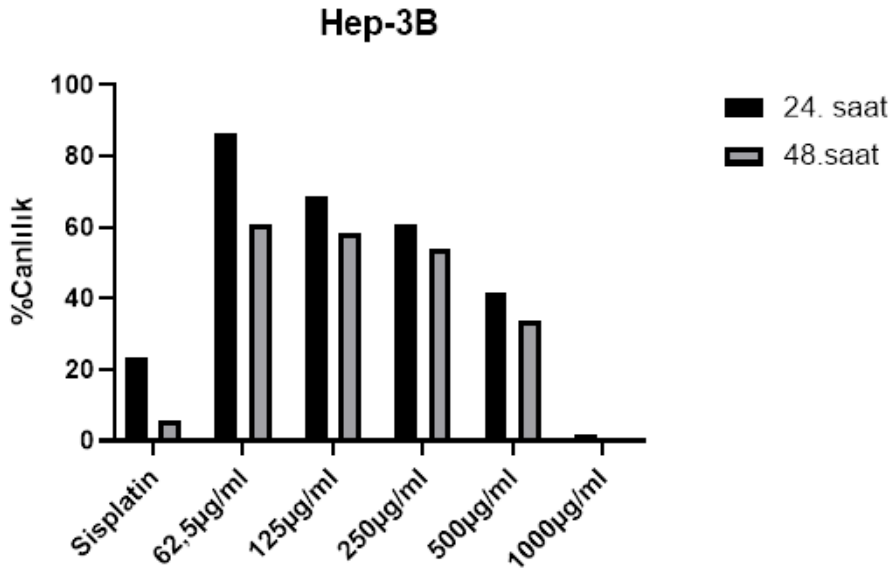
#### MTT Testi

*T. fracticum*'un MetOH ekstraktlarının anti-kanser etkisi MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolyum bromür) assay yöntemi ile tespit edilmiştir. 25 cm<sup>2</sup>lik flasklarda büyütülen Hep3B hücreleri konfluent olduktan sonra ortam, 2 mL steril PBS solüsyonu ile yıkanmıştır. Daha sonra flask içine 1 mL Tripsin-EDTA eklenmiş ve %5 CO<sub>2</sub> inkübatöründe 37°C'de 2 dakika inkübe edilmiştir. Hücreler yüzeyden uzaklaştırıldıktan sonra 5 mL besiyeri ortama eklenerek Tripsin-EDTA inaktive edilmiştir. Hücreler flasktan alınarak 15 mL falkon içinde 800 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Süpernatant atılmış ve pelet yeni bir ortamda çözülmüştür. Daha sonra hücreler sayıldı 96 oyuklu (her kuyucukta 10x10<sup>3</sup> hücre) kültür plaklarına 100µL ilave edilmiştir. %5 CO<sub>2</sub> inkübatöründe 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra farklı

konsantrasyonlardaki (1000µg/mL, 500µg/mL, 250µg/mL, 125µg/mL ve 62,5µg/mL) metanol ekstraktlarından 100 µL eklenerek 37°C'de %5 CO<sub>2</sub>li ortamda 24 ve 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda PBS içinde hazırlanan 20 µL MTT solüsyonu eklenmiş ve 4 saatlik inkübasyonun sonunda hücrelerde oluşan renk şiddeti spektrofotometrede (Thermo Scientific, Amerika) 570 nm dalga boyunda absorbans ölçümleri yapılmıştır. Pozitif kontrol olarak sispilatin (12.0 µg/ml) kullanılmıştır (Mossman, 1983).

#### Bulgular

Elde edilen sonuçlarda *T. fracticum*'un metanol ekstresi 24. saatte 62,5µg/mL konsantrasyonda hücre canlılığı %86.58, 125µg/mL konsantrasyonda hücre canlılığı %68.65, 250µg/mL konsantrasyonda hücre canlılığı %60.98, 500µg/mL konsantrasyonda hücrenin canlılığı %41.57 ve 1000µg/mL konsantrasyonda hücrenin canlılığı %1.97 olarak tespit edilmiştir. *T. fracticum*'un metanol ekstresinin 48. saatte aynı konsantrasyonlarda hücre canlılığı sırasıyla %61.01, %58.31, %54.10, %33.96 ve %0.61 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). *T. fracticum*'un metanol ekstresinin 24. saatte IC<sub>50</sub> değeri 166.76 µg/mL olarak tespit edilirken 48. saatte IC<sub>50</sub> değeri 134.38 µg/mL olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Metanol ekstraktının 48. saatte 24. saate kıyasla daha sitotoksik olduğu bulunmuştur.



Şekil 1. *T. fracticum*'un metanol ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının 24. ve 48. saatte Hep-3B hücrelerine karşı sitotoksik etkisi (%)



Tablo 1. *T. fracticum*'un metanol ekstralarının Hep 3B insan hepatomu hücre hattına karşı 24 ve 48. saatteki IC<sub>50</sub> değerleri (µg/mL)

	IC <sub>50</sub> değeri (µg/mL)
<i>T. fracticum</i> -24.saat	166.76±7.65
<i>T. fracticum</i> -48.saat	134.38±5.45

### Tartışma

Literatür çalışmalarında *Tricholoma* türlerinden triterpenoidler, polisakkaritler özellikle son yıllarda sülfatlanmış polisakkaritler ve bazı bileşenlerin antikanser etkinlikleri araştırılmıştır (Wang ve ark., 1995; Li ve ark., 2016; Shi ve ark., 2021;). *Tricholoma pardinum*'dan izole edilen triterpenoidlerin MCF-7 ve HeLa hücrelerine karşı IC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 4.7 µM ve 9.7 µM olarak bildirilmiştir ve bu ekstraların önemli sitotoksik etki gösterdiği rapor edilmiştir (Shi ve ark., 2021). Farklı bir çalışmada *Tricholoma* sp.'nin misellerinden elde edilen polisakkarit-peptid kompleksi farelerdeki sarcoma 180 tümör büyümesini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Wang ve ark., 1995). *Tricholoma anatolicum*'un etanol özünün ilaca dirençli meme kanseri hücreleri üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Doğan ve ark., 2020). *T. equestre*'den izole edilen flavomannin-6,6'-dimetilelerin Caco-2 hücrelerine karşı 24 ve 48 saatteki IC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 96 ± 3 and 78 ± 7 µg/mL olarak bildirilmiştir (Pachon-Pena ve ark., 2009). *Tricholoma lobayense*'den izole edilen polisakkaritlerin sülfatlanmış formları insan servikal karsinom hücre hattı (IC<sub>50</sub>: 216,7 µg/mL) ve insan meme kanseri hücre hattına karşı (IC<sub>50</sub>: 233,9 µg/mL) önemli sitotoksik etki gösterdiği rapor edilmiştir (Li ve ark., 2016). Sadi ve arkadaşları (2015) yaptıkları bir çalışmada *T. fracticum*'un aseton, kloroform, metanol ve su özlerinin HepG2 hücrelerine karşı IC<sub>50</sub> değerleri 3.85-51.98 mg/mL olarak rapor etmiştir (Sadi ve ark., 2015). Elde edilen sonuçlar literatür çalışmaları ile kıyaslandığında sonuçlar

mantar türüne, mantarın toplandığı yere, içerdiği bileşenlere bağlı olarak değişkenlikler göstermektedir.

*T. fracticum*'un metanol ekstresinin konsantrasyon arttıkça ve zamana bağlı olarak hücre canlılığını azalttığı görülmektedir. Kanser vakalarının son yıllarda daha fazla artış gösterdiği ve kemoterapinin de yan etkileri göz önüne alındığında doğal besinlere olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle *T. fracticum* türünün içeriklerinin ve bunların ekstralarının daha fazla çalışılması ve literatüre kazandırılması gerekmektedir.

### Yazar Katkıları/ Author contributions

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

### Çıkar Çatışması/ Conflicts of interest

Yazarlar çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Etik Beyanı/Ethical Statement:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Şule İNCİ, Işık Didem KARAGÖZ, Sevda KIRBAĞ)

### Teşekkür

Çalışmada kullanılan hücre hattının temini için Doç. Dr. Tülay ÇELİK'e teşekkür ederiz. Ayrıca bu çalışma verileri 25. Ulusal Biyoloji kongresinin özet kitabında (13-15 Temmuz, 2023, s. 97) yer almaktadır.

**Kaynaklar**

- Akyüz, M., İnci, Ş., and Kırbağ, S. (2023). Evaluation of Antimicrobial, Antioxidant, Cytotoxic and DNA Protective Effects of Oyster Mushroom: *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel. *Arabian J. Sci. Engineering*, 48(6), 7273-7283.
- Anwanwan, D., Singh, S. K., Singh, S., Saikam, V., and Singh, R. (2020). Challenges in liver cancer and possible treatment approaches. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1873(1), 188314.
- Center, M.M., and Jemal, A. (2011). International trends in liver cancer incidence rates. *Cancer Epidemiol. Biomarkers & Prevention*, 20(11), 2362-2368.
- Çınar, İ., Yayla, M., ve Binnetoğlu, D. (2020). Gossypinin insan hepatom (Hep-3B) hücreleri üzerindeki anti-proliferatif etkisi. *Çukurova Med. J.*, 45(3), 1165-1172.
- Doğan, H. H., Kars, M. D., Özdemir, Ö., and Gündüz, U. (2020). *Fomes fomentarius* and *Tricholoma anatolicum* (Agaricomycetes) extracts exhibit significant multiple drug-resistant modulation activity in drug-resistant breast cancer cells. *Int. J. Med. Mushrooms*, 22(2).
- Erol, E., Ali, Z., Öztürk, M., Wang, M., and Khan, I.A. (2018). Phytochemical study on *Tricholoma fracticum* (Britzelm.) Kreisel. 18. Annual Oxford International Conference on the Science of Botanicals, MS/USA.
- Garlaschelli, L., Pang, Z.J., Sterner, O., Vidari, G. (1994) New indole derivatives from the fruit bodies of *Tricholoma sciodes* and *T. virgatum*. *Tetrahedron*, 50, 3571.
- Li, X., Lu, Y., Zhang, W., Yuan, S., Zhou, L., Wang, L., Ding, Q., Wang, D., Yang, W., and Chen, Y. (2016). Antioxidant capacity and cytotoxicity of sulfated polysaccharide TLH-3 from *Tricholoma lobayense*. *Int. J. Biol. Macromolecules*, 82, 913-919.
- Li, Y., Li, S., Meng, X., Gan, R. Y., Zhang, J. J., and Li, H. B. (2017). Dietary natural products for prevention and treatment of breast cancer. *Nutrients*, 9(7), 728.
- Liu, K., Chen, W., Zhou, Y., Xu, L., Sun, X., Mao, Y., and Ye, D. (2023). Associations between food groups and liver cancer: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrition J.*, 22(1), 1-12.
- Maiuolo, J., Gliozzi, M., Carresi, C., Musolino, V., Oppedisano, F., Scarano, F., Nucera, S., Scicchitano, M., Bosco, F., Macri, R., Ruga, S., Cardamone, A., Coppoletta, A., Mollace, A., Cognetti, F., and Mollace, V. (2021). Nutraceuticals and cancer: Potential for natural polyphenols. *Nutrients*, 13(11), 3834.
- Malheiro, R., de Pinho, P. G., Soares, S., da Silva Ferreira, A. C., and Baptista, P. (2013). Volatile biomarkers for wild mushrooms species discrimination. *Food Res. Int.*, 54(1), 186-194.
- Mossman T., (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J. Immunol. Methods*, 65:55-3.
- Ohnuma, N., Amemiya, K., Kakuda, R., Yaoita, Y., Machida, K., and Kikuchi, M. (2000) Sterol constituents from two edible mushrooms, *Lentinula edodes* and *Tricholoma matsutake*. *Chem. Pharm. Bull.*, 48, 749-751
- Öztürk, C., ve Atila, F. (2021). Mantarların biyolojik aktiviteleri ile ilgili in vitro, in vivo ve klinik değerlendirmeler. *J. Fac. Pharmacy of Ankara Uni.*, 45(2), 344-378.
- Pachon-Pena, G., Reyes-Zurita, F. J., Deffieux, G., Azqueta, A., de Cerain, A.L., Centelles, J.J., Creppy, E.E., and Cascante, M. (2009). Antiproliferative effect of flavomannin-6, 6'-dimethylether from *Tricholoma equestre* on Caco-2 cells. *Toxicol.*, 264(3), 192-197.
- Sadi, G., Emsen, B., Kaya, A., Kocabaş, A., Çınar, S., and Kartal, D.I. (2015). Cytotoxicity of some edible mushrooms extracts over liver hepatocellular carcinoma cells in conjunction with their antioxidant and antibacterial properties. *Pharmacognosy magazine*, 11(Suppl 1), 6.
- Sakai, S., Tomomura, Y., Yoshida, H., Inoue, S., and Kawagishi, H. (2005) Orirubenones D to G, novel phenones from the *Tricholoma orirubens* mushroom. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 69, 1630-1632
- Sesli, E., Asan, A. ve Selçuk, F. (edlr.) 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., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu.,Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları.
- Shi, C., Peng, Y. L., He, J., Li, Z. H., Liu, J.K., and Feng, T. (2021). Structures, chemical conversions, and cytotoxicity of tricholopardins C and D, two *Tricholoma* triterpenoids from the wild mushroom *Tricholoma pardinum*. *Nat. Prod.and Bioprospecting*, 11, 235-241.
- Solak, M.H., Işiloğlu, M., Kalmış, E., and Allı H., (2007). Macrofungi of Turkey, checklist .Vol. I, Genç Üniversiteler Ofset, p: 254, Bornova, İzmir.
- Tel, G., Apaydın, M., Duru, M. E., and Öztürk, M. (2012). Antioxidant and cholinesterase inhibition activities of three *Tricholoma* species with total phenolic and flavonoid contents: the edible mushrooms from Anatolia. *Food Anal. Methods*, 5, 495-504.
- Yamaç, M., and Bilgili, F. (2006). Antimicrobial activities of fruit bodies and/or mycelial cultures of some mushroom isolates. *Pharm. Biol.*, 44(9), 660-667.
- Tsukamoto, S., Macabalang, A.D., Nakatani, K., Obara, Y., Nakahata, N., and Ohta, T. (2003) *Tricholoma lides* A-C, new neurotrophic diterpenes from the mushroom *Tricholoma* sp. *J. Nat. Prod.*, 66, 1578-1581

- Yoshikawa, K., Kuroboshi, M., Ahagon, S., and Arihara, S. (2004) Three novel crustulinol esters, saponaceols A–C, from *Tricholoma saponaceum*. *Chem. Pharm. Bull.*, 52, 886–888
- Yılmaz, H.K., ve Özer, R.M. (2022). Ketojenik diyet ve kanser. *Haliç Üni. Sağlık Bilimleri Derg.*, 5(1), 11-19.
- Zhang, A.L., Li, Y.L., Ma, Y.T., Gao, J.M., and Jia, A.Q. (2009) Phenolic meroterpenoids and steroids from the basidiomycete *Tricholoma imbricatum*. *Biochem. Systematics Ecol.*, 37, 756–758
- Zhou, Y., Li, Y., Zhou, T., Zheng, J., Li, S., and Li, H.B. (2016). Dietary natural products for prevention and treatment of liver cancer. *Nutrients*, 8(3), 156.
- Wang, H. X., Liu, W. K., Ng, T.B., Ooi, V.E.C., and Chang, S.T. (1995). Immunomodulatory and antitumor activities of a polysaccharide-peptide complex from a mycelial culture of *Tricholoma* sp., a local edible mushroom. *Life Sci.*, 57(3), 269-281.



**This article is cited as:** Doğan G, Erdoğan M, Aytaç Z, Ertuğrul T, Karayel Aİ. (2024). *Seifertia*, A New Genus Record For Turkish Mycobiota, *Mantar Dergisi*, 15(1),7-11.

Geliş(Received) :27.09.2023  
Kabul(Accepted) :20.12.2023

Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1367177

## ***Seifertia*, A New Genus Record for Turkish Mycobiota**

Gökhan DOĞAN<sup>1</sup>, Makbule ERDOĞDU<sup>2\*</sup>  
Zeki AYTAÇ<sup>3</sup>, Tuğba ERTUĞRUL<sup>4</sup>, Ali İhsan KARAYEL<sup>5</sup>

\*Sorumlu yazar: merdogdu@ahievran.edu.tr

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kırşehir, TÜRKİYE/ Mgokhandogan06@gmail.com

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architects, Kırşehir, TÜRKİYE/ merdogdu@ahievran.edu.tr

<sup>3</sup> Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Teknikokullar, Ankara, TÜRKİYE/ zaytac@gazi.edu.tr

<sup>4</sup> Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Teknikokullar, Ankara, TÜRKİYE/ tugbaekici@gazi.edu.tr

<sup>5</sup> Kırşehir Ahi Evran University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kırşehir, TÜRKİYE/ karayelalihsan@gmail.com

**Abstract:** In this study, the genus *Seifertia* and species *S. azaleae* belonging to this genus are given as new record for Türkiye. The description of the species is presented and discussed with its macro and micromorphological photographs.

**Keywords:** *Seifertia*, Bolu, Türkiye, New record

### ***Seifertia*, Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Cins Kaydı**

**Öz:** Bu çalışmada, *Seifertia* cinsi ve bu cinse ait *S. azaleae* türü Türkiye için yeni kayıt olarak verilmektedir. Türün deskripsiyonu, makro ve mikromorfolojik fotoğrafları ile birlikte verilmiş ve tartışılmıştır.

**Keywords:** *Seifertia*, Bolu, Türkiye, Yeni kayıt

#### **Introduction**

*Seifertia* Partr. & Morgan-Jones was established by Partridge and Morgan-Jones (2002) to accommodate *Seifertia azaleae* (Peck) Partridge & Morgan-Jones, which was originally described as *Periconia azaleae* Peck (Peck, 1873). Based on phylogenetic analysis, Seifert et al. (2007) stated that *S. azaleae* is related to *Dothideomycetes* class, but its phylogenetic placement needs to be clarified. Crous et al. (2009) assigned *Seifertia* in *Pleosporales* order, where it was revealed to be related to *Xenostigmina* Crous, a synanamorph of *Mycopappus* Redhead & G.P. White based on molecular

phylogenetic analyses. Tian et al. (2015) accepted *Mycopappus* and *Xenostigmina* in the family *Melanommataceae* but ruled out *Seifertia* based on molecular phylogenetic analyses. Finally, *Seifertia azaleae* was transferred to the *Melanommataceae* family by Li et al. (2016).

During the field study in Yedigöller National Park on determining the microfungi on vascular plants, we collected *Seifertia azaleae* that cause bud blasts on flower buds of *Rhododendron ponticum* L. *Rhododendron* L., containing more than 1000 species, is the largest genus of *Ericaceae* and is widely distributed in Europe,



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.

Asia, and North America, with the center of diversity in southern China (Chamberlain et al., 1996; Fang and Min, 1995). *Rhododendrons* of Türkiye are represented by nine taxa consisting of five wild species and four hybrid species (Url 1). *Rhododendron ponticum*, one of our wild species, is an evergreen large shrub, growing up to 10 m in Northern and Eastern Anatolian mountains, usually in *Fagus orientalis* Lipsky. forests, rarely in other forest types or above the tree line (Stevens, 1978).

Studied area Yedigöller National Park is located in the northern part of Bolu Province in the Western Black Sea Region in Türkiye and it includes seven lakes and many streams. According to Davis's grid square system (1965), the park is located in square A3. According to Emberger's climate classification, the region is of the type having a semi-arid, upper, cold winters Mediterranean climate of daily and seasonal photoperiodism. This indicates that summer precipitation is little in this region; vegetation is under the effect of the summer drought, and the precipitation regime is Eastern Mediterranean precipitation regime type 1.

#### Material and Method

*Seifertia* specimens were collected from Yedigöller National Park in Bolu province during the field study in 2021. The Flora of Turkey and the East Aegean Islands was used to identify the host plant (Stevens, 1978). A Leica DM E light microscope was used to examine and measure the preparations prepared from the host tissue. Olympus SZ61 stereo microscope was used for close-up photos of infected flower buds. *Seifertia azaleae* was identified using relevant literature (Chant and Gbaja, 1984; Ellis and Ellis, 1987; Glawe and Hummel, 2006; Partridge and Morgan-Jones, 2002). All specimens are deposited at the Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Kırşehir, Türkiye.

#### Results

Description, locality, host plant, voucher number, collection date, and macro and micromorphological photographs of the species were presented below according to the systematics given in Wijayawardene et al. (2022). The description of the species was based on the Turkish specimens.

**Ascomycota**  
**Dothideomycetes**  
**Pleosporales**  
**Melanommataceae**  
***Seifertia azaleae***

Conidiomata synnematal. Synnemata numerous, simple or very rarely branched, erect, capitate at the apex, broad at the base, attenuating to a narrower middle part, 700-920 × 50-75 µm, dark olivaceous or blackish brown with pale dusting conidia at the apex. Conidiophores synnematos, macronematous, branching toward the upper reaches or splaying out, straight or

slightly flexuous, cylindrical, septate, smooth, olivaceous-brown, or brown. Conidiogenous cells monoblastic or polyblastic, determinate, terminal, integrated, cylindrical, and doliiform, bearing a minute spicule at each locus of conidial detachment. Conidia holoblastic in simple or branched acropetal chains, acropleurogenous, ellipsoid, oblong, sub-globose or pyriform, shallowly apiculate, bearing no scar at point of detachment, smooth, usually unicellular, very rarely one-septate, 3.8-7.8 × 3.7-7.5 µm in size, pale brown or olivaceous-brown (Fig. 1).

**Material examined**—Türkiye, Bolu: Yedigöller National Park, 589 m asl, 40°57'55"N 31°44'07"E, on flower buds of *Rhododendron ponticum* (Ericaceae), 23.04.2021, roadside, G. Doğan 2354 et al.

#### Discussions

A necrotic fungus, *Seifertia azaleae* causes bud blast and twig blight in rhododendrons and azaleas (Seifert et al., 2007). Viennot-Bourgin (1981), who observed the disease caused by *Seifertia azaleae* during the growing season, stated that the fungus causes both mummification and browning of buds during the summer months (Viennot-Bourgin, 1981). Terminal flower buds are mainly infected in July-August, after which the leaf buds and stems are attacked. *Seifertia azaleae*'s fructifications appear during the following spring (Chant and Gbaja, 1984). In controlled experiments, Kaneko et al., (1988) observed necrotic lesions on both buds and leaves 10 days after inoculation. After 31 days, synnemata bearing conidia formed in the buds (Kaneko et al., 1988). Since necrotic buds do not fall off, 3 to 5 generations of withered buds can be found on a shrub (Frużyńska-Józwiak and Werner, 2000; Glawe and Hummel, 2006).

The conidia and synnemata of the studied specimen are compatible with other reports of *Seifertia azaleae*. The conspicuous differences being the smaller dimensions of synnemata and conidia. Partridge and Morgan-Jones (2002) described 1.5 mm high synnemata, 4-12 × 4-8 µm conidia. Ellis and Ellis (1987) described 2 × 0.5 mm synnemata, 6-12 × 4-6 µm conidia. Glawe and Hummel (2006) described 650-1500 × 50-90 µm synnemata, (3.5) 4.5-7 (10) × (3) 3.5-5.5 (7) µm conidia. The specimen collected in Türkiye has 700-920 × 50-75 µm synnemata, 3.8-7.8 × 3.7-7.5 µm conidia.

*Seifertia azaleae* was reported from England (Chant and Gbaja, 1984), France (Viennot-Bourgin, 1981), Germany (Garibaldi et al., 2002), Italy (Garibaldi et al., 2002), Japan (Kaneko et al., 1988), Norway (Endrestøl, 2017), Russia (Farr and Rossmann, 2016), Slovakia (Pastirčák et al., 2014), Sweden (Svensson, 2016), Switzerland (Beenken et al., 2020) and USA (Farr and Rossmann, 2016). Considering the existing literature on the mycobiota of Türkiye (Asan et al., 2022; Sesli et al., 2020), there is no record of the genus *Seifertia* to the best of our knowledge. In this study, *Seifertia azaleae* was first recorded from Türkiye at species and genus level.

#### Author Contributions

All authors have equal contribution.

**Conflict of Interest**

The authors declare no conflict of interest.

**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 (Gökhan DOĞAN, Makbule ERDOĞDU, Zeki AYTAÇ, Tuğba ERTUĞRUL, Ali İhsan KARAYEL).

**Acknowledgment**

This work was financially supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) (Project No: 217Z038).

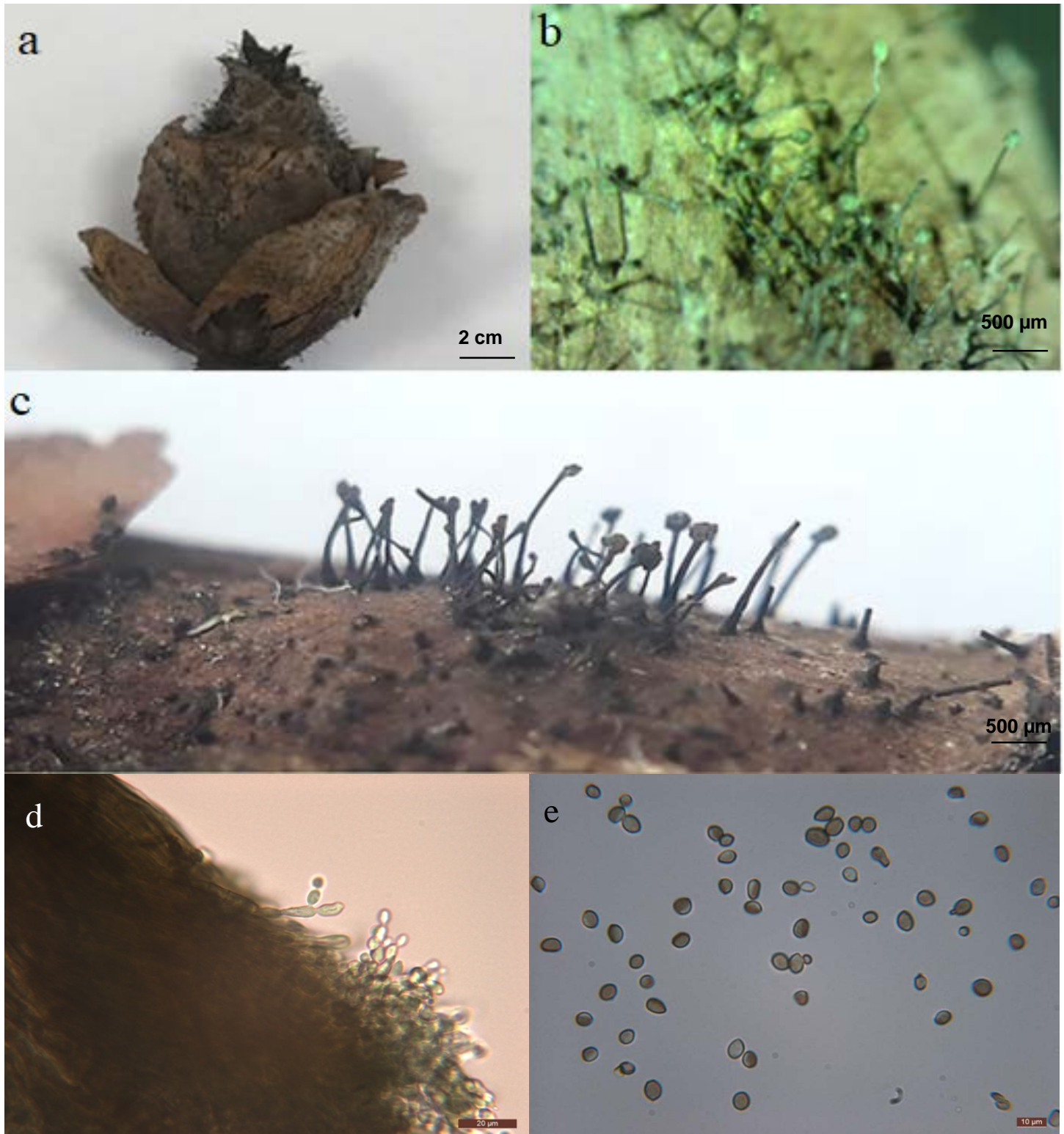


Fig. 1. Microscopic characters of *Seifertia azaleae*: a-c. the appearance of synnemata on flower buds, d, e. conidia.

## References

- Asan, A., Selçuk, F., Giray, G., Aydoğdu, H., Ulukapı, M. and Ceylan, M.F. (2022). Türkiye Mantarları Listesi'ne İlaveler-1. Bağbahçe Bilim Dergisi, 9 (3) 65-89.
- Beenken, L., Gross, A. and Queloz, V. (2020). Phylogenetic revision of *Petrakia* and *Seifertia* (*Melanommataceae*, *Pleosporales*): New and Rediscovered Species from Europe and North America. Mycol Progress, 19, 417-440.
- Chamberlain, D., Hyam, R., Argent, G., Fairweather, G. and Walter, K.S. (1996). The genus *Rhododendron*: its classification and synonymy. R. Botanic Garden, Edinburgh.
- Chant, S.R. and Gbaja, I.S. (1984). Scanning electron microscopy of colonization of *Rhododendron* by *Pycnostysanus azaleae*. Transactions of the British Mycological Society, 83 (2) 233-238.
- Crous, P.W., Braun, U., Wingfield, M.J., Wood, A.R., Shin, H.D., Summerell, B.A., Alfenas, A.C., Cumagun, C.J.R. and Groenewald, J.Z. (2009). Phylogeny and Taxonomy of Obscure Genera of Microfungi. Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi, 22 (1) 139-161.
- Davis, P.H. (ed.) (1965). Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 1. Edinburgh University Press, 824 pp., Edinburgh.
- Ellis, B.M. and Ellis, J.P. (1987). Microfungi on Land Plants. Croom Helm, 818 pp., London-Sydney.
- Endrestøl, A. (2017). *Graphocephala fennahi* Young, 1977 (*Hemiptera*, *Cicadellidae*) and *Seifertia azaleae* (Peck) Partr. & Morgan-Jones (*Ascomycota*, *Dothideomycetes*) in Norway. Norwegian Journal of Entomology, 64, 112-129.
- Fang, R. and Min, T. (1995). The floristic study on the genus *Rhododendron*. Acta Botanica Yunnanica, 17, 359-379.
- Farr, D.F. and Rossman, A.Y. (2016). Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Available from: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldb/databases/> (accessed 1 February 2016).
- Frużyńska-Józwiak, D. and Werner, M. (2000). Grzyby Wyniszczające Pąki i Kwiatostany Różanecznika. / Fungi Destroying Buds and Inflorescences of *Rhododendron*. Ochrona Roślin, 3, 37-38.
- Garibaldi, A., Gilardi, G., Bertetti, D. and Gullino, M.L. (2002). First report of *Pycnostysanus azaleae* on *Rhododendron* in Italy. Plant Disease, 86 (5) 560-560.
- Glawe, D.A. and Hummel, R.L. (2006). North American Records for *Seifertia azaleae*, Cause of *Rhododendron* Bud Blight Disease. Pacific Northwest Fungi, 1 (5) 1-6.
- Kaneko, S., Yokozawa, Y. and Kubono, T. (1988). Bud Blight of *Rhododendron* Trees Caused by *Pycnostysanus azaleae*. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 54, 323-326.
- Li, J., Phookamsak, R., Mapook, A., Boonmee, S., Bhat, D.J., Hyde, K.D. and Lumyong, S. (2016). *Seifertia shangrilaensis* sp. nov. (*Melanommataceae*), a new species from Southwest China. Phytotaxa, 273 (1) 34-42.
- Partridge, E.C. and Morgan-Jones, G. (2002). Notes on *Hyphomycetes*, LXXXVIII. New Genera in which to Classify *Alysidium resinae* and *Pycnostysanus azaleae*, with a Consideration of *Sorocybe*. Mycotaxon, 83, 335-352.
- Pastirčák, M., Majeská, M., Ferus, P. and Gubiš, J. (2014). Choroby Rododendronov Spôsobené Hubovými Patogénmi. Zborník Referátov z Vedeckej Konferencie. Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2014. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV (pp. 145-149).
- Peck, C.H. (1873). Descriptions of New Species of Fungi. Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences, 1, 41-72.
- Seifert, K.A., Hughes, S.J., Boulay, H. and Louis-Seize, G. (2007). Taxonomy, Nomenclature and Phylogeny of Three *Cladosporium*-like *Hyphomycetes*, *Sorocybe resinae*, *Seifertia azaleae* and the *Hormoconis* anamorph of *Amorphotheca resinae*. Studies in Mycology, 58, 235-245.
- Sesli, E., Asan, A. and Selçuk, F. (edlr.) 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., Ocağ, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları, 1177 pp, İstanbul.
- Stevens P.F. (1978). *Rhododendron* L. In Davis, P. H. (ed.) Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 6. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Svensson, J. (2016). "Rododendronknoppdödare" i Ramlösa brunnsparke. Puggehatten, 29 (1), 6-7.
- Tian, Q., Liu, J.K., Hyde, K.D., Wanasinghe, D.N., Boonmee, S., Jayasiri, S.C., Luo, Z.L., Taylor, J.E., Phillips, A. J.L., Bhat, D.J., Li, W.J., Ariyawansa, H.A., Thambugala, K. M., Jones, E. B. G., Chomnunti, P., Bahkali, A. H., Xu, J.C. and Camporesi, E. (2015). Phylogenetic Relationships and Morphological Reappraisal of *Melanommataceae* (*Pleosporales*). Fungal Diversity, 74, 267-324.
- Url1. <https://bizimbitkiler.org.tr/> (accessed 25.07.2023).
- Viennot-Bourgin, G. (1981). Observation simultanée en France du bud blast du *Rhododendron* et d'une cicadelle jouant le rôle de vecteur. Agronomie, EDP Sciences 1 (2) 87-92.
- Wijayawardene, N. N., Hyde, K.D., Dai, D.Q., Sánchez-García, M., Goto, B.T., Saxena, R.K., Erdoğan, M., Selçuk, F., Rajeshkumar, K.C., Aptroot, A., Blaszowski, J., Boonyuen, N., da Silva, G.A., de Souza, F. A., Dong, W.,

Ertz, D., Haelewaters, D., Jones, E.B.G., Karunarathna, S.C., Kirk, P.M., Kukwa, M., Kumla, J., Leontyev, D.V., Lumbsch, H.T., Maharachchikumbura, S.S.N., Marguno, F., Martínez-Rodríguez, P., Mešić, A., Monteiro, J.S., Oehl, F., Pawłowska, J., Pem, D., Pfliegler, W. P., Phillips, A.J.L., Pošta, A., He, M. Q., Li, J. X., Raza, M., Sruthi, O.P., Suetrong, S., Suwannarach, N., Tedersoo, L., Thiyagaraja, V., Tibpromma, S., Tkalčec, Z., Tokarev, Y.S., Wanasinghe, D. N., Wijesundara, D.S.A., Wimalaseana, S. D. M. K., Madrid, H., Zhang, G. Q., Gao, Y., Sánchez-Castro, I., Tang, L.Z., Stadler, M., Yurkov, A. and Thines, M. (2022). Outline of Fungi and fungus-like taxa – 2021. *Mycosphere*, 13 (1) 53-453.





*This article is cited as:* Aslan A.M., Uzun Y., and Kaya A. (2024). *Agaricus brunneofibrillosus*, A New Record for Turkish Mycobiota, *Mantar Dergisi*, 15(1), 12-15.


Geliş(Received) :24.11.2023  
Kabul(Accepted) :05.01.2024


Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1394962


## ***Agaricus brunneofibrillosus*, A New Record for Turkish Mycobiota**

Ayşe Merve ASLAN<sup>1</sup>, Yasin UZUN<sup>2</sup>, Abdullah KAYA<sup>3\*</sup>

\*Sorumlu yazar: kayaabd@hotmail.com

<sup>1</sup> Gazi University, Graduate School of Sciences, 06560 Ankara, Türkiye /  
aslanas.87@hotmail.com.com 

<sup>2</sup> Karamanoğlu Mehmetbey University, Ermenek Uysal and Hasan Kalan Health Services  
Vocational School, Department of Pharmacy Services, 70400 Karaman, Türkiye /  
yuclathrus@gmail.com 

<sup>3</sup> 3Gazi University, Science Faculty, Department of Biology, 06560 Ankara, Türkiye /  
kayaabd@hotmail.com 

**Abstract:** *Agaricus brunneofibrillosus* Kerrigan is reported as a new record from Türkiye, based on the identification of the samples collected from Çamlıdere (Ankara) district. A brief description of the species is provided together with the photographs, related to the macroscopy and microscopy.

**Keywords:** Agaricaceae, Biodiversity, New record, Türkiye

### ***Agaricus brunneofibrillosus*, Türkiye Mikobiyotası İçin Yeni Bir Kayıt**

**Öz:** *Agaricus brunneofibrillosus* Kerrigan Çamlıdere (Ankara)'den toplanan örneklerin teşhis edilmesiyle, Türkiye'den yeni kayıt olarak rapor edilmiştir. Türün kısa bir betimlemesi, makroskopi ve mikroskobisine ilişkin fotoğrafları ile birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Agaricaceae, Biyoçeşitlilik, Yeni kayıt, Türkiye

#### **Introduction**

*Agaricus* L. is a large genus with more than 500 species within seven subgenera and 24 sections (Bashir et al., 2021; Ortiz-Santana et al., 2021; Suwannarach et al., 2022). It is a saprophytic fungal genus occurring in a wide variety of habitats, from urban and disturbed areas to deserts, alpine ecosystems, and deep forests (Karunaratna et al., 2016; Tarafder et al., 2022). Members of the genus are characterized mainly by umbrella shaped carpophores, fleshy cap, free gills, chocolate-brown spores and partial veil which often forms a ring or annulus on the stem. Besides the nutritional species, like *A. bisporus*, the genus also contains medicinal and poisonous species (Bau et al. 2014; Saini et al. 2018).

About 6000 records currently exist in Index Fungorum (Index Fungorum, 2023) with the name "*Agaricus*". Fifty six records, related to the genus *Agaricus*, were also traced from the published data about the macromycetes of Türkiye. But Sesli et al. (2020) list the names of 35 *Agaricus* species while Acar and Dizkırırcı (2023) give the existing number of *Agaricus* species in Türkiye as 45, excluding *A. micromegethus* Peck. The current Turkish fungal checklist (Sesli et al., 2020; Solak and Türkoğlu, 2022) and the latest contributions (Acar et al., 2021; Demirak and Türkekel, 2021; Doğan et al., 2021; Kaygusuz et al., 2022; Polat and Keleş, 2022; Sesli, 2023) revealed that *Agaricus brunneofibrillosus* Kerrigan has not been reported from Türkiye before.



The work aims to make a contribution to the macrofungal biodiversity of Türkiye.

#### Material and method

The fruit body of *Agaricus brunneofibrillosus* was collected from Çamlıdere district of Ankara province, in 2022 during a routine field study. First, it was photographed at its natural habitat, and the characteristics related to its ecology, morphology and geography were noted. Then the samples were transferred to the fungarium and dried in an air conditioned room. Specimen for microscopic investigation were obtained from dry sample, and micromorphological investigations were performed under a trinocular light microscope. Photographs related to micromorphology were taken with the aid of a digital camera. Identification was performed by comparing the obtained data with Desjardin et al. (2014), Kerrigan (2016), Siegel and Schwarz (2016) and Kuo (2017).

The specimen is kept at Gazi University, Science Faculty, Department of Biology.

#### Results

**Fungi** R.T. Moore

**Basidiomycota** R.T. Moore

**Agaricales** Underw.

***Agaricus brunneofibrillosus*** Kerrigan, Mem. N. Y. Bot. Gdn 114: 228 (2016)

**Macroscopic and microscopic features:** Pileus 40-60 mm in diameter, first rounded to hemispherical with somewhat inrolled to incurved margin, then convex, broadly convex to plano-convex, innately appressed-fibrillose, usually with patches of white veil tissue near margin, pale brown to brown. Flesh white, becoming red in a short time when sliced. Taste mild, odor mushroomy. Lamellae free, close, at first whitish to pale grayish, then pinkish to light brown, finally dark brown, become reddish if damaged. Stipe 50-70 × 15-20 mm, cylindrical, more or less equal, whitish, becoming somewhat grayish-brown to light brown in age, smooth, becomes red upon rubbing, context white, become red quickly when cut. Partial veil subapical to almost apical, generally pendent (Fig 1).

Basidia 19-20 × 6-8 µm, cylindrical to clavate, predominantly 4 spored. Cheilocystidia cylindrical to clavate, rare. Basidiospores 4.7-6.5 × 3.5-4.2 µm, ellipsoid, smooth (Fig 2).

**Specimen examined:** Ankara, Çamlıdere, Aluçdağı Nature Park, among needle litter in pine forest, 40°29'N-32°33'E, 1480 m, 17.07.2022, K.15738. Suggested Turkish name for this species is "Tüylü kızıl".



Figure 1. Basidiocarp of *Agaricus brunneofibrillosus*

### Discussions

*Agaricus brunneofibrillosus* was reported as new record for Türkiye. General characteristics of Turkish collection are generally in agreement with those presented before (Desjardin et al., 2015; Kerrigan, 2016; Siegel and Schwarz, 2016).

The brown appressed-fibrillose cap and the tissues that turn red immediately after exposure help to distinguish are the main distinguishing characteristics of

this species. Two other *Agaricus* species, *A. pattersoniae* and *A. benesii*, growing in similar habitats, also have red-staining structures. But the finely scaly cap (rather than an appressed fibrillose one), starchier stature, and larger spores of *A. pattersoniae* (Desjardin et al., 2015), and the whitish cap of *A. benesii* (Breitenbach and Kranzlin, 1995; Siegel and Schwarz, 2016) differ them from *A. brunneofibrillosus*.

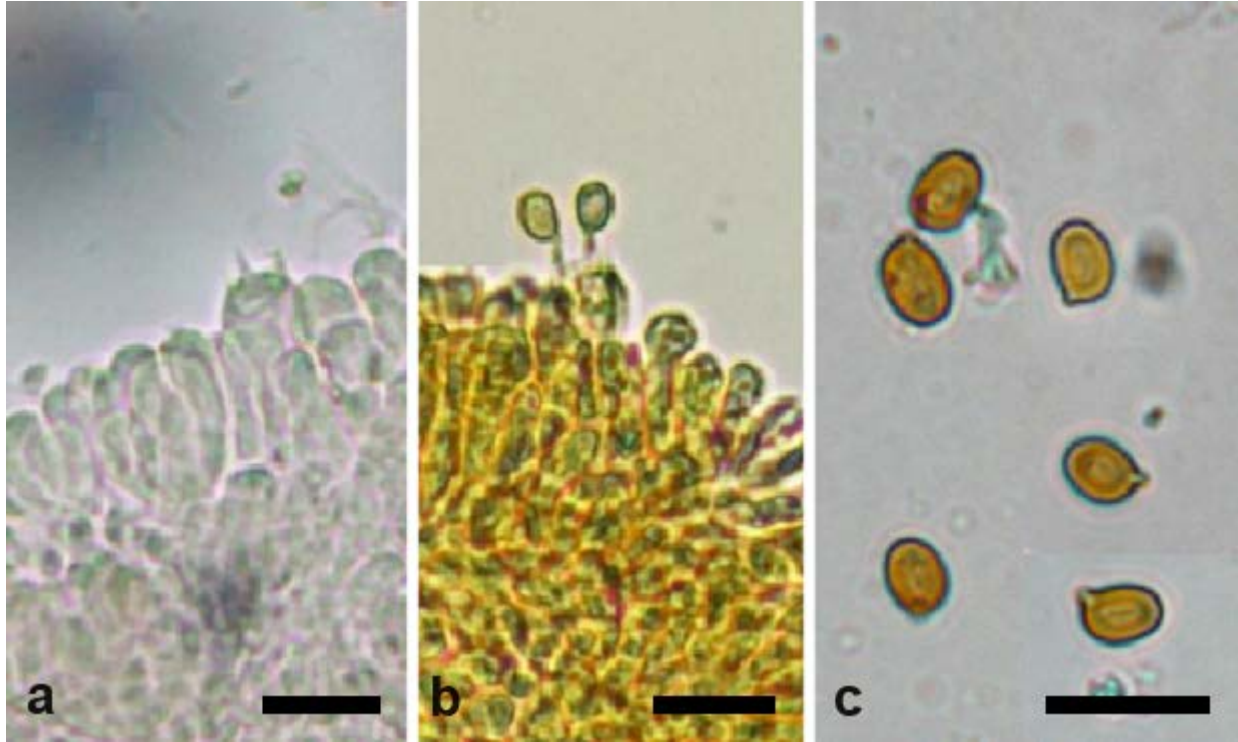


Figure 2. Basidia (a,b), and basidiospores (c) of *Agaricus brunneofibrillosus* (bars: 10  $\mu$ m).

### 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 (Ayşe Merve ASLAN, Yasin UZUN, Abdullah KAYA)

## References

- Acar, İ. and Dizkırıcı, A. (2023). *Agaricus micromegethus*, a new record for Turkish Mycobiota. *Anatolian Journal of Botany*, 7(2): 128-130. doi:10.30616/ajb.1285406.
- Acar, İ., Uzun, Y., Akçay, M.E. and Kesici, S. (2021). *Leratiomyces percevalii*, a new record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 12(2): 108-112. Doi: 10.30708.mantar813081.
- Bashir, H., Chen, J., Jabeen, S., Ullah, S., Khan, J., Niazi, A.R., Zhang, M., Khalid, A.N., Parra, L.A. and Callac, P. (2021). An overview of *Agaricus* section *Hondenses* and *Agaricus* section *Xanthodermatei* with description of eight new species from Pakistan. *Scientific Reports*, 11, Article number: 12905. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92261-5>.
- Bau, T., Bao, H.Y. and Li, Y. (2014). A revised checklist of poisonous mushrooms in China. *Mycosystema*, 33(3): 517-548. Doi: 10.13346/j.mycosystema.130256.
- Breitenbach, J. and Kränzlin, F. (1995). *Fungi of Switzerland*, Vol. 4. Lucerne, Verlag Mykologia.
- Demirak, M.Ş.Ş. and Türkekul, İ. (2021). *Cortinariopsis lilacinovelatus* (Agaricales, Cortinariaceae) – A new record for Turkey. *Nova Hedwigia*, 113(1-2): 217-227. DOI: 10.1127/nova\_hedwigia/2021/0640.
- Desjardin, D.E., Wood, M.G. and Stevens, F.A. (2015). *California Mushrooms: The Comprehensive Identification Guide*. Timber Press: Portland, OR. 560 p.
- Doğan, H.H., Öztürk, Ö. and Şanda, M.A. (2021). The mycobiota of Samanlı Mountains in Turkey. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 22(2): 215-243. DOI: 10.23902/trkjnat.947894.
- Index Fungorum (2023): <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Accessed 05 November 2023.
- Karunarathna, S.C., Chen, J., Mortimer, P.E., Xu, J.C., Zhao, R.L., Callac, P. and Hyde, K.D. (2016). Mycosphere Essay 8: A review of genus *Agaricus* in tropical and humid subtropical regions of Asia. *Mycosphere*, 7(4): 417-439. Doi: 10.5943/mycosphere/7/4/3.
- Kaygusuz, O. and Şengül Demirak, M.Ş. (2022). *Melanoleuca tristis* (Basidiomycota, Agaricales), a new record from western Mediterranean region of Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 6(2): 78-82. doi:10.30616/ajb.1148079.
- Kerrigan, R.W. (2016). *Agaricus of North America*. New York Botanical Garden: Bronx, NY. 574 p.
- Kuo, M. (2017). *Agaricus brunneofibrillosus*. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: [http://www.mushroomexpert.com/agaricus\\_brunneofibrillosus.html](http://www.mushroomexpert.com/agaricus_brunneofibrillosus.html)
- Ortiz-Santana, B., Chen, J., Parra, L.A., Angelini, C., Lodge, D.J., Kerrigan, R.W. and Callac, P. (2021). The genus *Agaricus* in the Caribbean II. Refined phylogeny of *Agaricus* subg. *Spissicaules* with description of two new sections and eight new species. *Mycological Progress*, 20: 381-411. <https://doi.org/10.1007/s11557-021-01686-9>.
- Polat, T. and Keleş, A. (2022). Macrofungi biodiversity of Kop Mount (Bayburt-Erzurum). *Anatolian Journal of Botany*, 6(2): 109-114. doi:10.30616/ajb.1173421.
- Saini, M.K., Kaur, H. and Malik, N.A. (2018). The Genus *Agaricus* (Agaricaceae, Agaricales) from India- A Check List. *KAVAKA*, 51: 49-58.
- 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., Kirbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., and Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Siegel, N. and Schwarz, C. (2016). *Mushrooms of the Redwood Coast*. Ten Speed Press: Berkeley, CA. 601 p.
- Solak, M.H. and Türkoğlu, A. (2022). *Macrofungi of Turkey (Checklist Volume III)*. İzmir: Kanyılmaz Matbaacılık Kâğıt ve Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti.
- Suwannarach, N., Kumla, J., Khuna, S., Wannathes, N., Thongklang, N. et al. (2022). History of Thai Mycology and Resolution of Taxonomy for Thai Macrofungi Confused with Europe and American Names. *Chiang Mai Journal of Science*, 49(3):654-683. Doi: 10.12982/CMJS.2022.052.
- Tarafder, E., Dutta, A.K. and Acharya, K. (2022). New species and new record in *Agaricus* subg. *Minores* from India. *Turkish Journal of Botany*, 46(2): 183-195. Doi: 10.55730/1300-008X.2681.



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Miser Salihoğlu E., & Akkiran S., (2024). Piyasada Satılan Farklı Formlardaki *Ganoderma lucidum* Preparatlarında Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması, *Mantar Dergisi*, 15(1), 16-24.

Geliş(Received) :29.11.2024

Kabul(Accepted) :23.022024

Araştırma Makalesi/Research Article

Doi: 10.30708.mantar.1396795

## Piyasada Satılan Farklı Formlardaki *Ganoderma lucidum* Preparatlarında Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması

Ece MİSER SALİHOĞLU<sup>1\*</sup>, Selin AKKIRAN<sup>2</sup>

\*Sorumlu yazar: [ecemiser@hotmail.com](mailto:ecemiser@hotmail.com)

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye /  
[ecemiser@hotmail.com](mailto:ecemiser@hotmail.com)

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara-Türkiye /  
[slnakkrn@gmail.com](mailto:slnakkrn@gmail.com)

**Öz:** *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. (Lingzhi veya Reishi), Çin, Japonya ve diğer Asya ülkelerinde sağlığı ve uzun ömürlülüğü desteklemek için uzun bir kullanım geçmişine sahiptir. Kültür mantarları arasında, *Reishi*, besin değerinden çok farmasötik değerinin önemli olması bakımından benzersizdir. Çay, diyet takviyeleri ve toz gibi çeşitli formlarda çeşitli ticari *Reishi* ürünleri mevcuttur. Bunlar, meyve gövdesi, misel ve sporlar dahil olmak üzere mantarın farklı kısımlarından üretilmektedir. *Reishi*'nin sağlık üzerinde yararları arasında kan glukoz seviyesininin kontrolü, bağışıklık sisteminin modülasyonu, hepatoproteksiyon, bakteriyostaz yer almaktadır. Mantarın farklı kısımlarından hazırlanan, basit tip, toz ve kapsül veya tablet şeklinde işlenen çok sayıda ürün şu anda piyasada bulunmaktadır ve ülkemizde de oldukça yaygın kullanılmaktadır. Çalışmamızda, Türkiye'de satılan farklı markalara ait *Reishi* tabletlerinde ve toz formdaki çaylarında antioksidan aktivitenin karşılaştırılması ve incelenmesi DPPH, DMPD ve Folin Ciocalteu yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre sulu mantar ekstratlarından; N5, N1 ve N2 (259.8696 µg GAE/mL, 220.1594 µg GAE/mL, 185.6667 µg GAE/mL) yüksek, N3 ve N4 (80.01449 µg GAE/mL, 119.2899 µg GAE/mL) örneklerinin düşük fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Antioksidan temizleme kapasitelerine bakıldığında ise örneklerin fenolik içerikleri ile yüzde temizleme kapasiteleri DMPD/EtOH, DMPD/su ve DPPH/EtOH paralel olarak bulunmuştur. IC50 değerleri DMPD sulu ekstratlar için 0,155 mg/ml (N1), 1,704 mg/ml (N2), 7,453 mg/ml (N3), 6,570 mg/ml (N4), 2,223 mg/ml (N5); etanolü ekstratlar için 0,138 mg/ml (N1), 1,496 mg/ml (N2), 2,796 mg/ml (N3), 4,780 mg/ml (N4), 2,162 mg/ml (N5)'dir. DPPH sonuçlarının yüksek çıkması sebebiyle IC50 değerleri hesaplanamamıştır.

**Anahtar kelimeler:** *Ganoderma lucidum*, DPPH, DMPD, Folin Ciocalteu

### Comparison of Antioxidant Capacity in Different Forms of *Ganoderma lucidum* Preparations Sold in the Market

**Abstract:** *Ganoderma lucidum* is also known as Lingzhi or Reishi, have long been used in China, Japan, and other Asian nations to promote longevity and good health. *Reishi* is uncommon among farmed mushrooms in that its medicinal rather than nutritional value is critical. Commercial *Reishi* products come in a number of forms, including powders, nutritional supplements, and tea. These preparations are produced from different parts of the fungus, including the fruit body,



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.

spores, and mycelia. Specific applications and health advantages of Reishi include blood sugar regulation, hepatoprotection, immune system modulation, bacteriostasis, and more. A variety of Reishi products made from various portions of the fungus are currently available on the market. The most basic version is comprised of entire cork bodies reduced to powder and then processed into capsules or tablets. In this study, the comparison and examination of antioxidant activity in Reishi tablets and powdered teas of different brands sold in Türkiye was carried out using DPPH, DMPD, and Folin Ciocalteu methods. According to the results we obtained in our study, from aqueous mushroom extracts; It was observed that N5, N1, and N2 (259.8696 µgGAE/mL, 220.1594 µgGAE/mL, 185.6667 µgGAE/mL) samples had high phenolic content, while N3 and N4 (80.01449 µgGAE/mL, 119.2899 µgGAE/mL) samples had low phenolic content. Antioxidant scavenging capacities were found in parallel with the phenolic contents of the samples and the percentage scavenging capacities of DMPD/EtOH, DMPD/water, and DPPH/EtOH. IC50 values for DMPD aqueous extracts are 0.155 mg/ml (N1), 1.704 mg/ml (N2), 7.453 mg/ml (N3), 6.570 mg/ml (N4), 2.223 mg/ml (N5); For ethanolic extracts, it is 0.138 mg/ml (N1), 1.496 mg/ml (N2), 2.796 mg/ml (N3), 4.780 mg/ml (N4), 2.162 mg/ml (N5). IC50 values could not be calculated due to high DPPH results.

**Keywords:** *Ganoderma lucidum*, DPPH, DMPD, Folin Ciocalteu

## Giriş

*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., Reysi mantarı (Sesli, 2020), *Basidiomycetes* sınıfının *Polyporaceae* familyasına ait, dişbudak, akçaağaç, meşe gibi ağaçlara yerleşerek, ağacı çürüten patojenik bir mantardır (Moncalvo,2000). Binlerce yıldır Çin, Japonya ve Kore'de sağlık ve uzun ömürlülüğü desteklemek için tıbbi amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Tıbbi özellikleri nedeniyle, genellikle "Ölümsüzlük Mantarı", "Otların Tanrısı", "Ruhsal Güç Mantarı" ve "Göksel Mantar" olarak adlandırılmaktadır (Guler, 2011; Wachtel-Galor, 2011; Jin, 2012).

Mantarların çoğu ağırlıkça yaklaşık %90 sudan oluşmaktadır. Kalan, %3-28 karbohidrat, %10-40 protein, %8-10 kül, %3-32 lif, %2-8 yağ ve potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum ile bazı vitamin ve minerallerden oluşmaktadır. Selenyum, demir, çinko ve bakır mineral içeriğinin çoğunu oluşturmaktadır (Borchers, 1999). Polisakkaritler, nükleositler, alkaloidler, polipeptitler, steroidler, yağ asitleri, inorganik elementler ve triterpenoidler gibi 400 biyoaktif bileşiğin varlığı, bu mantarı çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde faydalı kılmaktadır (Jin, 2012). Bu biyoaktif bileşikler, anti-viral, anti-bakteriyel, immünomodülasyon ve yaşlanma karşıtı vb. gibi farmakolojik özelliklere sahiptir (Wachtel-Galor, 2011). Reysi'nin sağlık üzerinde yararları arasında kan glukoz seviyesininin kontrolü, bağışıklık sisteminin modülasyonu, hepatoproteksiyon, bakteriyostaz yer almaktadır.

Reysi'nin sağlık yararlarına ilişkin çeşitli inançlar, büyük ölçüde anekdotsal kanıtlara, geleneksel kullanıma ve kültürel geleneklere dayanmaktadır. Bununla birlikte, son raporlar, Reysi'nin sağlık yararlarına ilişkin eski iddiaların bazılarını bilimsel destek sağlamaktadır (Wachtel-Galor, 2011).

Doğada düzensiz dağılımı ve tıbbi olarak Reysi'ye artan talep nedeniyle, mantarın yetiştirilmesi için girişimlerde bulunulmuştur (Chang, 2008). Kültür mantarları arasında, Reysi, besin değerinden ziyade farmasötik değerinin çok olması nedeniyle benzersiz olarak tanımlanmaktadır (Wachtel-Galor, 2011). Güney Çin'de siyah Reysi popülerken, Japonya'da kırmızı Reysi tercih edilmektedir (Chang, 1999). Mantarın meyve veren gövdesi, sporları ve miselyumu, çeşitli yenilebilir, farmasötik ve kozmetik ürünler üretmek için dünya çapında satılmakta ve kullanılmaktadır (Singh, 2014). Yirmi yıl önce, 90'dan fazla Reysi ürünü markası tescillenmiş ve uluslararası olarak pazarlanmıştır (Lin,2000). Dünya çapında tüketimin şu anda birkaç bin ton olduğu tahmin edilmektedir ve pazar hızla büyümektedir (Chang, 1999).

Mantarın farklı kısımlarından hazırlanan çok sayıda Reysi ürünü şu anda piyasada bulunmaktadır (Chang, 2008). Mantarın farklı kısımlarından hazırlanan, basit tip, toz ve kapsül veya tablet şeklinde işlenen çok sayıda ürün şu anda piyasada bulunmaktadır (Wachtel-Galor, 2011).

Diğer "özütlenmemiş" ürünler aşağıdaki üç kaynaktan hazırlanır:

(1) fermantasyon tanklarında büyütülen batık sıvı kültürlerden hasat edilen kurutulmuş ve toz haline getirilmiş misel;

(2) mantar miselleri ile yarı katı bir ortamın aşılınması ve inkübasyonunu takiben, substrat, misel ve mantar primordiasının kurutulmuş ve toz haline getirilmiş kombinasyonları; ve

(3) mekanik yollarla kırılmış veya spor duvarları çıkarılmış sağlam mantar sporları veya sporları (Chang, 1999).

Küresel pazarda artan hammadde talebini karşılamak amacıyla, yapay olarak Reysi'nin başarılı

ekimi 1969'da Pekin'deki Çin Bilimler Akademisi Mikrobiyoloji Enstitüsü'nde yapılmıştır. Şu anda Reysi ürünlerinin toplam dünya piyasa değerine ilişkin yakın zamanda yayınlanmış bir veri olmamasına rağmen, 1995 yılında farklı ticari kaynaklar tarafından verilen tahmini toplam piyasa değeri 1.628 milyon ABD dolardır (Chang, 1999).

Ülkemizde de sıkça besin takviyesi olarak kullanılan Reysi mantarı, internet üzerinden çok kolay temin edilmektedir. Birkaç farklı marka ve farklı formlarda satılan bu ürün için antioksidan çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmalar, doğrudan yabani mantarlar üzerinden yapılmış olup, piyasa için işlenmiş ve paketlenmiş ürünlerin karşılaştırılması yapılmamıştır. Çalışmamızın amacı piyasada satılan ve sıklıkla kullanılan bu ürünlerin ne derecede antioksidan etkiye sahip olduğu karşılaştırılmalı olarak incelenmesidir. Bu sonuçların tüketiciler için referans olabileceği düşünülmektedir.

### Materyal ve Metot

Farklı markalara ait tablet, çay ve kurutulmuş Reysi ürünleri, internet üzerinden, özellikle en popüler ve sık tüketilen markalar seçilerek temin edilmiştir.

### Mantar Ekstrelerinin Hazırlanması

Mantar ekstreleri etanol % 50 (v/v) ve su ile ekstrakte edilmiştir. tartılan mantar örneklerinden 1 g tartılmış, önce 15 mL çözücü ile 45 dakika daha sonra 5 mL daha çözücü ilave edilerek ikinci bir 45 dakika ve en son 5 mL daha çözücü ilavesi ile 15 dakika ultrasonik banyoda, cam erlenler içinde ve ağızları kapalı olarak ekstrakte edilmiş ve süzgeç kağıdından geçirilmiştir. Çalışılan tüm mantar ekstraktları -80°C de porsiyonlanarak saklanmıştır.

### Folin (Cioaltea) Yöntemi (Toplam Fenol İçeriği Tayin Yöntemi)

Singleton ve arkadaşları tarafından toplam fenolik içeriğini ölçmek için geliştirilen yöntemde, alkali ortamda protein veya antioksidanla kullanılan CuSO<sub>4</sub> (bakır (II) sülfat) kompleks yapmaktadır. Ortama, Folin fenol reaktifi eklendiğinde, tirozin ve triptofan artıklarına Cu-protein komplekslerinin bağlanması esasına dayanmaktadır. Protein veya antioksidanla Cu (II)'nin reaksiyonundan açığa çıkan Cu(I) molibdatotungstat reaktifini heteropoli mavisine indirgemekte ve rengi sarıdan maviye dönüşmektedir. Reaksiyon tamamlanınca 750 nm'de örnek absorbansları ölçülmüştür (Singleton, 1965; Singleton; 1999).

Kullanılan Çözeltiler:

1-0,1 M NaOH

2-Lowry A

3-Lowry B

4-%1'lik NaKC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>

5-Lowry C

6-Folin reaktifi 1:3 oranında EtOH ile seyreltilmiştir.

Yöntemin Uygulanışı: Su ile hazırlanan numune ekstrelerinin 4-2-1-0.5-0.25-0.125-0.0625-0.03125 mg/mL konsantrasyonları çalışılmıştır. Her mantar ekstresinden 100 µl alınmış ve üzerine 125 µl Lowry C eklenip 10 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda karışıma 12.5 µl Folin reaktifi ilave edilip oluşan mavi rengin stabil kalması için 30 dakika beklenilmiştir. 750 nm'de absorbans değerleri referans çözeltiye karşı ölçülmüştür. Standart olarak gallik asitin 0.25-0.125-0.0625-0.03125-0.015625-0.0078125 mg konsantrasyonları kullanılmıştır.

### DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

Lipid peroksidasyonuna serbest radikaller neden olmaktadır. Sulu veya etanolü çözeltilerinde kararlı serbest radikaller oluşturabilen DPPH, elektron veya hidrojen kabul etmektedir. Antioksidanlar tarafından, 517nm de DPPH radikallerinin indirgenme kapasitesi absorbansın azalmasıyla belirlenmektedir. DPPH radikallerinin optik yoğunluklarının değişiminin ölçülmesiyle test örneklerinin serbest radikal giderme aktiviteleri değerlendirilmektedir. Bu metot radikal olmayan formundan (DPPH-H) dolayı hidrojen bağlı antioksidanın varlığında alkol çözeltisindeki DPPH radikalinin azalmasını temel almaktadır. Bu metotla birlikte 517 nm de DPPH radikalinin absorbansındaki azalmanın ölçülerek antioksidanın anti-radikal gücünün belirlenmesi mümkündür. Kararlı DPPH radikale hidrojen verilmesiyle antioksidan tarafından DPPH radikali giderildiğinde absorbans azalır ve renk mordan sarıya dönmektedir (Matthaus, 2002; Miser, 2013).

Kullanılan Çözeltiler:

1-10<sup>-3</sup> M DPPH•+ Çözeltisi

Yöntemin Uygulanışı: Örneklerin sulu ve etanolü ekstrelerinde 4-2-1-0.5-0.25-0.125-0.0625-0.03125 mg/mL konsantrasyonlarının DPPH radikali süpürücü aktiviteleri ölçülmüştür. Standart olarak gallik asitin 1-0.5-0.25-0.125-0.0625-0.03125-0.015625-0.0078125 mg/mL konsantrasyonları kullanılmıştır. Bu yöntemde 150 µl mantar ekstrelerine 50 µl DPPH radikali eklenmiştir. 30 dakika karanlıkta çalkalanarak inkübe edilmiştir. 517 nm'de kontrol çözelti ile köre karşı okunmuştur.

### DMPD Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

N,N'-dimetil-p-fenilendiamin (DMPD) radikali giderme aktivitesi tayininde ilk olarak FeCl<sub>3</sub> kullanılarak DMPD'nin kararlı ve pembe renkli bir radikal katyonu (DMPD•+ ) oluşturulmaktadır. DMPD radikali, antioksidan maddeler ile kimyasal tepkimeye girerek bunlardan bir H atomu transfer etmektedir. Böylece antioksidanlar DMPD'nin radikal etkisini gidermektedirler. 505 nm'de absorbans veren pembe renkli bir çözelti olan DMPD radikali antioksidanlar ile tepkimesinden sonra rengi açılmaktadır (Fogliano, 1999; Miser, 2013). Azalan absorbans farkından antioksidan aktivite hesaplanmaktadır.

Kullanılan Çözeltiler:

1. 0.1 M asetat tamponu (pH 5.25)

2. 0.1 M DMPD çözeltisi

3. 0.001 M DMPD•+ çözeltisi

4. 0.05 M FeCl<sub>3</sub> çözeltisi

Yöntemin Uygulanışı: Standart çözelti olarak Askorbik asitin 1-0.5-0.25-0.125-0.0625-0.03125-0.015625-0.0078125 mg/mL konsantrasyonları kullanılmıştır. Su ve etanol ile hazırlanan mantar ekstralarının 4-2-1-0.5-0.25-0.125-0.0625-0.03125-0.015625-0.0078125 mg/mL konsantrasyonları çalışılmıştır. 280 µL DMPD++ çözeltisine 20 µL ekstre eklenmiş ve 30 dakika karanlıkta inkübe edilmiştir. 517 nm'de köre karşı kontrol çözelti ile absorbans değerleri ölçülmüştür.

### İstatiksel Analiz

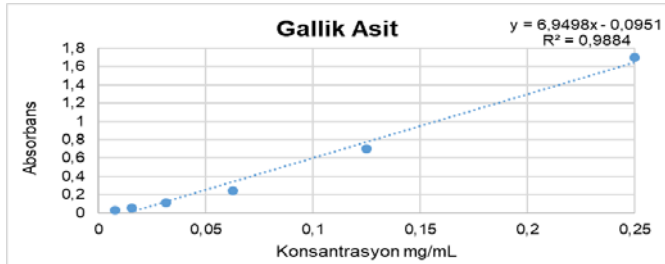
IC50 hesabı için GraphPad Prism 8.01 programı kullanılmıştır

### Bulgular

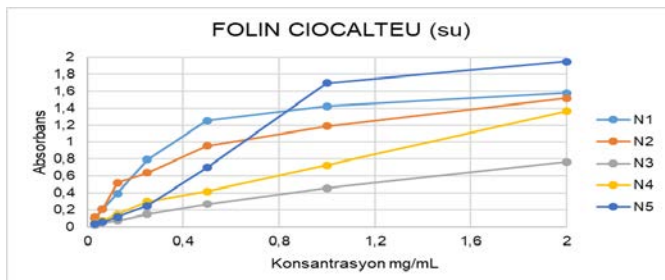
#### Folin Ciocalteu yöntemi

Yöntem, sulu ve etanollü ekstraların 8 farklı konsantrasyonuna (4-2-1-0.5-0.25-0.125-0.0625-0.03125-0.015625-0.0078125 mg/mL) uygulanmıştır (Şekil 1, Şekil 3).

Standart olarak, Gallik asitin 0.25-0.125-0.0625-0.03125-0.015625-0.0078125 mg/mL konsantrasyonları kullanılmış ve bir kalibrasyon denklemi elde edilmiştir (Şekil 1). Elde edilen denklem ile, ölçümlerimizde bulunan absorbans değerleri kullanılarak, mantar ekstralarının 1mg/mL konsantrasyonundaki fenolik madde içerikleri µg/mL gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Sulu ekstraların absorbans-konsantrasyon grafiği Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1. Folin Ciocalteu yöntemi ile elde edilen gallik asit standart grafiği



Şekil 2. Folin Ciocalteu (su) yöntemi ile elde edilen sulu mantar ekstralarının absorbans-konsantrasyon grafiği

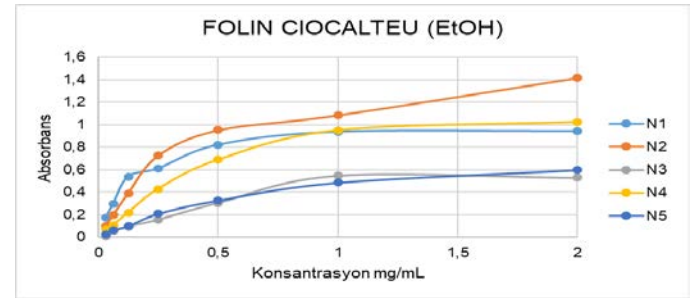
Elde edilen denklemden gallik asit eşdeğeri olarak fenolik madde içeriği hesaplanmıştır.

Tablo 1. Sulu Mantar ekstralarında (1mg/mL) fenolik madde içeriği

Sulu ekstralar (1mg/mL)	(µg/mL) GAE
N1	220.15±12,97
N2	185.66 ±13,62
N3	80.014 ±7,53
N4	119.28±4,42
N5	259.86 ±81,30

Fenolik içeriğin belirlenmesi, antioksidan kapasitelerinin tayininde oldukça önemlidir. Mantarların sulu ekstralarının toplam fenolik bileşik miktarları FCR reaktifi kullanılarak, gallik asite eşdeğer olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, ekstraların en yüksekten en düşüğe doğru fenolik madde içeriği sırasıyla N5, N1, N2, N4 ve N3 şeklindedir.

Etanollü ekstralarda, Folin yöntemi uygulanığında çökme olmuştur. Bu durumun, hazır preparatlar içerisinde bulunan hacim artırıcı ve boyar maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Plakeler santrifüj edilmiş ve çökelti uzaklaştırılıp, absorbans değerleri okunmuştur. Etanollü ekstraların en yüksekten en düşüğe doğru fenolik madde içeriği sırasıyla N2, N1, N4, N3 ve N5 şeklindedir (Tablo 2).



Şekil 3. Folin Ciocalteu (EtOH) yöntemi ile elde edilen etanollü mantar ekstralarının absorbans-konsantrasyon grafiği

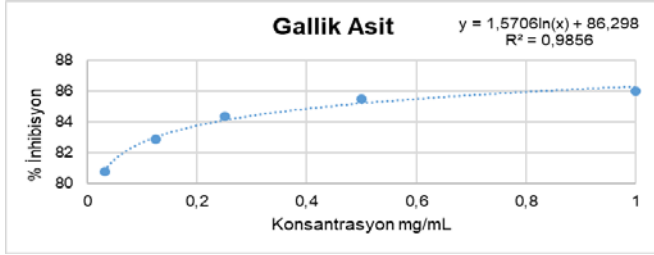
Tablo 2. Etanollü mantar ekstralarında (1mg/mL) fenolik madde içeriği

Sulu ekstralar (1mg/mL)	(µg/mL) GAE
N1	160.73±8,84
N2	171.17±9,78
N3	93.34±4,34
N4	151.75±3,40
N5	84.072±0,50

### DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

Mantarların su ve EtOH ekstralarında 2-1-0.5-0.25-0.125 mg/mL konsantrasyonlarının DPPH radikali süpürücü aktiviteleri ölçülmüştür. Standart olarak gallik asitin 1-0.5-0.25-0.125-0.03125 mg/mL konsantrasyonları kullanılmıştır (Şekil 4). Absorbansın en yüksek olduğu 517 nm ölçülen değerler, standart kalibrasyon denklemi ile mantar ekstralarının % inhibisyon değerleri hesaplanmış ve sonuçlar konsantrasyona karşılık % inhibisyon olarak grafiğe geçirilmiştir.





Şekil 4. Standart gallik asitin, DPPH. yöntemi ile elde edilen % inhibisyon grafiği

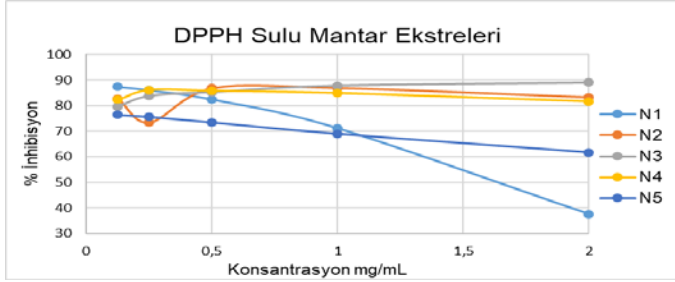
DPPH radikali ile ilgili hesaplamalar aşağıdaki eşitliğe göre yapılmıştır:

$$\% \text{inhibisyon} = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{numune}}) / A_{\text{kontrol}} \times 100$$

$A_{\text{numune}}$ ; DPPH• radikali+numune, absorbans değeri,

$A_{\text{kontrol}}$  DPPH•+ radikal çözeltisi absorbans değeri

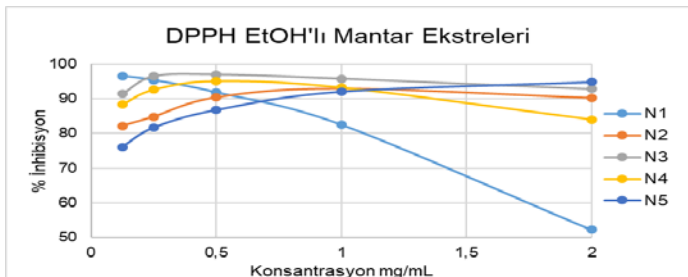
Mantarların sulu ekstralarının 2-1-0.5-0.25 ve 0.125 mg/m konsantrasyonlarındaki DPPH•+ giderme aktivitesi yüzdeleri aşağıda karşılaştırılmalı olarak verilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Sulu mantar ekstralarının DPPH yöntemi ile elde edilen %inhibisyon konsantrasyon grafiği

Mantarların etanollü ekstralarının 2-1-0.5-0.25 ve 0.125 mg/mL konsantrasyonlarındaki DPPH• giderme aktivitesi yüzdeleri aşağıda karşılaştırılmalı olarak verilmiştir (Şekil 6).

DPPH radikali bağlama yöntemi, antioksidan aktivitelerin kısmi olarak kısa sürede belirlenmesini sağlayan ve lipid oksidasyonunu önleyen antioksidanlar için genel olarak kabul edilmiş bir mekanizmadır. Antioksidanların hidrojen (H) iyonu verme özelliklerinden dolayı, DPPH serbest radikalini bağladıkları düşünülmektedir. Çalışmamızda DPPH radikali temizleme özelliği sulu mantar ekstralarında %inhibisyon olarak değerlendirildiğinde; çoktan aza doğru sırasıyla N3, N2, N4, N5, N1 şeklindedir.



Şekil 6. Etanollü mantar ekstralarının DPPH yöntemi ile elde edilen %inhibisyon konsantrasyon grafiği

DPPH radikali temizleme özelliği etanollü mantar ekstralarında % inhibisyon olarak değerlendirildiğinde; çoktan aza doğru N5, N3, N2, N4, N1 şeklindedir.

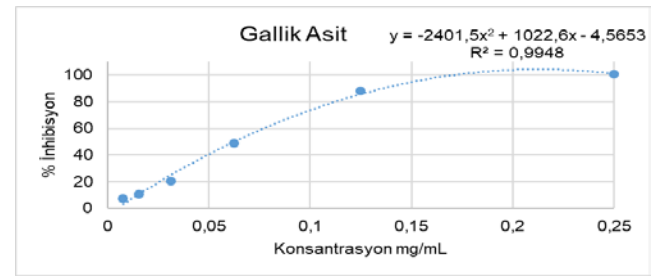
DPPH sonuçlarının yüksek çıkması sebebiyle IC50 değerleri hesaplanamamıştır.

#### DMPD Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

DMPD yöntemi standart gallik asit çözeltisine ve mantarların su ve etanollü ekstralarının 7 ayrı konsantrasyonuna uygulanmıştır. Mantar ekstralarının % inhibisyonu şu formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{inhibisyon} = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{numune}}) / A_{\text{kontrol}} \times 100$$

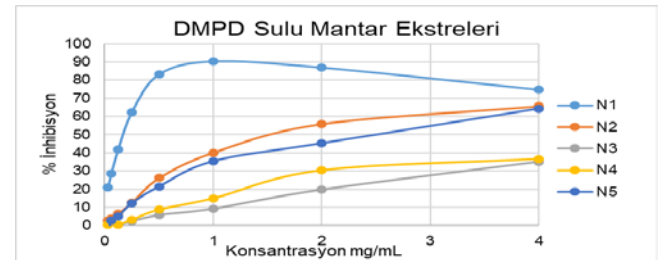
Yedi farklı konsantrasyondaki (0.25- 0.125- 0.0625, 0.03125, 0.015625, 0,007813mg/mL) gallik asit çözeltisinin % inhibisyon değerleri hesaplanarak grafiğe geçirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. DPMD yöntemi ile elde edilen standart gallik asitin % inhibisyon grafiği

Suda hazırlanmış mantar ekstralarının 2-1-0.5- 0.25-0.125-0.0625-0.03125

mg/mL konsantrasyonlarındaki DMPD•+ giderme aktivitesi yüzdeleri aşağıda karşılaştırılmalı olarak verilmiştir (Şekil 8).

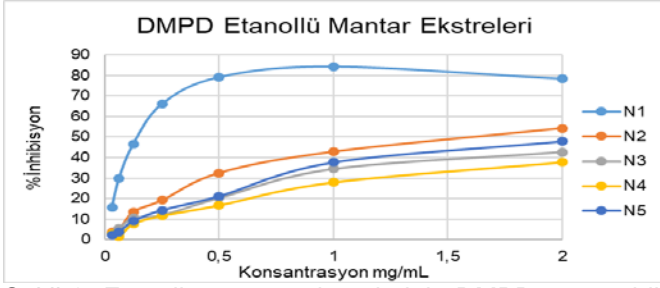


Şekil 8. Sulu mantar ekstralarının DMPD yöntemi ile elde edilen %inhibisyon konsantrasyon grafiği

Bu yöntem ile hidrofilik grupların antioksidan aktivitesi hızlı bir şekilde belirlenebilmektedir. Çalışmamızda en yüksek DMPD radikali temizleme aktivitesi, sulu ekstralarda çoktan aza sırasıyla N1, N2, N5, N3, N4 şeklinde bulunmuştur.

Etanolda hazırlanmış mantar ekstralarının 2-1-0.5- 0.25-0.125-0.0625-0.03125

mg/mL konsantrasyonlarındaki DMPD• giderme aktivitesi yüzdeleri aşağıda karşılaştırılmalı olarak verilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Etanollü mantar ekstralarının DMPD yöntemi ile elde edilen %inhibisyon konsantrasyon grafiği

Çalışmamızda en yüksek DMPD radikali temizleme aktivitesi, etanollü ekstralarda çoktan aza N1, N2, N5, N3, N4 şeklindedir.

IC50 değerleri DMPD sulu ekstralar tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. DMPD IC50 değerleri

	IC50 mg/mL
N1 EtOH	0,061±0,001
N2 EtOH	0,138±0,007
N3 EtOH	1,496±0,024
N4 EtOH	2,796±0,021
N5 EtOH	4,780±0,402
N1 Su	2,162±0,267
N2 Su	0,155±0,015
N3 Su	1,704±0,245
N4 Su	7,453±0,791
N5 Su	6,570±0,151

### Tartışma

Hali hazırda piyasada bulunan doğal antioksidanların çoğu karasal bitkilerden elde edilmektedir. Bunların dışında mantarlar, makroalgler (Keskinaya, 2022;2023) de gıda endüstrisi, kozmetik ve nutrasötik endüstrileri tarafından doğal antioksidan bileşiklerin potansiyel kaynağı olarak kabul edilmektedir.

Mantarlar, polifenoller, polisakkaritler, amino asitler, vitaminler, terpenoidler ve steroller gibi antioksidan, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antikanser, antialerjik, antimikrobiyal, hepatoprotektif ve antiviral aktivitelerle ilişkilendirilen ikincil metabolitlerin kaynağıdır (Nahata, 2013; Xiaokang et al.,2020). İmmünomodülatör etkiyle ilişkili çeşitli farmakolojik özellikler içeren Reyşi, Çin, Japonya ve diğer Asya ülkelerinde sağlığı ve uzun ömürlülüğü desteklemek için uzun bir kullanım geçmişine sahiptir. Bu özellikleri nedeniyle, dünyaya açılmış, oldukça talep oluşmuş ve çok sayıda ticari ürün biyoaktif bileşenleri ve bunların farmakolojik aktivitelerini kullanmıştır. Tüketiciler tarafından iyi hal ve bağışıklığı korumak için besin takviyeleri ve nutrasötik kullanımının artması nedeniyle yakın gelecekte talebin daha da artacağı tahmin edilmektedir. Ülkemizde de internet üzerinden kolayca ulaşılabilen, birçok farklı formda (tablet, toz vs.) ve farklı markalara ait ürünler bulunmaktadır.

Çalışmamızda farklı markalara ait, toz ve tablet formlarındaki Reyşi örneklerinin antioksidan ve total

fenolik içeriği araştırılmıştır. Literatür araştırmaları yapılmış ancak, ticari olarak satılan ürünlerde benzer çalışma bulunamamıştır. Ancak ticari olarak satılmayan, Reyşi ile yapılan çalışmalarla sonuçlarımız karşılaştığımızda antioksidan kapasite ve fenolik içeriğin yüksek olduğunu, çalışmamızla paralel sonuçların olduğunu görmekteyiz (Fan, 2012; Savin, 2020; Gosh, 2023). Savin ve ark. tarafından yapılan çalışmada, Reyşi'den izole edilen kitin türevlerinin bazı fraksiyonlarının, %33-62 DPPH temizleme kapasitesi gösterdiği, Yeğenoğlu ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada Reyşi mantarının 0.055 ± 0.001 mg/mL aralığında %50 DPPH temizleme kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir (Savi, 2020; Yeğenoğlu, 2011). Ganoderma'nın 28 farklı türünde yapılan çalışmada, Reyşi mantarının etanollü ekstralarının önemli ölçüde antioksidan etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir, çalışmamızda da etanollü ekstraların daha yüksek temizleme kapasitesine sahip olduğu görülmektedir (Maaloul, 2023). Reyşi mantarının misel ekstralarının doza bağlı DPPH temizleme etkinliğine bakılmış, sulu ekstralarda etanollü ekstralara göre daha yüksek temizleme kapasitesi olduğu bildirilmiştir (Sanmanoch, 2024). Çalışmamızda ise etanollü ekstralar daha yüksek DPPH radikali temizleme aktivitesi göstermiştir.

Reyşi'nin polifenolik kısmı esas olarak Quercetin, Rutin, Myrsitin, Morin, Hesperetin ve Naringenin gibi flavonoidlerden oluşmaktadır (Saltarelli, 2015; Veljovic, 2017). Ancak, Reyşi fenolik bileşikler bakımından zayıf, buna rağmen bazı araştırmalar bu bileşiklerin ekstraktlarının antioksidan aktivitesine büyük katkı sağladığını bildirmiştir (Çilardžić, 2014; Saltarelli, 2015). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre sulu mantar ekstralarından; N5, N1 ve N2 (259.8696 µg GAE/mL, 220.1594 µg GAE/mL, 185.6667 µg GAE/mL) yüksek, N3 ve N4 (80.01449 µg GAE/mL, 119.2899 µg GAE/mL) örneklerinin düşük fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Etanollü ekstralarda, Folin yönetimi uygulandığında, plate kuyucuklarında çökelek oluştuğu gözlenmiştir. Bu durumun, hazır preparatlar içerisinde bulunan hacim artırıcı veya boyar maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Platelere santrifüj edilmiş ve çökelti uzaklaştırılıp, absorbans değerleri okunmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlara göre, N2, N1 ve N4 (171.17 µg GAE/mL, 160.73 µg GAE/mL, 151.75 µg GAE/mL) yüksek, N3 ve N5 numularının (93.34 µg GAE/mL, 84.072 µg GAE/mL) daha düşük fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Sulu ekstralarda, fenolik içerik ile DPPH radikali temizleme kapasitesi arasında N1, N4, N5 numunleri için negatif korelasyon gözlenirken, (r=-0.98, r=-0.87, r=-0.51), N2 ve N3 numunelerinde pozitif korelasyon gözlenmiştir (r=0.47, r=0.91). Etanollü ekstralarda fenolik içerik ile DPPH radikali temizleme kapasitesi arasında ise, N1, N4 numunlerinde negatif korelasyon (r=-0.92, r=-0.18), N2, N3 ve N5 numunlerinde pozitif korelasyon gözlenmiştir (r=0.83, r=0.019, r=0.99). DMPD radikali temizleme kapasitesi ile fenolik madde içeriği arasındaki korelasyona bakıldığında, tüm numunlerin (N1, N2, N3, N4, N5) sulu çözeltilerinde pozitif korelasyon gözlenmiştir (r=0.7, r=0.99, r=0.99,

$r=0.99$ ,  $r=0.98$ ). Numunelerin etanollü ekstralarında de tümünde DMPD ve fenolik madde içeriği arasında pozitif korelasyon görülmüştür. Modi ve ark. tarafından yapılan çalışma da antioksidan aktivite ve fenolik içerik arasında pozitif korelasyon gözlenmiş, Reyşi mantarının doğal güçlü bir antioksidan olarak kullanılabilceğini vurgulamışlardır (Modi, 2014).

Antioksidan temizleme kapasitelerine bakıldığında ise örneklerin fenolik içerikleri ile yüzde temizleme kapasiteleri DMPD/EtOH, DMPD/su ve DPPH/EtOH paralel olarak bulunmuştur. Kim ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, DPPH metodu sonuçlarına göre, Reyşi'nin yenilebilir ve tıbbi Kore mantarları arasında %70-74 temizleme kapasitesi ile en yüksek antioksidan olduğunu gösterilmiştir (Kim, 2008). Çalışmamızda da Reyşi örneklerinin 1mg/mL'sinde DPPH radikali temizleme kapasitesi %70-90 arasındadır. Daha önce taze mantar ekstresi ile yapılan çalışmalarda yüksek antioksidan aktivite ile çalışma sonuçlarımızla tutarlılık göstermektedir (Krishna, 2016). Reyşi ekstralarının, DPPH temizleme aktivitesinin, 2.5 mg/mL konsantrasyonda maksimum %94,8'i gösterdiği, çalışmamız tarafından da desteklenmektedir (Kozarski, 2012). DMPD yöntemi sonuçlarına göre, fenolik içerikleri diğer örneklerden fazla olan N1 ve N2 numunelerinin antioksidan temizleme kapasiteleri yüksek çıkmıştır.

### Sonuç

Reyşi'nin, sağlık üzerinde çeşitli yararlı etkileri destekleyen çok çeşitli biyoaktif bileşenler içerdiği kanıtlanmıştır. Sonuç olarak, takviye edici gıda kategorisinde olan ve son dönemlerde oldukça popüler olan Reyşi mantarına ait toz, tablet gibi preparatların kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Çalışmamızda bu

preparatları üreten farklı markaların ürünlerinin fenolik madde içeriği ve antioksidan temizleme kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre total fenolik içerikleri bakımından farklılık gösterdikleri, toz formların tablet formlara göre nispeten daha yüksek antioksidan temizleme kapasiteye sahip olduğu görülmüştür. Hazır preparatlar üzerinde yapılacak araştırmalar, erişimi kolay olan bu ürünlerin güvenilirliği üzerinde etkili olacaktır.

### Yazar Katkıları

Bu çalışmada, proje başvurusu ve deneyler Ece MİSER SALİHOĞLU ve Selin AKKIRAN tarafından yapılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesi ve makale yazımı Ece MİSER SALİHOĞLU tarafından gerçekleştirilmiştir.

### 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. (Ece Salihoğlu, Selin Akkiran)

### Teşekkür

Bu çalışma, Tübitak 2209-A, 1919B012205385 başvuru numaralı, "Piyasada Satılan Farklı Formlardaki *Ganoderma lucidum* Örneklerindeki Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması" adlı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir

## Kaynaklar

- Borchers, A.T., Stern, J.S., Hackman, R.M., Keen, C.L., & Gershwin, M.E. (1999) Minireview: Mushrooms, tumors and immunity. *Proc Soc Exp Biol Med.* (221);281–93.
- Chang, S. T., & Buswell, J. A. (2008). Safety, quality control and regulational aspects relating to mushroom nutraceuticals. *Proc. 6th Intl. Conf. Mushroom Biology and Mushroom Products.* pp:188–95. GAMU GmbH, Krefeld, Germany.
- Chang, S.T., & Buswell, J.A. (1999) *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllphoromycetideae): A mushrooming medicinal mushroom. *Int J Med Mushrooms*, (1) 139–46.
- Čilardžić, J., Vukojević, J., Stajić, M., Stanojković, T., & Glamočlija, J., (2014) Biological activity of *Ganoderma lucidum* basidiocarps cultivated on alternative and commercial substrate. *J Ethnopharmacol.* 155:312–319
- Fan, L., Li, J., & Deng, K., Ai, L. (2012) Effects of drying methods on the antioxidant activities of polysaccharides extracted from *Ganoderma lucidum*. *Carbohydr. Polym.* (87) 2 1849-1854.
- Fogliano, V., Verde, V., Randazzo, G. & Ritieni, A. (1999). Method for measuring antioxidant activity and its application to monitoring antioxidant capacity of wines. *J Agric Food Chem*, (47) 1035–1040.
- Guler, G., Himmetoglu, C., Jimenez, R. E., Geyer, S. M., Wang, W. P., Costinean, S., Pilarski, R. T., Morrison, C., Suren, D., Liu, J., Chen, J., Kamal, J., Shapiro, C. L., & Huebner, K. (2011). Aberrant expression of DNA damage response proteins is associated with breast cancer subtype and clinical features. *Breast Cancer Res. Treat.*, 129(2), 421–432. <https://doi.org/10.1007/s10549-010-1248-6>
- Ghosh, S., Das, S., Saha, R., & Acharya, K., (2023). Studies of Antioxidant and Cytotoxic Activity in Ready-to-Drink Wild *Ganoderma* Teas: An In Vitro Approach. *Int. J. Med. Mushrooms*, 25 (11), 53-63.
- Jin, X., Ruiz Beguerie, J., Sze, D. M., & Chan, G. C. (2012). *Ganoderma lucidum* (Reishi mushroom) for cancer treatment. The Cochrane database of systematic reviews, *Cochrane Database Syst Rev*, (6)1–37. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007731.pub2>
- Keskinkaya, H. B., Deveci, E., Güneş, E., Okudan, E. Ş., Akköz, C., Gümüş, N.E., & Karakurt, S. (2022). Chemical Composition, In Vitro Antimicrobial and Antioxidant Activities of Marine Macroalgae *Codium fragile* (Suringar) Hariot. *Commagene Journal of Biology*, 6(1), 94-104.
- Keskinkaya, H. B.; Deveci, E.; Altınok Yılmaz, B., Gümüş, N.E., Aslan Okudan, E.Ş., Akköz, C. & Karakurt, S. (2023) "HPLC-UV analysis of phenolic compounds and biological activities of *Padina pavonica* and *Zanardinia typus* marine macroalgae species," *Turkish Journal of Botany: Vol. 47: No. 3, Article 6.*
- Kim, M.-Y., Seguin, P., & Ahn, J.-K. et al. (2008). Phenolic compound concentration and antioxidant activities of edible and medicinal mushrooms from Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 7265–7270.
- Krishna Kondragunta, V., Karuppuraj, V., & Perumal, K. (2016). Antioxidant activity and Folic acid content in indigenous isolates of *Ganoderma lucidum*. *Asian Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(4) 213-215
- Kozarski, M., Klaus, A., Nikšić, M., Vrvic, M.M., Todorović, N., Jakovljević, D., & Van Griensven, L.J.L.D. (2012). Antioxidative activities and chemical characterization of polysaccharide extracts from the widely used mushrooms *Ganoderma applanatum*, *Ganoderma lucidum*, *Lentinus edodes* and *Trametes versicolor*. *J. Food Compos. Anal.* (26);1,2. 144-153.
- Lin, S.C. (2000). China: Chinese Agricultural Press; Medicinal Fungi of China-Production and Products Development, Beijing.
- Maaloul, A., Portillo-Lemus, L., Vitou, M., Rapior, S., Morel, S., & Fons, F. (2023). Antioxidant Potential of Several Polypores Mushrooms from the South of France. *Int. J. Med. Mushrooms*, 25(11), 1-10.
- Matthaus, B. (2002). Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J Agric Food Chem*, (50) 3444-3452.
- Mayzumi, F., Okamoto, H., & Mizuno, T. (1997). Cultivation of Reishi. *Food Rev Int*, (13) 365–73.
- Nahata, A. (2013). *Ganoderma lucidum*. A Potent Medicinal Mushroom with Numerous Health Benefits *Pharmaceut Anal Acta*, 4 (10), 1000e1159.
- Miser Salihoglu, E., Akaydin, G., Caliskan Can, E., & Yardim Akaydin, S. (2013). Evaluation of antioxidant activity of various herbal folk medicines. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 3(5) 1-9.
- Modi, H.A, Shah, P., Shukla, M.D. & Lahiri, S.K. (2014). Determination of total phenolic content and antioxidant activity of *Ganoderma lucidum* collected from Dang district of Gujarat, India. *NPAIJ*, 10(3), 75-82.
- Moncalvo, J.M. (2000) Systematics of *Ganoderma*. In 'Ganoderma diseases of perennial crops'. Eds J Flood, PD Bridge, M Holderness, pp: 23–47, Wallingford, UK.
- Sanmanoch, W., Surapat W., Phosri S. & Yaraksa N. (2024). Antioxidant activity and Cytotoxicity against the Cervical Epithelial Carcinoma (HeLa) Cell Line of Crude *Ganoderma lucidum* mycelial extracts: Antioxidant activity and Cytotoxicity of Crude *Ganoderma lucidum* mycelial extracts. *Creative Science* 16(1), 254094.
- Saltarelli, R., Ceccaroli, P., Buffalini, M., Vallorani, L., Casadei, L., Zambonelli, A., Iotti, M., Badalyan, S. & Stocchi, V. (2015). Biochemical characterization and antioxidant and antiproliferative activities of different *Ganoderma* collections. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* 25(1):16-25.
- Savin, S., Craciunescu, O., Oancea, A., Ilie, D., Ciucan, T., Antohi, L. S., Toma, A., Nicolescu, A., Deleanu, C., & Oancea, F. (2020). Antioxidant, Cytotoxic and Antimicrobial Activity of Chitosan Preparations Extracted from *Ganoderma lucidum* Mushroom. *C&B*, 17, e2000175.

- Sesli, E., Asan, A. ve Selçuk, F. (edlr.) 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., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., & Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları.
- Singh, S., Harsh, N.S.K., & Gupta, P.K. (2014). A novel method of economical cultivation of medicinally important mushroom, *Ganoderma lucidum*. *IJPSR*, 5 2033-2037
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A.(1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *A J Enol and Viticult*, (16) 144-158.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R.M.(1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Method Enzymol*, 299: 152-178.
- Wachtel-Galor, S., Yuen, J., & Buswell, J.A., et al. (2011). *Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi): A Medicinal Mushroom. In: Benzie IFF, Wachtel-Galor S, editors. Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects. 2nd edition. Chapter 9. pp:71–83. Boca Raton, Florida.
- Xiaokang, W., Lyng, J. G., Brunton, N. P., Cody, L., Jacquier, J.-C., Harrison, S. M., & Papoutsis, K. (2020). Monitoring the effect of different microwave extraction parameters on the recovery of polyphenols from shiitake mushrooms: Comparison with hot-water and organic-solvent extractions. *Biotechnology Reports*, 27, e00504.
- Veljovic, S., Veljovic, M., Nikicevic, N., Despotovic, S., Radulovic, S., Niksic, M., & Filipovic, L., (2017). Chemical composition, antiproliferative and antioxidant activity of differently processed *Ganoderma lucidum* ethanol extracts. *J. Food Sci. Technol.* 54(5):1312-1320.
- Yegenoglu, H., Belma Aslim, B., & Feyza Oke, F. (2011). Comparison of Antioxidant Capacities of *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst and *Funalia trogii* (Berk.) Bondartsev & Singer by Using Different In Vitro Methods. *J. Med. Food*, 14 (5), 512-516.



*This article is cited as:* Karaduman Y., Yeşilyurt F., Uzun Y., and Kaya A. (2024) *Eocronartium muscicola*, A New Bryophilic Fungus Record for Turkish Mycota, *Mantar Dergisi*, 15(1), 25-28.

Geliş(Received) :30.01.2024  
Kabul(Accepted) :27.03.2024

Research Article  
Doi: 10.30708.mantar.1428336

## ***Eocronartium muscicola*, A New Bryophilic Fungus Record for Turkish Mycota**

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

\*Sorumlu yazar: kayaabd@hotmail.com

<sup>1</sup>Çubuklu Mahallesi Engürübağı Caddesi Katar Sokak no: 17/3 Beykoz, İstanbul, Türkiye  
yakupkaraduman86@gmail.com

<sup>2</sup>Yenice Mahallesi, Yeşilyurt Sokak No 4, 61250 Trabzon, Türkiye  
farukyy@hotmail.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 bryophilic heterobasidiomycete fungus *Eocronartium muscicola* (Pers.) Fitzp., belonging to the family *Eocronartiaceae*, is reported as a new record for Turkish mycobiota based on the identification of the sample collected from İstanbul province. This is the first finding of a species belonging to the *Eocronartiaceae* family in Türkiye. A brief description of the identified collection is provided together with the photographs, related to its macromorphology and basidiospores.

**Keywords:** Biodiversity, New record, *Platyglloeales*, *Pucciniomycetes*, Türkiye

### ***Eocronartium muscicola*, Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Yosunsever Mantar Kaydı**

**Öz:** Karayosunlarıyla ilişkili gelişen ve *Eocronartiaceae* familyasına ait bir heterobazidiyomiset türü olan *Eocronartium muscicola* (Pers.) Fitzp., İstanbul'dan toplanan ve teşhis edilen örneğe bağlı olarak Türkiye için yeni kayıt olarak rapor edilmiştir. Bu *Eocronartiaceae* familyası üyesi bir türe ilişkin Türkiye'deki ilk bulgudur. Teşhis edilen örneğin kısa bir betimlemesi, makromorfolojisi ve bazidiyosporlarına ilişkin fotoğraflarıyla birlikte verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, Yeni kayıt, *Platyglloeales*, *Pucciniomycetes*, Türkiye

#### **Introduction**

Bryophylous fungi grow on gametophytic or sporophytic organs of mosses, liverworts and hornworts. Though some live in symbiotic association (Schüssler, 2000), many genera of these fungi are obligate parasites. A wide range of fungi are involved in this associations (Sandoval et al., 2012). Beside the Basidiomycetes and Zygomycetes, Ascomycetes are the most diverse group

of fungi in this association (Döbbeler, 1997, 2002; Sandoval et al., 2012).

Research on bryoparasitic species has a long tradition in some European countries (Egertova et al., 2015) and the presence of about 350 species of ascomycetes growing on the gametophytes of mosses or hepatics were reported (Kirk et al., 2008; Döbbeler, 1997).



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.

Bryophylous fungi have not received much attention in Türkiye. Uzun et al. (2018a) mentioned about the existence of 31 basidiomycete species growing on or around the Bryophytes. Later on, *Rimbia neckerae* (Fr.) Redhead and *Bryoperdon acuminatum* (Bosc) Vizzini, in Vizzini & Ercole were also added to this list (Uzun et al., 2018b; Kaya and Uzun, 2020). These data and the current checklist (Sesli et al., 2020) indicate the existence 26 ascomycete and 33 basidiomycete species growing on or around the bryophytes are known to exist in Türkiye.

During a field trip in Beykoz (İstanbul) district, some small, clavarioid fruit bodies, growing on moss gametophytes, were collected and identified as *Eocronartium muscicola* (Pers.) Fitzp. The check of the current checklist (Sesli et al., 2020) and the latest contributions (Polat and Keleş, 2022; Şengül Demirak et al., 2022; Çelik and Alma, 2023; Sesli, 2023; Yeşilyurt et al., 2023) revealed that the taxon has not been reported from Türkiye before.

The study aims to contribute to the mycobiota of Türkiye.

#### Material and method

The fruiting organs of *Eocronartium muscicola* specimens were collected from Göknarlık Nature Protection area in Beykoz (İstanbul) district, during a routine field study in 2023. The material was photographed at its natural habitat using a digital camera. Extensive notes were taken related to ecology, morphology and geography of the collection. Documentation and preservation were made in accordance with standard methods.

Microscopic investigations of the material was performed under a Leica DM 2500 trinocular compound microscope. Measurements related to spore morphology were made from dried material which was rehydrated in 3% KOH. More than 20 measurements were made for each microstructure, and digital microphotographs were taken using a digital camera attached to the microscope. The specimens were identified by comparing the obtained macroscopic and microscopic characteristics with

Atkinson (1902), Fitzpatrick (1918), Boehm and McLaughlin (1988, 1989), Reid (1990), Sandoval et al. (2012) and Læssøe 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

**Pucciniomycetes** R. Bauer, Begerow, J.P. Samp., M. Weiss & Oberw.

**Platyglloeales** R.T. Moore

**Eocronartiaceae** Jülich

**Eocronartium muscicola** (Pers.) Fitzp., *Phytopathology* 8: 197 (1918)

**Synonymy:** *Clavaria muscicola* Pers., *Clavaria muscigena* P. Karst., *Clavaria uncialis* subsp. *muscigena* Sacc., *Eocronartium muscigena* (Sacc.) Höhn., *Eocronartium typhuloides* G.F. Atk., *Helicobasidium typhuloides* (G.F. Atk.) Pat., *Helicobasidium typhuloides* var. *orientale* Pat., *Pistillaria muscicola* (Pers.) Fr., *Typhula muscicola* (Pers.) Fr.

#### Macroscopic and microscopic features:

Basidiomata 10-17 × 0.5-1.2 mm, erect, club-shaped to filiform or somewhat clavate, somewhat larger above, tapering towards the base, whitish to pale cream, slightly darkening towards the apex of fertile portion. Basidia 35-50 × 5.5-7.2 µm somewhat auricularioid, irregularly cylindrical to sinuous. Basidiospores (19-)19.3-28.9 × 3.9-4.5(-6) µm, navicular, subfalcate to falcate or curved spindle-shaped, hyaline.

**Specimen examined:** İstanbul, Beykoz, Tokatköy village, an gametophytes of *Brachythecium* Schimp. sp. in a mixed forest dominated mainly by *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* Asch. & Sint. ex Boiss. and *Castanea sativa* Mill. with scattered *Laurus nobilis* L., 41.156229N, 29.098107E, 20.06.2023, YKaraduman 2.

Suggested Turkish name for this species is "Yosun çomağı".

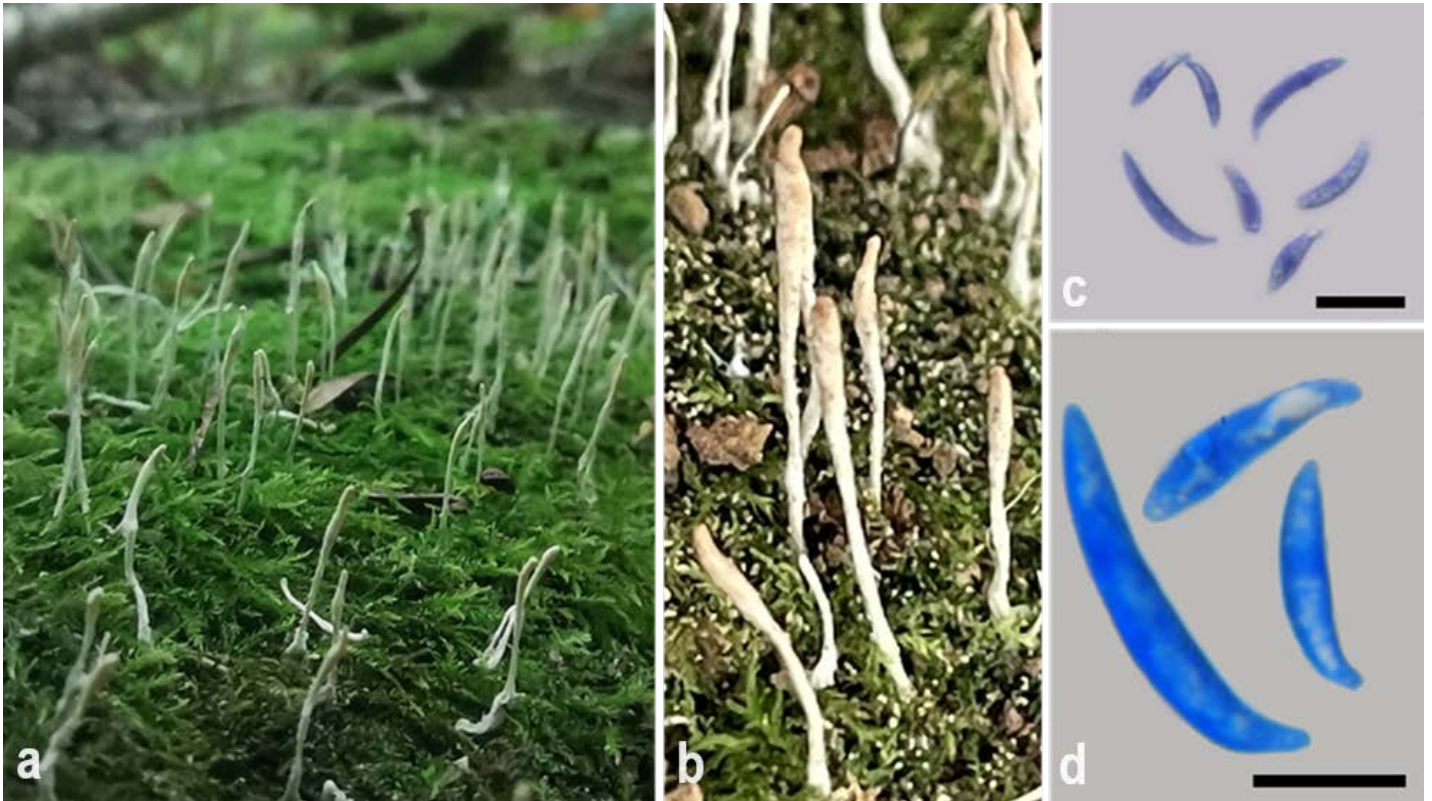


Figure 1. *Eocronartium muscicola*. a,b- basidiocarps, c,d- basidiospores (bars: c- 20  $\mu$ m, d- 10  $\mu$ m) (c,d in LPCB).

### Discussions

*Eocronartium muscicola* was reported as the first member of the family *Eocronartiaceae* in Türkiye. General characteristics of Turkish collection are generally in agreement with those presented before.

*Eocronartium muscicola* is an obligate bryophilous fungus recorded on more than 20 moss species mainly from the Northern Hemisphere (Boehm and McLaughlin, 1988; Reid, 1990).

According to Reid (1990) *Eocronartium muscicola* is of widespread occurrence in Europe, and known in numerous European countries. Collections were also represented in some Asian and American countries as well (Reid, 1990). On the other hand, Wojewoda (2000) mentions about the rarity of this fungus. In fact, the particular ecology, small size and inconspicuous appearance may let the mycologist overlook the fruit

bodies of this species. Its similarity to *Typhula* (Pers.) Fr. or *Clavaria* Vaill. ex L. species may also cause this situation (Holec, 2008).

### 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 (Yakup KARADUMAN, Faruk YEŞİLYURT, Yasin UZUN, Abdullah KAYA).

### Acknowledgement

We would like to thank Prof. Dr. Güray UYAR for identification of the moss sample at genus level.



## References

- Atkinson, G.F. (1902). Preliminary note on two new genera of basidiomycetes. *The Journal of Mycology*, 8(3): 106-107.
- Boehm, E.W.A. and McLaughlin, D.J. (1988). *Eocronartium muscicola*: A basidiomycetous moss parasite exploiting gametophyte transfer cells. *Canadian Journal of Botany*, 66: 762-770.
- Boehm, E.W.A. and McLaughlin, D.J. (1989). Phylogeny and ultrastructure in *Eocronartium muscicola*: meiosis and basidial development. *Mycologia*, 81(1): 98-114.
- Çelik, Z. and Alma, M.H. (2023). Ağrı Merkez/Hamur İlçesinde Belirlenen Makromantarlar. *Mantar Dergisi*, 14(1): 1-9. <https://doi.org/10.30708/mantar.1175577>
- Döbbeler, P. (1997). Biodiversity of bryophilous ascomycetes. *Biodiversity and Conservation*, 6: 721-738.
- Döbbeler, P. (2002). Microniches occupied by bryophilous ascomycetes. *Nova Hedwigia*, 75(3-4): 275-306.
- Egertova, Z., Eckstein, J., Vega, M. (2015). *Lamprospora tuberculata*, *Octospora ithacaensis*, *O. orthotrichi* and *O. affinis* – four bryoparasitic ascomycetes new to the Czech Republic. *Czech Mycology*, 67: 119-133.
- Fitzpatrick, H.M. (1918). The Cytology of *Eocronartium muscicola*. *American Journal of Botany*, 5(8): 397-419.
- Holec, J. (2008). Interesting macrofungi from the Eastern Carpathians, Ukraine and their value as bioindicators of primeval and near-natural forests. *Mycologia Balcanica* 5: 55-67.
- Kaya, A. and Uzun, Y. (2020). *Bryoperdon*, A New Gasteromycete Genus Record for Turkey. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 23(3): 596-599. DOI: 10.18016/ksutarimdogra.vi.638135.
- 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.
- Polat, T. and Keleş, A. (2022). Macrofungal biodiversity of Kop Mount (Bayburt-Erzurum). *Anatolian Journal of Botany*, 6(2): 109-114. doi:10.30616/ajb.1173421.
- Reid, D.A. (1990). New or interesting records of British Heterobasidiomycetes. *Mycological Research*, 94(1): 94-108.
- Sandoval, P., Henriquez, J.L., Faundez, L. and Jarrain, J. (2012). First records of *Eocronartium muscicola* (*Basidiomycota*, *Eocronartiaceae*) in Chile on two new hosts. *Gayana Botanica*, 69(1): 100-104.
- Schüssler, A. (2000). *Glomus clarioideum* forms an arbuscular mycorrhiza-like symbiosis with the hornwort *Anthoceros punctatus*. *Mycorrhiza*, 10: 15-21.
- 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., 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, Ya., Uzun, Yu., and Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Şengül Demirak, M.Ş., Işık, H. and Türkekul, İ. (2022). Molecular and morphological identification of *Cortinarius eucaeruleus* Rob. Henry (subgenus *Phlegmacium*) from Turkey. *Anatolian Journal of Botany*, 6(1): 27-33.
- Uzun, Y., Karacan, İ.H., Yakar, S. and Kaya, A. (2018b). New additions to Turkish *Tricholomataceae*. *Anatolian Journal of Botany*, 2(2): 65-69.
- Uzun, Y., Karacan, İ.H., Yakar, S. and Kaya, A. (2018a). New bryophilic *Pyronemataceae* records for Turkish *Pezizales* from Gaziantep province. *Anatolian Journal of Botany*, 2(1): 28-38.
- Wojewoda, W. (2000). *Eocronartium muscicola* (Pers.: Fr.) Fitzp. In: Wojewoda, W. (ed.). *Atlas of the geographical distribution of fungi in Poland*. Fasc. 1, W. Szafer Institute of Botany, Kraków.
- 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:** Albayrak Ü., Gölcük A., & Aktaş S. (2024). *Agaricus bisporus*'ta Görüntü Tabanlı Hastalık Sınıflandırması için Kapsamlı Veri Seti, *Mantar Dergisi*, 15(1), 29-42.


Geliş(Received) :18.03.2024  
Kabul(Accepted) :05.04.2024


**Araştırma Makalesi**  
Doi: 10.30708.mantar.1452976


## ***Agaricus bisporus*'ta Görüntü Tabanlı Hastalık Sınıflandırması için Kapsamlı Veri Seti**

Ümit ALBAYRAK<sup>1\*</sup>, Adem GÖLCÜK<sup>2</sup>, Sinan AKTAŞ<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi İlgın MYO Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Konya/TÜRKİYE / [umitalbayrak@selcuk.edu.tr](mailto:umitalbayrak@selcuk.edu.tr) 

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya/TÜRKİYE / [adem.golcuk@selcuk.edu.tr](mailto:adem.golcuk@selcuk.edu.tr) 

<sup>3</sup> Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Konya/TÜRKİYE / [sinaktas@yahoo.com](mailto:sinaktas@yahoo.com) 

**Öz:** Bu makale, *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) İmbach'un kültüründe görülen hastalıkların sınıflandırması için görüntü tabanlı bir veri seti oluşturulması ve analiz edilmesi üzerine yapılan bir araştırmayı ele almaktadır. Veri seti, sağlıklı ve farklı hastalık sınıflarına ait görüntüleri içermektedir. Farklı aydınlatma koşullarında elde edilen görüntüler, ayrı bir sınıflandırma problemi için kullanılabilir uygunlukta veriler sunmaktadır. Bu araştırma, mantar hastalıklarının tanımlanması ve sınıflandırılması için kullanılabilir bir veri setinin oluşturulması, hastalıkların otomatik olarak tanımlanması ve sınıflandırılmasını mümkün kılacak derin öğrenme veya diğer makine öğrenmesi tekniklerinin kullanılmasına imkân sağlayacaktır. Veri setinin oluşturulması sürecinde, çalışma kapsamında geliştirilmiş olan taşınabilir mantar görüntüleme sistemi ile mantar işletmeleri ziyaretleri gerçekleştirilmiş; yaklaşık 7250 adet hastalıklı mantar, 1800 adet de sağlıklı mantar görüntüsü elde edilmiştir (Her bir aydınlatma ortamı için yaklaşık 3000 adet). Kültür mantarlarında yaygın görülen 4 farklı sınıf hastalık gözlemlenmiştir. Her bir mantar 3 farklı aydınlatma ortamında görüntülenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Agaricus bisporus*, Kültür Mantarı Hastalıkları, Görüntü Veri Seti, Görüntü Sınıflandırma.

### **Comprehensive Dataset for Image-Based Disease Classification in *Agaricus bisporus***

**Abstract:** This article discusses a study on creating and analyzing an image-based dataset for the classification of diseases seen in culture of the *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) İmbach species. The dataset includes images of healthy and different disease classes. Images obtained under different lighting conditions provide suitable data that can be used for a separate classification problem. This research will enable the creation of a data set that can be used to identify and classify fungal diseases and the use of deep learning or other machine learning techniques that will enable automatic identification and classification of diseases. During the creation of the data set, mushroom businesses were visited with the portable mushroom imaging system developed within the scope of the study; Approximately 7250 diseased mushrooms and 1800 healthy mushroom images were obtained (Approximately 3000 for each lighting environment). Four different classes of diseases that are common in cultivated mushrooms have been observed. Each mushroom was viewed under 3 different lighting conditions.

**Keywords:** *Agaricus bisporus*, Cultured Fungal Diseases, Image Dataset, Image Classification.

## Giriş

Halk arasında yaygın olarak "Kültür mantarı, Beyaz şapkalı kültür mantarı, Çayır mantarı", literatürde de "Şampiyon mantarı" olarak bilinen *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach (Sesli et al., 2020), dünya genelinde yetmişten fazla ülkede üretilmekte olup tüketim açısından en çok tercih edilen mantar türlerinden biridir (Pasban vd., 2014). Bu mantar türleri, yakın dönemde giderek artan bir talep görmektedir. Bunun en önemli nedenleri arasında; kalori, sodyum, yağ ve kolesterol içeriklerinin düşük; protein, karbonhidrat, lif, vitamin ve amino asit içeriklerinin yüksek seviyede olması yer alır. Ayrıca; hoş lezzetleri, yaygın bulunabilirlikleri ve fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmeleri, bu türü her geçen gün daha çekici ve tercih edilen bir seçenek haline getirmiştir (Wang vd., 2018). Buna paralel olarak da küresel ölçekte üretilen ve yaygın olarak tüketilen mantar türleri arasında, *A. bisporus* başı çekmektedir (Alkan vd., 2022; Ghorai vd., 2009; Sesli vd., 2020).

*A. bisporus*, üretiminde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek tüm işletmelerin temel hedefi olmasına rağmen, üretim aşamasında karşılaşılan hastalık ve zararlılar ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir (Eren ve Pekşen, 2019).

*A. bisporus* kültüründe yaygın olarak görülen hastalıklar arasında yaş kabarcık, kuru kabarcık, yumuşak küf, yeşil küf, beyaz alçı ve bakteriyel leke bulunmaktadır. Yaş kabarcık hastalığında, ilk tomurcuklar enfekte olduğunda mantarlar çok değişik şekillerde olabilmektedir. Enfeksiyonlu mantarların çevresinde beyaz bir küf olarak gelişmekte ve mantarı yumuşak bir misel yumağına dönüştürmektedir. Enfekte olmuş mantarların ilk safhalarında içinden kahverengi amber renkli bir sıvı açığa çıkar. Başlangıçta beyaz ve kabarık ancak ileri safhalarda kahverengileşir ve sonra çürür. Kahverengileşmiş nemli yüzey hastalığın en çok karşılaşılan formudur. Kuru kabarcık hastalığında, hafif enfeksiyonlarda kahverengi lekeler veya sapın üst kısımlarında ve şapkalarda çizgilere neden olmaktadır. Bu lekeler sporulasyondan sonra grimsi bir renk alır. Olgun mantarlarda şapka deformasyonları oluşur. Mantarın sapı soyulmuş bir muza benzer. Mantar çürümez, kurur. Yumuşak küf veya örümcek ağı hastalığı; örtü toprağı üzerine beyaz karbonat dökülmüş gibi başlar. Kompostun her tarafına yayılır. Hastalığın ilerlemesi sırasında mantarların çürümesine ve kokuşmasına sebep olur. Hastalıklı mantarlar hamur gibi yumuşak bir hal alırlar. Yeşil küf hastalığı, kompost yüzeyinde ilk aşamada mantar misellerine benzer şekilde beyaz renkte gelişir. Bu nedenle ilk aşamada üreticiler tarafından fark edilememektedir. Birkaç gün içinde beyaz renk kaybolarak koyu yeşili renkte spor kütleleri oluşur. Beyaz alçı hastalığı, kompost yüzeyinde bulunduğu yerlerde

sıkı, beyaz yaralar halinde miselyum örtüsü oluşturur. Böylelikle örtü toprağı veya kompost, yoğun bir şekilde unla kaplanmış gibi görünür. Bakteriyel leke hastalığı, kültür mantarcılığında önemli ve yaygın bir hastalıktır. Şapka üzerinde sarı veya tarçın renginden koyu kahverengiye kadar değişen renkte lekeler şeklinde kendini gösterir. Şapka üzerinde kısmen veya tamamen olabilir. Nadiren sapta uzunluğuna lekeler oluşabilir. Genellikle lekeler yüzeyseldir (Belletini vd., 2018; Fazıl Fayaz Wani vd., 2021; Kaşık, 2010; Öztürk ve Kaşık, 2000).

Son yıllarda mantar üretiminde artan hastalık ve zararlılar, mücadelede kullanılan kimyasal miktarının da artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte Türkiye'de kültür mantarı üretiminde kullanımı onaylanmış, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış kimyasal ilaç konusunda ciddi sorunlar bulunmaktadır. Mantar yetiştiriciliği için ruhsatlandırılmış kimyasal ilaç sayısının çok kısıtlı olmasına ek olarak yaygın görülmekte olan birçok hastalık ve zararlı için ruhsatlanmış ilaç bile bulunmaması nedeniyle üretim sırasında karşılaşılan hastalık ve zararlılara karşı mantar için ruhsatlı olmayan birçok kimyasalın kullanıldığı görülmektedir. İşletmelerin yaşamış olduğu hastalık ve zararlılara karşı sadece kimyasal ilaç ile mücadele de yeterli olmamaktadır. Kültür mantarının gelişim süresi ile hasat süresi arasındaki zamanın kısa olması kullanılan kimyasal ilaçların kalıntılarının ürün üzerinde kalmasına, dolayısıyla sağlık problemlerine yol açmaktadır ve dolayısıyla gıda olarak tüketilmesi insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Eren ve Pekşen, 2019).

Kültür mantarı üretiminde verimliliği artırmanın en etkili ve temiz yöntemi; hastalıklı mantarların ve hastalık türlerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesine dayanmaktadır. Bir mantar üretim ortamında hastalıklı mantarların ve beraberinde hastalıklı türlerinin erken tespiti halinde, hastalıklı mantarı içeren kompostun hemen ortamdan uzaklaştırılması veya uygun tarımsal müdahalenin yapılması; diğer kompostların da hastalanmasını engelleyecektir. Bu durum sağlıklı kompostları hastalanmaktan kurtaracağı için zaman, emek ve ekonomik olarak tasarruf sağlayacaktır. Aynı zamanda; hastalıklı mantarların sayısının minimuma indirilmesi mantarlardaki kimyasal ilaç birikimini de düşürecektir. Sonuç olarak hastalıklı mantarların tespit edilebilmesi, temiz tarım uygulamasına imkân sağlayan insan sağlığı için de oldukça önemli bir durumdur.

*A. bisporus* yetiştiriciliğinde, hastalıkların hızlı bir şekilde tespit edilmesi bahsi geçen nedenlerle büyük önem arz etmektedir. Mantar yetiştiricilerinin birçoğunun hastalıklar hakkında uzmanlık seviyelerinin yeterli olmaması nedeni ile sektörde ağır seviyede zaman ve ekonomik kayıplar yaşanmaktadır. Sonuç olarak

geleneksel teşhis yöntemleri zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir.

Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle geleneksel teşhis yöntemlerine inovatif bir alternatif olarak hızlı ve etkili bir yöntem olan bilgisayarlı görme tabanlı sınıflandırma ve tanımlama işlemleri birçok alanda kullanılmaktadır. Bilgisayarlı görme, görüntünün yapay zekâ teknikleri ile anlamlandırılması olarak ifade edilebilir. Bilgisayarlı görme tekniklerinin birçok farklı ürün ve sektörde kullanıldığı ve çok olumlu sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir (Golcuk vd., 2023; Golcuk ve Yasar, 2023; Yasar vd., 2023).

Bilgisayarla görme, uzun zaman alan veya gerçekleştirilmesi için karmaşık aparatlar gerektiren sıkıcı izleme süreçlerini basitleştirebilir (Cubero vd., 2011). Bilgisayarlı görme işlemi sınıflandırma ve tanımlama işlemlerinde oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Analiz ve teşhis işlemlerinin zaman ve maliyetinin yüksek olduğu ortamlarda sonuca daha hızlı ve kolay ulaşmayı sağlamaktadır. Bununla beraber doğruluk oranının yüksek olması bilgisayarlı görme sistemini güvenilir kılmaktadır (Doğan ve Türkoğlu, 2018).

Görüntü tabanlı sınıflandırma problemlerinde; sınıflandırılmak istenen her bir sınıfa ait görseller kullanılacak tekniğe göre bir dizi ön işlemden geçirilerek ya da hiçbir işleme tabi tutulmaksızın makine öğrenmesi tabanlı algoritmalarla ya da herhangi bir özellik çıkarımına ihtiyaç duymayan derin öğrenme yöntemiyle anlamlandırılmaya çalışılır.

Makine öğrenmesi ile görüntü sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak; Convolutional Neural Networks (Evrışimli Sinir Ağları- CNN), Support Vector Machines (Destek Vektör Makineleri- SVM), Random Forest (Rastgele Ormanlar) ve K-Nearest Neighbors (K-En Yakın Komşular- KNN) yöntemleri sıklıkla kullanılırlar (Aggarwal, 2014).

CNN, görüntülerin karmaşık özelliklerini öğrenmek için derin öğrenme mimarilerini kullanır. Evrışim ve havuzlama katmanlarından oluşan bir yapı kullanarak, görüntülerin hiyerarşik özelliklerini çıkarır ve sınıflandırma yapar (Jogin vd., 2018).

SVM, veri noktalarını sınıflandırmak için bir hiper düzlem kullanır ve sınıflar arasındaki marjini maksimize etmeye çalışır. SVM, özellikle küçük ve orta ölçekli görüntü verileri için uygundur (Kecman, 2005).

Random Forest, görüntü sınıflandırma için topluluk öğrenmesi yöntemlerinden biridir. Birden fazla karar ağacının bir araya gelmesiyle oluşan bir modeldir. Her bir ağaç rastgele örneklenmiş veri alt kümesiyle eğitilir ve sonuçlar bir araya getirilerek final sınıflandırma yapılır (Ali vd., 2012).

KNN, bir veri noktasını sınıflandırmak için en yakın k komşusunun etiketlerini kullanır. Veri noktasının sınıfı,

k en yakın komşuların çoğunluk sınıfı olarak belirlenir (Kramer, 2013).

Tarımsal görüntülerin çeşitli makine öğrenimi teknikleri ile kullanımına dayalı yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu durum artık sadece akademik bir amaçla değil beraberinde verimin artırılması, iş gücünün azaltılması, insan sağlığının ön planda tutulması, tohum kalitesinin artırılmasına bağlı tarımsal kalitenin artırılması ve ekonomiye katma değer sağlanması gibi birçok olumlu sonucu da beraberinde getirmektedir.

Görsel sınıflandırma ve tanımlama işlemleri; birçok tarımsal üründe olduğu gibi *A. bisporus* yetiştiricileri ve araştırmacılar için hastalıkların daha etkili bir şekilde takip edilmesine imkân sağlayacaktır.

*A. bisporus* yetiştiriciliğinde görülen hastalıklarda makine öğrenimi tabanlı sınıflandırma ve tanımlama yapılabilmesi için her bir hastalıktan olabildiğince fazla örnek görüntüye ihtiyaç duyulacaktır. Literatür incelendiğinde kamuya açık ve kapsamlı yetiştiricilikte hastalıklara ait görüntü veri seti olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın amacı, *A. bisporus* yetiştiriciliğinde görülen hastalıklara ait bir mantar görüntüleri veri seti oluşturarak, hastalıkların erken teşhisi ve yönetimi için bir kaynak sağlamaktır. Bu veri seti, görüntü analizi tabanlı derin öğrenme ve diğer makine öğrenmesi tekniklerinin kullanılmasına imkân sağlayacak ve buna bağlı olarak hastalıkların otomatik olarak tanımlanmasını ve sınıflandırılmasını mümkün kılacaktır. Bu durumun, mantar yetiştiricilerinin üretim süreçlerini optimize etmelerine, hastalıklarla mücadele etmelerine ve ürün kalitesini artırmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda, araştırmacılara mantar hastalıkları üzerine daha kapsamlı bir anlayış geliştirmeleri için bir temel sağlanabilecektir.

### Materyal ve Metod

Çalışma kapsamında oluşturulan veri seti için *A. Bisporus*'un kültür ortamında fotoğrafları; TÜİK bitkisel üretim verilerine göre ülkemizde kültür mantarı üretimi yönünden ilk beşte yer alan üç ilimizden temin edilmiştir (TÜİK, 2023). Antalya'ya bağlı Korkuteli ilçesi Isparta'ya bağlı Sariidris kasabası başta olmak üzere Konya'ya bağlı Doğanhisar, Kadınhanı, Sarayönü ve Akören ilçelerinde yer alan kültür mantarı üretim tesislerine 2023 yılı içerisinde farklı zaman dilimlerinde birden fazla kez düzenlenen ziyaretler ile yerinde fotoğraflanarak görüntüler elde edilmiştir.

Veri seti oluşturma sürecinde; mekânsal olarak 32 farklı işletmeye ait 100'den fazla mantarhanede toplamda 500-600 saat çalışmalar yapılmıştır.

Bu süreçte; fotoğraflama için kullanılan ekipmana ait bilgiler ve fotoğraflama parametreleri tablo olarak verilmiştir. (Tablo1)

Tablo 1. Ekipman ve Fotoğraflama Parametreleri

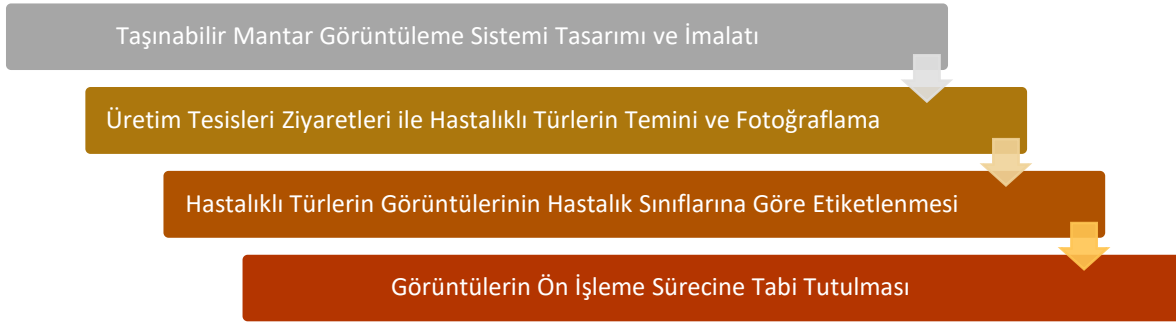
Özellik	Değer
Kamera Model	iPhone 13 Pro 12 MP Arka
Lens Model	iPhone 13 Pro 5.7mm f/1.5
Sensör Mod	Tek çipli renk alanı sensörü
Poz Süresi	1/33 s.
Dyafram Değeri	f/1.5
ISO Hızı	ISO- 400
Parlaklık	-0.43589932184939467
Beyaz Denge	Otomatik
Pozlama Denge	0
Flash Modu	Tamamen kapalı mod
Odak Uzunluğu	5.7 mm
Çözünürlük	4032x3024 piksel

Veri seti oluşturulma sürecinde; her bir hastalık sınıfına ait mantar sayılarının yaklaşık olarak dengeli

dağılım göstermesine ve her bir hastalıklı mantarın sadece bir sınıfa ait belirtiler barındırmasına özen gösterilmiştir. Çok nadir de olsa birden fazla hastalığa ait belirtileri barındıran mantarlara ait görseller sistemin kararlılığına zarar verebileceği öngörülerek veri seti içerisine dahil edilmemiştir.

Hastalıklı *A. bisporus* örneklerinin temini için ziyaret edilen mantar üreticisi işletmelerde; oluşturulan veri setinin sınıflandırma problemlerine uygun olabilmesi yani aynı tip fotoğraflardan oluşması için kompost yüzeyi hastalıkları dikkate alınmayarak sadece mantarlar üzerinde gelişen hastalıklar esas alınmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen veri setinin oluşturulması; taşınabilir mantar görüntüleme sistemi tasarımı ve imalatı, üretim tesisleri ziyaretleri ile hastalıklı türlerin temini ve fotoğraflama, hastalıklı türlerin görüntülerinin hastalık sınıflarına göre etiketlenmesi ve görüntülerin ön işleme sürecine tabi tutulması olmak üzere toplam dört aşamada gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Veri seti oluşumu işlem basamakları

### Taşınabilir Mantar Görüntüleme Sistemi Tasarımı ve İmalatı:

Veri seti içerisinde yer alan mantar fotoğraflarının standart ışık ve görüntü kalitesine sahip olması istenilmektedir. Beraberinde bu standart ortamın taşınabilir olması da gerekmektedir. Bu durumlar göz önünde bulundurularak taşınabilir mantar görüntüleme sistemi tasarlanmış ve imal edilmiştir.

Taşınabilir mantar görüntüleme sistemi üretim süreci; kutu tespiti ve bölme oluşturulması, kutu içinin fiziksel olarak görüntü alımına uygun hale getirilmesi, ekipman ve bağlantı elemanlarının 3d yazıcı ile üretilmesi, aydınlatma sistemi tasarımı ve montajı, taban platformu üretilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Taşınabilir Mantar Görüntüleme sistemi için en uygun malzeme olarak plastik kutu (45x30x35 cm) seçilmiş ve üzerinde geliştirmeler yapılmıştır.

Fotoğraf alınacak alanın yaklaşık kare formda olması ve batarya, kontrol ünitesi gibi ekipmanların konulabilmesi için kutu içerisine bölme oluşturulmuştur.

Sonraki aşamada; kutu içinin fiziksel olarak görüntü alımına uygun hale getirilmesi sağlanmıştır. Bu bağlamda kutu içerisinden en uygun şekilde görüntü alınabilmesi için ortam karartma ve uygun renk seçimi işlemleri yapılması gerekmiştir.

Beyaz arka planla çekilen fotoğraflar modellerin doğruluğunu değiştirebilir. Çünkü beyaz fon görüntü alımı sırasında aydınlatma ve farklı ışık koşulları gibi nedenler görüntüyü etkileyebilmektedir (Hornberg, 2017). Bu çalışmada, yansımaları en aza indirmek için fotoğraf alınacak iç yüzey öncelikle tamamen mat siyah renge boyanmış sonrasında ise uzman görüşleri doğrultusunda; zemin mat siyah, duvarlar mat beyaz olarak renklendirilmiştir.

Görüntüleme sistemi içinin fiziksel olarak görüntü alımına uygun hale getirilmesi aşaması için işlem adımları sırasıyla verilmektedir (Şekil 2).

Boyama işlemi öncesi boyanın yüzeye tutunabilmesi için zımparalama işlemi yapılmıştır. Sadece boyanması istenilen yüzeyler açıkta kalacak şekilde

maskeleye işlemi yapılmıştır. Boyanın homojen olarak dağılması ve yüzeyler arası renk tonu farkı kalmaması için astar boya atma işlemi yapılmıştır. Astarlama işlemi sonrası ilk düşünülen nihai ürün olarak kutunun fotoğraflama yapılacak iç yüzeyi tamamen mat siyah renk ile boyanmıştır. Hem duvarların hem de zeminin siyah olduğu hali ile yapılan denemelerde ışığın yeteri kadar

etkin kullanılmadığı fark edilmiş ve uzman görüşleri doğrultusunda sadece zeminin siyah kalması, duvarların ise mat beyaz olmasına karar verilmiştir. Bu aşamada kabin duvarlar mat beyaz ile boyanmış, zemin için ise mat siyah kaplama yapılması tercih edilmiştir. Yapılan denemelerde olumlu sonuç alınmış olup diğer aşamalara bu hal üzerinden devam edilmiştir.



Şekil 2. Taşınabilir mantar görüntüleme sistemi fiziksel ortam imalat aşamaları

İlerleyen aşamada ekipman ve bağlantı elemanlarının tasarımı ve 3d yazıcı ile üretilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada görüntüleme kabini üzerinde kullanılan parçalar amaca uygun şekilde özel olarak tasarlanmış ve 3d yazıcı ile üretilmiş yapılmıştır (Şekil 3).

(A) görseli ile gösterilen parça kutunun iki yanında bulunan tutamaç delikleri ışık girişine engel olması için kapalı ve dışarı çıkıntılı hale getirilmiştir.

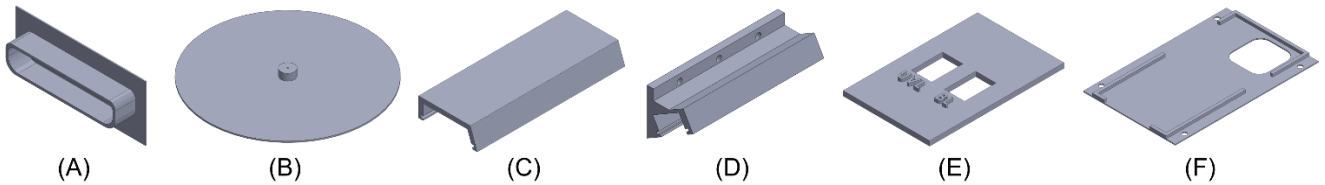
(B) görseli ile gösterilen parça fotoğraflama alanında görüntüsü alınacak mantarın konumlandırılabilmesi için tasarlanmıştır. İlk olarak köpük levha konulması düşünülmüştür. Ancak merkezleme sorunu ve ağırlığı taşıyabilmesi açısından 3d model tasarlanmış ve tam ortasından ince bir çivi geçirilerek mantarın görüntü alma süresince ortalı ve ayakta durması

sağlanmıştır. Baskısı alınan parçanın üzerine siyah renkli keçe örtülerek görüntü arkası fon oluşturulmuştur.

(C) ve (D) görselleri ile gösterilen parçalar Fotoğraflanacak nesnelere her durum ve şartta eşit oranda ve parlama yapmayacak şekilde açılı aydınlatma sağlanması açısından aydınlatma kanalları olarak tasarlanmıştır.

(E) görseli ile gösterilen parça fotoğraflanacak nesnelere farklı aydınlatma sistemleri (Ultraviole ve Beyaz Işık) ile aydınlatma yapılabilmesi için aydınlatma kontrol paneli olarak tasarlanmıştır.

(F) görseli ile gösterilen parça nesnelere her durumda aynı açıdan görüntülenebilmesi için görüntüleme ekipmanını (telefon) sabitleyen bir tutucu olarak tasarlanmıştır.



Şekil 3. Amaca uygun tasarlanıp 3d yazıcı ile üretilen parçalar

Taşınabilir görüntüleme sistemlerinde fotoğraflanması istenilen nesnenin dış ortamdan bağımsız bir şekilde ve her defasında aynı şartlarda fotoğraflama yapması beklenir. Bu nedenle en önemli parametrelerden bir tanesi aydınlatma sistemidir.

Bilgisayarlı görme uygulamalarının önemli özelliklerinden biri de incelenecek nesnenin özelliklerinin görünür olmasıdır. Nesnenin ayırt edici özelliklerinin görünürlüğü aydınlatmaya bağlıdır. Aydınlatma, bir

sahnedeki ışık miktarını ifade eder. Aydınlatmanın şekli, kullanılan filtreler, görüntünün yakalanması ve işlenmesi, dijital görüntüde bir renk dengesizliği yaratır. Çünkü kamera görüntüyü yakalarken ışığı tam olarak insan gözüyle aynı şekilde algılamaz. Dolayısıyla bu durum dijital görüntülerdeki aydınlatma katsayısını değiştirmektedir (Büyükkanık ve Ülker, 2023).

Ultraviyole veya yakın kızılötesi spektrumların kullanılması, insan gözünün göremediği kusurları veya özellikleri keşfetmeyi mümkün kılar (Cubero vd., 2011).

Literatürden edinilen bilgiler ve ultraviyole ışığın bazı hastalıkların tespitini kolaylaştırabileceği yönündeki uzman görüşleri doğrultusunda geliştirilen taşınabilir mantar görüntüleme sistemi bünyesinde aydınlatma ekipmanı olarak hem ultraviyole hem de beyaz ışık kullanılmıştır. İki farklı ışık kaynağı kullanılarak her bir mantardan toplam üç farklı (beyaz ışık, UV ışık ve her ikisi de) fotoğraf elde edilmiştir.

Fotoğraflanacak nesnelere her durum ve şartta eşit oranda ve parlama yapmayacak şekilde aydınlatma sağlanması açısından aydınlatma kanalları tasarlanmıştır.

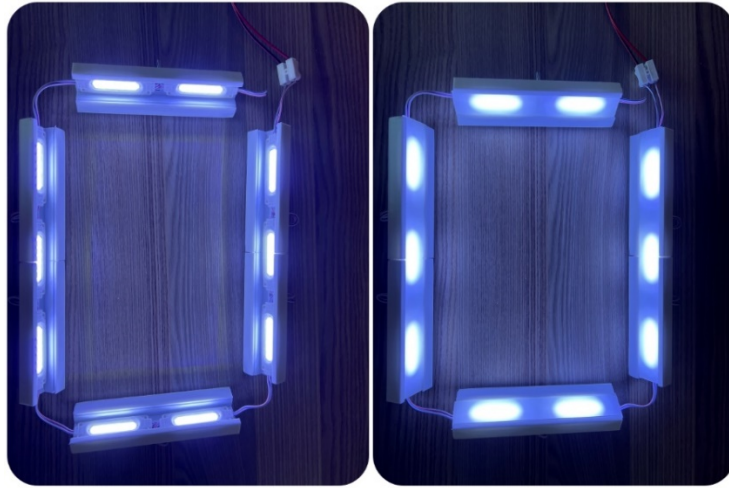
Genel olarak algılanmak istenilen nesne; meyveler ya da mantarlar gibi küresel ve kavisli yapıya sahip ise şekil itibarı ile ışık nesneye eşit şekilde dağılmaz. Bu sorunu çözecek en uygun aydınlatma tasarımı,

aydınlatma kaynağının nesneyi 45° açıyla aydınlatmasıdır (Gómez-Sanchis vd., 2008).

Düz bir nesneye göre 45° dikey açıyla yerleştirilen lambalar genellikle etkilidir. Bu durumda aynasal yansıma azaltılır ve böylece istenmeyen parlamalar önlenir (Cubero vd., 2011).

Aydınlatma kanalları ilk olarak tasarım aşamasında açısız olarak (Şekil 3-C) düşünülmüş ancak istenilen homojenlikte ve parlama yapmayacak şekilde bir aydınlatma elde edilememiştir. Bunun üzerine yapılan literatür araştırmaları sonucunda uygun aydınlatma kanalı 45° açıyla tasarlanmış (Şekil 3-D) ve olumlu sonuç alınmıştır.

Fotoğraflanacak nesnelere homojen ve parlama yapmayacak aydınlatma sağlanabilmesi için aydınlatma kanalları beyaz difüzör kapaklarla kapatılmıştır. Difüzör kullanılmayan aydınlatma ve difüzör kullanılan aydınlatma karşılaştırmalı olarak verilmektedir (Şekil 4).



Difüzsüz Difüzörlü  
Şekil 4. Difüzsüz ve difüzörlü aydınlatma

Aydınlatma sistemini oluşturan Beyaz Led ve UV Ledlerin fotoğraflama sırasında kolaylıkla kontrol edebilmesi için kutu dışına aydınlatma kontrol paneli yerleştirilmiştir.

Beyaz ledlerin nesne üzerinde parlama yapmasını önlemek ve kutu içerisinde uygun parlaklıkta sabit bir gerilim değeri elde etmek için ayarlı voltaj regülatörü (LM2596 Ayarlanabilir Güç Kaynağı Modülü)

kullanılmıştır. Uygun aydınlatma değerinin belirlenmesi için farklı voltaj değerlerinde elde edilen mantar fotoğrafları verilmektedir (Şekil 5). Görselde yer alan fotoğraflar soldan sağa voltaj değerleri düşürülerek uygun aydınlık değeri belirlenmiştir.

Arazide mobil olarak görüntü alınabilmesi için sisteme aydınlatma ekipmanlarını uzun süre çalıştırabilecek 12V akü bağlanmıştır.



Şekil 5. Uygun aydınlatma değeri tespiti

Taşınabilir mantar görüntüleme sisteminde fotoğrafı alınacak olan mantarın istenilen açı ile ayakta durabilmesi ve fotoğrafta arka plan olarak kullanılacak mat siyah renkli keçenin kullanılabilmesi için taban platformuna ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda

görüntüleme sistemi tabanı üç katmandan oluşmaktadır. Bunlar; 1. katmanda siyah PVC konveyör bant, 2. katmanda 3d yazıcı ile amaca özel üretilen mantar tutucu tabla ve 3. katmanda parlamayı önlemesi açısından mat siyah renkli keçedir (Şekil 6).



Şekil 6. Taban platformu katmanları

#### Üretim Tesisleri Ziyaretleri ile Hastalıklı *A. bisporus* Temini ve Fotoğraflama:

Uygulama öncesi işleyişin öğrenilebilmesi, uygulanabilirliğinin sağlanabilmesi adına; Konya'ya bağlı Selçuklu, Sarayönü, Kadınhanı, Ilgın ve Doğanhisar ilçelerinde faaliyet göstermekte olan işletmelere ve kooperatiflere ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Devamında ilgili işletmeler ile gerek yüz yüze gerekse telefon ile görüşülmüş ve işletmelerden telefon uygulamaları

üzerinden hastalıklı mantar fotoğrafları temin edilmiştir (Şekil 7).

Üreticiler aracılığı ile temin edilen görsellerde ışık değerlerinin tutarsızlıkları, kadraj seçiminde yapılan hatalar gibi sorunlar tespit edilmiştir. Bu fotoğraflar ile elde edilen ilk veri seti üzerinde denemeler yapılmıştır. Ancak fotoğrafların tutarlı olamaması nedeniyle yeterli seviyede bir başarı oranına erişilememiştir.

Bahsi geçen nedenlerle üreticilerden görsel temin edilmesi yönteminden vazgeçilmiştir.



Şekil 7. Mantar üreticileri tarafından gönderilen görseller



Veri setinde kullanılmak üzere istenilen standart ışık ve görüntü kalitesine sahip mantar fotoğraflarının elde edilebilmesi için mantarhanelere taşınabilir mantar görüntüleme sistemi ile bizzat gidilerek görüntüleme yapılmasına gerek duyulmuştur.

Bu kapsamda; veri setinde kullanılan görsellerin tamamı Antalya'ya bağlı Korkuteli ilçesi, Isparta'ya bağlı Sarıidris kasabası, Konya'ya bağlı Doğanhisar, Kadınhanı, Sarayönü ve Akören ilçelerinde yer alan kültür mantar üretim tesislerine 2023 yılı içerisinde farklı zaman dilimlerinde birden fazla kez düzenlenen ziyaretler ile yerinde fotoğraflanarak elde edilmiştir (Şekil 8).

Görüntü toplama süreci içerisinde her bir konumun bir kez ziyaret edilmesi yeterli gelmemiş ve ilgili konumlara düzenlenen ziyaretler tekrarlanmak mecburiyetinde kalmıştır.

Mantarların, ekimi yapıldıktan sonra hasat edilebilir duruma gelmesi yaklaşık 25-30 gün süre almaktadır. Bu süreçlerin her birinin son kısmında yer alan ve kompostun en verimli olduğu 2-3 günlük dönem bir flaş dönemi olarak adlandırılmaktadır. Hastalıklı mantarlar en çok 1. flaş dönemi bitimi ve sonrasında gözlemlenebilmektedir. İşletmelerin flaş dönemlerinin birbirleri ile uyumlu olmaması nedeniyle aynı konumdaki işletmelere birden fazla kez gidilmesi gereklilik arz etmiştir.

Mantar İşletmelerine birden fazla gidilmesi gerekliliğinin bir diğer nedeni ise; işletmelerin hijyen, nazar vb. kaygılarla ilk seferde mantarhaneye yabancı kabul etmemeleridir. Bu durumlarda gerek işletmeciyi rahatlatarak önlemlerin alınması gerekse de gide gele ahablık kurulması gibi yöntemlerle işletmeye giriş izninin alınabilmesi söz konusu olmuştur.



Şekil 8. Üretim tesislerinde yapılan mantar toplama çalışmaları

#### **Hastalıklı Mantarların Görüntülerinin Hastalık Sınıflarına Göre Etiketlenmesi:**

Veri toplama sürecinde elde edilmiş olan yaklaşık 7800 adet mantar fotoğrafı; ilk etapta en yaygın görülen 4 hastalık sınıfına ve sağlıklı mantar sınıfına göre (bakteriyel leke, kuru kabarcık, yaş kabarcık, örümcek ağı, sağlıklı) gruplandırılmıştır (Şekil 9). Sonrasında her bir hastalık sınıfı içerisinde yer alan görseller; hangi ışık kaynağı altında gözlemlendiğine göre beyaz ışık, ultraviyole ışık ve beyaz+UV ışık olarak toplam 3 alt sınıfa daha gruplandırılmıştır. Sadece hastalık grupları olarak (Sağlıklı mantar grubu hariç) düşünüldüğünde 4 farklı hastalığa ait etiketlenmiş görsel bulunmaktadır. Işık kaynaklarına göre sınıflandırılmış gruplar göz önüne alındığında mantar fotoğraflarından toplamda 15 farklı grup bulunmaktadır.

#### **Hastalıklı Mantar Görüntülerinin Ön Görüntü İşleme İşlemlerinden Geçirilmesi:**

Mantar hastalıklarının sınıflandırılabilmesi amacıyla taşınabilir mantar görüntüleme sistemi kullanılarak elde edilmiş olan görüntüler; etiketleme işlemi sonrası bir takım ön görüntü işleme işlemlerine tabi tutulmuştur.

Ön görüntü işleme sürecinde; ilk olarak çekim sırasında veri kaybı oluşmaması adına dikdörtgen formda

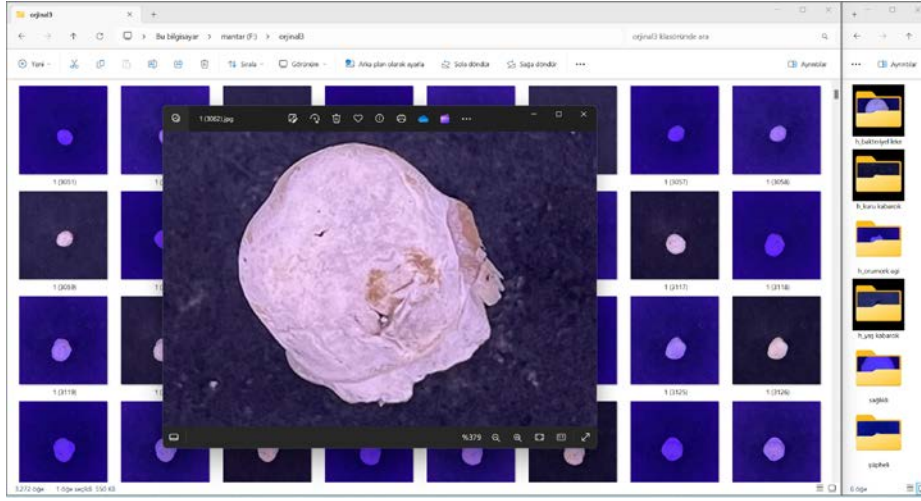
çekilmiş olan görüntülerin kontrollü olarak kare forma dönüştürülmesi işlemi uygulanmıştır. Bu adımda; dikdörtgen formdan kare forma, 3024x4032 piksel → 3024x3024 piksel dönüşümü sağlanmıştır.

Kare forma dönüştürülen görüntülere bir sonraki aşamada, en büyük ölçülü mantar görüntüsü baz alınarak kenar kırpma işlemi (trim) uygulanmıştır. Bu adımda en büyük ölçülü mantarı da çerçeveye gelecek şekilde, 3024x3024 piksel → 1824x1824 piksel dönüşümü sağlanmıştır (Şekil 10). Bu aşama ile elde edilen veri seti en temel haliyle ham veri setini oluşturmuştur.

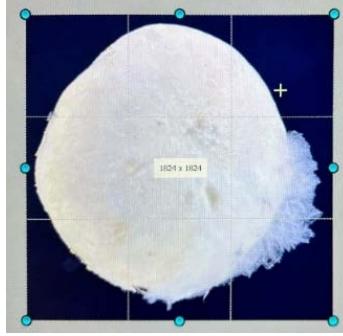
Sonraki adımda; görüntüler sınıflandırma problemleri için en uygun olan 256 x 256 piksel (Rajput vd., 2023) standart çözünürlüğüne yeniden boyutlandırılmıştır. Bu adımda görüntülere boyut küçültme (ratio) işlemi sonucu, 1824x1824 piksel → 256x256 piksel dönüşümü uygulanmıştır.

Oluşturulan veri setinin mantar hastalıklarının sınıflandırılması amacıyla kullanılabilir hale gelmesi için kırpma ve indirgeme işlemlerine ek olarak görüntüler üzerindeki gürültünün azaltılması gibi başarıyı artıracak görüntü işleme işlemlerine daha tabi tutulması gerekli olmuştur. Görüntülerde; taban üzerine toprak veya çöp düşmesi gibi istemsiz bir şekilde oluşmuş olan gürültüler, gürültü azaltma işlemine tabi tutulmuştur. Bu bağlamda

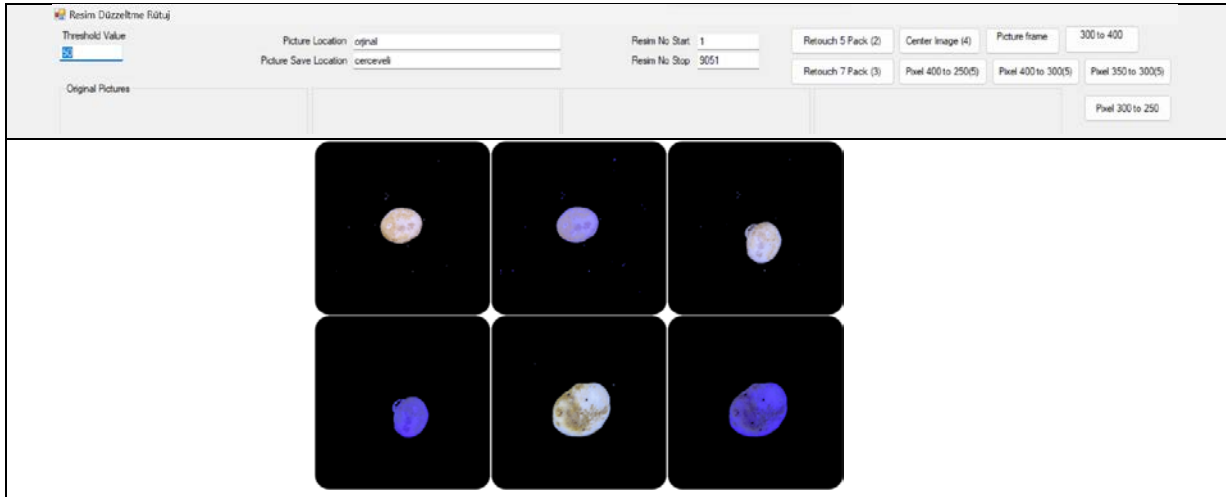
bu işlemlerin toplu olarak gerçekleştirilebilmesi için ek bir yazılım geliştirilmiştir (Şekil 11).



Şekil 9. Mantar görüntüleri üzerinde etiketleme işlemi



Şekil 10. En büyük ölçülü mantar esas alınarak görüntü kırma işlemi



Şekil 11. Görüntü ön işleme yazılımı ve gürültü azaltma işlemi sonrası görüntüler

### Bulgular

Çalışma kapsamında oluşturulan veri seti; *A. bisporus* türü mantarlarda yaygın olarak gözlemlenen; bakteriyel leke, kuru kabarcık, yaş kabarcık, örümcek ağı olmak üzere toplam 4 farklı hastalığa ait görseller barındırmaktadır. Veri setinde beşinci sınıf olarak sağlıklı mantarlara ait görseller de yer almaktadır. Veri setinde

yer alan her bir mantar 3 farklı aydınlatma ortamı ile fotoğraflanmıştır. Farklı aydınlatma seçenekleri esas alınarak adeta 3 farklı veri seti gibi düşünülebilir (Şekil 12). Aynı zamanda her bir sınıf için farklı aydınlatma seçeneklerinin varlığı da farklı bir sınıflandırma problemine konu olabilecek durumdadır. Yani, her bir

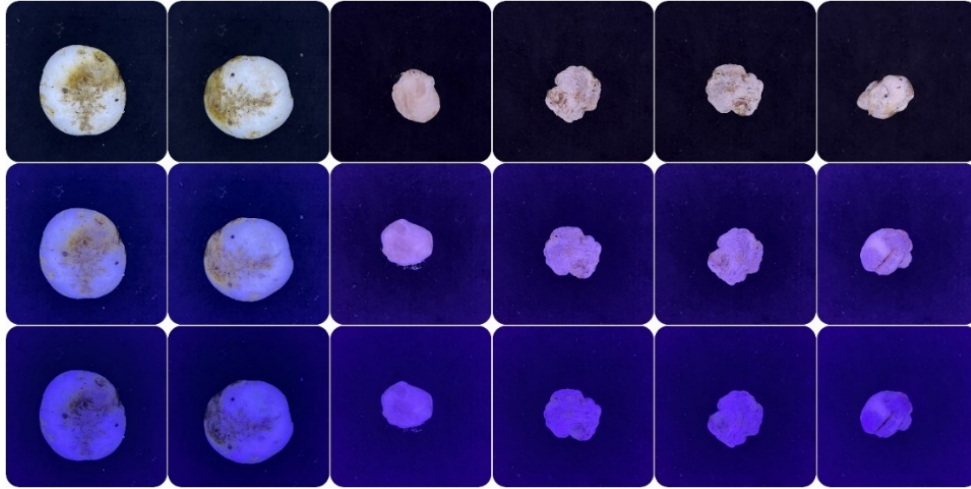
aydınlatma koşulu altında elde edilen görüntüler, ayrı bir sınıflandırma problemi için kullanılacak uygunlukta veriler sunmaktadır. Bu durumun, hastalık sınıflandırma algoritmalarının çeşitli aydınlatma koşulları altında test edilmesine ve başarımı daha yüksek sonuçlar elde edilmesine imkân sağlayacağı düşünülmektedir. Veri seti mimarisinde sınıflandırma yapısı açık bir şekilde gösterilmektedir (Şekil 13).

Ayrıca, veri setinin oluşturulma sürecinde dikkatle seçilen görüntülerin, farklı hastalık gruplarını ve farklı aydınlatma kaynaklarını temsil etmesi, sınıflandırma algoritmalarının çeşitli alternatiflerle test edilmesine imkân tanımaktadır. Mevcut bulgulara göre, sınıflandırma algoritmaları için uygun bir veri setinin oluşturulmasının, başarılı ve etkili hastalık tespiti sistemlerinin geliştirilmesinde kritik bir adım olduğunu göstermektedir.

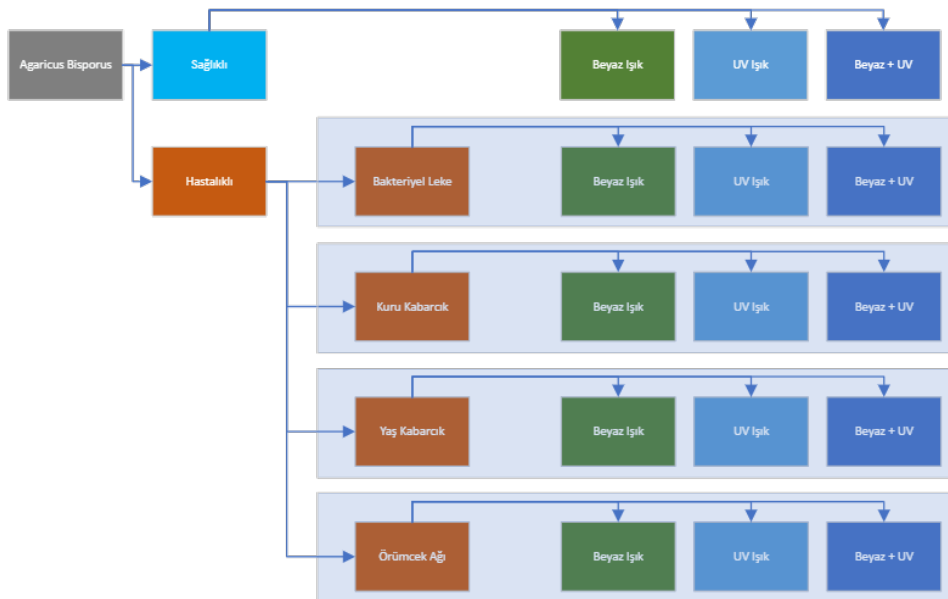
Veri setinde hangi hastalıklara ait görsellerin yer alacağına karar verilirken; ülkemizde mantar üretiminde üst sıralarda (TÜİK, 2023) olan üç ilimizden; Antalya'ya

bağlı Korkuteli ilçesi, Isparta'ya bağlı Sarıidris kasabası başta olmak üzere Konya'ya bağlı Doğanhisar, Kadınhanı, Sarayönü ve Akören ilçelerinde yer alan kültür mantar üretim tesislerine 2023 yılı içerisinde farklı zaman dilimlerinde birden fazla kez düzenlenen ziyaretlerde en sık karşılaşılan mantar yüzeyi hastalık türleri dikkate alınmıştır (Şekil 14). Kompost yüzeyi hastalıkları sınıflandırma problemine uygunluğu tehditte düşüreceği ve karıştırılma ihtimali olmadığı için egale edilmiştir.

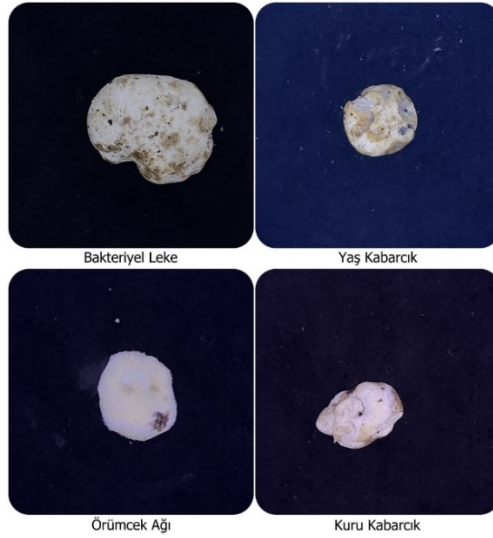
Mantar işletmeleri ziyaretleri sonucunda; Yaklaşık 6200 adet hastalıklı mantar, 1575 adet sağlıklı mantar görüntüsü elde edilmiştir (Her bir aydınlatma ortamı için yaklaşık 2600 adet). Kültür mantarlarında yaygın görülen 4 farklı sınıf hastalık gözlemlenmiştir. Her bir mantar 3 farklı aydınlatma ortamında görüntülenmiştir. Veri setinde yer alan mantar fotoğraflarının sınıflara göre dağılımı sınıfsal dağılım grafiğinde verilmektedir (Şekil 15).



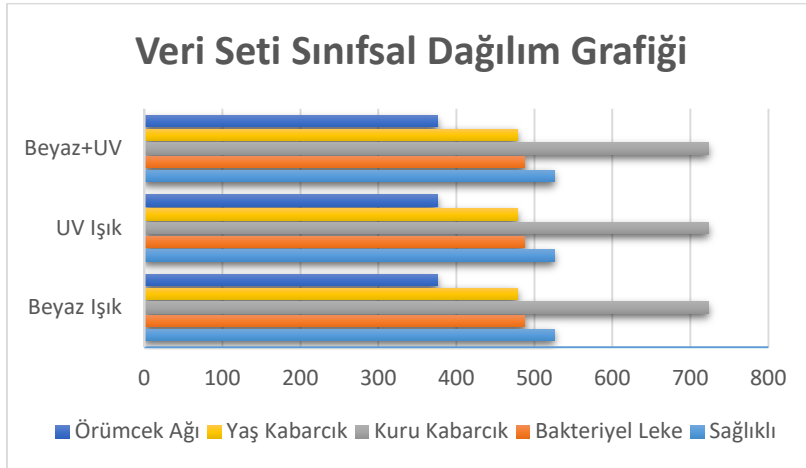
Şekil 12. Farklı aydınlatma ortamlarına ait görüntü örnekleri



Şekil 13. Agaricus bisporus hastalıkları veri seti mimarisi



Şekil 14. Yaygın olarak gözlemlenen hastalıklara ait örnek görseller



Şekil 15. Veri seti sınıfsal dağılım grafiği

### Tartışma

*A. bisporus* türüne ait mantar hastalıklarının görüntü tabanlı sınıflandırılması veri seti ile ilgili yapılmış olan örnekler araştırıldığında; literatürde sadece Zahan ve ark. tarafından 2022 yılında yapılmış olan “Mantar hastalıklarının sınıflandırılmasına yönelik derin öğrenmeye dayalı bir yaklaşım” isimli bir çalışma bulunmaktadır. İlgili çalışmada, ücretsiz çevrimiçi veri tabanlarını kullanarak farklı mantar görsellerinden oluşan bir veri seti geliştirilmiş ve üzerine mantar yetiştirilen çiftlikten fiziksel olarak toplanan mantar görselleri ilave edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen ham veri seti toplam 1148 görselden oluşmaktadır. Veri çoğaltma işlemleri uygulanarak sayının 2536’ya ulaştığı gözlemlenmektedir. İlave olarak mantar hastalığı görüntüleri için üç farklı transfer öğrenme mimarisi uygulandıktan sonra diğerlerinden daha iyi performans

gösteren ResNet15 mimarisini önermişlerdir (Zahan vd., 2022).

Geliştirmiş olduğumuz veri seti ile Zahan ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan veri seti kıyaslandığında; çalışmamız kapsamında geliştirilmiş olan veri setinin gerek görsel adetlerinin fazlalığı gerekse tüm görsellerin mantar üretim tesisleri ziyaretleri ile birebir fiziken elde edilmiş olması, ilk göze çarpan üstünlükleridir. Bunlara ek olarak farklı ışık kaynakları ile elde edilmiş görsellerin varlığı çalışmamızı diğer çalışmadan farklı kılan avantajlar arasında yer almaktadır. Yaygın olan hastalık tiplerinin bölgesel olarak değişkenlik gösterebileceği için veri setlerindeki hastalık sınıflarının da birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen veri setinde; 3 farklı aydınlatma kaynağı esas alınarak her bir aydınlatma seçeneği için 5 farklı gruba (4 adet hastalık ve 1 adet sağlıklı) ait mantar görselleri yer almaktadır. Bu durum

ışık kaynağı farklılıklarına göre hastalık sınıflandırması çalışmak isteyen araştırmacılar için veri setinin çeşitliliği ve zenginliği açısından önemli bir avantaj olarak değerlendirilebilir.

Görüntülerin daha sonra işlenmek üzere saklanması gerekiyorsa, bunların depolandığı format sonraki görüntü işlemeyi etkileyebilir. Joint Photographic Experts Group gibi sıkıştırılmış formatlar, insan gözünün doğasında olan sınırlamalardan yararlanır ve görünmez bilgileri atarak, bellek boyutunun önemli olduğu uygulamalarda bunları kullanışlı hale getirir. Ancak bu format, görüntüde mevcut olan bilgiyi azaltır ve sonraki görüntü işlemeyi zorlaştırabilecek gürültü üretir. Etiketli Görüntü Dosyası formatı veya Bitmap görüntü formatı gibi görüntü kalitesini düşürmeyen formatlar, bilgi kaybının göz ardı edilemeyecek bir faktör olduğu uygulamalar için tavsiye edilir (Cubero vd., 2011).

Çalışma kapsamında alınan fotoğraflar, işlenebilir olması ve sonraki çalışmalarda veri kaybına neden olmaması açısından JPEG olarak tercih edilmemiştir. Bu durumda yapılan çalışmanın avantajları arasında yer almaktadır.

Oluşturulmuş olan veri setinin derin öğrenme veya makine öğrenmesi teknikleri ile şu aşamada test edilmemiş olması, bu çalışmanın sınırlılıklarından biri olarak gösterilebilir. Gelecekteki araştırmalar, bu tekniklerin veri seti üzerinde uygulanmasıyla ilgili daha fazla bilgi sağlayabilir ve sınıflandırma algoritmalarının performansını artırmak için yeni fırsatlar sunabilir.

Veri setinde şu aşamada herhangi bir veri çoklama işlemi uygulanmamıştır. Veri çoklama yöntemleri ile daha nadir bulunan hastalıklara ait görsellerin artırımı

yapılabilir ve böylelikle sınıflar arası kısmi dengesizliklerin ortadan kaldırılması sağlanabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, mantar hastalıklarının tanımlanması ve sınıflandırılması için kullanılacak bir veri setinin oluşturulması ve oluşturulma sürecine dair önemli bir adımı temsil etmektedir.

#### **Yazar Katkıları**

Bu çalışma, Ümit Albayrak'ın doktora çalışmasının bir parçasıdır. Yapılan tüm çalışma aşamaları Ümit Albayrak, Adem Gölcük ve Sinan Aktaş tarafından yapılmıştır. Ayrıca, çalışmanın son taslağı Ümit Albayrak, Adem Gölcük ve Sinan Aktaş tarafından kontrol edilmiş ve onaylanmıştır.

#### **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 (Ümit ALBAYRAK, Adem GÖLCÜK, Sinan AKTAŞ).

#### **Teşekkür**

Bu çalışmada, veri toplama sürecinde mantar işletmeleri ile iletişimimiz konusunda desteklerini esirgemeyen Emekli Öğretmen Mehmet Taşçı'ya, Konya Büyükşehir Belediyesi Ziraat Yüksek Mühendisi Yusuf Akdemir'e ve ziyaret edilen tüm mantar üretim tesisi işletmecilerine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Aggarwal, C. C. (2014). Data classification: Algorithms and applications. İçinde *Data Classification: Algorithms and Applications*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17320>
- Ali, J., Khan, R., Ahmad, N., ve Maqsood, I. (2012). *Random Forests and Decision Trees*. www.IJCSI.org
- Alkan, S., Kaşık, G., ve Akın, İ. (2022). Bazı Yenilebilir Doğal Basidiomycota Türlerinin Mineral Bileşimleri ve Morfolojik Karakterizasyonları. *Mantar Dergisi*, 13(3), 32-40. <https://doi.org/10.30708/Mantar.1205591>
- Bellettini, M. B., Bellettini, S., Fiorda, F. A., Pedro, A. C., Bach, F., Fabela-Morón, M. F., ve Hoffmann-Ribani, R. (2018). Diseases and pests noxious to Pleurotus spp. mushroom crops. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(2), 216-226. <https://doi.org/10.1016/J.RAM.2017.08.007>
- Büyükarıkan, B., ve Ülker, E. (2023). Convolutional neural network-based apple images classification and image quality measurement by light colors using the color-balancing approach. *Multimedia Systems*, 29(3), 1651-1661. <https://doi.org/10.1007/S00530-023-01084-Z/Figures/5>
- Cubero, S., Aleixos, N., Moltó, E., Gómez-Sanchis, J., ve Blasco, J. (2011). Advances in Machine Vision Applications for Automatic Inspection and Quality Evaluation of Fruits and Vegetables. *Food and Bioprocess Technology*, 4(4), 487-504. <https://doi.org/10.1007/S11947-010-0411-8/TABLES/3>
- Doğan, F., ve Türkoğlu, İ. (2018). The Comparison Of Leaf Classification Performance Of Deep Learning Algorithms. *Sakarya University Journal Of Computer And Information Sciences*, 1.
- Eren, E., ve Pekşen, A. (2019). Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler. *The Journal of Fungus*, 10(3), 225-233. <https://doi.org/10.30708/Mantar.649141>
- Fazil Fayaz Wani, Z. A., W. A. Dar, H. G., ve Sheikh, P. A. (2021). Diseases of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*)- A Potential Threat to Mushroom Industry. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(2), 2076-2085. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2021.1002.247>
- Ghorai, S., Banik, S. P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S., ve Khowala, S. (2009). Fungal biotechnology in food and feed processing. *Food Research International*, 42(5-6), 577-587. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2009.02.019>
- Golcuk, A., ve Yasar, A. (2023). Classification of bread wheat genotypes by machine learning algorithms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 119, 105253. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2023.105253>
- Golcuk, A., Yasar, A., Saritas, M. M., ve Erharman, A. (2023). Classification of Cicer arietinum varieties using MobileNetV2 and LSTM. *European Food Research and Technology*, 249(5), 1343-1350. <https://doi.org/10.1007/S00217-023-04217-W/TABLES/3>
- Gómez-Sanchis, J., Moltó, E., Camps-Valls, G., Gómez-Chova, L., Aleixos, N., ve Blasco, J. (2008). Automatic correction of the effects of the light source on spherical objects. An application to the analysis of hyperspectral images of citrus fruits. *Journal of Food Engineering*, 85(2), 191-200. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2007.06.036>
- Hornberg, Alexander. (2017). *Handbook of Machine and Computer Vision : the Guide for Developers and Users*. John Wiley ve Sons, Incorporated. [https://books.google.com/books/about/Handbook\\_of\\_Machine\\_and\\_Computer\\_Vision.html?hl=tr&id=Ax0jDgAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Handbook_of_Machine_and_Computer_Vision.html?hl=tr&id=Ax0jDgAAQBAJ)
- Jogin, M., Mohana, Madhulika, M. S., Divya, G. D., Meghana, R. K., ve Apoorva, S. (2018). Feature extraction using convolution neural networks (CNN) and deep learning. *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology, RTEICT 2018 - Proceedings*, 2319-2323. <https://doi.org/10.1109/RTEICT42901.2018.9012507>
- Kaşık, G. (2010). *Mantar Bilimi*. Marifet Matbaa ve Kağıtçılık.
- Kecman, V. (2005). *Support Vector Machines – An Introduction*. 1-47. [https://doi.org/10.1007/10984697\\_1](https://doi.org/10.1007/10984697_1)
- Kramer, O. (2013). *K-Nearest Neighbors*. 13-23. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38652-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38652-7_2)
- Öztürk, C., ve Kaşık, G. (2000). *Kültür Mantarı (Agaricus bisporus) Yetiştiriciliği*. Marifet Matbaa ve Kağıtçılık.
- Pasban, A., Mohebbi, M., Pourazarang, H., ve Varidi, M. (2014). Effects of endemic hydrocolloids and xanthan gum on foaming properties of white button mushroom puree studied by cluster analysis: A comparative study. *Journal of Taibah University for Science*, 8(1), 31-38. <https://doi.org/10.1016/J.JTUSCI.2013.09.004>
- Rajput, A. S., Shukla, S., ve Thakur, S. S. (2023). SoyNet: A high-resolution Indian soybean image dataset for leaf disease classification. *Data in Brief*, 49, 109447. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2023.109447>
- Sesli, E., Asan, A. ve Selçuk, F. (edlr.) 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., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları.
- TÜİK. (2023). *TÜİK Bitkisel Üretim Verileri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>.
- Wang, F., Zheng, J., Tian, X., Wang, J., Niu, L., ve Feng, W. (2018). An automatic sorting system for fresh white button mushrooms based on image processing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 416-425. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2018.06.022>
- Yasar, A., Golcuk, A., ve Sari, O. F. (2023). Classification of bread wheat varieties with a combination of deep learning approach. *European Food Research and Technology*, 250(1), 181-189. <https://doi.org/10.1007/S00217-023-04375-X/Tables/5>
- Zahan, N., Hasan, M. Z., Uddin, M. S., Hossain, S., ve Islam, S. F. (2022). A deep learning-based approach for mushroom diseases classification. *Application of Machine Learning in Agriculture*, 191-212. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90550-3.00005-9>



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Koparan Y., & Alkan S. (2024). Gelecekte Mantarların Kullanım Alanları: Sürdürülebilir Tasarım Ürünleri Olarak Mantarlar, *Mantar Dergisi*, 15(1), 43-49.

Geliş(Received) :14.03.2024

Kabul(Accepted) :07.04.2024

Review Article


Doi: 10.30708.mantar.1452885

## Gelecekte Mantarların Kullanım Alanları: Sürdürülebilir Tasarım Ürünleri Olarak Mantarlar

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

\*Sorumlu yazar: [yaseran@hotmail.com](mailto:yaseran@hotmail.com)

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Konya /[yaseran@hotmail.com](mailto:yaseran@hotmail.com) 

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Çumra UBYO, Organik Tarım İşletmeciliği, Konya/  
[sinanalkan42@gmail.com](mailto:sinanalkan42@gmail.com) 

**Öz:** Dünya nüfusunun artışı, sanayileşme, teknolojik gelişmeler, üretim ve tüketimin artmasına yol açmıştır. Bu durum doğal kaynakların bilinçsizce kullanılmasına, çevre kirliliğine ve hammadde sorununu ortaya çıkararak dünya için bir tehdit oluşturmaktadır. İhtiyaçların karşılanması ve doğal kaynakları koruma adına sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilirlik günümüz ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan doğal ve yenilenebilir kaynakları gelecek nesillere de bırakmayı ifade etmektedir. Daha temiz çevre ve doğal kaynakların korunması adına sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir tasarım, sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir turizm, sürdürülebilir yaşam gibi kavramlar oluşmuştur.

Mantarlar doğada kolay çözünebilir ve çevreye zarar vermezler. Bu özellikleri onları sürdürülebilir bir malzeme seçeneği haline getirir. Mantar yetiştiriciliği, diğer tarım türlerine kıyasla çok daha az sera gazı emisyonu üretir. Bu durum onları iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir araç haline getirir. Mantarlar, deri, plastik ve köpük gibi birçok malzemenin sürdürülebilir alternatifleri olarak kullanılabilir. Geri dönüştürülebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir olması nedeniyle mantar bazlı deri, tekstil, mobilya, inşaat ve ambalaj gibi birçok alanda çevre dostu ürün olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, mantarların gıda kaynağı olmasının yanı sıra sürdürülebilir bir ürün olarak deri, tekstil, köpük, inşaat malzemesi gibi sektörlerdeki kullanım alanları incelenmiştir. Mantarların kullanım alanları ile ilgili farkındalık yaratarak, bu alanlarının artırılmasını ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamak amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Biyomateryal, Misel, Mantar, Tasarım

### Future Uses Of Fungi: Fungi As Sustainable Design Products

**Abstract:** The increase in the world has led to industrialization, technological developments, and increased production and consumption. This situation poses a threat to the world by causing unconscious use of natural resources, environmental pollution and raw material problems. The concept of sustainability has emerged in order to meet needs and protect natural resources. Sustainability means leaving the natural and renewable resources used to meet today's needs to future generations. Concepts such as sustainable agriculture, sustainable design, sustainable energy, sustainable tourism and sustainable life have been created in the name of a cleaner environment and protection of natural resources.

Fungi are easily biodegradable and do not harm the environment. These properties make them a sustainable material option. Fungi cultivation produces much less greenhouse gas emissions than other types of agriculture. This makes them an important tool in the fight against climate change. Fungi can be used as sustainable alternatives to many materials such as leather,



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.



plastic and foam. Because it is recyclable and biodegradable, fungi-based leather is used as an environmentally friendly product in many areas such as textiles, furniture, construction and packaging. In this research, in addition to being a food source, the usage areas of fungi as a sustainable product in sectors such as leather, textile, foam and construction materials were examined. It is aimed to raise awareness about the usage areas of fungi, to increase these areas and to contribute to sustainable development.

**Keywords:** Sustainability, Biomaterial, Mycelium, Fungi, Design

## Giriş

Yirminci yüzyılda, dünyanın en önde gelen sorunları arasında çevre sorunları yer almaktadır. Çevre sorunlarının sebepleri; nüfus artışına, buna bağlı olarak ihtiyaçların artmasına, iklim değişikliğine, sanayileşmeye, teknolojik gelişmelere bağlıdır (Baykal ve Baykal, 2008). Bu sebepler doğanın ve çevrenin kirlenmesine yol açmaktadır.

Doğal kaynakların bilinçsizce kullanılması, özellikle insanlar tarafından sınır tanımayan, insafsız bir biçimde kullanılması, tükenmez sanılan kaynakların tükenmesine, tür ve biyoçeşitliliğin azalmasına sebep olmuştur (Tozar ve Ayaşlıgil, 2007; Yılmaz ve ark., 2015). Bu tehlikenin büyüklüğü toplumsal kaygılara yol açmış, sürdürülebilirlik ve yeşil tasarım kavramlarının ortaya çıkarmıştır. Sürdürülebilirlik "bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" şeklinde tanımlanmaktadır (Can ve Ayvaz, 2017). Çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili kavramlar ilk olarak 1960'lı ve 1970'li yıllarda ortaya çıkarak önem kazanmıştır. Daha sonra 1972 Stockholm Konferansında ele alınmıştır. (Metlioğlu ve Yakın, 2021). 1992 yılında ise gerçekleşen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Dünya Zirvesi) sürdürülebilirlik kavramının uluslararası alanda daha fazla önem kazanmasını sağlamıştır. Bu zirvede, çeşitli çevresel sorunlara dikkat çekilmiş, iklim değişikliği, biyoçeşitlilik, ormansızlaşma ve diğer çevresel sorunlara odaklanarak sürdürülebilirlik hedeflerini gündeme getirmiştir (Batur, 2023; Kaya ve Ek, 2021). Sürdürülebilirlik için yeşil tasarımlar yapılmaya başlanmıştır. Yeşil tasarım, çevreye duyarlı, ekolojik, sürdürülebilir, düşük karbonlu ürün yaşam döngüsüne sahip tasarımlar üretmeye amaçlamaktadır. Yeşil tasarımın temel ilkesi, ürün tasarımında işlevsel, kaliteli, düşük maliyetli kaynak kullanımını en üst düzeye çıkararak, üretim ve tüketimde çevre kirliliğini en aza indirmektir (Yuan ve Tang, 2021). Bu bağlamda günümüzde daha temiz, sağlıklı bir çevre ve gelecek için endüstrinin çevresel etkilerini azaltmayı hedeflemek adına sürdürülebilir odaklı yeşil tasarım yaklaşımları kullanılmaya başlanmıştır. Mantarlar da sürdürülebilirlik arayışında önemli rol oynayan biyolojik materyaller

arasında yer almaktadır. Mantar yetiştiriciliği insanlara beslenme ve gelir sağlamanın yanı sıra, atıkların geri dönüştürülmesine yönelik ekosistemlere entegre edilebilmektedir (Spinosa vd. 2008). Mantarlar, doğanın bize sunduğu en şaşırtıcı ve çok yönlü organizmalardan biridir ve mantar ürünleri, dünyada daha sürdürülebilir bir geleceğe yönelik değişimin temel yapı taşıdır (Lange, 2010).

Mantarlar, ökaryotik, klorofilsiz tipik olarak filamentöz (ipliksi) spor meydana getiren, çepelere çoğunlukla kompleks karbonhidratlar ile kitin, bazen de selüloz içeren canlılardır (Kaşık ve ark., 2005). Çıplak gözle görülebilen ve gelişmiş türleri elle toplanabilecek kadar büyük, belirgin meyve veren gövdelere sahip yapılardır (Öztürk ve Kaya, 2022). Doğada gözle görülebilen mantarlar aslında toprak altında veya ağaç parçaları ve gövdeleri içerisinde gelişen mantar misellerinin agregatlaşmasıyla yoğunlaşan miselyum mantarın meyvesi olarak tanımlanır ve mantarın sadece meyve veren gövdesi görülmekte, geri kalanı miselyum olarak toprak altında kalmaktadır (Wani ve Wani, 2010). Mantarlar bünyesinde kitin gibi değerli yapısal polimerlerin doğal ve yenilenebilir bir kaynağını barındırmaktadır (Webster ve Weber, 2007) Mantar kaynaklı kitin hiflerin hücre duvarları içinde bulunur. Bu hücreler hif hücrelerinden oluşan bir miselyum dokusu oluşturmak üzere çoğalan uzun iplik şeklindeki yapılardır (Jones ve ark., 2021). Besin değeri, tıbbi potansiyeli ve çeşitli endüstrilerde kullanılabilirliği ile bilinen mantarlar, son yıllarda akıllı ve sürdürülebilir bir üretim hammaddesi kaynağıdır. Bu canlılardan elde edilen yan ürünleri ve atıkları kitin ve  $\beta$ -glukan bazlı süngerimsi yapılar, kâğıt ve tekstil gibi esnek mantar kökenli malzemelere dönüştürmek için kullanılabilir (Gandia ve ark., 2021). Oldukça esnek bir üretim platformu olan mantarlardan, kâğıt ve deri benzeri malzemeler, mobilyalar, ambalaj, tekstil ve yapı malzemeleri gibi ürünler üretilebilmektedir.

Bulam ve ark., (2022) yaptıkları çalışmada mantarları geçmişten günümüze Anadolu'da mantarların eknomikolojik açıdan değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada mantarlar besinsel yönden değerlendirilirken günümüzde mantarlardan sadece besinsel olarak değil sanat, tasarım, biyoteknoloji, çevre bilimi, geri dönüşüm ve

sürdürülebilirlik açısından elde edilen ürünler kullanılmaktadır.

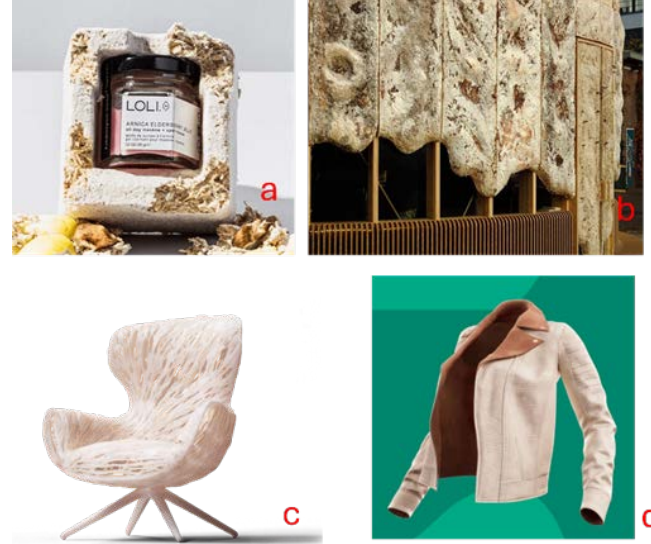
Öden (2019) yaptığı çalışmada mantarların çevre kirleticilerine karşı (organik, inorganik ve biyolojik kökenli) ekonomik ve doğal ürünlerin kullanımı ve araştırılması yönünde derleme bir çalışma yapmıştır. Sonuç olarak "Pleurotus" (İstiridye mantarı (Sesli ve ark., 2020)) cinsi mantar türleri çevre kirleticilerine karşı oldukça tercih edildiği görülmüştür.

Geçmişten günümüze mantarların besin olarak kullanılmasının yanı sıra farklı bir alem olarak (Kaşık, 2010) incelenen mantarlar çeşitli disiplinler arası çalışmalar ile çevre dostu faydalı ürünler elde edilmiştir (Kim ve ark., 2017; URL1, Camere ve Karana, 2017). Bu sayede sürdürülebilirlik ve çevre dostu pek çok ürün ticarileşmiştir. Bu nedenle mantarların gelecekte biyoteknolojiden inşaat sektörüne, sanat tasarımdan çevre bilimine kadar pek çok alanda farklı amaçlar için kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada mantarların daha sürdürülebilir ve geri dönüşümlü kullanım alanlarının tanıtılması amaçlanmıştır. Bu derlemede bu ürünler tanıtılmaya çalışılmıştır.

### Bulgular

Miselyum, mantarların vejetatif kısmını oluşturan iç içe geçmiş, iplik benzeri hiflerden oluşan bir ağıdır. 'Hif', misellerin uzanarak ve dallara ayrılarak bir ağa dönüştüren filamentli mantarların en temel gelişim birimidir (Kavanagh, 2011). Miselyum tek başına bir malzeme (örneğin vegan deri) olarak kullanılabilirdiği gibi kompozit bir malzemenin takviyesi olarak da kullanılabilir (Kim ve ark., 2017). MycoWorks, NEFFA (New Fashion Factory), Evocative Design ve MOGU gibi şirketler miselyumdan kompozit maddeler tasarlayarak mantarları ticari anlamda kullanmaya başlamışlardır.

Miselyum bazlı malzemelerin araştırma ve geliştirilmesinde lider konumda olan Eben Bayer ve Gavin McIntyre tarafından 2007 yılında kurulan ABD merkezli Ecovative şirkettir. Bu şirkette mantarlardan kompozit malzemeden hayvansal deri yerine geçen tekstil malzemesine kadar birçok ürün elde edilmiş ve ticareti yapılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Ecovative şirketi tarafından mantar miselinden üretilen ürün örnekleri a) ambalaj b) yapı malzemesi c) sandalye d) deri ceket (URL1, Erişim Tarihi: 25.02.2024)

Tasarımcı Danielle Trofe mantarın misellerini kullanarak doğada %100 çözünebilen, sürdürülebilir ve şık lambalar ve saksılar tasarlamıştır. Mantarın miselyum dokusunu malzeme olarak ilk defa Ecovative şirketi kullanmıştır. Danielle Trofe, Ecovative'in alışılmadık malzemelerinden örnekler alarak şirkete aydınlatma endüstrisi konusundaki fikirlerinden söz etmiştir. Danielle Trofe, yıllar içinde mantarın miselyum dokusunu oluşturan miselleri büyütür ve kalıba alarak lamba tasarlama tekniğini geliştirmeyi başarmıştır. Bu tasarımlardan "MushLume" adlı koleksiyonunu oluşturmuştur (Şekil 2). Ticari bir site olduğu için kullanılan mantar türü belirtilmemiştir, bu ürünlerin mantar misellerinden üretildiği belirtilmiştir. Trofe, doğada bulunan modelleri inceleyip taklit ederek insanların problemlerine çözüm bulmayı amaçlayarak çevreye dost, sürdürülebilir, biyolojik tasarımlı mantar lambaları tasarlayarak dekorasyon anlayışını doğal bir boyuta taşımıştır.



Şekil 2: Danielle Trofe'un mantardan oluşturduğu "mushlume" adlı koleksiyonundan örnekler (URL2, Erişim Tarihi: 25.02.2024)

Philip Ross, Sofia Wang ve Eddie Pavlu tarafından MycoWorks şirketi 2013 tarihinde kurulmuştur. MycoWorks miselyum ve tarımsal yan ürünlerden karbon negatif bir süreçte hızla yetiştirilen yeni bir deri türü oluşturmayı başarmışlardır. Kurucu ortağı Philip Ross, mantarların güzelliğinden ve yaşam döngülerinden ilham alarak 1990'larda sanat ve tasarım malzemesi olarak miselyum üretmeye başlamış ve kısa süre sonra reishi mantarı ile çalışarak heykeller yapmıştır (Şekil 3) (Karana vd. 2018). 2009 yılında sanatçı, tasarımcı ve mucit Philip Ross, miselyum tuğlalardan inşa edilmiş olan Mycotecture Alpha'yı tasarlamıştır.



Şekil 3: Philip Ross tarafından Reishi mantarının miselinden yapılan tuğla örnekleri (URL 3, Erişim Tarihi: 27.02.2024)

Bu tasarım ürünlerinin yanı sıra MycoWorks şirketi Reishi (*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. (reyşi (Sesli

ve ark., 2020)) mantar miselinden hayvansal deri benzeri üretim yaparak ayakkabı, çanta, şapka, mont gibi giyim eşyası üretiminde de yerini almıştır (Şekil 4).



Şekil 4: MycoWorks şirketi tarafından miselden oluşturulan deri ürünler (URL 3, Erişim Tarihi: 27.02.2024)

Hollanda kökenli NEFFA şirketi, Şirketin kurucusu Aniela Hoitink'in de içinde bulunduğu birçok sanatçı ve tasarımcıyla birlikte miselyumları kullanarak giysi hitasarlamaşlardır. MycoTEX adını verdikleri miselyum bazlı %100 biyoçözünür bir malzemeyi kullanarak, "Mycelium Design" projesinin bir parçası olarak, üç boyutlu modelleme tekniğiyle biyoçözünür kumaş oluşturmuşlardır (Camere ve Karana, 2017). Giysiler için tekstil benzeri malzemeler yapmak amacıyla saf miselyum kullanılmış ve bu yeni tekstilden kesmeye ve dikmeye gerek kalmadan doğrudan mankenin vücut şekli üzerinde oluşturulmasıyla üretilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: NEFFA şirketi tarafından miselyumdan üretilen kıyafet (URL 4, Erişim Tarihi: 28.02.2024)

Neffa şirketinin yaptığı MycoTEX çalışmasına benzer bir çalışmayı da Donna Franklin isimli

Avustralya'lı sanatçı kumaş üzerinde yaşayan mantarlar olan "Fiber Reaktif" projesine yapmıştır. Bu projede *Trametes coccinea* (Fr.) Hai J. Li & S.H. He güncel ismi ile tanınan ancak yapılan çalışmada *Pycnoporus coccineus* (Fr) Bondartsev & Singer ismi ile bilinen mantar çalışmada kullanılmıştır. Bu yöntem kullanılırken mikrobiyolojiden de faydalanılmıştır. Uygun ortam ve mantarlar için besin sağlanmış kumaş manken üzerine giydirildikten sonra mantarın bu kumaşa nakli sağlanmıştır. Uygun ortam oluştuktan sonra mantar bu kumaş üzerinde gelişerek tıpkı bir gece elbisesi gibi mankenin üstünü kaplamıştır (Şekil 6).



Şekil 6: Donna Franklin'in mantardan tasarladığı elbise (URL 5, Erişim Tarihi: 05.03.2024)

Miselyum bazlı malzemeleri yetiştirip kullanan diğer tasarımcılar Eric Klarenbeek ve Maurizio Montalti'dir. Eric Klarenbeek malzemeyi sanatsal mobilyalara dönüştürmüş ve 3D baskı gibi ileri teknolojileri bir araya getirerek şekillendirme özgürlüğünü vurgulamıştır (Şekil 7). Maurizio Montalti ise biyolojik olarak tasarlanmış bir gelecek öngören tamamen işlevsel ve sanatsal çeşitli ürünlerde malzemeyi somutlaştırmıştır (Şekil 8).

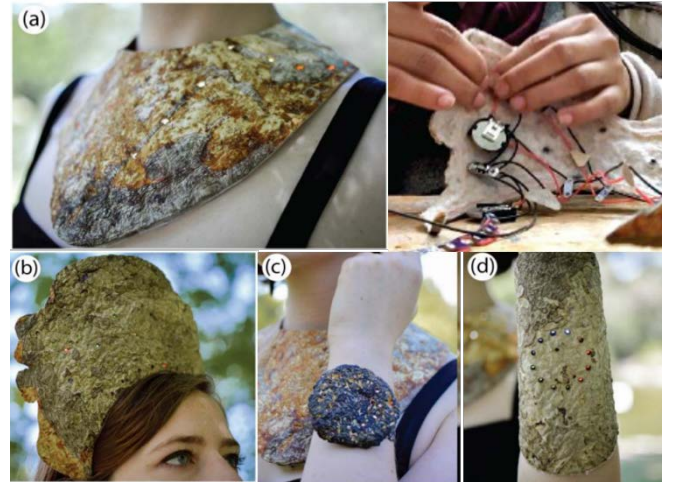


Şekil 7: Eric Klarenbeek'in miselden yaptığı dekoratif biblolar (URL 6, Erişim Tarihi: 05.03.2024)



Şekil 8: Maurizio Montalti'nin miselden yaptığı ürünler (URL 7, Erişim Tarihi: 07.03.2024)

Vasquez ve Vega, 2019'da yaptıkları "Myco-accessories: Sustainable Wearables with Biodegradable Materials" adlı çalışmalarında, biyomateryaller ve elektroniği iç içe geçirerek giyilebilir cihazların sürdürülebilir bir şekilde prototiplenmesine katkıda bulunmayı amaçlamışlardır. Bu nedenle ısıya dayanıklılık, termal direnç ve hidrofobik özelliklere sahip, biyolojik olarak parçalanabilen özelliğe bulunan miselyum kullanılmışlardır. Bunun için miselyum hazırlamışlar ve aksesuar olarak kolye, taç, bileklik yapmışlardır. Daha sonra bu aksesuarlara laminasyon tekniğiyle elektronik parçalar eklenmişlerdir (Şekil 9). Böylelikle aksesuarlar kullanılmaz hale geldiğinde elektronik malzeme yeniden kullanılabilirliği devam edecek ve her iki malzemenin de sürdürülebilir kullanımı sağlanmış olacaktır.



Şekil 9: Miselyumdan aksesuarlar a) kolye ve laminasyon tekniği elektronik bağlama b) taç c-d) bileklik (Vasquez ve Vega, 2019)

Ecovative polistiren, polietilen veya polipropilen gibi petrol bazlı ambalaj köpüklerinin yerine miselyum bazlı malzemeden ambalaj üretmiştir (Şekil 9). Şirket köpük ambalajın geleneksel formunu koruyarak ve üç ana özelliği (biyo bazlı olmak, biyolojik olarak parçalanabilir olmak ve yüksek koruma özelliklerine sahip olma gibi özellikleri) barındırmaktadır. Dolayısıyla paketleme, miselyum bazlı kompozitler için teknik/çevresel açıdan anlamlı olan nispeten basit bir uygulama fikridir. Ecovative örneğinde şirket, polistiren köpükten yapılmış ambalajın tam formunu koruyarak bu yeni ve ortaya çıkan malzemenin toplum tarafından daha kolay kabul edilmesini sağlamaya çalışmıştır (Karana ve ark., 2018).



Şekil 9: Miselyum köpükten şarap şişesi (Karana ve ark., 2018)

### Sonuç

Miselyumlar, çok çeşitli endüstriyel uygulamalarla gelecek vaat eden uygun maliyetli, çevresel olarak sürdürülebilir, biyolojik kaynaklı ve çok yönlü malzemelere dönüşüyor. Sığır derisi, sentetik köpükler, yalıtım malzemesi, tekstil ürünleri ve yüksek kâğıt benzeri malzemeler gibi oldukça zengin ve çeşitli tür grup ürünler

için alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Daha sürdürülebilir çözümler için mantarların potansiyelinin ortaya çıkarılması ve kullanılması, çevre koşullarının azaltılması ve doğal kaynakların korunması açısından büyük öneme sahiptir.

Çalışmadaki tasarımlardan yola çıkarak özellikle son yıllarda miselyum kökenli ürün tasarımlarına ilginin arttığı, araştırılması ve geliştirilmesinde hızlı bir büyüme olduğu görülmektedir. Bu tür tasarımlar ve buluşlar günümüzde ve gelecekte insanların yaşamlarını kolaylaştıran ve yaşam kalitesini artıran ürünler olup buna benzer ürünlere ışık tutmaktadır. Bilimsel açıdan kozmopolit çalışmalar bu tür ürünlere olanak sağlayacaktır. Bu da dünyanın daha yaşanılabilir bir ortam olmasına fayda sağlayacaktır. Sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm çalışmaları ile insanlığın en büyük korkusu olan doğal kaynakların bilinçsizce kullanılması, çevre kirliliği ve hammadde sorununun hafifletilmeye çalışılması ön görülmektedir. Bu sayede dünyamız daha yaşanılır bir ortam olup gelecek nesillere temiz bir dünya bırakmayı amaçlamamız gerekmektedir.

Derleme olan bu çalışmada, miselyumun tasarım alanında ve sürdürülebilir ürün olarak kullanımına yer verilmiş ve gelecekteki tasarımlara kaynak oluşturması amaçlanmıştır.

### 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).

**Kaynaklar**

- Batur, G. (2023). Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Stratejileri: Tekstil Endüstrisinde Moda Tasarımcısının Rolü. *Kesit Akademi*, 9(36), 70-96.
- Baykal, H., ve Baykal, T. (2008). Küreselleşen Dünya'da Çevre Sorunları/Environmental Problems in a Globalized World. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9).
- Bulam, S., Pekşen, A., ve Üstün, N. (2022). Ethnomycological Studies in Anatolia from Past to Present. *Mantar Dergisi*, 13(3), 144-156.
- Camere, S., ve Karana, E. (2017, June). Growing materials for product design. In *Alive. Active. Adaptive: proceedings of International Conference On Experiential Knowledge And Emerging Materials (EKSIG 2017)* (pp. 101-115).
- Can, Ö. ve Ayvaz, K. M. (2017). Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 3(1), 110-119.
- Gandia, A., van den Brandhof, J. G., Appels, F. V., ve Jones, M. P. (2021). Flexible Fungal Materials: Shaping the Future. *Trends in Biotechnology*, 39(12), 1321-1331.
- Jones, M., Gandia, A., John, S., ve Bismarck A. (2021). Leather-Like Material Biofabrication Using Fungi, *Nature Sustainability*, 4, 9–16
- Karana, E., Blauwhoff, D., Hultink, E. J., ve Camere, S. (2018). When the Material Grows: A Case Study on Designing (with) Mycelium-Based Materials. *International Journal of Design*, 12(2).
- Kaşık, G., Öztürk, C., Doğan, H.H., Aktaş, S. ve Demirel, G. (2005). *Mikoloji Laboratuvarı*. Marifet Ofset Matbaa & Kağıtçılık, Konya.
- Kaşık, G. (2010). *Mantar Bilimi*, Marifet Matbaa ve Yayıncılık, Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Konya.
- Kaya, F., ve Ek, H. N. (2021). Kalkınmanın Çevre Sorunları Üzerine Etkisi: Sürdürülebilir Kalkınma Kavramına Bütüncül Bir Bakış. *City Health Journal*, 2(2), 79-84.
- Kavanagh, K. (Ed.). (2017). *Fungi: Biology and Applications*. John Wiley & Sons.
- Kim, D. S., Kim, Y. W., Kim, K. J., ve Shin, H. J. (2017). Research Trend and Product Development Potential of Fungal Mycelium-Based Composite Materials. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, 174-178.
- Lange, L. (2010). The Importance of Fungi for a More Sustainable Future on Our Planet. *Fungal Biology Reviews*, 24(3-4), 90-92.
- 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.
- Öden, M. K. (2019). An Investigation of The Use of Mushrooms in The Research on Environmental Pollution. *Mantar Dergisi*, 10(2), 167-174.
- Öztürk, N., ve Kaya, E. E. (2022). Popüler Mantarların Besin Değerleri ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda Dergisi*, 47(4), 539-563.
- 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., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., ve Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını.
- Spinosa, R., Stamets, P., ve Running, M. (2008). Fungi and Sustainability. *Fungi*, 1(1), 38-43.
- Tozar, T., ve Ayaşlıgil, T. (2007). Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği İçin Geliştirilen Ekolojik Planlama Yöntemleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 58(1), 17-36.
- Url 1: <https://www.ecovative.com/> (Erişim Tarihi: 25.02.2024)
- Url 2: <https://bigumigu.com/haber/mantar-kokunden-dogal-lambalar/>(Erişim Tarihi: 25.02.2024)
- Url 3: <https://www.mycoworks.com/>(Erişim Tarihi: 27.02.2024)
- Url 4: <https://sifiratik.co/2018/08/16/mycotexten-giyilebilir-mantarlar/>(Erişim Tarihi: 28.02.2024)
- Url 5: <https://ucsdvis159.wordpress.com/2015/02/01/case-study-fibre-reactive-by-donna-franklin/>(Erişim Tarihi: 05.03.2024)
- Url 6: <https://www.dezeen.com/2013/10/20/mycelium-chair-by-eric-klarenbeek-is-3d-printed-with-living-fungus/>(Erişim Tarihi: 05.03.2024)
- Url 7: <https://www.fkv.de/en/maurizio-montalti/>(Erişim Tarihi: 07.03.2024)
- Vasquez, E. S. L., ve Vega, K. (2019). Myco-accessories: Sustainable Wearables with Biodegradable Materials. *In Proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers* (pp. 306-311).
- Yılmaz, A., Bozkurt, Y., ve Taşkın, E. (2015). Doğal Kaynakların Korunmasında Çevre Yönetiminin Etkinliği. *1. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (13).
- Yuan, Q., ve Tang, L. Y. (2021). The Principles in Green Design. *In E3S Web of Conferences* (Vol. 259, p. 02002). EDP Sciences.
- Wani, B. A., Bodha, R. H., ve Wani, A. H. (2010). Nutritional and Medicinal Importance of Mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24), 2598-2604.
- Webster, J. ve Weber, R. (2007). *Introduction to Fungi*. Cambridge Univ. Press.



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Pak E.N. (2024). Kanserle Savaşta Doğal bir Güç: Tıbbi Mantarlardaki Hispolonun Anti-Kanser Etkileri, *Mantar Dergisi*, 15(1), 50-59.


Geliş(Received) :18.03.2024  
Kabul(Accepted) :14.04.2024

Review Article  
Doi: 10.30708.mantar.1454931

## Kanserle Savaşta Doğal bir Güç: Tıbbi Mantarlardaki Hispolonun Anti-Kanser Etkileri

Elif Nisa PAK<sup>1\*</sup>

\*Sorumlu yazar: [elifnisa.pak@kilis.edu.tr](mailto:elifnisa.pak@kilis.edu.tr)

<sup>1</sup>Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis/Türkiye 

**Öz:** Kanser ülkemizde ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almaktadır ve dünya çapında önemli bir halk sağlığı sorunudur. Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, özellikle besinlerden elde edilen doğal bileşikler birçok kanser önleyici ilaç ya da takviye olarak tanımlanmıştır. Fakat bunların çok azı ya ileri klinik deneylerde ya da terapötik kullanım için hâlihazırda onaylanmıştır. Hispolon, geleneksel olarak kanser tedavisi dâhil birçok hastalık tedavisinde kullanılan tıbbi mantar türlerinde karşımıza çıkan stirilpiron grubundan fenolik bir bileşiktir. Bu derlemede amacımız, hispolon bileşiğinin anti-kanser etkilerini ve bu etkilerin olası mekanizmalarını açıklamaktır. Biyoaktif doğal bileşik olan hispolonun, hücre döngüsünü durdurma, apoptotik, anti-proliferatif, tümör gerilemesi, anti-metastatik gibi mekanizmalar yoluyla anti-kanser etki gösterdiği bildirilmiştir. Hispolonla ilgili çalışmalar daha yeni ve mekanizmaları, toksisitesi tam olarak anlaşılmalı değildir.

Ek olarak, nerdeyse tüm çalışmalar hücre düzeyindedir. Hispolonun, anti-kanser bir ilaç olarak ya da alternatif bir takviye olarak kullanımı için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** Tıbbi Mantarlar, Hispolon, Anti-kanser, Mekanizmalar

### A Natural Power to Fight Cancer: Anti-Cancer Effects of Hispolone in Medicinal Mushrooms

**Abstract:** Cancer is the second leading cause of death in our country and is an important public health problem worldwide. In the past few years, natural compounds, especially those derived from food, have been identified as many anti-cancer drugs or supplements. But very few of them are either in further clinical trials or already approved for therapeutic use. Hispolone is a phenolic compound from the styrylpyrone group, which is found in medicinal mushrooms, which are traditionally used in the treatment of many diseases, including cancer treatment. Our aim in this review is to explain the anti-cancer effects of the hispolone compound and the possible mechanisms of these effects. It has been reported that hispolone, a bioactive natural compound, has anti-cancer effects through mechanisms such as cell cycle arrest, apoptotic, anti-proliferative, tumor regression, and anti-metastatic. Studies on Hispolone are new and its mechanisms and toxicity are not fully understood.

In addition, almost all studies are at the cellular level. More clinical studies are needed for the use of Hispolone as an anti-cancer drug or as an alternative supplement.

**Keywords:** Medicinal Mushrooms, Hispolon, Anti-cancer, Mechanisms

## Giriş

Kanser ülkemizde ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almaktadır ve dünya çapında önemli bir halk sağlığı sorunudur (Türkyılmaz vd., 2017). Küresel olarak yaklaşık her 6 ölümden biri kanser kaynaklıdır ve ülkemizde ise bu oran 5 ölümden biri şeklindedir (WHO, 2020; TÜİK, 2017). Kanser tipine bağlı olarak kemoterapi önemli bir tedavi seçeneği olmaya devam etmektedir. Son yıllarda antikanser ajanlarının gelişiminde bir artış olsa da, tedaviler çoğu zaman etkisizdir ve hastalar sıklıkla nükseder. Çoklu ilaç direnci, toksisite gibi sorunlar kemoterapi başarısızlığının ana nedenleri olmaya devam etmektedir (Balaji vd, 2015). Kemoterapötik başarısızlığın bu nedenlerini ortadan kaldıracak yeni güçlü anti-kanser ajanların geliştirilmesine devam eden bir ihtiyaç vardır. Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, özellikle besinlerden elde edilen doğal bileşikler birçok kanser önleyici ilaç ya da takviye olarak tanımlanmıştır. Fakat bunların çok azı ya ileri klinik deneylerde ya da terapötik kullanım için hâlihazırda onaylanmıştır (Balaji vd, 2015).

Polifenoller, yüksek endüstriyel ve tıbbi potansiyele sahip, doğal olarak oluşan çeşitli bileşikler grubudur. Son yıllarda yapılan epidemiyolojik çalışmalar, polifenollerin kansere karşı korucu etkisini göstermektedir. Polifenollerin kanseri önleme ve tedavisindeki rolünün daha iyi anlaşılması için in vitro, deney hayvanları ve klinik çalışmalar yapılmaya devam etmektedir (Sak, 2017).

Bazı mantar türleri çeşitli farmakolojik potansiyele sahip çeşitli polifenolik bileşiklerin iyi bir kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle bazı mantar türlerinde yer alan stilipironlar, çeşitli biyokatif özelliklere sahiptir (Chang vd,2011). Hispolon, geleneksel olarak kanser tedavisi dâhil birçok hastalık tedavisinde kullanılan tıbbi mantar türlerinde karşımıza çıkan stilipiron grubundan fenolik bir bileşiktir (Chetna vd, 2018).

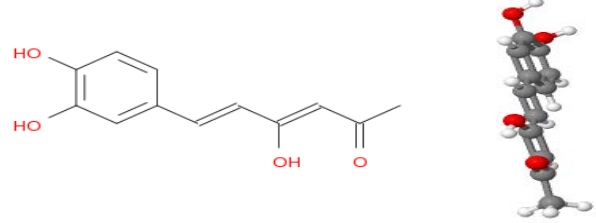
Bu derlemede amacımız, hispolon bileşiğinin anti-kanser etkilerini ve bu etkilerin olası mekanizmalarını açıklamaktır. Literatür, PubMed, Science Direct, Cochrane ve Elsevier gibi çeşitli e-siteler aracılığıyla taranmıştır. Verilerin aranmasında “Tıbbi mantarlar” “Hispolon” “antikanser”, gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır.

## Hispolonun Moleküler Yapısı ve Doğal Kaynakları

### Hispolonun Moleküler Yapısı

Temel olarak hispolon, sinamik asit türevine benzer doğal sarı renkli bir biyoaktif bileşiktir (Ali et al, 1995). Yapısında hidroksil grupları, aromatik halkalar, alifatik ketonlar metoksi grupları vb. farklı yapılar bulunduran 28 bağa sahip bir moleküldür. IUPAC ismi “6-(3,4-dihydroxyphenyl)-4-hydroxyhexa-3,5-dien-2-one” ve kimyasal formülü  $C_{12}H_{12}O_4$  tür (Şekil 1). Yapı-aktivite

ilişkisi hispolonun aktivitesinden sorumlu olan ana faktörün –  $COCH_3$  olduğunu göstermiştir. Ayrıca, alkollü kısmındaki farklı alkil grupları, aktivite artışı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Fernando vd., 2019; Rossi vd., 2019).



**Şekil 1.** Hispolonun iki boyutlu ve üç boyutlu molekül yapısı (<https://www.molinstincts.com/structure/hispolon-ctr-CT1081081579.html>)

### Hispolonun doğal kaynakları

Hispolon ilk olarak *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst. (Kıllı kırçılı) mantar türünden izole edilmiştir (A.A.Ali et al., 1996). Daha sonra *Tropicoporus linteus* (Türkiye’de tespiti bulunmamaktadır)(Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai (Lu et al., 2009; Paul et al., 2019), *Phellinus igniarius* (L.) Quél. (Karatoynak) (Mo vd., 2004), *Sanghuangporus lonicerinus* (Bondartsev) Sheng H. Wu, L.W. Zhou & Y.C. Dai (Türkiye’de tespiti bulunmamaktadır.) (Wang et al., 2014) ve *Fulvifomes merrillii* (Murrill) Baltazar & Gibertoni (Türkiye’de tespiti bulunmamaktadır.) (Chang et al., 2011) gibi *Phellinus* (Toynakmantarı) cinsi mantarın çeşitli türlerinde saptanmıştır (Sesli et al., 2020) (Şekil 2).

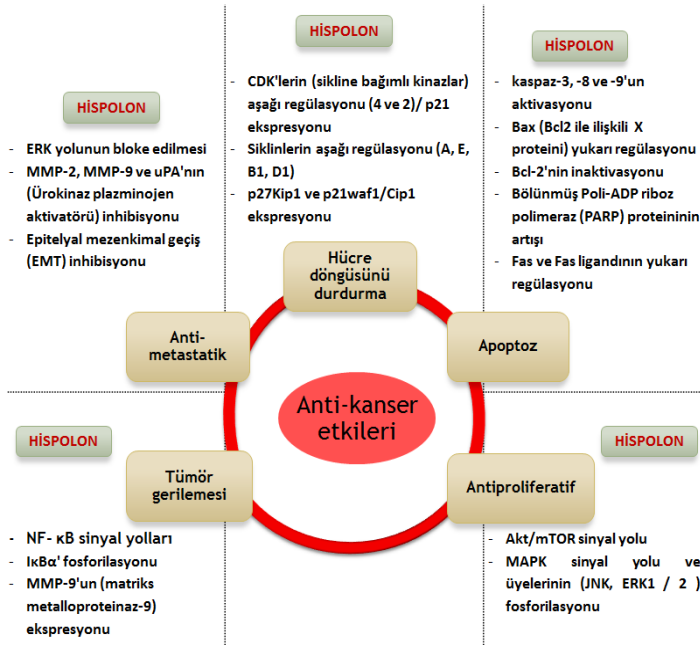


**Şekil 2.** Hispolonun izole edildiği bazı mantar türleri



### Hispolonun Anti-Kanser Etkisi ve Potansiyel Mekanizmalar

Biyoaktif doğal bileşik olan hispolonun, hücre döngüsünü durdurma (Liao vd., 2021), apoptotik (Masood vd., 2019), anti-proliferatif (Arcella vd., 2017), tümör gerilemesi (Paul vd., 2019), anti-metastatik (Hsin vd., 2017) gibi mekanizmalar yoluyla anti-kanser etki gösterdiği bildirilmiştir. Şekil 3.' te hispolonun anti-kanser mekanizmaları özetlenmiştir.



Şekil 3. Hispolonun anti-kanser etki mekanizmaları

#### Hücre Döngüsü Durdurma

Hücre döngüsü ilerlemesi, büyüme faktörleri ve hormonlar gibi çeşitli moleküller tarafından sürdürülür ve hücre bölünmesiyle sonuçlanan bir dizi sıkı düzenlenmiş moleküler olayı içerir. Özellikle, kinaz partnerleri olan

CDK'lere bağlanan ve bu molekülleri aktive eden siklin proteinleri, hücre döngüsü boyunca ilerlemeyi yönlendirir. Bu kontrollü süreçlerde meydana gelen düzensizlikler kanser gelişimine yol açmaktadır (Bonelli vd., 2019). Başta fenolik bileşikler olmak üzere birçok biyoaktif bileşiğin hücre siklusunda yer alan siklinleri, CDK'leri, CDK inhibitörlerini düzenleyici rolü olduğu çalışmalarda belirtilmiştir. Bu bağlamda biyoaktif bileşiklerin kanser tedavisi için umut verici olduğu öngörülmektedir (Kou vd., 2021). Yapılan çalışmalarda hispolonun kanser hücrelerinde özellikle G0/G1 ve G2/M ve S fazlarında hücre döngüsünü durdurma yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir. Masood vd., (2019) prostat kanseri hücrelerinde (DU145) yaptıkları çalışmada hispolonun Siklin D1, B1 ve CDK4'ü aşağı regüle ederek S fazında kanser hücre döngüsünün durdurduğunu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada, hispolonun akciğer kanseri hücrelerinde (A549 ve H661) Siklin D1, E ve CDK4,6,2 ekspresyonlarını azaltarak; p21 ve p27 ekspresyonlarını ise artırarak G0/G1 fazında hücre döngüsünü durdurduğunu belirtilmiştir (Wu vd., 2014). Liao vd., (2021) ve Arcella vd., (2017) glioblastoma hücrelerinde yaptıkları çalışmalarda, hispolon, Siklin proteinleri ve CDK'leri düzenleyerek G2/M fazında hücre döngüsünü durdurmuştur. NB4 hücrelerinde yapılan bir çalışmada hispolonun p21 ve p27 ekspresyonlarını artırarak Siklinlerin CDK'lere bağlanmasını inhibe ederek hücre döngüsünün durmasında etkili olduğu gösterilmiştir (Chen vd., 2013). Benzer şekilde karaciğer kanseri hücrelerinde yapılan bir çalışmada hispolon G0/G1 fazında hücre döngüsünü durdurmuştur (Huang vd., 2011). Hispolonun hücre döngüsü durdurma etkisini inceleyen çalışmalar, incelenen kanser türleri, hücreleri ve etki yolları Tablo 1.' de özetlenmiştir.

Tablo 1. Hispolonun kanser hücrelerinde hücre döngüsü durdurma etkileri

Kanser türü	Hücre	Etki	Referans
<b>Glioblastoma</b>	C6 ve DBTRG	Siklin B1, cdc2 ve cdc25c proteinlerinin aşağı regülasyonu ile G2/M fazında hücre döngüsü durması	Liao et al. (2021)
<b>Prostat kanseri</b>	DU145	Siklin D1, siklin B1 ve CDK4' ün aşağı regülasyonu ile S fazında hücre döngüsü durması	Masood et al. (2019)
<b>Glioblastoma</b>	U87MG	CDK4'ün aşağı regülasyonu ve p21 ve p53'ün yukarı regülasyonu ile G2/M hücre döngüsü durması	Arcella et al. (2017)
<b>Akciğer kanseri</b>	A549 ve H661	Siklin D1, siklin E, CDK4, CDK6, CDK2'nin aşağı regülasyonu ve p21 CIP1 ve p27 KIP1'in yukarı regülasyonu ile G0/G1 fazında hücre döngüsü durması	Wu et al. (2014)
<b>Lösemi</b>	NB4	Siklin D1, siklin E, CDK4, CDK6 ekspresyonunun azalması ile G0/G1 fazında hücre döngüsü durması P21waf1/Cip1 ve p27Kip1'in yukarı regülasyonu ile Siklinlerin CDK'lere bağlanmasının inhibe edilmesi	Chen et al. (2013)
<b>Karaciğer Kanseri</b>	Hep3B	Siklin A, siklin E, CDK2 ekspresyonunun azalması ile G0/G1 fazında hücre döngüsü durması P21waf1/Cip1 ve p27Kip1'in ekspresyon seviyelerinin artması	Huang et al. (2011)

#### Apoptotik etki

Apoptoz, kaspaz 3, 6 ve 7 gibi efektör kaspazların enzimatik aktivitesi yoluyla binlerce proteinin proteolitik bölünmesiyle katalize edilen hücresel bir ölümdür.

Apoptotik ölüm, dışsal/ölüm reseptörü yolları ve içsel/mitokondriyal aracılı yollarla aktive edilebilir (Vos ve Strasser, 2020).

### İçsel/Mitokondriyal Aracılı Yollar

Hücre içi apoptotik hücre ölümü, mitokondriden sitokrom c'nin salınmasıyla mitokondriyal dış membran geçirgenliğini (MOMP), APAF1 ve başlatıcı kaspaz 9 ile apoptozomun oluşumunu ve ardından uygulayıcı kaspaz 3'ün aktivasyonunu içerir. Mitokondriden sitokrom c'nin salınımı, BAX (BCL-2 ile ilişkili X proteini), BAK (BCL-2 antagonist katil 1), BIM, BID, PUMA gibi proapoptotik BCL-2 ailesi üyeleri tarafından pozitif olarak ve BCL-2, BCL-XL, Bcl-w, A1 ve MCL gibi anti-apoptotik BCL-2 ailesi üyeleri tarafından negatif olarak düzenlenir (Carneiro ve El-Deiry, 2020).

### Dışsal/Ölüm Reseptörü Yolları

Dış hücre ölümü olarak adlandırılan ikinci bir yaygın hücre ölümü yolu, ölüm reseptörleri (DR) olarak bilinen hücre zarı proteinlerinden apoptozu başlatabilir. Proapoptotik ölüm reseptörleri, Fas, TNFR1, TNFR2 ve TRAIL reseptörleri DR4 ve DR5'i içerir. FasL 112-116, TNF veya TRAIL gibi doğal ligandlar sırasıyla Fas'a, TNFR'lere veya TRAIL reseptörleri DR4 ve DR5'e bağlanır. Proapoptotik ölüm reseptörlerinin hücre içi alanları, ölüm alanı olarak adlandırılan korunmuş bir protein-protein etkileşim alanını içerir. Böylece, ligand bağlanması üzerine, ölüm reseptörleri hücre zarı içinde trimerize olur ve toplanır (Carneiro ve El-Deiry, 2020).

Arızalı apoptotik yollar, kanserin başlangıcında ve patogeneğinde kritik bir role sahiptir, bu nedenle apoptozun uyarılması, çeşitli kanser türlerinde uygulanabilir ve hedefe yönelik bir tedavidir (Voss ve Strasser, 2020). Hispolonun hem içsel hem de dışsal aracılı yolları etkileyerek kanser hücrelerinde apoptozu indüklediği belirtilmiştir. Mesane kanseri (Kuo vd., 2022), glioblastoma (Arcella vd., 2017; Liao vd., 2021), kolorektal kanser (Fan vd., 2020; Kim vd., 2016), nazofarenks kanseri (Hsieh vd., 2014), akciğer kanseri (Wu vd., 2014), cilt kanseri (Chen vd., 2014), akut miyeloid lösemi (Hsiao vd., 2013), karaciğer kanseri (Huang vd., 2011) ve ağız kanseri (Chen vd., 2006; Yang vd., 2023) hücrelerinde yapılan çalışmalarda hispolonun kaspaz enzimlerinin aktivasyonunu ve bölünmüş poli ADP-riboz polimeraz (PARP) seviyelerini artırarak bu hücrelerde mitokondri aracılı apoptozu indüklediği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada hispolon melanom kanseri hücrelerinde BCL-2/BAX oranını düşürdüğü, ek olarak apoptozla ilişkili nitrit içeriğini ve lipid peroksidasyon seviyelerini uyardığı öne sürülmüştür (Al Saqr, Majrashi, vd., 2020). Prostat kanseri (Masood vd., 2019) ve Renal kanser (Yun vd., 2019) hücrelerinde yapılan çalışmalarda hispolon, matriks metalloproteinaz (MMP) seviyelerini azaltarak mitokondriden sitozole sitokrom c salınımını indüklemiştir. Jang vd., (2015) çalışmalarında, meme kanseri hücrelerinde hispolonun ERα'nın transkripsiyonel aktivitesini inhibe ederek

apoptotik etki sağladığını bildirmişlerdir. NB4 hücrelerinde yapılan bir çalışmada, hispolon mitokondri aracılı apoptozu indüklemesinin yanı sıra Fas ve FasL seviyelerini artırarak dış hücre ölümünü de desteklediği bildirilmiştir (Chen vd., 2013). Mide kanseri hücrelerinde hispolon, reaktif oksijen türlerini (ROS) artırarak apoptotik etki göstermiştir (Chen vd., 2008). Hispolonun apoptotik etkisini inceleyen çalışmalar, incelenen kanser türleri, hücreleri ve etki yolları Tablo 2.' de özetlenmiştir.

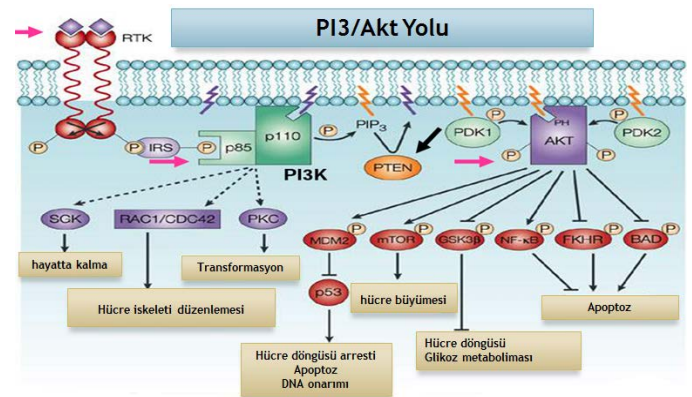
### Antiproliferatif Etki

#### MAPK Sinyal Yolağı

MAPK yolu, Raf, mitojenaktif- hücre dışı sinyalle düzenlenen kinaz kinaz (MEK) ve hücre dışı sinyalle düzenlenen kinazdan (ERK) oluşan sıralı olarak aktive edilmiş bir kaskaddir. Apoptozdan kaçınma, çoğalmayı indükleme ve bağışıklık kaçışı gibi kanser ilerlemesinde yer alan çeşitli hücre faaliyetlerine aracılık eder (Peluso vd., 2019). Hispolonunu, kanser hücrelerinde PI3/Akt ve Mitojenle aktive olan protein kinazlar (MAPK) sinyal yolağı ve bu yolaktaki moleküllere etki ederek anti-proliferatif etki gösterdiği bildirilmiştir (Sarfraz vd., 2020). Glioblastoma (Arcella vd., 2017), meme ve mesane kanseri (Lu vd., 2009) hücrelerinde yapılan çalışmalarda hispolon, Akt fosforilasyonunu azaltarak ve ERK üzerinden MAPK yolu inhibisyonuyla proliferasyonu bloke etmiştir. Başka bir çalışmada, HeLa ve Siha hücrelerinde ERK/katepsin S yolunu etkileyerek proliferasyonu inhibe etmiştir (Hsin vd., 2017). Nazofarenks kanseri (Ho vd., 2017; Hsieh vd., 2014) ve karaciğer kanseri (Huang vd., 2010) hücrelerinde hispolonun, Akt fosforilasyonunu azaltıp JNK1/2 ve p38 fosforilasyonunu indüklediği bildirilmiştir.

#### PI3/Akt Sinyal Yolağı

PI3K/Akt, hücre büyümesi ve hayatta kalmasında birçok önemli rol oynayan en önemli hücre içi yollardan biridir (Şekil 4.) ve bu da onu kanser tedavisi için teröpatik bir hedef haline getirmektedir (Campos vd., 2014).



Şekil 4. PI3/Akt yolağı mekanizması (Vivanco ve Sawyers, (2002)' den uyarlanmıştır.)

Hispolonun antiproliferatif etkisini inceleyen çalışmalar, incelenen kanser türleri, hücreleri ve etki yolları Tablo 3.' te özetlenmiştir.

**Tümör Gerilemesi**

NF-κB, transkripsiyonel faktörler ailesi, immün ve inflammatuar süreçlerin ana düzenleyicilerindedir. NF-κB sinyal yolağı immünite, çoğalma, inflamasyon ve apoptoz gibi çok sayıda hücrel fonksiyonda çeşitli roller oynar.

IκB olarak bilinen bir inhibitör proteini, NF-κB'nin translokasyonunu ve aktivitesini kontrol etmek için sitoplazmada NF-κB ile etkileşime girer. NF-κ B'nin aktivasyonu ve çekirdeğe doğru yer değiştirmesi, Iκ B fosforilasyonu ve bozunması ile kontrol edilir.

**Tablo 2.** Hispolonun kanser hücrelerinde apoptotik etkiler

Kanser türü	Hücre	Etki	Referans
Ağız kanseri	SCC-9	HO-1, cIAP1, kaspazlar ve Poli-ADP riboz polimeraz (PARP) proteinin düzenlenmesi	(Yang et al., 2023)
Mesane Kanseri	TCC	Kaspaz ekspresyonunu artırması, bölünmüş PARP formunda artış sağlaması, STAT3 aktivasyonunu bastırması	(Kuo et al., 2022)
Glioblastoma	C6 ve DBTRG	Kaspaz-9 ve kaspaz-3'ün aktivasyonu ve PARP'ın bölünmesi yoluyla mitokondri aracılı apoptozun indüklenmesi	Liao et al. (2021)
Kolorektal kanser	HCT 116, HCT-15 ve LoVo	Bölünmüş PARP seviyelerinde artış ile apoptotik hücre popülasyonunun artması Yapısal β-katenin aktivasyonu ile BCL-2'nin aşağı regülasyondan korunmasını engellemesi	Fan et al. (2020)
Melanom kanseri	B16BL6	hispolon-doksorubisin lipozomları kombinasyonunun apoptotik hücre ölümünü indüklemesi	Al Saqr, Aldawsari, et al. (2020)
Melanom kanseri	B16BL6	Bcl-2 ekspresyonunun inhibisyonu, BAX ekspresyonunun artışı kaspaz enzimlerinin ekspresyonunu artırması, apoptoz ile ilişkili nitrit içeriğini ve lipid peroksidasyon seviyelerini uyarması	Al Saqr, Majrashi, et al. (2020)
Prostat kanseri	DU145	BAX seviyesini artırması ve Bcl-2 seviyesini düşürmesi, MMP'yi düşürerek sitokrom c deşarjını desteklemesi, kaspaz-9 ve -3'ün ekspresyon seviyelerini yukarı regüle etmesi STAT3 ekspresyonunu aşağı regüle etmesi	Masood et al. (2019)
Renal kanser	ACHN ve A498	MMP seviyelerini azaltarak mitokondriden sitozole sitokrom c salınımını indüklemesi BAX ekspresyonunu artırması	Yun et al. (2019)
Glioblastoma	U87MG	Kaspaz 3 ekspresyonunu artırması, bölünmüş PARP formunda artış sağlaması	Arcella et al. (2017)
Kolorektal kanser	HCT-116	Kaspaz-8,-9,-3'ün aktivasyonu ve PARP bölünmesinin artışı BCL-2 ve BCL-xL, BID ekspresyonunu aşağı; BAX ekspresyonunun yukarı regüle edilmesi	Kim et al. (2016)
Meme Kanseri	MCF7 ve T47D	ERα'nın transkripsiyonel aktivitesini inhibe etmesi, PARP seviyelerini artırması, BCL-2 ekspresyonunu azaltması	Jang et al. (2015); Wang et al. (2014)
Nazofarenks kanseri	HONE-1 ve NPC-039	Kaspaz-3, -8 ve -9'un ekspresyon seviyelerinin artması, bölünmüş PARP seviyelerini artırması	Hsieh et al. (2014)
Akciğer kanseri	A549 ve H661	Sitozole sitokrom c salınımını indüklemesi, Kaspaz-3, -8 ve -9'un ekspresyon seviyelerinin artması, bölünmüş PARP seviyelerini artırması	Wu et al. (2014)
Cilt Kanseri	B16-F10 ve Detroit 551	Kaspaz-3, -8 ve -9'un ekspresyon seviyelerinin artması	Chen et al. (2014)
Akut Miyeloid Lösemi	HL-60	BCL-2/BAX oranını düşürmesi, Kaspaz-3, -8 ve -9'un ekspresyonunu artması, bölünmüş PARP seviyelerini artırması,	Hsiao et al. (2013)
Lösemi	NB4	Fas ve FasL ekspresyon seviyelerinde artış, BCL-2 ekspresyonunu azaltması, BAX geninin ekspresyonunu artırması	Chen et al. (2013)
Karaciğer Kanseri	Hep3B	Kaspaz-3, -8 ve -9'un ekspresyon seviyelerinin artması, bölünmüş PARP seviyelerini artırması, mitokondriden sitozole sitokrom c salınımını indüklemesi	Huang et al. (2011)
Mide Kanseri	SGC-7901, MGC-803, ve MKN-45	Kaspaz-3, ve -9'un ekspresyon seviyelerinin artması, ROS artışıyla apoptozun indüklenmesi, BCL-2 ekspresyonunu azaltması, BAX geninin ekspresyonunu artırması	Chen et al. (2008)
Ağız kanseri	Epidermoid KB	Sitozole sitokrom c salınımını indüklemesi, Kaspaz-3, ekspresyon seviyelerinin artması	Chen et al. (2006)

**Tablo 3.** Hispolonun kanser hücrelerinde antiproliferatif etkileri

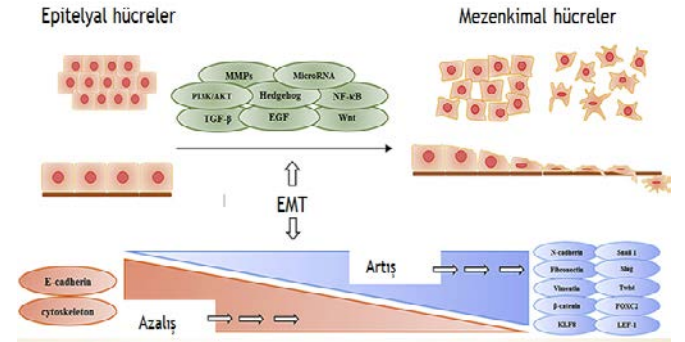
Kanser türü	Hücre	Etki	Referans
<b>Glioblastoma</b>	U87MG	Akt fosforilasyonunun azalması ve ERK1 üzerinden MAPK yolunun inhibisyonu	Arcella et al. (2017)
<b>Rahim ağzı kanseri</b>	HeLa, SiHa	ERK/Katepsin S yolu ile otofajiyi indüklemesi	Hsin et al. (2017)
<b>Nazofarenks kanseri</b>	HONE-1 ve NPC-039	Akt fosforilasyonunu azaltması ERK1/2, JNK1/2 ve p38 MAPK fosforilasyonunun indüklenmesi	Ho et al. (2017) Hsieh et al. (2014)
<b>Karaciğer Kanseri</b>	Hep3B, SK-Hep1	JNK, P38 MAPK aktivasyonu	Huang et al. (2010)
<b>Meme ve Mesane Kanseri</b>	MCF7, T24 ve J82	ERK yolu inhibisyonu ile antiproliferatif etki	Lu et al. (2009)

Çekirdeğe girdikten sonra, NF-κB hedef DNA'ya bağlanır ve hücre büyümesi ve inflamasyonunda yer alan çeşitli genlerin transkripsiyonel aktivasyonunu indükler, böylece kanser ve inflamatuvar bozukluklarda zorunlu bir rol oynar. Tümör hücrelerinde, NF-κ B'nin yapısal olarak aktive olduğu ve baskılanmasının tümör gerilemesine yol açtığı bulunmuştur (Yu vd., 2020). Çalışmalarda hispolonun NF-κ B yolunu baskılayarak tümör gerilemesine katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Sun vd., (2015) çalışmalarında hispolonun, NF-KB'nin çekirdeğe doğru yer değiştirmesini baskılayan Iκ-Bα fosforilasyonunu azalttığı gösterilmiştir. NF-κB translokasyonunun inhibisyonu, meme kanseri (MDA-MB231) hücrelerinin istilacı yeteneklerini aşağı regüle etmiştir. İn siliko bir çalışmada ise, DNA bağlı insan NF-κB yapısının hispolon türevi olan DRG2 ile muamelesi NF-κβ inhibisyonunu sağladığı; antikanser ilaç gelişimine yönelik kimyasal olarak sentezlenebilir olabileceği belirtilmiştir (Paul vd., 2019).

#### Anti-metastatik Etki

Metastaz, ölümlerin birincil nedeni ve etkili kanser tedavilerinin geliştirilmesindeki en karmaşık engeldir. Metastaz; Epitelyal Mekanizmal geçiş (EMT), Hücrelerin ikincil bölgelere göçü, sağ kalım, metastaz kolonileri oluşumu gibi basamaklar içermektedir. Hücre dışı matris bozulması, anjiyogenez ve epitelyal mezenkimal geçiş (EMT), metastatik dönüşümler için başlatıcı faktörlerdir (Şekil 5.). Bu nedenle, EMT ve diğer metastaz başlatıcı faktörlerin hedeflenmesi, başarılı kanser tedavilerini sağlayabilir (Lee vd., 2017).

Hispolonun, EMT mekanizması faktörlerini düzenleyerek kanser hücrelerinde anti-metastatik etki gösterdiği bildirilmiştir. Glioblastoma (Liao vd., 2021), meme ve akciğer kanseri (Hong vd., 2017) hücrelerinde Snail1, Snail2 ve Twist ekspresyonunu azaltarak, bunun yanı sıra E-kadherin ekspresyonunu indükleyerek hücre göçünü ve istilasını engellediği bildirilmiştir.

**Şekil 5.** Epitelyal Mekanizmal Geçiş mekanizması (Lee et al. (2017)' den uyarlanmıştır.)

Ho vd., (2017), hispolonun nazofarenks kanseri hücrelerinde Ürokinaz plazminojen aktivatörünü (uPA) inhibe ederek metastazı engellediğini gözlemlemişlerdir. Bir başka çalışmada, E-kadherin ekspresyonunu arttırdığı, ERK yolunu bloke ederek Slug'ı aşağı regüle ettiği ve meme kanseri hücrelerinin metastazını inhibe ettiği bulunmuştur (Zhao vd., 2016). Karaciğer kanseri hücrelerinde ise MMP-2, MMP-9 ve uPA ekspresyonunu azaltması yoluyla anti-metastatik etki gösterdiği öne sürülmüştür (Huang vd., 2011). Hispolonun anti-metastatik etkisini inceleyen çalışmalar, incelenen kanser türleri, hücreleri ve etki yolları Tablo 4.' te özetlenmiştir.

**Tablo 4.** Hispolonun kanser hücrelerinde anti-metastatik etkileri

Kanser türü	Hücre	Etki	Referans
<b>Glioblastoma</b>	C6 ve DBTRG	N-kadherin, vimentin ekspresyonunu azaltması, E-kadherin ekspresyonunu indüklemesi Snail1, Snail2 ve Twist ekspresyonunu azaltarak büyüme faktörü-β (TGF-β) ile indüklenen hücre göçünü ve istilasını engellemesi	Liao et al. (2021)
<b>Meme ve Akciğer kanseri</b>	MCF-7 ve A549	E-kadherin ekspresyonunu artırması Snail/twist yolu ile metastazı engellemesi	Hong et al. (2017)
<b>Rahim ağzı kanseri</b>	HeLa, SiHa	ERK yolunu bloke ederek hücrelerin istilacı yeteneklerini inhibe etmesi	Hsin et al. (2017)
<b>Nazofarenks kanseri</b>	HONE-1 ve NPC-039	uPA'nın (Ürokinaz plazminojen aktivatörü) inhibisyonu	Ho et al. (2017)
<b>Meme Kanseri</b>	MCF-7	E-kadherin ekspresyonunu artırması, ERK yolunu bloke ederek Slug'ı aşağı regüle etmesi	Zhao et al. (2016)
<b>Karaciğer Kanseri</b>	SK-Hep1	MMP-2, MMP-9 ve uPA ekspresyonunu azaltması	Huang et al. (2011)

**Sonuç ve Tartışma**

Yapılan çalışmalarda hispolonun anti-kanser bir ajan olabileceği belirtilmiştir. Hispolon ile sağlıklı hücrelerde yapılan bazı çalışmalar, hispolonun kanser hücrelerinde gösterdiği yıkıcı etkilerin sağlıklı hücrelerde gerçekleşmediği bildirilmiştir (Grundemann vd., 2016; Wu vd., 2014). Bu durum hispolonu kanser tedavisi için daha umut verici hale getirmiştir. Hispolonun ekstrakte edildiği *Phellinus* mantar türü Çin ve Doğu Asya'da yaygın olarak geleneksel tıp içinde kullanılmaktadır. Fakat hispolonla ilgili çalışmalar daha yeni ve mekanizmaları, toksisitesi tam olarak anlaşılmış değildir. Ve neredeyse tüm çalışmalar hücre düzeyindedir. Bizim önerimiz, hiçbir alternatif ürünün güvenirliliği kanıtlanmadan, özellikle aktif tedavi döneminde kullanılmaması gerektiği yönündedir. Hispolonun, anti-kanser bir ilaç olarak ya da alternatif bir takviye olarak kullanımı için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır

**Yazar Katkıları/ Author contributions**

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

**Çıkar Çatışması/ Conflicts of interest**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Beyanı/Ethical Statement:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Elif Nisa PAK).

## Kaynaklar

- A.A.Ali, N., Jansen, R., Pilgrim, H., Liberra, K., & Lindequist, U. (1996). Hispolon, a yellow pigment from *Inonotus hispidus*. *Phytochemistry*, 41(3), 927-929. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00717-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00717-2)
- Al Saqr, A., Aldawsari, M. F., Alrbyawi, H., Poudel, I., Annaji, M., Mulabagal, V., Ramani, M. V., Gottumukkala, S., Tiwari, A. K., Dhanasekaran, M., Panizzi, P. R., Arnold, R. D., & Babu, R. J. (2020). Co-Delivery of Hispolon and Doxorubicin Liposomes Improves Efficacy Against Melanoma Cells. *AAPS PharmSciTech*, 21(8), 304. <https://doi.org/10.1208/s12249-020-01846-2>
- Al Saqr, A., Majrashi, M., Alrbyawi, H., Govindarajulu, M., Fujihashi, A., Gottumukkala, S., Poudel, I., Arnold, R. D., Babu, R. J., & Dhanasekaran, M. (2020). Elucidating the anti-melanoma effect and mechanisms of Hispolon. *Life Sci*, 256, 117702. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.117702>
- Arcella, A., Oliva, M. A., Sanchez, M., Staffieri, S., Esposito, V., Giangaspero, F., & Cantore, G. (2017). Effects of hispolon on glioblastoma cell growth. *Environ Toxicol*, 32(9), 2113-2123. <https://doi.org/10.1002/tox.22419>
- Balaji, N. V., Ramani, M. V., Viana, A. G., Sanglard, L. P., White, J., Mulabagal, V., Lee, C., Gana, T. J., Egiebor, N. O., Subbaraju, G. V., & Tiwari, A. K. (2015). Design, synthesis and in vitro cell-based evaluation of the anti-cancer activities of hispolon analogs. *Bioorg Med Chem*, 23(9), 2148-2158. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bmc.2015.03.002>
- Bonelli, M., La Monica, S., Fumarola, C., & Alfieri, R. (2019). Multiple effects of CDK4/6 inhibition in cancer: From cell cycle arrest to immunomodulation. *Biochem Pharmacol*, 170, 113676. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2019.113676>
- Campos, M., Kool, M. M., Daminet, S., Ducatelle, R., Rutteman, G., Kooistra, H. S., Galac, S., & Mol, J. A. (2014). Upregulation of the PI3K/Akt pathway in the tumorigenesis of canine thyroid carcinoma. *J Vet Intern Med*, 28(6), 1814-1823. <https://doi.org/10.1111/jvim.12435>
- Carneiro, B. A., & El-Deiry, W. S. (2020). Targeting apoptosis in cancer therapy. *Nat Rev Clin Oncol*, 17(7), 395-417. <https://doi.org/10.1038/s41571-020-0341-y>
- Chang, H. Y., Sheu, M. J., Yang, C. H., Lu, T. C., Chang, Y. S., Peng, W. H., Huang, S. S., & Huang, G. J. (2011). Analgesic effects and the mechanisms of anti-inflammation of hispolon in mice. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2011, 478246. <https://doi.org/10.1093/ecam/nep027>
- Chen, W., He, F. Y., & Li, Y. Q. (2006). The apoptosis effect of hispolon from *Phellinus linteus* (Berkeley & Curtis) Teng on human epidermoid KB cells. *J Ethnopharmacol*, 105(1-2), 280-285. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.01.026>
- Chen, W., Zhao, Z., Li, L., Wu, B., Chen, S. F., Zhou, H., Wang, Y., & Li, Y. Q. (2008). Hispolon induces apoptosis in human gastric cancer cells through a ROS-mediated mitochondrial pathway. *Free Radic Biol Med*, 45(1), 60-72. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2008.03.013>
- Chen, Y. C., Chang, H. Y., Deng, J. S., Chen, J. J., Huang, S. S., Lin, I. H., Kuo, W. L., Chao, W., & Huang, G. J. (2013). Hispolon from *Phellinus linteus* induces G0/G1 cell cycle arrest and apoptosis in NB4 human leukaemia cells. *Am J Chin Med*, 41(6), 1439-1457. <https://doi.org/10.1142/S0192415X13500961>
- Chen, Y. S., Lee, S. M., Lin, C. C., & Liu, C. Y. (2014). Hispolon decreases melanin production and induces apoptosis in melanoma cells through the downregulation of tyrosinase and microphthalmia-associated transcription factor (MITF) expressions and the activation of caspase-3, -8 and -9. *Int J Mol Sci*, 15(1), 1201-1215. <https://doi.org/10.3390/ijms15011201>
- Chethna, P., Iyer, S. S., Gandhi, V. V., Kunwar, A., Singh, B. G., Barik, A., Balaji, N. V., Ramani, M. V., Subbaraju, G. V., & Priyadarsini, K. I. (2018). Toxicity and Antigenotoxic Effect of Hispolon Derivatives: Role of Structure in Modulating Cellular Redox State and Thioredoxin Reductase. *ACS Omega*, 3(6), 5958-5970. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acsomega.8b00415>
- Fan, H. C., Hsieh, Y. C., Li, L. H., Chang, C. C., Janouskova, K., Ramani, M. V., Subbaraju, G. V., Cheng, K. T., & Chang, C. C. (2020). Dehydroxyhispolon Methyl Ether, A Hispolon Derivative, Inhibits WNT/beta-Catenin Signaling to Elicit Human Colorectal Carcinoma Cell Apoptosis. *Int J Mol Sci*, 21(22). <https://doi.org/10.3390/ijms21228839>
- Fernando, M. D. M., Adhikari, A., Senathilake, N. H. K. S., Silva, E. D. d., Nanayakkara, C. M., Wijesundera, R. L. C., Soysa, P., & Silva, B. G. D. N. K. d. (2019). &lt;i>In Silico&/i> Pharmacological Analysis of a Potent Anti-Hepatoma Compound of Mushroom Origin and Emerging Role as an Adjuvant Drug Lead. *Food and Nutrition Sciences*, 10(11), 1313-1333. <https://doi.org/10.4236/fns.2019.1011095>
- Grundemann, C., Arnhold, M., Meier, S., Backer, C., Garcia-Kaufer, M., Grunewald, F., Steinborn, C., Klemd, A. M., Wille, R., Huber, R., & Lindequist, U. (2016). Effects of *Inonotus hispidus* Extracts and Compounds on Human Immunocompetent Cells. *Planta Med*, 82(15), 1359-1367. <https://doi.org/10.1055/s-0042-111693>
- Ho, H. Y., Ho, Y. C., Hsieh, M. J., Yang, S. F., Chuang, C. Y., Lin, C. W., & Hsin, C. H. (2017). Hispolon suppresses migration and invasion of human nasopharyngeal carcinoma cells by inhibiting the urokinase-plasminogen activator through modulation of the Akt signaling pathway. *Environ Toxicol*, 32(2), 645-655. <https://doi.org/10.1002/tox.22266>
- Hong, D., Park, M. J., Jang, E. H., Jung, B., Kim, N. J., & Kim, J. H. (2017). Hispolon as an inhibitor of TGF-beta-induced epithelial-mesenchymal transition in human epithelial cancer cells by co-regulation of TGF-beta-Snail/Twist axis. *Oncol Lett*, 14(4), 4866-4872. <https://doi.org/10.3892/ol.2017.6789>
- Hsiao, P. C., Hsieh, Y. H., Chow, J. M., Yang, S. F., Hsiao, M., Hua, K. T., Lin, C. H., Chen, H. Y., & Chien, M. H. (2013). Hispolon induces apoptosis through JNK1/2-mediated activation of a caspase-8, -9, and -3-dependent pathway in

- acute myeloid leukemia (AML) cells and inhibits AML xenograft tumor growth in vivo. *J Agric Food Chem*, 61(42), 10063-10073. <https://doi.org/10.1021/jf402956m>
- Hsieh, M. J., Chien, S. Y., Chou, Y. E., Chen, C. J., Chen, J., & Chen, M. K. (2014). Hispolon from *Phellinus linteus* possesses mediate caspases activation and induces human nasopharyngeal carcinomas cells apoptosis through ERK1/2, JNK1/2 and p38 MAPK pathway. *Phytomedicine*, 21(12), 1746-1752. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2014.07.013>
- Hsin, M. C., Hsieh, Y. H., Wang, P. H., Ko, J. L., Hsin, I. L., & Yang, S. F. (2017). Hispolon suppresses metastasis via autophagic degradation of cathepsin S in cervical cancer cells. *Cell Death Dis*, 8(10), e3089. <https://doi.org/10.1038/cddis.2017.459>
- Huang, G. J., Deng, J. S., Huang, S. S., & Hu, M. L. (2011). Hispolon induces apoptosis and cell cycle arrest of human hepatocellular carcinoma Hep3B cells by modulating ERK phosphorylation. *J Agric Food Chem*, 59(13), 7104-7113. <https://doi.org/10.1021/jf201289e>
- Huang, G. J., Yang, C. M., Chang, Y. S., Amagaya, S., Wang, H. C., Hou, W. C., Huang, S. S., & Hu, M. L. (2010). Hispolon suppresses SK-Hep1 human hepatoma cell metastasis by inhibiting matrix metalloproteinase-2/9 and urokinase-plasminogen activator through the PI3K/Akt and ERK signaling pathways. *J Agric Food Chem*, 58(17), 9468-9475. <https://doi.org/10.1021/jf101508r>
- Jang, E. H., Jang, S. Y., Cho, I. H., Hong, D., Jung, B., Park, M. J., & Kim, J. H. (2015). Hispolon inhibits the growth of estrogen receptor positive human breast cancer cells through modulation of estrogen receptor alpha. *Biochem Biophys Res Commun*, 463(4), 917-922. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.06.035>
- Kim, J. H., Kim, Y. C., & Park, B. (2016). Hispolon from *Phellinus linteus* induces apoptosis and sensitizes human cancer cells to the tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand through upregulation of death receptors. *Oncol Rep*, 35(2), 1020-1026. <https://doi.org/10.3892/or.2015.4440>
- Kolch, W. (2000). Meaningful relationships: the regulation of the Ras/Raf/MEK/ERK pathway by protein interactions. *Biochem J*, 351 Pt 2(Pt 2), 289-305.
- Kou, R. W., Du, S. T., Xia, B., Zhang, Q., Yin, X., & Gao, J. M. (2021). Phenolic and Steroidal Metabolites from the Cultivated Edible *Inonotus hispidus* Mushroom and Their Bioactivities. *J Agric Food Chem*, 69(2), 668-675. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c06822>
- Kuo, M. Y., Yang, W. T., Ho, Y. J., Chang, G. M., Chang, H. H., Hsu, C. Y., Chang, C. C., & Chen, Y. H. (2022). Hispolon Methyl Ether, a Hispolon Analog, Suppresses the SRC/STAT3/Survivin Signaling Axis to Induce Cytotoxicity in Human Urinary Bladder Transitional Carcinoma Cell Lines. *Int J Mol Sci*, 24(1). <https://doi.org/10.3390/ijms24010138>
- Lee, H. M., Hwang, K. A., & Choi, K. C. (2017). Diverse pathways of epithelial mesenchymal transition related with cancer progression and metastasis and potential effects of endocrine disrupting chemicals on epithelial mesenchymal transition process. *Mol Cell Endocrinol*, 457, 103-113. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2016.12.026>
- Liao, K. F., Chiu, T. L., Chang, S. F., Wang, M. J., & Chiu, S. C. (2021). Hispolon Induces Apoptosis, Suppresses Migration and Invasion of Glioblastoma Cells and Inhibits GBM Xenograft Tumor Growth In Vivo. *Molecules*, 26(15). <https://doi.org/10.3390/molecules26154497>
- Lu, T. L., Huang, G. J., Lu, T. J., Wu, J. B., Wu, C. H., Yang, T. C., Iizuka, A., & Chen, Y. F. (2009). Hispolon from *Phellinus linteus* has antiproliferative effects via MDM2-recruited ERK1/2 activity in breast and bladder cancer cells. *Food Chem Toxicol*, 47(8), 2013-2021. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.05.023>
- Masood, M., Rasul, A., Sarfraz, I., Jabeen, F., Liu, S., Liu, X., Wei, W., Li, J., & Li, X. (2019). Hispolon induces apoptosis against prostate DU145 cancer cells via modulation of mitochondrial and STAT3 pathways. *Pak J Pharm Sci*, 32(5(Supplementary)), 2237-2243.
- Palacio, M., Gutiérrez, Y., Franco-Molano, A. E., & Callejas-Posada, R. (2015). Nuevos registros de macrohongos (Basidiomycota) para Colombia procedentes de un bosque seco tropical. *Actualidades Biológicas*, 37(102), 319-339.
- Paul, M., Kumar Panda, M., & Thatoi, H. (2019). Developing Hispolon-based novel anticancer therapeutics against human (NF-kappabeta) using in silico approach of modelling, docking and protein dynamics. *J Biomol Struct Dyn*, 37(15), 3947-3967. <https://doi.org/10.1080/07391102.2018.1532321>
- Peluso, I., Yarla, N. S., Ambra, R., Pastore, G., & Perry, G. (2019). MAPK signalling pathway in cancers: Olive products as cancer preventive and therapeutic agents. *Semin Cancer Biol*, 56, 185-195. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2017.09.002>
- Rossi, M., Caruso, F., Costanzini, I., Kloer, C., Sulovari, A., Monti, E., Gariboldi, M., Marras, E., Balaji, N. V., Ramani, M. V., & Subbaraju, G. V. (2019). X-ray crystal structures, density functional theory and docking on deacetylase enzyme for antiproliferative activity of hispolon derivatives on HCT116 colon cancer. *Bioorg Med Chem*, 27(17), 3805-3812. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2019.07.008>
- Sak, K. (2017). Epidemiological Evidences on Dietary Flavonoids and Breast Cancer Risk: A Narrative Review. *Asian Pac J Cancer Prev*, 18(9), 2309-2328. <https://doi.org/https://doi.org/10.22034/apjcp.2017.18.9.2309>

- Salvador-Montoya, C. A., Costa-Rezende, D. H., Ferreira-Lopes, V., Borba-Silva, M. A., & Popoff, O. F. (2018). *Tropicoporus drechsleri* (Hymenochaetales, Basidiomycota), a new species in the "Inonotus linteus" complex from northern Argentina. *Phytotaxa*, 338(1), 75-89.
- Sarfraz, A., Rasul, A., Sarfraz, I., Shah, M. A., Hussain, G., Shafiq, N., Masood, M., Adem, Ş., Sarker, S. D., & Li, X. (2020). Hispolon: A natural polyphenol and emerging cancer killer by multiple cellular signaling pathways. *Environmental Research*, 190, 110017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110017>
- Sesli, E., Asan, A. ve Selçuk, F. (edlr.) Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğdu, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kivanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. & Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları.
- Sun, Y. S., Zhao, Z., & Zhu, H. P. (2015). Hispolon inhibits TPA-induced invasion by reducing MMP-9 expression through the NF-kappaB signaling pathway in MDA-MB-231 human breast cancer cells. *Oncol Lett*, 10(1), 536-542. <https://doi.org/10.3892/ol.2015.3220>
- TÜİK. (2019). *Ölüm Nedeni İstatistikleri*. Retrieved Jun, 26 from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2019-33710>
- Türkyılmaz, M., Hacıkamiloğlu, E., Baran Deniz, E., Boztaş, G., DüNDAR, S., Kavak Ergün, A., Sevinç, A., Tütüncü, S., & Atik, E. (2018). Türkiye kanser istatistikleri 2015. *Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Ankara*.
- Vivanco, I., & Sawyers, C. L. (2002). The phosphatidylinositol 3-Kinase AKT pathway in human cancer. *Nat Rev Cancer*, 2(7), 489-501. <https://doi.org/10.1038/nrc839>
- Voss, A. K., & Strasser, A. (2020). The essentials of developmental apoptosis. *F1000Res*, 9. <https://doi.org/10.12688/f1000research.21571.1>
- Wang, J., Hu, F., Luo, Y., Luo, H., Huang, N., Cheng, F., Deng, Z., Deng, W., & Zou, K. (2014). Estrogenic and anti-estrogenic activities of hispolon from *Phellinus lonicerinus* (Bond.) Bond. et sing. *Fitoterapia*, 95, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2014.03.007>
- WHO. (2020). *WHO report on cancer: setting priorities, investing wisely and providing care for all*. Retrieved May, 2022 from <https://www.who.int/publications/i/item/9789240001299>
- Wu, Q., Kang, Y., Zhang, H., Wang, H., Liu, Y., & Wang, J. (2014). The anticancer effects of hispolon on lung cancer cells. *Biochem Biophys Res Commun*, 453(3), 385-391. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2014.09.098>
- Yang, W. E., Chen, Y. T., Su, C. W., Chen, M. K., Yeh, C. M., Chen, Y. L., Tsai, M. Y., Yang, S. F., & Lin, C. W. (2023). Hispolon induces apoptosis in oral squamous cell carcinoma cells through JNK/HO-1 pathway activation. *J Cell Mol Med*, 27(9), 1250-1260. <https://doi.org/10.1111/jcmm.17729>
- Yin, R.-H., Zhao, Z.-Z., Chen, H.-P., Yin, X., Ji, X., Dong, Z.-J., Li, Z.-H., Feng, T., & Liu, J.-K. (2014). Tremulane sesquiterpenes from cultures of the fungus *Phellinus igniarius* and their vascular-relaxing activities. *Phytochemistry Letters*, 10, 300-303. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.phytol.2014.10.019>
- Yu, H., Lin, L., Zhang, Z., Zhang, H., & Hu, H. (2020). Targeting NF-kappaB pathway for the therapy of diseases: mechanism and clinical study. *Signal Transduct Target Ther*, 5(1), 209. <https://doi.org/10.1038/s41392-020-00312-6>
- Yun, J. M., Min, K. J., & Kwon, T. K. (2019). Involvement of Up-regulation of Death Receptors and Bim in Hispolon-mediated TNF-related Apoptosis-inducing Ligand Sensitization in Human Renal Carcinoma. *J Cancer Prev*, 24(3), 155-162. <https://doi.org/10.15430/JCP.2019.24.3.155>
- Zhang, R.-q., Feng, X.-l., Wang, Z.-x., Xie, T.-c., Duan, Y., Liu, C., Gao, J.-m., & Qi, J. (2022). Genomic and Metabolomic Analyses of the Medicinal Fungus *Inonotus hispidus* for Its Metabolite's Biosynthesis and Medicinal Application. *Journal of Fungi*, 8(12), 1245. <https://www.mdpi.com/2309-608X/8/12/1245>
- Zhao, Z., Sun, Y. S., Chen, W., Lv, L. X., & Li, Y. Q. (2016). Hispolon inhibits breast cancer cell migration by reversal of epithelial-to-mesenchymal transition via suppressing the ROS/ERK/Slug/E-cadherin pathway. *Oncol Rep*, 35(2), 896-904. <https://doi.org/10.3892/or.2015.4445>
- Zhu, L., Song, J., Zhou, J. L., Si, J., & Cui, B. K. (2019). Species Diversity, Phylogeny, Divergence Time, and Biogeography of the Genus *Sanghuangporus* (Basidiomycota). *Front Microbiol*, 10, 812. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00812>





SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
MANTARCILIK  
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ  
YAYINLARI



SELÇUK  
UNIVERSITY  
PRESS

**ARAŞTIRMA MAKALELERİ / RESEARCH ARTICLES**

- Tricholoma fracticum* Ekstresinin Hep3B Hücreleri Üzerindeki Sitotoksik Etkisi..... 1  
Cytotoxic Effect of *Tricholoma fracticum* Extract on Hep3B Cells  
Şule İNCİ, Işık Didem KARAGÖZ, Sevda KIRBAĞ
- Seifertia*, A New Genus Record for Turkish Mycobiota.....7  
*Seifertia*, Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Cins Kaydı  
Gökhan DOĞAN, Makbule ERDOĞDU, Zeki AYTAÇ,  
Tuğba ERTUĞRUL, Ali İhsan KARAYEL
- Agaricus brunneofibrillosus*, A New Record for Turkish Mycobiota.....12  
*Agaricus brunneofibrillosus*, Türkiye Mikobiyotası İçin Yeni Bir Kayıt  
Ayşe Merve ASLAN, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- Piyasada Satılan Farklı Formlardaki *Ganoderma lucidum*  
Preparatlarında Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması.....16  
Comparison of Antioxidant Capacity in Different Forms of  
*anoderma lucidum* Preparations Sold in the Market  
Ece MİSER SALİHOĞLU, Selin AKKIRAN
- Eocronartium muscicola*, A New Bryophilic Fungus Record for Turkish Mycota.....25  
*Eocronartium muscicola*, Türkiye Mikotası İçin Yeni Bir Yosunsever Mantar Kaydı  
Yakup KARADUMAN, Faruk YEŞİLYURT, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- Agaricus bisporus*'ta Görüntü Tabanlı Hastalık Sınıflandırması için  
Kapsamlı Veri Seti.....29  
Comprehensive Dataset for Image-Based Disease Classification in *Agaricus bisporus*  
Ümit ALBAYRAK, Adem GÖLCÜK, Sinan AKTAŞ

**DERLEME MAKALELERİ / REVIEW ARTICLES**

- Gelecekte Mantarların Kullanım Alanları:  
Sürdürülebilir Tasarım Ürünleri Olarak Mantarlar.....43  
Future Uses Of Fungi: Fungi As Sustainable Design Products  
Yasemin KOPARAN, Sinan ALKAN
- Kanserle Savaşta Doğal bir Güç:  
Tıbbi Mantarlardaki Hispolonun Anti-Kanser Etkileri.....50  
A Natural Power to Fight Cancer: Anti-Cancer Effects of Hispolone in Medicinal Mushrooms  
Elif Nisa PAK