

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİNDE YETİŞEN 10 MAKROMANTAR TÜRÜNÜN FENOLİK
İÇERİKLERİNİN VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Emre Cem ERASLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

KASIM 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİNDE YETİŞEN 10 MAKROMANTAR TÜRÜNÜN FENOLİK
İÇERİKLERİNİN VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Emre Cem ERASLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

KASIM 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ANTALYA İLİNDE YETİŞEN 10 MAKROMANTAR TÜRÜNÜN FENOLİK
İÇERİKLERİNİN VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Emre Cem ERASLAN

BİYOLOJİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 10/11/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hasan AKGÜL (Danışman)

Prof. Dr. Ahmet AKSOY

Prof. Dr. Hacer BAKIR SERT

Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU

Prof. Dr. Makbule ERDOĞDU

ÖZET

ANTALYA İLİNDE YETİŞEN 10 MAKROMANTAR TÜRÜNÜN FENOLİK İÇERİKLERİNİN VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Emre Cem ERASLAN

Doktora Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan AKGÜL

Kasım 2022, 71 Sayfa

Bu çalışmada Antalya ilinden toplanan *Clavulina rugosa* (Bull.) J. Schröt, *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini, *Laccaria bicolor* (Maire) P.D. Orton, *Lactarius deliciosus* (L.) Gray, *Lactarius salmonicolor* (L.) Gray, *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser, *Mycena epipterygia* (Scop.) Gray, *Mycena galericulata* (Scop.), Gray *Suillus granulatus* (L.), *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer makromantarlarının fenolik içeriklerinin ve biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda mantarların etanol özütleri çıkarılarak liyofilize edilmiştir. Makromantarların fenolik içeriklerini belirlemek için HPLC cihazı, antimikrobiyal aktivitelerini test etmek için modifiye agar dilüsyon metodu, antioksidan potansiyellerini ve oksidatif stres durumlarını belirlemek için Rel Assay ticari kitleri ve mineral madde içerikleri için atomik absorpsiyon spektrometresi kullanılarak Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Pb, Mg, Mn ve K seviyeleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda mantarlarda toplam 10 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. En yüksek TAS değeri 5.254 ± 0.125 mmol/L *M. excoriata* mantarında, en yüksek TOS değeri 13.169 ± 0.196 μ mol/L *C. rugosa*'da, en yüksek antimikrobiyal aktivite *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *S. granulatus* ve *S. grevillei*'de gözlemlenmiştir. Ayrıca mantarların element içeriklerinin mantarlar arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Antalya, Fenolik, Antioksidan, Antimikrobiyal, Mineral madde

JÜRİ: Prof. Dr. Hasan AKGÜL

Prof. Dr. Ahmet AKSOY

Prof. Dr. Hacer BAKIR SERT

Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU

Prof. Dr. Makbule ERDOĞDU

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE PHENOLIC CONTENTS AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF 10 MACROFUNGUS SPECIES GROWING IN ANTALYA

Emre Cem ERASLAN

PhD Thesis in Biology

Supervisor: Prof. Dr. Hasan AKGÜL

November 2022, 71 pages

In this study, it was aimed to determine phenolic contents and biological activities of *Clavulina rugosa* (Bull.) J. Schröt., *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini, *Laccaria bicolor* (Maire) P.D. Orton, *Lactarius deliciosus* (L.) Gray, *Lactarius salmonicolor* (L.) Gray, *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser, *Mycena epipterygia* (Scop.) Gray, *Mycena galericulata* (Scop.), Gray *Suillus granulatus* (L.), *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer mushrooms collected from Antalya province. In this context, ethanol extracts of the mushrooms were extracted and lyophilized. HPLC device to determine the phenolic content of macrofungi, modified agar dilution method to test its antimicrobial activities, Rel Assay commercial kits to determine antioxidant potentials and oxidative stress status and Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Pb, Mg, Mn and K levels were determined for mineral content by using atomic absorption spectrometry. As a result of the studies, a total of 10 phenolic compounds were determined in mushrooms. The highest TAS value was 5.254 ± 0.125 mmol/L in *M. excoriata* mushroom, highest antimicrobial activity was observed in *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *S. granulatus* and *S. grevillei*. In addition, it was determined that the element contents of the mushrooms varied among the mushrooms.

KEYWORDS: Antalya, Phenolic content, Antioxidant, Antimicrobial, Element content

COMMITTEE: Prof. Dr. Hasan AKGÜL

Prof. Dr. Ahmet AKSOY

Prof. Dr. Hacer BAKIR SERT

Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU

Prof. Dr. Makbule ERDOĞDU

ÖNSÖZ

Mantarlar ökaryotik, heterotrof, spor üreten, hif olarak bilinen ve hücre duvarıyla kuşatılmış iplikli somatik bir yapıya sahip, hücre duvarında kompleks karbonhidratlar bulunan ve absorpsiyonla beslenen organizmalar olarak tanımlanırlar. Doğadaki organik maddelerin mineralizasyonunda rol alarak ekosistemde hayati bir role sahiptirler. Aynı zamanda içerdikleri zengin biyoaktif maddeler sayesinde çok çeşitli endüstri kollarında kullanılırlar. Çok eski tarihlerden beri insanlar için besinsel ve tıbbi özelliklerinden dolayı günümüze kadar mantarlardan yararlanılmaktadır.

Yapılan çalışmada 2019-2022 yıllarında Antalya ilinden toplanan on mantar türünün etanol özütlerinin fenolik içerikleri, antioksidan aktiviteleri, antimikrobiyal aktiviteleri ve mineral madde içerikleri gibi biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mantarların besinsel ve tıbbi değerlerinin yanında doğal olarak yetişmesi ve biyoaktif madde açısından çok zengin olmaları insanoğlu için büyük bir şanstır. Bu şans bilim insanlarının özverisi ile yeni doğal kaynakların bulunmasında hayati önem taşımaktadır. Bu çalışma bilim dünyasına katkı sağlamak ve yeni kaynakların eldesine yardımcı olabilmek için yapılmıştır.

Üniversite hayatımın ilk gününden itibaren tanıdığım akademik ve hayat tecrübesini bir an olsun eksik etmeyen, maddi ve manevi olarak her daim yanımda olan ve ailemden biri olarak gördüğüm danışmanım sayın Prof. Dr. Hasan AKGÜL'e, doktora öğrenimim boyunca her türlü destekte bulunan ve bilgilerini benimle paylaşan kıymetli büyüğüm sayın Prof. Dr. Ahmet AKSOY'a, değerli katkıları ve her konuda yanımda olduğunu hissettiğim sayın Prof. Dr. Hacer BAKIR SERT'e, bilimsel olarak şahsıma çok kıymetli katkılarda bulunan sayın Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU ve sayın Prof. Dr. Makbule ERDOĞDU'ya, bu zorlu süreçte her zaman yanımda olarak her türlü destek olan yol arkadaşlarım, sayın Doç. Dr. Mustafa SEVİNDİK ve Dr. Öğr. Gör. Ali İmran KORKMAZ'a çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında desteklerini esirgemeyen büyük bir özveri ve fedakarlıklarla bugünlere gelmeme vesile olan annem Seher ERASLAN'a, babam Sabahaddin ERASLAN'a, kız kardeşlerim Gamze ERASLAN ve Yasemin ERASLAN YOLCU'ya en derin minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1. Serbest Radikaller ve Zararları.....	2
1.2. Antioksidanlar ve Savunmaları	3
1.3. Antioksidanların Sınıflandırılması.....	4
1.3.1. Endojen Antioksidanlar.....	4
1.3.1.1. Enzimatik Antioksidanlar.....	5
1.3.1.2. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar	5
1.3.2. Eksojen Antioksidanlar	5
1.4. Oksidatif Stres.....	6
1.5. Fenolik Bileşikler	6
1.6. Mantarların Antimikrobiyal Özellikleri	7
1.7. Mantarların Mineral Özellikleri	7
1.7.1. Mantarlarda Bulunan Bazı Mineral Maddelerin Özellikleri	8
1.7.1.1. Bakır (Cu) Elementi	8
1.7.1.2. Kadmiyum (Cd) Elementi	8
1.7.1.3. Krom (Cr) Elementi	8
1.7.1.4. Nikel (Ni) Elementi.....	9
1.7.1.5. Demir (Fe) Elementi	9

1.7.1.6. Çinko (Zn) Elementi	9
1.7.1.7. Kurşun (Pb) Elementi.....	10
1.7.1.8. Magnezyum (Mg) Elementi	10
1.7.1.9. Mangan (Mn) Elementi.....	10
1.7.1.10. Potasyum (K) Elementi.....	11
1.8. Çalışmanın Amacı.....	11
2. KAYNAK TARAMASI	12
3. MATERYAL VE METOT	21
3.1. Mantar Tür Örneklerinin Eldesi.....	21
3.2. Mantar Örneklerinin Teşhis İşlemleri	22
3.3. Mantar Tür Örneklerinin Özütleme İşlemleri	22
3.4. Mantar Örnekleri ve Türler Hakkında Bilgiler	23
3.4.1. <i>Clavulina rugosa</i> (Bull.) J. Schröt	23
3.4.2. <i>Cyclocybe cylindracea</i> (DC.) Vizzini & Angelini	24
3.4.3. <i>Laccaria bicolor</i> (Maire) P.D. Orton	25
3.4.4. <i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	26
3.4.5. <i>Lactarius salmonicolor</i> (L.) Gray	27
3.4.6. <i>Macrolepiota excoriata</i> (Schaeff.) Wasser	28
3.4.7. <i>Mycena epipterygia</i> (Scop.) Gray	29
3.4.8. <i>Mycena galericulata</i> (Scop.) Gray	30
3.4.9. <i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel.....	31
3.4.10. <i>Suillus grevillei</i> (Klotzsch) Singer	32
3.5. Mantar türlerinin TAS, TOS ve OSI Değerlerinin Belirlenmesi	33
3.5.1. Toplam Antioksidan Durum Değerlerinin Belirlenmesi (TAS).....	33
3.5.2. Toplam Oksidan Durum Değerlerinin Belirlenmesi (TOS).....	33
3.5.3. OSI Değerinin Belirlenmesi.....	34

3.6. Mantar Türlerinin Fenolik Profillerinin Belirlenmesi.....	34
3.7. Mantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi	35
3.8. Mantar Türlerinin Element İçeriklerinin Belirlenmesi	36
3.9. İstatiksel Analiz.....	36
4. BULGULAR.....	37
4.1. Mantar türlerinin TAS, TOS ve OSI verileri	37
4.2. Mantar Türlerinin Fenolik Profilleri	38
4.3. Mantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivite Bulguları	40
4.4. Mantar Türlerinin Element İçerik Verileri.....	40
5. TARTIŞMA	43
5.1. Mantar Türlerinin Antioksidan Aktiviteleri (TAS, TOS ve OSI Değerleri).....	43
5.2. Mantar Türlerinin Fenolik İçerikleri	44
5.3. Mantarların Antimikrobiyal Aktiviteleri.....	48
5.4. Mantar Türlerinin Mineral Madde Birikimleri	49
6. SONUÇLAR	52
7. KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Antalya ilinde yetişen 10 makromantar türünün fenolik içeriklerinin ve biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

10/11/2022

Emre Cem ERASLAN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μg : Mikrogram

μL : Mikrolitre

μm : Mikrometre

μmol : Mikromolar

g : Gram

H_2O : Su

H_2O_2 : Hidrojenperoksit

HCl : Hidroklorik asit

HNO_3 : Nitrik asit

$\text{HO}\cdot$: Hidroksil radikali

kg : Kilogram

L : Litre

mg : Miligram

mL : Mililitre

mm : Milimetre

mmol : Milimol

nm : Nanometre

$\text{O}_2^{\cdot-}$: Süperoksit anyonu

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece

pH : Potansiyel hidrojen

Kısaltmalar

AAS : Atomik absorpsiyon spektrofotometri

ABTS : Kromojenik redoks radikali

Ag : Gümüş

Al : Alüminyum
As : Arsenik
ATP : Adenozin trifosfat
Ba : Baryum
Be : Berilyum
Ca : Kalsiyum
CA : Sinnamik asit
CAT : Katalaz
Cd : Kadmiyum
CFU's : Koloni oluşturan birimler
Co : Kobalt
Cr : Krom
Cr⁶⁺ : Artı altı değerlikli krom
Cu : Bakır
DCM : Diklorometan
Dk : Dakika
DMSO: Dimetil sülfoksit
DNA : Deoksiribo nükleik asit
DPPH : 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
EtOH : Etanol
Fe : Demir
GA : Gallik asit
GPS : Küresel Konumlama Sistemi
Gr : Glutasyon redüktaz
GSH-Px : Glutasyon peroksidaz
GST : Glutasyon S transferaz

Hg : Cıva

HIV : İnsan bağışıklık yetmezliği virüsü

HPLC : Yüksek performanslı sıvı kromatografisi

ICP-OES: İndüktif eşleşmiş argon plazma-optik emisyon spektrometresi

k.a. : Kuru ağırlık

K : Potasyum

La : Lantan

LC-ESI-MS/MS: Sıvı kromatografi-kütle spektrometresi

MeOH : Metanol

Mg : Magnezyum

MHA : Müller Hinton Agar

MİK : Minimal İnhibitor Konsantrasyon

Mn : Mangan

Mo : Molibden

N : Azot

Na : Sodyum

Ni : Nikel

OSI : Oksidatif Stres İndeksi

P : Fosfor

Pb : Kurşun

p-CA : *p*-kumarik asit

PCA : Protokateşik asit

Pt : Platin

Rb : Rubidyum

RNA : Ribonükleik asit

RNS : Reaktif nitrojen türleri

ROS : Reaktif oksijen türleri
S : Kükürt
SA : Şiringik asit
SOD : Süperoksit dismutaz
Sr : Stronsiyum
TAS : Toplam Antioksidan Durumu
Te : Tellür
Ti : Titanyum
Tl : Talyum
TOS : Toplam Oksidan Durumu
VA : Vanilik asit
Y : İtiryum
Zn : Çinko
Zr : Zirkonyum

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Mikoloji laboratuvar çalışmaları.....	21
Şekil 3.2. <i>Clavulina rugosa</i> (Bull.) J. Schröt'nin genel görünümü	23
Şekil 3.3. <i>Cyclocybe cylindracea</i> (Dc.) Vizzini & Angelini'nin genel görünümü	24
Şekil 3.4. <i>Laccaria bicolor</i> (Maire) P.D. Orton'ın genel görünümü	25
Şekil 3.5. <i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray'un genel görünümü	26
Şekil 3.6. <i>Lactarius salmonicolor</i> (L.) Gray'ın genel görünümü	27
Şekil 3.7. <i>Macrolepiota excoriata</i> (Schaeff.) Wasser'nin genel görünümü	28
Şekil 3.8. <i>Mycena epipretygia</i> (Scop.) Gray'nın genel görünümü	29
Şekil 3.9. <i>Mycena galericulata</i> (Scop.) Gray'nın genel görünümü	30
Şekil 3.10. <i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel'un genel görünümü	31
Şekil 3.11. <i>Suillus grevillei</i> (Klotzsch) Singer'nin genel görünümü	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri.....	3
Çizelge 1.2. Antioksidan etki mekanizmaları.....	4
Çizelge 3.1. Mantar türlerinin toplandığı lokaliteler	21
Çizelge 3.2. OSI değerlendirme şeması.....	34
Çizelge 3.3. Etanol ekstraktlarının HPLC-DAD cihaz analiz şartları	35
Çizelge 3.4. Antimikrobiyal aktivite için kullanılan test mikroorganizmaları	35
Çizelge 4.1. On mantar türünün elde edilen TAS, TOS ve OSI değerleri.....	37
Çizelge 4.2. On makromantar türünde belirlenen fenolik bileşik miktarları	39
Çizelge 4.3. Mantar özütlerinin antimikrobiyal aktiviteleri.....	40
Çizelge 4.4. On makromantar türünün belirlenen mineral madde içerikleri	41

1. GİRİŞ

İnsan uygarlığının başlangıcından bu yana antik literatürde mantarlardan bahsedilmiş olmasına rağmen yaklaşık 300 milyon yıl öncesine ait fosilleşmiş odunlarda mantar türleri bulunmuştur. Mantarlar, gıda olarak tarihin en eski dönemlerinden beri yaygın olarak tüketilmektedir. Çok eski medeniyetlerde insanlar mantarları askerleri için bir güç kaynağı, önemli günlerde tüketilen “Tanrıların yiyeceği ya da Yaşam iksiri” olarak değerlendirdiler (Pegler 2002; Liu vd. 2012; Dhar 2017).

Mantarlar yeryüzündeki en çeşitli organizmalardır ve klorofil içermeyen, besinlerini absorpsiyon ile elde eden ve sporlar yoluyla çoğalan ökaryotik, heterotrofik olarak tanımlanırlar (Taylor vd. 1998). Makromantarlar ortam olarak organik madde ve nem açısından zengin, ormanlarda ya da çayırarda, yangına maruz kalmış alanlar, bahçelik yerler gibi diğer habitatlarda da yetiştikleri görülmekle beraber bütün kara ve tatlı su habitatlarında bulunmakta, deniz ve okyanuslarda ise nadiren yetişebilmektedirler (Webster ve Weber 2007; Bölük 2013). Mantarlar yenilebilir, yenilemez ve zehirli mantarlar olarak gruplandırılabilirler (Sevindik vd. 2021).

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda 1.5 milyon mantar türü olduğu tahmin edilmesine rağmen tanımlanan mantar türü sayısının yaklaşık 120.000 kadar olduğu bildirilmiş ve yeni önermeler ile mantar türü sayısının 2.2 – 3.8 milyon arasında olduğu bildirilmiştir (Hawksworth 2001; Hawksworth ve Lücking 2017). Ülkemizde ise 5865 makromantar türü olduğu bunların 2728’i Ascomycota bölümüne, 2782’si Basidiomycota bölümüne ait olduğu raporlanmıştır (Sesli vd. 2020). Ayrıca 300 civarında türün yenilebilir, 100 civarında türün ise zehirli olduğu belirtilmiştir (Pekşen 2015).

Birçok araştırmacı, yenilebilir mantarların polisakkaritler (b-glukanlar), diyet lifleri, terpenler, peptitler, glikoproteinler, alkoller, mineral elementler, doymamış yağ asitleri, fenolik bileşikler, tokoferoller, askorbik asit, antioksidanlar gibi çeşitli nutrasötik bileşiklerin kaynağı olduğunu bildirmişlerdir (Pardeshi ve Pardeshi 2009). Mantarlara nutrasötik olarak bakıldığında bünyelerinde tüm esansiyel aminoasitler ile glutensiz, kolesterolsüz ve çoklu doymamış yağlar olduğu, D vitamininin tek vejetatif kaynağı olmakla beraber insanların fizyolojik fonksiyonları için gerekli olan B vitaminini içerdikleri için değerlidirler (Valverde vd. 2015; Yadav ve Negi 2021). Ayrıca mantarlar K (potasyum), P (fosfor), Mg (magnezyum), Fe (demir), Zn (çinko), Cu (bakır) gibi çeşitli mineralleri iyi miktarda içerir ve sağlık için gerekli olan makul bir Ca (kalsiyum) kaynağıdır (Rathore vd. 2017).

Yenilebilir mantar türlerinin diyet değerlerinin yanında tıbbi özellikleri sebebiyle de kullanıldıkları bilinmektedir (Llaurado vd. 2015). Mantarların farmakoloji yönünden önemli ölçüde aktivitelerinin olduğu genel olarak, antibakteriyel, antifungal, antiviral, sitotoksik, immünomodülatör, anti-inflamatuar, anti-oksidatif, anti-alerjik, anti-depresif, antihiperlipidemik, antidiyabetik, sindirim, hepatoprotektif, nöroprotektif, nefroprotektif, osteoprotektif ve hipotansif aktiviteleri içerdikleri bulunmuştur (Demirhan vd. 2007; Gargano vd. 2017).

Mantarların, fenolik bileşikler, polipeptitler, terpenler ve steroidler gibi sekonder metabolitler biriktirdiği ve mantar fenoliklerinin çok güçlü antioksidan ve sinerjestik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Li vd. 2005). Serbest radikallerin oluşumunu

engelleyerek ya da mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarara uğramasını engelleyen ve yapısında genellikle fenolik fonksiyon taşıyan moleküller antioksidanlar olarak tanımlanır. Doğal yenilebilir mantarlarda bulunan başlıca fenolikler; polisakkaritler, glikozitler, tokoferoller, ergotiyonein, karotenoidler ve askorbik asit ve ayrıca antioksidan özelliklerine en çok katkı sağlayan, kafeik asit, kateşin, gallik asit, *p*-kumarik asitler ve kuersetin gibi bileşiklerdir. Bu fenolik bileşikler serbest radikaller nötralize eden antioksidan etkilidirler ve hastalıkları önlemede önemli rol almaktadırlar (Kähkönen vd. 1999; Nagai vd. 2005; Guo vd. 2012 Kozarski vd. 2015; Boufaris 2018).

1.1. Serbest Radikaller ve Zararları

Dış orbitallerinde bir veya daha fazla ortaklanmamış elektron bulunduran, fizyolojik reaksiyonlar sırasında farklı moleküllerle elektron alışverişi yapabilen atom veya moleküllere serbest radikal denir. Ortaklanmamış elektron nedeniyle de reaktif ve kısa ömürlüdürler (Cheeseman ve Slater 1993; Phaniendra vd. 2015). İnsan vücudunda çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçlerde önemli rol alan serbest radikaller, reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Serbest radikallerin vücutta düşük konsantrasyonlarda yararlı etkilerinden bahsedilse de yüksek konsantrasyonlarda antioksidan savunma sistemlerinin işlevini yerine getiremediği zamanlarda oksidatif ve nitrozasif stres durumuna sebep olarak biyomoleküllere zarar verebilir ve normal hücre döngüsünü bozup bunun sonucunda hücre ölümüne neden olabilirler (Zhang vd. 2018). Oksijen temelli radikaller (reaktif oksijen türleri) en önemli serbest radikallerdir. Bu radikaller oksijenin kullanıldığı her organizmada meydana gelen reaksiyonların sonucunda üretilmelerine rağmen vücutta herhangi bir hasar oluştuğunda üretim hızları artar ve bu artışa bağlı olarak da kardiyotoksisite, nefrotoksisite, hepatotoksisite gibi ciddi etkilere neden olurlar (Bast vd. 1991; Akkuş 1995; Valko vd. 2007).

Reaktif oksijen türleri, alkol, uyuşturucu, sigara, kimyasal ajanlara maruz kalma ve ilaç toksikasyonları gibi birçok çevresel etki ile oluşmasının yanı sıra güneş radyasyonu ve mantar toksinleri vb. bazı eksojenler nedeniyle de üretimi artabilir. Ayrıca mitokondride, kloroplastlarda ve elektron taşıma zincirinde yan ürün olarak da meydana gelebilirler (Halliwell 2001; Blokhina 2003; Powell 2010).

Serbest radikaller hücrelerin protein, DNA, RNA, karbonhidrat, lipid, enzim ve diğer molekül gruplarına saldırıp tepkimeye girerek metabolizmalarını önemli derece etkiler ve zarar verdiklerinden dolayı biyolojik sistemlerdeki olumsuz etkileri oldukça fazladır (Amarowicz vd. 2004; Boots vd. 2008; Ningappa vd. 2008). İnsan hücrelerinin her biri günde ortalama 1.5×10^5 kez radikal saldırısına maruz kaldığı belirlenmiş ve özellikle hücrenin DNA, protein, karbohidrat ve lipid elemanlarında geri dönüşümü olmayan hasarlara neden olurlar (Shacter, 2000; Ekici ve Sağdıç 2008).

Çizelge 1.1. Reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri (Boots vd. 2008).

Reaktif Oksijen ve Reaktif Nitrojen Türleri			
Radikal Türler		Radikal Olmayan Türler	
ROS	RNS	ROS	RNS
Hidroksil	Nitrik oksit	Hidrojenperoksit	Peroksinitrit
Süperoksit	Nitrojen dioksit	Singlet oksijen	Nitrozil katyonu
Peroksil		Ozon	Nitrizol anyonu
Alkoksil		Hipokloröz asit	

1.2. Antioksidanlar ve Savunmaları

Reaktif oksijen ve reaktif nitrojen türlerinin oluşumu ve meydana getirdikleri hasarı önlemek ve mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini engelleyen yapısında genellikle fenolik fonksiyon taşıyan moleküllere antioksidanlar denir (Akkuş 1995; Kähkönen vd. 1999). Bir bileşik hem radikal giderme aktivitesi hem de radikal oluşumu engelleme aktivitesine sahip ise antioksidan olarak tanımlanabilir. Serbest radikal ve antioksidan bileşiğin bir araya gelerek ortaya çıkardıkları tepkimeye antioksidan aktivite denir (Litescu vd. 2011). Antioksidanlar, çok kısa yarılanma ömrüne sahip, saldırgan ve fazla reaktif olan serbest radikal moleküllerle vücutta savaşırlar. Bu moleküller (serbest radikaller) nötralize edilmezler ise DNA, proteinler ve lipitler gibi biyomoleküllere zarar verici etkileri olabilir (Bravo 1998; Evans ve Halliwell 1999; Ali vd. 2008). Antioksidanlar vücut tarafından sentezlenebilirler, gıdalarla ve de dışarıdan takviye olarak alınabilirler. Radikallerin reaktiflik özelliklerini baskılamak için hidrojen atomlarını paylaşırlar ve bunları dört farklı mekanizma ile etkisiz hale getirebilirler (Memişoğulları, 2005).

Çizelge 1.2. Antioksidan etki mekanizmaları (Shahidi ve Ambigaipalan 2015; Surai vd. 2017).



Antioksidan enzimler, trakeobronşiyal mukus ve küçük moleküllerin, reaktif türleri (Serbest radikaller) tutma veya onları daha az reaktif yeni bir moleküle çevirmeleri **toplayıcı etkidir**. Vitaminler, flavanoidler gibi bileşikler, reaktif türlerle reaksiyona girerek ve onlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini azaltma veya onları inaktif hale dönüştürmesi **baskılayıcı etkidir**. Hemogloblin, seruloplazmin ve mineraller, reaktif türlerin neden olduğu zincir reaksiyonlarını kırıp fonksiyonlarını engellemesi **zincir kırıcı etkidir**. Serbest radikallerin oluşturdukları hasarın onarılması ise **onarıcı etkidir** (Shahidi ve Ambigaipalan 2015; Surai vd. 2017).

1.3. Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidanların sınıflandırılmaları metabolizmada bulundukları ve işlev gördükleri yere göre farklı şekillerde yapılabilir. Doğal antioksidanlar, eksojen ve endojen olmak üzere iki grup şeklinde sınıflandırılır. Eksojen ve endojen antioksidanlar, oksidan/antioksidan dengesinin bozulmaması için serbest radikallere karşı vücudu korurlar ve serbest radikalleri yok etmeye çalışırlar (Walz vd. 2002; Aydemir ve Sarı 2009; Sen ve Chakraborty 2011; Patekar vd. 2013).

1.3.1. Endojen Antioksidanlar

Organizmada sentezlenen antioksidanlar olup herhangi bir oksidasyon durumunda devreye girerler. Enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak iki kategoriye ayrılırlar. (Pham-Huy vd. 2008; Sen vd. 2010; Sen ve Chakraborty 2011).

1.3.1.1. Enzimatik Antioksidanlar

Enzimler tarafından hücre içinde çeşitli yollarla meydana gelen radikalleri giderirler (Yavaşer 2011). Bu grupta yer alan glutatyon peroksidaz (GSH-Px), süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) ve glutatyon S transferaz (GST) enzimatik savunmayı gerçekleştiren antioksidanlardır ve en etkili antioksidanlar SOD, CAT ve GSH-Px'dir (Cheeseman ve Slater, 1993).

Süperoksit dismutaz (SOD) antioksidan savunma sisteminde yer alan metalloprotein yapısındaki ilk enzim olmakla beraber serbest oksijen radikallerinin toplanmasında ilk tepkimeyi katalizler ve savunma sürecinin ilk adımını oluşturur. Ayrıca SOD, süperoksit radikallerini hidrojen peroksit'e dismutasyonunu sağlayarak hücrelerin reaktif oksijen türlerden korunması ve kararlı hale geçmesinin yanında aynı radikaller veya türevleriyle meydana gelen biyolojik moleküllerin oksidasyonunu engellemektedir (Corpas vd. 2006; Sánchez-Venegas vd. 2009).

Katalaz (CAT) aerobik her hücrede bulunur ve karaciğer, böbrek, miyokard, çizgili kaslar, eritrositler bu enzimin en çok aktivite teşkil ettiği yerlerdir. Bu enzim hem grubu barındıran tetrameriktir ve antioksidan savunma sisteminin en önemlilerinden biridir. CAT'ın en önemli görevi SOD tarafından oluşturulan ve aslında radikal olmamasına rağmen metal iyonları varlığında tehlikeli olabilecek radikal türleri oluşturan H₂O₂ (Hidrojenperoksit)'i su ve oksijene parçalayan tepkimeyi katalize eder. (Guemouri vd. 1991; Willekens vd. 1997; Özkan vd. 2000; Patekar vd. 2013; Ighodaro ve Akinloye 2018).

Glutatyon peroksidaz (GSH-Px) hücrenin sitozolünde bulunur ve selenyum içeren bir enzimdir. Özellikle hidrojen peroksit, hidroperoksitler ve lipid peroksitlerin detoksifikasyonundan sorumludur. Glutatyon peroksidaz en çok karaciğerde bulunmakla birlikte akciğer, kalp, beyin ve kaslarda da bulunur fakat en çok aktiviteyi karaciğerde gösterir. Aynı zamanda eritrositlerde oksidatif strese karşı en önemli antioksidan enzimlerden biri olup hücrelerde önemli fonksiyonlara sahiptir (Awasthi vd, 1975; Thomas vd. 1990; Rocher vd. 1992; Beck vd. 1998; Pektaş 2009; Özenç 2011; Karabulut ve Gülay 2016).

1.3.1.2. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar

Enzim yapısında olmayan doğal antioksidanlar, bitki veya hayvan dokularında bulunan ya da bitkisel veya hayvansal kaynaklı bileşiklerin pişirilmesi veya işlem görmesi sonucu oluşan maddelerdir. Hemen hemen tüm bitkilerde, mikroorganizmalarda ve bazı hayvansal dokularda bulunurlar. Enzimatik olmayan antioksidanlar, hemen hemen tüm bitkilerde, mikroorganizmalarda ve de bazı hayvansal dokularda bulunan enzim yapısında olmayan doğal antioksidanlardır. Bu enzimler bitkisel ve hayvansal kökenli bileşiklerin bazı işlemler görmesi sonucunda meydana gelirler. Enzimatik olmayan bazı antioksidanlar glutatyon, melatonin, ürik asit, bilirubin, albumin oenzim Q10, selenyum, transferrin vb. yapıda olanlardır (Görünmezoğlu 2008; Flieger vd. 2021).

1.3.2. Eksojen Antioksidanlar

Besin ya da takviye (vitamin, ilaç) olarak alınan ve vücutta üretilmeyen antioksidanlara eksojen antioksidanlar denir. Fizyolojik dozlarda kullanıldıklarında

yararlı etkiler meydana getirmelerine rağmen yüksek doz kullanımında prooksidan gibi davranarak hasar yol açabilirler (Bouayed ve Bohn 2010; Halliwell ve Gutteridge 2015). Eksojen antioksidanlar vitaminler, mineraller, karotenoidler ve polifenollerdir (Flieger vd. 2021).

1.4. Oksidatif Stres

Oksidatif stres doğal bir süreç olup bu olayı kontrol altında tutan özelleşmiş mekanizmalar bulunsa da proteinlere, nükleik asitlere ve hücre zarlarına zarar verebilen süperoksit anyonu ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali ($HO^{\cdot}$) gibi reaktif oksijen ara maddelerine maruz kalmaktan kaynaklanır. Diğer bir yandan antioksidan savunma mekanizmaları ve prooksidan (ROS ve RNS gibi serbest radikal türleri) arasındaki dengenin bozulması sonucunda oksidatif stres ortaya çıkar. Bu denge Endojen ve eksojen oksidatif etkenlerin maruziyeti ile düşük molekül ağırlıklı antioksidanların depolarının tükenmesi, antioksidan enzimlerin etkisizleştirilmesi, antioksidan enzimlerin ve düşük molekül ağırlıklı antioksidanların üretiminde azalma gibi bir veya birden fazla etkenin bir araya gelmesi sonucu RNS ve ROS gibi yüksek düzeyde reaktif moleküllerin aşırı oluşumu ve/veya yeterli düzeyde uzaklaştırılamaması nedeniyle kaybolur ve oksidatif strese neden olmakla beraber hücrenin önemli katmanlarında geri dönülemez hasarlar meydana getirir.

Oksidatif stresin neden olduğu bazı hastalıklar; astım, diyabet, pnömoni, hipertansiyon, grip, hepatit, kanser, ateroskleroz, serebral vasküler hastalıklar, miyokard enfaktüs ve inflamasyon hastalıklarıdır (Floyd 1992; Lushchak 2014; Halliwell ve Gutteridge 2015; Asmat vd. 2016).

1.5. Fenolik Bileşikler

Bir veya birden fazla hidroksil grubuyla birlikte yine bir veya birden fazla aromatik halka ile karakterize edilen aromatik hidroksillenmiş maddelerdir. Fenolik bileşikler, sahip oldukları fenol zincirinin sayısına ve birbirine bağlı olan yapısal elementlere göre flavonoidler, stilbenler, lignanlar, tanenler, oksitlenmiş polifenoller ve fenolik asitler olarak kategorize edilirler (Manach vd. 2004; D'Archivio vd. 2010).

Mantarlarda var olan bileşikler fenolik asitlerdir ve karboksilik asit grubuna sahip fenolik bileşik olarak tanımlanır. Hidroksibenzoik ile hidroksisinamik asit olarak ikiye ayrılırlar (Ferreira vd. 2009; Kumar ve Goel 2019). Bazı fenolik bileşiklerin hücre içi antioksidan maddelerinin birleşiminde (sentezleme) etkili olduğu bilinmekle birlikte antioksidan özelliğe sahip olan polifenollerin; serbest radikal inhibitörü, peroksit ayrıştırıcısı, metal inaktivatörü ve oksijen tutucu olarak rol aldığı bildirilmiştir (D'Archivio vd. 2010; Sánchez 2017).

Yenilebilir mantarların güçlü antioksidanlara sahip olduğu birçok çalışmada ortaya konulmuştur ve çalışmaların çoğunda mantar ekstraktlarındaki toplam fenolik madde içeriği ile antioksidatif özellikler arasında pozitif bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Ayrıca fenoliklerin lipid oksidasyonu engelleme yeteneğinden dolayı yenilebilir mantarların doğal antioksidanlar gibi bir potansiyele sahip olduğunu doğrulamaktadır (Rathee vd. 2012).

Mantarların yapılarındaki fenolik madde içeriklerinin yüksek olmasından dolayı iyi derece antioksidan aktiviteye sahiptirler ve içerdikleri en etkin fenolik bileşikler fenolik asitlerdir. Mantarlarda şimdiye kadar tespit edilmiş fenolik asitler, *p*-hidroksibenzoik, protokateşik, vanilin, siringik, gallik asit, *p*-kumarik, kafeik, ferulik, sinapik asittir. Bu asitler serbest radikallerin oluşumunu engelleyen ve nötrleştiren, peroksidaz aktivitesini önleyen ve oksidatif işlemleri kolaylaştıran metalleri etkisiz hale getiren değerli antioksidanlardır (Muszyńska vd. 2015).

1.6. Mantarların Antimikrobiyal Özellikleri

Dünyanın bilim ve teknolojik olarak çok ileri gitmesine rağmen enfeksiyon hastalıklar insanları için tehdit olmaya devam etmektedir. Doğal kaynakların bilinçsiz tüketimi, kimyasal kökenli ilaçların bir noktadan sonra fayda sağlamaması, organizmaların direnç geliştirmeleri, alerjiler ve ilaçların yan etkileri ve daha birçok nedenden dolayı bilim insanlarının yeni keşifler için odaklarını doğaya çevirmişlerdir. Doğal bir kaynak olarak mantarlar çok dikkat çekici tıbbi özelliklere sahiptir ve mantarların hayatlarına sürdürebilmeleri için antimikrobiyal ve antifungal bileşiklere ihtiyaçları olmasından dolayı sekonder metabolizma ürünü olan antibiyotikler ve mikotoksinler sentezlemektedirler (Yamaç ve Bilgili 2006; Ejikeme ve Henrietta 2010; Nikolovska-Nedelkoska vd. 2013; Thillaimaharani vd. 2013).

Son zamanlarda mantarların sağlıklı gıda ve tıbbi değeri olan biyoaktif madde kaynağı olduğu düşüncesi ortaya çıkmıştır (Cheung vd. 2003). Bu bağlamda mantarlar önemli farmakolojik ve fizyolojik özellikleri sayesinde çeşitli hastalıkların tedavisi ya da önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Yip vd. 1987; Ribeiroa vd. 2009).

Miselyum tarafından hücre dışı salgılar ile mantarların bakteriler ve virüslerle mücadele ettiği bilinmektedir (Benedict ve Brady 1972; Kupka vd. 1979; Lindequist vd. 1990; Eo vd. 1999). Mantarlardan elde edilen bazı bileşiklerin *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Escherichia coli* gibi bakterilere karşı aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Takazawa vd. 1982).

1.7. Mantarların Mineral Özellikleri

Mantarların element içerikleriyle ilgili yapılan ilk çalışmalardan itibaren tek bir mantar türünün mineral çeşitliliğinde geniş bir spektrum olduğu tarımsal ürün ve sebzelerde olduğundan çok daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bazı öncü çalışmalarda da substrat içeriğinin önemli bir faktör olduğu ve minerallerin alımında çeşit bazında büyük farklılıklar olduğu raporlanmıştır (Tyler 1982; Gast vd. 1988). Mantarlarda mineral birikiminin çevresel ve fungal faktörlerden etkilendiği (Garcia vd. 1998), bu faktörlerin zemindeki organik madde miktarı, pH ve metal konsantrasyonları vb. olarak tespit edilmiştir. Bu tip ekolojik faktörler sebebiyle mantarların meyve veren gövdeleri mineral içeriği bakımından nispeten zengin olabilir (Vetter 1990). Bazı elementler hayati öneme sahip olmalarına ve canlı sistemlerde önemli roller oynamalarına rağmen, aşırı tüketildiklerinde toksik etkilere neden olabilirler (Tüzen vd. 1998; Olumuyiwa vd. 2007).

1.7.1. Mantarlarda Bulunan Bazı Mineral Maddelerin Özellikleri

1.7.1.1. Bakır (Cu) Elementi

Bakır elementinin biyolojik işlevi, enerji metabolizmasında, bağ dokusunun oluşumunda ve oksidatif savunma mekanizmasında yer alan bazı enzimlerin ana bileşenidir. Bakır, bebek büyümesi ve gelişimi, konakların savunma işlevleri, kemik gücü, demir (Fe) taşınmasında, kolesterol ve glikoz metabolizması için gereklidir. İnsanlar için anemi, nötropeni ve kemik anormallikleri bakır eksikliğinin bazı belirtileri olmakla birlikte süperoksit dismutaz gibi antioksidan enzimlerin veya seruloplazmin (kanda Cu'nun çoğunu taşır) gibi antioksidan özellikli enzimlerin inhibisyonu nedeniyle oksidatif stres gelişimini destekleyici etkisi meydana gelir. Bakır elementi prooksidatif ve antioksidatif özelliklere sahiptir (Johnson vd. 1992; Gaetke ve Chow 2003; Pelkonen vd. 2008).

Doğadaki bakır kaynaklarından biri de makromantarlardır. *Macrolepiota procera*'nın (230 mg.kg⁻¹ k.a.'nin üzerinde), *Agaricus macrosporus*'un (240 mg.kg⁻¹ k.a.'nin üzerinde) ve *Calvatia utriformis*'in (250 mg.kg⁻¹ k.a.'nin üzerinde) meyve veren gövdelerinde büyük miktarda bakır olduğu bildirilmiştir (Alonso vd. 2003).

1.7.1.2. Kadmiyum (Cd) Elementi

Kadmiyum, yeryüzünde her yerde bulunan bir elementtir. Eşsiz fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle Cd, galvanik, kereste ve paslanmaz çelik endüstrilerinde, nikel (Ni)-Cd pil ve fosfatlı gübrelerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Elinder ve Kjellström 1977). Kadmiyum, tüm biyolojik süreçler üzerinde olumsuz etkiler gösteren en eko toksik metallerden biri olarak kabul edilir. Çevre ve gıda kalitesi üzerinde çok zararlı etkiler ortaya koymaktadır (Kabata-Pendias ve Szteke 2015). Kadmiyumun insanlar üzerinde negatif sağlık etkileri olmasının yanında insan yaşamı için gerekli bir element değildir. Ancak çinko eksikliğinde çinkonun temel rolünü yerine getirebileceği birkaç çalışmada bildirilmiştir. Kadmiyum maruziyetine kalan birçok insan gıda maddelerinin alınması veya Cd tozu, dumanlarını soluması ile olumsuz etkiler meydana gelir (Morrow 2010; Shiyu vd. 2020).

Kadmiyum, cıvadan sonra ikinci riskli mantar eser elementi olarak kabul edilen ve çok zehirli bir metaldir (Hogan 2010). *Boletus edulis* ve *Leccinum scabrum* kanıtlanmış orta düzeyde akümülatörlerdir. Mantar tüketiminden sonra kan serumundaki kadmiyum seviyeleri yükselir, böbreklerde, dalakta ve karaciğerde birikir (Kalač ve Svoboda 2000). Makromantarın bünyesinde biriktirdikleri kadmiyumdan kaynaklı insanlar üzerinde sağlık risklerine ilişkin veriler parça parçadır ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Kalač 2016).

1.7.1.3. Krom (Cr) Elementi

Krom (Cr) çeşitli oksidasyon durumlarında bulunabilen metalik bir elementtir, dünyanın mantosunda en bol bulunan onuncu elementtir. Çeşitli formları endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılır (Wang vd. 2011). Krom doğada her yerde bulunur ve hava, su, toprak, biyolojik materyallerde oluşabilmesi nedeniyle bir biyoelement olarak kabul edilir (Macfie vd. 2010). Kromun başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır.

Krom elementinin en başta insan vücudunda olmakla beraber canlı organizmalardaki davranışları oksidasyon kademesine, bu kademenin kimyasal özelliklerine ve ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır. Krom eksikliği, kurşunun toksikliğini arttırırken, biyolojik sistemlerdeki aşırı Cr^{6+} farklı tipte kanser oluşumuna ve şeker hastalığına yol açar (Kahvecioğlu vd. 2003). Mantarlarda ortalama olarak bildirilen içerik 5 mg.kg^{-1} 'dir. Ancak $5-10 \text{ mg.kg}^{-1}$ aralığı çok yüksek olmamakla birlikte 20 mg.kg^{-1} 'den fazla krom içerebilirler (Kalač 2016).

1.7.1.4. Nikel (Ni) Elementi

Nikel, gümüşümsü beyaz renkli sert bir elementtir ve biyolojik sistemlerde adenozin trifosfat, amino asit, peptid, protein ve deoksiribonükleik asitle kompleks yapı meydana getirirler. Nikel yer kabuğunda $58-94 \text{ mg.kg}^{-1}$ arasında değişen oranlarda bulunur ve sudaki doğal nikel miktarı çok düşüktür. Atmosferde fuel-oil ve türevlerinin yakılması, Ni madenlerinin işlenmesi veya rafine edilmesi, kömürün yakılması sonucu nikel sülfat emisyonu ortaya çıkar. Nikelin kullanım alanlarının başında demir üretimi veya diğer metallerin alaşımlarında, bu metallerin elektrolizle kaplanması için katalizör olarak, para basılmasında, pillerde ve bazı bataryalarda, renkli camların boyanmasında kullanılır (Boğa 2007). Mantarlarda nikel birikimi $0.5-5 \text{ mg.kg}^{-1}$ aralığında değişmektedir fakat 56 mg.kg^{-1} tespit edilen türlerde vardır (Kalač 2019).

1.7.1.5. Demir (Fe) Elementi

Demir elementi enerji metabolizmasında yer alır ve dokulara oksijen taşınmasında, elektron transferinde ve DNA sentezinde görev alır. Ayrıca hemoglobin yapısında bulunur ve alyuvarlarda oksijen taşınmasında, iskelet sisteminin ve kalp kaslarının çalışmasında, enerji üretimi, protein metabolizmasında etkili enzimlerin işlevini gerçekleştirebilmesi, lenfosit kan hücresinin üretiminde faydaları bulunduğu için insan sağlığı bakımından önemli bir mikro elementtir (Uysal 1999; Uysal 2004). Demir eksikliğinde hemoglobin seviyesinin düşmesi ile demire bağlı enzimlerin fonksiyonunu bozar ve çarpıntı, baş ağrısı, yorgunluk, duyu bozukluklar ve huzursuzluk gibi belirtileri meydana getirir (Albayrak 2015).

Mantarlar da demir içerikleri $30-150 \text{ mg.kg}^{-1}$ arasında rapor edilmiş olmasına rağmen *Suillus variegatus* türünde 1000 mg.kg^{-1} seviyeleri de tespit edilmiştir. Aynı zamanda sadece farklı türler arasında değil, bazı türlerin arasında da geniş demir miktarı varyasyonları da meydana gelir (Kalač 2019).

1.7.1.6. Çinko (Zn) Elementi

Demirden sonra vücutta en çok bulunan iz elementi çinkodur. İnsan vücudunda 300 civarında enzimin fonksiyonunda görev alır. Protein ve nükleik asit sentezi, gen ekspresyonu, DNA sentezi, enzimatik kataliz, hormonların depolanması ve salınımı, nörotransmisyon, hafıza ve görme, büyüme ve gelişme, tat ve koku duyusu gibi metabolik olaylara katkı sağlar. Çinko esansiyel olması dışında doz aşımı alındığında toksik etki gösterebilmektedir. Eksikliğinde fiziksel olarak büyümede gerilik, üreme organlarının gelişmesinde gecikme, hastalıklara karşı dirençsizlik, yaraların geç iyileşmesine, tat ve koku algılamada bozukluklar gibi belirtileri ile kendini gösterir (Akdeniz vd. 2016). Mantarlarda $25-200 \text{ mg.kg}^{-1}$ (k.a.) arasında çinko birikimi yüksek düzeyde gözlenmiştir.

Çinko tesislerinin etrafında yetişen türlerde daha yüksek seviyede olduğu bildirilmiştir. Daha çok mantarların şapkalarında birikim vardır (Kalač 2016).

1.7.1.7. Kurşun (Pb) Elementi

Kurşun, dünya üzerindeki doğal kaynaklarda farklı formlarda ve yaygın olarak dağılmış bir metal elementtir (Nriagu 1992). Antropolojik etkilerden dolayı çevrede kurşun miktarı artış göstermektedir (Singh vd. 1997). Kurşun ekosistemlerde önemli bir kirleticidir ve Pb kullanan fabrika bacaları, depolanan pil artıkları egzoz dumanı, sanayi, madencilik, Pb madenleri, metal kaplama, gübre, pestisit, boyalar ve mazot kurşunun ana kaynaklarıdır (Eick vd. 1999). Benzinin oktanını arttırmak için kurşun kullanılır ve otomobil egzozu şehirlerde Pb kirliliğini arttırmaktadırlar (Paivoke 2002). Kurşun, kadmiyum ve cıvadan sonra üçüncü riskli mantar eser elementi olarak kabul edilmiştir (Kalač 2016).

Temiz lokalitelerde yetişen mantarlarda kurşun miktarı genellikle 5 mg.kg⁻¹ (kuru ağırlık)'dan düşüktür. Fakat kurşun ile alakalı tesislerin etrafından elde edilen çeşitli türlerde 100-300 mg.kg⁻¹ (k.a.) olarak çok yüksek seviyede tespit edilmiştir (Kalač 2019).

1.7.1.8. Magnezyum (Mg) Elementi

Magnezyum insan vücudu için önemli 11 mineralden biri olmakla beraber 300'den fazla biyokimyasal olayda ko-faktör olarak yer alır ve hayati rolü vardır. Mg normal kas ve sinir fonksiyonunun sürdürülmesine, kalp ritminin korunmasına ve kemik sağlamlığının devamına katkı sağlar. Ayrıca DNA üretimi, protein ve karbonhidrat metabolizmalarında etkili olan enzimler için gereklidir. ATP molekülünün sitokrom sistemine taşıdığı enerjiyi serbestleştirmesi olayı enerji üretiminde anahtar bir roldür. Mg eksikliğinde; iştahsızlık, konfüzyon, oryantasyon bozukluğu, depresyon, anormal kalp ritimleri, koroner spazm, felçler, hastalık nöbetleri, kas kramplar, karıncalanma ve uyuşukluk gibi belirtiler görülür (Belle vd. 1986; Rude 1998; Feldman vd. 2001; Boğa 2007).

Seeger ve Beckert (1979) tarafından yapılan çalışmada mantarlarda magnezyum içeriği ile ilgili 402 doğal türe ait 1047 örneği analiz ederek mantarlardaki ilk Mg verilerini yayınlamışlardır. Bu verilere göre örnekler arasında 800-1800 mg.kg⁻¹ olarak geniş bir spektrum göstermiştir. Bu geniş spektrumun sebebinin mantarların substratlarındaki farklı seviyelerdeki Mg'dan kaynaklandığı düşünülmektedir (Kalač 2019).

1.7.1.9. Mangan (Mn) Elementi

Mangan doğada baz metal olarak bulunmaz. Bunun yerine toprak, su ve kayalıklarda doğal olarak bulunan bir elementtir. Atmosferde bulunan Mn'nin kaynağı yer kabuğunun hareketli olmasına neden olan okyanus olayları, sismik reaksiyonlar, volkanik hareketler, yangınlar ve bitki örtüsüdür (WHO 2004; Hasan 2008). Mn, merkezi sinir sisteminin fonksiyonel ve beyin gelişimi açısından önemli olmakla beraber vücuda yüksek dozlarda girişi sağlık için tehlikelidir. Mn'nin nörotoksik etkileri mevcuttur. Vücuda alımı yutma ve deri aracılığı ile olmakla birlikte çok daha fazlası solunum ile gerçekleşir (Michalke ve Fernsebner 2014; Okada vd. 2016). Mangan kontaminasyonu,

atık deşarjı, atmosferik taşıma, hayvansal gübreler, maden işletmeleri, fosseptik atıkları ve pestisitler gibi nedenlerden kaynaklanır (Çalışkan 2005; Duman 2005).

Mantarlarda mangan genellikle 10-60 mg.kg⁻¹ arasında değişmekte olup bazı türlerde ise 100 mg.kg⁻¹ olarak bildirilmiştir. Mantarlardaki Mn daha çok şapka ve saplarda birikmekle birlikte bu elementle ilgili mantarlardaki bilgiler çok azdır (Kalač 2010).

1.7.1.10. Potasyum (K) Elementi

Potasyum vücudun temel ihtiyaçları için büyük öneme sahip bir maddedir. K'nın ana işlev açısından iki önemli görevi vardır. Bunlardan birincisi hücre içinde protein ve glikojen yapımını düzenler, ikincisi ise intraselüler (hücre içi) ve ekstraselüler (hücre dışı) aralıktaki var olan K konsantrasyon farkını katyon yük (+) özelliği ile hücre membranının dinlenme halindeki potansiyelini düzenlemektir. Ayrıca hayvan ve insanların kas kasılmalarında, sinir hücreleri ve kalp iletim yolunda bulunan hücrelerin elektriksel iletimi sağlama işlevlerinde rol oynar (Uysal 2022). Potasyum eksikliğinde hipokalemi sonucu periferde iskelet kası, kalp kası ve diğer kalp hücreleri ile düz kaslarda hücrelerin çalışması bozulur ve çizgili kaslarda da güçsüzlük, kramp ile sonunda felç ortaya çıkabilmektedir. Aynı zamanda metabolik olarak karbonhidrat metabolizması deforme olur, hiperlipidemi, impotans oluşması ve böbreklerin etkilenmesi sonucu protein sentezinin azalmasına sebep olur (Goyal vd. 2012).

Potasyum, mantarlardaki külün büyük bir kısmını oluşturur. Seeger (1978) 410 mantar türü ile yaptığı çalışmada mantarlardaki K miktarını 1500-11700 mg.kg⁻¹ olarak bildirmiştir. Mantarlar, bitki kökenli gıdaların birçoğundan çok daha yüksek miktarlarda K içerirler (Kalač 2019).

1.8. Çalışmanın Amacı

Dünya nüfusunun şu an da yaklaşık 7 milyar civarında olması ve bu sayının 2050 yılına kadar yaklaşık 9 milyar, 2100 yılına kadar ise 20 milyar olabileceği düşünülmektedir (Bhushan ve Kulshreshtha 2018). Kentleşme, gıda azlığı, insan sağlığının bozulması gibi etkiler ileri ki yıllarda insanlar için büyük sorunlar yaratacaktır. Bu kapsamda insanların yaşam faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için kaçınılmaz olarak doğaya yöneleceği tahmin edilmekle beraber yeni, doğal ve faydalı kaynaklar için besinsel ve tıbbi değeri olan dünyanın ekolojik sisteminde önemli yer tutan mantarlara olan ilginin artacağı ön görüşüyle Antalya'da yetişen 10 makromantar türünün fenolik içerikleri ile biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi ve bu verilerin literatüre katkı sağlamak ilerde yapılacak nutrasötik, terapötik ve farmakolojik çalışmalar için yeni bir kaynak olması amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK TARAMASI

Suay vd. (2000), yaptıkları çalışmada 204 makromantar türünün metanol ekstraktlarını bir dizi insan klinik patojenine ve laboratuvar kontrollerine karşı antimikrobiyal taramasını gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları testler sonucunda mantar türlerinin ekstraktlarının antibakteriyel aktivitelerinin, antifungal aktiviteden daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

Rudawska ve Leski (2005), yılında yaptıkları çalışmada Polonya'da Çam ormanından elde ettikleri 8 mantar türünün sap, şapka ve tüm olarak ayrı ayrı makro (N, P, K, S, Ca, Mg) ve mikro element (Al, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb) analizi gerçekleştirmişlerdir. Endüstriyel kirlilik olmayan bölgeden topladıkları mantar örneklerinde makro element olarak sırasıyla N (40.0 g/kg) için bulundu, bunu K (33.0 g/kg), P (5,4 g/kg), S (2.2 g/kg), Ca (1.0 g/kg) ve Mg (0,7 g/kg), mikro elementler, meyve veren vücudun bölümüne bağlı olarak farklı dağılımlar ve bazı elementler şapkalarda daha yoğun ve bazılarının da türler arasında farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Dursun ve (2006), yılında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada Türkiye'den elde edilen 34 mantar türünün mineral madde içeriklerini analiz etmişlerdir. Bütün mantar türlerinin Al, Ca, Fe, K, Mg ve P içerdikleri, en yüksek K seviyesi *Coprinus micaceus* türünde, en düşük seviye *Polyporus squamosus*'ta, en yüksek P seviyesi *Helvella leucomelano* türünde, Fe, P, Mg elementlerinde ise çeşitli aralıklarda olduğunu belirtmişlerdir.

Yamaç ve Bilgili (2006), yılında yaptıkları çalışmada *Amanita caesarae*, *Armillaria mellea*, *Chroogomphus rutilus*, *Clavariadelphus truncatus*, *Clitocybe geotropa*, *Ganoderma carnosum*, *Hydnum repandum*, *Hygrophorus agathosmus*, *Lenzites betulina*, *Lepista nuda*, *Leucoagaricus pudicus*, *Paxillus involutus*, *Polyporus arcularius*, *Rhizopogon roseolus*, *Sarcodon imbricatus*, *Suillus collitinus*, *Trametes versicolor* ve *Tricholoma fracticum* makromantarlarının disk difüzyon ve mikro dilüsyon metodları ile *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* mikroorganizmalarına karşı test etmişlerdir. Ortaya çıkan sonuçlara göre tüm türlerde antimikrobiyal aktivite olduğunu bildirmişlerdir.

Yamaç vd. (2007), yılında yaptıkları araştırmada Eskişehir ilinden toplanan yenilebilir 15 farklı mantar türünün ağır metal (Pb, Cd, Zn, Fe, Mn, Cu, Cr ve Ni) içeriklerini ICP-OES ile mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Pb, Fe, Mn ve Cu elementleri en yüksek konsantrasyonu göstermiş sırasıyla 11.72, 11460, 480 ve 144.2 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiş olup bu elementlerin hepsi *Lepista nuda* türünde, Cd ve Cr elementleri *Gymnopus dryophilus*'ta sırasıyla 3.24 ve 73.8 mg.kg⁻¹ olarak en yüksek konsantrasyonlar bulunmuş, en yüksek Zn ve Ni element konsantrasyonları ise *Tricholoma equestre* ve *Coprinus comatus*'ta gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde türleri *L. nuda*, *G. dryophilus*, *T. equestre* ve *C. comatus* türlerinin önemli metal akümülatörü olduklarını öne sürmüşlerdir.

Kim vd. (2008), yılında yaptıkları çalışmada 5 yenilebilir ve 5 tıbbi mantar türünün HPLC ile fenolik içerik, DPPH radikal temizleme aktivitesi ile antioksidan aktiviteleri analiz etmişlerdir. Yenilebilir mantar türleri *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes*, *Pleurotus eryngii*, ve *Lentinus edodes*, tıbbi mantar

türleri ise *Agaricus blazei*, *Sparassis crispa*, *Phellinus linteus*, *Ganoderma lucidum* ve *Inonotus obliquus* 'tur. Fenolik analizi yapılan bu 10 türün 28 fenolik içerik ihtiva ettiği, DPPH aktivitesi mantarlardaki fenolik bileşik konsantrasyonu ile önemli derecede ilişkili olduğunu ve tespit edilen fenolik bileşikler ile antioksidan potansiyel arasında çok sayıda anlamlı pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Chudzyński ve Falandysz (2008), yaptıkları çalışmada Polonya ülkesinin farklı lokalitelerinden elde ettikleri *Suillus grevillei* mantarının element içeriklerini belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda K, P, Mg, Rb, Al, Ca, Fe (mg/g k.a.'da), Ag, Ba, Cd, Cu, Mn, Na ve Zn (µg/g k.a.'da) ve daha az Co, Cr, Ni, Pb ve Sr (<1 µg/g k.a.) biriktirdiklerini tespit etmişlerdir.

Barros vd. (2009), yılında yaptıkları araştırmada Portekiz ülkesinden toplanan 16 farklı mantar türünün fenolik asit içeriğini tespit etmişlerdir. Bu araştırmanın sonucunda protokateşik, *p*-hidroksibenzoik ve *p*-kumarik asitler gibi çeşitli fenolik asitler ve iki vanilik asit izomeri belirlemişlerdir. En yüksek fenolik miktarı protokateşik asit (342.7 mg.kg⁻¹, k.a.) içeren *Ramaria botryis* türünde tespit etmişlerdir.

Aqueveque vd. (2010), yılında yaptıkları çalışmalarında 68 makromantar türünün misellerinden elde ettikleri 148 süşün ekstraktlarını bakteri ve mantarlara karşı analiz etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre antifungal aktivite, antibakteriyel aktiviteden daha belirgin olmakla beraber substrat veya toplama alanından bağımsız olarak önemli ölçüde değişmezken, diğerleri için belirgin farklılıklar gösterdiğini ve farklı mantar türlerinde gözlemlenen antimikrobiyal aktivitelerdeki farklılıklar, biyoaktif bileşikler üretme yeteneğinin Basidiomycetes arasında homojen olarak dağılmadığını ortaya koymuşlardır.

Özen vd. (2011), yılında yaptıkları çalışmada 12 yenilebilir mantarın metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitelerini fosfomolibden yöntemine, linoleik asit peroksidasyonunun inhibisyonu, indirgeme gücü, metal şelatlama, O₂^{•-}, DPPH, peroksit ve H₂O₂ süpürme aktivitesine göre ve ekstraktların antimikrobiyal aktiviteleri de disk difüzyon yöntemi ile gram (-) ve (+) bakteri ve mayalara karşı değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak tüm mantar özütleri standartlara göre daha güçlü şelatlama etkisi göstermiş, Mantar türlerinin ekstraktlarının O₂^{•-} tutucu etkisi *Ramaria flava*>*Boletus edulis*>*Leatiporus sulphureus*>*M. procera*>standartlar olarak bulunmuş ve *L. piperatus*, *L. camphorates*, *L. volemus*, *A. bisporus*, *C. cibarius*, *L. sulphureus*, *H. repandum*, özellikle *E. coli* üzerinde güçlü antimikrobiyal aktivite göstermiştir. *H. repandum*'un *P. aeruginosa* üzerinde diğer bakteri süşlarından daha etkili olduğu bildirmişlerdir.

Vaz vd. (2011), yaptıkları çalışmada Portekiz ülkesinde yetişen 17 mantar türünün fenolik profillerini araştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda protokateşik, *p*-hidroksibenzoik, *p*-kumarik ve sinnamik asit tespit etmişlerdir. Ayrıca bu bileşenlerin miktarları belirlenerek en yüksek konsantrasyonu *Fistulina hepatica* türünde 67,62 mg.kg⁻¹ protokateşik ve 41,92 mg.kg⁻¹ *p*-hidroksibenzoik olarak belirlemişlerdir.

Palacios vd. (2011), gerçekleştirdikleri araştırmada 8 yenilebilir mantar türünün fenolik içeriklerini ve antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Mantar türlerinde 12 adet fenolik bileşiği µg/g cisinden belirlemiş, en yüksek ve değişkenlik gösteren fenoliğin homogentisik asit olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca bizim de çalışma materyalimiz olan

Lactarius deliciosus'un fenolik profilinde kateşin ve *p*-kumarik asit hariç 10 adet fenolik bileşik belirlemişlerdir. Aynı zamanda mantar türlerinin metanolik özütlerinin antioksidan özelliği en yüksek tür *Cantharellus cibarius*, en düşük tür ise *Agaricus bisporus* özütleri göstermiş olduğunu bildirmişlerdir.

Sarıkürkçü vd. (2011), yılında yaptıkları çalışmalarında Ankara Soğuksu Milli Parkından topladıkları 12 mantar türünün Pb, Cd, Zn, Fe, Mn, Cu, Cr, Ni, ve Co metal konsantrasyonlarını mg.kg⁻¹ cinsinden araştırmışlardır. Sonuç olarak Cd için *Agaricus arvensis* ve *Ramaria obtusissima* hariç tüm yenilebilir mantar örneklerinde analiz edilen Pb ve Cd seviyelerinin normalin altında olduğunu tespit etmişlerdir.

Grangeia vd. (2011), yılında yaptıkları çalışmada *Calvatia utriformis*, *Clitopilus prunulus*, *Lycoperdon echinatum*, *Lyophyllum decastes*, *Macrolepiota excoriata*, *Boletus erythropus*, *Boletus fragrans*, *Hygrophorus pustulatus*, *Russula cyanoxantha*, ve *Rusula olivacea* türlerinin DPPH radikal süpürme etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, *L. decastes*, *B. erythropus* ve *B. Fragrans* türlerinin yüksek antioksidan aktivite gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Ayaz vd. (2011), gerçekleştirdikleri çalışmada *Laccaria laccata*, *Leucopaxillus giganteus*, *Russula rosea*, *Cantharellus cibarus*, *Tricholoma saponaceum* var. *saponaceum*, *Agaricus arvensis*, *Boletus edulis*, *Clavulina rugosa*, *Hydnum repandum*, *Cantharellus tubaeformis*, *Lepista nuda* mantar türlerinin 31 makro ve mikro element analizlerini µg/g cinsinden ICP-OES kullanılarak çalışılmışlardır. Yapılan analizler sonucunda Be, Sb, Te ve Ti mineralleri hiçbir türde tespit edilememiş olmasının yanında Ag, As, Cd, La, Mo, Pb, Se, Y ve Zr elementleri ise birkaç türde tespit etmişlerdir. Diğer 18 mineral madde türlerin tamamında varlığını belirlemişleridir ve birçok temel mineral ve eser elementlerin yüksek içeriği ve düşük toksik metal içeriği nedeniyle insan diyetleri için yararlı bir bileşen olabileceğini raporlamışlardır.

Aloupi vd. (2012), yaptıkları araştırmada Midilli Adası'ndaki serpantin ve volkanik topraklarda yetişen yenilebilir doğal *Russula delica*, *Lactarius sanguifluus*, *Lactarius semisanguifluus*, *Lactarius deliciosus*, *Suillus bellinii* mantar türlerinin metal içeriklerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak serpantin mevkilerinde yetişen mantarlar, volkanik mevkilerde yetişen mantarlardan daha yüksek Cd, Cr ve Ni içerdiğini ve mantarların hiçbirinin metal biyoakümülatör olarak kabul edilemeyeceğini ve bu türlerin düzenli tüketilebileceğini rapor etmişlerdir.

Alves vd. (2012), yılında yaptıkları çalışmada 13 makromantar türünü sulandırılmış metanol ekstraktlarının mikro dilüsyon yöntemiyle araştırmışlardır. Yaptıkları testler sonucunda *Fistulina hepatica*, *Ramaria botrytis* ve *Russula delica* makromantar türlerinin yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini belirlemişleridir.

Doğan vd. (2012), gerçekleştirdikleri çalışmada bazı *Tricholoma* türlerinin (*T. orirubens*, *T. imbricatum*, *T. columbetta*, *T. cedretorum*, *T. anatolicum*) Mn, Fe, K, Na ve P konsantrasyonları analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Mn, K ve Na konsantrasyonları en yüksek *T. orirubens*'te sırasıyla 113, 65266 ve 3450 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiş en yüksek Fe ve P konsantrasyonları sırasıyla 3215 ve 10883 mg.kg⁻¹ *T. columbetta* türünde olduğunu bildirmişlerdir.

Guo vd. (2012), yılında yaptıkları çalışmada 49 mantar türünün HPLC-PAD ile fenolik içerikleri ve 2 farklı method ile antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, gallik, homogentisik, protokateşik ve *p*-hidroksibenzoik asit gibi birçok biyoaktif bileşik belirlemişler ve bu bileşikleri antioksidan kapasitelerine katkı sağladıklarını düşünmüşlerdir. Ayrıca mantar türlerinden *Thelephora ganbajun* Zang, *Boletus edulis* Bull., *Volvariella volvacea* Sing, *Boletus regius* Krombh ve *Suillus bovinus* Kuntze, en yüksek antioksidan kapasitesini sergilediklerinden dolayı doğal antioksidanların önemli diyet kaynakları olma potansiyeleri olduğunu bildirmişlerdir.

Wong vd. (2013), yılında yaptıkları çalışmada Malezya’da *Hypsizygus tessulatus* *Pleurotus eryngii* *Pleurotus florida* *Auricularia polytricha* *Flammulina velutipes* ve *Potassium dichromate* mantarlarının antioksidan aktivitelerini DPPH radikal süpürme etkisi ve metal şelatlama ile araştırmışlardır. Test edilen mantarlar arasında *A. polytricha*, en güçlü radikal temizleme ve metal şelatlama aktiviteleri gösterdiğini belirlemişlerdir.

Nowacka vd. (2014) yılında yaptıkları çalışmada 19 makromantar türünün etanolik ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini gram negatif ve gram pozitif suşlara karşı araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre mantarların orta düzeyde aktivite sergilediklerini belirlemişleridir. Ekstraktların *P. aeruginosa* suşu oldukça duyarlıyken, *S. aureus* en düşük duyarlılığı gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çok önemli bir fark olmamakla beraber ekstraktların gram pozitif olanlara karşı biraz daha yüksek aktivitelerinin olduğunu bulmuşlardır.

Alispahić vd. (2015), yılında yaptıkları araştırmada *Boletus edulis*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus bisporus* var. *Avellaneus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* mantar türlerinin DPPH radikal süpürme aktiviteleri belirlenmiştir. En yüksek süpürme aktivitesi %88.33 ile *Agaricus bisporus* var. *Avellaneus* göstermiş olup en düşük değeri ise %43.88 ile *Pleurotus ostreatus* mantarının gösterdiğini belirlemişlerdir.

Mleczek vd. (2015), gerçekleştirdikleri araştırmada *Leccinum scabrum*, *Boletus edulis* ve *Boletus badius* mantarlarının Ag, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Pt, Ti ve Zn mineral ve iz elementlerini AAS ile araştırmışlardır. Co, Ni ve Pb içeriği analizi yapılan 3 mantar türünde de benzer seviyedeysen Ag, Ca, Cd, Hg ve Ti içeriği ise *B. edulis*’te diğer 2 türden daha yüksek olduğunu ve bu türler arasında en büyük farklılıkların Fe ve Zn içeriğinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Nowacka vd. (2015), yılında yaptıkları çalışmada 31 farklı mantar türünün etanol özütlerinin antioksidan aktivitesini DPPH, fenolik bileşiklerin tayinini LC-ESI-MS/MS ve antibakteriyel aktiviteleri microbroth dilüsyon metodu ile araştırılmıştır. Mantar ekstraktlarında fenolik asit olarak protokateşik, 4-OH-benzoik, vanillik, siringik, kafeik, *p*-kumarik, ferulik asit tespit etmişlerdir ve mantarların oldukça etkili antioksidan aktivite gösterdikleri ve genel olarak, Gram-pozitif suşlara karşı Gram-negatif suşlardan biraz daha yüksek bir aktivite olduğunu belirtmişlerdir.

Onbaşılı vd. (2015), yılında yaptıkları çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının aseton, etanol, su ve DMSO ekstraktlarını disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyal aktivitelerini *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *C. albicans*’a karşı test etmişlerdir. *L. deliciosus*’un aseton ve metanol ekstraktları en yüksek inhibitör aktivite *P. aeruginosa*’ya karşı belirlendi. En zayıf inhibitör aktivite ise mantarın distile su ve DMSO ekstraktları

S. aureus ve *C. albicans*'a karşı olduklarını belirlemişlerdir. Sonuç olarak *L. deliciosus* mantarının antimikrobiyal özellik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Wang vd. (2015), yılında gerçekleştirdikleri çalışmada 10 tane *Boletus* cinsine ait mantarların Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P ve Zn içeriklerini mg.kg^{-1} cinsinden belirlemişlerdir. Sonuç olarak çalışmadaki *Boletus* cinsleri Zn, Cu ve Mn elementlerinin P, K, Fe, Mg, Ca ve Na elementlerine göre daha az miktarda olduğunu tespit etmişlerdir.

Woldegiorgis vd. (2015), yılında yaptıkları çalışmada 12 mantar türünün Major (Na, K, Ca, Mg, P), minor (Mn, Cu, Fe, Zn) ve toksik (Pb, Cd) minerallerini AAS (atomik absorpsiyon spektrofotometrisi) ile analiz etmişlerdir. Major mineral konsantrasyonu (mg.kg^{-1}): Na (0.41-34.8), K (3.66-42.4), Ca (0.29-6.45), Mg (0.57-2.12) ve P (0.71-2.82), minör (mg.kg^{-1}) aralığı: Fe (32.5-6835.9), Zn (26.6-87.6), Cu (5.69-45.9) ve Mn (0.96-138.6), toksik metal olarak Pb (1.52-18.0 mg.kg^{-1}), Cd sadece *A. campestris*'te (4.08 mg.kg^{-1}) aralıklarında tespit etmişlerdir.

Kosanice vd. (2016), gerçekleştirdikleri araştırmada *Lactarius deliciosus* ve *Macrolepiota procera* makromantarlarının metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerini mikro dilüsyon metodu ile 15 mikroorganizma üzerinde test etmişlerdir. *L. deliciosus* özütü, 2.5 mg/mL ila 20 mg/mL arasında değişen minimum inhibitör konsantrasyon değerleri ile daha iyi bir antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ve iki mantar türü gram-pozitif suşlara karşı gram-negatif suşlardan biraz daha yüksek aktiviteleri olduğunu belirlemişlerdir.

Aaron vd. (2017), yılında gerçekleştirdikleri araştırmada *Pleurotus ostreatus* mantarının 2 farklı substratta element birikimlerini Atomik absorpsiyon spektrofotometrisi ile analiz edilmiştir ve on element kadmiyum (Cd), bakır (Cu), krom (Cr), kobalt (Co), mangan (Mn), çinko (Zn), demir (Fe), kurşun (Pb), cıva (Hg) ve nikel (Ni) belirlenmiştir. Saptanabilir seviyelerin altında olan cıva (Hg) hariç, analiz edilen tüm elementler mantarda normal seviyelerde tespit etmişlerdir.

Akpi vd. (2017), yılında yaptıkları çalışmada *Lycoperdon perlatum* makromantarının etanol, metanol ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerini *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* ve *Candida glabrata* suşlarına karşı agar difüzyon yöntemiyle test etmişlerdir. *L. perlatum*'un su ekstraktı *P. aeruginosa* hariç test edilen tüm patojenik organizmaların büyümesini engellemiş, metanol ve etanol özütleri ise test edilen tüm organizmaları inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca *Lycoperdon perlatum*'un kullanılan mikrobiyal izolatlarla karşı geniş spektrumlu aktiviteye sahip olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kaya vd. (2017), yılında yaptıkları çalışmada atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanarak *Coprinus comatus* (Müll.: Fr.) S.F. Gray, *Leucoagaricus leucothites* (Vitt.) Wasser, *Lycoperdon molle* Pers.: Pers., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer, *Volvopluteus gloiocephalus* (DC.) Justo, *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson, *Psathyrella candolleana* (Fr.:Fr.) Mre., *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini, *Lepista nuda* (Bull. Fr.) Cke., *Melanoleuca cognata* (Fr.) Konr. & Maubl. ss. Lge., *Tricholoma terreum* yenilebilir agaroid mantarların Ni, Cu, Co, Zn, Cr, Mn, Mg, Cd, Fe, Ca ve Pb mineral madde içeriğini belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda tüm mantar türleri içinde Ca ve Fe elementleri

en fazla bulununlar olmuş, Cr elementinin sadece 5 mantar türünde belirlendiğini Pb elementinin hiçbir türde tespit edilemediğini raporlamışlardır.

Sevindik (2018), yılında yaptığı çalışmada *Lentinus tigrinus* mantarının etanol, metanol ve diklorometan ekstraktlarının antioksidan durumu ve antimikrobiyal aktivitesini araştırmıştır. Bu çalışmada 9 standart bakteri ve mantar suşu kullanılarak antimikrobiyal aktivite belirlenmiş ve mantar ekstraktlarının genellikle *Candida albicans*, *C. krusei* ve *C. glabrata* üzerinde daha yüksek aktivite sergilediğini belirlemiştir. *L. tigrinus*'un TAS değerinin 1.748 ± 0.071 , TOS değerinin 19.294 ± 0.237 ve OSI'nin 1.106 ± 0.031 olarak tespit etmiştir. Sonuç olarak, *L. tigrinus*'un antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin bulunduğunu ve bu nedenlerden dolayı doğal bir kaynak olarak kullanılabileceğini öne sürmüştür.

Fogarasi vd. (2018), yılında yaptıkları çalışmada yenilebilir beş yabancı mantardan (*Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis*, *Lactarius piperatus*) HPLC ile fenolik bileşik profillerini belirlemişlerdir. Tüm mantar türlerin 4-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, kateşin veya sinamik asit bulunmasına rağmen konsantrasyonlarının büyük ölçüde değiştiğini bildirmişlerdir.

Avcı ve Avcı (2019), yılında yaptıkları çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının etanol, su ve kloroform özütlerinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. *L. deliciosus* ekstraktların antioksidan aktiviteleri DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazaz) yöntemi ile antimikrobiyal aktiviteler ise *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya disk difüzyon yöntemi ile belirlemişlerdir. *L. deliciosus*'un su ve etanol ekstraktlarının toplam antioksidan ve DPPH aktivitesine sahip olduğunu ve mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal aktivite tespit etmişlerdir.

Mushtaq vd. (2020), yılında yaptıkları çalışmada yenilebilir *Suillus granulatus* mantarının etanol özütlerinin toplam antioksidan durumu (TAS), toplam oksidan durumu (TOS), oksidatif stres indeksi (OSI) ve Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb ve Zn içerikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *S. granulatus*'un TAS değeri 3.143 ± 0.068 mmol/L, TOS değeri 18.933 ± 0.195 μ mol/L ve OSI değeri 0.603 ± 0.007 olarak tespit edilmiş ve *S. granulatus*'un Cr içeriği yüksek bulunduğu ve antioksidan potansiyelinin olduğunu bildirmişlerdir.

Özaltun ve Sevindik (2020), yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında *Agaricus xanthodermus* zehirli makro mantarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir. Mantarın metanol ve DCM ekstraktlarının antioksidan aktivitesini Rel Assay Kitleri ile, antimikrobiyal aktivitelerini ise modifiye edilmiş agar dilüsyon metodu ile *Staphylococcus aureus*, *S. aureus* MRSA, *E. faecalis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *C. albicans*, *C. krusei* ve *C. glabrata* mikroorganizmalarına karşı test etmişlerdir. Sonuçlara göre *A. xanthodermus* mantarının yüksek antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ayrıca mantarların MeOH ve DCM ekstraktlarının en yüksek aktiviteleri *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *A. baumannii*'ye karşı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sevindik (2021b), yılında yaptığı çalışma da *Leucopaxillus gentianeus* mantarının metanol ve diklorometan özütlerinin antioksidan aktivitesini TAS-TOS kitleri,

antimikrobiyal aktivitelerini agar dilüsyon metodu ile 9 farklı organizma ile fenolik içeriğini ise HPLC cihazını kullanarak araştırmıştır. Mantarın MeOH ve DCM özütleri *Candida glabrata*, *C. albicans* ve *C. krusei*'ye karşı en yüksek aktiviteyi sergilediğini ve ayrıca *L. gentianeus*'un yüksek bir antioksidan potansiyeline sahip olduğu belirlemiştir. Ayrıca fenolik içerik analizinde, gallik asit, kateşin, epikateşin, sinnamik asit, klorojenik asit ve kumarik asidin varlığını tespit etmiştir.

Aytar vd. (2020), gerçekleştirdikleri çalışmalarında *Armillaria mellea* ve *Macrolepiota procera* mantarlarının antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelinin belirlemişlerdir. Antioksidan aktivite, DPHH serbest radikal süpürme yöntemiyle tespit edilmiş. *M. procera* özütü, *A. mellea* özütünden (IC₅₀: 0.191, 1.19 mg/mL) daha güçlü serbest radikal süpürücü aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda antimikrobiyal aktivite agar difüzyon yöntemiyle 14 mikroorganizma üzerinde belirlenmiş ve sonuç olarak bu iki yenilebilir mantarın doğal antioksidanlar olarak potansiyele sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Çayan vd. (2020), yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında 26 mantar türünün HPLC-DAD (birleştirilmiş yüksek performanslı sıvı kromatografi) yöntemi kullanarak analiz etmiş 16 fenolik asit bileşiği tespit etmişlerdir. Gallik asit, *Russula aurora*'da (2.96 ± 0.56 µg/g) ana fenolik bileşik olarak bulunurken, *Armillaria tabescens* (2.07 ± 0.25 µg/g) ve *Leucoagaricus leucothites*'te (9.02 ± 0.87 µg/g) 6,7-dihidroksi kumarin ana fenolik bileşikler olarak tanımlanmış ve fumarik asit, 26 mantardan 16'sında en bol bulunan bileşikler olarak bulunmuş ve kateşin hidrat, mantarların geri kalanında ana fenolik bileşikler olarak belirlemişlerdir.

Sevindik (2020), yılında gerçekleştirdiği çalışmada *Lactifluus rugatus* mantarının metanol ve diklorometan özütlerinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemiştir. Antioksidan potansiyelini Rel Assay TAS ve TOS kitleri ile, antimikrobiyal potansiyelini ise modifiye agar seyreltme yöntemi kullanılarak 9 mikroorganizma üzerinde test etmiştir. Sonuç olarak *Lactifluus rugatus* mantarının özütlerinin yüksek antioksidan ve güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

Alkın vd. (2021), *Lactarius deliciosus*, *Agaricus bisporus*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma lucidum*, *Hericium erinaceus*, *Morchella* spp., *Boletus edulis* ve *Cantharellus cibarius* makromantarlarının metanol, su ve 50:50 su ve metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerini disk difüzyon metodu ile *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus* suşlarına karşı araştırmışlardır. Elde ettikleri verileri göre su ve 50:50 su ve metanol özütleri *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus*'u inhibe etmede metanol ekstraktlarından daha etkili olduğunu ve *B. edulis* ve *C. cibarius* türlerinin en güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit etmişlerdir.

Martínez-Escobedo vd. (2021), yaptıkları araştırmada dört yenilebilir makromantar türü olan *Amanita rubescens*, *Astraeus hygrometricus*, *Laccaria laccata* ve *Lycoperdon perlatum*'un etanol ve metanol özütlerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir ve gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda etanol özütlerinin, metanol özütlerine göre daha güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Nowakowski vd. (2021), yılında yaptıkları çalışmalarında *Armillaria mellea*, *Cantharellus cibarius*, *Coprinus comatus*, *Lycoperdon perlatum*, *Tricholoma portentosum*, *Suillus luteus* türlerinin şapka ve saplara ayrılmış kısımlarının Hg, Pb, Cd ve As gibi toksik element içeriğini araştırmışlardır. Sonuç olarak, *L. perlatum* ve *T. portentosum* mantarlarının şapka kısımlarının sağlığa zararlı olabileceğini bulmuşlardır.

Soliman ve El-sayed (2021), yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında *Bjerkandera adusta*, *Cyclocybe cylindracea*, *Agrocybe aegerita*, *Chlorophyllum molybdites* ve *Lentinus squarrosulus* makromantarlarının etanol özütlerinin antimikrobiyal aktivitelerini altı farklı patojenik bakteri suşuna ve bir maya türüne karşı test etmişlerdir. *Bjerkandera adusta* ve *Cyclocybe cylindracea* mantarlarının özütleri bir bakteri suşu hariç diğer tüm suşlarda aktivite sergiledikleri ve Gram pozitif bakteriler, *Bjerkandera adusta* ve *Cyclocybe cylindracea*'nin etanolik ekstraktlarına Gram negatif bakterilere göre daha duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Barea-Sepúlveda vd. (2021), gerçekleştirdikleri araştırmada farklı lokalitelerden elde ettikleri bazı 5 farklı *Lactarius* türünün metal konsantrasyonlarının faydalarını ve sağlık yönünden risklerini araştırmışlardır. *L. deliciosus*, *L. vinosus*, *L. semisanguifluus*, *L. rugatus*, *L. sanguifluus* türlerinin esansiyel olmayan beş (Cr, As, Cd, Pb ve Hg) ve üç temel elementin (Cu, Zn ve Se) konsantrasyonu belirlemiş, bu mantarların tüketiminin günlük Cu, Zn ve Se gereksinimlerinin yalnızca küçük bir yüzdesini kapsadığını raporlamışlardır.

İşlek vd. (2021), yılında yaptıkları çalışmada bazı *Pholiota* türlerinin (*Pholiota adiposa* (Batsch) P. Kumm., *P. lubrica* (Pers.) Singer ve *P. squarrosa* (Vahl) P. Kumm.) antioksidan aktiviteleri ticari TAS-TOS kitleri ile antimikrobiyal aktivite agar dilüsyon metod ile element içerikleri ise atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuç olarak en yüksek TAS değeri *P. squarrosa*'da, en yüksek TOS değeri *P. lubrica*'da belirlemişler ve *P. lubrica*'da antibakteriyel ve antifungal aktiviteler olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca mantarların element içerikleri normal değerlerde bulmuşlardır.

Ache vd. (2021), yaptıkları çalışmada *Polyporus tenuiculus*, *Termitomyces striatus*, *Termitomyces macrocarpus*, *Auricularia polytricha*, *Laetiporus sulphureus*, *Termitomyces* sp.1, *Termitomyces* sp.2 ve *Polyporus dictyopus* türlerinin mineral madde içeriklerini atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanarak makro element Ca, K, Mg, P, Na iz elementi olarakta Cu, Fe, Zn minerallerini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak 8 mantarların hem makro hem de mikro besinler açısından zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Malinowski vd. (2021), yayınlamış oldukları araştırmada *Boletus edulis*, *Imleria badia*, ve *Leccinum scabrum* mantar türlerinin ve toprak örneklerinin P, K, Ca, Mg, Na elementlerini atomik absorpsiyon spektrofotometrisi ile analiz etmişleridir. Ortaya çıkan sonuçlarda, bu 3 mantar türünün K, Mg ve Ca alımının pozitif ve P ve Na elementlerinin ise topraktaki içeriği ile negatif korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sevindik (2021), yılında yaptığı çalışmada *Melanoleuca melaleuca* mantarının toplam antioksidan, toplam oksidan, antimikrobiyal aktivite ve fenolik içeriklerini belirlemiştir. Mantarın etanol ekstraktlarının antioksidan potansiyelini TAS ve TOS kitleriyle, antimikrobiyal aktivitelerini agar dilüsyon metodu ve fenolik içeriklerini HPLC

ile analiz etmiştir. Sonuç olarak *M. melaleuca* mantarının TAS değerinin 3.393 ± 0.098 mmol/L, TOS değerinin 6.460 ± 0.121 μ mol/L ve OSI değerinin 0.190 ± 0.002 olduğu, antimikrobiyal aktivitesini 25-400 μ g/mL konsantrasyonlarda test mikroorganizmalarına karşı etkili olduğu ve HPLC taramaları, mantarın gallik, kateşin, *p*-kumarik, şiringik protokateşik asitler içerdiğini belirleyerek bu mantarın antioksidan, antimikrobiyal aktivitesinin yüksek olduğunu ve içerdiği fenolikler nedeniyle de doğal bir fenolik kaynağı olduğunu bildirmiştir.

Mleczev vd. (2021), gerçekleştirdikleri çalışmada 17 mantar türünün altı ayrı gruba ayrılan 63 mineral element içeriğini Optik emisyon algılamalı endüktif olarak eşleştirilmiş plazma spektrometresi (ICP-OES) ile analiz etmiş familya ve türler arasındaki mineral içerik ilişkisini belirlemeye çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre *Lepista nuda* ve *Paralepista gilva* türlerinin yüksek seviyede majör ve minör elementleri biriktirmekle birlikte sağlığa zararlı Tl ve Ba elementlerini de içerdiklerini ortaya çıkarmışlardır. Diğer bir taraftan *Agaricaceae* familyasına ait mantarların (*Agaricus arvensis*, *Coprinus comatus* ve *Macrolepiota procera*) belirlenen tüm elementlerin içeriklerinde önemli farklılıklar olması, bir veya birkaç elementin daha yüksek içeriğinin değişken olmasının mantar türlerine göre olduğunu düşünmektedirler.

Bal vd. (2022), gerçekleştirdikleri araştırmada zehirli *Entoloma sinuatum* mantarının antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada antimikrobiyal test için agar dilüsyon metodu ile antioksidan özellik için ise Rel Assay TAS ve TOS kitleri kullanılarak belirlenmiştir. *Entoloma sinuatum*' un TAS değeri $2,64 \pm 0,15$, TOS değeri $6,58 \pm 0,23$ ve OSI (Oksidatif stres indeksi) değeri $0,25 \pm 0,02$ olarak bulunmuş mantarın etanol ekstraktının 200 ve 400 μ g/mL konsantrasyonlarında bakterilere, 50 μ g/mL konsantrasyonlarında ise mantarlara karşı etkili olduğu belirlenmiştir. *E. sinuatum*'un doğal bir antioksidan ve antimikrobiyal ajan olduğunu bildirmişlerdir.

Ronda vd. (2022), gerçekleştirdikleri araştırmada Polonya ülkesinin farklı lokalitelerinden elde ettikleri 7 mantar türünün ağır metallerini tespit etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda Al, Cr, Cd, Mn, Fe, Pb, Zn, Cu, Ni ve Hg ağır metalleri araştırılmış olup Cd ve Cu konsantrasyonları yüksek olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Mantar Tür Örneklerinin Eldesi

Çalışmada kullanılmak üzere Antalya ilinin farklı lokalitelerinden *Clavulina rugosa* (Bull.) J. Schröt, *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini, *Laccaria bicolor* (Maire) P.D. Orton, *Lactarius deliciosus* (L.) Gray, *Lactarius salmonicolor* (L.) Gray, *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser, *Mycena epipterygia* (Scop.) Gray, *Mycena galericulata* (Scop.) Gray, *Suillus granulatus* (L.), *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer mantar örnekleri ekolojik şartların mantar gelişimine en uygun olduğu ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde 2019-2022 yılları arasında arazi çalışmaları sonucunda toplanmıştır. Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikoloji Laboratuvarına getirilerek Prof. Dr. Hasan AKGÜL tarafından teşhisleri yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Mantar türlerinin toplandığı lokaliteler

Mantar türleri	Lokale	Fungarium No
<i>C. rugosa</i>	Kemer, Göynük	ERASLAN 49
<i>C. cylindracea</i>	Konyaaltı, Bahtılı	ERASLAN 25
<i>L. bicolor</i>	Alanya, Akçatı	ERASLAN 56
<i>L. deliciosus</i>	Manavgat, Sağırın	ERASLAN 71
<i>L. salmonicolor</i>	Alanya, Akçatı	ERASLAN 64
<i>M. excoriata</i>	Akseki, Yarpuz	ERASLAN 33
<i>M. epipterygia</i>	Konyaaltı, Doyran	ERASLAN 95
<i>M. galericulata</i>	Konyaaltı, Hisançandır	ERASLAN 80
<i>S. granulatus</i>	Konyaaltı, Çakırlar	ERASLAN 13
<i>S. grevillei</i>	Korkuteli, Akçayaka	ERASLAN 87



Şekil 3.1. Mikoloji laboratuvar çalışmaları

3.2. Mantar Örneklerinin Teşhis İşlemleri

Mantar örnekleri arazi çalışmaları sırasında doğal ortamlarında GPS özellikli fotoğraf makinası ile fotoğrafları çekilerek arşivlenmiştir. Örneklerin özellikleri (morfolojik ve ekolojik), habitat durumları ve bazı mantar türlerinin tam teşhisi için arazi sırasında bazidiyokarplar tazeyken kimyasallar uygulanarak olası renk değişimleri de arazi defterine kaydedilmiştir. Daha sonra laboratuvar ortamında her mantar türünün teşhisi için gerekli kesitler alınmış ve ölçek ile tekrar fotoğraflandırılmıştır. Mikroskopik teşhisler için stereomikroskop, binokülmikroskop ve spor fotoğraflarının çekilmesi için dijital görüntüleme sistemi (DM750, Leica Microsystems Holdings, GmbH, Wetzlar, Germany) kullanılmıştır. Toplanan örnekler mevcut literatür yardımıyla teşhis edilmiştir. Kullanılan referans literatürlerden bazıları şunlardır; Breitenbach ve Kränzlin (1984, 1986, 1991, 1995, 2000), Kränzlin (2005), Thompson (2013), Ryvarden ve Gilbertson (1993), Sarnari (2005, 2007), Robich (2007), Christan (2008), Chiusa (2013), Knudsen ve Vesterholt (2008), Christensen ve Heilmann-Clausen (2013). Teşhisleri tamamlanan örnekler fungarium numarası verilerek kilitli poşetler ile saklanmıştır.

3.3. Mantar Tür Örneklerinin Özütleme İşlemleri

Doğadan taze olarak toplanan mantar örnekleri, laboratuvar ortamına getirilerek kurutma cihazıyla (Gorenje, FDK24DW) 48 saat süresince ve 40°C derecede kurutma gerçekleştirildi. Her örnek ayrı ayrı öğütme makinası (Yazıcılar, Model G1) ile toz haline getirildiler. Öğütme işleminin ardından örnekler 25'er gram olarak tartılmış ve kartuşlanmıştır. Daha sonra etanol solventi (Merck 100983) ile soxhlet ekstraktöründe (BUCHI E811) yaklaşık 6 saat ve 50°C'de özütleme işlemi gerçekleştirildi. Özütleme işleminin ardından etanolik özütler Whatman No:1 filtre kâğıdı kullanılarak süzüldü ve basınç altında rotary evaporatörle (Heidolph Laborota 4000 Rotary Evaporator) yoğunlaştırılmıştır. Daha sonra liyofilizatör (TRS 2/2V) ile örnekler liyofilize edilerek +4°C'de deneyler gerçekleştirilene kadar muhafaza edilmiştir.

3.4. Mantar Örnekleri ve Türler Hakkında Bilgiler

3.4.1. *Clavulina rugosa* (Bull.) J. Schröt

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Cantharellales

Familia: Clavulinaceae

Genus: *Clavulina*

Species: *Clavulina rugosa* (Bull.) J. Schröt



Şekil 3.2. *Clavulina rugosa* (Bull.) J. Schröt'nın genel görünümü

C. rugosa beyaz veya krem renkte olup kırılgan bir gövdeye sahiptir. Genellikle tek başına ya da ormanlık alanda yaprak döken ve iğne yapraklı ağaçlar altında çok sayıda küçük gruplar halinde bulunur. Belirli bir koku veya tatları bulunmamaktadır. Ayrıca Türkçe adı Kaba tepelimercan'dır (Corner 1950; Eyüpoğlu vd. 2011; Sesli vd. 2020; De Angelis 2021).

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

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Agaricales

Familia: Strophariaceae

Genus: *Cyclocybe*

Species: *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini



Şekil 3.3. *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini'nin genel görünümü

C. cylindracea kavak mantarı olarak bilinir. *Populus*, *Salix*, *Quercus* sp. gibi yaprak döken ağaçların altında ve kütüklerinde küme olarak yetişir ve yüksek besin değeri vardır. Aynı zamanda Türkçe adı Çizgilimetelik'tir (Uhart ve Alberto 2007; Jasińska vd. 2012; Demirel ve Allı 2019; Sesli vd. 2020).

3.4.3. *Laccaria bicolor* (Maire) P.D. Orton

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Agaricales

Familia: Hydnangiaceae

Genus: *Laccaria*

Species: *Laccaria bicolor* (Maire) P.D. Orton



Şekil 3.4. *Laccaria bicolor* (Maire) P.D. Orton'ın genel görünümü

L. bicolor ektomikorizal bir mantardır. Karışık çam ormanlarında yetişir. Yenilebilir fakat tat veya kokusu yoktur. *L. bicolor*'ın Türkçe adı Ala düzenbaz'dır (Flores vd. 2005; Phillips ve Reid 2006; Sesli vd. 2020).

3.4.4. *Lactarius deliciosus* (L.) Gray

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Homobasidiomycetae

Ordo: Russulales

Familia: Russulaceae

Genus: *Lactarius*

Species: *Lactarius deliciosus* (L.) Gray



Şekil 3.5. *Lactarius deliciosus* (L.) Gray'un genel görünümü

L. deliciosus ülkemizde Kanlıca mantarı ismi ile bilinir. İğne yapraklı ormanlarda, özellikle çamların altında yetişen bir ektomikorizal mantardır. Besin değeri yüksek ve lezzetlidir. (Allı vd. 2006; Liu 2007; Adanacıoğlu vd. 2016; Sesli vd. 2020).

3.4.5. *Lactarius salmonicolor* (L.) Gray

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Homobasidiomycetae

Ordo: Russulales

Familia: Russulaceae

Genus: *Lactarius*

Species: *Lactarius salmonicolor* (L.) Gray



Şekil 3.6. *Lactarius salmonicolor* (L.) Gray’ın genel görünümü

L. salmonicolor somon turuncusu rengi ve tipik olmayan yeşil tonlara sahiptir. *Abies sp.* ile ektomikorizal birliktelikte bulunur. Meyvemsi kokusu olup lezzetlidir. Mantarın Türkçe adı Künerkanlıca’sıdır (Eberhardt vd. 2000; Nuytinck ve Verbeken 2005; Athanasakis vd. 2013; Sesli vd. 2020).

3.4.6. *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Agaricales

Familia: Agaricaceae

Genus: *Macrolepiota*

Species: *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser



Şekil 3.7. *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser'nın genel görünümü

M. excoriata yol kenarlarında, çayırda, steplerde ve *Cupressus* sp. ormanlarında tek veya grup halinde yetişir. Şapka kısmında pullar bulunur. Saprotrofik ve yenilebilir bir mantardır. Ayrıca Türkçe adı Kadınmemesi'dir (Noordeloos vd. 2001; Karadelev vd. 2012; Solak vd. 2014; Sesli vd. 2020; Vlasenko ve Turmunkh 2021).

3.4.7. *Mycena epipterygia* (Scop.) Gray

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Agaricales

Familia: Mycenaceae

Genus: *Mycena*

Species: *Mycena epipterygia* (Scop.) Gray



Şekil 3.8. *Mycena epipterygia* (Scop.) Gray'nın genel görünümü

M. epipterygia *Pinus* sp. ağaçlarının yoğun olduğu alanlarda, yosun ve çim üzerinde tek veya grup olarak yetişir. Saprotrofiktir ayrıca yenilebilir olduğu da belirtilmiştir. Bu mantarın Türkçe adı Yel kukulcuk'tur (Phillips vd. 2005; Trudell ve Ammirati 2009; Sesli vd. 2020).

3.4.8. *Mycena galericulata* (Scop.) Gray

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Agaricales

Familia: Mycenaceae

Genus: *Mycena*

Species: *Mycena galericulata* (Scop.) Gray



Şekil 3.9. *Mycena galericulata* (Scop.) Gray'nın genel görünümü

M. galericulata yaprak döken ormanlarda özellikle çürüme aşamasında olan kütüklerde bulunan (*Quercus* sp., *Fagus* sp., *Alnus* sp., *Pinus* sp.) genellikle küçük kümeler halinde ya da tek halde bulunur ve Türkçe adı Buğulu kukulcuk'tur (Tyler 1991; Phillips vd. 2005; Sesli vd. 2020).

3.4.9. *Suillus granulatus* (L.) Roussel

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Boletales

Familia: Suillaceae

Genus: *Suillus*

Species: *Suillus granulatus* (L.) Roussel



Şekil 3.10. *Suillus granulatus* (L.) Roussel'un genel görünümü

S. granulatus iğne yapraklı ormanlarda ve özellikle çam ormanlarında toprak üzerinde, döküntüler altında dağınık ya da kümelenmiş olarak bulunur. *Pinaceae* ailesi ile mikorizal ilişkilidir. Türkçe adı olarak Damlamantar'tır (Jacobson ve Miller 1992; McKnight ve McKnight 1998; Sesli vd. 2020).

3.4.10. *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Boletales

Familia: Suillaceae

Genus: *Suillus*

Species: *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer



Şekil 3.11. *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer'nin genel görünümü

S. grevillei çoğunlukla karaçam (*Pinus nigra*) altında bulunur. Mikorizal olup yenilebilir bir mantardır. *S. grevillei* mantarının Türkçe adı Melezmantar'dır (Phillips vd. 2005; Trudell ve Ammirati 2009; Sesli vd. 2020; Ediriweera vd. 2022).

3.5. Mantar türlerinin TAS, TOS ve OSI Değerlerinin Belirlenmesi

3.5.1. Toplam Antioksidan Durum Değerlerinin Belirlenmesi (TAS)

EtOH ekstrakt numunelerinin TAS seviyelerini belirlemek amacıyla kitler ile gerçekleştirilen analizde trolox kalibratör olarak kullanılarak ekstraktlarda bulunan antioksidanlar, mavi-yeşil renkte olan ABTS'yi indirgenmiş aynı zamanda renksiz olan ABTS şekline getirmektedirler. Ayrıca örneklerin antioksidan düzeyleri 660 nm absorbansta belirlenmiştir (Erel vd. 2004). Kullanılan bu test kitinde Buffer, Renkli ABTS Radikal Solüsyonu, Standart 1 (1.00 mmol troleks Equiv./L) ve Standart 2 (1.00 mmol troleks Equiv./L) bulunmaktadır.

Toplam antioksidan durumu (TAS) belirlemek için Buffer'dan 200 µL alınmış ve eliza plate kuyularının içerisine bırakılmıştır. Daha sonra kuyucuklara 12 µL mantar ekstraktı eklenerek 660 nm'de birinci absorbansı belirlenmiştir. İkinci absorbansı belirlemek için 30 µL Renkli ABTS Radikal Solüsyonundan eklenmiş ve 5 dakika 37°C'de inkübatörde bekletilmiştir. Bu işlemden sonra yine 660 nm'de ikinci absorbans tespit edilmiştir. TAS değeri için aşağıdaki hesaplama formülü kullanılmıştır (Erel vd. 2004).

TAS değeri formülü;

$\Delta\text{Abs std 1}$: std1'in ikinci absorbansı- std1'in ilk absorbansı
 $\Delta\text{Abs std 2}$: std2'in ikinci absorbansı- std2'in ilk absorbansı
 $\Delta\text{Örnek abs}$: Örneğin ikinci absorbansı- örneğin ilk absorbansı
 SONUÇ: $[\Delta\text{abs std1}-\Delta\text{abs örnek}] / [\Delta\text{abs std1}-\Delta\text{abs std2}]$

3.5.2. Toplam Oksidan Durum Değerlerinin Belirlenmesi (TOS)

EtOH ekstrakt numunelerinin TOS seviyelerini belirlemek amacıyla kitler ile gerçekleştirilen analizde H₂O₂(hidrojen peroksit) kalibratör olarak kullanılmıştır. Yapılan antioksidan testinde kalibratör olarak hidrojen peroksit kullanılmıştır. Demir iyonu, asidik bir ortamdaki kromojen ile renkli bir kompleks oluşturur ve oluşan rengin düzeyi, spektrofotometrik olarak ölçülerek örnekte bulunan oksidan bileşiklerin seviyeleri belirlenebilmektedir (Erel vd. 2005). TOS Assay testinde kullanılan kit içerisinde Assay buffer, Prokromojen solüsyon, Standart 1 (Blank solüsyon: distile su) ve Standart 2 (stok stabilize standart solüsyon (SSSS): 800 mM H₂O₂ Equiv./L) yer almaktadır.

5 µL prokromojen solüsyon ependorfa konularak üzerine 1 mL distile su eklenmiş olup ependorf vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra çözeltiden 5 µL alınarak ependorfa konuldu ve üzerine tekrar 1 mL distile su eklenmiştir. Bu sayede prokromojen solüsyon distile su kullanılarak 40 kez seyreltilmiş olup farklı örnekler için bu işlemler tekrarlanmıştır. Ardından eliza plate üzerindeki kuyucuğa 200 µL Assay buffer konulmuş ve üzerine 30 µL mantar özütü ilave edilmiştir. İlk absorbans 530 nm'de okunmuştur. İkinci absorbans okuması için çözelti üzerine 10 µL prokromojen solüsyon eklenmiştir ve 37°C'de 5 dk bekletildikten sonra 530 nm'de 2. Absorbans okunmuştur. Standart 2 içinde aynı işlemler yapılmıştır (Erel vd. 2005).

TOS değeri formülü;

$\Delta\text{Abs std 2}$: std2'in ikinci absorbansı- std2'in ilk absorbansı

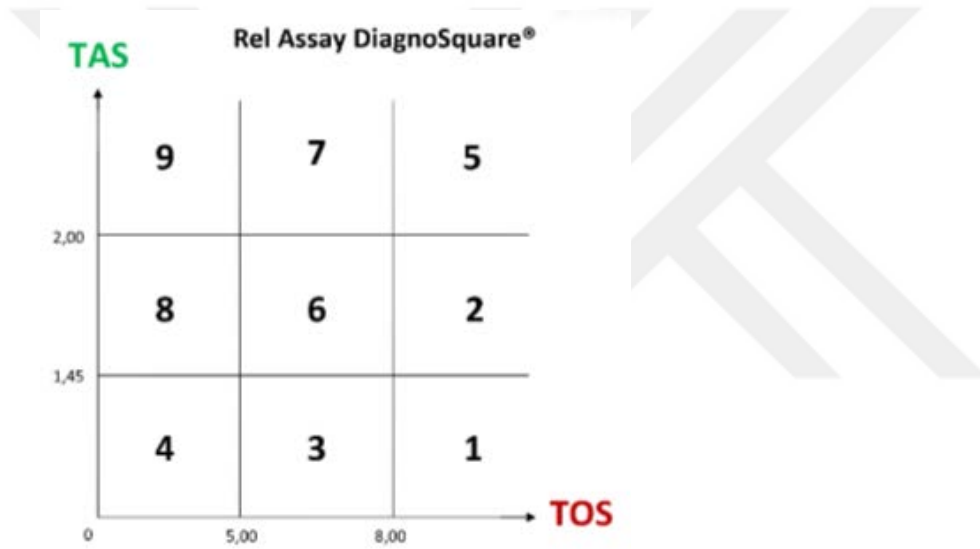
$\Delta\text{Örnek abs}$: Örneğin ikinci absorbansı- örneğin ilk absorbansı

SONUÇ: $(\Delta\text{abs örnek} / \Delta\text{abs std 2}) \times 20$

3.5.3. OSI Değerinin Belirlenmesi

Üç tekrarlı yapılan TAS ve TOS belirleme analizlerinden sonra oksidatif stres indeks aşağıdaki formüle göre hesaplanmış ve şekil 3.2'ye göre değerlendirilmiştir.

$$\text{OSI} = \frac{\text{TOS, } \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ equiv./L}}{\text{TAS, mmol Trolox equiv./L} \times 10}$$



Çizelge 3.1. OSI değerlendirme şeması

3.6. Mantar Türlerinin Fenolik Profillerinin Belirlenmesi

Mantarların etanol özütleri Caponio vd. (1999) tarafından açıklanan yöntemle göre SHIMADZU sistem HPLC cihazı ile DAD dedektör kullanılarak modifiye edilmiş ve çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Etanol ekstraktlarının HPLC-DAD cihaz analiz şartları

Kolon	XDB-C18 (250x4.6 mm; id 5 µm)
Mobil Faz A	%3'lük Asetik asit içeren H ₂ O
Mobil Faz B	Metanol
Kolon Fırın Sıcaklığı	30°C
Dedektör	DAD
Dedektör Dalga Boyu	278 nm
Enjeksiyon Hacmi	20 µL
Analiz Süresi/ Akış Hızı	80 dk. /0.8 mL/dk
Gradient Programı	
Zaman (dk)	0.1 20 28 35 50 60 62 70 73 75 80 81
Akış (mL/dk)	0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8
% Solvent A	93 72 75 70 70 67 58 50 30 20 0 93
% Solvent B	7 28 25 30 30 33 42 50 70 80 100 7

3.7. Mantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Antimikrobiyal aktivite belirlenmesi EUCAST 2015 ve CLSI 2012 (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing ve Clinical and Laboratory Standards Institute)'in önerdiği agar dilüsyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. On mantar türünün etanol ekstraktlarının MİK (minimal inhibitor konsantrasyon)'ları standart bakteri ve mantar suşlarına karşı gerçekleştirilmiştir. Amerikan kültür koleksiyonundan temin edilen suşlar çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Antimikrobiyal aktivite için kullanılan test mikroorganizmaları

TEST MİKROORGANİZMALAR	
BAKTERİLER	
Gram Pozitif Bakteri	Gram Negatif Bakteri
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
<i>Staphylococcus aureus</i> MRSA ATCC 43300	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	<i>Acinetobacter baumannii</i> ATCC 19606
MANTARLAR	
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	
<i>Candida krusei</i> ATCC 34135 ATCC 13803	
<i>Candida glabrata</i> ATCC 90030	

Muller Hinton Broth besiyerinde bakteri suşları, RPMI 1640 Broth besiyerinde ise mantar suşları ön kültüre edilerek, Standart inokulum elde etmek için suşların (bakteri ve mantar) bulanıklığı McFarland 0.5 eşğine göre düzenlenmiştir. Sulandırılmaların tamamı distile su ile yapılmış ve ekstraktlar 800-12.5 µg/mL konsantrasyonlarda test edilmiştir. Özütlere için kullanılan çözücüler yalnız olarak antimikrobiyal aktivite yönünden testleri

gerçekleştirilmiştir. Mantarlar için Amfoterisin B ve bakteriler için ise Ciprofloxacın referans ilaçlar kullanılmıştır. MHA (Müller Hinton Agar) besiyeri benmaride çözdürülmüş 9 mL olarak, 15 mL steril tüplere dağıtılarak sterilize edilmiştir. Daha sonra 1 mL ekstrakt tüplere eklenmiş ve karıştırılması gerçekleştirilerek petri kaplarına dökülmüştür. Bu işlemlerle yedi dilüsyon hazırlanmıştır. Bakteri ve mantarların (106 CFUs/mL) standard inokulumları steril plastik halka uçlu öze ile (0.01 mL) agar plaklarına ekilmiştir. Ekim yapılan tüm plaklar, etüvde 35°C'de 16-20 saat arasında bakteriler 48 saat mantarlar bekletildikten sonra değerlendirme yapılmıştır. Koloni oluşması üremenin varlığı, koloninin olmaması inhibisyon olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca her çalışma serisi için kontrol plakları kullanılmıştır. Bakteri ve mantarların çoğalmasını önleyen en düşük sulandırım minimal inhibisyon konsantrasyonu (MİK) olarak belirlenmiştir.

3.8. Mantar Türlerinin Element İçeriklerinin Belirlenmesi

Mantarların bünyelerinde biriktirdikleri Cr, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb ve Zn seviyelerini belirlemek için yaş yakma metodu kullanılmıştır. Toz haline getirilmiş mantar örneklerinden 1'er gram tartılarak 50 mL'lik erlen mayerler içerisine konulmuş ve 10 mL yoğunlaştırılmış nitrik asit (HNO₃) eklenmiştir. E. mayerlerin açık kısmı balon ile kapatılıp iki gün oda sıcaklığında bırakılmıştır. Daha sonra bekletilen e. mayerler ısı ayarlanabilen hot plate (ısı bloğu) üzerinde ilk etapta düşük ısıda renkli buharlar yok oluncaya kadar ısı kademeli olarak arttırılmıştır. Ardından balonlar çıkartılmış ve tortu kalana kadar yavaş yavaş buharlaştırma işlemine devam edilmiştir. E. mayerlere 10 mL hidroklorik asit (HCl) eklenerek aynı işlem tekrarlanmıştır. Örneklerin tümü buharlaştıktan ve dipteki tortu kuruduktan sonra erlene konan 0.5-1 g örnek için 1 N'lik HCl ile sulandırılmıştır. Atomik absorpsiyon spektrofotometrisi için hazır hale gelen örneklerin Cr, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb ve Zn seviyeleri belirlenmiştir (Doğan 2005).

3.9. İstatiksel Analiz

Antioksidan aktivite, Mineral madde çalışmalarının 3 tekerrürlü sonuçları, IBM SPSS Statistics v24.0 ve Microsoft Excel (2013) kullanılarak belirlenmiştir

4. BULGULAR

Antalya ilinin farklı bölgelerinden elde edilen *C. rugosa*, *C. cylindracea*, *L. bicolor*, *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *M. exoriata*, *M. epipterygia*, *M. galericulata*, *S. granulatus*, *S. grevillei* mantarlarının etanol özütlerinin antioksidan, antimikrobiyal aktiviteleri, mineral madde içerikleri ve fenolik içerikleri yapılan çalışmalar sonucu belirlenmiştir.

4.1. Mantar türlerinin TAS, TOS ve OSI verileri

Mantar türlerinin toplam antioksidan durumu, toplam oksidan durumu ve oksidatif stres indeksi Rel Assay Diagnostics ticari test kitleri ile üç tekrarlı olarak belirlenmiş ve bulgular çizelge 4.1.'de verilmiştir. Elde edilen veriler bu ticari kitlerin referans değer tabloları ile kıyaslanarak yorumlanmıştır.

Çizelge 4.1. On mantar türünün elde edilen TAS, TOS ve OSI değerleri

Mantar türleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TAS (mmol/L)	3.606±0.098	4.615±0.179	3.522±0.183	4.316±0.118	4.725±0.087	5.254±0.125	1.996±0.011	1.718±0.130	4.564±0.196	4.118±0.099
TOS (µmol/L)	13.169±0.196	9.467±0.163	7.425±0.191	6.565±0.184	7.621±0.217	6.522±0.056	8.814±0.100	12.943±0.138	11.400±0.177	7.625±0.162
OSI	0.366±0.012	0.206±0.011	0.211±0.007	0.152±0.001	0.161±0.002	0.124±0.002	0.442±0.005	0.761±0.053	0.251±0.013	0.185±0.003

* 1: *C. rugosa*, 2: *C. cylindracea*, 3: *L. bicolor*, 4: *L. deliciosus*, 5: *L. salmonicolor*, 6: *M. exoriata*, 7: *M. epipterygia*, 8: *M. galericulata*, 9: *S. granulatus*, 10: *S. grevillei* olarak şematize edilmiştir.

Oksidatif stres indeksini belirlemek için yapılan çalışmalar neticesinde toplam antioksidan durum değerleri yüksekten düşüğe doğru sıralanırsa *M. exoriata*'da 5.254±0.125, *L. salmonicolor*'da 4.725±0.087, *C. cylindracea*'de 4.615±0.179, *S. granulatus*'da 4.564±0.196, *L. deliciosus*'da 4.316±0.118, *S. grevillei*'de 4.118±0.099, *C. rugosa*'da 3.606±0.098, *L. bicolor*'da 3.522±0.183, *M. epipterygia*'da 1.996±0.011 ve *M. galericulata*'da 1.718±0.130 mmol/L olarak belirlenmiştir. Toplam oksidan durumu değerleri de yüksekten düşüğe doğru *C. rugosa*'da 13.169±0.196, *M. galericulata*'da 12.943±0.138, *S. granulatus*'da 11.400±0.177, *C. cylindracea*'de 9.467±0.163, *M. epipterygia*'da 8.814±0.100, *S. grevillei*'de 7.625±0.162, *L. salmonicolor*'da 7.621±0.217, *L. bicolor*'da 7.425±0.191, *L. deliciosus*'da 6.565±0.184 ve *M. exoriata*'da 6.522±0.056 µmol/L olarak saptanmıştır.

Oksidatif yükün göstergesi olan OSI değerleri ise sırasıyla *M. galericulata*'da 0.761±0.053, *M. epipterygia*'da 0.442±0.005, *C. rugosa*'da 0.366±0.012, *S. granulatus*'da 0.251±0.013, *L. bicolor*'da 0.211±0.007, *C. cylindracea*'de 0.206±0.011, *S. grevillei*'de 0.185±0.003, *L. salmonicolor*'da 0.161±0.002, *L. deliciosus*'da 0.152±0.001 ve *M. exoriata*'da 0.124±0.002 olduğu tespit edilmiştir. Mantar örnekleri arasın en yüksek TAS değerinin *M. exoriata*'da, en düşük değerin ise *M. galericulata*'da bulunmuştur. TOS değerlerinde en yüksek *C. rugosa*'da en düşük değer ise *M.*

excoriata'da belirlenmiştir. OSI değerlerine bakıldığından en yüksek *M. galericulata*'da en düşük değer ise *M. excoriata*'da tespit edilmiştir.

4.2. Mantar Türlerinin Fenolik Profilleri

Mantar türlerinin etanol ekstraktlarının fenolik içerikleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak taranmıştır. Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda on mantar türünün protokateşik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, gallik asit, kateşin, şiringik asit ve sinnamik asit olmak üzere 10 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen fenolik bileşik miktarları çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Mantarlarda tespit edilen fenolik içerikler, *C. rugosa*'da protokateşik asit 0.49, *p*-hidroksibenzoik asit 2.44, gallik asit 1.15 mg.kg⁻¹ olarak bulunmuştur. *C. cylindracea*'da protokateşik asit 3.88, *p*-hidroksibenzoik asit 31.46, kafeik asit 2.47, *p*-kumarik asit 4.69, gallik asit 5.14, kateşin 10.77, şiringik asit 2.36, sinnamik asit 14.25 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. *L. bicolor*'da *p*-hidroksibenzoik asit 9.21, gallik asit 1.71 olarak mg.kg⁻¹ tespit edilmiştir. *L. deliciosus*'ta protokateşik asit 1.18, *p*-hidroksibenzoik asit 34.17, vanilik asit 0.59, kafeik asit 9.24, ferulik asit 1.57, gallik asit 18.52, kateşin 4.58, mg.kg⁻¹ olarak bulunmuştur. *L. salmonicolor*'da protokateşik asit 0.44, *p*-hidroksibenzoik asit 1.36, gallik asit 0.96, kateşin 2.39, sinnamik asit 1.50 olarak mg.kg⁻¹ belirlenmiştir.

M. excoriata'da protokateşik asit 2.92, *p*-hidroksibenzoik asit 11.54, vanilik asit 6.13, *p*-kumarik asit 3.28, ferulik asit 8.56, gallik asit 13.87, kateşin 1.95, sinnamik asit 53.89 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. *M. epipterygia*'da protokateşik asit 1.83, *p*-hidroksibenzoik asit 3.59, gallik asit 2.78, şiringik asit 1.47, sinnamik asit 1.98 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. *M. galericulata*'da *p*-hidroksibenzoik asit 1.27, kafeik asit 2.09, şiringik asit 2.43, sinnamik asit 1.98 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

S. granulatus'ta protokateşik asit 3.81, *p*-hidroksibenzoik asit 1.73, kateşin 3.41 mg.kg⁻¹ olarak bulunmuştur. *S. grevillei*'de protokateşik asit 2.66, *p*-hidroksibenzoik asit 17.01, gallik asit 3.56, kateşin 5.47, şiringik asit 0.78 ve sinnamik asit 2.58 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bileşiklerden *p*-hidroksibenzoik asitin tüm mantar türlerinde varlığı belirlenmiştir. Vanilik ve ferulik asit sadece *L. deliciosus* ve *M. excoriata*'da tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. On makromantar türünde belirlenen fenolik bileşik miktarları (mg.kg⁻¹)

Mantar Türleri	Proto kateşik asit	<i>p</i> -hidroksi benzoik asit	Vanillik asit	Kafeik asit	<i>p</i> -kumarik asit	Ferulik asit	Gallik asit	Kateşin	Şiringik asit	Sinamik asit
<i>C. rugosa</i>	0.49	2.44	-	-	0.76	-	1.15	-	-	-
<i>C. cylindracea</i>	3.88	31.46	-	2.47	4.69	-	5.14	10.77	2.36	14.25
<i>L. bicolor</i>	-	9.21	-	-	-	-	1.71	-	-	-
<i>L. deliciosus</i>	1.18	34.17	0.59	9.24	2.02	1.57	18.52	4.58	-	-
<i>L. salmonicolor</i>	0.44	1.36	-	3.51	-	-	0.96	2.39	-	1.50
<i>M. exoriata</i>	2.92	11.54	6.13	-	3.28	8.56	13.87	1.95	-	53.89
<i>M. epipterygia</i>	1.83	3.59	-	-	-	-	2.78	-	1.47	1.44
<i>M. galericulata</i>	-	1.27	-	2.09	-	-	-	-	2.43	1.98
<i>S. granulatus</i>	3.81	1.73	-	-	-	-	1.58	3.41	-	-
<i>S. grevillei</i>	2.66	17.01	-	-	-	-	3.56	5.47	0.78	2.58

4.3. Mantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivite Bulguları

Agar dilüsyon yöntemi bakteri ve mantarlara karşı *in vitro* antimikrobiyal aktiviteyi test etmek için kullanılır ve test edilen mikroorganizmanın görünür büyümesini engelleyen antimikrobiyal ajanın en düşük konsantrasyonu minimum inhibisyon (MİK) olarak belirtilir. Çalışmadaki mantar ekstraktlarının etanol özütlerinin test edilen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite bulguları çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mantar özütlerinin antimikrobiyal aktiviteleri

Test Edilen Mikroorganizmalar									
Birim = µg/mL	Gram pozitif			Gram negatif			Mantar		
Mantar türleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>C. rugosa</i>	200	200	200	400	400	400	400	200	200
<i>C. cylindracea</i>	800	400	400	800	400	400	800	800	800
<i>L. bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	800	800	800
<i>L. deliciosus</i>	100	200	200	100	100	200	200	100	100
<i>L. salmonicolor</i>	200	200	100	400	200	200	100	100	200
<i>M. excoriata</i>	400	400	200	800	800	-	800	800	400
<i>M. epipterygia</i>	-	-	-	-	800	-	-	-	-
<i>M. galericulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. granulatus</i>	200	200	100	200	200	100	100	100	100
<i>S. grevillei</i>	100	100	100	100	200	200	200	200	200
Ciprofloksasin	1.56	3.12	1.56	1.56	3.12	3.12	-	-	-
Amphotericin B	-	-	-	-	-	-	3.12	3.12	3.12

* **A:** *S. aureus*, **B:** *S. aureus* MRSA, **C:** *E. faecalis*, **D:** *E. coli*, **E:** *P. aeruginosa*, **F:** *A. baumannii*, **G:** *C. glabrata*, **H:** *C. albicans*, **I:** *C. krusei*

Yapılan testler sonucunda mantar EtOH ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri konsantrasyonlarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Mikroorganizmalara karşı *M. galericulata* mantarının aktivitesinin olmadığı *M. epipterygia*'nın aktivitesinin çok düşüğü olduğunu ve *L. bicolor* mantarının ise sadece mantar suşlarına karşı etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca diğer türlerin farklı suşlara karşı 800, 400, 200 ve 100 µg/mL derişimlerde aktiviteleri tespit edilmiştir.

4.4. Mantar Türlerinin Element İçerik Verileri

Mantarlar, doğal alanlarda toplanmış olsalar bile, yüksek konsantrasyonlarda biriken bir dizi temel ve tehlikeli mineral bileşikleri içerebilirler ve tüketilen mantarlarda bu bileşiklerin neden olabileceği sağlık sorunları ve insandaki biyoyararlanım hakkında bilgi sınırlıdır (Kalač 2010; Mleczek vd. 2015). Yapılan analizler sonucunda mantarların bünyelerinde biriktirdikleri Cr, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb ve Zn elementleri araştırılmıştır (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. On makromantar türünün belirlenen mineral madde içerikleri (mg.kg⁻¹)

Mantar türleri	<i>C. rugosa</i>	<i>C. cylindracea</i>	<i>L. bicolor</i>	<i>L. deliciosus</i>	<i>L. salmonicolor</i>	<i>M. excoariata</i>	<i>M. epipterygia</i>	<i>M. galericulata</i>	<i>S. granulatus</i>	<i>S. grevillei</i>
Cd	3.20±0.40	5.51±0.29	3.54±0.20	1.93±0.16	2.02±0.20	1.57±0.20	4.05±0.36	1.35±0.02	6.02±0.40	1.10±0.09
Cr	12.71±0.39	13.64±0.67	6.55±0.32	4.01±0.45	9.64±1.30	2.18±0.09	7.16±0.53	5.58±0.88	31.55±2.12	8.37±0.09
Cu	74.00±3.28	35.80±1.80	62.50±1.58	33.52±0.27	45.18±1.19	49.40±2.03	66.80±3.72	51.30±2.27	157.00±3.02	26.20±1.80
Fe	203.26±30.15	344.92±8.85	713.02±13.67	959.43±7.03	761.33±1.96	498.37±4.03	195.25±2.25	264.41±3.57	559.32±2.64	605.87±3.57
K	27100±133.94	29300±62.93	29000±94.68	22600±116.63	16000±60.62	22700±56.58	17500±61.78	26100±174.94	32000±64.09	28700±117.20
Mg	726.00±21.36	811.00±15.01	597.00±12.70	1109.60±15.96	458.00±4.69	610.00±3.03	597.40±3.01	704.25±10.77	632.19±16.19	864.00±5.20
Mn	35.00±2.44	23.00±1.26	60.70±0.75	15.41±1.23	31.93±0.76	57.40±3.06	71.10±3.90	19.20±1.63	111.90±4.85	53.88±0.83
Ni	2.16±0.10	1.64±0.17	1.15±0.10	0.93±0.26	1.09±0.16	2.51±0.07	0.79±0.37	1.03±0.08	2.23±0.02	0.62±0.19
Pb	3.01±0.28	17.42±1.36	5.75±0.21	0.74±0.24	3.77±0.16	4.39±0.65	24.40±2.01	4.17±0.36	8.63±0.16	0.53±0.12
Zn	69.00±1.25	77.00±4.79	92.90±1.36	117.80±12.61	136.20±5.24	69.13±1.82	58.60±2.41	44.20±1.65	40.14±4.55	69.90±2.51

C. rugosa, *C. cylindracea*, *L. bicolor*, *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *M. excoriata*, *M. epipterygia*, *M. galericulata*, *S. granulatus*, *S. grevillei* mantarlarının elde edilen element içerikleri sırasıyla;

Kadmiyum (**Cd**) içerikleri; 3.20 ± 0.40 , 5.51 ± 0.29 , 3.54 ± 0.20 , 1.93 ± 0.16 , 2.02 ± 0.20 , 1.57 ± 0.20 , 4.05 ± 0.36 , 1.35 ± 0.02 , 6.02 ± 0.40 ve 1.10 ± 0.09 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Krom (**Cr**) içerikleri; 12.71 ± 0.39 , 13.64 ± 0.67 , 6.55 ± 0.32 , 4.01 ± 0.45 , 9.64 ± 1.30 , 2.18 ± 0.09 , 7.16 ± 0.53 , 5.58 ± 0.88 , 31.55 ± 2.12 ve 8.37 ± 0.09 mg.kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Bakır (**Cu**) içerikleri; 74 ± 3.28 , 35.80 ± 1.80 , 62.5 ± 1.58 , 33.52 ± 0.27 , 45.18 ± 1.19 , 49.4 ± 2.03 , 66.8 ± 3.72 , 51.3 ± 2.27 , 157 ± 3.02 ve 26.2 ± 1.80 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Demir (**Fe**) içerikleri; 203.26 ± 30.15 , 344.92 ± 8.85 , 713.02 ± 13.67 , 959.43 ± 7.03 , 761.33 ± 1.96 , 498.37 ± 4.03 , 195.25 ± 2.25 , 264.41 ± 3.57 , 559.32 ± 2.64 ve 605.87 ± 3.57 mg.kg⁻¹ olarak analiz edilmiştir.

Potasyum (**K**) içerikleri; 27100 ± 133.94 , 29300 ± 62.93 , 29000 ± 94.68 , 22600 ± 116.63 , 16000 ± 60.62 , 22700 ± 56.58 , 17500 ± 61.78 , 26100 ± 174.94 , 32000 ± 64.09 ve 28700 ± 117.20 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Magnezyum (**Mg**) içerikleri; 726 ± 21.36 , 811 ± 15.01 , 597 ± 12.70 , 1109.6 ± 15.69 , 458 ± 4.69 , 610 ± 3.03 , 597.4 ± 3.01 , 704.25 ± 10.77 , 632.19 ± 16.19 ve 864 ± 5.20 mg.kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Manganez (**Mn**) içerikleri; 35 ± 2.44 , 23 ± 1.26 , 60.7 ± 0.75 , 15.41 ± 1.23 , 31.93 ± 0.76 , 57.4 ± 3.06 , 71.1 ± 3.90 , 19.2 ± 1.63 , 111.9 ± 4.85 ve 55.88 ± 0.83 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Nikel (**Ni**) içerikleri; 2.16 ± 0.10 , 1.64 ± 0.17 , 1.15 ± 0.10 , 0.93 ± 0.26 , 1.09 ± 0.16 , 2.51 ± 0.07 , 0.79 ± 0.37 , 1.03 ± 0.08 , 2.23 ± 0.02 ve 0.62 ± 0.19 mg.kg⁻¹ olarak analiz edilmiştir.

Kurşun (**Pb**) içerikleri; 3.01 ± 0.28 , 17.42 ± 1.36 , 5.75 ± 0.21 , 0.74 ± 0.24 , 3.77 ± 0.16 , 4.39 ± 0.65 , 24.4 ± 2.01 , 4.17 ± 0.36 , 8.63 ± 0.16 ve 0.53 ± 0.12 mg.kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Çinko (**Zn**) içerikleri; 69 ± 1.25 , 77 ± 4.79 , 92.9 ± 1.36 , 117.8 ± 12.6 , 136.2 ± 5.24 , 69.13 ± 1.82 , 58.6 ± 2.41 , 44.2 ± 1.65 , 40.14 ± 4.55 ve 96.9 ± 2.51 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Çalışma materyalini oluşturan ve Antalya ilinin farklı bölgelerinde elde edilen *C. rugosa*, *C. cylindracea*, *L. bicolor*, *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *M. excoriata*, *M. epipterygia*, *M. galericulata*, *S. granultaus* ve *S. grevillei* mantar türlerinin etanol ekstraktları kullanılarak antioksidan aktivite, antimikrobiyal aktivite, mineral madde içerikleri ve fenolik bileşiklerinin belirlenmesi dünya da ve ülkemizde yapılan ilgili çalışmalarla kıyaslanması hedeflenmiştir.

5.1. Mantar Türlerinin Antioksidan Aktiviteleri (TAS, TOS ve OSI Değerleri)

Serbest radikaller, diabetes mellitus, HIV enfeksiyonu, otoimmün, nörodejeneratif, koroner, malign, pulmoner, inflamatuvar ve diğer birçok hastalığa neden olabilmektedirler. Bu patolojik süreçlerde hücre hasarına neden oldukları için antioksidan savunma sistemleri hayati öneme sahiptir. Yenilebilir mantarlar, oksidatif stresi azaltmak için potansiyel doğal antioksidan kaynağı olabilecek aktiviteye sahiptir (Halliwell ve Gutteridge 1990; Papas 1999; Martins vd. 2016).

Antioksidan aktivite ve oksidatif stresi belirlemek için yaptığımız bu çalışmada en yüksek TAS değeri 8.145 mmol/L *C. rugosa*'da en düşük TAS değeri ise 2.166 mmol/L *M. galericulata*'da bulunmuştur. Aynı zamanda en yüksek TOS değeri yine 12.927 µmol/L *C. rugosa*'da en düşük TOS değeri ise 6.202 µmol/L *L. deliciosus*'da gözlemlenmiştir.

Serbest radikaller ile antioksidanlar arasındaki dengenin serbest radikaller tarafına kayması ile ortaya çıkan oksidatif stres değeri (OSI) en yüksek 0.585 *M. galericulata* mantarında en düşük ise 0.123 olarak *M. excoriata*'da belirlenmiştir.

Daha önce gerçekleştirilmiş farklı illerden toplanan mantar türlerinin TAS, TOS ve OSI çalışmaları; Gaziantep ilinden toplanan *Agaricus xanthodermus* mantarının TAS değeri 4.229±0.153 mmol/L, TOS değeri 29.065±0.286 µmol/L, OSI değeri 0.688±0.021 tespit edilmiştir (Özaltun ve Sevindik 2020). Bolu ilinden toplanan *Stereum ostrea* mantarının TAS değeri 4.464±0.054 mmol/L, TOS değeri 7.648±0.218 µmol/L, OSI değeri 0.171±0.003 olarak tespit edilmiştir (Akata 2020). Gaziantep ilinden toplanan *Tricholoma virgatum* mantarının TAS değeri 3.754±0.088 mmol/L, TOS değeri 8.362±0.0085 µmol/L, OSI değeri 0.223±0.007 olarak bildirilmiştir (Selamoğlu vd. 2020). Burdun ilinden elde edilen *Gyrodon lividus* mantarının TAS değeri 2.077±0.087 mmol/L, TOS değeri 13.465±0.213 µmol/L, OSI değeri 0.651±0.037 olarak belirlenmiştir (Bal 2018).

Antalya ilinden toplanan daha önceki çalışmalarda; *Hygrocybe conica* mantarının TAS değeri 3.143±0.146 mmol/L, TOS değeri 10.535±0.233 µmol/L, OSI değeri 0.331±0.021 olarak bildirilmiştir (Eraslan vd. 2022). *Cantharellus cibarius* mantarının TAS değeri 5.268±0.059 mmol/L, TOS değeri 6.380±0.256 µmol/L, OSI değeri 0.121±1.540 olarak tespit edilmiştir (Sevindik 2019). *Hymenochaete rubiginosa* mantarının TAS değeri 6.313±0.050 mmol/L, TOS değeri 14.358±0.202 µmol/L, OSI değeri 0.227±0.002 olarak belirlemişlerdir (İnci vd. 2022). *Trametes hirsuta* mantarının TAS değeri 3.466±0.148 mmol/L, TOS değeri 13.482±0.234 µmol/L, OSI değeri 0.390±0.018 olarak bildirilmiştir (Akgül vd. 2021). *Xylaria polymorpha* ve *Xylaria hypoxylon* mantarlarının sırasıyla TAS değeri 5.390±0.176 ve 3.794±0.188 mmol/L, TOS değeri 14.738±0.126 ve 8.609±0.171 µmol/L, OSI değeri 0.274±0.008 ve 0.228±0.015

olarak belirlemişlerdir (Sarıdoğan vd. 2021). *Lycoperdon molle* mantarının TAS değeri 1.855 ± 0.072 mmol/L, TOS değeri 2.201 ± 0.085 μ mol/L, OSI değeri 0.119 ± 0.008 olarak tespit etmişlerdir (Bal vd. 2019).

(Mushtaq vd. 2020) Hatay ilinden topladıkları *Suillus granulatus* mantarının TAS değerini 3.143 ± 0.068 mmol/L, TOS değerini 18.933 ± 0.195 μ mol/L, OSI değerini 0.603 ± 0.007 olarak belirlemişlerdir. (Sevindik vd. 2017) Gaziantep ilinden elde ettikleri *Cyclocybe cylindracea* mantarının TAS değerini 4.350 ± 0.133 mmol/L, TOS değerini 21.109 ± 0.1207 μ mol/L, OSI değerini 0.488 ± 0.013 olarak tespit etmişlerdir. Bu iki çalışma ve elde ettiğimiz sonuçlar kıyaslandığında *S. granulatus* ve *C. cylindracea* türlerinin bizim çalışmamızdaki TAS değerleri daha yüksek, TOS ve OSI değerlerinin ise daha düşük oldukları belirlenmiştir.

Yaptığımız bu çalışma sonuçlarını farklı illerden toplanan farklı mantar türlerinin TAS, TOS ve OSI değerleri ile kıyaslanırsa, en yüksek TAS değerine sahip *S. ostrea*'ya göre çalışmamızdaki 10 mantar türünün TAS değerlerinin hepsinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek TOS değerine sahip *A. xanthodermus*'a göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yine en yüksek OSI değerine sahip olan *A. xanthodermus*'a göre elde ettiğimiz OSI değerlerinin tüm türlerde daha düşük seviyede olduğu anlaşılmıştır. En düşük OSI değerine sahip *S. ostrea*'ya göre çalışmamızdaki *C. rugosa*, *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *M. excoriata* ve *S. grevillei* mantarlarının OSI değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızdaki mantar türlerinin Antalya ilinden toplanan farklı mantar türlerinin TAS, TOS ve OSI değerleriyle kıyaslanırsa, en yüksek TAS değeri belirlenen *H. rubiginosa*'ya göre sadece *C. rugosa*'nın daha yüksek olduğu diğer 9 türün daha düşük olduğu belirlenmiştir. En düşük TAS değerine sahip *L. molle*'ye göre tüm türlerin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. En yüksek TOS değerine sahip *X. polymorpha*'ya göre tüm türlerin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. En düşük TOS değerine sahip *L. molle*'ye göre tüm türlerin daha yüksek TOS değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Son olarak en yüksek OSI değerine sahip *T. versicolor*'a göre türler arasında sadece *M. galericulata* daha yüksek diğer 9 tür daha düşük OSI değerinin olduğu tespit edilmiştir. En düşük OSI değerine sahip *L. molle*'ye göre tüm türlerin daha yüksek OSI değerine sahip olduğu saptanmıştır.

Mantarların antioksidan özelliklerindeki tüm bu farklılıklar, onların yetiştiği habitata, maruz kaldıkları stres sürelerine, bazı çevresel etkenlere (pH, ısı, ışık, tuzluluk vd.) bulundukları ortamın kirlilik seviyesine göre değiştiği düşünülmektedir.

5.2. Mantar Türlerinin Fenolik İçerikleri

Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubu ile bir veya daha fazla aromatik halkaya sahip olan, insanların diyetini oluşturan önemli birçok gıdanın içerisinde bulunan aromatik hidroksillenmiş güçlü ve terapötik olarak yararlı biyoaktif maddelerdir ve mantarlarda bulunan ana fenolik bileşikler fenolik asitlerdir. Diğer fenolik bileşikler gibi, fenolik asitlerin antioksidan aktivitesi fenolik hidrojenlerden kaynaklanmaktadır (Ferreira vd. 2009). Mantar türlerinde bulunan bazı fenolik asitler klorojenik, gallik, kafeik, protokateşik, siringik asittir ve mantarlarda meydana gelen biyoaktif bileşenler arasında, fenolik bileşikler, antioksidan aktivitelerinden dolayı büyük ilgi görmektedir (Nowacka vd. 2014; Podkowa vd. 2021).

Mantarların fenolik içeriklerini belirlemek için yaptığımız çalışma da on mantar türünde protokateşik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, gallik asit, kateşin, şiringik asit ve sinnamik asit olarak 10 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir.

Protokateşik asit (PCA) antioksidan, antiviral, antibakteriyel, nörolojik ve nefro koruyucu vb. aktiviteler gibi potansiyel etkileri bildirilmiştir ve çoklu vücut sistemlerinde oksidatif stresin yol açtığı veya bağlantılı olduğu çok sayıda rahatsızlığın tedavisinde ya da önlenmesi için faydalı bulunmuştur (Kakkar ve Bais 2014). Vaz vd. (2011) on yedi mantar türünün fenolik içeriklerini belirledikleri çalışmada en yüksek PCA miktarını *Fistulina hepatica* 'da 67.62 mg.kg⁻¹, en düşük miktarı ise *Mycena haematopus* mantarında 1.02 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Barros vd. (2009) on altı farklı mantar türünün fenolik içeriklerinin belirlemek için yaptıkları araştırma da en yüksek PCA miktarını *Ramaria botrytis* türünde 342.7 mg.kg⁻¹ olarak en düşük PCA miktarını ise *Lepista nuda* türünde 33.47 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada on makromantar türü arasında belirlenen PCA miktarı en yüksek *C. cylindracea* mantarında 3.88 mg.kg⁻¹, en düşük miktar ise *L. salmonicolor* mantarında 0.44 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca *L. bicolor* ile *M. galericulata* türlerinde PCA tespit edilememiştir.

p-hidroksibenzoik asidin antibakteriyel (Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı), antifungal, antialgal, antimutajenik, antisickling ve östrojenik aktiviteleri bildirilmiş olup ilaçlarda, kozmetiklerde, farmasötiklerde, yiyecek ve içeceklerde koruyucu olarak yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Manuja vd. 2013). Kim vd. (2008) on mantar türünün fenolik içeriklerinde belirledikleri *p*-hidroksibenzoik asit miktarı en yüksek *Inonotus obliquus*'ta 263 mg.kg⁻¹ olarak en düşük ise *Phellinus linteus* mantarında 6 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Palacios vd. (2011) sekiz mantar türünün fenolik içeriklerinin analizinde en yüksek *p*-hidroksibenzoik asit miktarını *Boletus edulis*'te 24.07 olarak en düşük miktarı ise *Pleurotus ostreatus* mantarında 4.69 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada en yüksek *p*-hidroksibenzoik asit miktarını *L. deliciosus* türünde 34.17 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *M. galericulata* türünde 1.27 mg.kg⁻¹ olarak tespit edildi. Aynı zaman da çalışmadaki on türde de *p*-hidroksibenzoik asit tespit edilmiştir.

Vanilik asitin (VA) sedatif aktivite, antidepresan etki, hipertansiyon, antikanser etki, antifungal aktivite, hepatoprotektif aktivite, antioksidan aktivitesinin olduğu kozmetik, meyve, tatlandırıcılar, sigara, ilaç, alkoller, içecekler ve polimer sektörlerinde birçok kullanımı mevcuttur (Ingole vd. 2021). Nowacka vd. (2015) otuz bir mantar türünün fenolik bileşiklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada mantar türlerinde en yüksek vanilik asit miktarını *Hyphodontia paradoxa*'da 6.1 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Trichaptum fuscoviolaceum* mantarında 0.75 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Raseta vd. (2020) iki mantar türünün fenolik bileşiklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada *Trametes versicolor*'da VA miktarını 71.30 mg.kg⁻¹ olarak, *Stereum subtomentosum* mantarında ise 4.00 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda *M. excoriata* mantarında 6.13 mg.kg⁻¹ olarak ve *L. deliciosus*'ta ise 0.59 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Diğer türlerde VA tespit edilememiştir.

Kafeik asit birçok biyolojik aktivite açısından benzersiz bir yapıdadır. Radikal temizleme özelliği sayesinde ilaç ya da gıda takviyesi olarak kullanıma olan ilgiyi arttırmıştır. Ayrıca antikanser, antiinflamatuvar ve anti-HIV aktivitelerinin olduğu

belirtmiştir (Touaibia vd. 2011). Kafeik asidin *in vitro* antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ve ateroskleroz, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabileceği bilinmektedir (Magnani vd. 2014). Woldegiorgis vd. (2014) yaptıkları çalışmada en yüksek kafeik asit miktarını *Pleurotus ostreatus* mantarında 7.80 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Termitomyces letestui* mantarında 0.73 mg.kg⁻¹ olarak bulmuşlardır. Çayan vd. (2018) altı mantar türünün fenolik içeriklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada sadece *Agrocybe cylindracea* mantarında kafeik asit miktarını 1.20 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda en yüksek kafeik asit miktarını *L. deliciosus*'ta 9.64 mg.kg⁻¹ olarak en düşük ise *M. galericulata* mantarında 2.09 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

p-kumarik asit (*p*-CA), mantarlarda, tahıllarda meyvelerde ve sebzelerde bulunan bir fenolik bileşiktir. Antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuvar ve antikanser aktivite gibi birçok faydalı farmakolojik etkilere sahiptir. Ayrıca son çalışmalar sıçanlarda kadmiyum kaynaklı böbrek toksisitesine karşı koruyucu etkilerini bildirmiştir (Shen vd. 2019). Fogarasi vd. (2018) yaptıkları çalışmada en yüksek *p*-CA miktarını 231.1 mg.kg⁻¹ olarak *Boletus edulis*'te en düşük miktarı ise *Cantharellus cibarius* mantarında 14.7 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada Barros vd. (2009) yaptıkları çalışmada en yüksek *p*-CA miktarını *Agaricus arvensis* mantarında 48.67 mg.kg⁻¹ olarak en düşük ise *Lepista nuda*'da 3.75 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. On mantar türü için yaptığımız çalışmada en yüksek *p*-CA değeri 4.69 mg.kg⁻¹ olarak *C. cylindracea* mantarında en düşük miktar ise *C. rugosa* mantarında 0.76 mg.kg⁻¹ olarak saptanmıştır.

Ferulik asit antioksidanlar, antienflamatuar, antimikrobiyal, antialerjik, antikanserojenik, antiviral, serum canlılığını artırma, vazodilatör etkiler, metal şelasyon, enzim aktivitelerinin modülasyonu, transkripsiyonel faktörlerin aktivasyonu, gen ekspresyonu ve biyolojik olarak sinyal iletimi gibi çok çeşitli işlevlerinin olduğu bilinmektedir (Chaudhary vd. 2019). Palacios vd. (2011) bazı mantarların fenolik içeriklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada ferulik asit miktarının en yüksek miktarı *Pleurotus ostreatus* mantarında 20.16 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Cantharellus cibarius*'da 10.38 mg.kg⁻¹ tespit etmişlerdir. Daha önce yapılan bir başka çalışmada Kim vd. (2008) en yüksek ferulik asit miktarını *Inonotus obliquus*'da 22 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Flammulina velutipes* mantarında 9.00 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise en yüksek ferulik asit miktarı *M. excoriata*'da 8.56 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktar ise *L. deliciosus* mantarında 1.57 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca diğer 8 mantar türünde ferulik asit tespit edilememiştir.

Gallik asit (GA) anti-inflamatuar, antialerjik, antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antikanserojenik ve yaşlanma dahil sayısız biyolojik aktiviteye sahiptirler. Ayrıca gallik asit yeni ilaç geliştirme arayışlarında umut verici potansiyeli olan öncü bir bileşiktir (Zahrani vd. 2020). Çayan vd. (2020) yirmi altı mantar türünün fenolik içeriklerinin belirlemek için yaptıkları çalışmada en yüksek GA miktarını *Russula aurora* mantarında 2.96 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Russula delica* mantarında 0.07 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Fogarasi vd. (2021) yaptıkları başka bir çalışmada en yüksek GA miktarını *Boletus edulis* mantarında 235.06 mg.kg⁻¹ olarak en düşük GA miktarını ise *Cantharellus cibarius*'ta 63.37 mg.kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada en yüksek GA miktarı *L. deliciosus*'ta 18.52 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı

ise *L. salmonicolor*'da 0.96 mg.kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Aynı zaman da *M. galericulata*'da GA tespit edilememiştir.

Kateşin fenoliğinin antikanser, anti-obezite, antidiyabetik, antikardiyovasküler, anti-enfeksiyöz, hepatoprotektif ve nöroprotektif etkiler gibi insan sağlığı için faydalı özellikler bulunmaktadır (Isemura 2019). Başka bir çalışmada Kim vd. (2008) elde ettikleri analiz sonuçlarına göre en yüksek kateşin miktarını *Agaricus blazei*'de 22.00 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktar ise *Lentinus edodes* mantarında 3 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Çayan vd. (2018) yaptıkları çalışmada en yüksek kateşin miktarını *Coprinus comatus*'da 21.69 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Hypholoma fasciculare* mantarında 1.19 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada en yüksek kateşin miktarını *C. cylindracea*'de 10.77 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *M. exoriata* mantarında 1.95 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Şiringik asit (SA), anti-oksidan, anti-mikrobiyal, anti-inflamasyon, anti-kanser, anti-diyabetik ve kalp, karaciğer ve beyin/CNS koruması gibi tıbbi özelliklerinden dolayı yüksek öneme sahiptir. Ayrıca SA, klinik kullanımla birlikte endüstriyel sektörde değerli bir bileşiktir (Srinivasulu vd. 2018). Bera vd. (2021) yedi mantar türünün fenolik içeriğini belirlemek için yaptıkları çalışmada en yüksek şiringik asit miktarını *Lactarius viridinigrellus*'ta 650.1 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktrarı ise 10.5 mg.kg⁻¹ olarak *Lactifluus piperatus* mantarında bulmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada Kim vd. (2008) yaptıkları çalışmada en yüksek şiringik asit miktarını *Agaricus blazei*'de en düşük miktarı ise *Sparassis crispa* mantarında 5.0 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda en yüksek miktar *M. galericulata* 'da 2.43 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktar ise *S. grevillei* 'de 0.78 mg.kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Sinamik asidin (CA) antikanser, antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik, antienflamatuar ve antidiyabetik etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Ruwizhi ve Aderibigbe 2020). Barros vd. (2009) yaptıkları çalışmada en yüksek CA miktarını *Agaricus silvicola*'da 68.37 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Agaricus bisporus* mantarında 8.72 mg.kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Vaz vd. (2011) yaptıkları çalışmada en yüksek sinamik asit miktarını *Hygrophorus agathosmus*'ta 46.04 mg.kg⁻¹ olarak en düşük miktarı ise *Russula sardonia* mantarında 0.43 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada en yüksek *M. exoriata*'da 53.89 mg.kg⁻¹ olarak en düşük sinamik asit miktarı ise *M. epipterygia* mantarında 1.44 mg.kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

C. rugosa, *C. cylindracea*, *L. bicolor*, *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *M. exoriata*, *M. epipterygia*, *M. galericulata*, *S. granultaus* ve *S. grevillei* mantar türlerinin etanol ekstraktları kullanılarak fenolik bileşikleri belirlemek için yaptığımız bu çalışmada p-hidroksibenzoik asitin tüm mantar türlerinde varlığı belirlenmiştir. Vanilik ve ferulik asit sadece *L. deliciosus* ve *M. exoriata*'da tespit edilmiştir. *C. cylindracea* mantarı diğer 9 mantar türüne göre en yüksek protokateşik asit, p-hidroksibenzoik asit, p-kumarik asit ve kateşin içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. *M. exoriata* ise en yüksek fenoliklerden vanilik asit, ferulik asit ve sinamik asit içeriğinin olduğu tespit edilmiştir. *L. deliciosus* mantarında en yüksek kafeik asit ve gallik asit içeriğinin varlığı tespit edilmiştir. Şiringik asit miktarının en yüksek *M. galericulata*'da olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda yapmış olduğumuz antioksidan aktivite testlerinde mantarların hepsinin yüksek antioksidan aktivite göstermesine rağmen bazı fenolik bileşiklerin olmadığı veya düşük seviyede çıktığı görülmüştür.

C. rugosa, *C. cylindracea*, *L. bicolor*, *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *M. excoariata*, *M. epipterygia*, *M. galericulata*, *S. granulatus* ve *S. grevillei* mantar türlerinin etanol ekstraktları kullanılarak fenolik bileşikler belirlemek için yaptığımız bu çalışmada *p*-hidroksibenzoik asitin tüm mantar türlerinde varlığı belirlenmiştir. Vanilik asit sadece *M. excoariata*'da tespit edilmiştir. *C. cylindracea* mantarı diğer 9 mantar türüne göre en yüksek protokateşik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, *p*-kumarik asit ve kateşin içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. *M. excoariata* ise en yüksek fenoliklerden vanilik asit, ferulik asit ve sinnamik asit içeriğinin olduğu tespit edilmiştir. *L. deliciosus* mantarında en yüksek kafeik asit ve gallik asit içeriğinin varlığı tespit edilmiştir. Şiringik asit miktarının en yüksek *M. galericulata*'da olduğu saptanmıştır. Fenolik bileşikler antioksidan aktiviteden sorumlu olmakla birlikte bileşiklerin inhibisyon derecesi, toplam fenolik miktar ile korelasyon davranışı göstermezler. Bu nedenle her bir fenolik bileşiğin farklı antioksidan aktiviteye sahip olması gerektiğini düşündürebilir. Mantarlardaki fenolik içerik farklılıkları bunların habitatları, büyüme ve gelişme şartları, olgunlaşmaları arasındaki genetik farklılıklar veya saklama koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olabilir (Naczek ve Shahidi 2006; Palacios vd. 2011; Çayan vd. 2020). Mantarlardaki bu bileşiklerin ve çeşitli ilişkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi adına ileride yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

5.3. Mantarların Antimikrobiyal Aktiviteleri

Bulaşıcı hastalıkların tedavi edilmesinde hemen hemen birbirine benzer ticari antimikrobiyal ilaçlar ve çeşitli droglar kullanılmakla birlikte bunlara dirençli mikroorganizmalar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenlerle bilim insanları daha önce keşfedilmemiş veya özelliği bilinen fakat altyapısı aydınlatılmamış çeşitli kemoterapik ajanların havuzundan yeni antimikrobiyal özellikli maddeler bulmak için çalışmaktadırlar (Karaman vd. 2003). Bu yüzden mantar türleri bakteri ve virüslerle başa çıkma yeteneklerinden dolayı birçok antibiyotik izole edilerek hayatımızda önemli bir rol almaktadır (Lindequist vd. 2005).

Yapılan bir çalışmada Dülger vd. (2002) *Lactarius salmonicolor* ve *Lactarius deliciosus* mantarının hem *Escherichia coli* hemde *Staphylococcus aureus* mikroorganizmalarına karşı aktivitelerini belirlemişlerdir. Ayrıca *L. deliciosus* mantarı *Pseudomonas aeruginosa* 'ya karşı düşük bir etki gösterdiğini raporlamışlardır. Alves vd. (2012) *Mycena rosea* ve *Lactarius salmonicolor* türlerinin *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* MRSA, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Acinetobacter baumannii* mikroorganizmalarına karşı aktivite sergilediklerini belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada Özen vd. (2011) *Macrolepiota procera* ve *Lactarius deliciosus* mantarlarının *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* suşlarına karşı antimikrobiyal aktivite sergilediklerini bildirmişlerdir. Nowacka vd. (2014) yaptıkları çalışmada *Clavulina cinerea*, *Laccaria laccata*, *Laccaria amethystea*, *Lactarius rufus* ve *Macrolepiota procera* mantarlarının *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktivite gözlemlemişlerdir. Kosanic vd. (2016) antimikrobiyal test için yaptıkları çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans*'a karşı aktivitesinin olduğu ve *Macrolepiota procera* mantarlarında *Candida albicans* mantar suşunda etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yapılmış başka bir çalışmada Aytar vd. (2020a) *Suillus luteus* mantarının *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas*

aeruginosa mikroorganizmaları üzerinde antimikrobiyal etki belirlemişlerdir. Alkın vd. (2021) yaptıkları çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının *Escherichia coli* bakteri suşunda etkili olduğunu bildirmişlerdir. Volcao vd. (2021) yaptıkları çalışmada *Suillus granulatus* mantarının *Pseudomonas aeruginosa* mikroorganizmasına karşı antimikrobiyal aktivite sergilediği tespit etmişlerdir. Soliman ve El-sayed (2022) *Cylocybe cylindracea* mantarının *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine ve *Candida albicans* mantar suşlarına karşı yüksek antimikrobiyal aktivesi olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada Martínez-Escobedo vd. (2021) *Laccaria laccata* mantarının *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Mantar türlerinin etanol özütlerinin bakteri ve mantar suşlarına karşı aktivitelerini test etmek için yaptığımız bu çalışmada *S. aureus*, *S. aureus* MRSA, *E. faecalis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *C. glabrata*, *C. albicans* ve *C. Krusei* mikroorganizmaları üzerine 800, 400, 200 ve 100 µg/mL konsantrasyonlarda farklı düzeylerde etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *S. granulatus* ve *S. grevillei* mantarlarının diğer aktivite gösteren türlere göre düşük konsantrasyonlarda yüksek aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. *M. galericulata*'nın Gram (-), Gram (+) bakteriler ve mantar suşlarında aktivite göstermediği tespit edilmiş aynı genustan olan *M. epipterygia* mantarı ise çok düşük aktivite ve sadece gram negatif olan *P. aeruginosa*'ya karşı yüksek konsantrasyonda aktivite sergilemiştir. Ayrıca *M. epipterygia* ve *M. galericulata* türleri hiçbir mantar suşunda aktivite göstermemişlerdir. Elde edilen bu verilere göre *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *S. granulatus* ve *S. grevillei* mantarlarının yüksek etkilerinden dolayı doğal antimikrobiyal ajan olarak ilaç endüstrisinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

5.4. Mantar Türlerinin Mineral Madde Birikimleri

Temel mineraller için iyi bir kaynak olan mantarlar genel olarak ekosistemdeki organik atıkları mineralize ederek geri dönüşüm yapan organizmalardır. Bu nedenle mantarlar, insan vücudunda çeşitli biyolojik işlevleri yerine getirmek için vücut tarafından kullanılabilecek çeşitli mineraller içerirler (Zeng vd. 2012). Mantar türlerinin bünyelerinde biriktirdikleri Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Pb, Mg, Mn ve K elementlerinin tayinini yaş yakma metodu ile analiz edildi.

Yapılan çalışma neticesinde mantarların içerdikleri element seviyeleri en düşük ve en yüksek sırasıyla Cd 1.10-6.02 mg.kg⁻¹ arasında, Cr 2.18-31.55 mg.kg⁻¹ arasında, Cu 26.2-157 mg.kg⁻¹ arasında, Fe 195.25-959.43 mg.kg⁻¹ arasında, K 16000-32000 mg.kg⁻¹ arasında, Mg 458-1109,6 mg.kg⁻¹ arasında, Mn 15.41-111.9 mg.kg⁻¹ arasında, Ni 0.62-2.51 mg.kg⁻¹ arasında, Pb 0.53-24.4 mg.kg⁻¹ arasında, Zn 40.14-117.8 mg.kg⁻¹ arasında analiz edilmiştir. Bütün elementlerin farklı seviyelerde de olsa çalışmamızdaki on mantar türünde biriktikleri belirlenmiştir.

Mantarlar üzerine yapılan element içeriklerinin analizi çalışmalarında daha önce belirlenmiş literatür verilerine göre Zn için 29.8-158, Fe için 14.6-835, K için 18000-59000, Mn için 18.1-103, Mg için 600-2500, Cu için, 71-95, Pb için 2.86-6.88, Cr için 10.7-42.7, Ni için 1.18-5.14 ve Cd için 0.01-8.27 mg.kg⁻¹ aralıkları gösterilmiştir (Svoboda ve Chrastny 2008; Zhu vd. 2011; Mallikarjuna vd. 2013).

Daha önce aynı tür veya genustan yapılmış olan çalışmalarda; Demirbaş (2001) *Laccaria laccata* mantarının Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Mg, Mn, K, Pb element içeriklerini sırasıyla 1.55, 2.14, 92.5, 127, 596, 70, 910, 56.2, 39000 ve 1.95 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmiştir. Erdoğan vd. (2006) tarafından yapılan bu çalışmada *Lactarius salmonicolor* mantarının Cu, Ni, Fe, Zn, Mn içeriklerini sırasıyla 5.35, 6.99, 189, 61.25, 4.55 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada Arce vd. (2008) *Suillus granulatus* mantarının Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Mg, Mn ve K element konsantrasyonlarını sırasıyla 0.90, 0.26, 23.02, 1.17, 570, 22.30, 300, 28.75 ve 10840 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Gençcelep vd. (2009) *Macrolepiota procera* mantarının Cu, Fe, Zn, Mn, K element içeriklerini sırasıyla 57.8, 548, 78.2, 42.5, 16100 mg.kg⁻¹ olarak raporlamışlardır. Ayaz vd. (2011a) yaptıkları çalışmada *Clavulina rugosa* mantarının Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Mg, Mn ve K elementleri belirleyerek sırasıyla 1.50, 0.42, 321, 5.09, 829, 77.50, 812, 76.5 ve 28900 mg.kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Ayrıca bu türde Pb elementini tespit edememişlerdir. Farklı bir çalışmada Arvay vd. (2014) *Suillus grevillei* mantarının Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn, Pb element içeriklerini sırasıyla 2.5, 1.5, 104, 2.3, 434, 107, 82, 2.2 mg.kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Sevindik vd. (2018) yaptıkları çalışmada *Cyclocybe cylindracea* mantarının Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn ve Pb element içeriğini sırasıyla 9.63, 4.67, 60.33, 0.67, 509.18, 33.93, 47.82 ve 16.54 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Xu vd. (2019) *Lactarius deliciosus* mantarının Cd, Cu, Fe, Zn, Mg, Mn içeriklerini sırasıyla 1.91, 1.28, 197.01, 52.34, 1244.29, 23.12 mg.kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Sarıkürkçü vd. (2020) gerçekleştirdikleri çalışmada *Cyclocybe cylindracea* mantarının Cd, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn, Pb elementlerini araştırmış ve sonuçları sırasıyla 1.55, 28.0, 5.23, 191, 96, 12, 0.42 mg.kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada ise Atasoy ve Yıldız (2022) *Mycena epipterygia* mantarının Cr, Fe, Zn ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarını sırasıyla 10.8, 250.1, 81.1 ve 17.3 mg.kg⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

Mantarların literatürde bulunan mineral madde aralıkları ile çalışmamız kıyaslandığında, en yüksek Cd içerik *S. granulatus*'da en düşük *S. grevillei*'de tespit edilmiştir. Literatür aralığına bakıldığında *C. cylindracea* normal aralıktadır ve diğer 9 türünde normal seviyede olduğu belirlenmiştir.

Cr içeriği en yüksek *S. granulatus* mantarındayken en düşük seviye *M. excoriata* mantarında gözlemlenmiştir. Krom elementinin literatür aralığına göre *S. granulatus*, *C. rugosa* ve *C. cylindracea* normal aralıklarda olduğu geri kalan 7 türün daha düşük olduğu tespit edilmiştir. *M. excoriata* mantarının literatür aralığının çok altında olduğu belirlenmiştir.

Bakır elementinin en yüksek seviyesini içeren mantar *S. granulatus*'da olduğu en düşük seviye ise *S. grevillei* mantarındadır. Cu literatür aralıklarına göre 8 mantar türü de düşük seviyededir. Ayrıca *S. granulatus* türü literatür aralığına göre çok yüksek olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek Fe içerik seviyesi *L. deliciosus* mantarında, en düşük seviye ise *M. epipterygia* mantarında analiz edilmiştir. Demir elementinin literatür aralığına bakıldığında *L. deliciosus*'un literatür aralığından daha yüksek seviyede olduğu diğer 9 türün ise normal seviyede olduğu anlaşılmıştır.

Potasyum element içeriği en yüksek *S. granulatus*'da en düşük seviyenin ise *L. salmonicolor* mantarında olduğu belirlenmiştir. K elementinin literatür aralıkları

incelendiğinde 8 türün normal aralıkta olduğu fakat *M. epipterygia* ve *L. salmonicolor*'ın düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Mg element içeriği en yüksek *L. deliciosus*'da en düşük ise *L. salmonicolor*'da olduğu gözlemlenmiştir. Magnezyum elementinin literatür aralığına göre *L. salmonicolor* ve *M. epipterygia* mantarları literatüre göre düşük seviye de diğer 8 mantar türü normal seviyededir.

Mangan içeriği en yüksek *S. granulatus* mantarında en düşük ise *L. deliciosus* türünde bulunmuştur. *L. deliciosus* mantarı literatür aralığının altında olduğu *S. granulatus* mantarının literatür aralığının üzerinde olduğu belirlenmiştir. Diğer 8 tür normal aralıktadır.

En yüksek Nikel element içeriği *M. excoriata*'da en düşük seviye *S. grevillei* mantarları olduğu belirlenmiştir. Ni elementinin literatür aralıklarına bakıldığında *C. rugosa*, *C. cylindracea* ve *S. granulatus* normal seviyede diğer 7 türün düşük seviyede olduğu anlaşılmıştır.

Kurşun elementinin en yüksek seviyesi *C. cylindracea* mantarında en düşük seviyesi se *S. grevillei* mantarında olduğu belirlenmiştir. Pb'nın literatür aralığı incelendiğinde *L. deliciosus* ve *S. grevillei* düşük olduğu *M. epipterygia* ve *C. cylindracea* türlerinin yüksek olduğu diğer 6 tür ise normal aralıklarda bulunmuştur.

Zn element içeriği en yüksek mantar *L. salmonicolor* iken en düşük mantar *S. grevillei*'de analiz edilmiştir. Çinko element seviyesi literatüre göre tüm mantarlarda normal seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Mantarların aynı veya farklı türleri arasındaki mineral madde birikim skalası mantarların bulundukları ekolojik koşullara, maruz kaldıkları kirlilik süresine ve seviyesine, mikorizal ilişki içerisinde oldukları bitkilerin element birikimlerine, toprakta zirai ilaç kalıntılarına ve antropolojik etkilere, toplandıkları bölgede endüstriyel kuruluşların olmasına, yetiştikleri yerde maden yataklarının olmasına göre bünyelerine aldıkları miktarlarda farklılıklar olduğu bilinmektedir. Bu yüzden yenilebilir mantarların insan sağlığı açısından daha temiz bölgelerden toplanması önem arz etmektedir.

6. SONUÇLAR

Antalya ilinden toplanan on makromantar türünün etanol özütlerinin fenolik içeriklerinin ve biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada;

C. rugosa, *C. cylindracea*, *L. bicolor*, *L. deliciosus*, *L. salmonicolor*, *M. excoriata*, *S. granulatus* ve *S. grevillei* makromantar türlerinin yüksek antioksidan potansiyelleri olduğu *M. epipterygia* ve *M. galericulata* makromantar türlerinin ise normal seviyede antioksidan özellik gösterdiği belirlenmiştir.

L. deliciosus, *L. salmonicolor*, *S. granulatus* ve *S. grevillei* türlerinin yüksek antimikrobiyal aktivite göstermeleri ve *L. bicolor*'ın önemli antifungal aktivite sergilemesi nedeniyle sentetik ilaç bileşikleri yerine doğal teröpatik ilaç veya etken bileşik eldesinde kullanılabilirler.

Antioksidan ve antimikrobiyal aktivite sergileyen makromantarların bu etkilerini oluşturan yapıların (molekül veya bileşikler) fenolik maddeler olduğu düşünülmektedir. Bu fenolik maddelerin hangisi veya hangilerinin bu aktivitelere neden olduğunun aydınlatılabilmesi adına pürifikasyon ve moleküler çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yine on makromantar türünün element içeriklerinin daha önceki çalışmalar ve literatür verileri ile kıyaslandığında diyet yönünden başta insanlar ve diğer canlılar için yüksek besin değerleri bulunmasından ötürü gıda endüstrisinde kullanılabilecekleri ön görülmektedir.

Sonuç olarak, on makromantar türü üzerine yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen tüm verilerin ışığında, bu türlerin doğal olmayan antioksidanlar ve koruyucu ajanlar yerine doğal bir antioksidan kaynağı olarak aynı zamanda daha sağlıklı ve sürdürülebilir olan gıdaya olan ilginin artmasından ötürü yeni ve doğal bir gıda takviyesi olarak gıda endüstrisinde ve ilaç endüstrisi için yeni ve doğal farmakolojik ajan geliştirilmesinde önemli rol oynayabilirler. Ayrıca bu çalışmanın ileride yeni kaynaklara yönelim aşamalarında da önemli bir veri kaynağı olacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Aaron, H.A., Markson, A.A., Bassey, G.A., Agba, M.O. and Akpan, J.B. 2017. Trace Element Bioaccumulation Potentials of *Pleurotus ostreatus*: its Implication in Nutrition-Based Therapy. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 11(4), 55-60.
- Ache, N.T., Manju, E.B., Lawrence, M.N. and Tonjock, R.K. 2021. Nutrient and Mineral Components of Wild Edible Mushrooms from the Kilum-Ijim Forest, Cameroon. *African Journal of Food Science*, 15(4), 152-161.
- Adanacıoğlu, N., Yıldız, Ü., Oğur, E., Aykas, L., Tan, A. ve Taylan, T. 2016. Türkiye Makromantar Genetik Kaynakları I. Ege Bölgesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 46-61.
- Akata, I. 2020. Phenolic Content, Antioxidant Activity and Element Contents of *Stereum ostrea*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(9), 7760-7764.
- Akdeniz, V., Kımık, Ö., Yerlikaya, O. ve Akan, E. 2016. İnsan Sağlığı ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Çinkonun Önemi. *Akademik Gıda*, 14(3), 307-314.
- Akgül, H., Aslan, A., Akata, I., Günal, S., Bal, C. and Baba, H. 2021. Phenolic Content and Biological Activities of *Trametes hirsuta*. *Fresenius Environmental Bulletin*. 30, 4130-4135.
- Akkuş, İ. 1995. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri. *Mimoza Yayınları*, Konya, 1, 57-63.
- Akpi, U.K., Odoh, C.K., Ideh, E.E. and Adobu, U.S. 2017. Antimicrobial Activity of *Lycoperdon perlatum* Whole Fruit Body on Common Pathogenic Bacteria and Fungi. *African Journal of Clinical and Experimental Microbiology*, 18(2), 79-85.
- Albayrak, M. 2015. Çocuklarda Demir ve Vitamin B12 Eksikliği. *Türk Pediatrik Hematoloji Derneği Dergisi*, 5-13.
- Ali, S.S., Kasaju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A. and Bora, U. 2008. Indian Medicinal Herbs as Sources of Antioxidants. *Food Research International*, 41(1), 1-15.
- Alispahić, A., Šapčanin, A., Salihović, M., Ramić, E., Dedić, A. and Pazalja, M. 2015. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Mushroom Extracts from Bosnian market. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 44(2), 5-8.
- Alkın, M., Söğüt, E. and Seydim, A.C. 2021. Determination of Bioactive Properties of Different Edible Mushrooms from Turkey. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(4), 3608-3617.
- Allı H., Işıloğlu, M. ve Solak, M.H. 2006. Aydın Yöresinin Yenilen Mantarları. *Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 28, 83-92.
- Alonso, J., García, M.A., Pérez-López, M. and Melgar, M.J. 2003. The Concentrations and Bioconcentration Factors of Copper and Zinc in Edible Mushrooms. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 44(2), 0180-0188.

- Aloupi, M., Koutrotsios, G., Koulousaris, M. and Kalogeropoulos, N. 2012. Trace Metal Contents in Wild Edible Mushrooms Growing on Serpentine and Volcanic Soils on the Island of Lesbos, Greece. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 78, 184-194.
- Alves, M.J., Ferreira, I.C., Martins, A. and Pintado, M. 2012. Antimicrobial Activity of Wild Mushroom Extracts Against Clinical Isolates Resistant to Different Antibiotics. *Journal of Applied Microbiology*, 113(2), 466-475.
- Amarowicz, R., Pegg, R.B., Rahimi-Moghaddam, P., Barl, B. and Weil, J.A. 2004. Free-Radical Scavenging Capacity and Antioxidant Activity of Selected Plant Species from The Canadian Prairies. *Food Chemistry*, 84(4), 551-562.
- Aqueveque, P., Anke, T., Saéz, K., Silva, M., & Becerra, J. 2010. Antimicrobial Activity of Submerged Cultures of Chilean Basidiomycetes. *Planta Medica*, 76(15), 1787-1791.
- Arce, S., Cerutti, S., Olsina, R., Gomez, M.R. and Martnez, L.D. 2008. Trace Element Profile of A Wild Edible Mushroom (*Suillus granulatus*). *Journal of AOAC International*, 91(4), 853-857.
- Arvay, J., Tomáš, J., Hauptvogel, M., Kopernická, M., Kováčik, A., Bajčan, D. and Massányi, P. 2014. Contamination of Wild-Grown Edible Mushrooms by Heavy Metals in A Former Mercury-Mining Area. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 49(11), 815-827.
- Asmat, U., Abad, K. and Ismail, K. 2016. *Diabetes mellitus* and Oxidative Stress—A Concise Review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(5), 547-553.
- Atasoy, M. and Yıldız, D. 2022. Evaluation of Trace Metal Contents in Mushroom Samples from Azdavay District, Kastamonu, Turkey. *Mugla Journal of Science And Technology*, 8(1), 76-80.
- Athanasakis, G., Aligiannis, N., Gonou-Zagou, Z., Skaltsounis, A.L. and Fokialakis, N. 2013. Antioxidant Properties of the Wild Edible Mushroom *Lactarius salmonicolor*. *Journal of Medicinal Food*, 16(8), 760-764.
- Avcı, E. and Avcı, G.A. 2019. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Medicinally Important *Lactarius deliciosus*. *International Journal of Medical Science and Dental Research*, 2(6), 49-55.
- Awasthi, Y.C., Beutler, E., and Srivastava, S.K. 1975 Purification and Properties of Human Erythrocyte Glutathione Peroxidase. *Journal of Biological Chemistry*, 250(13), 5144-5149.
- Ayaz, F.A., Torun, H., Özel, A., Col, M., Duran, C., Sesli, E. and Colak, A. 2011. Nutritional Value of Some Wild Edible Mushrooms from Black Sea Region (Turkey). *Turkish Journal of Biochemistry/Türk Biyokimya Dergisi*, 36(3), 213-221.
- Ayaz, F.K.A., Chuang, L.T., Torun, H., Colak, A., Sesli, E., Presley, J. and Glew, R.H. 2011a. Fatty Acid and Amino Acid Compositions of Selected Wild-Edible Mushrooms Consumed in Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(4), 328-335.

- Aydemir, B. ve Sarı, E.K. 2009. Antioksidanlar ve Büyüme Faktörleri ile İlişkisi. *Kocatepe Veterinary Journal*, 2(2), 56-60.
- Aytar, E.C., Akata, I. and Açıık, L. 2020. Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Armillaria mellea* and *Macrolepiota procera* Extracts. *Mantar Dergisi*, 11(2), 121-128.
- Aytar, E.C., Akata, I. And Açıık, L. 2020a. Antioxidant, Antimicrobial and Anti-Proliferative Activity of *Suillus luteus* (L.) Roussel Extracts. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 44(3), 373-387.
- Bal, C. 2018. A Study on Antioxidant Properties of *Gyrodon lividus*. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(2), 40-43.
- Bal, C., Akgül, H. and Sevindik, M. 2019. The Antioxidant Potential of Ethanolic Extract of Edible Mushroom *Lycoperdon molle* Pers. (Agaricomycetes). *Eurasian Journal of Forest Science*, 7(3), 277-283.
- Bal, C., Baba, H., Akata, I., Sevindik, M., Selamoğlu, Z. Ve Akgül, H. 2022. Yabani Zehirli Mantar *Entoloma sinuatum* (Bull.) P. Kumm'un (Boletales) Biyolojik Aktiviteleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1), 83-87.
- Barea-Sepúlveda, M., Espada-Bellido, E., Ferreira-González, M., Benítez-Rodríguez, A., López-Castillo, J.G., Palma, M. and Barbero, G.F. 2021. Metal Concentrations in *Lactarius* Mushroom Species Collected from Southern Spain and Northern Morocco: Evaluation of Health Risks and Benefits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 99, 103859.
- Barros, L., Dueñas, M., Ferreira, I.C., Baptista, P. and Santos-Buelga, C. 2009. Phenolic Acids Determination by HPLC–DAD–ESI/MS in Sixteen Different Portuguese Wild Mushrooms Species. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1076-1079.
- Bast, A., Haenen, G.R., and Doelman, C.J. 1991. Oxidants and Antioxidants: State of the Art. *The American Journal of Medicine*, 91(3), S2-S13.
- Beck, M.A., Esworthy, R.S., Ho, Y.S. and Chu, F.F. 1998. Glutathione Peroxidase Protects Mice From Viral-Induced Myocarditis. *The Faseb Journal*, 12(12), 1143-1149.
- Bellé, R., Mulner-Lorillon, O., Marot, J. and Ozon, R. 1986. A Possible Role for Mg^{2+} Ions in the Induction of *Meiotic maturation* of *Xenopus oocyte*. *Cell Differ*, 19(4), 253-61.
- Benedict, R.G. and Brady, L.R. 1972. Antimicrobial Activity of Mushroom Metabolites. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 61(11), 1820-1822.
- Bera, I., Datta, B., Das, K. and Seal, T. 2021. Effect of Solvent Extraction System on the Antioxidant Properties of Seven Wild Edible Mushrooms and Identification of Phenolic Compounds by High-Performance Liquid Chromatography. *Pharmacognosy Magazine*, 17(6), 180.
- Bhushan, A. and Kulshreshtha, M. 2018. The Medicinal Mushroom *Agaricus bisporus*: Review of Phytopharmacology and Potential Role in the Treatment of Various Diseases. *Journal of Nature and Science of Medicine*, 1(1), 4.

- Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: A Review. *Annals of Botany*, 91(2), 179-194.
- Boğa, A. 2007. Ağır Metallerin Özellikleri ve Etki Yolları. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Adana, 16, 218.
- Boots, A.W., Haenen, G.R. and Bast, A. 2008. Health Effects of Quercetin: From Antioxidant to Nutraceutical. *European Journal of Pharmacology*, 585(2-3), 325-337.
- Bouayed, J. and Bohn, T. 2010. Exogenous Antioxidants—Double-Edged Swords in Cellular Redox State: Health Beneficial Effects at Physiologic Doses Versus Deleterious Effects at High Doses. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 3(4), 228-237.
- Boufaris, M.S.M. 2018. *Kastamonu Yöresi Bazı Yenilebilir Mantarların Kimyasal Özelliklerinin Tayini*. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Bölük, E. 2013. *Datça Yarımadası Makrofungusları*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. 1984. *Fungi of Switzerland*, Vol: 1, Ascomycetes, Verlag Mykologia, Luzern, Switzerland.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. 1991. *Fungi of Switzerland*. Vol: 3, Boletes and Agarics 1. Part, Verlag Mykologia, Luzern, Switzerland.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. 1995. *Fungi of Switzerland*. Vol: 4, Agarics 2. Part, Verlag Mykologia, Luzern, Switzerland.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. 2000. *Fungi of Switzerland*. Vol: 5, Agarics 3. Part, Verlag Mykologia, Luzern, Switzerland.
- Caponio, F., Alloggio, V. and Gomes, T. 1999. Phenolic Compounds of Virgin Olive Oil: Influence of Paste Preparation Techniques. *Food Chemistry*, 64(2), 203-209.
- Chaudhary, A., Jaswal, V.S., Choudhary, S., Sharma, A., Beniwal, V., Tuli, H.S. and Sharma, S. 2019. Ferulic Acid: A Promising Therapeutic Phytochemical and Recent Patents Advances. *Recent Patents on Inflammation & Allergy Drug Discovery*, 13(2), 115-123.
- Cheeseman, K.H. and Slater, T.F. 1993. An Introduction to Free Radical Biochemistry. *British Medical Bulletin*, 49(3), 481-493.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C. and Ooi, V.E. 2003. Antioxidant Activity and Total Phenolics Of Edible Mushroom Extracts. *Food Chemistry*, 81(2), 249-255.
- Chiusa, L. 2013. *Funghi Agaricoidi Vol. 1*, Ingraph s.r.l., Seregno.
- Chudzyński, K., and Falandysz, J. 2008. Multivariate Analysis of Elements Content of Larch Bolete (*Suillus grevillei*) mushroom. *Chemosphere*, 73(8), 1230-1239.
- Christan, J. 2008. *Die Gattung Ramaria in Deutschland*, IHW-Verlag, Eching.

- Christensen, M., Heilmann-Clausen, J. 2013. The Genus *Tricholoma*, Narayana Press, Gylling.
- CLSI (The Clinical and Laboratory Standards Institute) 2012. Antimicrobial Susceptibility Testing of Anaerobic Bacteria; Approved Standard Eighth Edition (M11-A8).
- Corner, E.J.H. 1950. A Monograph of *Clavaria* and Allied Genera. London, *Ann. Bot. Mem.*, 1, 1-740.
- Corpas, F.J., Barroso, J.B., Carreras, A., Valderrama, R., Palma, J.M., León, A.M. and Del Río, L.A. 2006. Constitutive Arginine-Dependent Nitric Oxide Synthase Activity in Different Organs of Pea Seedlings During Plant Development. *Planta*, 224(2), 246-254.
- Çalışkan, E. 2005. Asi Nehri'nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinus burchell* 1822)'ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, 75 s.
- Çayan, F., Deveci, E., Tel-Çayan, G. and Duru, M.E. 2018. Phenolic Acid Profile of Six Wild Mushroom Species by HPLC-DAD. *Chemistry of Natural Compounds*, 54(5), 985-986.
- Çayan, F., Deveci, E., Tel-Çayan, G. and Duru, M.E. 2020. Identification and Quantification of Phenolic Acid Compounds of Twenty-Six Mushrooms by HPLC-DAD. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(3), 1690-1698.
- D'archivio, M., Filesì, C., Varì, R., Scazzocchio, B. and Masella, R. 2010. Bioavailability of the Polyphenols: Status and Controversies. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(4), 1321-1342.
- De Angelis, A. 2021. Introduzione Al Genere *Clavulina*. *Micologia Nelle Marche*, 1(3), 6-7.
- Demirbaş, A. 2001. Concentrations of 21 Metals in 18 Species of Mushrooms Growing in the East Black Sea region. *Food Chemistry*, 75(4), 453-457.
- Demirel, G.N. and Allı, H. 2019. Macrofungi Determined in Köyceğiz (Muğla) District. *Mantar Dergisi*, 10(2), 133-142.
- Demirhan, A., Yeşil, Ö.F., Yıldız, A. and Gül, K. 2007. Bazı Makrofungus Türlerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri Üzerine Bir Araştırma. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(4), 425-433.
- Dhar, B.L. 2017. Mushrooms and Human Civilization. *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications*, 1-4.
- Doğan, H.H., Şanda, M.A. and Akata, I. 2012. Mn, Fe, K, Na, and P Contents in Some *Tricholoma* (Fr.) Staude (Tricholomataceae) Taxa from Central Anatolia, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(11b), 3389-3393.
- Doğan, M. 2005. *Ceratophyllum demersum* L.'de Kadmiyum Klorür, Sodyum Klorür ve Bunların Kombinasyonlarının Fizyolojik ve Morfolojik Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 149 s.

- Duman, F. 2005. Sapanca ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 253 s.
- Dursun, N., Özcan, M.M., Kaşık, G. and Öztürk, C. 2006. Mineral Contents of 34 Species of Edible Mushrooms Growing Wild in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(7), 1087-1094.
- Dülger, B., Yılmaz, F. and Gücin, F. 2002. Antimicrobial Activity of Some *Lactarius* species. *Pharmaceutical Biology*, 40(4), 304-306.
- Eberhardt, U., Oberwinkler, F., Verbeken, A., Rinaldi, A.C., Pacioni, G. and Comandini, O. 2000. *Lactarius* Ectomycorrhizae on *Abies alba*: Morphological Description, Molecular Characterization and Taxonomic Remarks. *Mycologia*, 92(5), 860-873.
- Ediriweera, A.N., Karunarathna, S.C., Yapa, P.N., Schaefer, D.A., Ranasinghe, A.K., Suwannarach, N. and Xu, J. 2022. Ectomycorrhizal Mushrooms As a Natural Bio-Indicator For Assessment of Heavy Metal Pollution. *Agronomy*, 12(5), 1041.
- Eick, M.J., Peak, J.D., Brady, P.V. and Pesek, J.D. 1999. Kinetics of Lead Adsorption/Desorption on Goethite: Residence Time Effect. *Soil Science*, 164(1), 28-39.
- Ejikeme, N. and Henrietta, O.U. 2010. Antimicrobial Activity of Some Local Mushrooms on Pathogenic Isolates. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(23), 2460-2465.
- Ekici, L. ve Sağdıç, O. 2008. Serbest Radikaller ve Antioksidan Gıdalarla İnhibisyonu. *Gıda*, 33(5), 251-260.
- Elinder, C.G. and Kjellström, T. 1977. Cadmium Concentration in Samples of Human Kidney Cortex from the 19th Century. *Ambio*, 6(5), 270-272.
- Eo, S.K., Kim, Y.S., Lee, C.K. and Han, S.S. 1999. Antiviral Activities of Various Water and Methanol Soluble Substances Isolated from *Ganoderma lucidum*. *Journal of Ethnopharmacology*, 68(1-3), 129-136.
- Eraslan, E.C., Korkmaz, A.İ., Uysal, İ. and Bal, C. 2022. Antioxidant Potential and Heavy Metal Accumulation of *Hygrocybe conica*. *Eurasian Journal of Medical and Biological Sciences*, 2(1), 1-5.
- Erdoğan, S., Yılmaz-Ersela, F. and Merdivan, M. 2006. Macro and Micro Element Contents in Fruiting Bodies of Wild Edible Mushrooms from Muğla in Southwest Anatolia, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 18(3), 2159-2167.
- Erel, O. 2004. A Novel Automated Direct Measurement Method for Total Antioxidant Capacity Using A New Generation, More Stable ABTS Radical Cation. *Clinical Biochemistry*, 37(4), 277-285.
- Erel, O. 2005. A New Automated Colorimetric Method for Measuring Total Oxidant Status. *Clinical Biochemistry*, 38(12), 1103-1111.
- EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing) 2015. Breakpoint Tables for Bacteria Interpretation of MICs and Zone Diameters, Version 5.0.

- Evans, P. and Halliwell, B. 1999. Free Radicals and Hearing: Cause, Consequence, and Criteria. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 884(1), 19-40.
- Eyüpoğlu, O.E., Özcan, V., Atacı, N. ve Arısan, İ. 2011. Beyaz Çürükçül Mantarlardan Lignolitik Enzimlerin Yanında Endüstriyel Öneme Sahip Bazı Enzimlerin Varlığının Belirlenmesi ve Üretimde Asidik Şartların Etki Mekanizmasının Rolü. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 93-98.
- Feldman, D., Malloy, P.J. and Gross, C. 2001. Vitamin D: Biology, Action, and Clinical Implications. in *Osteoporosis*, Academic Press, pp. 257-303.
- Ferreira, I.C., Barros, L. and Abreu, R. 2009. Antioxidants in Wild Mushrooms. *Current Medicinal Chemistry*, 16(12), 1543-1560.
- Flieger, J., Flieger, W., Baj, J. and Maciejewski, R. 2021. Antioxidants: Classification, Natural Sources, Activity/Capacity Measurements, and Usefulness for the Synthesis of Nanoparticles. *Materials*, 14(15), 4135.
- Flores, R., Díaz, G. and Honrubia, M. 2005. Mycorrhizal Synthesis of *Lactarius indigo* (Schw.) Fr. with Five Neotropical Pine Species. *Mycorrhiza*, 15(8), 563-570.
- Floyd, R.A. 1992. DNA Damage and Repair in Oxidative Damage and Repair. Davies KJA. Ed. *Pergamon Press*, 32, 175-180.
- Fogarasi, M., Socaci, S.A., Dulf, F.V., Diaconeasa, Z.M., Fărcaș, A.C., Tofană, M. and Semeniuc, C.A. 2018. Bioactive Compounds and Volatile Profiles of Five Transylvanian Wild Edible Mushrooms. *Molecules*, 23(12), 3272.
- Fogarasi, M., Socaci, M.I., Sălăgean, C.D., Ranga, F., Fărcaș, A.C., Socaci, S.A. and Semeniuc, C.A. 2021. Comparison of Different Extraction Solvents for Characterization of Antioxidant Potential and Polyphenolic Composition in *Boletus edulis* and *Cantharellus cibarius* Mushrooms from Romania. *Molecules*, 26(24), 7508.
- Gaetke, L.M. and Chow, C.K. 2003. Copper Toxicity, Oxidative Stress, and Antioxidant Nutrients. *Toxicology*, 189(1-2), 147-163.
- Garcia, M.A., Alonso, J., Fernández, M.I. and Melgar, M.J. 1998. Lead Content in Edible Wild Mushrooms in Northwest Spain as Indicator of Environmental Contamination. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 34(4), 330-335.
- Gargano, M.L., Van Griensven, L.J., Isikhuemhen, O.S., Lindequist, U., Venturella, G., Wasser, S.P. and Zervakis, G.I. 2017. Medicinal Mushrooms: Valuable Biological Resources of High Exploitation Potential. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 151(3), 548-565.
- Gast, C.H., Jansen, E., Bierling, J. and Haanstra, L. 1988. Heavy Metals in Mushrooms and Their Relationship with Soil Characteristics. *Chemosphere*, 17(4), 789-799.
- Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y. and Demirel, K. 2009. Determination of Mineral Contents of Wild-Grown Edible Mushrooms. *Food Chemistry*, 113(4), 1033-1036.

- Goyal, A., Spertus, J A., Gosch, K., Venkitachalam, L., Jones, P.G., Van den Berghe, G. and Kosiborod, M. 2012. Serum Potassium Levels and Mortality in Acute Myocardial Infarction. *Jama*, 307(2), 157-164.
- Görünmezoğlu, Ö. 2008. Kayısı ve İncir Meyvelerinin Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 68 s.
- Grangeia, C., Heleno, S.A., Barros, L., Martins, A. and Ferreira, I.C. 2011. Effects of Trophism on Nutritional and Nutraceutical Potential of Wild Edible Mushrooms. *Food Research International*, 44(4), 1029-1035.
- Guemouri, L., Artur, Y., Herbeth, B., Jeandel, C., Cuny, G. and Siest, G. 1991. Biological Variability of Superoxide Dismutase, Glutathione Peroxidase, and Catalase in Blood. *Clinical Chemistry*, 37(11), 1932-1937.
- Guo, Y.J., Deng, G.F., Xu, X.R., Wu, S., Li, S., Xia, E.Q. and Li, H.B. 2012. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds and Polysaccharide Contents of 49 Edible Macro-Fungi. *Food & Function*, 3(11), 1195-1205.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M. 2015. Free Radicals in Biology and Medicine. Oxford University Press, USA, pp. 77-79.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. 1990. Role Of Free Radicals and Catalytic Metal Ions in Human Disease: An Overview, *Methods Enzymol.* 186, 1–85.
- Halliwell, B. And Gutteridge, J.M.C. 2001. Free Radicals in Biology and Medicine. Oxford: Clarendon Press, 1-15.
- Hasan, H. 2008. Understanding the Elements of the Periodic Tables: Manganese. Rosen Central, New York, 4-12.
- Hawksworth, D.L. 2001. The Magnitude of Fungal Diversity: The 1-5 Million Species Estimate Revisited. *Mycological Research*, 105(12), 1422-1432.
- Hawksworth, D.L. and Lücking, R. 2017. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology Spectrum*, 5(4), 5-4.
- Hogan, M. 2010. Heavy Metal. Encyclopedia of Earth. National Council for Science and the Environment, Washington, DC., USA.
- Ighodaro, O.M. and Akinloye, O.A. 2018. First Line Defence Antioxidants-Superoxide Dismutase (Sod), Catalase (Cat) and Glutathione Peroxidase (Gpx): Their Fundamental Role in the Entire Antioxidant Defence Grid. *Alexandria Journal of Medicine*, 54(4), 287-293.
- Ingole, A., Kadam, M.P., Dalu, A.P., Kute, S.M., Mange, P.R., Theng, V.D. and Patil, P.A. 2021. A Review of the Pharmacological Characteristics of Vanillic Acid. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 11(2-S), 200-204.
- Isemura, M. 2019. Catechin in Human Health and Disease. *Molecules*, 24(3), 528.
- İnci, Ş., Sevindik, M., Kırbağ, S. and Akgül, H. 2022. Antioxidant, Antibacterial, and Antifungal Activity of *Hymenochaete rubiginosa*. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 13(1), 67-71.

- İşlek, C., Sarıdoğan, B.G.O., Sevindik, M. and Akata, I. 2021. Biological Activities and Heavy Metal Contents of Some *Pholiota* species. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(6), 6109-6114.
- Jacobson, K.M. and Miller Jr, O.K. 1992. Physiological Variation Between Tree-Associated Populations of *Suillus granulatus* As Determined By *in vitro* Mycorrhizal Synthesis Experiments. *Canadian Journal of Botany*, 70(1), 26-31.
- Jasińska, A., Siwulski, M. and Sobieralski, K. 2012. Mycelium Growth and Yielding of Black Poplar Mushroom-*Agrocybe aegerita* (Brig.) Sing. on Different Substrates. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 2(9), 1040-1047.
- Johnson, M.A., Fischer, J.G. and Kays, S.E. 1992. Is Copper An Antioxidant Nutrient?. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 32(1), 1-31.
- Kabata-Pendias, A. and Szteke, B. 2015. Trace Elements in Abiotic and Biotic Environments, pp. 468, Taylor & Francis CRC Press, Florida, USA.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. and Heinonen, M. 1999. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 3954-3962.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S. 2003. Metallerin çevresel etkileri-I. *Metallurji Dergisi*, 136, 47-53.
- Kakkar, S. and Bais, S. 2014. A Review on Protocatechuic Acid and its Pharmacological Potential. *International Scholarly Research Notices*, 952943, 9.
- Kalač, P. 2010. Trace Element Contents in European Species of Wild Growing Edible Mushrooms: A Review for the Period 2000–2009. *Food Chemistry*, 122(1), 2-15.
- Kalač, P. 2016. Edible Mushrooms: Chemical Composition and Nutritional Value. Academic Press is an imprint of Elsevier, pp. 118. San Diego, United States.
- Kalač, P. and Svoboda, L. 2000. A Review of Trace Element Concentrations in Edible Mushrooms. *Food Chemistry*, 69(3), 273-281.
- Karabulut, H. ve Gülay, M.Ş. 2016. Antioksidanlar. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 1(1), 65-76.
- Karadelev, M., Jovanovska, I., Mitic-Kopanja, D. and Koteska, L. 2012. Ecology and Distribution on the Genus *Macrolepiota* (Basidiomycota, Fungi) in Macedonia. *Proceedings of the 4th Congress of Ecologists of Macedonia with international Participation*, Ohrid, 12-15 October 2012. Macedonia.
- Karaman, I., Şahin, F., Güllüce, M., Ögütçü, H., Şengül, M. and Adıgüzel, A. 2003. Antimicrobial Activity of Aqueous and Methanol Extracts of *Juniperus oxycedrus* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 85(2-3), 231-235.
- Kaya, A., Kılıçel, F., Karapınar, H.S. and Uzun, Y. 2017. Mineral Contents of Some Wild Edible Mushrooms. *Mantar Dergisi*, 8(2), 178-183.
- Kim, M.Y., Seguin, P., Ahn, J.K., Kim, J.J., Chun, S.C., Kim, E.H. and Chung, I.M. 2008. Phenolic Compound Concentration and Antioxidant Activities of Edible and Medicinal Mushrooms from Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7265-7270.

- Knudsen, H., Vesterholt, J. 2008. *Funga Nordica: Agaricoid, Boletoid, Cyphelloid Genera*, Nordsvamp, Copenhagen.
- Kosanić, M., Ranković, B., Rančić, A. and Stanojković, T. 2016. Evaluation of Metal Concentration and Antioxidant, Antimicrobial, and Anticancer Potentials of Two Edible Mushrooms *Lactarius deliciosus* and *Macrolepiota procera*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 24(3), 477-484.
- Kozarski, M., Klaus, A., Vunduk, J., Zizak, Z., Niksic, M., Jakovljevic, D. and Van Griensven, L.J. 2015. Nutraceutical Properties of the Methanolic Extract of Edible Mushroom *Cantharellus cibarius* (Fries): Primary Mechanisms. *Food & Function*, 6(6), 1875-1886.
- Kränzlin, F. 2005. *Fungi of Switzerland Vol: 6, Russulaceae*, Verlag Mykologia, Luzern, Switzerland.
- Kumar, N. and Goel, N. 2019. Phenolic Acids: Natural Versatile Molecules with Promising Therapeutic Applications. *Biotechnology Reports*, 24, E00370.
- Kupka, J., Anke, T., Oberwinkler, F., Schramm, G. and Steglich, W. 1979. Antibiotics from Basidiomycetes. VII. Crinipellin, a new antibiotic from the basidiomycetous fungus *Crinipellis stipitaria* (Fr.). *Pat. The Journal of Antibiotics*, 32(2), 130-135.
- Li, L., Ng, T.B., Zhao, L., Fu, M., Chen, R.R., Jiang, Y. and Liu, F. 2005. Correlation of Antioxidant Activity with Content of Phenolics in Extracts from the Culinary-medicinal Abalone Mushroom *Pleurotus abalones* Han, Chen Et Cheng (Agaricomycetideae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 7(1&2), 237- 242.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H. and Jülich, W.D. 2005. The Pharmacological Potential of Mushrooms. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2(3), 285-299.
- Lindequist, U., Teuscher, E. and Narbe, G. 1990. Neue Wirkstoffe Aus Basidiomyceten. *Z Phytother*, 11(1), 139-149.
- Litescu, S.C., Eremia, S. and Radu, G.L. 2011. Methods for the Determination of Antioxidant Capacity in Food and Raw Materials. *Bio-Farms for Nutraceuticals: Functional Food and Safety Control by Biosensors*, 698, 241.
- Liu, J.K. 2007. Secondary Metabolites from Higher Fungi in China and Their Biological Activity. *Drug Discov Ther*, 1(2), 94-103.
- Liu, K., Wang, J.L., Gong, W.Z., Xiao, X. and Wang, Q. 2012. Antioxidant Activities *in vitro* of Ethanol Extract and Fractions from Mushroom, *Lenzites betulina*. *J Food Biochem* 37(6), 687–693.
- Llauradó, G., Morris, H.J., Ferrera, L., Camacho, M., Castán, L., Lebeque, Y. and Bermúdez, R.C. 2015. In-Vitro Antimicrobial Activity and Complement/Macrophage Stimulating Effects of A Hot-Water Extract from Mycelium of the Oyster Mushroom *Pleurotus* sp. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 30, 177-183.
- Lushchak, V.I. 2014. Free Radicals, Reactive Oxygen Species, Oxidative Stress and its Classification. *Chemico-Biological Interactions*, 224, 164-175.

- Macfie, A., Hagan, E. and Zhitkovich, A. 2010. Mechanism of DNA– Protein Cross-Linking by Chromium. *Chemical Research in Toxicology*, 23(2), 341-347.
- Magnani, C., Isaac, V.L.B., Correa, M.A. and Salgado, H.R.N. 2014. Caffeic Acid: A Review of its Potential Use in Medications and Cosmetics. *Analytical Methods*, 6(10), 3203-3210.
- Malinowski, R., Sotek, Z., Stasińska, M., Malinowska, K., Radke, P. and Malinowska, A. 2021. Bioaccumulation of Macronutrients in Edible Mushrooms in Various Habitat Conditions of NW Poland—Role in the Human Diet. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8881.
- Mallikarjuna, S.E., Ranjini, A., Haware, D.J., Vijayalakshmi, M.R., Shashirekha, M.N. and Rajarathnam, S. 2013. Mineral Composition of Four Edible Mushrooms. *Journal of Chemistry*, vol 2013, 805284.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. and Jiménez, L. 2004. Polyphenols: Food Sources and Bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- Manuja, R., Sachdeva, S., Jain, A. and Chaudhary, J. 2013. A Comprehensive Review on Biological Activities of p-Hydroxy Benzoic Acid and its Derivatives. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 22(2), 109-115.
- Martínez-Escobedo, N.A., Vázquez-González, F.J., Valero-Galván, J., Álvarez-Parrilla, E., Garza-Ocañas, F., Najera-Medellin, J.A. and Quiñónez-Martínez, M. 2021. Antimicrobial Activity, Phenolic Compounds Content, and Antioxidant Capacity of Four Edible Macromycete Fungi from Chihuahua, Mexico. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 24. 52-55.
- Martins, N., Barros, L. and Ferreira, I.C. 2016. In-Vivo Antioxidant Activity of Phenolic Compounds: Facts and Gaps. *Trends in Food Science & Technology*, 48, 1-12.
- Mcknight, K.H. and Mcknight, V.B. 1998. A Field Guide to Mushrooms: North America. *Houghton Mifflin Harcourt*, 34, 115-116.
- Memişoğulları, R. 2005. Diyabette Serbest Radikallerin Rolü ve Antioksidanların Etkisi. *Duzce Medical Journal*, 7(3), 30-39.
- Michalke, B. and Fernsebner, K. 2014. New Insights into Manganese Toxicity and Speciation. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28(2), 106-116.
- Mleczek, M., Budka, A., Kalač, P., Siwulski, M. and Niedzielski, P. 2021. Family and Species as Determinants Modulating Mineral Composition of Selected Wild-Growing Mushroom Species. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 389-404.
- Mleczek, M., Siwulski, M., Mikołajczak, P., Goliński, P., Gąsecka, M., Sobieralski, K. and Szymańczyk, M. 2015. Bioaccumulation of Elements in Three Selected Mushroom Species from Southwest Poland. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 50(3), 207-216.
- Morrow, H. 2010. Cadmium and Cadmium Alloys. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 6, 1-36.

- Mushtaq, W., Baba, H., Akata, I. and Sevindik, M. 2020. Antioxidant Potential and Element Contents of Wild Edible Mushroom *Suillus granulatus*. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 592-595.
- Muszyńska, B., Kała, K., Sułkowska-Ziaja, K., Szewczyk, A., Łojewski, M. and Rojowski, J. 2015. Analysis of the Content of Phenolic Compounds in *in vitro* Culture of Some Edible Mushrooms (Basidiomycota). *Medicina Internacia Revuo*, 104, 146-152.
- Naczek, M. and Shahidi, F. 2006. Phenolics in Cereals, Fruits and Vegetables: Occurrence, Extraction and Analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(5), 1523-1542.
- Nagai, T., Myoda, T. and Nagashima, T. 2005. Antioxidative Activities of Water Extract and Ethanol Extract from Field Horsetail (Tsukushi) *Equisetum arvense* L. *Food Chemistry*, 91(3), 389-394.
- Nikolovska-Nedelkoska, D., Atanasova-Pančevska, N., Amedi, H., Veleska, D., Ivanova, E., Karadelev, M. and Kungulovski, D. 2013. Screening of Antibacterial and Antifungal Activities of Selected Macedonian Wild Mushrooms. *Zbornik Matice Srpске Za Prirodne Nauke*, 124, 333-340.
- Ningappa, M.B., Dinesha, R. and Srinivas, L. 2008. Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Polyphenol-Enriched Curry Leaf (*Murraya Koenigii* L.) Extracts. *Food Chemistry*, 106(2), 720-728.
- Noordeloos M.E., Kuyper T.W., Vellinga E.C. 2001. Flora Agaricina Neerlandica. Critical Monographs on Families of Agarics and Boleti Occurring in the Netherlands Agaricaceae. A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, 5, 169.
- Nowacka, N., Nowak, R., Drozd, M., Olech, M., Los, R. and Malm, A. 2014. Analysis of Phenolic Constituents, Antiradical and Antimicrobial Activity of Edible Mushrooms Growing Wild in Poland. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 689-694.
- Nowacka, N., Nowak, R., Drozd, M., Olech, M., Los, R. and Malm, A. 2015. Antibacterial, Antiradical Potential and Phenolic Compounds of Thirty-One Polish Mushrooms. *PloS one*, 10(10), e0140355.
- Nowakowski, P., Markiewicz-Żukowska, R., Soroczyńska, J., Puścion-Jakubik, A., Mielcarek, K., Borawska, M.H. and Socha, K. 2021. Evaluation of Toxic Element Content and Health Risk Assessment of Edible Wild Mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103698.
- Nriagu, J.O. 1992. Toxic Metal Pollution in Africa. *Science of the Total Environment*, 121, 1-37.
- Nuytinck, J. And Verbeken, A. 2005. Morphology and Taxonomy of the European Species in *Lactarius* Sect. *Deliciosi* (Russulales). *Mycotaxon*, 92, 125-168.
- Okada, M.A., Neto, F.F., Noso, C.H., Voigt, C.L., Campos, S.X. and de Oliveira Ribeiro, C.A. 2016. Brain Effects of Manganese Exposure in Mice Pups During Prenatal and Breastfeeding Periods. *Neurochemistry International*, 97, 109-116.
- Olumuyiwa, S.F., Oluwatoyin, O.A., Olanrewaja, O. and Steve, R.A. 2007. Chemical Composition and Toxic Trace Element Composition of Some Nigerian Edible

- Wild Mushroom. *International Journal Of Food Science And Technology*, 43(1), 24-29.
- Onbaşılı, D., Çelik, G., Katırcıoğlu, H. And Narin, I. 2015. Antimicrobial, Antioxidant Activities and Chemical Composition of *Lactarius Deliciosus* (L.) Collected from Kastamonu Province of Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 15(1), 98-103.
- Özaltun, B. and Sevindik, M. 2020. Evaluation of the Effects on Atherosclerosis and Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Agaricus xanthodermus* Poisonous Mushroom. *The European Research Journal*, 6(6), 539-544.
- Özen, T., Darcan, C., Aktop, O. and Türkekul, I. 2011. Screening of Antioxidant, Antimicrobial Activities and Chemical Contents of Edible Mushrooms Wildly Grown in the Black Sea Region of Turkey. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 14(2), 72-84.
- Özenç, B. 2011. *Fumaria officinalis*'in Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Özkan, A., Gündüz, G., Çıplak, B. ve Fışkın, K. 2000. Kimyasal Mücadele Uygulanmış *Dociostaurus maroccanus* Epidemik Populasyonundan Alınan Örneklerde Antioksidan Enzim Aktiviteleri. *Turkish Journal of Biology*, 24(1), 141-149.
- Päivöke, A.E. 2002. Soil Lead Alters Phytase Activity and Mineral Nutrient Balance of *Pisum sativum*. *Environmental and Experimental Botany*, 48(1), 61-73.
- Palacios, I., Lozano, M., Moro, C., D'arrigo, M., Rostagno, M.A., Martínez, J.A. and Villares, A. 2011. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds Occurring in Edible Mushrooms. *Food Chemistry*, 128(3), 674-678.
- Papas, A.M. 1999. Antioxidant Status, Diet, Nutrition and Health. *Crc Press*, Washington DC.
- Pardeshi, B.M. and Pardeshi, P.M. 2009. The edible medicinal mushrooms as supportive natural nutrients: study of non-volatile mineral contents of some edible medicinal mushrooms from India; eastern remedies for modern western maladies. Proc. 5th Int. Medicinal Mushroom Conference, pp. 514-51, Mycological Society of China, Nantong, China.
- Patekar, D., Kheur, S., Bagul, N., Kulkarni, M., Mahalle, A., Ingle, Y. and Dhas, V. 2013. Antioxidant Defence System. *Oral & Maxillofacial Pathology Journal*, 4(1), 309-315.
- Pegler, D.N. 2002. Useful Fungi of the World: The 'Poor man's tuffles of Arabia' and 'Manna of the Israelites'. *Mycologist*, 16(1), 8-9.
- Pekşen, A. 2015. Mantar Zehirlenmeleri ve Başlıca Zehirli Mantarlar. *Ordu'da Gıda Güvenliği Dergisi*, 25, 11-17.
- Pektaş, İ. 2009. Bitki Gelişim Düzenleyicilerinin Antioksidan Enzimler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Pelkonen, R., Alfthan, G. and Järvinen, O. 2008. Element Concentrations in Wild Edible Mushrooms in Finland. *The Finnish Environment*, 25, 18-23.

- Pham-Huy, L.A., He, H. and Pham-Huy, C. 2008. Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. *International Journal of Biomedical Science: Ijbs*, 4(2), 89.
- Phaniendra, A., Jestadi, D.B. and Periyasamy, L. 2015. Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), 11-26.
- Phillips, R. and Reid, D.A. 2006. Mushrooms. Pan Macmillan, London, United Kingdom, pp. 102.
- Phillips, R., Kibby, G., Foy, N. and Homola, R.L. 2005. Mushrooms and Other Fungi of North America, Buffalo, Ny: Firefly Books, vol. 2, pp. 99.
- Podkowa, A., Kryczyk-Poprawa, A., Opoka, W. and Muszyńska, B. 2021. Culinary–Medicinal Mushrooms: A Review of Organic Compounds and Bioelements with Antioxidant Activity. *European Food Research and Technology*, 247(3), 513-533.
- Powell, D.W. 2010. Immunophysiology of Intestinal Electrolyte Transport. *Comprehensive Physiology*, 591-641.
- Qin, S., Liu, H., Nie, Z., Rengel, Z., Gao, W., Chang, L.I. and Zhao, P. 2020. Toxicity of Cadmium and its Competition with Mineral Nutrients for Uptake by Plants: A Review. *Pedosphere*, 30(2), 168-180.
- Rašeta, M., Popović, M., Knežević, P., Šibul, F., Kaišarević, S. and Karaman, M. 2020. Bioactive Phenolic Compounds of Two Medicinal Mushroom Species *Trametes versicolor* and *Stereum subtomentosum* As Antioxidant and Antiproliferative Agents. *Chemistry & Biodiversity*, 17(12), e2000683.
- Rathee, S., Rathee, D., Rathee, D., Kumar, V. and Rathee, P. 2012. Mushrooms as Therapeutic Agents. *Revista Brasileira De Farmacognosia*, 22, 459-474.
- Rathore, H., Prasad, S. and Sharma, S. 2017. Mushroom Nutraceuticals for Improved Nutrition and Better Human Health: A review. *PharmaNutrition*, 5(2), 35-46.
- Ribeiroa, B., Pinhoa, P.G., Andradea, P.B., Baptistab, P. and Valentao, P. 2009. Fatty Acid Composition of Wild Edible Mushrooms Species: A Comparative Study. *Microchem J*, 93, 29-35.
- Robich, G. 2007. *Mycena D'Europa*, Grafica Sette, Brescia.
- Rocher, C., Lalanne, J.L. and Chaudière, J. 1992. Purification and Properties of A Recombinant Sulfur Analog of Murine Selenium-Glutathione Peroxidase. *European Journal of Biochemistry*, 205(3), 955-960.
- Ronda, O., Grządka, E., Ostolska, I., Orzeł, J. and Cieślik, B.M. 2022. Accumulation of Radioisotopes and Heavy Metals in Selected Species of Mushrooms. *Food Chemistry*, 367, 130670.
- Rudawska, M. and Leski, T. 2005. Macro-and Microelement Contents in Fruiting Bodies of Wild Mushrooms from the Notecka Forest in West-Central Poland. *Food chemistry*, 92(3), 499-506.
- Rude, R.K. 1998. Magnesium Deficiency: A Cause of Heterogenous Disease in Humans. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(4), 749-758.

- Ruwizhi, N. and Aderibigbe, B.A. 2020. Cinnamic Acid Derivatives and Their Biological Efficacy. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5712.
- Ryvarden, L., Gilbertson, R.L. 1993. European Polypores Vol: 1-2, Synopsis fungorum, Fungiflora, Oslo.
- Sánchez, C. 2017. Reactive Oxygen Species and Antioxidant Properties from Mushrooms. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 2(1), 13-22.
- Sánchez-Venegas, J.R., Dinamarca, J., Moraga, A.G. and Gidekel, M. 2009. Molecular Characterization of A cDNA Encoding Cu/Zn Superoxide Dismutase from *Deschampsia antarctica* and its Expression Regulated By Cold and Uv Stresses. *Bmc Research Notes*, 2(1), 1-7.
- Sarıdoğan, B.G.O., Islek, C., Baba, H., Akata, I. and Sevindik, M. 2021. Antioxidant Antimicrobial Oxidant and Elements Contents of *Xylaria polymorpha* and *X. hypoxylon* (Xylariaceae). *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(5), 5400-5404.
- Sarıkürkçü, C., Copur, M., Yildiz, D. and Akata, I. 2011. Metal Concentration of Wild Edible Mushrooms in Soğuksu National Park in Turkey. *Food Chemistry*, 128(3), 731-734.
- Sarıkürkçü, C., Sarıkürkçü, R.T., Akata, I. and Tepe, B. 2020. Metal Concentration and Health Risk Assessment of Fifteen Wild Mushrooms Collected from the Ankara University Campus (Turkey). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(26), 32474-32480.
- Sarnari, M. 2005. Monografia Illustrata del Genere Russula in Europa, Tomo Secondo, Grafica Sette, Brescia.
- Sarnari, M. 2007. Monografia Illustrata del Genere Russula in Europa, Tomo Primo. Grafica Sette, Brescia.
- Seeger, R. 1978. Cadmium in Pilzen. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 166(1), 23-34.
- Seeger, R. and Beckert, M. 1979. Magnesium Content of Higher Fungi. *Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung*, 168(4), 264-281.
- Selamoğlu, Z., Sevindik, M., Bal, C., Ozaltun, B., Sen, İ. and Pasdaran, A. 2020. Antioxidant, Antimicrobial and DNA Protection Activities of Phenolic Content of *Tricholoma virgatum* (Fr.) P. Kumm. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 10(3), 5500-5506.
- Sen, S. and Chakraborty, R. 2011. The Role of Antioxidants in Human Health in Oxidative Stress: Diagnostics, *Prevention and Therapy*, 1-37.
- Sen, S., Chakraborty, R., Sridhar, C., Reddy, Y.S.R. and De, B. 2010. Free Radicals, Antioxidants, Diseases and Phytomedicines: Current Status and Future Prospect. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 3(1), 91-100.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F., Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Yoltaş, A. vd. 2020. Türkiye Mantarları Listesi. ANG Vakfı Yayınları. İstanbul.

- Sevindik, M. 2018. Investigation of Antioxidant/Oxidant Status and Antimicrobial Activities of *Lentinus tigrinus*. *Advances in Pharmacological Sciences*, vol. 2018, 1718025.
- Sevindik, M. 2019. Wild Edible Mushroom *Cantharellus cibarius* As a Natural Antioxidant Food. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1377-1381.
- Sevindik, M. 2020. Antioxidant and Antimicrobial capacity of *Lactifluus rugatus* and its Antiproliferative Activity on A549 Cells. *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*, 19(2), 423-427.
- Sevindik, M. 2021a. Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Potential of *Melanoleuca melaleuca* Edible Mushroom. *Japs: Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(3), 824-830.
- Sevindik, M. 2021b. Anticancer, Antimicrobial, Antioxidant and DNA Protective Potential of Mushroom *Leucopaxillus gentianeus* (Quél.) Kotl. *Indian Journal of Experimental Biology (IJEB)*, 59(05), 310-315.
- Sevindik, M., Akgul, H., Bal, C. and Selamoğlu, Z. 2018. Phenolic Contents, Oxidant/Antioxidant Potential and Heavy Metal Levels in *Cyclocybe cylindracea*. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(3), 437-441.
- Sevindik, M., Özdemir, B., Braidı, N., Akgül, H., Akata, I. and Selamoğlu, Z. 2021. Potential Cardiogenic Effects of Poisonous Mushrooms. *Mantar Dergisi*, 12(1), 80-86.
- Shacter, E. 2000. Quantification and Significance of Protein Oxidation in Biological Samples. *Drug Metabolism Reviews*, 32(3-4), 307-326.
- Shahidi, F. and Ambigaipalan, P. 2015. Phenolics and Polyphenolics in Foods, Beverages and Spices: Antioxidant Activity and Health Effects—A Review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.
- Shen, Y., Song, X., Li, L., Sun, J., Jaiswal, Y., Huang, J. and Guan, Y. 2019. Protective Effects of p-Coumaric Acid Against Oxidant and Hyperlipidemia-an *in vitro* and *in vivo* Evaluation. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 111, 579-587.
- Singh, R.P., Tripathi, R.D., Sinha, S.K., Maheshwari, R. and Srivastava, H.S. 1997. Response of Higher Plants to Lead Contaminated Environment. *Chemosphere*, 34(11), 2467-2493.
- Solak, M.H., Alli, H., Işıloğlu, M., Güngör, H. and Kalmış, E. 2014. Contributions to the Macrofungal Diversity of Antalya Province. *Turkish Journal of Botany*, 38(2), 386-397.
- Soliman, E.R. and El-Sayed, H. 2021. Molecular Identification and Antimicrobial Activities of Some Wild Egyptian Mushrooms: *Bjerkandera adusta* As a Promising Source of Bioactive antimicrobial phenolic compounds. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1), 1-11.
- Srinivasulu, C., Ramgopal, M., Ramanjaneyulu, G., Anuradha, C.M. and Kumar, C.S. 2018. Syringic Acid (SA)—A Review of its Occurrence, Biosynthesis,

- Pharmacological and Industrial Importance. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 108, 547-557.
- Suay, I., Arenal, F., Asensio, F. J., Basilio, A., Angeles Cabello, M., Teresa Díez, M. and Francisca Vicente, M. 2000. Screening of Basidiomycetes for Antimicrobial Activities. *Antonie van Leeuwenhoek*, 78(2), 129-140.
- Surai, P.F., Kochish, I.I. and Fisinin, V.I. 2017. Antioxidant Systems in Poultry Biology: Nutritional Modulation of Vitagenes. *European Journal Poultry Science*, 81, 1612-9199.
- Sümer, S. 2006. Genel Mikoloji. Nobel Basımevi, 1, 50-51, Ankara.
- Svoboda, L. and Chrastný, V. 2008. Levels of Eight Trace Elements in Edible Mushrooms from A Rural Area. *Food Additives and Contaminants*, 25(1), 51-58.
- Takazawa, H., Tajima, F. and Miyashita, C. 1982. An Antifungal Compound from "Shiitake" (*Lentinus edodes*). *Yakuga Zasshi*, 102, 489-491.
- Taylor, D.J., Green, N.P.O., Stout, G.W. and Soper, R. 1998. Text Book of Biological Science. Cambridge University Press, pp. 1-984.
- Thillaimaharani, K.A., Sharmila, K., Thangaraju, P., Karthick, M. and Kalaiselvam, M. 2013. Studies on Antimicrobial and Antioxidant Properties of Oyster Mushroom *Pleurotus florida*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(4), 1540.
- Thomas, J.P., Maiorino, M., Ursini, F. and Girotti, A.W. 1990. Protective Action of Phospholipid Hydroperoxide Glutathione Peroxidase Against Membrane-Damaging Lipid Peroxidation. in situ Reduction of Phospholipid and Cholesterol Hydroperoxides. *Journal of Biological Chemistry*, 265(1), 454-461.
- Thompson, P.I. 2013. Ascomycetes in Colour Found and Photographed in Mainland Britain, Xlibris, London.
- Touaibia, M., Jean-Francois, J. and Doiron, J. 2011. Caffeic Acid, A Versatile Pharmacophore: An Overview. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 11(8), 695-713.
- Trudell, S. and Ammirati, J. 2009. Mushrooms of the Pacific Northwest. Timber Press Field Guid, 125-126.
- Tüzen, M., Özdemir, M. and Demirbaş, A. 1998. Study of Heavy Metals in Some Cultivated and Uncultivated Mushrooms of Turkish Origin. *Food Chemistry*, 63(2), 247-251.
- Tyler, G. 1982. Accumulation and Exclusion of Metals in *Collybia peronata* and *Amanita rubescens*. *Transactions of the British Mycological Society*, 79(2), 239-245.
- Tyler, G. 1991. Ecology of the Genus *Mycena* In Beech (*Fagus sylvatica*), Oak (*Quercus robur*) and Hornbeam (*Carpinus betulus*) Forest of S Sweden. *Nordic Journal of Botany*, 11(1), 111-121.
- Uhart, M. and Albertó, E. 2007. Caracterización Morfológica De *Agrocybe cylindracea* (Basidiomycetes, Agaricales) De América, Europa Y Asia. *Scientia Fungorum*, (24), 9-18.

- Uysal, A. 2022. Hiperkalemi ile Acil Servise Gelen Hastaların, Kan Gazı ve Kan Biyokimya Tetkiklerindeki Potasyum Değerlerinin Kıyaslanması, Tıpta Uzmanlık Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, s 12-14.
- Uysal, Z. 1999. Demir Metabolizmasında, Demir Eksikliğinde ve Demir Fazlalığında Yenilikler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 52(03), 147-164.
- Uysal, Z. 2004. Demir Emilimi. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri Günleri II- Demir ve Çocuk Sempozyumu, 11 Mayıs 2004, Kırıkkale.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T., Mazur, M. and Telser, J. 2007. Free Radicals and Antioxidants in Normal Physiological Functions and Human Disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84.
- Valverde, M.E., Hernández-Pérez, T. and Paredes-López, O. 2015. Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life. *International Journal of Microbiology*, vol. 2015, 14.
- Vaz, J.A., Barros, L., Martins, A., Morais, J.S., Vasconcelos, M.H. and Ferreira, I.C. 2011. Phenolic Profile of Seventeen Portuguese Wild Mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1), 343-346.
- Vetter, J. 1990. Mineral Element Content of Edible and Poisonous Macrofungi. *Acta Alimentaria*, 19(1), 27-40.
- Vlasenko, V. and Turmunkh, D. 2021. Distribution and Niche of *Macrolepiota excoriata* in Asia. In Bio Web of Conferences (Vol. 38, P. 00134). 28 October 2021, Edp Sciences. Online.
- Volcão, L.M., Fernandes, C.L.F., Ribeiro, A.C., de Lima Brum, R., Eslabão, C.F., Badiale-Furlong, E. and da Silva Júnior, F.M.R. 2021. Bioactive Extracts of *Russula xerampelina* and *Suillus granulatus* in the *in vitro* Control of *Pseudomonas aeruginosa* Phytopathogenic. *South African Journal of Botany*, 140, 218-225.
- Walz, C., Juenger, M., Schad, M. and Kehr, J. 2002. Evidence for the Presence and Activity of A Complete Antioxidant Defence System in Mature Sieve Tubes. *The Plant Journal*, 31(2), 189-197.
- Wang, X.M., Zhang, J., Li, T., Wang, Y.Z. and Liu, H.G. 2015. Content and Bioaccumulation of Nine Mineral Elements in Ten Mushroom Species of the Genus *Boletus*. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, vol. 2015, 7.
- Wang, Z.X., Chen, J.Q., Chai, L.Y., Yang, Z.H., Huang, S.H. and Zheng, Y. 2011. Environmental Impact and Site-Specific Human Health Risks of Chromium in the Vicinity of a Ferro-Alloy Manufactory, China. *Journal of Hazardous Materials*, 190(1-3), 980-985.
- Wasser, S.P. and Weis, A.L. 1999. Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: Current Perspectives. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(1), 31-62.
- Webster, J. and Weber, R. 2007. Introduction to Fungi, 3. Edition. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 867.

- Willekens, H., Chamnongpol, S., Davey, M., Schraudner, M., Langebartels, C., Van Montagu, M. and Van Camp, W. 1997. Catalase is a Sink For H₂O₂ and is Indispensable for Stress Defence in C3 Plants. *The Embo Journal*, 16(16), 4806-4816.
- Woldegiorgis, A.Z., Abate, D., Haki, G.D. and Ziegler, G.R. 2014. Antioxidant Property of Edible Mushrooms Collected from Ethiopia. *Food chemistry*, 157, 30-36.
- Woldegiorgis, A.Z., Abate, D., Haki, G.D. and Ziegler, G.R. 2015. Major, Minor and Toxic Minerals and Anti-Nutrients Composition in Edible Mushrooms Collected from Ethiopia. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(3), 1.
- Wong, F.C., Chai, T.T., Tan, S.L. and Yong, A.L. 2013. Evaluation of Bioactivities and Phenolic Content of Selected Edible Mushrooms in Malaysia. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 12(6), 1011-1016.
- World Health Organization. 2004. Manganese and its Compounds: Environmental Aspects. Concise International Chemical Assessment Document No 63, Geneva, Switzerland, pp. 6-26.
- Xu, Z., Fu, L., Feng, S., Yuan, M., Huang, Y., Liao, J. and Ding, C. 2019. Chemical Composition, Antioxidant and Antihyperglycemic Activities of the Wild *Lactarius deliciosus* from China. *Molecules*, 24(7), 1357.
- Yadav, D. and Negi, P.S. 2021. Bioactive Components of Mushrooms: Processing Effects and Health Benefits. *Food Research International*, 148, 110599.
- Yamaç, M. and Bilgili, F. 2006. Antimicrobial Activities of Fruit Bodies and/or Mycelial Cultures of Some Mushroom Isolates. *Pharmaceutical Biology*, 44(9), 660-667.
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarıkürkcü, C., Çelikkollu, M. and Solak, M.H. 2007. Heavy Metals in Some Edible Mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. *Food Chemistry*, 103(2), 263-267.
- Yavaşer, R. 2011. Doğal ve Sentetik Antioksidan Bileşiklerin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yip, K.P., Fung, K.P., Chang, S.T., Tam, S.C. 1987. Purification and Mechanism of the Hypotensive Action of An Extract from Edible Mushroom *Pleurotus sajor-caju*. *Neurosci Lett Suppl*, 28, 59.
- Zahrani, N.A.A., El-Shishtawy, R.M. and Asiri, A.M. 2020. Recent Developments of Gallic Acid Derivatives and Their Hybrids in Medicinal Chemistry: A Review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 204, 112609.
- Zeng, X., Suwandi, J., Fuller, J., Doronila, A. and Ng, K. 2012. Antioxidant Capacity and Mineral Contents of Edible Wild Australian Mushrooms. *Food Science and Technology International*, 18(4), 367-379.
- Zhang, Y., Dai, M. and Yuan, Z. 2018. Methods for the Detection of Reactive Oxygen Species. *Analytical Methods*, 10(38), 4625-4638.
- Zhu, F., Qu, L., Fan, W., Qiao, M., Hao, H. and Wang, X. 2011. Assessment of Heavy Metals in Some Wild Edible Mushrooms Collected from Yunnan Province, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 179(1), 191-199.

ÖZGEÇMİŞ

Emre Cem ERASLAN

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2018-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji, ABD, Antalya
Yüksek Lisans 2013-2017	Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji, ABD, Gaziantep
Lisans 2009-2013	Gaziantep Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Gaziantep

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

- 1- Karaltı, İ., Eraslan, E. C., Sarıdoğan, B. G. Ö., Akata, I., & Sevindik, M. (2022). Total Antioxidant, Antimicrobial, Antiproliferative Potentials and Element Contents of Wild Mushroom *Candolleomyces candolleanus* (Agaricomycetes) from Turkey. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 24(12).
- 2- Unal, O., Eraslan, E.C., Uysal, I., Mohammed, F.S., Sevindik, M., & Akgul, H. (2022). Biological Activities and Phenolic Contents of *Rumex scutatus* Collected From Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(7), 7341-7346.
- 3- Karaltı, I., Sarıdoğan, B.G.O., Eraslan, E.C., Sevindik, M., & Akata, I. (2022). Total Antioxidant Status and Dpph Scavenging Effect and Antimicrobial and Antiproliferative Potential of *Marasmius Oreades* (Agaricales). *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 9548.

4- Eraslan, E. C., Altuntas, D., Baba, H., Bal, C., Akgül, H., Akata, I., & Sevindik, M. (2021). Some biological activities and element contents of ethanol extract of wild edible mushroom *Morchella esculenta*. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 39(1), 24-28.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Eraslan, E.C., Korkmaz, A.İ., Uysal, İ., & Bal, C. (2022). Antioxidant Potential and Heavy Metal Accumulation of *Hygrocybe conica*. *Eurasian Journal of Medical and Biological Sciences*, 2(1), 1-5.

2- Eraslan, E.C., Çırçırılı, B., Özkan, A., & Akgül, H. (2021). Anticancer Mechanisms of Action of Macrofungus Extracts. *Eurasian Journal of Medical and Biological Sciences*, 1(2), 58-69.

3- Korkmaz, A. İ., Eraslan, E.C., Uysal, I., & Akgül, H. (2021). Functional Food *Agaricus arvensis*: Antioxidant and Antimicrobial Potentials. *Eurasian Journal of Medical and Biological Sciences*, 1(2), 86-91.

4- Sevindik, M., Eraslan, E.C., & Akgül, H. (2015). Bazı Makrofungus Türlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. *Ormancılık Dergisi*, 11(2), 48-53.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceeding) basılan bildiriler

1- Eraslan E.C., Çırçırılı, B. (2020). Biological Activities of *Tricholoma* Species. II. Uluslararası 23.Nisan Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Ankara, Türkiye. 23-26 Nisan, 2020.

2- Eraslan, E.C., Çırçırılı, B. (2020). Pharmacological Potentials of *Russula* Species. II. Uluslararası 23.Nisan Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Ankara, Türkiye. 23-26 Nisan, 2020.

3- Çırçırılı, B., Eraslan, E. C., Özkan, A. (2020). *Suillus luteus*'un Terapötik Özellikleri. II. Uluslararası 23.Nisan Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Ankara, Türkiye. 23-26 Nisan, 2020.

4- Çırçırılı, B., Eraslan, E.C., Özkan, A., Akgül, H. (2020). *Pyrofomes demidoffii* (Lév.) Kotl. & Pouzar mantarının A431 ve Bj Fibroblast hücreleri üzerine etkisinin araştırılması. II. Uluslararası 23.Nisan Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Ankara, Türkiye. 23-26 Nisan, 2020.

5- Korkmaz, A.İ., Akgül, H., Eraslan, E.C. (2018). Antioxidant and Oxidant Status of *Agaricus arvensis* Collected from Gaziantep Province. International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences 2018. 26-27 April. Ankara.

6- Korkmaz, A.İ., Akgül, H., Eraslan, E.C. (2018). Determination of Antioxidant and Oxidant Status of *Coprinus comatus*. International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences 2018. 26-27 April. Ankara.

7- Akgül, H., Eraslan, E.C., Sevindik, M., Bal, C., Altuntaş, D. (2017). Medicinal Potential of *Morchella esculenta* (L.) Pers. 1st International Eurasian Mycology Congress. Manisa, Turkey. July 3-5, 2017.

8- Akgül, H., Eraslan, E.C., Sevindik, M., Bal, C., Akata, I. (2017). Oxidant/Antioxidant Status of Some Edible Mushrooms Collected from Belgrad Forest. Ecology 2017 International Symposium. Kayseri, Turkey. May 11-13, 2017.

9- Akgül, H., Eraslan, E.C., Sevindik, M., Bal, C. (2017). Determination of the pharmaceutical potential of *Tricholoma colossus*. Ecology 2017 International Symposium. Kayseri, Turkey. May 11-13, 2017.

