

**T.C**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**BAZI MANTARLARIN ANTOKSİDAN VE**  
**ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YELİZ SALDIR**

**DENİZLİ, OCAK 2015**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**



**BAZI MANTARLARIN ANTIOKSİDAN VE  
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YELİZ SALDIR**

**DENİZLİ, OCAK 2015**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Yeliz SALDIR tarafından hazırlanan “Bazı Mantarların Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Araştırılması” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19.12.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Doç. Dr. Kutret GEZER  
Pamukkale Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Ali ÇELİK  
Pamukkale Üniversitesi

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Fatih COŞKUN  
Balıkesir Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
24/01/2015. tarih ve 03/16..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
O. Karabulut

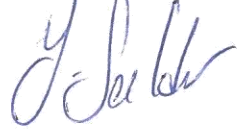
Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinasyon Birimi tarafından 2013FBE011 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**YELİZ SALDIR**



## ÖZET

### BAZI MANTARLARIN ANTIOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
YELİZ SALDIR  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. KUTRET GEZER)

DENİZLİ, OCAK – 2015

Bu çalışmada, Denizli ilinin Gireniz Vadisinde yayılış gösteren bazı mantarların (*Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd, *Sarcodon squamosus* (Schaeff.) Qué. ve *Morchella elatovelutipes* Jacquet.) metanol ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Ayrıca toplam fenolik madde içerikleri de araştırılmıştır. Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde DPPH ve  $\beta$ -karoten ağartma metodları kullanılmıştır. Mantarların *Candida albicans* (ATCC 10231), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923)'a karşı antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. En yüksek antioksidan aktiviteyi (%82.6) *Morchella elatovelutipes* mantarı gösterirken, en yüksek serbest radikal giderim aktivitesini (%78,571) *S. squamosus* mantarı göstermiştir. Toplam fenolik madde içeriği en fazla olan tür ise *S. squamosus* (18,85 mg/ml GAE) olarak belirlenmiştir. En yüksek antimikrobiyal aktiviteyi *S. aureus* ATCC 25923 bakterisine karşı 150 mg/ml konsantrasyonda *M. elatovelutipes* ( $13 \pm 1$  mm) gösterirken, en düşük antimikrobiyal aktivite ise *C. albicans* ATCC 10231 bakterisine karşı 50 mg/ml konsantrasyonda *M. elatovelutipes* ( $2 \pm 0$  mm) ve *C. gigantea* ( $2 \pm 0$  mm) türlerinde tespit edilmiştir. Ayrıca *C. gigantea* ekstraktı *S. aureus* ATCC 25923 bakterisine karşı ve *M. elatovelutipes* ve *S. squamosus* ekstraktları *E. coli* ATCC 25922 bakterisine karşı herhangi bir antimikrobiyal etki göstermemiştir. Çalışmamızda kullanılan makrofungusların antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin ilk kez araştırıldığı bu çalışma sonucunda bu mantarların yeterli seviyede antioksidan etkiye sahip oldukları belirlenirken zayıf antimikrobiyal etki gösterdikleri belirlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Makrofungus, Antioksidan, Antimikrobiyal, Gireniz Vadisi, Türkiye

## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION OF ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF SOME FUNGI

MSC THESIS  
YELİZ SALDIR

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
BIOLOGY

(SUPERVISOR: ASSOC. DR. KUTRET GEZER)

DENİZLİ, JANUARY 2015

In this study, the antioxidant and antimicrobial activities of methanol extracts of some mushrooms (*Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd, *Sarcodon squamosus* (Schaeff.) Quél. ve *Morchella elatovelutipes* Jacquet.) which spread in Gireniz Valley of Denizli were investigated. Beside, total phenolic contents of these fungi were conducted. In order to determine the antioxidant activities, DPPH and  $\beta$ -carotene bleaching methods were used. Antimicrobial activities of mushrooms were examined against *Candida albicans* (ATCC 10231), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). While *M. elatovelutipes* was showing the highest antioxidant activity (%82.6), *S. squamosus* showed the highest free radical removal activity. *S. squamosus* was determined as the species that has the highest phenolic content (18,85mg/ml GAE). While *M. elatovelutipes* (13 $\pm$ 1 mm) was showing the highest antimicrobial activity at the concentration of 150 mg/ml against *S. aureus* ATCC 25923 bacteria, the lowest antimicrobial activity was found in *M. elatovelutipes* (2 $\pm$ 0 mm) and *C. gigantea* (2 $\pm$ 0 mm) species against *C. albicans* ATCC 10231 at 50 mg/ml concentration. Also the *C. gigantea* extract against *S. aureus* ATCC 25923 bacteria and *M. elatovelutipes* and *S. squamosus* extracts against *E. coli* ATCC 25922 bacteria did not show any antimicrobial effect. While for the first time investigation of the antimicrobial and antioxidant features of the macrofungi used in our study indicated that these fungi were effective enough for the antioxidant impact, it was determined that these fungi show low antimicrobial effect.

**KEY WORDS:** Macrofungus, Antioxidant, Antimicrobial, Gireniz Valley, Turkey

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Mantarların genel özellikleri .....	1
1.2 Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres .....	3
1.2.1.1 Süperoksit ( $O_2^-$ ) .....	6
1.2.1.2 Hidroksil ( $OH^\cdot$ ) .....	7
1.2.1.3 Hidrojen Peroksit ( $H_2O_2$ ) .....	7
1.2.1.4 Singlet Oksijen ( $O_2^1$ ) .....	8
1.3 Antioksidanlar .....	8
1.4 Mantarların Antimikrobiyal Özellikleri .....	15
1.5 Literatür .....	16
1.6 Tezin amacı .....	22
<b>2. MATERYAL VE METOD</b> .....	<b>23</b>
2.1 Mantarların örneklerinin toplanması ve kurutulması .....	23
2.2 Mantar örneklerinin ekstraksiyonu/özütlenmesi .....	25
2.3 Antioksidan aktivite tayin yöntemleri .....	26
2.3.1 Toplam antioksidan aktivitenin belirlenmesi .....	26
2.3.2 Serbest radikal giderim aktivitesinin belirlenmesi .....	27
2.3.3 Toplam fenolik bileşik miktarının belirlenmesi .....	27
2.4 Antimikrobiyal aktivite tayini .....	28
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>29</b>
3.1 Toplam antioksidan aktivite bulguları .....	29
3.2 Serbest radikal giderim aktivite bulguları .....	30
3.3 Toplam fenolik madde konsantrasyonu .....	30
3.4 Antimikrobiyal aktivite bulguları.....	32
<b>4. TARTIŞMA ve SONUÇ</b> .....	<b>33</b>
4.1 Toplam antioksidan aktivitesi .....	33
4.2 Serbest radikal giderim aktivitesi.....	34
4.3 Toplam fenolik madde konsantrasyonu .....	35
4.4 Antimikrobiyal aktivite .....	37
<b>5. KAYNAKLAR</b> .....	<b>39</b>
<b>6. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>48</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

1.1 : Süperoksit radikali.....	7
1.2 : Hidroksil radikali.....	7
1.3 : Hidrojen peroksit.....	8
1.4 : <i>α-tokoferol</i> .....	10
1.5 : Flavonoidlerin genel yapısı.....	11
1.6 : Hidroksisinnamik asit.....	12
1.7 : Hidroksibenzoik asit.....	12
1.8 : Askorbik asit.....	12
1.9 : Beta karoten.....	13
1.10 : BHT (Bütillenmiş hidroksitoluen).....	14
1.11 : BHA (Bütillenmiş hidroksianisol).....	14
1.12 : <i>Calvatea gigantea</i> .....	24
1.13 : <i>Morchella elatovelutipes</i> .....	24
1.14 : <i>Sarcodon squamosus</i> .....	25
2.1 : Evaporatör (rotary) ile çözgeni uzaklaştırma işlemi.....	26
3.1 : Linoleik asidin zamana bağlı oksidasyonu.....	29
3.2 : Ekstraktların 760 nm' deki absorbansları.....	31
4.1 : Mantar ekstraktlarının toplam antioksidan aktiviteleri.....	34
4.2 : Mantar ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak DPPH radikalini giderme aktiviteleri.....	34
4.3 : Mantarların toplam fenolik madde içeriklerinin gallik asite eşdeğer konsantrasyonu.....	36

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>1.1</b> : Oksidatif strese neden olan reaktif türler .....	6
<b>3.1</b> : Mantar ekstraktlarının toplam antioksidan aktiviteleri.....	29
<b>3.2</b> : Mantar ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak yüzde DPPH inhibisyonu. ....	30
<b>3.3</b> : Mantar ekstraktlarının 760 nm' deki absorbanları .....	31
<b>3.4</b> : Mantar türlerinin gallik aside eş değerkonsantrasyonları.....	31
<b>3.5</b> : Mantar türlerinin metanol ekstraktlarının inhibisyon zon ortalamaları (mm). ....	32

## SEMBOL LİSTESİ

- ABD:** Amerika Birleşik Devletleri
- ABTS:** (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
- BHA:** Bütillenmiş hidroksianisol
- BHT:** Bütillenmiş hidroksitoluen
- CAT:** Katalaz
- DMSO:** Dimetil Sülfoksit
- DPPH:** 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
- FCR:** Folin-Ciocalteu Reaktifi
- FRAP:** Ferric reducing antioxidant power
- GAE:** Gallik Asit Eşdeğeri
- LDL:** Düşük dansiteli lipoprotein
- MHA:** Mueller Hinton Agar
- MHB:** Mueller Hinton Broth
- MIC:** Minimum inhibitory concentration
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:** Sodyum karbonat
- ORAC:** Oxygen radical absorbance capacity
- PAUMMER:** Pamukkale Üniversitesi Mantar Araştırma ve Uygulama Merkez Laboratuvarı
- PG:** Propil gallat
- RAT:** Reaktif Azot Türleri
- RCS:** Reaktif klorür türleri
- ROS:** Reaktif Oksijen Türleri
- ROT:** Reaktif Oksijen Türleri
- ROT:** Reaktif Oksijen Türleri
- SOD:** Süperoksit dismutaz
- TBHQ:** Tersiyer hidroksiquinon
- TPC:** Total phenolic content
- WHS:** The Women's Health Study (Kadın Sağlığı Araştırması)

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım ayrıca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Kutret GEZER'e ve sayın Öğr. Gör. Oğuzhan KAYGUSUZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmasını maddi olarak destekleyen Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım. Son olarak bu süreç içerisinde yanımda olan ve desteğini hissettiren çalışma arkadaşlarıma ve aileme de en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2014

Yeliz SALDIR

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Mantarların genel özellikleri

Mantarlar oldukça uzun ve ilginç bir tarihe sahiptir. Yaklaşık 300 milyon yıl öncesine ait fosilleşmiş odunlarda bulunmuş mantar türleri mevcuttur. Tarih öncesi insanlar mantarları yiyecek olarak doğadan toplamışlardır. *Terfezia arenaria* (Moris) Trappe, İncil’de “Cennet ekmeği” ya da “Yahudilerin kudret besini” olarak tanımlanmıştır (Pegler, 2002).

Mantarlar, yüzyıllar boyunca yiyecek olarak tüketildiği gibi birçok hastalığı tedavi etmek amacıyla ilaç olarak da kullanılmıştır. Son yıllardaki bilimsel çalışmalar, mantarlar tarafından üretilen bileşenlerin terapötik (tedavi edici) özelliklere sahip olduğunu göstermiştir (Öztürk ve Çopur, 2009). Tıbbi mantarlar batı ülkelerinde son birkaç on yıldır kullanılırken, Asya ülkelerinde çok uzun zamandır geleneksel olarak kullanılmaktadır. (Lindequisit ve diğ., 2005). Asya’da mantarlar geleneksel Çin tıbbında 3000 yıldan daha fazla zamandan beri hastalıklardan korunma ve tedavi amacıyla kullanılmışlardır (Chang, 2006; Lindequisit ve diğ., 2005).

Tarihte tıbbi mantar türleri, ölü ya da yaşayan ağaçlar veya ağaç döküntülerinin olduğu ormanlık alanlardan toplanmıştır. Bu mantarların tıbbi etkilerinden faydalanmak için onların sıcak su ekstraktları ve toz formları kullanılmıştır. Doğadan toplanan tıbbi özelliğe sahip mantarların sap ve şapkası, sporları, miselleri, ekstratı ya da farklı kısımlardan izole edilmiş içerikleri tıbbi olarak insanlar tarafından kullanılmıştır (Chang, 1996).

Dünya üzerinde 1,5 milyon mantar türü vardır fakat bunlardan sadece %10 u bilinmektedir (Hawksworth, 2001). 5.000 yenilebilir mantar türü vardır (Öztürk ve Çopur, 2009). Mantarlar insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Taze bir mantar yaklaşık olarak %90 oranında su içermektedir. Ayrıca kalp ve damar hastaları için tavsiye edilen yiyeceklerin başında mantarlar gelmektedir. Mantarda bulunan protein miktarı türe göre değişmekle beraber 100 g mantarda 3-8 g'dır. Mantar proteinin %70'i hazmedilebilir niteliktedir ve mantarlarda kolesterol bulunmaz. Ayrıca alınan bu protein vücutta depolanmaz ve günlük aktivitelerde kullanılır. Hayvansal proteinin ise %30-40 kadarı sindirilebilir. Özellikle etle alınan proteinin fazlası vücutta kolesterol olarak damar içlerinde birikmeye başlar. Protein birikmesi özellikle kalp ve damar hastalıkları olan kişiler için sakıncalı ve risklidir (Özdemir, 2010).

Mantarların karbonhidrat ve yağ içerikleri diğer besinlerin çoğuna göre düşük seviyede bulunur ve bu yüzden sağlıklı bir beslenme diyeti için aranan özelliklere sahiptirler (Diyabalanage ve diğ., 2008).

Mantarlar besleyici olmalarının yanı sıra içerdikleri biyolojik aktif maddelerle de tanınmaktadır (Smith ve diğ., 2002). Özellikle tıbbi etkilerden sorumlu olan kompleks polisakkaritler bakımından zengindir (Öztürk ve Çopur, 2009). Mantarların sap ve şapka, bazen de misel ve sporları tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Yapılmış olan çalışmalarda tıbbi mantarlardan elde edilen etken maddelerin (*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst.'dan elde edilen ganomisin, *Lentinus edodes* (Berk.) Singer' den elde edilen lentinan gibi) %85'inin mantarların sap ve şapka kısımlarından elde edildiğini göstermiştir. Bu mantar ürünlerinin yaklaşık olarak %15'i ise mantar misellerinden elde edilmiştir (Cheung, 2008). Çok az kısmı ise *G. lucidium* mantarının sporları ile ilgili çalışmalardır (Sliva ve diğ., 2003).

Mantarlar esansiyel aminoasit içerikleri bakımından zengindirler. Başta fosfor ve potasyum olmak üzere ihtiyaç duyulan minerallerin çoğunu bulundurlar. Tiyamin (B1), riboflavin (B2), niyasin, biyotin ve askorbik asit (C vitamini) gibi vitaminlerin kaynağıdır. Özellikle şapkalı mantar türleri B1 (tiyamin), B2 (riboflavin), B3 (pantotenik asit), B5 (nikotinik asit), B7 (biothin) ve C (askorbik

asit) vitamini yönünden zengindirler. Ayrıca bu mantarlar folik asit bakımından da zengindir. Bazı türler fark edilebilir miktarda  $\beta$ -karoten ve ergosterol içerirler. Yağ seviyeleri genelde düşük olup kuru mantarın yaklaşık %2-8'ini oluşturur. Kolesterol içermezler ve kalori değerleri düşüktür. Yenilen mantarlar sağlıklı yaşamayı amaçlayan birçok insan için ve özellikle de vejetaryenler için önemli bir besin kaynağıdır (Smith ve diğ., 2002).

Tıbbi mantarlar kalp, beyin, karaciğer ve akciğer koruyucu, bağışıklık sistemini güçlendirici, akne, adet düzensizliği, alzheimer, anoraksiya, astım, bronşit, depresyon, eklem romatizması, epilepsi, hemoroit, hipertansiyon, kanser, kireçlenme, kronik hepatit, katarakt, obezite, gut, nezle, rinit, retinal pigment dejenerasyonu, saç dökülmesi, nefrit, nevrastenî, ülser ve uykusuzluk gibi birçok hastalığın tedavisinde etkili olduğu belirtilmiştir (Ooi 2000, Chen ve diğ., 2004; Liu ve Zhang, 2005).

#### Mantarların tıbbi özellikleri:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1) Anti-bakterial               | 11) Toksik maddelerden arındırıcı          |
| 2) Anti-parazitik               | 12) Kardiyovasküler güçlendirici           |
| 3) Anti-viral                   | 13) Kan basıncı düzenleyici                |
| 4) Anti-tümör                   | 14) İmmün sistem güçlendirici ve modülatör |
| 5) Anti-enflamatuar             | 15) Cinsel gücü artırıcı                   |
| 6) Anti-oksidan                 | 16) Stres azaltıcı                         |
| 7) Anti-diabetik                |  |
| 8) Kolesterol ve Lipit azaltıcı |  |
| 9) Karaciğer koruyucusu         |  |
| 10) Böbrek koruyucusu           |  |

## 1.2 Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres

Serbest radikaller, vücutta metabolizma sırasında meydana gelen son derece etkin kimyasal ürünlerdir. Biyolojik sistemlerdeki en önemli serbest radikaller oksijenden oluşan radikallerdir ve bunlara reaktif oksijen türleri (Reactive Oxygen Species, ROS) adı verilmektedir (Gülbahar, 2007).

Vücutta doğal metabolik yollarla oluşan serbest radikaller normalde radikal parçalayan antioksidan sistemlerle ortadan kaldırılmaktadır. Ancak, çeşitli nedenlerle reaktif oksijen türlerinin artması ve antioksidan mekanizmaların yetersiz kalması sonucu oksidatif stres adı verilen bir dizi patolojik olay meydana gelmektedir (Atmaca ve Aksoy, 2009).

Serbest radikaller, dış atomik orbitallerinde bir veya daha fazla çift oluşturmamış elektron içeren yüksek enerjili, stabil olmayan bileşiklerdir. Bu çiftlenmemiş elektron serbest radikallere büyük bir reaktivite kazandırarak protein, lipid, DNA, nükleotid ve koenzimler gibi birçok biyolojik materyale zarar vermelerine neden olmaktadır. Bu zararın yaşlanmayı teşvik ettiği ve ayrıca kalp-damar hastalıkları, çeşitli kanser türleri, katarakt, bağışıklık sisteminde zayıflama, sinir sistemi dejeneratif hastalıkları gibi birçok hastalığa sebep olduğuna dair bilgiler bulunmaktadır (Diplock,1998). Ayrıca serbest radikaller yiyeceklerin renginin, tadının, yapısının ve besin değerinin bozulmasında da büyük bir rol oynarlar (Gezer ve diğ., 2006).

Çavdar ve diğ., (1997), reaktif oksijen partiküllerinin kaynaklarını şu şekilde vermişlerdir;

#### A- Normal biyolojik işlemler

1 - Oksijenli solunum

2 - Katabolik ve anabolik işlemler

#### B- Oksidatif stres yapıcı durumlar

1 - İskemi - hemoraji - travma - radyoaktivite - intoksikasyon

2 - Ksenobiotik maddelerin etkisi

a-) İnhale edilenler

b-) Alışkanlık yapan maddeler

c-) İlaçlar



3 - Oksidan enzimler

a-) Ksantin oksidaz

b-) İndolamin dioksigenaz

c-) Triptofan dioksigenaz

d-) Galaktoz oksidaz

e-) Siklooksigenaz

f-) Lipooksigenaz

g-) Monoamino oksidaz

4 - Stres ile artan katekolaminlerin oksidasyonu

5 - Fagositik inflamasyon hücrelerinden salgılanma (nötrofil, monosit, makrofaj, eosinofil, endotelial hücreler)

6 - Uzun süreli metabolik hastalıklar

7 - Diğer nedenler: Sıcak şoku, güneş ışını ve sigara

C - Yaşlanma süreci

Biyolojik sistemlerde serbest radikaller en fazla elektron transferi sonucu oluşmaktadır ve reaktif oksijen türleri, reaktif nitrojen türleri ve diğer reaktifler olmak üzere üç gruba ayrılır. Biyolojik sistemlerdeki en önemli serbest radikaller oksijenden oluşan radikallerdir (Kayış, 2010).

**Tablo 1.1** Oksidatif strese neden olan reaktif türler (Halliwell, 2001; Cooper ve diğ., 2002)

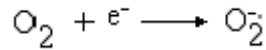
Reaktif Oksijen Türleri (ROT)		Reaktif Azot Türleri (RAT)		Reaktif klorür türleri (RCS)	
Radikaler	Non-Radikaler	Radikaler	Non-Radikaler	Radikaler	Non-Radikaler
Süperoksit ( $O_2^{\cdot-}$ )	Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ )	Nitröz oksit $NO^{\cdot}$	Nitröz asit ( $HNO_2$ )	Atomik klor ( $Cl^{\cdot}$ )	Hipokloröz asit ( $HOCl$ )
Hidroksil ( $OH^{\cdot}$ )	Hipobromöz asit ( $HOBr$ )	Azot dioksit $NO_2^{\cdot}$	Nitrozil katyonu ( $NO^+$ )		Nitril klorür ( $NO_2Cl$ )
Hidroperoksil ( $HO_2^{\cdot}$ )	Ozon ( $O_3$ )		Nitroksil anyonu ( $NO^{\cdot}$ )		Kloraminler
Lipid peroksil ( $LOO^{\cdot}$ )	Singlet oksijen ( $O_2^1$ )		Diazot tetraoksit ( $N_2O_4$ )		
Lipid alkoksil ( $LO^{\cdot}$ )	Lipid peroksitler ( $LOOH$ )		Diazot trioksit ( $N_2O_3$ )		
Alkoksil $RO^{\cdot}$	Maillard reaksiyonu ürünleri		Peroksinitrit ( $ONOO^{\cdot}$ )		
Nitrik oksit $NO^{\cdot}$	Peroksinitrit $ONOO^-$		Peroksinitröz asit ( $ONOOH$ )		
Peroksil $RO_2^{\cdot}$	Hipokloröz Asit $HOCl$		Nitril katyonu ( $NO_2^+$ )		
Hidroperoksil $OOH^{\cdot}$			Alkil peroksinitritler ( $ROONO$ )		
			Nitril klorür ( $NO_2Cl$ )		
			Dinitrojen trioksit $N_2O_3$		

## 1.2.1 Reaktif Oksijen Türleri (ROT)

### 1.2.1.1 Süperoksit ( $O_2^{\cdot-}$ )

Canlılarda oluştuğu belirlenen ilk radikal süperoksit anyon radikalidir (Cathcart, 2004). Süperoksit radikali moleküler oksijenin indirgenmesinde ara basamaktır. Oluştığı yerden fazla uzağa yayılamaz. Bu radikalin moleküler düzeyde önemli özelliği, sekonder olarak ürettiği radikallerdir. Süperoksit radikali doğal oksijen molekülünün başka bir molekülden elektron almış halidir (Memişoğulları, 2005). Süperoksit radikali oksijenli (aerobik) solunum yapan hücrelerde sık sık oluşmaktadır. Fakat daha çok mitokondrideki enerji üretimi sırasında elektron

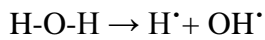
transfer sistemlerinde elektron sızıntısı sonucu meydana gelir. Bunun yanı sıra enzimatik ve enzimatik olmayan yollarla da meydana gelebilir (Halliwell ve diğ., 1992). Moleküler oksijenin (O<sub>2</sub>) bir elektron transferi sonucu indirgenmesi ile kararsız bir yapı olan O<sub>2</sub><sup>•-</sup> radikali oluşur. *In vivo*; adrenalin, flavin nükleotidleri, tiyol içeren bileşikler, glukoz ile demir ve bakır gibi geçiş metallerinin oksijene etkisiyle meydana gelmektedir (Çaylak, 2011).



**Şekil 1.1** Süperoksit radikali

### 1.2.1.2 Hidroksil (OH<sup>•</sup>)

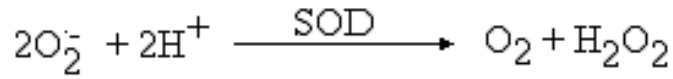
Moleküler oksijene üç elektron transferi ile meydana gelir. Serbest radikallerin çoğu zararlı etkileri hidroksil radikali ile oluşur. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub><sup>•-</sup> bir veya daha fazla çiftleşmemiş elektron taşıyan ve serbest radikal karakterli geçiş metalleri ile reaksiyona girerek ya da diğer etkilerle hidroksil radikalini oluştururlar (Çaylak, 2011). Serbest radikaller arasında en reaktif ve en sitotoksik olanı hidroksil radikalidir. Yarılanma ömrü çok kısadır ve oluştuğu yerde büyük hasara neden olur (Ohkawa ve diğ., 1979).



**Şekil 1.2** Hidroksil radikali

### 1.2.1.3 Hidrojen Peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

O<sub>2</sub><sup>•-</sup>ye bir elektron transferi (süperoksit dismutasyonu) ya da O<sub>2</sub>'ye iki elektronun eklenmesi (indirgenme) ile veya glikolat oksidaz ve D-amino asit oksidaz ile direkt olarak meydana gelir (Çaylak, 2011).



**Şekil 1.3** Hidrojen peroksit

#### 1.2.1.4 Singlet Oksijen ( $\text{O}_2^1$ )

Oksijen elektronlarından birinin dışarıdan enerji alması sonucu kendi dönüş yönünün tersi yönde olan farklı bir yörüngeye yer değiştirmesi neticesi oluşabileceği gibi; süperoksit radikalının nitrik oksit ile reaksiyonu ve hidrojen peroksitin hipoklorit ile reaksiyonu sonucunda da oluşabilir (Çaylak, 2011).

### 1.3 Antioksidanlar

Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek veya mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini engelleyen ve yapısında genellikle fenolik fonksiyon taşıyan moleküllerdir (Kahkönen ve diğ., 1999; Nagai ve diğ., 2005).

Antioksidan savunma mekanizmaları (Sarıkaya ve diğ., 2009):

- 1) Radikal metabolit üretiminin önlenmesi,
- 2) Üretilmiş radikallerin temizlenmesi (detoksifikasyon)
- 3) Hücre deformasyonunun onarılması
- 4) Sekonder radikal üreten zincir reaksiyonlarının durdurulması
- 5) Endojen antioksidan kapasitesinin artırılması

Organizmaların hemen hemen tamamı serbest radikallerin zararlarına karşı süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) gibi oksidatif enzimlerle yada  $\alpha$ - tokoferol, askorbik asit, karotenoidler, polifenoller ve glutatyon ile iyi korunmaktadırlar (Mau ve diğ., 2002).

### 1.3.1 Antioksidanların sınıflandırılması

Antioksidanlar doğal ve yapay antioksidanlar olarak sınıflandırılabilir. En önemli doğal antioksidanlar tokoferoller, flavonoidler, fenolik asitler, vitamin C, karotenoidler, polifenoller ve selenyumdur. Son zamanlarda gıda kimyası ve koruyucu tıbbın bitki kaynaklı doğal antioksidanlara karşı ilgisi artmaktadır. Bunun nedeni sentetik antioksidanların (BHA ve BHT gibi) kanserojen olduklarının düşünülmesidir (Madhavi ve diğ., 1995). Ayrıca, antimikrobiyal olarak nitrit, nitrat, benzoik asit, sorbik asit, kükürt dioksit kullanılmaktadır. Nitrat ve nitrit insan metabolizması sonucu ortaya çıkan ürünleridir ve vücutta birikerek reaktif azot türlerine (RNS) dönüşmektedir. RNS de ROS gibi biyomoleküllerle reaksiyona girerek romatizmal hastalıklar, parkinson, kanser gibi hastalıklara sebep olmaktadır (Kotsonis ve diğ., 2001). Antibakteriyal benzoik asit ve benzoik asit türevlerinin kullanımı ise nörolojik hastalıklara neden olmakta ve kanserojen oldukları bilinmektedir. Bu amaçla gıda sanayiinde kullanılan kimyasal maddelerin çoğu toksik, nörolojik dejenerasyon, kanserojen gibi istenilmeyen etkilere sahiptirler (Türk Gıda Kodeksi, 1997).

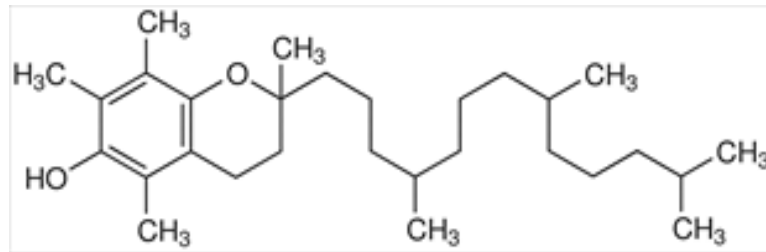
Gıdaların hazırlanması ve tüketilmesi sırasında ortaya çıkan en önemli değişikliklerden biri oksidasyondur. Antioksidanlar gıdanın temel maddesi olan lipidlerin oksidasyonunu önleyerek ürün kalitesini korumaya yardımcı olurlar. Bu amaçla uzun yıllar gıda sektöründe BHA (butilat hidroksianisol), BHT (butilat hidroksitoluen), propil gallat (PG), tersiyer hidroksiquinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar ile  $\alpha$ -tokoferol asetat,  $\beta$ -karoten ve Vitamin C gibi doğal antioksidanlar yaygın olarak kullanılmıştır. Sentetik antioksidanlarının insan sağlığı üzerinde toksik etkilerinin olabileceğinin bildirilmesi ve bu nedenle kullanımlarına sınırlama veya yasaklama getirilmesi; sağlık otoritelerinin bitkisel antioksidanları güvenilir ürünler olarak açıklamaları ve bilinçli tüketicilerin doğal ürünleri tercih etmeleri bitkisel ürünlerin kullanımını gündeme getirmiştir. Yapısında flavonoidler, fenolik bileşikler ve onların türevleri olan bitkisel ürünlerin otooksidasyonu önlemede etkili oldukları ortaya konmuş ve etki mekanizmaları serbest radikalleri temizleme, metal iyonlarla bileşik oluşturma, oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma şeklinde açıklanmıştır. Ayrıca bu bileşikler aromatik halkalarının hidroksil

gruplarındaki hidrojeni vererek besin maddelerinin serbest radikallerce okside olmalarını engellerler (Malayoğlu, 2010).

### 1.3.1.1 Doğal antioksidanlar

#### 1.3.1.1.1 Tokoferoller

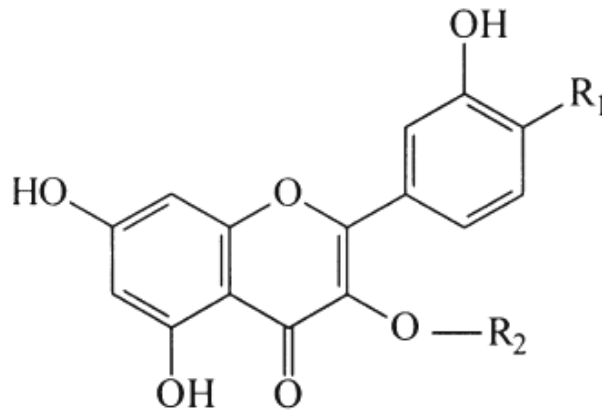
Tokoferoller, yağda çözünebilen en güçlü doğal antioksidantlardır (İşleroğlu ve diğ., 2005). Bu gruptaki en önemli antioksidan E vitamininin en aktif formu olan  $\alpha$ -tokoferoldür (Can ve diğ., 2005). Alfa tokoferol ısıya ve asitlere oldukça dayanıklıdır. Diğer tokoferoller gıdaların ısıtılma, pişirilme, dondurulma işlemleri esnasında tahrip olur. Serbest radikallerin daha fazla serbest radikal üretmesine yol açan zincirleme reaksiyonunu durdurur, hücre içeriği ve membranını tahribattan korur, düşük dansiteli lipoprotein (LDL) oksidasyonunu önleyerek kalp hastalığı riskini azaltır. "The Women's Health Study (WHS)" kardiyovasküler hastalık insidansına etkisi olmadığı halde kardiyovasküler ölümlerde azalma saptamış, hemorajik inmede artış görülmemiştir. Sigara içen erkeklerde prostat kanseri riskinde (muhtemelen kolorektal kanser riskinde de) azalma, anjina ve trombotik inme riskinde azalma; subaraknoid kanama ve hemorajik inme riskinde artış görülmüştür. Yaşa bağlı katarakt üzerine vitamin E etkisi gösterilmemiştir. Tereyağı, margarin, sıvı yağlar, tavuk, yumurta, kırmızı et, fasulye, tahıl ve sebze-meyve doğal kaynaklarıdır. Eksikliği ve fazlalığı nadiren görülür (Öz ve Kılıçarslan, 2012).



Şekil 1.4  $\alpha$ -tokoferol

### 1.3.1.1.2 Flavonoidler

Flavonoidler, bitki polifenollerinin en sık karşılaşılan grubunu oluşturur; meyve ve sebzelere tat ve renk verirler. 5.000'den fazla sayıda flavonoid tanımlanmıştır. Ana molekül üzerinde bulunan temsilcilerin yerine göre, flavonoidlerin 6 ana alt grubu içinde flavonoller, flavononlar, flavonlar, flavonoller, flavon-3-oller ve izoflavonlar bulunur. Birçoğu, meyve, sebze ve içeceklerin (çay, kahve, bira, şarap ve meyve suları) içinde oluşan 4000'ün üzerinde flavonoid saptanmıştır. Flavonoidler, insan sağlığı üzerindeki faydalı potansiyel etkilerinden dolayı, son zamanlarda büyük bir ilgi uyandırmıştır. Flavonoidlerin, antiviral, antiallerjik, antiplatelet, antiinlamatuar, antitümör ve antioksidan etkilerinin olduğu rapor edilmiştir. Bazı çalışmalar, kardiyovasküler hastalıklar ve kanserde flavonoid tüketiminin koruyucu etkilerini desteklemektedir (Tanwar ve Modgil, 2012).

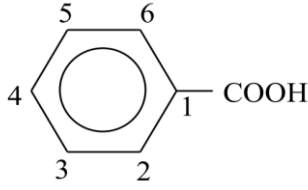


Şekil 1.5 Flavonoidlerin genel yapısı

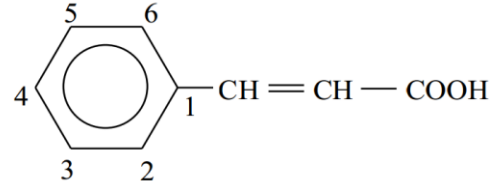
### 1.3.1.1.3 Fenolik asitler

Fenolik asitler, bitkilerdeki en basit fenolik bileşenlerdir. Fenolik asitler hidroksibenzoik (Şekil 1.7) ve hidroksinamik (Şekil 1.6) asitleri içeren bir grup oluştururlar. Hidroksibenzoik asitler C6-C1 fenil metan yapısında olup, bitkisel gıdalarda genelde az miktarda bulunurlar. Bunlar gallik asit, vanilik asitler gibi asitlerdir. Hidroksisinnamik asitler ise C6-C3 fenilpropan yapısındadırlar. Fenilpropan halkasına bağlanan OH- grubunun konumu ve yapısına göre farklı

özelliik gösterirler. Çok yaygın bulunanları; kafeik asit, ferulik asit, *p*-kumarik asit ve *o*-kumarik asitlerdir (Yavaşer, 2011).



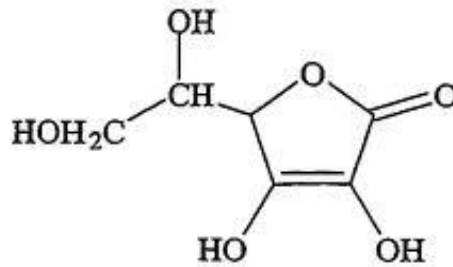
Şekil 1.6 Hidroksibenzoik asit



Şekil 1.7 Hidroksisinnamik asit

#### 1.3.1.1.4 Askorbik asit (C Vitamini)

Kimyasal adı askorbik asit olan bu vitamin, cilt ve bağ dokularının önemli bileşikleri olan proteinlerin ve kollajenin normal oluşumu için gereklidir. Özellikle turunçgil meyveleri başta olmak üzere, çeşitli sebzelerde bol miktarda, hayvansal ürünlerde ise; sadece süt ve ciğerde, fakat düşük düzeyde bulunmaktadır. Askorbik asit, güçlü antioksidan özelliğe sahip ve insan sağlığı için gerekli vitaminlerdendir (Kalt ve diğ., 1999). Eksikliğinde kapillar duvarların kırılğanlığı, dişlerin gevşemesi ve eklem hastalıkları görülür (Cemeroğlu, 2009). DNA'ya zarar veren serbest radikalleri indirgemesinin yanında (Fraga ve diğ., 1991) katarakta neden olan oksidanları etkisiz hale getirmekte (Mares-Perlman, 1997) ve hücrenel faaliyet bozukluklarını da önlemektedir (Lehr ve diğ., 1995).

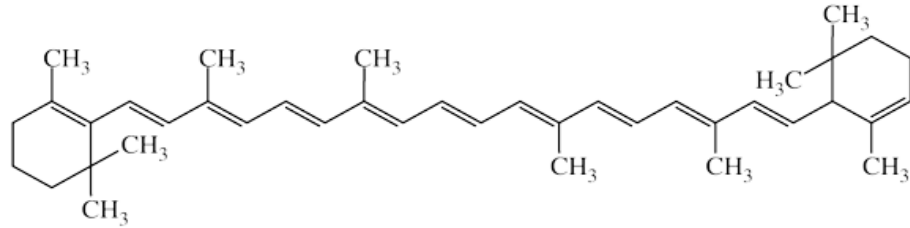


Şekil 1.8 Askorbik asit



### 1.3.1.1.5 Karotenoidler

Bitkilerde ve hayvansal dokularda bulunan kırmızı-sarı pigmentlerdir. Karotenoidlerin bitkilerde çiçek ve meyvelere rengini verme ve fotosenteze yardımcı pigment olmak üzere iki ana fonksiyonu vardır. Karotenoidler oldukça kompleks yapıları moleküllerdir, sekiz tane beş karbonlu izoprenoid biriminin bir araya gelmesiyle oluşan 40 C'lu polienlerdir. Doğada karotenoidlerin çoğu antioksidan aktivite göstermektedir (Çöllü, 2007). Gıdalarda bulunan en önemli karotenoidler  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten, likopen, lutein ve  $\beta$ -kriptoksantindir.  $\beta$ -Karoten, vücutta A vitaminine dönüştürülmektedir. Sarı-turuncu renkli meyve ve sebzeler, koyu yeşil renkli sebzeler karotenoid kaynağı gıdalar olarak gösterilmektedir (Can ve diğ., 2005).



Şekil 1. 9 Beta karoten

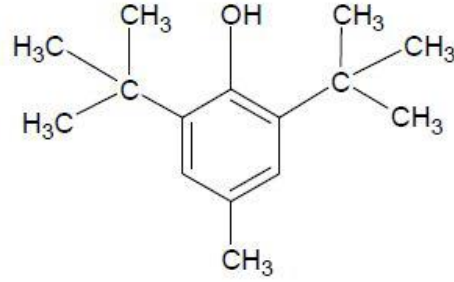
### 1.3.1.2 Yapay antioksidanlar

Sentetik antioksidanlar yiyeceklerin bozulmadan uzun süre saklanabilmesinde kullanılmaktadırlar. En yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidanlar butillenmiş hidroksidi anisol (BHA), butillenmiş hidroksidi toluen (BHT) ve üçüncü dereceden butillenmiş hidroksikinon (TBHQ)'dur (Türkoğlu ve diğ., 2006).

#### 1.3.1.2.1 Butillenmiş hidroksitoluen (BHT)

BHT oda sıcaklığında katı haldedir, erime noktası 70 °C'dir. (Pardee, 1944; Chang ve Maurey, 1985). Hayvansal ve bitkisel yağlarda çözünebilir fakat suda çok az çözünen bir maddedir. BHT gıdalarda, hayvan yemlerinde, petrol ürünlerinde,

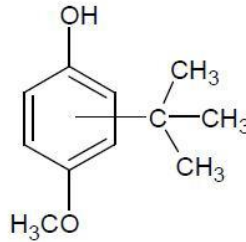
sentetik kauçuklarda, plastiklerde, hayvansal ve bitkisel yağlarda ve sabunlarda kullanılır (Merck, 1996).



Şekil 1.10 BHT (Bütillenmiş hidroksitoluen)

#### 1.3.1.2.2 Bütillenmiş hidroksianisol (BHA)

BHA, 2- tersiyer-bütül-4-hidroksianisol ve 3-tersiyer-butül-4-hidroksianisol karışımıdır. Beyaz katı bir yapıya sahip, hem hayvansal hem de bitkisel yağlarda çözünebilen ancak suda çok az çözünen bir antioksidandır. Bu antioksidanın gıdalarda kullanımına ilk olarak 1948 yılında ABD’de izin verilmiş olup günümüzde pek çok ülkede gıda olarak tüketilen katı ve sıvı yağlarda kullanılmaktadır. Yapısındaki hidroksil grubuna karşı orto veya meta pozisyonunda yer alan tersiyer -bütül grup nedeni ile BHA’ya ‘engelleme fenol’ adı verilmektedir. Bu sterik engellemenin, tersiyer bütül grubun fenolik yapının antioksidatif aktivitesi ile girişim meydana getirmesi ve bu nedenle BHA’nın bitkisel yağlarda etkisinin az olmasına neden olduğu öne sürülmektedir (Anonim, 2014).



Şekil 1.11 BHA (Bütillenmiş hidroksianisol)

#### 1.4 Mantarların Antimikrobiyal Özellikleri

Günümüze değin yapılan bilimsel araştırmalar sonucu bazı makromantar türlerinin antibakteriyal, antifungal, antiviral ve antiprotozoal özellik gösteren çeşitli kimyasal bileşiklere sahip oldukları belirlenmiştir. Organizma yaşadığı ortamda varlığını sürdürebilmek ve çevresindeki rekabetçi türlere üstünlük sağlayabilmek için bu tür kimyasallara ihtiyaç duymaktadır. Bu kimyasalların etki düzeyleri zayıf veya kuvvetli olabilmektedir fakat henüz eczanelerde makromantarlardan izole edilerek satışa sunulmuş herhangi bir antibiyotik özellikli ilaç bulunmamaktadır. Kullanılan antibiyotiklerin pek çoğı mikromantarlardan ve aktinomisetlerden izole edilerek hazırlanmaktadır. Ancak, son dönemde üzerinde önemle durulan ve bilinen antibiyotiklere karşı direnç göstererek özellikle hastanelerde tedavi gören kişilerde ölümlere yol açabilen metisiline dirençli *Staphylococcus aureus*'a karşı *Ganoderma lucidum pfeiffer Bres.*'in sentezlediğı ganomisinin etkili olduğı ve bu bakterinin üremesini engellediğı ortaya konulmuştur. Fungal organizmaların sahip oldukları antimikrobiyal aktivite düzeylerinin sekonder metabolizma ürünleri ile olduğı bilinmektedir (Kalyoncu ve diğ., 2010). Makrofungusların antimikrobiyal etkilerine, fungal yapıda sentezlenen ve ekseriyetle organizmaya has bazı fenolik bileşikler, purinler, pirimidinler, kuinonlar, terpenoidler ve fenil proponoid türevi antagonistik maddeler neden olmaktadır (Benedict ve diğ., 1983).

## 1.5 Literatür

Son zamanlarda yapılan çalışmalar ticari olarak yetiştirilen mantarların toplam fenolik içerik ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi üzerine odaklanmıştır. Siyah, kırmızı ve yahudi kulağı mantarlarının metanolik ekstraktlarının lipid peroksidasyonu üzerinde inhibitör etkisi, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikal süpürücü etkisi, hidroksil radikal süpürücü etkisi, güçlü indirgeyici güce sahip olduğu ve demir iyonlarını şelatlama kapasitesi olduğunu belirlemiştir (Mau ve diğ., 2001a).

Japonya'da 150 Japon mantarının saf etanol ekstraktının metil linoleat sistemindeki peroksit değeri kullanılarak antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Özellikle *Suillus sp.* cinsine ait olanların kontrole göre peroksit değeri %80'den daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kasuga ve diğ., 1993).

Benzer bir çalışma da *Dictyophora indusiata*, *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers., *Tricholoma giganteum* Masee, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, *Pleurotus cystidiosus* O.K. Mill. ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarının antioksidan özelliklere sahip olduğunu tespit edilmiştir (Yang, ve diğ., 2002; Mau ve diğ., 2002). Ayrıca çalışmada çoğu mantar DPPH ve hidroksil radikali süpürücü etkiye, lipid peroksidasyonu ve şelat metalleri inhibe etkisine ve indirgeyici güce sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Mau ve diğ. (2002) yapmış oldukları çalışmada *Dictyophora indusiata*, *G. frondosa*, *H. erinaceus* ve *T. giganteum* mantarlarının metanolik ekstraktları mükemmel indirgeyici, süpürücü ve demir iyonlarında şelatlayıcı etkiye sahip polifenollerin büyük doğal antioksidan içeriklere sahip olduğunu yapılan çalışma ile belirlenmiştir.

Tricholomataceae familyasına ait olan *Agrocybe cylindracea* (DC.) Maire (Tsai ve diğ., 1972) ve *Hypsizygus marmoreus* (Peck) H.E. Bigelow'u içeren diğer

yenilebilir mantarlarda da benzer antioksidan özelliklere sahip oldukları rapor edilmiştir (Lee ve diğ., 2007).

Çin’de yaygın olarak tüketilen *L. edodes* (shiitake mantarı), *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer ve *Volvariella volvacea* (Bull.) Singer (saman mantarı) mantarlarının metanol ve su ekstraktlarının güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Cheung, 2001; Cheung ve diğ., 2003).

Lo ve Cheung’un (2005) yapmış olduğu çalışmada Bolbitiaceae familyasına ait olan *Agrocybe aegerita* (V. Brig.) Singer mantarının güçlü antioksidan etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Yine Elmastaş ve diğ. (2007) yapmış oldukları çalışmada 7 yenilebilir yabani mantarın potansiyel antioksidan içerikleri, içerdikleri fenoller, metanol ekstraktlarındaki  $\alpha$ -tokoferol ve  $\beta$ -karoten, serbest radikal süpürücü etkisi, metal şelatlama aktivitesi, süperoksit radikali süpürücü etkisi ve toplam antioksidan aktivitesi belirlenmiştir.

Antioksidan etkiye sahip fenoller diğer mantar türlerinde de bulunmuştur. *Eurotium chevalieri* L. Mangin’den elde edilen flavoglaucin fenolik bir içeriktir. %0.05 konsantrasyonlarda bitkisel yağlarda mükemmel bir antioksidandır (Ishikawa ve diğ.,1984).

*L. edodes* ve *V. volvacea* mantarlarının lipid peroksidasyonunda oluşan peroksit radikalleri gibi serbest radikallere karşı antioksidan aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Cheung ve diğ., 2003, 2005). Mantar ekstraktlarında bulunan toplam fenolik içerikle antioksidan aktiviteleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Lipid oksidasyonunu inhibe etmesi için mantarların toplam fenolik içeriklerinin indirgeme potansiyeli nedeniyle mantarlar doğal antioksidan potansiyeline sahiptir.

Uşak yöresinde yaygın olarak yetişen 10 mantarın antioksidan aktivitesi, radikal giderim kapasiteleri, aktiviteye sebep olduğu düşünülen fenolik bileşik ve flavonoid içeriği araştırılmıştır. Bu mantarın hem toplam antioksidant aktivite hem

de DPPH radikal giderim kapasitesi bakımından en yüksek inhibisyonu *G. lucidum* ve *Fomes fomentarius* (L.) Fr. 'un gösterdiği tespit edilmiştir. *F. fomentarius* etilasetat özütünün 200 µg'lık konsantrasyonu (%94,68) 100 µg'lık BHA'dan (%94,02) daha yüksek inhibisyon gösterirken 100 µg/ml'lik konsantrasyondaki α-tokoferolle (%94.79) yarışmaktadır. Mantar özütlerinin artan miktarlarıyla antioksidan aktiviteleri de arttığı görülmektedir. Çalışmada mantar özütlerinin toplam fenolik bileşik ve flavonoid miktarları ile antioksidan aktiviteleri arasında doğru bir orantı gözlenmiştir (Türkoğlu ve diğ., 2009).

Gezer ve arkadaşları yabani yenilebilir bir mantar olan *Ramaria flava* (Schaeff.) Quél. 'nin etanol ekstraktının serbest radikal giderme kapasitesi ve antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. *R. flava*'nın DPPH serbest radikal süpürme kapasitesi, β-karoten/linoleik asit sistemi, toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid konsantrasyonu araştırılmıştır. *R. flava*'nın ekstraktı, BHA ve α-tocopherol'ün inhibisyon değerleri 160µg/ml'da sırasıyla %94.7, %98.9 ve %99.2 olarak bulunmuştur. Toplam flavonoid miktarı 8.27±0.28 µg/mg<sup>-1</sup> kuersetin eşdeğeri, toplam fenolik içerik miktarı 39.83±0.32 µg/mg<sup>-1</sup> pirokateşol eşdeğeri olarak bulunmuştur. *Ramaria flava*'nın etanol ekstraktının gram pozitif bakterilere karşı gram negatif bakterilerden ve mayalardan daha iyi antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Saf ekstrakt *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Morganella morganii* ve *Proteus vulgaris*'e karşı antibakteriyal etki göstermezken *Micrococcus flavus*, *Micrococcus luteus* ve *Yersinia enterocolitica*'ya karşı en yüksek antibakteriyal etkiyi göstermiştir. *Candida albicans*'a karşı da herhangi bir aktivite gözlenmemiştir (Gezer ve diğ., 2006).

Yine yapılan bir çalışmada 8 yenilebilir mantar türünün su ekstraktlarının antioksidan ve antibakteriyal aktivitesi test edilmiştir. *Pleurotus australis* Sacc. en yüksek DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikal süpürücü aktivitesi göstermiştir (EC50 4.03mg/mL). *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc., *Bacillus subtilis* ve *Streptococcus epidermidis*'e karşı antibakteriyal aktivite göstermiştir. MIC değeri (minimum inhibitory concentration) sırasıyla 938 ve 469 µg/mL olarak bulunmuştur (Ren ve diğ., 2014).

Elmastaş ve arkadaşları 7 yabancı yenilebilir mantarın antioksidan aktivitesi ve antioksidan içeriğini belirlemişlerdir. *Russula delica* Fr. ve *Verpa conica* (O.F. Müll.) Sw.'nın indirgeme gücü sırasıyla 200 mg/mL'de 1.32 ve 1.22 olarak bulunmuştur bu değerler iyi antioksidan etki gös mükemmeldir. *V. conica*, *Boletus badius* Pers. ve *R. delica*'nın süperoksit radikali süpürme kapasitesi diğer mantarlardan daha iyidir.

Elmastaş ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada BHA > a-tocopherol > *Lepista nuda* (Bull.) > *Russula delica* > *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. > *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. > *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach > *Verpa conica* > *Boletus badius* mantarlarının 180 mg/mL konsantrasyonda sırasıyla 97.4, 95.4, 91.3, 86.1, 82.8, 81.3, 77.5, 75.7 ve 68.7 olarak tespit edilmiştir. Mantarların metal süpürücü etkisi sırasıyla *Verpa conica* > *Lepista nuda* > *Russula delica* > *Boletus badius* > *Polyporus squamosus* > BHT > *Pleurotus ostreatus* > *Agaricus bisporus* > BHA > a-tocopherol olarak belirlenmiştir (Elmastaş ve diğ., 2007).

Özyürek ve arkadaşları üç yabancı yenilebilir mantarın (*Terfezia boudieri* Chatin, *Boletus edulis* ve *Lactarius volemus*) mikrodalga ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktlarının antioksidan ve antiradikal özelliklerini araştırmışlardır. Toplam antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik içeriği en yüksek *Boletus edulis* türünde tespit edilmiştir (Özyürek ve diğ., 2014).

Habeşistan'dan toplanan beş yabancı mantar *Laetiporus sulphureus*, *Agaricus campestris*, *Termitomyces clypeatus*, *Termitomyces microcarpus* ve *Termitomyces letestui* ve iki kültür mantarının *Pleurotus ostreatus* ve *Lentinula edodes* antioksidan aktiviteleri analiz edilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği 14.6 mg GAE/g ve toplam flavonoid içeriği 1.97 mg CE/g olmak üzere en yüksek antioksidan aktiviteyi *Agaricus campestris* göstermiştir (Woldegiorgis ve diğ., 2014).

Güneybatı Çin'den toplanan beş yabancı yenilebilir mantarın (*Clitocybe maxima*, *Catathelasma ventricosum*, *Stropharia rugoso-annulata*, *Craterellus cornucopioides* ve *Laccaria amethystea*) antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. *C. ventricosum* en yüksek DPPH radikali süpürme kapasitesi (EC50 değeri 2.86

mg/mL), indirgeme gücü (EC50 değeri 0.96 mg/mL),  $\alpha$ -glukozidaz inhibitör aktivitesine (EC50 değeri 2.74 lg/mL) sahiptir.

*L. amethystea* en düşük  $\alpha$ -amilaz inhibitör aktivitesi (EC50 değeri 4.37 lg/mL) ve metal şelatlama aktivitesi (EC50 değeri 2.13 mg/mL) gösterdiği belirlenmiştir (Liu ve diğ., 2012)

8 yenilebilir mantarın *Agaricus bisporus*, *Boletus edulis*, *Calocybe gambosa*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *Hygrophorus marzuolus*, *Lactarius deliciosus* ve *Pleurotus ostreatus* toplam fenolik ve flavonoid içeriği araştırılmıştır. 100 g kurutulmuş mantar örneklerinde 1-6 g fenolik bileşik ve her bir gram kurutulmuş mantar örneğinde 0.9-3.0 mg flavonoid konsantrasyonu belirlenmiştir. Bütün türler antioksidan özellik göstermekle birlikte *C. cibarius* lipid oksidasyonuna karşı %78 inhibisyon gösterirken, *A. bisporus* en düşük antioksidan aktivite (%10) gösterdiği tespit edilmiştir (Palacios ve diğ., 2011)

*Phaeolus schweinitzii*, *Inonotus hispidus*, *Tricholoma columbetta*, *Tricholoma caligatum*, *Xerocomus chrysenteron*, *Hydnellum ferrugineum*, *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus ostreatus* türlerinin kurutulmuş örneklerinin metanol, sikloheksan, diklorometan ve su ekstraktlarının antioksidan özellikleri DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), FRAP (Ferric reducing antioxidant power), ORAC (Oxygen radical absorbance capacity), TPC (Total phenolic content) yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. *P. schweinitzii* ve *I. hispidus* mantarlarının metanolik ve su ekstraktları yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Mantarların antimikrobiyal etkileri disk difüzyon yöntemine göre belirlenmiş ve *I. hispidus* mantarı yüksek antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Smolskaitė ve diğ., 2014).

Yunanistanın Lesvos adasından 5 yabancı mantar türünün (*Lactarius deliciosus*, *Lactarius sanguifluus*, *Lactarius semisanguifluus*, *Russula delica* ve *Suillus bellinii*) metanolik ekstraktlarının toplam fenolik içeriği, DPPH radikali süpürme kapasitesi, demir iyonu indirgeyici antioksidan gücü ve demir iyonlarını şelatlama kapasitesi araştırılmış. Mantarların toplam fenolik içerikleri 6.0-20.3 mg



GAE/100g eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Bütün türlerin antioksidan özellik gösterdiği belirlenmiştir (Kalogeropoulos ve diğ., 2013).

*Trametes orientalis*'den elde edilen polisakkaritler antioksidan aktivite göstermiştir (Zheng ve diğ., 2014).

Seçilen yabancı yenilebilir Nijerya mantarlarının metanolik ekstraktlarının toplam fenol içeriği, DPPH radikali süpürme aktivitesi belirlenmiştir. *Lactarius deliciosus* en yüksek DPPH radikali süpürme potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. *Lactarius deliciosus* ve *Pleurotus ostreatus* diğer türlere göre en yüksek indirgeme gücüne sahip olduğu belirlenmiştir (Unekwu ve diğ., 2014).

Portekiz yabancı mantarlarından olan *Clitocybe alexandri* ve *Lepista inversa* antioksidan ve antitümör aktivite gösterdiği ortaya konulmuştur (Vaz ve diğ., 2010).

Türkoğlu ve arkadaşları (2006) *Laetiporus sulphureus*' un antimikrobiyal etkisi agar disk difüzyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Mantar yedi gram negatif bakteri, altı gram pozitif bakteri ve bir maya üzerinde denenmiştir. *Laetiporus sulphureus* gram negatif bakterilere karşı çok etkili olmamasına rağmen aralarında *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *Micrococcus luteus* ve *M. flavus*'unda içinde bulunduğu gram pozitif bakterilere karşı güçlü bir inhibisyon etkisi göstermiştir. Ayrıca *Candida albicans* mayasına karşı da iyi bir antimikrobiyal etki göstererek 21 mm'lik bir zon oluşturmuştur (Türkoğlu ve diğ., 2006 a).

*Cantharellus cibarius*' un çeşitli çözenleri kullanılarak yapılan bir çalışmada aralarında 44 bakteri ve mayanın bulunduğu mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkisi denenmiştir. Sonuç olarak *Cantharellus cibarius*' un birçok bakteri ve mayaya karşı çok iyi bir antimikrobiyal etki göstererek bazı antibiyotiklerden dahi daha büyük zonlar elde edilmiştir (Dülger ve diğ., 2004).

Yukarıda bahsedilen mantarlar ile yapılmış olan araştırmalar incelendiğinde bitkilerde olduğu gibi mantarların da özellikle tıbbi etkiye sahip olan mantarların güçlü antioksidan etki gösterdikleri belirlenmiştir. Denizli yöresinden toplanan ve antioksidan ile antimikrobiyal etkileri belirlenen bu türlerin bölgemizde gıda kaynağı olarak kullanımının yaygınlaşması sağlanacaktır.

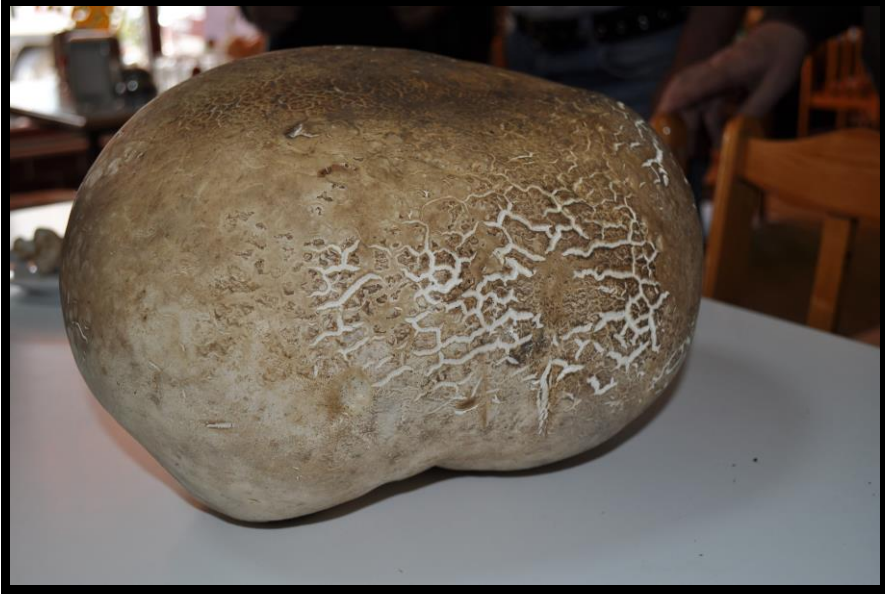
## 1.6 Tezin amacı

Bu alışmada Denizli ilinin güney doğusunda yer alan Gireniz Vadisi'nden toplanan *C. gigantea*, *S. squamosus* ve *M. elatovelutipes* mantarlarının metanol ekstraktlarının toplam antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1 Mantarların örneklerinin toplanması ve kurutulması

Denizli ilinin güney doğusunda yer alan Gireniz Vadisi'nden toplanan *C. gigantea*, *S. squamosus* ve *M. elatovelutipes* mantarlarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması için gerçekleştirilen bu çalışmanın materyalini oluşturan makrofungus örnekleri 2011-2013 yılları arasında toplanılmıştır. Çalışma alanının iklim ve bölge şartları da dikkate alınarak makrofungus örnekleri ilkbahar ve sonbahar aylarını kapsayan dönemlerde genellikle mantarların yetişmesi için uygun olan yerlerden (ormanlık, çalılık vb.) periyodik olarak toplanılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında toplanan mantar örneklerinin fotoğrafları çekildikten sonra morfolojik ve gözleme dayalı ekolojik özelliklerinin yanı sıra yetiştirme yerinin özellikleri ile beraber tarih ve numaralarıyla birlikte arazi defterine kaydedilmiştir. Pamukkale Üniversitesi Mantar Araştırma ve Uygulama Merkez Laboratuvarı'na (PAUMMER) getirilen mantar örneklerinin spor baskıları alınarak kurutma cihazında 40-50°C'de 8-12 saat boyunca bekletilmek suretiyle kurutulmuştur. Daha sonra toplanan mantarların mikroskopik özellikleri teşhis edilmiştir. Teşhisi tamamlanan örnekler, derin dondurucuda -40°C'de 48 saat bekletildikten sonra numaralarıyla birlikte kilitli polietilen torbalar içinde fungaryum materyali haline getirilmiştir.



Şekil 12: *Calvatia gigantea* (Batsch)Lloyd



Şekil 13: *Morchella elatovelutipes* Jacquet.



**Şekil 14:** *Sarcodon squamosus* (Schaeff.) Quél.

## 2.2 Mantar örneklerinin ekstraksiyonu/özütlenmesi

Kurutulan mantar örnekleri 2-5 mm olacak şekilde elle parçalanmış, sonra hesaplanan oranlarda tartılmış ve ağırlıklarının yaklaşık 10 katı kadar metanol çözgeni ilave edilerek altı saat süreyle çalkalamalı su banyosunda 40°C’de iki kez ekstre edilmiştir. Ekstraksiyon sonucu elde edilen karışım vakumlu filtrasyon sistemi ile süzölmüş ve çözücüler evaporatör (rotary) cihazı kullanılarak 40°C’ de uçurulmuştur. Geriye kalan ekstraktın içerisinde bulunan su liyofilizatörde tamamen uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen saf ekstreler -20°C’ de saklanmıştır.



**Şekil 2.1** Evaporatör (rotary) ile çözgeni uzaklaştırma işlemi.

### **2.3 Antioksidan aktivite tayin yöntemleri**

#### **2.3.1 Toplam antioksidan aktivitenin belirlenmesi**

Örneklerin toplam antioksidan aktivitesi  $\beta$ -karoten-linoleik asit sistemiyle belirlenmiştir (Amin ve Tan, 2002).  $\beta$ -karoten çözeltisi 0.2 mg  $\beta$ -karoten 1 ml kloroform çözülerek hazırlanmıştır. Bu çözeltinin 1 mililitresi alınarak üzerine 0.02 ml linoleik asit ve 0.2 ml (%100) Tween 20 ilave edilmiştir. Elde edilen karışımdaki kloroform evaparotörde (rotary) 40 °C'de 10 dk buharlaştırıldıktan sonra 100 ml dH<sub>2</sub>O ilave edilerek seyreltilmiştir. Hazırlanan bu emülsiyondan 4.8 ml alınarak içerisinde 0.2 mg örnek içeren 0.2 ml ekstrakt çözeltileri bulunan test tüplerine aktarılmıştır. Kontrol için test tüpüne  $\beta$ -karoten olmaksızın ekstrakt yerine sadece 0.2 ml çözücü (metanol) konulmuştur. Emülsiyon test tüplerine ilave edilir edilmez spektrofotometre kullanılarak başlangıç absorbansları 470 nm'de ölçülmüştür. Tüpler 50°C'de su banyosunda tutulmuştur. Örneklerin absorbans ölçümlerine yarım saat aralıklarla 2 saat boyunca  $\beta$ -karotenin rengi kayboluncaya kadar devam edilmiştir (120 dakika). Toplam antioksidan aktivite aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$AA: [ 1- (A_0-A_t / A_0^0 - A_t^0) \times 100$$

Burada A<sub>0</sub>: örneğin ilk absorbanı, A<sub>t</sub>: kontrolün ilk absorbanı, A<sub>0</sub><sup>0</sup>: örneğin 120 dk sonraki absorbanı, A<sub>t</sub><sup>0</sup>: kontrolün 120 dk sonraki absorbanıdır (Amin ve diğ., 2004).

### 2.3.2 Serbest radikal giderim aktivitesinin belirlenmesi

Örneklerin serbest radikal giderim aktivitesi DPPH yöntemine göre belirlenmiştir (Cuendet ve diğ., 1997; Kirby ve Schmidt, 1997). Bu yöntem redoks reaksiyonlarına dayanır. DPPH radikali eşleşmemiş nitrojenlerinden dolayı mor renge sahiptir. Mantar ekstraktlarındaki radikal tutucu atomlar DPPH radikalini indirgeyerek mor rengin açılmasını sağlar. Örneklerin serbest radikal giderme potansiyelleri bu renk açılımının spektrofotometrik olarak ölçülmesiyle belirlenebilir. Bu yöntemde 4 mL %0.004'lük (w/v) metanolik DPPH çözeltisi ile 1 ml (0.2-1.0 mg) ekstrakt çözeltileri karıştırılmıştır. 30 dakikalık karanlık ortamda ve oda sıcaklığında inkübasyondan sonra, örneklerin absorbanı 517 nm'de ölçülmüştür. Ekstraktların absorban değerleri kullanılarak % inhibisyon değerleri aşağıda verildiği şekliyle hesaplanmıştır:

$$\% \text{ İnhibisyon} = A \text{ kontrol} - A \text{ örnek} / A \text{ kontrol} \times 100$$

### 2.3.3 Toplam fenolik bileşik miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik bileşik miktarları Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak gallik asite eşdeğer olarak belirlendi (Singleton ve diğ., 1999). 1 mg ekstrakt içeren örnek çözeltileri destile su ile 46 mL'ye tamamlandı. Bu karışıma 1 mL Folin-Ciocalteu Reaktifi (FCR) ve 3 dk sonra %2 lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 3 ml ilave edildi. Karışım 2 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalandı ve örneklerin absorbanları 760 nm'de okutuldu. Özütlerin toplam fenolik bileşik miktarları standart gallik asit grafiğinden elde edilen aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlendi:

$$A = 0.004865 \text{ galilik asit } (\mu\text{g}) + 0.001293 \quad (R^2: 0.999)$$

## 2.4 Antimikrobiyal aktivite tayini

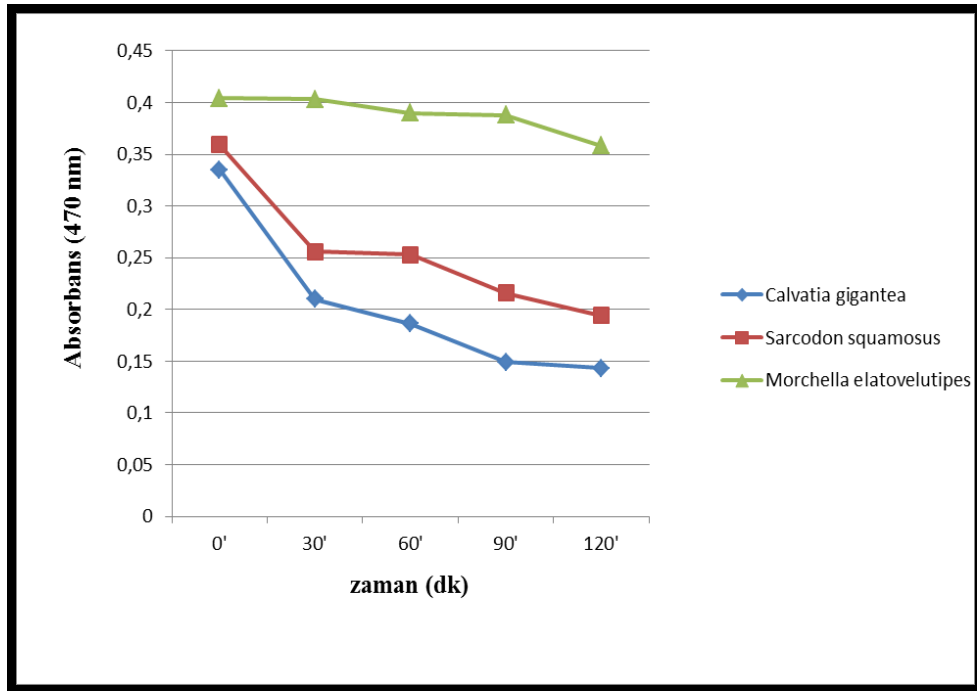
Methanol ekstraktların antibakteriyal etkisi ‘Agar Kuyu Difüzyon Yöntemi’ ile belirlenmiştir (Reinheimer ve diğ., 1990). Çalışmada Mueller Hinton Broth (MHB) ve Mueller Hinton Agar (MHA) besiyerleri kullanılmıştır. Kullanılan standart bakteri suşları Mueller Hinton Broth (MHB) besiyerinde 37 °C’de 2 kez aktifleştirildikten sonra steril petri kaplarına 500’er µl aktarılmıştır. Daha sonra 121 °C’de otoklavda steril edilen MHA besiyerinden 20’şer ml petrilere dökülerek bakterinin besiyerinde homojen olarak dağılması sağlanmış ve oda sıcaklığında donmaya bırakılmıştır. Besiyeri yüzeyinde 8 mm çapında steril bir çubukla kuyular açılmış ve kuyuların tabanı ince bir tabaka steril agar ile kaplanarak 2 saat buzdolabında bekletilmiştir. Daha sonra kuyulara 50, 100 ve 150 mg/ml konsantrasyonlarda hazırlanan mantar ekstraktlarından 50 µl konulmuştur. Ekstraktlar DMSO (Dimetil Sülfoksit) ile çözdürülmüştür. Kültürler 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda kuyuların çevresinde oluşan zonlar değerlendirilmiştir.



### 3. BULGULAR

#### 3.1 Toplam antioksidan aktivite bulguları

*C. gigantea*, *S. squamosus* ve *M. elatovelutipes* mantarlarının metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi  $\beta$ -karoten-linoleik asit sistemiyle belirlenmiştir. Bulgular aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.1 Linoleik asidin zamana bağlı oksidasyonu

Tablo 3.1 Mantar ekstraktlarının toplam antioksidan aktiviteleri

	Aktioksidan aktivite (%)
<i>Calvatia gigantea</i>	57.7
<i>Sarcodon squamosus</i>	78.7
<i>Morchella elatovelutipes</i>	82.6

Toplam antioksidan aktivite miktarı en yüksek olan tür *M. elatovelutipes* (%82.6) iken en düşük toplam antioksidan aktiviteye sahip olan *C. gigantea* (%57.7)'dir.

### 3.2 Serbest radikal giderim aktivite bulguları

Farklı konsantrasyonda hazırlanan mantar ekstraktlarının üzerine %0.004 lük DPPH çözeltisi eklenerek 30 dakika 25°C'de karanlık ortamda inkübe edildikten sonra örneklerin absorbanansı spektrofotometrede 517 nm deki absorbanları Tablo 3.2 de verilmiştir.

**Tablo 3.2** Mantar ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak yüzde DPPH inhibisyonu

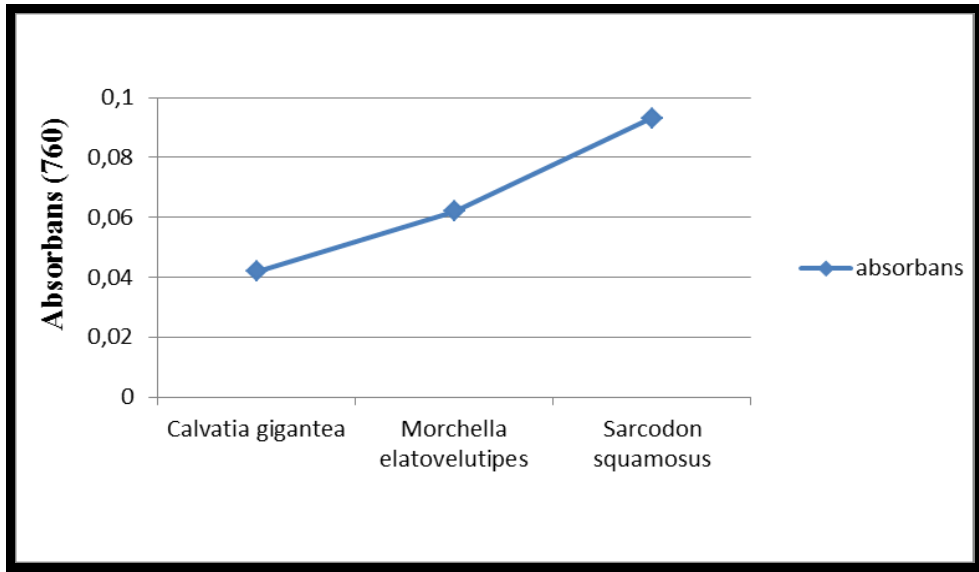
Konsantrasyonlar	Konsantrasyona göre yüzde inhibisyon değerleri (mg/ml)				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1
<i>Morchella elatovelutipes</i>	5,400	16,202	21,080	28,397	29,442
<i>Sarcodon squamosus</i>	20,634	33,531	35,515	51,388	78,571
<i>Calvatia gigantea</i>	1,843	2,897	3,511	8,955	11,501
BHT	96.81				

### 3.3 Toplam fenolik madde konsantrasyonu

Ekstraktların toplam fenolik madde konsantrasyonu Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak gallik asite eşdeğer olarak belirlendi. Ekstraktların 760 nm'deki absorbanları, gallik asite eşdeğer konsantrasyonları aşağıda verilmiştir.

**Tablo 3.3** Mantar ekstraktlarının 760 nm'deki absorbanları

Mantarlar	Absorbans (760 nm)
<i>Calvatia gigantea</i>	0,042
<i>Morchella elatovelutipes</i>	0,062
<i>Sarcodon squamosus</i>	0,093



**Şekil 3.2** Ekstraktların 760 nm'deki absorbanları

**Tablo 3.4** Mantar türlerinin gallik aside eş değer konsantrasyonları

Mantar türleri	Gallik asit eşdeğeri ( $\mu\text{g}$ )
<i>Calvatia gigantea</i>	8,36
<i>Morchella elatovelutipes</i>	12,47
<i>Sarcodon squamosus</i>	18,85

### 3.4 Antimikrobiyal aktivite bulguları

*C. gigantea*, *S. squamosus* ve *M. elatovelutipes* mantarlarının metanol ekstraktlarının 50, 100 ve 150 mg/ml konsantrasyonlarda *Candida albicans* (ATCC 10231), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella Typhimurium* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923)' a karşı antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. Hazırlanan ekstraktların maya ve bakteriler üzerinde yeterli antimikrobiyal etki göstermedikleri belirlenmiştir. Bulgular aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.5** Mantar türlerinin metanol ekstraktlarının inhibisyon zon ortalamaları (mm).

Ekstrakt (mg/ml)	İnhibisyon zonu (mm)								
	<i>Calvatia gigantea</i>			<i>Morchella elatovelutipes</i>			<i>Sarcodon squamosus</i>		
	50	100	150	50	100	150	50	100	150
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	3 ± 1	5 ± 1	8 ± 0	2 ± 0	4 ± 1	7 ± 0	4 ± 0	6 ± 0	7 ± 1
<i>E. coli</i> ATCC 25922	4 ± 0	9 ± 2	11 ± 1	-	-	-	-	-	-
<i>S. typhimurium</i> ATCC 4028	2 ± 0	6 ± 0	9 ± 1	7 ± 0	10 ± 1	12 ± 0	4 ± 0	9 ± 1	11 ± 1
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	-	-	-	5 ± 1	8 ± 0	13 ± 1	-	-	-

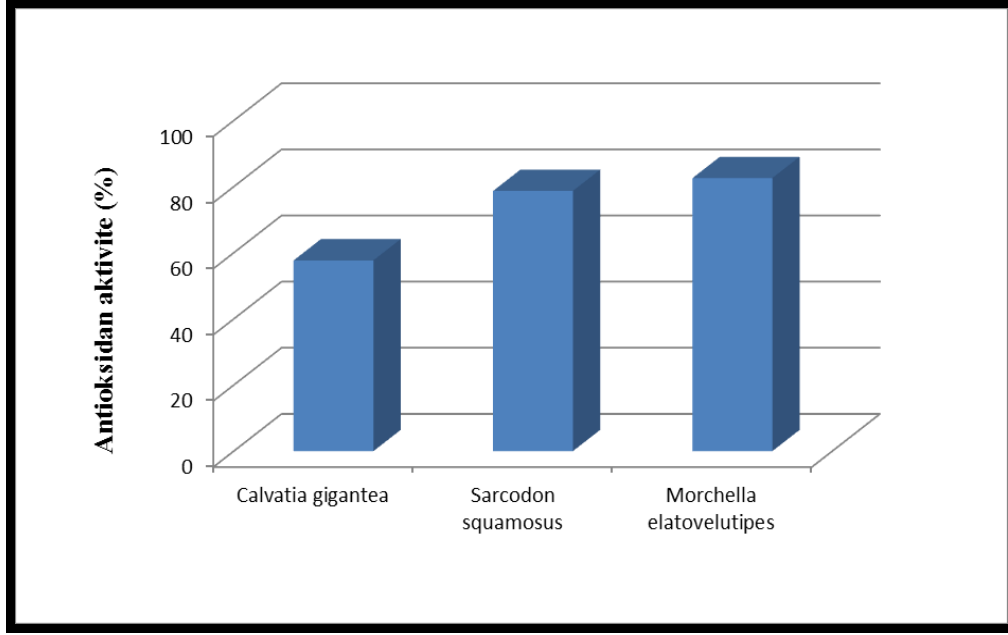
(-: inhibisyon yok)

## 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

*C. gigantea*, *S. squamosus* ve *M. elatovelutipes* mantarlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilen bu çalışmada, su banyosu yöntemiyle elde edilen metanol ekstraktlarının toplam antioksidan aktiviteleri, serbest radikal giderim aktiviteleri, toplam fenolik içerikleri ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir.

### 4.1 Toplam antioksidan aktivitesi

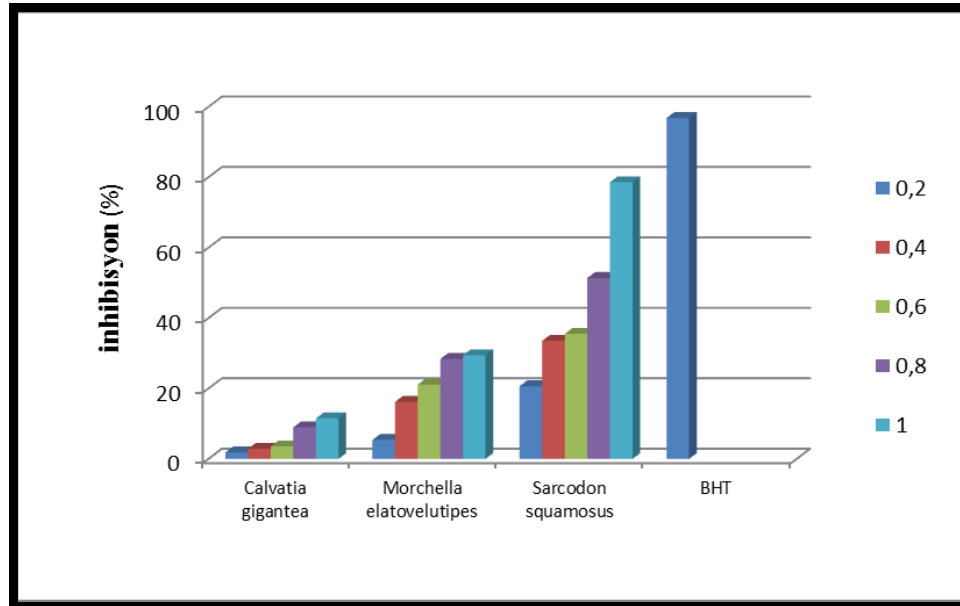
Mantarlardan elde edilen metanolik ekstraktlardan toplam antioksidan aktivitesi en yüksek olan tür *M. elatovelutipes* (%82.6) iken en düşük toplam antioksidan aktiviteye sahip tür ise *C. gigantea* (%57.7) olarak belirlenmiştir. Toplam antioksidan aktivite değerlerine göre mantarlar *M. elatovelutipes* > *S. squamosus* > *C. gigantea* olarak sıralanmıştır (Şekil 4.1). Cheung ve diğ. (2003) mantarların meyve organlarında çok fazla çözünebilen bileşenlerin yüksek polariteye sahip olduklarını bildirmiştir. Mantarların toplam antioksidan kapasitesi ekstraksiyon sırasında kullanılan çözücünün polaritesine de bağlı olduğu düşünülmektedir. Metanol ve su gibi polar solvent kullanılan ekstraktlar hekzanla elde edilen ekstraktlardan daha fazla oranda toplam antioksidan kapasiteye sahiptir (Cheung ve diğ., 2003; Kang ve diğ., 2003). Araştırmamızda analiz edilen örneklerin toplam antioksidan kapasitesi Alvarez-Parrilla ve diğ., (2007) tarafından rapor edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Mantarlardaki yüksek antioksidan aktivite yaşlanma ve hastalıklarla ilgili olan aktif oksijen türlerini önleyebilmektedir (Yang et al.,2002). Ayrıca mantarlarla ilgili çalışmalar işlevsel gıda ve ilaçlar üzerinde de yoğunlaştırılabilir.



Şekil 4.1 Mantar ekstraktlarının toplam antioksidan aktiviteleri

#### 4.2 Serbest radikal giderim aktivitesi

Serbest radikalleri süpürücüler lipid oksidasyonunu inhibe eden antioksidanların bilinen mekanizmalarından birisidir. DPPH radikalleri üzerinde mantarlardan elde edilen metanol ekstraktlarının süpürücü potansiyelinin etkisi konsantrasyonun artışı ile yükselmiştir (Şekil 4.2).



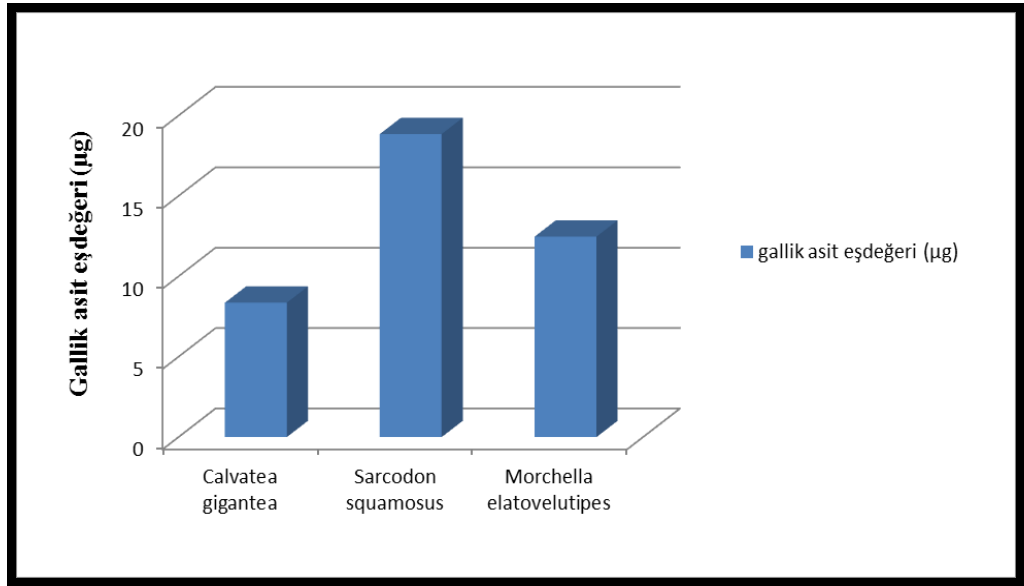
Şekil 4.2 Mantar ekstraktlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak DPPH radikalini giderme aktiviteleri

Şekil 4.2'ye göre, mantarlar örnekleri arasında en yüksek serbest radikalleri giderici etkiyi % 78,6 ile *S. squamosus* (1 mg/ml) sahipken en düşük serbest radikalleri giderici etkiyi % 1,8 ile *C. gigantea* (0,2 mg/ml) mantarı göstermiştir. *S. squamosus* mantarından elde edilen yüzde değerinin yüksek oluşu antioksidan aktivitenin de yüksek olduğu anlamını taşımaktadır. Makrofungusların sap ve şapka yapılarından elde edilen ekstraktların DPPH değerlerine bakılacak olursa; Sarıkürkçü ve ark (2008) mantar ekstrelerinin 1,5 mg/ml için *Boletus edulis*'in aktivite düzeyini % 94,66, *Xerocomus chrysenteron* için % 89,61 ve *Suillus collitinus* için ise % 88,27 olarak rapor etmişlerdir. Yine Cheung ve diğ. (2003) DPPH yöntemine göre bazı makrofunguslar üzerine antioksidan aktivite denemelerinde 9 mg/ml de *L. edodes*'te % 40,4 ve *V. volvacea*'da % 37,9 olarak belirlemişlerdir. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke, *R. delica*, *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., *P. ostreatus*, *A. bisporus*, *V. conica* ve *Boletus badius* Pers. mantarların DPPH radikallerini süpürme etkisi Blois (2002)' ye göre belirlenmiş ve mantarların tümünün DPPH radikallerini süpürme etkisi yüksek bulunmuştur. Buna göre 180 µg/ml'de DPPH radikalini süpürme etkileri: BHA (97,4)>α-tocopherol(95,4) > *Lepista nuda* (91,3) > *R. delica* (86,1) > *P. squamosus* (82,8) > *P. ostreatus* (81,3) > *A. bisporus* (77,5) > *V. conica* (75,7) > *B. badius* (68,7) olarak tespit edilmiştir (Tsai ve diğ., 2007). *C. militaris*' in DPPH radikalini süpürme etkisi Blois (1958), metoduna göre tespit edilmiş ve süpürme etkisi artan konsantrasyona bağlı olarak artmış 0,5- 5 mg/ml arasında %80'i aşmış ve aynı konsantrasyonda askorbik asitten yüksek bulunmuştur (Zhan ve diğ., 2006). Çalışmamızda elde ettiğimiz DPPH değerlerine bakıldığında yapılmış çalışmalardaki bazı değerlere yakın sonuçlar alınırken bazılarında düşük sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar arasındaki bu farklılık ekstraksiyon için uygulanan yöntemlerin, kullanılan ekstraktların miktarı ve kısımları ile kullanılan çözüngenlerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 4.3 Toplam fenolik madde konsantrasyonu

Mantarlardan elde edilen metanolik ekstraktlardan toplam fenolik maddesi en yüksek olan tür *S. squamosus* (0.09) iken en düşük toplam fenolik maddeye sahip tür ise *C. gigantea* (0.04) olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde değerlerine göre

mantarlar *S. squamosus* > *M. elatovelutipes* > *C. gigantea* olarak sıralanmıştır (Şekil 4.3).



**Şekil 4.3** Mantarların toplam fenolik madde içeriklerinin gallik asite eşdeğer konsantrasyonu

Fenolik maddeler doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluştururlar (Tunalıer ve diğ., 2002). Dolayısıyla bir maddenin antioksidan etki yönünden kuvvetliliği içerdiği fenolik madde miktarına da bağlıdır. Fenolik bileşiklerin serbest radikalleri süpürücü etkisi nedeniyle antioksidan özelliğinde önemli bir role sahip olduğu birkaç raporda vurgulanmıştır (Komali ve diğ., 1999; Moller ve diğ., 1999). Tanaka ve ark. (1998), insanlar günlük olarak zengin sebze ve meyve tüketerek aldıkları fenolik bileşik miktarını 1 g'ın üstüne çıkardıkları durumda mutasyonlar ve kanser üzerine inhibe edici etki görülmektedir (Türkoğlu ve diğ., 2006 a). *M. conica*'nın etanolik ekstraktının toplam fenolik bileşik miktarı pyrocatechol eşdeğeri olarak 41,93 µg gibi çok yüksek bir değer olarak bulunmuştur (Türkoğlu ve diğ., 2006 a). *R. flava*'nın etanolik ekstraktının toplam fenolik bileşik miktarı pyrocatechol eşdeğeri olarak 39,83 µg gibi çok yüksek bir değer olarak bulunmuştur. Buna karşın toplam flavonoid miktarı sadece 8,27 µg quersetin eşdeğeri olarak ölçülmüştür (Gezer ve diğ., 2006). *L. edodes*' in toplam fenolik bileşikleri 100 g'da 2,15 g tannik asit eşdeğeri olarak tespit edilmiştir (Kitzberger ve diğ., 2007). Çalışmamızda elde ettiğimiz toplam fenolik madde konsantrasyon değerleri yukarıda bahsedilen çalışmaların bir kısmıyla uyumluluk gösterirken bir kısmıyla ise uyuşmamaktadır.



Ekstraktlarından elde edilen sonuçların farklılık göstermesi, mantarların şeker yapısı, molar ağırlıkları ve yapılarındaki polisakkaritler gibi fizikokimyasal özelliklerindeki geniş değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.4 Antimikrobiyal aktivite

Çalışmamızda kullanılan makrofungusların metanol ekstraktlarının çoğunun antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığı veya zayıf aktivite gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek antimikrobiyal aktivite *S. aureus* ATCC 25923 bakterisine karşı 150 mg/ml konsantrasyonda *M. elatovelutipes* (13 ± 1 mm) türünden elde edilirken en düşük antimikrobiyal aktiviteye ise *C. albicans* ATCC 10231 bakterisine karşı 50 mg/ml konsantrasyonda *M. elatovelutipes* (2 ± 0 mm) ve *C. gigantea* (2 ± 0 mm) türleride tespit edilmiştir. Ayrıca *C. gigantea* ekstraktı *S. aureus* ATCC 25923 bakterisine karşı ve *M. elatovelutipes* ve *S. squamosus* ekstraktları *E. coli* ATCC 25922 bakterisine karşı herhangi bir antimikrobiyal etki göstermemiştir. Fungal organizmaların sahip oldukları antimikrobiyal aktivite düzeylerinin sekonder metabolizma ürünlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Calvo ve diğ., 2002).

Coletto ve ark. (1994), Basidiomycetes türlerinin 34'ünün miselyal ekstraktları *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* sp. Gr. D ve *Candida albicans*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermişlerdir (Gao ve diğ., 2005). Smania ve ark. (1999), *G. applanatum*'dan izole edilen birkaç triterpenoid *Bacillus cereus*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus* ve *Streptococcus pyogenes* gibi bazı gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı inhibitör etki göstermiştir (Gao ve diğ., 2005). *M. conica* (Pers.) Boudier ve *Suillus luteus*'un etanolik ekstraktları test mikroorganizmalarına karşı önemli bir antimikrobiyal aktivite göstermemiştir (Duman ve diğ., 2003). Agar disk difüzyon metodu kullanılarak *R. delica* mantarının çeşitli çözümleri kullanılarak 44 mikroorganizma üzerine yapılan çalışmada *Escherichia coli* ATCC 11230, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 *Corynebacterium xerosis* CCM 2824, *Corynebacterium glutamicum* ATCC13022, *Salmonella thyphi* ATCC 19430, *Salmonella thyphimurium* CCM 5445, *Salmonella paratyphi* B, *Klebsiella pneumoniae* UC57, *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas*

*putida*, *Pseudomonas extorquens*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 bakteri kültürlerine karşı ise değişik ekstraktlarda mukayese antibiyotiği olarak kullanılan AK 30'un gösterdiği etkiye yakın seviyelerde bir aktivitenin varlığı saptanmıştır. *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* ATCC 7064, *Bacillus megaterium* DSM 32 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P bakteri kültürlerine karşı kloroform ve etanol ekstraktının mukayese antibiyotiğinden daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Bacillus brevis* ATCC 9999 (20-27mm), *Bacillus sphaericus* (23-30mm), *Mycobacterium smegmatis* CCM 2067 (22-31) (22-31mm), *Micrococcus luteus* LA 2971 (24-32mm), *Micrococcus flavus* ATCC 14452 (27-36mm), *Micrococcus roseus* (22-31mm) ve *Staphylococcus epidermidis* NRRL B-4877 (24-29mm) bakteri kültürlerine karşı ise tüm ekstraktlarda mukayese antibiyotiğine nazaran oldukça yüksek bir antimikrobiyal aktivite bulunmuştur (Dülger ve Arslan, 1998).

*C. gigantea*, *S. squamosus* ve *M. elatovelutipes* mantarlarının metanolik ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin ilk kez araştırıldığı bu çalışma sonucunda bu mantarların yeterli seviyede antioksidan etkiye sahip oldukları belirlenirken zayıf antimikrobiyal etki gösterdikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler insan vücudunda metabolizasyon sonucu veya dış etkenler nedeniyle üretilen serbest radikallerin neden olduğu koroner kalp hastalıkları, alzheimer, parkinson ve kanser gibi pek çok dejeneratif hastalığın tedavisinde, birçok endüstri alanında ve yaşlanmayı geciktirici etkisinden dolayı kozmetik sektöründe kullanılmaları açısından literatüre katkıda bulunacak olmasıyla önem arz etmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

Alvarez-Parrilla, E., De la Rosa, L. A., Martínez, N. R., & González, G. A., “Total phenols and antioxidant activity of commercial and wild mushrooms from chihuahua, mexico fenoles totalesy capacidad antioxidante de hongos comercialesy silvestres de chihuahua, méxico”, *CYTA-Journal of Food*, 5(5). (2007).

Amin, İ., Zamaliah, MM., Chin, WF., “Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables”, *Food Chem.*, 87, (2004).

Anonim,

“<http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF679A66406202CCB0B91ED266899D29A1>”, (2014).

Atmaca, E., Aksoy, A., “Oksidatif DNA Hasarı ve Kromatografik Yöntemlerle Tespit Edilmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2), (2009).

Benedict, C. V., Cook, W. J., Jarrett, P., Cameron, J. A., Huang, S. J., & Bell, J. P., “Fungal degradation of polycaprolactones”, *Journal of Applied Polymer Science*, 28(1), (1983).

Calvo, A. M., Wilson, R. A., Bok, J. W., & Keller, N. P., “Relationship between secondary metabolism and fungal development”, *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 66(3), (2002).

Can A., Özçelik B., Güneş G., “Meyve Sebzelerin Antioksidan Kapasiteleri”, *GAP IV. Tarım Kongresi Bildirileri*, (2005).

Cathcart, M. K., “Regulation of superoxide anion production by NADPH oxidase in monocytes/macrophages contributions to atherosclerosis”, *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 24(1), (2004).

Cemeroğlu, B., “Meyve ve sebze işleme teknolojisi” 1.cilt, 3.baskı: Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları Bizim Grup Basım Evi, 38, Ankara. (2009).

Chang, R., “Functional properties of edible mushrooms”, *Nutrition Reviews*, 54(11), (1996).

Chang, S. S., and Maurey, J. R., “Solubilities of BHT in various solvents” *Journal of Chemical and Engineering Data*, 30(4), (1985).

Chang, S. T., "The world mushroom industry: trends and technological development", *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 8(4), (2006).

Chen, S., Ge, W., & Buswell, J. A., "Molecular cloning of a new laccase from the edible straw mushroom *Volvariella volvacea*: possible involvement in fruit body development", *FEMS microbiology letters*, 230(2), (2004).

Cheung, L. M. and Cheung, P. C. K., "Mushroom extracts with antioxidant activity against lipid peroxidation", *Food Chemistry*, 89, (2005).

Cheung, L. M., "Evaluation of the antioxidant activity and characterization of extracts from three edible Chinese mushrooms", M. Phil. thesis. *Hong Kong: Chinese University of Hong Kong*, (2001).

Cheung, L. M., Cheung, P. C. K., Ooi, V. E. C., "Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts", *Food Chemistry*, 81, (2003).

Cheung, P. C. K., "Mushrooms As functional foods", Hoboken, NJ: John Willey and Sons, (2008).

Cooper, C. E., Volvaard, N.B., Choervırı, T., and Wilson, M. T., "Exercise, Free Radicals and Oxidative Stres", *Biochem. Soc. Trans.*, 30(2), (2002).

Cuendet, M., Hostettmann, K., Potterat, O., and Dyatmiko, W., "Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*", *Helvetica Chimica Acta*, 80(4), (1997).

Çavdar C., Sifil A., Çamsarı T., "Reaktif oksijen partikülleri ve antioksidan savunma", *Türk nefroloji diyaliz ve transplantasyon dergisi*, 3-4, (1997).

Çaylak, E., "Hayvan ve bitkilerde oksidatif stres ile antioksidanlar", *Tip Araştırmaları Dergisi*, 9 (1), (2011).

Çöllü, Z., "Urtica Pilulifera L. Bitkisinin Antioksidant Aktivitesinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun. (2007).

Diplock, A., "Healty lifestyles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients", *ILSI Europe concise monograph series*, Belgium. (1998).

Diyabalanage, T., Mulabagal, V., Mills, G., DeWitt, D. L., and Nair, M. G., "Health-beneficial qualities of the edible mushroom, *Agrocybe aegerita*" *Food Chemistry*, 108(1), (2008).

Duman H., Doğan H. H., Ateş A., “*Morchella conica* (Pers.) Boudier ve *Suillus luteus* (L.) S. F. Gray Makrofunguslarının Antimikrobiyal Aktiviteleri”, *SÜ Fen Ed. Fak. Fen Derg*, 22, (2003).

Dülger B., Arslan Ü., “*Coriolus versicolor* (L. ex Fr.) Quel. Makrofungusunun Antimikrobiyal Aktivitesi”, *Tr. J of Biology*, 23, (1998).

Dülger B., Gönüz A., Gücin F., “Antimicrobial Activity of the Macrofungus *Cantharellus cibarius*“ *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(9), (2004).

Elmastaş, M., Isildak, O., Turkekul, I., ve Temur, N., “Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3), (2007).

Fraga, C. G., Motchnik, P. A., Shigenaga, M.K., Helbock, H. J., Jacob, R.A. and Ames, B. N., “Ascorbic acid protects against endogenous oxidative DNA damage in human sperm. Proceedings of the National Academy of Sciences”, Vol. 88, (1991).

Gao Y. H., Tang W. B., Gao H., Chan E., Lan J., Li X. T., Zhou S. F., “Antimicrobial activity of the medicinal mushroom *Ganoderma*”, *Food Reviews Inter*, 21(2), (2005).

Gezer, K., Duru, M. E., Kıvrak, I., Türkoglu, A., Mercan, N., Turkoglu, H., ve Gülcan, S., “Free-radical scavenging capacity and antimicrobial activity of wild edible mushroom from Turkey”, *African Journal of Biotechnology*, 5(20), (2006).

Gülbahar, Ö., “Protein oksidasyonunun mekanizması, önemi ve yaşlılıkla ilişkisi”, *Turkish Journal of Geriatrics*, 10(1) (2007).

Halliwell, B., “Food-derived antioxidants: How to evaluate their importance human disease: Where are we now?”, *J. Lab. Clin. Med.*, 119, (2001).

Halliwell, B., and Gutteridge, J., “Biologically relevant metal ion-dependent hydroxyl radical generation An update”, *Febs Letters*, 307(1), (1992).

Hawksworth, D.L., “The magnitude of fungal diversity: the 1· 5 million species estimate revisited” *Mycological research*, 105(12), (2001).

Ishikawa, Y., Marimoto, K., and Hamasaki, T., "Flavoglaucin, a metabolite of in food and in vivo, Handbook of Antioxidants, New York. (1984).

Ishikawa, Y., Morimoto, K., and Hamasaki, T., “Flavoglucanin, a metabolite of *Eurotium chevalieri*, its antioxidation and synergism with tocopherol” *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 61(12), (1984).

İşleröğlü, H., Yıldırım, Z., Yıldırım, M., “Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Keten Tohumu”, *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2), (2005).

Kahkönen, M. P., Hopia A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., Heinonen, M., “Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, (1999).

Kalogeropoulos, N., Yanni, A. E., Koutrotsios, G., ve Aloupi, M., “Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the island of Lesvos, Greece”, *Food and Chemical Toxicology*, 55, (2013).

Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A. and Prior, R. L., “Antioxidant capacity, Vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits”, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Vol. 47, (1999).

Kalyoncu, F., Oskay, M., ve Kalmış, E., “Bazı Yabani Makrofungus Misellerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi”, *Mantar Dergisi*, 1(1), (2010).

Kang, D. G., Yun C. K., Lee H. S., “Screening and comparison of antioxidant activity of solvent extracts of herbal medicines used in Korea”, *J Ethnopharmacol*, 87, (2003).

Kasuga, A., Aoyagi, Y., and Sugahara, T., “Antioxidative activities of several mushroom extracts”, *Journal of Japanese Society of Food Science and Technology*, 40, (1993).

Kayış, T., “Diazinon’un subletal konsantrasyonlarının *Pimpla turionellae* L.’nin eşey oranı ve bazı biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri”, Doktora tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Biyoloji Anabilim Dalı, (2010).

Kirby, A. J., and Schmidt, R. J., “The antioxidant activity of Chinese herbs for eczema and of placebo herbs”, *I. Journal of Ethnopharmacology*, 56(2), (1997).

Kitzberger C. S. G., Smania A., Pedrosa R. C., Ferreira S. R. S., “Antioxidant and antimicrobial activities of shiitake (*Lentinula edodes*) extracts obtained by organic solvents and supercritical fluids”, *Journal of Food Engineering*, 80, (2007).

Komali A. S., Zheng Z., Shetty K., “A mathematical model for the growth kinetics and synthesis of phenolics in oregano (*Origanum vulgare*) shoot cultures inoculated with *Pseudomonas* species”, *Process Biochem*, 35, (1999).

Kotsonis, F. N., Burdock, G. A., and Flamm, W. G., “Food toxicology”, *Casarett and Doull’s Toxicology: The Basic Science of Poisons*, (2001).

Lee, Y. L., Yen, M. T., and Mau, J.-L., “Antioxidant properties of various extracts from *Hypsizigus marmoreus*”, *Food Chemistry*, 104, (2007).

Lehr, H. A., Frei, B., Olofsson, A. M., Carew, T. E. and Arfors, K. E., “Protection from oxidized LDL-induced leukocyte adhesion to microvascular and macrovascular endothelium in vivo by vitamin C but not Vitamin E”, *Circulation*, Vol. 91, (1995).

Lindequist, U., Niedermeyer, T. H., & Jülich, W. D., “The pharmacological potential of mushrooms”, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2(3), (2005).

Liu, G. Q., & Zhang, K. C., “Mechanisms of the anticancer action of *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.) Karst.: a new understanding”, *Journal of Integrative Plant Biology*, 47(2), (2005).

Liu, Y. T., Sun, J., Luo, Z. Y., Rao, S. Q., Su, Y. J., Xu, R. R., and Yang, Y. J., “Chemical composition of five wild edible mushrooms collected from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activity”, *Food and Chemical Toxicology*, 50(5), (2012).

Liu, Y., Du, Y. Q., Wang, J. H., Zha, X. Q., and Zhang, J. B., “Structural analysis and antioxidant activities of polysaccharide isolated from Jinqian mushroom”, *International journal of biological macromolecules*, 64, (2014).

Lo, K. M. and Cheung, P. C. K., “Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var. *alba*.”, *Food Chemistry*, 89, (2005).

Madhavi, D. L., Deshpande, S. S., and Salunkhe, D. K., “*Food Antioxidants: Technological, Toxicological and Health Perspectives*. USA: CRC Press. (1995).

Malayoğlu, H. B., “Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) Antioksidan Etkisi”, *Hayvansal Üretim*, 51(2), (2010).

Mares-Perlman, J. A., “Contribution of epidemiology to understanding relations of 999 diet to age-related cataract”, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 66, (1997).

Mau, J. L., Chao, G. R., and Wu, K. T., “Antioxidant properties of methanolic extracts from several ear mushrooms”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), (2001).

Mau, J. L., Lin, H. C., and Song, S. F., “Antioxidant properties of several specialty mushrooms”, *Food Research International*, 35, (2002).

Memişoğulları, R., “Diyabette Serbest Radikallerin Rolü ve Antioksidanların Etkisi”, *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 3, (2005).

Moller J. K. S., Madsen H. L., Altonen T, Skibsted L.H., “Dittany (*Origanum dictamnus*) as a source of water-extractable antioxidants”, *Food Chem*, 64, (1999).

Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T., “Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) *Equisetum arvense*”, *Food Chemistry*, 91, (2005).

Ohkawa, H, Ohishi, N, Yagi, K., “Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction”, *Analytical Biochemistry*, 95, (1979).

Ooi, V.E.C., LIU, F., “Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexes”, *Current Medicinal Chemistry* 7 (7), (2000).

Öz, Ş., G. ve Kılıçarslan, A., “Vitaminlerin Yaşamımızdaki Yeri Nedir, Ne Olmalıdır?”, *İç Hastalıkları Dergisi*, 19, (2012).

Özdemir, C., “*Mantar yetiştiriciliği*”, Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi, (2010).

Öztürk, A., ve Çopur, Ö. U., “Derleme-Mantar Bileşenlerinin Teröpatik Etkileri” *Bahçe*, 38(1), (2009).

Özyürek, M., Bener, M., Güçlü, K., ve Apak, R., “Antioxidant/antiradical properties of microwave-assisted extracts of three wild edible mushrooms” *Food chemistry*, 157, (2014).



Palacios, I., Lozano, M., Moro, C., D'arrigo, M., Rostagno, M. A., Martínez, J. A., and Villares, A., "Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms", *Food Chemistry*, 128(3), (2011).

Pardee, W.A., Weinrich, W., "Physical Properties of alkylated phenols", *Ind. Eng. Chem.*, 36, (1944).

Pegler, D. N., "Useful fungi of the world: The "Poor man's truffles of Arabia" and "Manna of the Israelites", *Myocologist*, 16, *Food Chemistry*, 108, (2002).

Pekşen A., Kibar B., "Mantarlardan Elde Edilen Sclerotia ve Fonksiyonel Gıda Olarak Kullanımı", *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 2(3), (2012).

Reinheimer, J. A., Demkow, M. R., & Candiotti, M. C., "Inhibition of coliform bacteria by lactic cultures", *Australian Journal of Dairy Technology*, 45(1), (1990).

Ren, L., Hemar, Y., Perera, C. O., Lewis, G., Krissansen, G. W., and Buchanan, P. K., "Antibacterial and antioxidant activities of aqueous extracts of eight edible mushrooms", *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 3(2), (2014).

Sarıkaya, A. O., Ulusoy, E., Öztürk, N., Tuncel, M., Kolaylı, S., "Antioxidant Activity and Phenolic Acid Content and Chestnut Honey and Propolis", *Journal of Food Biochemistry*, 33, (2009).

Singleton, V. L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos, R. M., "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent", *Methods in enzymology*, 299, (1999).

Sliva, D., Sedlak, M., Slivova, V., Valachovicova, T., Lloyd Jr, F. P., and Ho, N. W., "Biologic activity of spores and dried powder from *Ganoderma lucidum* for the inhibition of highly invasive human breast and prostate cancer cells", *The Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 9(4), (2003).

Smith, J.E., Rowan N.J., Sullivan, R., "Medicinal Mushrooms: Their therapeutic properties and current usage with special emphasis on cancer treatments", *Cancer research UK.*, (2002).

Smolskaitė, L., Venskutonis, P. R., and Talou, T., “Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species”, *LWT-Food Science and Technology*, (2014).

Tanwar, B., Modgil, R., “Flavonoids: Dietary occurrence and health benefits”, *Spatula DD*. 2(1), (2012).

The Merck Index, “Butylated Hydroxytoluene”, *Whitehouse Station, NJ, USA: Windholz M. Merck and Co.*, (1983).

Tunalier, Z., “Bazı Sideritis Türlerinin Antioksidan Etki ve Fenolik Bileşikler Yönünden İncelenmesi”, (eds: Öztürk, N., Koşar, M., Başer, K.H.C., Duman, H., Kırimer, N.), *14. Bitkisel İlaç Hammedeleri Toplantısı, Bildiriler*, Eskişehir, (2002).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, *Resmi Gazete*, 23172. (1997).

Türkoğlu A., Duru M.E., Mercan N., Kıvrak İ., Gezer K., “Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill”, *Food Chemistry*, 101 (1), (2006 b).

Türkoğlu A., Kıvrak İ., Mercan N., Duru M.E., Gezer K. ve Türkoğlu H., “Antioxidant and antimicrobial activities of *Morchella conica* Pers.”, *African Journal of Biotechnology*, 5 (11), (2006 a).

Türkoğlu, A., Mercan, N., Duru, M. E., Gezer, K., Kıvrak, İ., “Uşak Yöresinin Makrofungusları Üzerinde Çalışmalar” TÜBİTAK Projesi, *TBAG-106T14*. (2009).

Unekwu, H. R., Audu, J. A., Makun, M. H., and Chidi, E. E., “Phytochemical screening and antioxidant activity of methanolic extract of selected wild edible Nigerian mushrooms”, *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4, (2014).

Vaz, J. A., Heleno, S. A., Martins, A., Almeida, G. M., Vasconcelos, M. H., and Ferreira, I. C., “Wild mushrooms *Clitocybe alexandri* and *Lepista inversa*: In vitro antioxidant activity and growth inhibition of human tumour cell lines”, *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), (2010).

Woldegiorgis, A. Z., Abate, D., Haki, G. D., and Ziegler, G. R., “Antioxidant property of edible mushrooms collected from Ethiopia”, *Food chemistry*, 157, (2014).

Yang, J. H., Lin, H. C., and Mau, J. L., “Antioxidant properties of several commercial mushrooms”, *Food Chemistry*, 77, (2002).

Yavaşer, R., “Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, (2011).

Zhan, Y., Dong, C. H., & Yao, Y. J., “Antioxidant Activities of Aqueous Extract from Cultivated Fruit-bodies of *Cordyceps militaris* (L.) Link In Vitro”, *Journal of Integrative Plant Biology*, 48(11), (2006).

Zheng, Y., Li, Y., and Wang, W. D., “Optimization of ultrasonic-assisted extraction and in vitro antioxidant activities of polysaccharides from *Trametes orientalis*”, *Carbohydrate Polymers*, (2014).

## 6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yeliz SALDIR

Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli, 26.06.1989

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : ysaldir07@pau.edu.tr

İletişim Adresi : Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat  
Fakültesi, Biyoloji Bölümü/Denizli

### **Yayın Listesi :**

- Soylu U., Saldır Y., Kalkan E. “Truffle Mantarları ve Kullanım Alanları” Denizli 2012.
- Kaygusuz O., Gezer K., Soylu U., Saldır Y. “Egzotik Bir Mantar Olan *Lentinula Edodes*(BERK.) PEGLER (SHIITAKE)” Denizli 2012.
- Gezer K., Kaygusuz O., Herken E.N., Ermiş A., Kaygusuz M., Saldır Y., Soylu U. “Antimicrobial capacity and oxidant-antioxidant properties of methanolic extracts from *Tricholoma caligatum* wild edible mushroom” Moscow 2014.
- Saldır, Y., Kaygusuz, O., Gezer, K., Akgün, S. “Use of mushroom and mushroom spores in the enlightenment of judicial cases” Ankara 2014.