

**KAYSERİ BÖLGESİNDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN VE KÜLTÜRE EDİLEN  
TIBBİ MANTARLARIN TOPLAM FENOLİK MADDE İÇERİKLERİNİN,  
ANTIÖKSİDAN AKTİVİTELERİNİN VE ERİTADENİN BİLEŞİĞİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Murat Kaya<sup>1\*</sup>, Serap Berktaş<sup>1</sup>, Neşe Adanacioğlu<sup>2</sup>, Mustafa Çam<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup>Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 02.01.2021; Kabul / Accepted: 02.03.2021; Online baskı / Published online: 15.03.2021

Kaya, M., Berktaş, S., Adanacioğlu, N., Çam, M.. (2021). Kayseri bölgesinde doğal olarak yetişen ve kültüre edilen tıbbi mantarların toplam fenolik madde içeriklerinin, antioksidan aktivitelerinin ve eritadenin bileşiminin belirlenmesi. *GIDA* (2021) 46(2) 376-395 doi: 10.15237/gida. GD21007.

Kaya, M., Berktaş, S., Adanacioğlu, N., Çam, M.. (2021). Determination of total phenolic content, antioxidant activity and eritadenine compound of wild mushrooms in Kayseri region and cultivated medicinal mushrooms. *GIDA* (2021) 46(2) 376-395 doi: 10.15237/gida. GD21007.

## ÖZ

Bu çalışmada Kayseri’de yetişen 39 ve kültüre edilen 6 tıbbi mantar türünün antioksidan kapasiteleri (AO), fenolik madde miktarları (TFM) ve kolesterol düşürücü özellikteki eritadenin bileşiminin (EA) varlığı araştırılmıştır. TFM açısından ilk iki sıradaki mantarlar *Suillus luteus* (2150 mg GAE/100 g) ve *Agaricus sp.* (1776 mg GAE/100 g)’dır. AO açısından ilk iki sıradaki mantarlar (ABTS yöntemiyle) *Suillus luteus* (2211 mg TE/100 g) ve *Agrocybe aegerita* (1981 mg TE/100 g), (DPPH yöntemiyle) *Leucopaxillus sp.* (1651 mg TE/100 g), *Lentinula edodes* (984 mg TE/100 g) ve *Agaricus bernardii* (983 mg TE/100 g) mantarlarıdır (P <0.005). EA gözlenebilirlik sınırı (LOD) 0.0002 mg/L, tayin sınırı (LOQ) 0.00066 mg/L olarak hesaplanmıştır. Çeşitli mantar türlerinde bulunduğu literatürde bildirilen EA, çalışmamızda şitake mantarında (3338 mg/kg) belirlenmiş, diğer 44 mantar türünde ise belirlenememiştir. Temel bileşen analiziyle 4 değişkenin 45 mantar üzerindeki etkisi incelenmiş, toplam varyansın %78.89’luk kısmının iki temel bileşence açıklandığı görülmüştür. Mantarların ürün geliştirme çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Tıbbi mantarlar, eritadenin, RP-HPLC, LOD, temel bileşen analizi

## DETERMINATION OF TOTAL PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND ERITADENINE COMPOUND OF WILD MUSHROOMS IN KAYSERİ REGION AND CULTIVATED MEDICINAL MUSHROOMS

### ABSTRACT

In this study, AO, TPC and presence of EA compound of 39 wild mushrooms in Kayseri region and 6 medicinal mushrooms were investigated. The highest TPC was obtained from *Suillus luteus* and *Agaricus sp.* 2150, 1776 mg GAE/100 g, respectively. In terms of the AO, *Suillus luteus* and *Agrocybe*

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: mkaya75@gmail.com,

☎: (+90) 352 338 214 4

☎: (+90) 352 338 0771

Murat Kaya; ORCID no: 0000-0002-3181-2517

Serap Berktaş; ORCID no: 0000-0002-5195-0685

Neşe Adanacioğlu; ORCID no: 0000-0001-9009-8635

Mustafa Çam; ORCID no: 0000-0003-1258-0834

*aegeriata*, were foregrounding with 2211 and 1981 mg TEAC/100 g. LOD and LOQ of EA was calculated as 0.0002 and 0.00066 mg/L, respectively. The presence of EA in various mushrooms was reported in the literature, it was found only in shitake mushroom in this study, EA was not detected in others. The effect of 4 variables on 45 mushrooms was examined by Principal Component Analysis. As a result, it was determined that 78.89% of the total variance was explained by the first 2 PCs in the whole data set. It was concluded that mushrooms can be used in product development studies.

**Keywords:** Medicinal mushroom, eritadenine, RP-HPLC, LOD, Principal component analysis

## GİRİŞ

Makro ve mikro mantarları kapsayan Fungi aleminde tahminen 1.5 milyon tür olduğu, bu türlerin ise yaklaşık 140000 tanesinin gözle görülebilecek büyüklükte makromantarlardan oluştuğu bilinmektedir (Chan vd, 2009). Mantarlar kendilerine has aromalara sahip olmaları (Pinto, 2008) ve klorofil içermemeleri nedeniyle ışığa ihtiyaç duymaksızın yaşamlarını idame ettirebilme yeteneği ile diğer canlılardan ayrılmaktadır. Mantarlar tarih boyunca insanlığı tarafından gündelik yaşamlarında çeşitli şekillerde değerlendirilmişlerdir. Örneğin, insanlığın mantarları besin maddesi olarak kullanması avcı toplayıcı olduğu tarih öncesi çağlara kadar uzanmaktadır (Pinto, 2008; Pegler, 2002; Wani vd., 2010). Bir besin maddesi olarak tarihte sadece doğadan toplanılarak tüketilen mantarların günümüzde büyük miktarlarda kültüre edildiği ve insan besin zincirinde önemli yere sahip olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca pek çok tıbbi mantar modern tıpta kullanılan ilaçlara alternatif veya destekleyici olarak, geleneksel tıpta da çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Günümüzde modern tıp tarafından da önemi giderek daha da fazla anlaşılan mantarların Uzakdoğu ülkelerinde binlerce yıldır çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Chan vd., 2009). Mantarlar yapılarında önemli aminoasit içeren proteinler, az miktarda lipid, yüksek oranda lif, zengin mineral ve vitaminler bulundurmaktadır. Hayvansal kaynaklı besinlere göre daha az, bitkisel kaynaklı proteinlere göre daha fazla miktarda ve dengeli protein içeren mantarlar yüksek besin değerlerine ilaveten sağlıklı yaşam için önemli olan bazı biyoaktif maddeleri de içermektedir. Şapkalı mantarların antioksidan (Puttaraju vd., 2006; Erdoğan vd., 2017), kolesterol düşürücü (Kaneda ve Tokuda, 1966; Morales vd., 2018), immün sistemi güçlendirici ( Kodama vd., 2003; El Enshasy ve

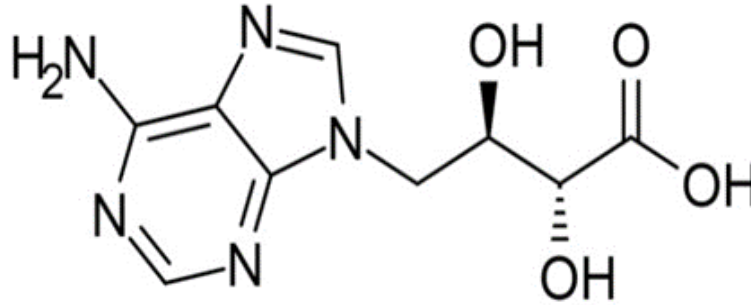
Hatti-Kaul, 2013), antiviral (Doğan vd., 2018), antikanser (Bekçi, 2020; Hetland vd., 2020; Mitra vd., 2020), antimikrobiyal (Bekçi vd., 2011; Kosanić vd., 2012; Eren ve Akyüz, 2018), antialerjik (Hetland vd., 2020), antidiyabetik (Khatun vd., 2007; Khursheed vd., 2020), antiinflamatuvar (Hetland vd., 2020) özellikleri farklı çalışmalarla belirlenmiştir. Ayrıca, *Tricholoma*, *Morchella*, *Fomitopsis*, *Phellinus*, *Ganoderma*, *Fomes*, *Pleurotus*, *Polyporus*, *Poria*, *Coprinus*, *Aleurodiscus* ve *Clitocybe* gibi pek çok mantar türünden de insan sağlığı üzerine faydalı olan biyoaktif bileşikler elde edilmektedir. Mantarlar yapılarında başta  $\beta$ -glukan olmak üzere, polisakkaritler, lentinan, fenolik bileşikler, saponinler, alkaloidler, lovastatin, glikopeptidler ve eritadenin gibi biyoaktif bileşikler bulundurmaktadır. Bulundurdukları bu bileşenlerin sağlık üzerine olumlu etkileri üzerine birçok çalışma ortaya konulmuştur (Wasser, 2002; Rogers, 2006).

Dünyada ve ülkemizde ölüm nedenleri arasında birinci sırada kardiyovasküler hastalıklar yer almaktadır. Kardiyovasküler hastalıklarla kandaki plazma S-adenozil-L-homositin (SAH) seviyesi arasında ilişki olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur. Moleküler formülü  $C_9H_{11}N_5O_4$  olan eritadenin bazı mantar türlerinde bulunduğu rapor edilen, SAH hidrolaz enzimini inhibe ederek hipolipidemik aktivite gösterdiği belirlenen bir bileşiktir (Şekil 1) (Cheung, 2008; Enman vd., 2012; Afrin vd., 2016; Boonsong vd., 2016; Morales vd., 2018). Bununla birlikte angiotensin dönüştürücü enzim inhibisyonu mekanizması ile de antihipertansif özellik gösterdiği de belirlenmiştir (Enman vd., 2007).

Farklı mantar türlerinin antioksidan aktivitelerinin araştırıldığı çalışmalara literatürde sıkça rastlanmaktadır. Ancak Kayseri ilinde doğal olarak

yetişen bazı mantar türlerinin antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde içeriği ile ilgili sınırlı çalışma bulunmaktadır. Ayrıca, literatürde eritadenin varlığının belirlendiği mantar sayısı (şitake, kültür ve istiridye mantarları) oldukça sınırlıdır (Afrin vd., 2016). İklim koşulları, bitki örtüsü ve rakım gibi coğrafyaya özgü özelliklerin mantarların biyoaktiviteleri üzerinde önemli etkileri olduğu ve literatürde sadece şitake ve birkaç mantar türünde (*Agaricus bisporus* ve *Pleurotus ostreatus*) eritadenin varlığının bildirildiği göz önüne alındığında kolesterol düşürücü etkiye sahip olan bu bileşimin diğer mantar türlerinde de

araştırılması gerektiği düşünölmektedir. Ayrıca, günümüzde sağlıklı gıdalarla beslenme trendinin artmasına paralel olarak doğada kendiliğinden yetişen pek çok mantar türünden elde edilebilecek biyoaktif maddelerin kullanımının giderek artacağı tahmin edilmektedir. Bahsedilen tüm bu gerekçelere dayanarak bu çalışmada, Kayseri bölgesinde doğal olarak yetişen 39 adet makromantarın ve kültüre edilen 6 adet önemli tıbbi mantarın antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması ve bu mantarlarda kolesterol düşürücü etki gösteren eritadenin bileşiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Eritadenin bileşiminin moleköl yapısı  
Figure 1. Molecular structure of eritadenine

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Kayseri bölgesinde doğal olarak yetişen 39 adet makromantar 2018 yılı mart-ağustos ayları arasında Kayseri ili Yahyalı ilçesi Gökölük Yaylası, Kayseri ili Felahiye ilçesi-Sivas ili Gemerek ilçesi-Yozgat ili Akdağmadeni ilçesi arasında yer alan at Ormanları, Erciyes Dağı amlık bölgesi, Erciyes Dağı Kıranardı Mahallesi Koçdağı Mevkii,

Kayseri ili Melikgazi ilçesi Gesi Mahallesi Vekze Vadisi, Melikgazi ilçesi İldem-Şelale Mevkii, Özvatan ile merkezinden toplanmış, 6 adet kültüre edilmiş tıbbi mantar ise Denizli ilinde faaliyet gösteren Agro Mantarcılık Firmasından temin edilmiştir. Kayseri bölgesinde doğal olarak yetişen mantar türleri ve kültüre edilen tıbbi mantar türleri izelge 1’ de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan kültüre edilen tıbbi ve doğadan toplanan mantar türleri  
Table 1. Medicinal and wild mushroom species used in this study

Mantar Kodu Mushroom number	Geleneksel Adı Regional name	Bilimsel Adı Scientific name	Saprofitik/ Mikorizallik Saprophytic/parasitic/mycorrhizalic	Parazitik, Doğal Habitatı Habitat	Lokasyonu Location
1	Şitake mantarı	<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Singer	Saprofitik / saprophytic	Ağaç kütüğü/ on log	Üreticiden temin/ from the mushroom producer

## Tıbbi mantarların biyoaktif özellikleri

2	Kulak mantarı	<i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc.	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Sıkıştırılmış talaş/ <i>pressed sandust</i>	Üreticiden temin/ <i>from the mushroom producer</i>
3	Hindi kuyruğu mantarı	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Ağaç kütüğü/ <i>on log</i>	Üreticiden temin/ <i>from the mushroom producer</i>
4	Aslan yelesi mantarı	<i>Hericium erinaceus</i> (Bull.) Pers.	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Ağaç kütüğü/ <i>on log</i>	Üreticiden temin/ <i>from the mushroom producer</i>
5	Kral mantarı	<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quéf.	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Ağaç kütüğü/ <i>on log</i>	Üreticiden temin/ <i>from the mushroom producer</i>
6	Reishi mantarı	<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.	Parazitik, Saprofitik / <i>parasitic, saprophytic</i>	Geniş ve diken yapraklı ağaç üzeri/ <i>on the broad-leaved tree and coniferous tree</i>	Üreticiden temin/ <i>from the mushroom producer</i>
7	İstiridy mantarı	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Ağaç kütüğü/ <i>on log</i>	Şeker Mevkii / <i>Sugar lake location</i>
8	Mürekkap mantarı	<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Redhead, Vilgaly & Moncalvo	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Ağaç kütüğü/ <i>on log</i>	Vekse Vadisi / <i>Vekse valley</i>
9	Çakşır mantarı	<i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>Ferulae</i> (Lanzj) Sacc.(-)	Mikorizal / <i>mycorrhizal</i>	Çakşır bitkisi kökü ile ortak yaşam / <i>with Ferula communis root</i>	Yahyalı Gökölük Yaylası / <i>Yahyalı Gökölük plateau</i>
10	Kokulu mantar	<i>Leucopaxillus giganteus</i>	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Karakavak kütüğü / <i>Black poplar log</i>	Vekse Vadisi / <i>Vekse valley</i>
11	Kavak mantarı	<i>Agrocybe aegerita</i> (V. Brig.) Singer	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Karakavak kütüğü / <i>Black poplar log</i>	Vekse Vadisi / <i>Vekse valley</i>
12	Sahte kuzugöbeği mantarı	<i>Verpa bohemica</i> (Krombh.) J. Schröt.	Mikorizal / <i>mycorrhizal</i>	Kavak ağacı altı / <i>under the poplar</i>	Erciyes Mevkii / <i>Erciyes Koçdağı location</i>
13	Pösteki mantarı	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Çayırılık / <i>meadowy</i>	Erciyes Mevkii / <i>Erciyes Koçdağı location</i>
14	Mürekkap mantarı	<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) Vilgaly, Hopple & Jacq. Johnson	Saprofitik / <i>saprophytic</i>	Ağaç kütüğü / <i>on log</i>	Vekse Vadisi / <i>Vekse valley</i>

15	Çakşır mantarı	<i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>Ferulae</i> (Lanzji) Sacc-2	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	akşır bitkisi kökü ile ortak yaşam/ <i>with Ferula communis root</i>	Yahyalı Hacer Ormanları/ <i>Yahyalı Hacer forest</i>
16	-	<i>Hebella acetabulum</i> (L.) Quél.	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Söğüt ağacı altı/ <i>under the willow tree</i>	Vekse Vadisi/ <i>Vekse valley</i>
17	-	<i>Hebella solitaria</i> (P.Karst.) P.Karst.	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Söğüt ağacı altı/ <i>under the willow tree</i>	Vekse Vadisi/ <i>Vekse valley</i>
18	Kokulu mantar	<i>Leucopaxillus</i> sp.	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	alımsı bitki kökü/ <i>shrub root</i>	Erciyes Kocdağı Mevkü/ <i>Erciyes Kodağı location</i>
19	Kaypak mantar	<i>Stiillus luteus</i> (L.) Roussel	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	am ağacı altı/ <i>under the pine tree</i>	at Ormanı/ <i>at forest</i>
20	Mor bacak mantarı	<i>Lepista personata</i> (Fr.) Cooke	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	ayırılık/ <i>meadowy</i>	Kırımışağı Mahallesi/ <i>Kırımışağı village</i>
21	Kızıl ayır mantarı	<i>Agaricus bernardii</i> Quél.	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	ayırılık/ <i>meadowy</i>	at Ormanı/ <i>at forest</i>
22	-	<i>Stropharia coronilla</i> (Bull.:Fr.) Quél.	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	ayırılık/ <i>meadowy</i>	at Ormanı/ <i>at forest</i>
23	Sahte kanlıca	<i>Paxillus vernalis</i> Watling	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Huş ağacı altı, Çayırılık/ <i>under the birch tree, meadowy</i>	Erciyes Dağı yapay am ormanı/ <i>Erciyes pine forest</i>
24	Kara kız mantarı	<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	am ağacı altı / <i>under the pine tree</i>	Erciyes Dağı yapay am ormanı/ <i>Erciyes pine forest</i>
25	-	<i>Hebeloma sinapizans</i> (Fr.) Sacc.	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	am ağacı altı / <i>under the pine tree</i>	Erciyes Dağı yapay am ormanı/ <i>Erciyes pine forest</i>
26	Cincile mantarı	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	am ağacı altı / <i>under the pine tree</i>	at ormanları/ <i>at forest</i>
27	Mal mantarı	<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Quél.) Kotl.	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	am ağacı altı/ <i>under the pine tree</i>	at Ormanı/ <i>at forest</i>
28	ayır mantarı	<i>Agaricus</i> sp.	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	ayırılık/ <i>meadowy</i>	at Ormanı/ <i>at forest</i>
29	Amanita-Köygöçüren mantarı	<i>Amanita argentea</i> Huijman	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	am ağacı altı/ <i>under the pine tree</i>	at Ormanı/ <i>at forest</i>

30	-	<i>Entoloma sp.</i>	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	Çam ağacı altı / <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Erciyes Dağı yapay çam ormanı/ <i>Erciyes</i> <i>pine forest</i>
31	Kızılca çayır mantarı	<i>Agaricus silvaticus</i> <i>Schaeff.</i>	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	Çayırılık/ <i>meadowy</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat</i> <i>forest</i>
32	Kara kız mantarı	<i>Tricholoma terreum</i> <i>(Schaeff.) P. Kumm</i> -2	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı/ <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat forest</i>
33	Kızıl kaypak mantar	<i>Suillellus luridus</i> <i>(Schaeff.) Murrill</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı/ <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Erciyes Dağı Koçdağı Mevkü/ <i>Erciyes Koçdağı</i> <i>location</i>
34	Kara kafa mantarı	<i>Boletus regineus D.</i> <i>Arora &amp; Simonini</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Meşe ağacı altı/ <i>under the</i> <i>oak tree</i>	Erciyes Dağı yapay çam ormanı/ <i>Erciyes</i> <i>pine forest</i>
35	-	<i>Hebeloma</i> <i>sinapizans (Fr.)</i> <i>Sacc</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı/ <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Erciyes Dağı yapay çam ormanı/ <i>Erciyes</i> <i>pine forest</i>
36	Puf mantarı	<i>Calvatia gigantea</i> <i>(Batsch) Lloyd</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çayırılık/ <i>meadowy</i>	Gökoluk yaylası/ <i>Gökoluk</i> <i>plateau</i>
37	Çayır mantarı	<i>Agaricus sp.</i>	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	Çayırılık/ <i>meadowy</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat</i> <i>forest</i>
38	Kanlıca mantarı	<i>Lactarius deliciosus</i> <i>(L.) Gray</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı / <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat forest</i>
39	Küflü mantar	<i>Russula virescens</i> <i>(Schaeff.) Fr.</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı / <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat forest</i>
40	Geyik mantarı	<i>Lactarius volemus</i> <i>(Fr.) Fr.</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı / <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat forest</i>
41	Acı sütlü mantar	<i>Lactarius piperatus</i> <i>(L.) Pers.</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı / <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat forest</i>
42	Çayır mantarı	<i>Agaricus sp.</i>	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	Çayırılık/ <i>meadowy</i>	
43	Kırılğan mantar	<i>Russula sp.</i>	Mikorizal/ <i>mycorrhizal</i>	Çam ağacı altı / <i>under the</i> <i>pine tree</i>	Çat Ormanı/ <i>Çat forest</i>
44	Sarı sakal mantarı	<i>Ramaria sp.</i>	Saprofitik/ <i>saprophytic</i>	Söğüt ağacı gövdesi/ <i>on</i> <i>the willow tree</i>	Vekse Vadisi/ <i>Vekse</i> <i>valley</i>
45	Kav mantarı	<i>Fomes fomentarius</i> <i>(L.) Fr.</i>	Parazitik/ <i>parasitic</i>	Söğüt ağacı gövdesi/ <i>on</i> <i>the willow tree</i>	Vekse Vadisi/ <i>Vekse</i> <i>valley</i>

Toplanan mantarların tür teşhisleri Ege Tarımsal Araştırma Enstitusu Mudurluğu, Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynakları Bolumu'nde yapılmıştır. Mantar teşhisleri makroskobik ve mikroskobik ölümlerden, morfolojik görünümden elde edilen verilerin ilgili literatür (Smith vd., 1980; Lincoff vd., 1981; Barron, 1999; Laessoe, 2013; Gminder ve Böhning, 2007; Fluck, 2019) ve farklı web sitelerinde (Anonymous, 2021a, 2021b, 2021c) bulunan teşhis anahtarları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Mantarların toprak üstü (şapka ve sap) kısımları yabancı unsurlarından arındırıldıktan sonra 0.5-1 cm boyutlarında kucuk parçalar haline getirilerek 40 Ç'de fanlı etüvde (GEMO, DT104, Türkiye) kurutulmuştur. Kurutmayı takiben karanlıkta ve oda sıcaklığında depolanmıştır. Ekstraksiyon öncesinde gutme işlemine tabi tutularak partikül boyutu 300 m olacak şekilde elekten geçirilmiştir. Elde edilen örnekler analizlere kadar -18 Ç'de muhafaza edilmiştir.

#### Kimyasallar

Çalışmalarda kullanılan kimyasal maddeler analitik ve kromatografik saflıkta olup temin edildikleri yer ve kodları şu şekildedir: Folin&Ciocalteu reaktifi (1.09001.0500, Merck, Almanya), gallik asit (G7384, Sigma-Aldrich, Almanya), DPPH (D9132, Sigma-Aldrich, Almanya), troloks (238813 Sigma-Aldrich, Danimarka), ABTS (A1888 Sigma-Aldrich, in), eritadenin (Q4951, Sigma-Aldrich, Almanya).

#### Ekstraksiyon

Mantarlardan biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu Afrin vd. (2016) tarafından uygulanan metotta kısmi modifikasyon yapılmış, ekstraksiyon etanol:su (60:40, v/v) ozucusu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 3 g mantar tozu alınmış ve 100 ml etanol:su (60:40, v/v) ile 7000 rpm'de 5 dk boyunca homojenize edilmiştir (Silverson, L5, İngiltere). Elde edilen homojenizat 7000 rpm'de 15 dk santrifüj (Hitachi, Tokyo, Japonya) edilmiştir. Ekstraksiyon basamakları ikinci kez tekrarlanmış ve filtratlar birleştirilmiştir. Filtrasyonu takiben örnekler 50 mbar basınc altında 40 Ç'de 5 ml'ye konsantre edilerek analizlere kadar -18 Ç'de muhafaza edilmiştir.

#### Toplam fenolik madde miktarı

Mantar ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı Folin & Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir ( Singleton ve Rossi, 1965; Li vd., 2006). Distile su ile 10 kat seyreltilen Folin-Ciocalteu reaktifi reaksiyon tüplerine alınmıştır. Karışım üzerine seyreltilen ekstraktlardan 100 l eklenmiştir. %7.5' lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ozeltisinden 1.6 mL eklenerek analiz tüpleri 10 saniye karıştırılmış ve reaksiyonun gerçekleşmesi için 1 saat karanlık ortamda oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Kör ozelti için örnek yerine aynı miktarda distile su kullanılmıştır. Süre sonunda 765 nm dalga boyunda spektrofotometrede (SHIMADZU UV 1800, Japonya) rneklerin absorbands okumaları gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon eğrisi için ise 25-125 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit standart ozeltileri kullanılmıştır. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g olarak verilmiştir.

#### Antioksidan aktivite

Antioksidan aktivite iki farklı radikal (DPPH ve ABTS) ile gerçekleştirilmiş ancak sonuçlar aynı birim üzerinden ifade edilmiştir. DPPH radikali ile gerçekleştirilen metot (Brand-Williams, Cuvelier ve Berset, 1995) için 2.5 mg DPPH kimyasalı tartularak 100 mL metanolde ozundurulmuştur. nce hazırlanan bu ozeltiden 3.9 mL tüplere konulmuş, sonra farklı konsantrasyonlarda seyreltilen ekstraktlardan 100 l konulmuştur. Tüpler 10-15 saniye karıştırılarak reaksiyonun gerçekleşmesi için 30 dakika karanlıkta bir ortamda oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol rnekleri için ekstrakt yerine 0.1 mL distile su ve kör ozelti için ise metanol kullanılmıştır. 30 dk inkübasyon süresi sonunda 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede örnek okumaları gerçekleştirilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan troloks standardı ile standart inhibisyon eğrisi çizilerek elde edilen lineer denklem kullanılarak sonuçlar mg troloks eşdeğeri (TE) /100 g olarak belirtilmiştir.

ABTS radikali kullanılan antioksidan aktivite tayininde de spektrofotometrik metot kullanılmıştır (Re vd., 1999). ABTS radikal ozeltisi 12.25 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile 12-16 saat karanlıkta inkübe edilmiş, absorbandsı 734 nm de 0.68-0.72 verecek şekilde fosfat tamponu (PBS)

ile ayarlanmıştır. Absorbansı ayarlanmış ABTS radikalinden 2 mL alınarak mikroküvete aktarılmış ve üzerine yine PBS ile seyreltilmiş ekstraktlardan 20 µL eklenmiştir. Kontrol örnekleri için 20 µL PBS çözeltisi kullanılmıştır. 6 dakika karanlıkta inkübasyonun ardından spektrofotometrede 734 nm de örneklerin absorbans okumaları yapılmıştır. Sonuçlar farklı konsantrasyonlarda hazırlanan troloks standardına karşılık çizilen inhibisyon eğrisinden faydalanılarak mg troloks eşdeğeri (TE)/100 g olarak belirtilmiştir.

### HPLC ile eritadenin analizi

Mantar ekstraktlarının eritadenin içeriklerinin belirlenmesi amacıyla Enman vd. (2007) ve Afrin vd. (2016) tarafından uygulanan zıt faz HPLC (RP-HPLC) metodunun modifiye edilmiş şekli kullanılmıştır. Analizde kullanılan HPLC sisteminin özellikleri: CBM-20A kominikasyon modülü, 2 LC20ADXR pompa, SIL-20ACXR otomatik enjeksiyon ünitesi, DGU-20A5 degazör, CTO-20AS VP kolon fırını ünitesi, ODS C18 (15 cm x 4.6 mm, 5µm) kolon ve SPD-M20A fotodiyot array dedektör (DAD) (Shimadzu UPLC, Tokyo, Japonya)'den meydana gelmektedir. Verilerin toplanması ve analizinde LC Solution 1.25 programı kullanılmıştır. Elüsyon çözeltisi olarak çözücü A ve çözücü B olarak nitelenen ikili çözücü sistemi kullanılmıştır. Çözücü A %0.03 trifloro asetik asit içeren saf su ve çözücü B %0.03 trifloro asetik asit içeren asetonitrilden oluşturulmuştur. Çoklu denemeler sonunda akış hızı için 1 ml/dak, sıcaklık için 24 °C ve eritadenin bileşiğinin verdiği pikin saf olması amacıyla dereceli elüsyon metodu geliştirilmiştir. Bu elüsyon programı şu şekilde gerçekleştirilmiştir: 0-10 dk, %0 B; 10-12 dk, %0-60 B; 12-18 dk, %60 B; 18-20 dk, %60-0 B; 20-25, %0 B. Dereceli elüsyon metodunu takiben bir sonraki analiz için kolonu dengeye getirmek amacıyla 5 dk kolondan başlangıç çözücü kompozisyonu geçirilmiştir. Eritadenin bileşiğinin absorbans spektrumu 190-400 nm arasında izlenmiştir. Şitake mantarında bulunan eritadenin bileşiği kantitatif olarak analiz edilmiştir. İlk olarak alıkonma zamanı karşılaştırılmış ardından UV bölge spektrumundan faydalanarak şitake mantarında eritadenin bileşiği kalitatif olarak

belirlenmiştir. Eritadenin teşhisi için 260 nm' deki absorbans spektrumlarının örnek ve standartlar için karşılaştırılması ve alıkonma zamanı esas alınmıştır.

### Eritadenin için LOD ve LOQ değerlerinin belirlenmesi

Belirleme sınırı olan LOD değerinin tespit edilmesinde farklı metotlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada LOD değerini tespit etmek için sinyal/gürültü (S/G) oranının 3' ü sağladığı konsantrasyona, stok çözeltinin seyreltilmesi ve enjekte edilerek S/G oranının belirlenmesi yoluyla ulaşılmıştır. Eritadenin bileşiğinin belirleme sınırı (LOD) ve tayin sınırı (LOQ) değerlerini belirlemek için, 5 farklı konsantrasyondaki (20, 1, 0.1, 0.01, 0.001 ve 0.0002 mg/L) eritadenin standardı HPLC' ye beş kez enjekte edilmiştir.

### İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 22 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, Amerika) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin tüm verileri Tukey testine tabi tutularak ortalamalar arasındaki fark P <0.05 anlamlılık düzeyinde karşılaştırılmıştır. Temel bileşen analizi (PCA), toplam fenolik içeriği, antioksidan aktivite (DPPH ve ABTS) ve eritadenin değişkenlerine göre tüm mantar türlerine uygulanmıştır. Puan ve yükleme grafikleri, analiz edilen 4 parametre ve 45 mantar türü arasındaki ilişkileri gözlemlemek için XLSTAT (Sürüm 2020, Addinsoft, NY, Amerika) kullanılarak oluşturulmuştur.

### SONUÇ ve TARTIŞMA

#### Toplam fenolik madde miktarları

Etanol (%60) ile ekstrakte edilen mantarların toplam fenolik madde miktarları Çizelge 2' de gösterilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı sonuçları incelendiğinde en yüksek içeriğe (P <0.05) sahip mantar türlerinin *Suillus luteus* (Kaypak mantar) (2150 mg GAE/100g), *Agaricus sp.* (Çayır mantarı) (1776 mg GAE/100 g) ve *Coprinellus micaceus* (Mürekkap mantarı) (1598 mg GAE/100 g) olduğu, en düşük toplam fenolik madde miktarının (P <0.05) ise *Trametes versicolor* (Hindi kuyruğu mantarı) (24.45 mg GAE/100 g) mantarında olduğu görülmüştür. Diğer mantarların toplam fenolik madde miktarları ise



45.92 - 936.9 mg GAE/100 g aralığında tespit edilmiştir.

İki farklı *Agaricus* cinsi mantar türünün özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada *Agaricus bisporus* (Kültür mantarı) ve *Agaricus brasiliensis* (Brezilya çayır mantarı) türlerinin sulu ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 21.47 mg GAE/g ve 15.79 mg GAE/g olarak, %60 etanollü ekstraktlarının ise sırasıyla 10.25 mg GAE/g ve 12.50 mg GAE/g olarak kaydedilmiştir (Gan vd., 2013). Çalışmamızdaki *Agaricus sp.* (Çayır mantarı) mantarının toplam fenolik madde miktarları (569.9-1775 mg GAE/100 g) ile literatür verilerinin oldukça uyumlu olduğu görölmektedir. Bir başka

çalışmada ise %60 metanol ve ultrason destekli ekstraksiyon yöntemi kullanılmış ve *Lactarius volemus* (Geyik mantarı) için toplam fenolik madde içeriği 3.61 g GAE/kg olarak, *Lentinula edodes* (Şitake mantarı) için ise 2.21 g GAE/ kg olarak belirlenmiştir (Butkhuş vd., 2018). Yapılan bu çalışmadaki geyik mantarı ve şitake mantar türleri için elde edilen toplam fenolik madde miktarları çalışmamızdaki aynı tür mantarların değerlerinden (577.6 ve 395.6 mg GAE/100 g) daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ile literatür değerleri arasında farklılıkların mantarların yetiştiği iklim koşulları, ekstraksiyon şartları ve kurutma tekniklerinin farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Kayseri bölgesinden toplanan mantarlar ve kültürel yöntemlerle üretilen tıbbi mantarların toplam fenolik içerileri, antioksidan aktiviteleri ve eritadenin miktarları<sup>1</sup>

Table 2. Total phenolic content, antioxidant activity and eritadenine amount of wild mushrooms in Kayseri region and cultured medicinal mushrooms

Mantar Kodu / Mushroom number	Mantar Türü / Mushroom name	Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg GAE/100 g) / Total phenolic content	Antioksidan Aktivite / Antioxidant activity (mg TE/100 g)		Eritadenin Miktarı / Eritadenine amount (mg/kg)
			ABTS	DPPH	
1	<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Singer (Şitake mantarı)	395.6±41.18 <sup>fg</sup>	537.8±16.37 <sup>ccdefg</sup>	984.4±3.13 <sup>ö</sup>	3338±73.4
2	<i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc. (Kulak mantarı)	45.92±16.17 <sup>ab</sup>	25.26±6.78 <sup>a</sup>	56.07±0.29 <sup>ccđ</sup>	<LOD
3	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd (Hindi kuyruğu mantarı)	24.45±0.770 <sup>a</sup>	200.5±2.66 <sup>abcđ</sup>	44.57±0.83 <sup>p</sup>	<LOD
4	<i>Hericium erinaceus</i> (Aslan yelesi mantarı)	51.67±0.33 <sup>ab</sup>	190.3±12.52 <sup>abcđ</sup>	82.78±0.59 <sup>efghı</sup>	<LOD
5	<i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quél. (Kral mantarı)	182.7±2.87 <sup>ccđ</sup>	267.3±3.54 <sup>abcđe</sup>	93.3±2.97 <sup>hıj</sup>	<LOD
6	<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst. (Reishi mantarı)	198.0±1.95 <sup>ccđ</sup>	334.4±1.912 <sup>abcđe</sup>	68.89±6.54 <sup>defgh</sup>	<LOD
7	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm. (İstiridyе mantarı)	459.9±24.84 <sup>fghı</sup>	234.3±1.28 <sup>abcđe</sup>	719.2±39.12 <sup>öö</sup>	<LOD
8	<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Redhead, <i>Vulgabys</i> & <i>Moncalvo</i>	449.3±9.8 <sup>fghı</sup>	344.6±9.11 <sup>abcđef</sup>	279.0±53.04 <sup>defgh</sup>	<LOD

	(Mürekkep mantarı)				
9	<i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>Ferulae</i> (Lanzzi) Sacc. (Çakşır mantarı)	673.9±26.14 <sup>noö</sup>	472.9±32.78 <sup>bcdefg</sup>	527.5±46.41 <sup>klm</sup>	<LOD
10	<i>Leucopaxillus giganteus</i> . (Kokulu mantar)	861.1±45.76 <sup>st</sup>	1359±16.39 <sup>i</sup>	336.4±16.70 <sup>bc</sup>	<LOD
11	<i>Agrocybe aegerita</i> (V. Brig.) Singer (Kavak mantarı)	890.2±37.26 <sup>st</sup>	1981±25.18 <sup>i</sup>	763.8±9.27 <sup>ö</sup>	<LOD
12	<i>Verpa bobemica</i> (Krombh.) J. Schröt. (Sahte kuzugöbeği mantarı)	657.7±27.46 <sup>mnoö</sup>	443.2±203.6 <sup>abcdefg</sup>	210.9±4.29 <sup>ij</sup>	<LOD
13	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers. (Pösteki mantarı)	728.9±2.61 <sup>öprs</sup>	544.1±17.65 <sup>ccdefg</sup>	655.2±37.26 <sup>no</sup>	<LOD
14	<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) <i>Vilgahys</i> , Hoppie & Jacq. Johnson (Mürekkep mantarı)	1598±36.60 <sup>u</sup>	381.2±46.03 <sup>abcdef</sup>	391.8±6.52 <sup>ö</sup>	<LOD
15	<i>Pleurotus eryngii</i> var. <i>Ferulae</i> (Lanzzi) Sacc. (Çakşır mantarı)	839.4±34.64 <sup>st</sup>	855.7±12.80 <sup>gh</sup>	742.7±3.34 <sup>defghii</sup>	<LOD
16	<i>Hebella acetabulum</i> (L.) Quél.	158.3±1.44 <sup>bcqd</sup>	468.9±20.52 <sup>bcdefg</sup>	289.9±7.17 <sup>lmn</sup>	<LOD
17	<i>Hebella solitaria</i> (P.Karst.)	151.2±1.04 <sup>bcqd</sup>	446±32 <sup>bcdefg</sup>	276.9±41 <sup>lmn</sup>	<LOD
18	<i>Leucopaxillus</i> sp. (Kokulu mantar)	519.1±21.17 <sup>hijk</sup>	1278±615.9 <sup>i</sup>	1651±18.56 <sup>s</sup>	<LOD
19	<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel (Kaypak mantar)	2150±9.15 <sup>v</sup>	2211±23.85 <sup>i</sup>	481.5±6.43 <sup>p</sup>	<LOD
20	<i>Lepista personata</i> (Fr.) Cooke (Mor bacak mantarı)	398.4±7.84 <sup>fg</sup>	221.7±1.39 <sup>abcqd</sup>	453.9±7.07 <sup>p</sup>	<LOD
21	<i>Agaricus bernardii</i> Quel. (Kızıl çayır mantarı)	645.9±1.56 <sup>lmnoö</sup>	1328±127 <sup>i</sup>	983.6±83.52 <sup>ij</sup>	<LOD
22	<i>Stropharia coronilla</i> (Bull.:Fr.) Quél.	368.3±1.95 <sup>ef</sup>	314.9±7.54 <sup>abcqde</sup>	170.2±7.96 <sup>bcq</sup>	<LOD
23	<i>Paxillus vernalis</i> Watling (Sahte kanlıca)	173.1±3.52 <sup>ccd</sup>	452.3±33.83 <sup>bcdefg</sup>	111.1±11.93 <sup>ab</sup>	<LOD
24	<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm (Kara kız mantarı)	547.2±18.95 <sup>ijklm</sup>	650.1±22.41 <sup>efg</sup>	967.3±5.30 <sup>p</sup>	<LOD
25	<i>Hebeloma sinapians</i> (Fr.) Sacc.	698.4±3.92 <sup>öop</sup>	280.4±27.01 <sup>abcqde</sup>	436.5±50.38 <sup>ik</sup>	<LOD

26	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke (Cincile mantarı)	387.3±16.34 <sup>fg</sup>	231.8±7.04 <sup>abcđ</sup>	553.7±17.24 <sup>lm</sup>	<LOD
27	<i>Leucopaxillus gentianus</i> (Quél.) Kotl. (Mal mantarı)	591.2±37.90 <sup>klmno</sup>	203.4±21.05 <sup>abcđ</sup>	472.1±8.35 <sup>p</sup>	<LOD
28	<i>Agaricus</i> sp. (Çayır mantarı)	1776±26.53 <sup>ü</sup>	1217±51.86 <sup>ht</sup>	876.9±23.51 <sup>kl</sup>	<LOD
29	<i>Amanita argentea</i> Huįman (Amanita- Köygöçüren)	262.7±13.59 <sup>de</sup>	296±10.07 <sup>abcđe</sup>	180.9±14.13 <sup>ghij</sup>	<LOD
30	<i>Entoloma</i> sp.	875.4±25.49 <sup>st</sup>	463.1±18.44 <sup>bcđefg</sup>	609.1±12.21 <sup>mn</sup>	<LOD
31	<i>Agaricus silvaticus</i> Schaeff. (Kızılca çayır mantarı)	825.5±17.64 <sup>rsst</sup>	440.8±9.26 <sup>abcđefg</sup>	772.3±8.55 <sup>ö</sup>	<LOD
32	<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm (Kara kız mantarı)	791.8±65.37 <sup>prss</sup>	336.4±6.68 <sup>abcđe</sup>	60.21±6.75 <sup>a</sup>	<LOD
33	<i>Suillellus luridus</i> (Schaeff.) Murrill (Kaypak mantar)	535.7±13.06 <sup>hijkl</sup>	576.2±46.52 <sup>cdefg</sup>	557.9±1.28 <sup>r</sup>	<LOD
34	<i>Boletus regineus</i> D. Arora & Simonini (Kara kafa mantarı)	828.7±26.14 <sup>rsst</sup>	498.2±44.82 <sup>cđefg</sup>	590.1±0.64 <sup>r</sup>	<LOD
35	<i>Hebeloma sinapiçans</i> (Fr.) Sacc.	430.8±38.56 <sup>fgh</sup>	305.7±5.73 <sup>abcđe</sup>	358.4±8.10 <sup>ghij</sup>	<LOD
36	<i>Calvatia gigantea</i> (Batsch) Lloyd (Puf mantarı)	469.1±11.76 <sup>fghij</sup>	626.7±29.89 <sup>defg</sup>	300.7±7.71 <sup>mn</sup>	<LOD
37	<i>Agaricus</i> sp. (Çayır mantarı)	720.6±26.14 <sup>öpr</sup>	453.2±30.36 <sup>bcđefg</sup>	595.4±9.01 <sup>cde</sup>	<LOD
38	<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray (Kanlıca mantarı)	655.4±4.57 <sup>mnoö</sup>	276.3±2.87 <sup>abcđe</sup>	353.8±29.67 <sup>defg</sup>	<LOD
39	<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr. (Küflü mantar)	218.8±7.06 <sup>cd</sup>	55.37±1.68 <sup>ab</sup>	143.±30.2 <sup>defghi</sup>	<LOD
40	<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fr. (Geyik mantarı)	577.7±11.76 <sup>ijklmn</sup>	398.8±2.29 <sup>abcđef</sup>	173.1±19.28 <sup>fghij</sup>	<LOD
41	<i>Lactarius piperatus</i> (L.) Pers. (Acı sütlü mantar)	97.61±7.69 <sup>abc</sup>	178.5±14.49 <sup>abcđ</sup>	128.1±24.41 <sup>cdef</sup>	<LOD
42	<i>Agaricus</i> sp. (Çayır mantarı)	569.9±54.9 <sup>ijklmn</sup>	629.3±20.24 <sup>defg</sup>	508.4±10.93 <sup>ij</sup>	<LOD
43	<i>Russula</i> sp. (Kırılğan mantar)	815.8±7.84 <sup>rsş</sup>	764.4±29.17 <sup>fg</sup>	175.9±9.37 <sup>bc</sup>	<LOD
44	<i>Ramaria</i> sp. (Sarı sakal mantarı)	175.1±5.43 <sup>cđ</sup>	380.9±19.72 <sup>abcđef</sup>	178.9±9.01 <sup>bc</sup>	<LOD
45	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr. (Kav mantarı)	115.7±1.83 <sup>abcđ</sup>	152.2±18.61 <sup>abc</sup>	96.48±3.11 <sup>ab</sup>	<LOD

\*Çizelge üzerinde verilen değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir.

\*\*Çizelgede kullanılan farklı harfler Tukey testi sonucuna göre ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğunu ( $P < 0.05$ ) belirtmektedir.

\*\*\*Çizelgede mantar kodu 1, 2, 3, 4, 5, 6 olarak verilen türler tıbbi mantarları, diğer kodlar ile belirtilen türler ise makromantarları ifade etmektedir.

\*\*\*\*Çizelgede belirtilen "<LOD" ifadesi ilgili mantar türündeki eritadenin bileşiği miktarının tespit edilebilir limitin altında olduğunu ifade etmektedir.

\*Each value is expressed as mean  $\pm$  S.D.

\*\* The different letters indicate a statistically different ( $P < 0.05$ ) between the means according to the Tukey test.

\*\*\* Mushroom number 1, 2, 3, 4, 5, 6 in the chart refer to medicinal mushrooms, others to non-medicinal mushrooms.

\*\*\*\* The expression "<LOD" means that the amount of eritadenine compound is less than the limit of detection.

### Antioksidan kapasite değerleri

Kayseri bölgesinde doğal olarak yetişen ve kültüre edilen tıbbi mantarlardan elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite değerleri Çizelge 2' de verilmiştir. ABTS radikal kullanılarak gerçekleştirilen antioksidan aktivite tayin yönteminde en yüksek aktiviteye ( $P < 0.05$ ) sahip mantar türlerinin *Suillus luteus* (Kaypak mantar) (2211 mg TE/100 g) ve *Agrocybe aegerita* (Kavak mantarı) (1981 mg TE/100 g) olduğu, en düşük antioksidan aktivitenin ( $P < 0.05$ ) ise *Auricularia polytricha* (Kulak mantarı) (25.26 mg TE/100 g) mantarında görüldüğü tespit edilmiştir. Diğer mantar türlerinin ABTS metoduna göre antioksidan aktivite değerlerinin 55.37-1359 mg TE/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir. DPPH yöntemine göre ise en yüksek aktiviteyi ( $P < 0.05$ ) *Leucopaxillus sp.* (Kokulu mantar) (1651 mg TE/100 g), *Lentinula edodes* (Şitake mantarı) (984.4 mg TE/100 g) ve *Agaricus bernadii* (Kızıl çayır mantarı) (983.6 mg TE/100 g) mantar türlerinin gösterdiği, en düşük aktivitenin ( $P < 0.05$ ) ise *Trametes versicolor* (Hindi kuyruğu mantarı) (44.57 mg TE/100 g) mantarında olduğu tespit edilmiştir. Diğer mantarların DPPH metoduna göre antioksidan aktivite değerleri ise 56.07-984.4 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir.

Makromantarlar içerdikleri aktif bileşikler sayesinde farklı biyoaktif özellikler sergilemektedir. Bu aktif bileşiklerden olan fenolik bileşikler sahip oldukları hidroksil grupları nedeniyle elektron ve serbest radikal giderici aktivite veya hidrojen atomu verme özelliği sayesinde antioksidan aktivite göstermektedirler. Bu nedenle fenolik bileşiklerle antioksidan aktivite arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Gupta,

2013). Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları araştırma materyalindeki antioksidan madde tarafından elektron transferi ile indirgenen oksidan maddenin renginin açılması reaksiyonuna dayalı yöntemler iken diğer bölümü ise hidrojen atomu transferine dayalı olan reaksiyon yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, mantar ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi için basit, hızlı ve stabil olan radikal süpürücü aktivitenin belirlendiği DPPH metodu ve ABTS radikalinin antioksidanlarca sönmülmesi temeline dayanan ABTS antioksidan aktivite metotları kullanılmıştır (Prior vd., 2005).

Antioksidan aktiviteden sorumlu farklı bileşenlerin mantar türlerine göre farklılık göstermesi bilinen bir durumdur. Mantarlardaki fonksiyonel grupların konsantrasyonunu mantarın gelişim durumu da etkileyebilmektedir. Bir çalışmada *Coprinus comatus* (Pösteki mantarı), *Cantharellus cibarius* (Civciv ayağı mantarı), *Lactarius deliciosus* (Kanlıca mantarı) ve *Licoperdon perlatum* (Puf mantarı) mantarlarının su ve etanolü ekstraktlarının DPPH yöntemine göre antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. En yüksek aktivitenin *Licoperdon perlatum* (Puf mantarı) mantarının sulu ekstraktında (%60.3) olduğu ve diğer mantar çeşitlerinde ise en yüksek aktivitenin %95 etanol ile alınan ekstraktlarda olduğu tespit edilmiştir (Nowakowski vd., 2021). Bir diğer çalışmada ise 12 yabani mantar türünde DPPH metodu ile antioksidan aktivite tayini gerçekleştirilmiştir. Bu mantar türleri arasında *Lactarius piperatus* (Acı sütlü mantar) (316.8 mg TE/100 g) ve *Lactarius deliciosus*' un (Kanlıca mantarı) (402.5 mg TE/100 g) diğer mantar

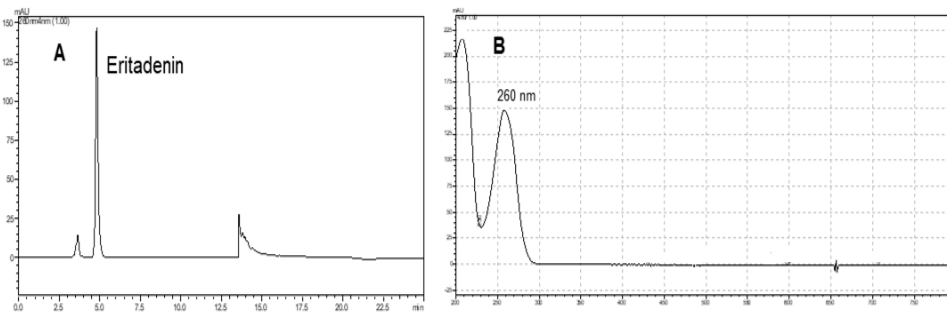
türlerine göre çalışmamızdaki aynı tür mantarların değerlerinin (128.3 ve 353.8 mg TE/100 g) kısmen düşük olduğu görölmektedir (Erdoğan vd., 2017). Literatür verileri ile benzer şekilde araştırmaya alınan mantar türlerinin antioksidan aktivite değerlerinin türden türe farklılık gösterdiği görölmektedir. Bu durum mantar türleri arasındaki genetik varyasyonlardan, yetiştikleri iklim şartları ile toprak yapılarından, mikorizal ya da parazitik yaşam sürdürdükleri bitki çeşitliliğinden, güneş ışığı alma yoğunluğundan ve mantarların toplandıkları dönemdeki gelişim durumu gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünölmektedir.

### Mantar türlerinde eritadenin bileşiğinin varlığının araştırılması

Bitkiler alemi başta olmak üzere canlı organizmalarda ikincil metabolitlerin miktar olarak az ancak işlevlerinin önemli olduğu özellikle son 20 yıl içerisinde net olarak anlaşılmıştır. Literatürde mantarların biyoaktif bileşikleri ve bunların sağladığı biyoaktif özellikleri ile ilgili alışmalar (Bekçi, 2020; Doğan vd., 2018; El Enshasy ve Hatti-Kaul, 2013; Erdoğan vd., 2017; Eren ve Akyüz, 2018; Khursheed vd., 2020; Puttaraju vd., 2006) fazla miktarda yer almaktadır. şitake mantarında yer alan ikincil bir metabolit olan eritadenin bileşiği sergilediği özellikler nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu bileşiğin S-adenozil-L-homosistein hidrolaz enzimini inhibe ederek kolesterol düşürücü etki gösterdiği in vivo çalışmalar ile ispatlanmıştır (Fukada vd., 2006; Sekiya vd., 2006; Yamada vd., 2007). Literatürde *Lentinula edodes*'in biyoaktif bileşenlerinin kan kolesterolünü ve plazma fosfolipid seviyesini düşürücü etkisi olduğu ve HMG-KoA redüktaz

enzimini inhibe ettiği bildirilmiştir (Kaneda ve Tokuda, 1966; Rokujo vd., 1970). Kültür mantarı-*Agaricus bisporus* mantarının ise biyoaktif bileşenlerinin toplam kolesterol, LDL ve HDL kolesterolü düşürücü etkisi olduğu (Rokujo vd., 1970; Sekiya vd., 2006; Yamada vd., 2007) belirlenirken, *Pleurotus ostreatus*'un (İstiridye mantarı) yapısındaki biyoaktif bileşenlerin kan kolesterolü, toplam kolesterolü ve LDL, VLDL, plazma trigliserit miktarını ve kan basıncını düşürücü etkisi olduğu bildirilmiştir (Lelik vd., 1997; Hossain vd., 2003; Khatun vd., 2007; Kajaba vd., 2008). Ayrıca, literatürde en yüksek eritadenin içeriğine sahip olan mantar türünün şitake mantarı olduğu (317-633 mg/100g) ve bunun yanı sıra kültür mantarı (375 mg/100 g) ve istiridye mantarının da (212 mg/100 g) bu bileşiği içerdiği bildirilmiştir (Afrin vd., 2016; Enman vd., 2012).

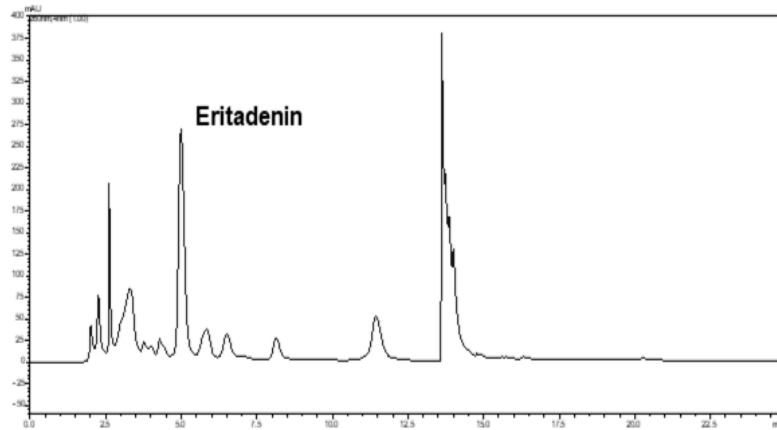
Mantar türlerindeki eritadenin miktarlarını tespit etmek amacıyla farklı konsantrasyonlardaki eritadenin standardı HPLC' ye enjekte edilmiş ve elde edilen kromatogramdaki (şekil 2) pik alanları konsantrasyona karşı grafiğe dönüştürölmüştür. Oluşturulan lineer kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon denkleminin ( $y = 801036x - 14335$ ) ile örneklerin eritadenin miktarları belirlenmiştir. Eritadenin bileşiğinin LOD ve LOQ değerlerini belirlemek için elde edilen eritadenin piklerinden 0.0002 mg/L' lik minimum konsantrasyonlu standart pikinin sinyal/güröltü oranının (S/G) 3' ü sağladığı (kromatogramdaki güröltü yüksekliği 0.01 mAU, sinyal yüksekliği 0.03 mAU) belirlenmiştir. Bu verilere göre eritadenin bileşiğinin LOD değeri 0.0002 mg/L olarak tespit edilmiştir.



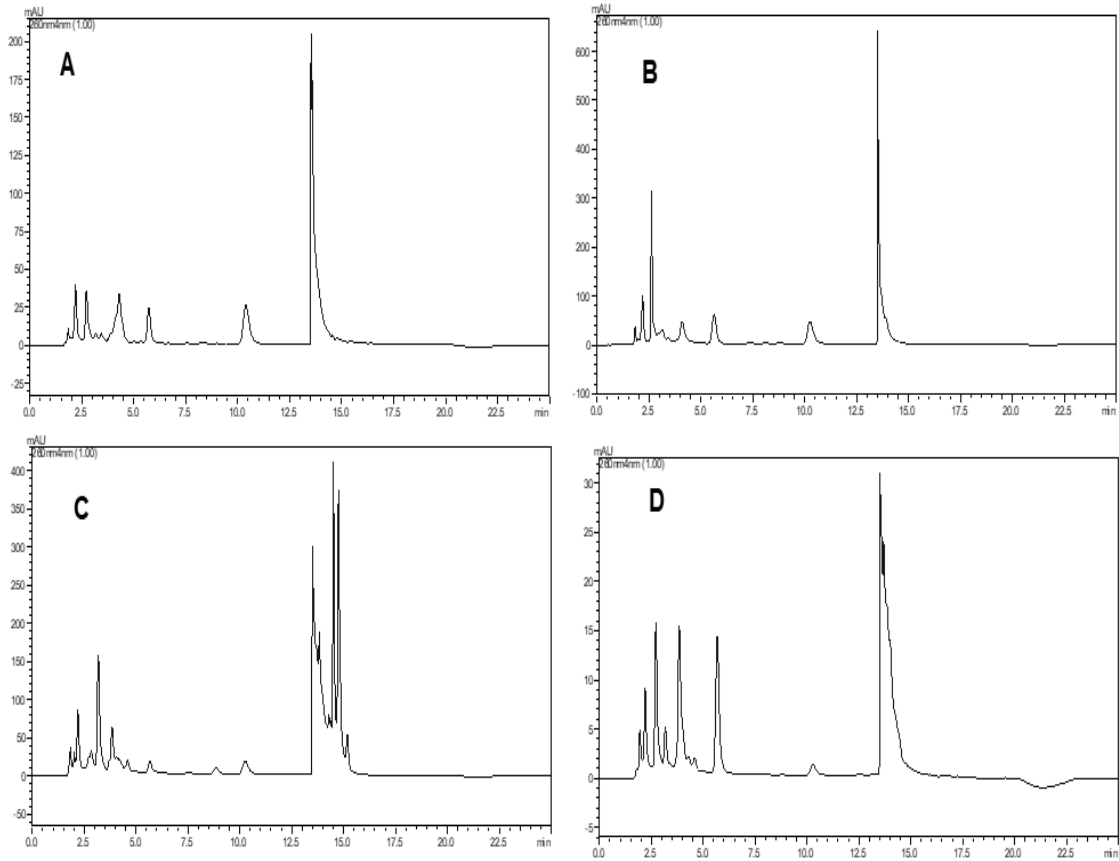
şekil 2. Eritadenin standardının 260 nm dalga boyundaki kromatogramı (A) ve spektrumu (B)  
Figure 2. RP-HPLC chromatogram (A) and spectrum (B) of eritadenine at 260 nm

Etanol (%60) ile ekstrakte edilen mantarlardaki eritadenin bileşiği miktarları Çizelge 2' de belirtilmiştir. Şitake mantarında belirlenen eritadenin miktarı 3338 mg/kg iken, diğer çalışılan mantar türlerinin eritadenin miktarlarının LOD değerinin (0.0002 mg/L) altında kaldığı belirlenmiştir. Dört farklı kültüre alınan ticari şitake mantar türünün incelendiği bir çalışmada mantarların metanollü ekstraktlarının eritadenin miktarları 3.17-6.33 mg/g olarak tespit edilirken (Enman vd., 2007), bir diğer çalışmada şitake mantarının şapka kısmının eritadenin içeriğinin 50-70 mg/100 g olarak, sap kısmının ise 30-40 mg/100 g eritadenin içerdiği (Kajaba vd., 2008) belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise şitake mantarının misellerinin 73.7 mg/100 g eritadenin içerdiği tespit edilmiştir (Lelik vd., 1997). Enman vd., (2007)'nin test ettikleri şitake mantarlarının eritadenin miktarları ile çalışmamızdaki aynı tür mantarın eritadenin içeriği ile gayet uyumlu görülmektedir. Ancak şitake mantarının şapka, sap ve misellerinin (Lelik vd., 1997) ayrı ayrı olarak değerlendirildiği çalışmalarda eritadenin verilerinin çalışmamızdaki değerden oldukça düşük olduğu göze çarpmaktadır. Bunun nedeni olarak şitake mantarının bir bütün olarak çalışmaya alınmamış olması ve mantarın diğer kısımlarından da gelebilecek olan bileşiğin değerlendirmeye alınmamış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yapılan bir başka çalışmada ise *Lentinula edodes* (Şitake mantarı) (642.8 mg/100 g), *Flamullina velutipes* (Saman mantarı) (427.1 mg/100 g), *Hericum*

*erinaceus* (Aslan yelesi mantarı) (409.7 mg/100 g), *Agaricus blazei* (Brezilya çayır mantarı) (403.2 mg/100 g), *Agaricus bisporus* (Kültür mantarı) (375.5 mg/100 g), *Cordyceps militaris* (Tırtıl mantarı) (367.3 mg/100 g), *Pleurotus eryngii* (Kral mantarı) (335.8 mg/100 g), *Tricholoma matsutake* (Matsutake mantarı) (280.1 mg/100 g), *Pleurotus ostreatus* (İstiridye mantarı) (212.1 mg/100 g), *Ganoderma lucidum* (Reishi mantarı) (21.0 mg/100 g) ve *Phellinus linteus* (Kav mantarı) (9.4 mg/100 g) mantar türlerinin etanollü ekstraktlarında eritadenin bileşiği tespit edildiği bildirilmiştir (Afrin vd., 2016). Bu çalışmadaki şitake mantarının içerdiği eritadenin miktarı ile çalışmamızdaki aynı tür mantarın eritadenin miktarı karşılaştırıldığında kısmen düşük olduğu görülmektedir. Diğer yandan bu çalışma, eritadenin miktarları belirlenmiş olan diğer mantar türlerinin çalışmamızdaki aynı tür mantarlarda bu bileşiğin tespit edilmemiş olması yönünden farklılaşmaktadır. Bu durumun varyete farklılıklarından ve ekstraksiyon prosedürlerindeki olası farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada gerek Kayseri bölgesinden toplanan 39 mantar türünde, gerekse tıbbi özellik taşıyan kültüre edilmiş 5 mantar türünde eritadenin bileşiği tespit edilememiştir. Şitake mantarına ait kromatogram Şekil 3' te gösterilmiştir. Literatürde (Afrin vd., 2016) eritadenin içerdikleri belirtilen ancak bizim çalışmamızda tespit edemediğimiz mantar türlerine ait kromatogramlar Şekil 4' te gösterilmiştir.



Şekil 3. Şitake mantarının 260 nm dalga boyundaki kromatogramı  
Figure 3. RP-HPLC chromatogram of shiitake mushroom at 260 nm



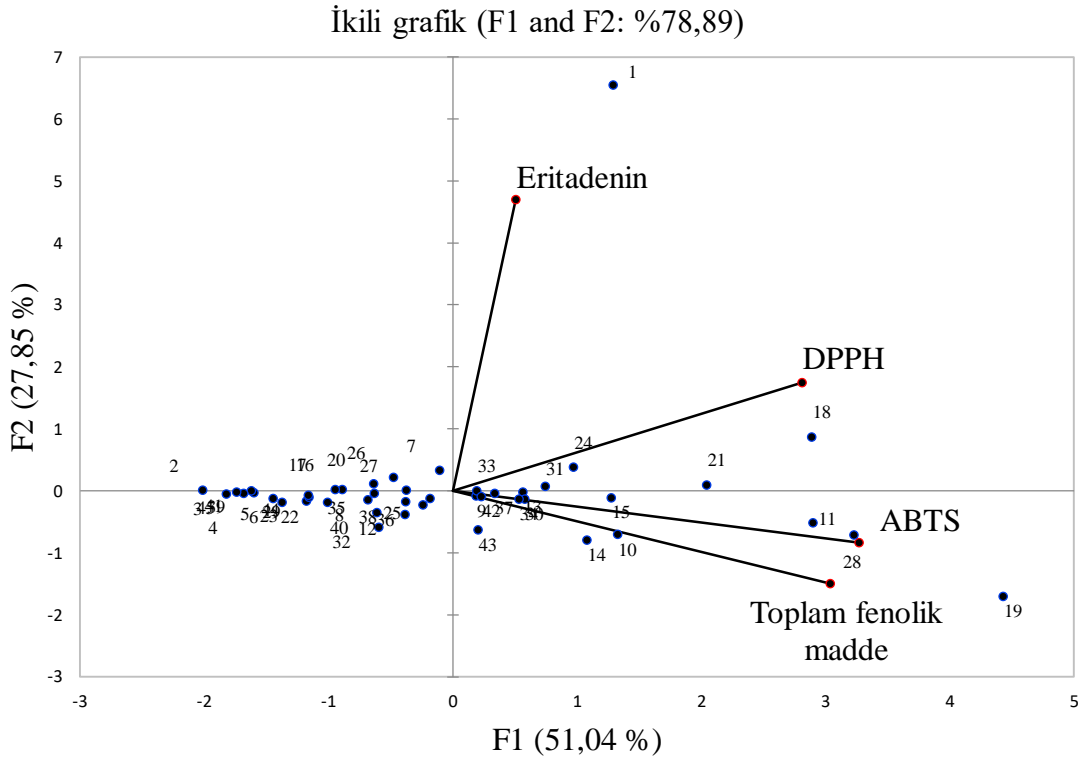
Şekil 4. *Hericium erinaceus* (A), *Pleurotus eryngii* (B), *Ganoderma lucidum* (C), *Auricularia polytricha* (D) kromatogramları

Figure 4. RP-HPLC chromatograms of *Hericium erinaceus* (A), *Pleurotus eryngii* (B), *Ganoderma lucidum* (C), *Auricularia polytricha* (D)

### Temel bileşen analizi

Temel bileşen analizi (PCA), karmaşık veri kümesinin boyutunu anlaşılabilir ve kolayca yorumlanabilir bir biçime indirgemek için uygun bir tekniktir. PCA'nın 4 kısmen ilişkili orijinal değişkene uygulanmasından sonra, ilk 2 temel bileşen tüm veri setindeki toplam varyansların %78.89' ini açıklamıştır. Değişkenler ve mantar türleri arasındaki ilişkiler, PCA'nın ikili grafiğini gösteren Şekil 5' te görülmektedir. Bu grafiğe göre ABTS ve toplam fenolik madde içeriğinin birbirleriyle iyi ilişkili olduğu görülmektedir. Tüm mantar türleri arasında mantar kodu 10 olan *Leucopaxillus giganteus* (Kokulu mantar) mantarı, mantar kodu 12 olan *Verpa bohemica* (Sahte kuzugöbeği mantarı) mantarı, mantar kodu 14 olan *Coprinellus micaceus* (Mürekkap mantarı)

mantarı, mantar kodu 19 olan *Suillus luteus* (Kaypak mantar) mantarı, mantar kodu 28 olan *Agaricus sp.* (Çayır mantarı) mantarı ve mantar kodu 43 olan *Russula sp.* (Kırılğan mantar) mantarların toplam fenolik madde içeriği ve ABTS antioksidan aktivite değerleri açısından iyi karakterize edildiği görülmektedir. 1 nolu mantar (*Lentinula edodes*-Şitake mantarı) olan şitake mantarının ise eritadenin içeren tek mantar olarak diğer mantar türlerinden net bir şekilde ayrıldığı ve bu özelliği ile karakterize edildiği PCA'nın ikili grafiğinde görülmektedir. İkili grafiğin sol kısmında yer alan mantar türleri ise analiz edilen değişkenler açısından benzer özellik göstererek birlikte gruplandırıldığı görülmektedir.



Şekil 5. Mantar türleri (45 adet) ve değişkenleri (4 farklı özellik) içeren temel bileşen ikili grafiği  
Figure 5. 45 mushroom species and principal component analysis binary data graph with 4 different variables

## SONUÇ

Kayseri bölgesinde doğal olarak yetişen 39 adet makromantar türünün ve kültüre edilen 6 önemli tıbbi mantar türünün %60 etanol ile elde edilen ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri, antioksidan aktiviteleri (ABTS ve DPPH metotları) ve kolesterol düşürücü etkiye sahip olan eritadenin bileşiğinin miktarı araştırılmıştır. En yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip mantar türünün *Suillus luteus* (Kaypak mantar) (2150 mg GAE/100g) olduğu en yüksek antioksidan aktivite gösteren mantar türlerinin ise ABTS metodu ile *Suillus luteus* (Kaypak mantar) (2211 mg TE/100 g), *Agrocybe aegerita* (Kavak mantarı) (1981 mg TE/100 g) ve DPPH metodu ile *Leucopaxillus sp.* (Kokulu mantar) (1651 mg TE/100 g) olduğu tespit edilmiştir. Eritadenin bileşiği şitake mantarı haricinde incelenen başka bir mantarda tespit edilememiş/diğer mantarlarda ki eritadenin varlığı LOD değerinin altındadır. Eritadenin bileşiğinin gözlenebilirme sınırı (LOD değeri) 0.0002 mg/L, tayin sınırı (LOQ değeri) ise

0.00066 mg/L olarak hesaplanmıştır. Literatür verileri incelendiğinde de güçlü fenolik içerik ile güçlü antioksidan aktivitenin birbiriyle ilişkili olduğu ve bu bilginin çalışmamızdaki *Suillus luteus* (Kaypak mantar) mantarının diğer mantar türleri arasında en yüksek fenolik içeriği ile beraber en yüksek antioksidan aktivite göstermesi sonuçları ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar *Suillus luteus* (Kaypak mantar) hakkında daha detaylı çalışılması gerektiği sonucunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, farklı antioksidan aktivite belirleme yöntemlerinin doğası gereği mantarların antioksidan aktiviteleri de değişiklik göstermektedir. Bu nedenle mantarların antioksidan aktiviteleri belirlenmeye çalışılırken olabildiğince farklı metotla tespit yapmaya çalışmak elde edilen sonuçların daha objektif ve güvenilir olmasını sağlayacaktır. Ayrıca, mantarın türü gibi genetik faktörler, güneş alma durumu, sıcaklık, rakım, bulunduğu enlem derecesi, su (su stresi), toprak yapısı, hasat dönemi değişimleri, büyüme gelişme şartları, hasat sonrası işlemler ve



depolama şartları gibi çevresel faktörlerin mantar türleri arasında biyoaktivite özelliklerinin değişiklik göstermesinin sebepleri olabilmektedir. Uzun yıllardır Uzakdoğu geleneksel tıbbında önemli yer tutan ve günümüzde batı tıbbınca önemi fark edilmeye yeni başlanan mantarların yapılarındaki biyoaktif bileşenler üzerine daha fazla araştırmalar yapılmalı, mantarlardan ekstrakte edilecek biyoaktif maddelerin fonksiyonel gıdalarda kullanım olanaklarına odaklanılmalıdır. Yapmış olduğumuz çalışmalar sonucunda doğadan toplanan bazı mantarların belirlenen bazı biyoaktif özelliklerinin tıbbi mantarlardan daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda ciddi potansiyele sahip oldukları görülmektedir. Bu çalışmadan hareketle doğadan toplanan mantarların üzerinde daha detaylı çalışmaların yapılarak kullanım alanlarının artırılması gerektiği düşünülmektedir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Bu makale ile ilgili olarak kişilerin kendi arasında ya da başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmadığı beyan olunur.

#### YAZARLARIN KATKISI

Murat Kaya makale konusunu araştırdı, tasarladı ve çalışmaları gerçekleştirdi. Neşe Adanacıoğlu çalışmada kullanılacak materyallerin teşhislerini yaptı. Murat Kaya ve Serap Berктаş makalenin taslağını oluşturdu. Tüm yazarlar makalenin yazımına katkıda bulundu, Mustafa ÇAM makaleyi tasarladı, makalenin son halini okudu ve onayladı.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FDK-2018-7892 kodu ile desteklenmiştir.

#### KAYNAKLAR

Afrin, S., Rakib, M. A., Kim, B. H., Kim, J. O., Ha, Y. L. (2016). Eritadenine from edible mushrooms inhibits activity of angiotensin converting enzyme in vitro. *J Agric Food Chem*, 64(11): 2263-2268 p.

Anonymous (2021a). <https://www.mykoweb.com> (Erişim tarihi: 21 Ocak 2021).

Anonymous (2021b). <https://www.first-nature.com> (Erişim tarihi: 21 Ocak 2021).

Anonymous (2021c). <https://www.mushroomexpert> (Erişim tarihi: 21 Ocak 2021).

Barron, G. L. (1999). *Mushrooms of Northeast North America: Midwest to New England*. Lone Pine Pub, Edminton, AB, Canada, 336 p.

Bekçi, H. (2020). Muğla bölgesi'nden elde edilen yenilebilir yabani mantarların biyolojik aktiviteleri. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Kayseri, Türkiye, 198 s.

Bekçi, H., Altınsoy, B., Sarıkaya, S., Onbaşılı, D. ve Çelik, G. Y. (2011). Kastamonu yöresinden toplanan bazı makrofungusların antimikrobiyal aktivitesi. *Kastamonu Orman Ürünleri Dergisi*, 11 (2):187– 190 s.

Boonsong, S., Klaypradit, W., Wilaipun, P. (2016). Antioxidant activities of extracts from five edible mushrooms using different extractants. *Agric Nat Res*, 50(2): 89-97 p., doi:10.1016/j.anres.2015.07.002.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci Technol*, 28(1): 25-30 p., doi:10.1016/S0023-6438(95)80008-5.

Butkhup, L., Samappito, W., Jorjong, S. (2018). Evaluation of bioactivities and phenolic contents of wild edible mushrooms from northeastern Thailand. *Food Sci Biotechnol*, 27(1): 193-202 p., doi:10.1007/s10068-017-0237-5.

Chan, G. C., Chan, W. K., Sze, D. M. (2009). The effects of  $\beta$ -glucan on human immune and cancer cells. *J Hematol Oncol*, 2(25): 1-11 p.

Cheung, P. C. K. (2008). *Mushrooms as Functional Foods*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 227 p.

Doğan, H. H., Karagöz, S., Duman, R. (2018). Antiviral activity, cytotoxic, *Fomes fomentarius*, herpes simplex virus type 1, *Laetiporus sulphureus*, medicinal mushrooms, *Morchella conica*, *Pbellinus igniarius*, *Pleurotus ostreatus*, *Terfezia boudieri*,

- Tricholoma anatolicum*. *Int J Med Mushrooms*, 20(3): 201-212 p.
- El Enshasy, H. A., Hatti-Kaul, R. (2013). Mushroom immunomodulators: Unique molecules with unlimited applications. *Trends Biotechnol*, 31(12): 668-677 p.
- Enman, J., Hodge, D., Berglund, K. A., Rova, U. (2012). Growth promotive conditions for enhanced eritadenine production during submerged cultivation of *Lentinula edodes*. *J Chem Technol Biotechnol*, 87(7): 903-907 p., doi:10.1002/jctb.3697.
- Enman, J., Rova, U., Berglund, K. A. (2007). Quantification of the bioactive compound eritadenine in selected strains of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *J Agric Food Chem*, 55(4): 1177-1180 p., doi:10.1021/jf062559+.
- Erdoğan, S., Soylu, M. K., Başer, K. H. C. (2017). Bazı yabancı mantarların antioksidan özellikleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (6): 254-260 s.
- Eren, A., Akyüz, M. (2018). Bazı makrofungus misellerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Mantar Dergisi*, 8(2): 196-205 s.
- Flück, M. (2019). *Welcher Pilz ist das?: 170 Pilze einfach bestimmen*. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Company KG, 128 p.
- Fukada, S., Setoue, M., Morita, T., Sugiyama, K. (2006). Dietary eritadenine suppresses guanidinoacetic acid-induced hyperhomocysteinemia in rats. *J Nutr*, 136(11): 2797-2802 p., doi:10.1093/jn/136.11.2797.
- Gan, C. H., Amira, B., Asmah, R. (2013). Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*Agaricus bisporous* and *Agaricus brasiliensis*). *Int Food Res J(IFRJ)*, (20): 1095-1102 p.
- Gminder, A., Böhning, T. (2007). Melyik ez a gomba. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, 219 p.
- Gupta, D. (2013). Comparative analysis of spices for their phenolic content, flavonoid content and antioxidant capacity. *Am Int J Res in Formal Appl Nat Sci*, 4: 38-42 p.
- Hetland, G., Tangen, J.-M., Mahmood, F., Mirlashari, M. R., Nissen-Meyer, L. S. H., Nentwich, I., Johnson, E. (2020). Antitumor, anti-inflammatory and antiallergic effects of *Agaricus blazei* mushroom extract and the related medicinal *Basidiomycetes* mushrooms, *Hericium erinaceus* and *Grifola frondosa*: A Review of preclinical and clinical studies. *Nutrients*, 12(5): 1339 p., doi:10.3390/nu12051339.
- Hossain, S., Hashimoto, M., Choudhury, E. K., Alam, N., Hussain, S., Hasan, M., Mahmud, I. (2003). Dietary mushroom (*Pleurotus ostreatus*) ameliorates atherogenic lipid in hypercholesterolaemic rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 30(7): 470-475 p., doi:10.1046/j.1440-1681.2003.03857.x.
- Kajaba, I., Simoncic, R., Freceerova, K., Belay, G. (2008). Clinical studies on the hypolipidemic and antioxidant effects of selected natural substances. *Bratislavské Lekárske Listy*, 109: 267-272 p.
- Kaneda, T., Tokuda, S. (1966). Effect of various mushroom preparations on cholesterol levels in rats. *J Nutr*, 90(4): 371-376 p., doi:10.1093/jn/90.4.371.
- Khatun, K., Mahtab, H., Khanam, P. A., Sayeed, M. A., Khan, K. A. (2007). Oyster mushroom reduced blood glucose and cholesterol in diabetic subjects. *Mymensingh Med JI*, 16(1): 94-99 p.
- Khursheed, R., Singh, S. K., Wadhwa, S., Gulati, M., Awasthi, A. (2020). Therapeutic potential of mushrooms in diabetes mellitus: Role of polysaccharides. *Int J Biol Macromol*, (164): 1194-1205 p., doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.07.145.
- Kodama, N., Kakuno, T., Nanba, H. (2003). Stimulation of the natural immune system in normal mice by polysaccharide from maitake mushroom. *Mycoscience*, 44(3): 257-261 p.
- Kosanić, M., Ranković, B., Dašić, M. (2012). Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents. *Iranian J Pharm Res (IJPR)*, 11(4): 1095-1102 p.
- Laessoe, T. (2013). *Mushrooms at Toadstools. The Illustrated Guide to Fungi*. Dorling Kindersley Publishers Ltd.
- Lelik, L., Vitányi, G., Lefler, J., Hegóczky, I., Nagy-Gasztonyi, M., Vereczkey, G. (1997). Production of the mycelium of shiitake (*Lentinula*

- edodes*) mushroom and investigation of its bioactive compounds. *Acta Aliment*, 26: 271-277 p.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem*, 96(2): 254-260 p., doi:10.1016/j.foodchem.2005.02.033.
- Lincoff, G. H., Lincoff, G., Society, N. A. ve Nehring, C. (1981). *The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*. Knopf, 928 p.
- Mitra, S., Bhartiya, P., Kaushik, N., Nhat Nguyen, L., Wahab, R., Bekeschus, S., Kaushik, N. K. (2020). Plasma-treated *Flammulina velutipes*-derived extract showed anticancer potential in human breast cancer cells. *Appl Sci*, 10(23): 8395 p., doi:10.3390/app10238395.
- Morales, D., Taberner, M., Largo, C., Polo, G., Piris, A. J., Soler-Rivas, C. (2018). Effect of traditional and modern culinary processing, bioaccessibility, biosafety and bioavailability of eritadenine, a hypocholesterolemic compound from edible mushrooms. *Food Funct*, 9(12): 6360-6368 p., doi:10.1039/C8FO01704B.
- Nowakowski, P., Markiewicz-Żukowska, R., Gromkowska-Kępk, K., Naliwajko, S. K., Moskwa, J., Bielecka, J., Socha, K. (2021). Mushrooms as potential therapeutic agents in the treatment of cancer: Evaluation of anti-glioma effects of *Coprinus comatus*, *Cantharellus cibarius*, *Lycoperdon perlatum* and *Lactarius deliciosus* extracts. *Biomed Pharmacother*, 133: 111090 p., doi:10.1016/j.biopha.2020.111090.
- Pegler, D. N. (2002). Useful fungi of the world: The Ling-zhi - The mushroom of immortality. *Mycologist*, 16: 100-101 p., doi:10.1017/S0269915X0200304X.
- Pinto, P. G., Ribeiro, B., Gonçalves, R.F., Baptista, P., Valentao, P., Seabra, R.M., Andrade, P.B. (2008). Correlation between the pattern volatiles and the overall aroma of wild edible mushrooms. *J Agric Food Chem*, 56(5): 1704-1712 p., doi/10.1021/jf073181y.
- Prior, R. L., Wu, X., Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem*, 53(10): 4290-4302 p., doi:10.1021/jf0502698.
- Puttaraju, N. G., Venkateshaiah, S. U., Dharmesh, S. M., Urs, S. M. N., Somasundaram, R. (2006). Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms. *J Agric Food Chem*, 54(26): 9764-9772 P.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*, 26(9-10): 1231-1237 p., doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
- Rogers, R. (2006). A Book Review: *The Fungal Pharmacy: Medicinal Mushrooms of Western Canada*. Prairie Deva Press, Edmonton Alberta, 234 p.
- Rokujo, T., Kikuchi, H., Tensho, A., Tsukitani, Y., Takenawa, T., Yoshida, K., Kamiya, T. (1970). Lentysine: A new hypolipidemic agent from a mushroom. *Life Sci*, 9(7): 379-385 p., doi:10.1016/0024-3205(70)90240-7.
- Sekiya, A., Fukada, S., Morita, T., Kawagishi, H., Sugiyama, K. (2006). Suppression of methionine-induced hyperhomocysteinemia by dietary eritadenine in rats. *Biosci Biotechnol Biochem*, 70(8): 1987-1991 p., doi:10.1271/bbb.60075.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16(3): 144-158 p.
- Smith, A. H., Weber, N. S., Weber, N. S. (1980). *The mushroom hunter's field guide*. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Wani, B. A., Bodha, R. H., Wani, A. H. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *J Medi Plants Res*, 4(24): 2598-2604 p.
- Wasser, S. P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl Microbiol Biotechnol*, 60(3): 258-274 p.

Yamada, T., Komoto, J., Lou, K., Ueki, A., Hua, D. H., Sugiyama, K., Takusagawa, F. (2007). Structure and function of eritadenine and its 3-deaza analogues: Potent inhibitors of S-adenosylhomocysteine hydrolase and

hypocholesterolemic agents. *Biochem Pharmacol*, 73(7): 981-989 p., doi:10.1016/j.bcp.2006.12.014.