

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE’NİN BAZI BÖLGELERİNDEN TOPLANAN
MAKROMANTAR TÜRLERİNİN ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİ**

**Tezi Hazırlayan
Ahmet ORHAN**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Nisan 2017
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE’NİN BAZI BÖLGELERİNDEN TOPLANAN
MAKROMANTAR TÜRLERİNİN ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİ**

**Tezi Hazırlayan
Ahmet ORHAN**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Nisan 2017
NEVŞEHİR**

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK danışmanlığında **Ahmet ORHAN** tarafından hazırlanan "**Türkiye' nin Bazı Bölgelerinden Toplanan Makromantar Türlerinin Antioksidan Aktiviteleri**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

28/04/2017

JÜRİ

Başkan : Prof. Dr. Serkan YILMAZ

Üye : Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK

Üye : Doç. Dr. Zeliha LEBLEBİCİ

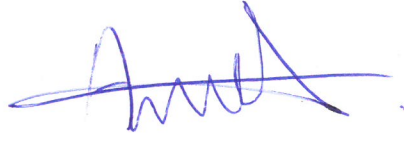
ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 03/05/2017 tarih ve 20-151 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

03/05/2017
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



AHMET ORHAN

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bilgi, donanım ve tecrübelerinden yararlandığım ayrıca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Şahlan ÖZTÖRK'e, çalışmam da yardımcı olan araştırma görevlisi Ezgi KESKİN'e,

Yetişmemde emekleri olan, hayatımın tüm aşamalarında yanımda olan, desteklerini esirgemeyen ve varlıklarıyla mutluluk veren babam Osman Turan ORHAN, annem Hatice ORHAN ve dayım Yılmaz ÇAKIROĞLU'na

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

TÜRKİYE'NİN BAZI BÖLGELERİNDEN TOPLANAN MAKROMANTAR TURLERİNİN ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ahmet ORHAN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Nisan 2017

ÖZET

Bu çalışmada, çeşitli bölgelerde yetişen dokuz makromantar türünün (*Armillaria mellea*, *Omphalotus olearius*, *Trametes versicolor*, *Lactarius deliciosus*, *Fomes fomentarius*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus subrutilescens*, *Agaricus bitorquis*, *Agaricus compestris*) antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. DPPH serbest radikal yakalama, metal iyonlarını şelatlama aktiviteleri ve biyoaktif içerikleri (toplam fenolik içerik, β -karoten ve likopen) ile mantarların antioksidan özellikleri araştırılmıştır. En yüksek DPPH serbest radikal yakalama aktivitesini *Fomes fomentarius* (% 57-95 yakalama aralığı, IC_{50} : < 0,01 mg/ml), en düşük *Armillaria mellea* (% 25-39 yakalama aralığı, IC_{50} :0,65 mg/ml) mantarı göstermiştir. En yüksek metal şelatlama aktivitesini *Armillaria mellea* (% 52-80 Aralığı, IC_{50} : 0,0012 mg/ml), en düşük *Trametes versicolor* (% 10-35 aralığı, IC_{50} : 0,606 mg/ml) mantarı göstermiştir. Toplam fenol miktarı en yüksek tür *Fomes fomentarius* (46,8 mg/g) iken, en düşük tür *Armillaria mellea* (5,09 mg/g) olarak belirlenmiştir. En yüksek β -karoten (0,480 μ g/g) ve likopen (0,340 μ g/g) miktarına *Agaricus bisporus*, en düşük β -karoten (0,030 μ g/g) ve likopen (0,018 μ g/g) miktarına *Agaricus compestris* türünün etanol ekstresinde tespit edilmiştir. Mantarların *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 2392, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* 0157:m7, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Escherichia coli* ATCC 11229, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 suşlarına karşı antimikrobiyal

aktiviteleri araştırılmıştır. Bu çalışmada *Fomes fomentarius* ve *Trametes versicolor* mantarları önemli derecede antioksidan ve antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makromantar, Antioksidan, Antibakteriyel
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Sayfa Adeti:

**ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF MACROFUNGUS COLLECTED FROM
SOME REGIONS OF TURKEY
(M. Sc. Thesis)**

Ahmet ORHAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

April, 2017

ABSTRACT

In the present study, antioxidant and antibacterial activities of mushrooms (*Armillaria mellea*, *Omphalotus olearius*, *Trametes versicolor*, *Lactarius deliciosus*, *Fomes fomentarius*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus subrutilescens*, *Agaricus bitorquis*, *Agaricus compestris*) collected from different regions were investigated. Antioxidant properties of mushrooms such as DPPH scavenging activity, metal chelating activity and bioactive compounds (total phenols, β -caroten and lycopene) were determined. *Fomes fomentarius* (% 57-95, IC₅₀: 0.01 < mg/ml) showed highest DPPH scavenging activity, on the other hand *Armillaria mellea* (% 25-39, IC₅₀: 0.65 mg/ml) showed lowest DPPH scavenging activity. Highest metal chelating activity was determined at *Armillaria mellea* (% 52-80, IC₅₀: 0.0012 mg/ml) and lowest metal chelating activity was determined at *Trametes versicolor* (% 10-35, IC₅₀: 0.606 mg/ml). While *Fomes fomentarius* (46,8 mg/g) has the highest total phenolic content, *Armillaria mellea* (5.09 mg/g) has the lowest. Highest β -caroten (0.480 μ g/g) and lycopene (0.340 μ g/g) were determined at the ethanolic extract of *Agaricus bisporus*, on the other hand lowest β -caroten (0.030 μ g/g) and lycopene (0.018 μ g/g) were determined at the ethanolic extract of *Agaricus compestris*. Antibacterial activities of ethanolic extracts of nine mushrooms against *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 2392, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923,

Escherichia coli 0157:m7, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Escherichia coli* ATCC 11229, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 were investigated. *Fomes fomentarius* and *Trametes versicolor* were the highest antibacterial effect to all pathogen test bacteria. In the present study *Fomes fomentarius* and *Trametes versicolor* have important antioxidant and antibacterial effects.

Keywords: *Macrofungi, Antioksidant, Antibacterial*
Thesis Supervisor: Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Page Number:

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
1.BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1 Antioksidan	3
1.1.2 Antioksidanların sınıflandırılması.....	4
1.2 Antioksidan Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler.....	10
1.2.1 DPPH serbest radikal yakalama aktivitesi	10
1.2.2 Metal iyonlarını şelatlama etkisi	12
1.2.3 Toplam fenolik içeriğinin belirlenmesi yöntemi.....	13
1.3 Makromantarlar Hakkında Genel Bilgi.....	13
1.3.1 Makromantarların antibakteriyel ve antioksidan olarak kullanımı	16
1.3.2. Çalışmada kullanılan makromantar örnekleri	18
1.3.3. Çalışmada kullanılan sentetik antioksidanlar.....	26
2. BÖLÜM	27
MATERYAL VE METOD	27
2.1. Materyal	27
2.1.1. Çalışmada kullanılan cihazlar	27
2.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasallar	27
2.2.3. Çalışmada kullanılan test mikroorganizmalar.....	27
2.2. Metod	28
2.2.1. Makromantar ekstraktlarının elde edilmesi.....	28
2.2.2. DPPH serbest radikal yakalama testi	31

2.2.3. Metal iyonlarını şelatlama testi	31
2.2.4. Toplam fenolik bileşik miktarlarının tespiti.....	31
2.2.5. β -karoten ve likopen bileşik miktarlarının tespiti	32
2.2.6. Makromantarların antibakteriyel etkilerinin belirlenmesi	32
2.2.7. İstatiksel veri	35
3. BÖLÜM	36
BULGULAR	36
3.1 Makro Mantarların Toplandığı Bölgeler	36
3.2. DPPH Serbest Radikal Yakalama Etkileri	37
3.3. Metal İyonlarını Şelatlama Aktivitesi	39
3.4. Biyoaktif İçerikler	41
3.5. Antibakteriyel Etki	43
4. BÖLÜM	47
TARTIŞMA	47
4.1 DPPH Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi	47
4.2 Metal İyonlarını Şelatlama Aktiviteleri	49
4.3 Biyoaktif İçerikler	50
4.4 Antibakteriyel Etki	52
5. BÖLÜM	54
SONUÇ	54
KAYNAKLAR	56
ÖZ GEÇMİŞ	66

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3. 1 Makromantarların toplandığı bölgeler	36
Tablo 3.2. Mantarların DPPH serbest radikal yakalama etkileri (IC50 değerleri ve yüzde temizleme aralığı)	38
Tablo 3.3. Mantarların metal şelatlama aktiviteleri (IC50 değerleri ve yüzde aralığı)...	41
Tablo 3.4. β -karoten, likopen ve total fenolik miktar tespiti.....	43
Tablo 3. 5. Mantarların antibakteriyel aktiviteleri	46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 1 Tokoferollerin genel kimyasal görünümü [108].....	6
Şekil 1 2 Flavonoidlerin genel kimyasal formülü	7
Şekil 1 3 Genel bir fenolün kimyasal formülü	7
Şekil 1 4 Askorbik asidin genel formülü	8
Şekil 1 5.β- karotenin kimyasal formülü.....	9
Şekil 1 6. Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), Bütillenmiş hidroksianisol (BHA), Propilgallat (PG), Tersiyer bütıl hidrokinon (TBHQ).....	10
Şekil 1 7. DPPH radikalın kimyasal yapısı	11
Şekil 1 8. Armillaria mellea	19
Şekil 1 9. Omphalotus olearius	20
Şekil 1 10. Lactarius deliciosus	21
Şekil 1 11. Trametes versicolor	22
Şekil 1 12. Fomes fomentarius	23
Şekil 1 13. Agaricus bisporus.....	24
Şekil 1 14. Agaricus bitorquis	24
Şekil 1 15. Agaricus campestris	25
Şekil 1 16. Agaricus subrutilescens	25
Şekil 2. 1 Makro mantarların toz hali	28
Şekil 2. 2. Soxhlet ekstraksiyon düzeneği.....	29

Şekil 2. 3. Rotary evaporatörde uçurma işlemi	30
Şekil 2. 4 Etanolde çözülmüş mantar ekstraları	30
Şekil 2. 5. 760 nm’de okuma	32
Şekil 2. 6 Mikroorganizmaların aktiveştirme aşaması	33
Şekil 2. 7. Zon çapları	35
Şekil 3.1. DPPH 517 nm’de okuma	38
Şekil 3. 2. Metal şelatlama 562 nm’de okuma	40

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A Absorbans

°C Santigrat derece

L litre

ml mililitre

μ mikro

μl mikro litre

μg mikro gram

M molar

mM milimolar

nm nanometre

α alfa

β beta

γ gama

% yüzde

NaCl Sodyum klorür

FeCl₂ Demir (II) klorür

Na₂CO₃ Sodyum karbonat

ABTS 2, 2'-azinobis(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)

BHT Bütillenmiş hidroksitoluen

BHA	Bütillenmiş hidroksianisol
CAT	Katalaz
DNA	Deoksiribonükleik asit
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidraz
FRAP	Demir iyonlarını İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Tayin Yöntemi
HAT	Hidrojen atom transferi
TRAP	Radikal tutuklama Antioksidan Parametrisi
TBHQ	Tersiyer Bütihidroksikinon
SOD	Süperoksit dismutaz
MSSA	Methycilline sensitive stophylococcus Aureus
ROS	Reaktif oksijen türler

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Doğal antioksidanların kaynağı ve kullanımı ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu bitki ve baharatların bazılarının antioksidan kapasitelerinin, sentetik antioksidanlardan daha fazla olduğu kanıtlanmıştır. Kendilerine özgü lezzet ve aromaları, antibakteriyel ve antioksidan özellikleri nedeniyle, daha geniş bioaktivite profiline sahip olan bitki ve baharatlar gıda sektöründe alternatif olarak kullanılabilir doğal antioksidan maddelerdir. Gıdalarda lipid oksidasyonunun bu tür doğal maddelerle önlenmesi üretici ve tüketici açısından oldukça önemlidir [1, 2].

Makromantarlar, 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 [3]. Tıbbi mantarlar batı ülkelerinde son on yıldır kullanılırken, Asya ülkelerinde çok uzun zamandır geleneksel olarak kullanılmaktadır [4]. Asyada makromantarlar geleneksel Çin tıbbında 3000 yıldan daha fazla zamandan beri hastalıklardan korunma ve tedavi amacıyla kullanılmışlardır [4, 5].

Günümüzde makromantarlardan tıp, eczacılık, gıda ve fermentasyon alanlarında yaygın şekilde faydalanılmaktadır. Makromantarlar immunomodulator ve antitumor ajanı olduğu kadar antiviral, antimikrobial, antimutajenik, antihipertansiyon, antiinflamatuvar, antialerjik vb. Gibi özellikleriyle son yıllarda araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Bunlar genellikle doğal ürünler ve besin takviyeleri olarak görülmektedirler ve dünyada çeşitli formülasyonlarda üretilmektedirler [6]. Makromantarlarda lektin, polisakkaritler, polisakkarit-peptitler, polisakkarit-protein kompleksleri izole edilmiş olup bu maddelerin bir çoğunda immunomodulator, anti-kanser ve antioksidan etkiler tespit edilmiştir [7].

Tarihte tıbbi makromantar türleri, ölü ya da yaşayan ağaçlar veya ağaç döküntülerinin olduğu ormanlık alanlardan toplanmıştır. Bu makromantarların tıbbi etkilerinden faydalanmak için onların sıcak su ekstraktları ve toz formları kullanılmıştır. Doğadan toplanan tıbbi özelliğe sahip makromantarların sap ve şapkası, sporları, miselleri, ekstratı ya da farklı kısımlardan izole edilmiş içerikleri tıbbi olarak insanlar tarafından kullanılmıştır [8].

Son zamanlarda makromantarların yapısında yer alan bileşiklerden en çok dikkat çeken molekül β -glukandır. β -glukan makromantar hücre duvarının yapısında bulunan, β -(1 \rightarrow 3) bağlantı gösteren bir polisakkarittir ve β -(1 \rightarrow 6) dallanma gösterebilir. Tahıllarda, bakterilerde ve mantarlarda bulunur. β -glukan immün sistemi aktive edici, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, antifungal, antitümör, kolesterol düşürücü, kan şekerini düzenleyici etkiye sahiptir [9, 10, 11].

Makromantarlar fenolik bileşikler, poliketidler, terpenler ve steroidler gibi sekonder metabolitler sentezlerler [12]. Makromantarların içeriklerindeki bu sekonder metabolitlerin ve özellikle fenolik maddelerin kuvvetli antioksidan aktiviteleri vardır. Fenolik bileşikler metal şelatlama, serbest radikalleri süpürme ve lipid peroksidasyonunu inhibe etme yeteneğine sahiptirler. Bu antioksidan etkileri ile makromantarlar başta kanser ve kalp hastalıkları olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde etkili olmuşlardır [13, 14]. Makromantarların hem gövdeleri hem de toprak altı kısımlarından izole edilen birçok antimikrobiyal maddenin varlığı rapor edilmiştir. Bunlar sıklıkla antibiyotikler gibi sekonder metabolitlerdir. Makromantarların büyümeleri ve üremeleri için bu antibiyotiklere ve vitaminlere ihtiyaçları vardır. Sentetik olarak üretilen antibiyotikler ve antimikrobiyal ilaçlar, hem insan sağlığını tehdit etmekte hem de antibiyotik direnci oluşturmaktadırlar. Bu sebeple doğadan temin edilebilen yeni doğal antimikrobiyal maddeler araştırılmaktadır. Makromantarlar bu açıdan oldukça dikkat çekici organizmalardır. Antibiyotiklerin yanı sıra mantar hücre duvarının yapısında bulunan β -glukanın da antimikrobiyal etkisi olduğu belirlenmiştir [14, 15]. Bu kapsamda çalışmada doğal olarak farklı bölgelerde yetişen dokuz makromantar türünün (*Armillaria mella*, *Omphalotus olearius*, *Lactarius deliciosus*,

Trametes versicolor, Fomes fomentarius, Agaricus bisporus, Agaricus subrutilescens, Agaricus bitorquis, Agaricus compestris) antioksidan ve antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır.

1.1 Antioksidan

Antioksidanlar, oksidasyon ürünlerini inhibe edebilen [16] ve bunların meydana getirdiği hasarı önlemede etkili olan savunma mekanizmalarıdır [17]. Diğer bir tanımla Antioksidanlar radikal oluşumunun sınırlandırılması, radikal reaksiyonlarının sona erdirilmesi, oluşan radikallerin etkisiz hale getirilmesi ve hasarlı moleküllerin ortadan kaldırılmasından sorumlu moleküllerdir [18].

Antioksidanlar; vücuttaki kimyasal reaksiyonları destekleyen protein yapısındaki enzimler ile vitamin ve mineral gibi besin öğeleridir. Antioksidanların kalp hastalıkları, kanser, diyabet, inme, Alzheimer hastalığı, romatoid artrit, katarakt ve kronik hastalıkların gelişmesinde koruyucu bir rol oynadığına inanılmaktadır [19].

Antioksidanlar vücut hücreleri tarafından üretildiği gibi, gıdalarla da alınan bir grup kimyasal maddelerdir. Gıdalarla alınan en önemli antioksidanlar, betakaroten, E (α -tokoferol) ve C (Askorbik asit) vitaminleridir. Bu moleküllerin vücutta gerekli seviyelerde bulunabilmesi için, antioksidan içeren mantar gibi besinler alınmasına dikkat edilmesi gerekir. (A, C, E vitaminleri besinlerle dışarıdan alınır). Antioksidanlar; serbest radikalleri (ROS/RNS) yok eden kimyasal maddelerdir [20, 21].

Antioksidanlar başlıca dört yolla oksidanları etkisiz hale getirirler;

- 1. Süpürme etkisi (Scavenging):** Oksidanları daha zayıf yeni bir moleküle dönüştürerek etkisizleştirir. Antioksidan enzimler ve mikro moleküller bu yolla etki eder.
- 2. Söndürme etkisi (Quenching):** Oksidanlara bir hidrojen aktararak inaktive etmesine denir. Vitaminler, flavanoidler, timetazidin ve mannitol bu şekilde etki eder.
- 3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi: (Chain Breaking):** Hemoglobin, serüloplazmin ve ağır mineraller oksidanları kendilerine bağlar ve inaktive eder.

4. Onarma etkisi (Repair): Oksidatif hasar görmüş biyomolekülü onarırlar [22].

1.1.2 Antioksidanların sınıflandırılması

Antioksidanlar, katalitik aktiviteye göre, kaynağına göre [23], lokalizasyonuna göre [24, 25], savunma seviyelerine göre [26] sınıflandırılırlar.

Antioksidanların sınıflandırılması

1-Kaynağına göre

- a- Doğal
- b- Sentetik

2-Lokalizasyonuna göre

- a- Suda çözünenler
- b- Yağda çözünenler

3-Katalitik aktiviteye göre

- a- Enzimatik
- b- Enzimatik olmayan

4-Savunma seviyelerine göre

- a- Birincil
- b- İkincil

1.1.2.1 Kaynağına göre antioksidanlar

1.1.2.1.1 Doğal antioksidanlar

Doğal antioksidanlar neredeyse tüm bitkilerde, meyvelerde, mantarlarda, mikroorganizmalarda, sebzelerde ve hatta hayvansal dokularda bile bulunmaktadır ve bunlar çoğunlukla polifenolik yapısındaki maddelerdir. Çok sayıda bitkisel infüzyonlar fenolik bileşiklerden özellikle fenolik asitler ve flavonoidlerden dolayı antioksidan ve farmakolojik özelliklere sahiptir ve sıklıkla halk hekimliğinde kullanılmaktadır.

Organizmada serbest radikallerin oluşum hızı ile bunların ortadan kaldırılma hızı bir denge içerisinde ve bu durum oksidatif denge olarak adlandırılır. Oksidatif denge sağlandığı sürece organizma, serbest radikallerden etkilenmemektedir. Bu radikallerin oluşum hızında artış ya da ortadan kaldırılma hızında bir azalma bu dengenin bozulmasına sebep olur. Oksidatif stres olarak adlandırılan bu durum: serbest radikal oluşumu ile antioksidan savunma mekanizması arasındaki dzensizliği göstermekte olup, sonuç olarak doku hasarına yol açmaktadır. Bununla birlikte aerobik organizmalarda bu oksidatif hasara karşı koruyucu bir sistem mevcuttur [27]. Bu sistem vücutta oluşan; süperoksit dismutaz (SOD), hidroksi radikaller, katalaz, glutatyon peroksidaz gibi enzimleri ve bazı lipit peroksidlerini içermektedir. Bu doğal koruyucu sistem ile serbest radikallerin zararlı etkileri en aza indirgenir. Bazı dış faktörler bu dengeyi bozmaktadırlar. Eğer bu enzim sistemi radikalleri tamamen etkisiz hale getiremez ise diyet ile antioksidanların alımı oldukça büyük önem kazanmaktadır [28].

Oksidatif stres anında tekrardan dengenin sağlanması açısından mantarlar vücudun antioksidan eksikliğini tamamlaması açısından büyük önem taşımakta olan bir besin kaynağı olmaktadır.

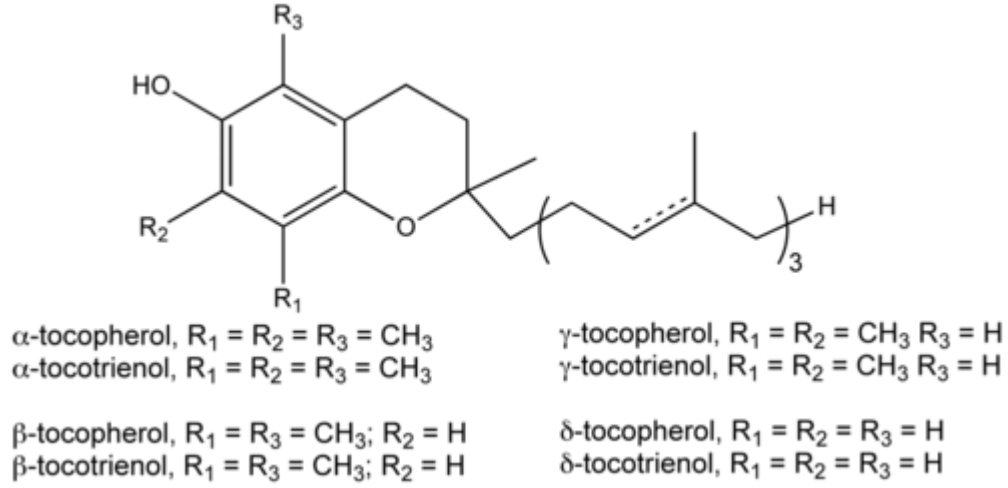
Doğal antioksidanların en önemlileri; tokoferoller, flavonoidler, fenolik asitler, polifenoller, karotenoidler ve askorbik asittir.

1.1.2.1.1.1. Tokoferoller

Lipid radikallerinin ve ROS'ların temizlenmesinde rol oynadığı bilinen tokoferoller biyolojik membranlarda özellikle kloroplastların tilakoid membranlarında yoğun olarak bulunmaktadır. Bitkilerde bulunan dört izomeri arasında (α -, β -, γ - ve δ -) yer alan α tokoferoller; moleküler yapılarında üç metil grubu içermelerine sebebiyle en yüksek antioksidatif aktiviteye sahip olanıdır [29].

Bu gruptaki en önemli antioksidan E vitamininin en aktif formu olan α - tokoferoldür [30]. α tokoferoller kloroplastlarda γ - tokoferolmetiltransferaz enzimi aracılığıyla γ

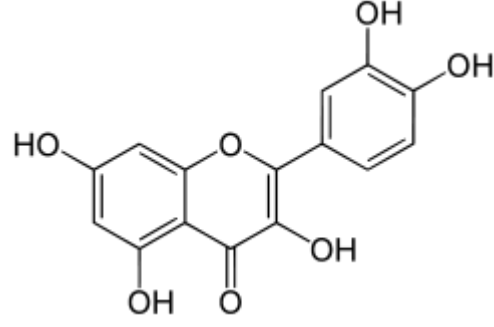
tokoferol'den sentezlenmektedirler. O^2 gibi ROS çeşitlerine karşı membran kararlılığının korunmasında kritik öneme sahiptirler.



Şekil 1 1 Tokoferollerin genel kimyasal görünümü [108]

1.1.2.1.1.2. Flavonoidler

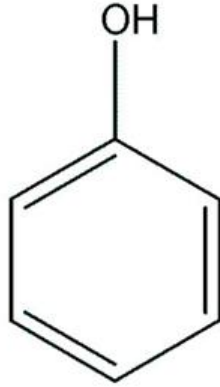
Flavonoidler, genellikle bitkilerde bulunan ve günlük diyetle sıklıkla tüketilen difenilpropanlardır [31]. En önemli flavanoid kaynakları sebzeler, meyveler ve bunlara ait içeceklerdir [30]. Flavonoidler, $C_6-C_3-C_6$ karbon iskeleti ile karakterize edilmektedirler. İki hoş kokulu halka, üç karbonlu bir alifatik zincir ile birbirine bağlanmaktadır. Flavon, flavonol, izoflavon, flavonon ve çalkonları içeren flavonoidler tüm bitki dokularında bulunmaktadır [30]. flavonoidler, antioksidatif aktivitelerini ksantin, oksidaz, lipoksijenaz ve siklooksijenaz gibi oksidatif enzimleri inhibe ederek, metal iyonları ile şelat oluşturarak, diğer antioksidanlar ile etkileşime girerek ve süperoksit anyonları, lipid peroksil radikalleri, hidroksil radikalleri gibi serbest radikalleri yakalayarak göstermektedirler [30, 31, 32].



Şekil 1 2 Flavonoidlerin genel kimyasal formülü [109]

1.1.2.1.1.3. Fenolik asitler

Bitkilerdeki en önemli ikincil metabolit gruplarından biri olan fenolik bileşikler antioksidan özelliğine sahiptirler. Farklı çevresel faktörler ve stres koşulları altında feniloproponoid metabolizmasında ve fenolik bileşik miktarlarında artış meydana geldiği gözlenmiştir [33, 34]

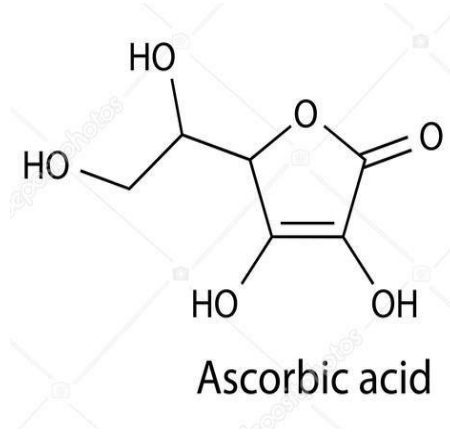


Şekil 1 3 Genel bir fenolün kimyasal formülü [110]

1.1.2.1.1.4. Askorbik asit

Askorbik asit bitkilerde ROS'a bağlı olarak meydana gelen hasarın etkilerini en aza indirmede ve önlemede rol oynayan hücrelerdeki en güçlü ve en bol antioksidandır. C

vitamininin meyvelerde bulunan en baskın formu askorbik asittir. Askorbik asit bitkilerde ROS'a bağılı olarak meydana gelen hasarın etkilerini en aza indirmede ve önlemede rol oynayan hücrelerdeki en güçlü ve en bol antioksidandır [35, 36].



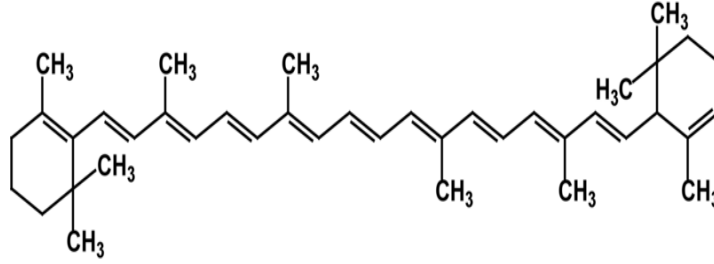
Şekil 1 4 Askorbik asidin genel formülü [111]

1.1.2.1.1.5. Karotenoidler

Karotenoidler, sebze ve meyveler renk veren maddelerdir ve vitamin A öncülleri olarak antioksidan etkileri bulunmaktadır. En önemlileri ise α -karoten, β -karoten, likopen, krosetin, kantaksantin ve fukoksantindir. Bunlardan β -karoten, iki molekül vitamin A'nın (retinol) birleşmesinden oluşmuştur. Diyetdeki β -karoten ince barsak mukozası tarafından emilirken retinole çevrilmektedir. β -karotenin antioksidan etkisi singlet oksijeni yakalaması, serbest radikalleri temizlemesi ve hücre membranı lipitlerini oksidatif dejenerasyona karşı korumasıdır.

Singlet oksijenden enerji karotenoide aktarılmakta ve geçici bir ara molekül oluşmaktadır. Fotosensitif bir rahatsızlık olan eritropoietik porfiride β -karotenin singlet oksijeni temizlemesi özelliğinden yararlanılmaktadır. β -karoten yüksek konsantrasyonlarda pro-oksidan olarak davranmakta ve proteazları aktive etmektedir.

Düşük oksijen basıncında β -karoten peroksil radikali ile direk reaksiyona girmekte ve bu durum yüksek oksijen basıncında vitamin E'nin aynı etkisi ile sinerji oluşturmaktadır [37].

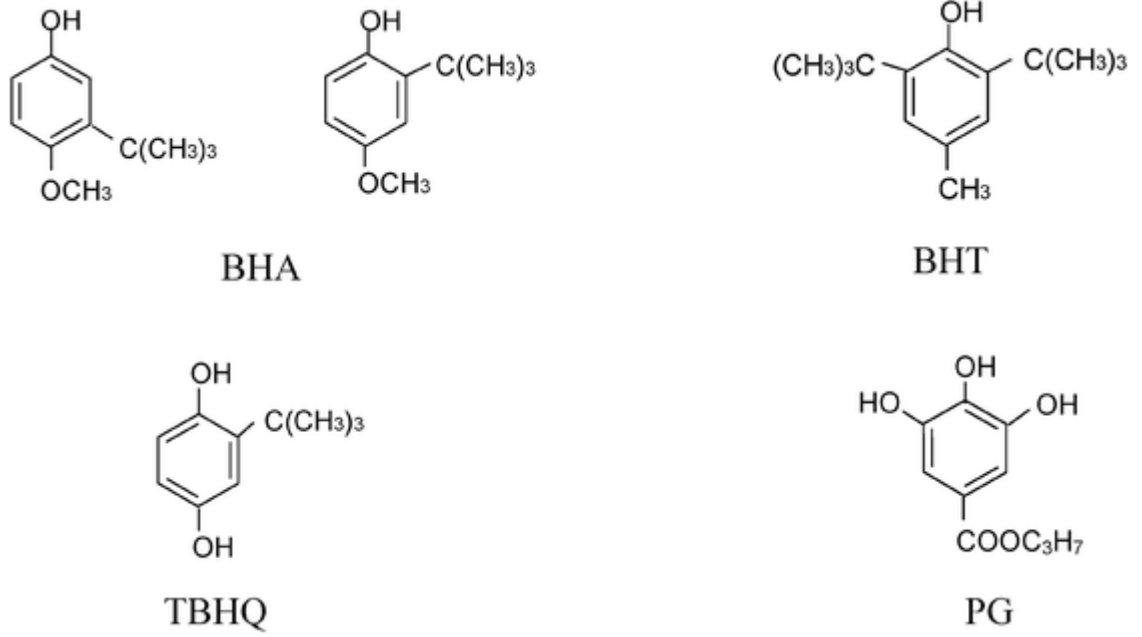


Şekil 1 5. β - karotenin kimyasal formülü [112]

1.1.2.1.2 Sentetik antioksidanlar

Antioksidanlar oksijen ile reaksiyona girerek, gıdalar içindeki olumsuz etkilerini engelleyen maddeler olarak da tanımlanırlar. Sentetik antioksidanlar ticari olarak üretilmektedir. Bunlar BHA (Bütillenmiş hidroksianisol), BHT (Bütillenmiş hidroksitoluen), TBHQ (Tersiyer bütihidrokinon) ve PG (Propilgallat)'dir. Ancak bu sentetik antioksidanların kanser yapıcı ve mutajenik özelliklere sahip olmaları nedeniyle kullanımları yasaklanmıştır [38, 39, 40].

Gıdalarda sentetik antioksidanların kullanımı yaklaşık 60 yıl önceye dayanmaktadır. Sentetik antioksidanlar doğal antioksidanlardan daha ucuz olmaları, yüksek kararlılık ve yüksek etkinlik özellikleri nedeniyle yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Son zamanlarda sentetik antioksidanların toksik etkilerine bağlı olarak doğal antioksidanlara olan ilgi oldukça artmıştır [41].

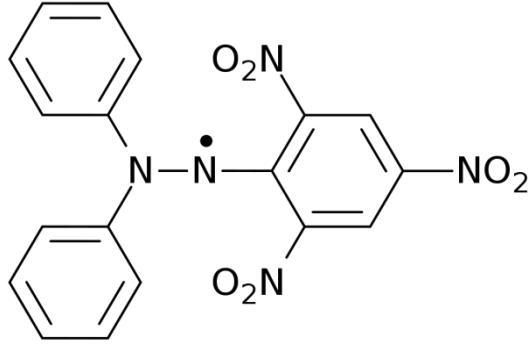


Şekil 1 6 Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), Bütillenmiş hidroksianisol (BHA), Propilgallat (PG), Tersiyer bütül hidrokinon (TBHQ) [113]

1.2 Antioksidan Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

1.2.1 DPPH serbest radikal yakalama aktivitesi

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal yakalama yönteminde, kararlı ve sentetik bir radikal olan DPPH kullanılır ve antioksidanın bu serbest radikali yakalama yeteneği ölçülerek antioksidan aktivite tanımlanır.



Şekil 1 7. DPPH radikalın kimyasal yapısı [114]

DPPH, koyu mor renkte bir radikaldir. Antioksidandan bir proton alarak renksiz α , α -difenil- β -pikrilhidrazil molekülüne dönüşür. Antioksidan madde tarafından indirgenmesi sonucu rengi açılır [25]. DPPH yakalama aktivitesi DPPH'in renk yoğunluğunun antioksidanların varlığında azalması prensibi ile belirlenir ve EC₅₀ değerleri ile ifade edilir.

Birçok araştırmacı bazı makromantar türlerinin [42, 43, 44, 45, 58, 57, 56, 59] ve bazı bitkilerin [60, 61] DPPH serbest radikal yakalama aktivitelerini test etmiştir. Yenilebilir makromantar türlerinden olan *Polyporus squamosus*, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Boletus badius* ve *Verpa conica* arasında *L. nuda*'nın yüksek derecede DPPH yakalama aktivitesi olduğu tespit edilmiştir [44, 59], yenilebilir bir makromantar olan *Grifola frondosa*'nın farklı ekstraktlarının DPPH yakalama aktivitesini araştırdıklarında su ekstraktlarının maksimum konsantrasyonlarının % 60 oranında sonuç verdiğini rapor etmişlerdir. Yine yenilebilir mantarlardan olan *Termitomyces heimii* ve *Termitomyces mummiiformis* türlerine ait düşük IC₅₀ değerleri ile (1,10 ve 1,18 mg/mL) adı geçen makromantarlarda yüksek oranda DPPH yakalama aktivitesi olduğu tespit edilmiştir [42].

1.2.2 Metal iyonlarını şelatlama etkisi

Yaşamamız için temel elementlerden biri olan demir, aynı zamanda lipid, protein ve diğer bileşenlerle istenmeyen oksidatif reaksiyonlara neden olabilmektedir. Ayrıca fenton reaksiyonları sonucunda serbest radikal oluşturma kabiliyetindedir. Bu nedenle Fenton reaksiyonlarındaki Fe^{+2} konsantrasyonunun azalması ile oksidatifhasara karşı koruyucu etki görülmektedir [62].

Geçiş metalleri içerisinde Fe^{+2} iyonlarının yüksek reaktivitesinden dolayı lipid oksidasyonuna yol açan en önemli pro-oksidan olduğu bilinmektedir [50] Fenton reaksiyonu: $Fe^{+2} + H^2 O^2 \rightarrow Fe^{+3} + HO \cdot + HO$ şeklindedir.

Metal şelatlama özelliği olan antioksidan maddeler serbest demiri bağlamak suretiyle onu etkisizleştirirler ve böylece fenton reaksiyonları sonucu oluşan hidroksil ve peroksit gibi radikal oluşumunu inhibe ederler. Bu nedenle metal şelatlama özelliği antioksidan aktiviteyi belirlemede önemli rol oynamaktadır [63]. Bir başka deyişle, metal şelatlama aktivitesi, ortamda bulunan Fe^{+2} iyonlarının indirgemesine dayanır. Aktivite kendini şelat ajanlarının demir iyonlarını şelatlaması sonucu kırmızı renkteki azalmayla gösterir. Metal şelatlama aktivitesi lipid peroksidasyonundaki katalize olmuş geçiş metallerini indirgediği için önem taşımaktadır. Şelatlama ajanları redoks potansiyelini indirgeyerek metal iyonlarının oksidasyonunu sıtabilize edebilirler. Bu nedenle şelatlama ajanları ikincil antioksidanlardır [64, 65].

Daha önce yapılan çalışmalar birçok makromantar türünün metal şelatlama aktivitelerine sahip olduğunu göstermiştir [42, 43, 44, 45, 58, 56, 57, 59, 66]. *Grifola frondosa* türünün soğuk su ekstraktının metal şelatlama aktivitesi incelendiğinde 0,88 mg/mL IC_{50} değeri ile yüksek oranda şelatlama aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir [59]. Pal ve arkadaşlarının [67] yenilebilir mantar türlerinden olan *Pleurotus squarrosulus*'un farklı ekstraktları ile yaptıkları denemeler sonucunda demir iyonlarını şelatlama aktiviteleri en yüksek olan ekstre 75 μ g/mL ile sıcak su olmuştur.

1.2.3 Toplam fenolik içeriğinin belirlenmesi yöntemi

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi, antioksidan aktiviteyi sağlayan hidroksil grupları hakkında fikir vermesi açısından önemlidir. FC metodu doğal ürünlerde toplam fenolik madde ölçümü için kullanılmaktadır. Aynı zamanda temel mekanizma oksidasyon redüksiyon reaksiyonlarına dayandığı için antioksidan ölçüm yöntemi olarak da kullanılmaktadır. Genellikle toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi arasında oldukça iyi bir ilişki görülür [21]. Bu metod basit, duyarlı ve kesinliği yüksek bir metottur. *Lactarius piperatus* mantarı ile gerçekleştirdikleri denemede bu makromantarın yüksek oranda fenol, flavonoid, askorbik asit, β -karoten ve likopen içeriklerine sahip olduğu anlaşılmıştır [43]. İki yenilebilir makromantar türü olan *Lactarius delicious* ve *Tricholoma portentosum* ile yapılan başka bir denemede bu makromantarların içerisinde fazla miktarda toplam fenolik içeriğe rastlanmıştır [45].

1.3 Makromantarlar Hakkında Genel Bilgi

Halk arasında mantar; küf, pas, rastık, maya, şapkalı mantar gibi çeşitli isimlerle anılan canlıların ortak bilimsel adı fungustur. Fungus; ökaryotik, spor üreten, genellikle eşeyli ve eşeysiz çoğalan, hif denilen hücre duvarıyla kuşatılmış dallanan ipliksel somatik yapıya sahip, absorpsiyonla beslenen, klorofilsiz organizmalar olarak tanımlanmaktadır [46].

Günümüzde yaklaşık 80 bin civarında türü tanımlanmış olan mantarlar, 7 bölüm halinde ele alınmaktadır [47].

Myxomycota - Chytridiomycota - Oomycota - Zygomycota - Ascomycota - Basidiomycota - Deuteromycota

Mantarlar âleminde, gözle görülebilecek büyüklükte fruktifikasyon oluşturabilen türler makromantar ya da makrofungus olarak isimlendirilmektedir. Yenir mantarlar halkın doğadan topladıkları ve lezzet bakımından tercih ettikleri mantarlardır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de gıda açığının kapatılması açısından mantarlar önemli besin

kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Gıda ihtiyacının artmasıyla mantarların kültürel olarak üretimi gündeme gelmiştir. Yemelik mantar bileşiminde nişasta ve gerçek selülozun bulunmayışı, buna karşılık vitamin ve mineral maddeleri içermelerinden dolayı iyi bir gıda olarak kabul edilmektedir. *Agaricus bisporus* (Kültür mantarı), *Agaricus campestris* (Çayır mantarı), *Pleurotus ostreatus* (İstiridye mantarı), *Coprinus comatus* (Mürekkep mantarı), *Lactarius deliciosus* (Kanlıca), *Ramaria flava* (Karnabahar mantarı) ve *Tricholoma terreum* (Karakız mantarı) gibi doğadan toplanarak tüketilirken, *Saccharomyces cerevisiae* (Ekmek mayası), *Saccharomyces carlsbergensis* (lager birası mayası), gibi türler endüstriyel gıda üretiminde kullanılmaktadır [47]. Makromantarların yapısında su, protein, yağ ve karbonhidrat gibi bileşenler yer almaktadır. Fruktifikasyon organları % 80-95 oranında su, % 10-25 oranında kuru madde 2 içermektedir. En yüksek protein ve yağ içeriğine sahip olanlar *Agaricus* türleridir. Yenilen bir tür olan *Agaricus campestris* L. Fr. (çayır mantarı) üzerinde yapılan araştırmada, bu türün % 88-90 su, % 3,8 protein, % 0,3 yağ, % 4,9 karbonhidrat, % 1,2 kül (kalsiyum, fosfor, demir vs.), eser miktarda A vitamini ve B₁, B₂, B₃, B₅ vitaminlerini içerdiği belirlenmiştir. *Agaricus bisporus* (Lange) Pilát (kültür mantarı) ise % 90 su, % 3-5 azotlu maddeler, % 0,3 yağ, % 4-6 karbonhidrat içerir. *Boletus edulis* türü ise yüksek oranda karbonhidrat içermektedir. Makrofungusların geneline bakıldığında kuru ağırlıkları itibariyle % 40'ın üzerinde karbonhidrat ve % 20-40 arasında değişen oranda protein içerdikleri, buna rağmen yağ içeriklerinin % 8'lerin altında kaldığı tespit edilmiştir [48].

Makromantarların içerdikleri diğer bileşenler göz önünde bulundurulduğunda, protein yönünden zengin olan türlerin karbonhidrat bakımından fakir, karbonhidrat yönünden zengin olan türlerin ise protein açısından fakir olduğu görülmüştür. Genel olarak makromantarlar düşük yağ ve yüksek karbonhidrat içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Makrofungusların içerdikleri aminoasitler arasında en fazla bulunanı glutamin, asparajin ve metiyonindir. Mantarlar doymamış yağ asidi oranı doymuş yağ asidi oranına göre yüksek miktardadır. Linoleik, oleik ve palmitik asit yüksek oranda içerdikleri yağ asitlerindedir. *Lactarius deliciosus* türünün en düşük total çoklu doymamış yağ asidi içerdiği belirlenmiştir [49]. İnsan metabolizması için gerekli olan

tiamin, riboflavin ve niasin gibi vitaminler de makrofungusların bileşimlerinde bulunmaktadır. Aynı zamanda makrofunguslar antioksidan etkiye sahip flavonoid, askorbik asit, β -karoten ve likopen yapısındaki maddeleri de içermektedirler. Makrofunguslardan izole edilen etkili maddeler arasında β -glukanlar, ergon, ganoderik asit vb. bulunmaktadır. Mantarlar insan yaşamında oynadıkları roller nedeniyle önemli bir yere sahiptirler. Geçmişte, doğada kendiliğinden gelişen makromantarları bilmeden fermentasyonda kullanmışlardır (özellikle şarap yapımında). Genel olarak, mantarların insanlar açısından hem faydalı hem de zararlı yönlerinin olduğu görülür [47]. Mantarlar besin olarak tüketiminin yanında halk hekimliğinde de kullanılmıştır. Bu durum özellikle uzak doğu ülkelerinde çok eski bir gelenek olmakla birlikte, dünya geneline yayılış ivmesi yirminci yüzyılın son çeyreği içinde oldukça artmıştır. Nitekim tıbbi amaçlı makro mantar kullanımı 1991 yılında 1,2 milyar dolar iken, 2001 yılında 6 milyar dolarlık bir hacme ulaşmıştır [55]. Ülkemizde makro fungus mikotasının tespitine yönelik çalışmalara ilave olarak onların farmakolojik, endüstriyel ve tıbbi özelliklerinin de ortaya çıkarılmasına gerek vardır. Mantarlar, gerek misellerinde gerekse fruktifikasyon organlarında, antimikrobiyal aktiviteye sahip birçok bileşik içermektedir. İnsanlık için faydalı olabilen bu bileşiklerde birçok mantar türünden izole edilebilmektedir. *Coprinus*, *Clitocybe*, *Daedalea*, *Marasmius*, *Merulius*, *Pleurotus*, *Polyporus*, *Poria*, *Psathyrella*, *Schizophyllum* ve *Tricholoma* gibi cinslere ait tıbbi mantarlar, β -glukan, lektin, fenolikbileşikler, flavonoidler, polisakkaritler, triterpenler, lentinan, schizophyllan, lovastatin, pleuran, steroidler, glikopeptitler, terpenler, saponinler, alkaloidler, purin, purimidin, kinon, fenilpropanoid, kalvasin, volvotoksin, flammütoksin ve porisin açısından oldukça zengindir [51, 53, 52, 55]. Bunlar oldukça zengin doğal antibiyotik kaynaklarıdır ve geleneksel tıpta birçok hastalığın tedavisinde kullanılmıştır. Şu ana kadar tanımlanmış olan yaklaşık 10-12 bin makromantar türü içinde tıbbi etkileri olabilecek türlerin oranının % 5 civarında olduğu tahmin edilmekle birlikte bu türler hakkındaki bilgi birikiminin de maalesef oldukça az olduğu görülmektedir [54]. Bunun yanında makromantarlar antimikrobiyal, antikanserojen ve immünoestimulan gibi biyolojik etkilere sahiptirler. Makro mantarların geniş bir biyolojik aktivite yelpazesine sahip oldukları gerçeği göz önünde bulundurularak günümüzde kullanılan ilaçlara alternatif olabilmeleri için yabani türlerin kültüre

alınmasının yanında aktif bileşiklerinin izolasyon ve standardizasyon çalışmalarına yoğunlaşılması gerekmektedir [49].

1.3.1 Makromantarların antibakteriyel ve antioksidan olarak kullanımı

Antibiyotik, herhangi bir organizma tarafından üretilen veya sentetik olarak, bir mikroorganizmayı öldürmek veya çoğalmasını durdurmak için kullanılan her türlü maddedir. Antibiyotikler etkili oldukları mikroorganizmaların metabolik işlemlerine müdahale ederek çalışırlar. Antibiyotikler müdahale etikleri metabolik işlemlere spesifiktir. Penisilin, vankomisin, florokinolon ve sefalosporin gibi antibiyotikler bugün en çok kullanılan antibiyotiklerdendir [68].

Enfeksiyonel hastalıklar insan sağlığı için önemli bir tehdittir. Patojenik mikroorganizmaları etkili bir şekilde öldürmek için, doğal ve/veya sentetik bir dizi antimikrobiyal maddeler izole edilerek geliştirilmesine rağmen küresel antimikrobiyal direnç artan bir halk sağlığı sorunudur. Bu yüzden antimikrobiyal maddeler farklı biyolojik kaynaklardan sürekli aranmaktadır. Çeşitli yeni antimikrobiyal maddeler için şifalı bitkiler ve aynı zamanda makromantarlar kaynak sağlamıştır. Günümüzde tıpta daha fazla ilaç kaynağı için makromantarlar talep olmaktadır [69].

Makromantarlardan elde edilen çeşitli antibiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı açısından önemleri büyüktür. Yetiştirilmesi kolay ve ucuz olmasından dolayı da makromantarlar biyolojik testlerde kullanılabilir [69]. Besleyici değerlerine ek olarak yenilebilen pek çok makromantar türünün uzun zamandan bu yana dünyanın birçok ülkesinde tıbbi amaçlarla da kullanıldığı belirtilmektedir. Ayrıca, birçok yenilemeyen ve zehirli makromantar türlerinin de önemli tıbbi özellikleri olduğu saptanmıştır. Kültür koşullarında makromantar üretme olanaklarının gelişmesi ile birlikte makromantarların çeşitli hastalıklara karşı kullanımının da yaygınlaştığı gözlenmektedir. Makromantarların immünolojik ve antikanser özelliklerinin yanı sıra antioksidan, antihipertansif, kolesterol düşürücü, karaciğer koruyucu, antifibrotik, antiinflamasyon, antidiyabetik, antiviral ve antimikrobiyal etkileri olduğu belirtilmektedir [70] Makromantarlar antimikrobiyal etkileri fungal yapıda sentezlenen ve çoğunlukla

organizmaya özgü bazı fenolik bileşikler, pürinler, primidinler, kinonlar, terpenoidler ve fenil proponoid türevi gibi antagonistik maddelerden kaynaklanmaktadır. Antitümör etki gösteren en önemli maddeler ise; kalvasin, volvotoksin, flammütoksin, lentinan ve porisin denilen ve yalnızca makrofunguslardan izole edilmiş maddelerdir [69].

Bakteriyologlar ve mikologlar yıllar boyunca, mikroorganizmaları kültürde yetiştirme çalışmaları sırasında, *Penicillium*, *Aspergillus* ve başka küf mantarları gibi kültürleri kirletici organizmaların, kültür ortamında komşu olarak gelişen bazı bakterileri ve makromantarları tahrip edip durdurduklarını gözlemlemişlerdir. *Penicillium notatum* (*P. chrysogenum*) mantarından elde edilen penisilin isimli antibiyotik, kısmen gram negatif kısmen gram pozitif bakterilere karşı etkili kuvvetli bir antibiyotiktir. Penisilin daha sonra *Aspergillus* ve *Cephalosporium* cinsi mantarların türlerinden de elde edilmiştir. Günümüzde penisilin, *Penicillium chrysogenum* isimli bir *Penicillium notatum* mutantından elde edilmektedir [69]. *Actinomyces* ve *Streptomyces*'in bazı formlarının ürettiği "streptomisin" isimli maddenin de kuvvetli antimikrobiyal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu madde tıpta büyük değer taşımaktadır. Çünkü penisilin etkilemediği birçok organizmayı vücut içinde tahrip etmektedir [69]. *Penicillium griseofulvum* ve *Penicillium nigricans* tarafından oluşturulan griseofulvin isimli antibiyotik saç, deri ve tırnaktaki sadece küf mantarlarına karşı etkilidir. Griseofulvin günümüzde, *Penicillium patulum*'dan elde edilmektedir. Ayrıca *Khuskia oryzae* de griseofulvin üretiminde kullanılmaktadır [69].

Sefalosporin isimli antibiyotik, *Cephalosporium acremonium* adlı küf mantarı tarafından üretilir. Fusidik asit, penisiline dirençli olan stafilokok bakteriler tarafından sebep olunan hastalıklara karşı kullanılan bir antibiyotiktir. Bu antibiyotik *Cephalosporium* türleri, *Mucor ramannianus* ve *Fusidium coccineum* mantarlarından ayıklanarak elde edilmektedir [69].

Dictyophora indusiata ile yapılan bir çalışmada su ekstraktının farklı mikroorganizmalar üzerindeki etkileri araştırılmış ve yüksek oranda antimikrobiyal etki gösterdiği ortaya çıkarılmıştır [59]. Bir diğer çalışmada ise test edilen *Lentinus*

subnudus ve *Lenzites sp.* türlerinin yine farklı mikroorganizmaların çoğu üzerinde inhibisyon etki gösterdikleri belirlenmiştir [59]. Demirhan ve arkadaşları [70] bazı makrofungusların antimikrobiyal aktiviteleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yapılan çalışmada *Schizophyllum commune* 'nin etil asetat çözgeninde *S. aureus* üzerinde, aseton çözgeninde ise *E. coli* üzerinde antimikrobiyal etkisi gözlenmiştir. [71] *Morchella conica* 'nın etanol ekstresinin antimikrobiyal etkisini, gram-pozitif bakteri, gram-negatif bakteri türlerine karşı test etmişler ve antimikrobiyal etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

1.3.2. Çalışmada kullanılan makromantar örnekleri

Çalışmada kullanılan makromantar örnekleri Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmıştır. Makromantarların makromorfojileri, mikromorfojileri ve ekolojilerine ait özellikler kısaca aşağıda verilmiştir.

Armillaria mellea

Genelde bal makromantarı olarak bilinen *Armillaria mellea*, *Armillaria* cinsinde bir basidiomycete mantarıdır. Bir bitki patojendir ve yakından ilişkili ve morfolojik olarak benzer türden şifreli bir tür kompleksinin bir parçasıdır. Birçok bitki türünde *Armillaria* kök çürüklüğüne neden olur ve enfekte olmuş ağaçların çevresinde mantar üretir. Enfeksiyon semptomları renksiz yeşillik, büyümenin azalması, dalların ölümü ve ölüm gibi bulaşmış ağaçların taçlarında görülür. Makromantar yenilebilir, ancak bazı insanlar mantarlara karşı ön yargılı davranmaktadır. Bu tür, miselyumda biyoluminesans yoluyla ışık üretebilir.

Armillaria mellea Kuzey Yarımküre'nin ılıman bölgelerinde yaygın olarak bulunur. Genellikle kütük mantar, kabuklu yemiş, ballı mantar, pipiş veya pembe gibi meyve gövdesi veya mantarları tipik olarak sert ağaçlarda yetişir ancak diğer canlı ve ölü ağaçlarda veya açık alanlarda bulunur. Spor baskısı beyazdır. Çap, yaklaşık 20 cm uzunluğa ve 3,5 cm'ye kadar değişken uzunluktadır.



Şekil 1 8. Armillaria mellea [115]

Bu makromantar, ayakkabı bağına benzeyen kök yapısı olduğu için Rhizomorfa adı verilen siyah uzun iplikler şeklinde özel misel oluşumları ile kolayca yayılmaktadır. Rhizomorflar çürütölmüş odunları bir ahtapot gibi sarmakta, özellikle kabukla odun arasında ya da toprak içerisinde yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Bu mantar hemen her tür iğne ve yapraklı ağaçlarda en tehlikeli parazit mantarlardan birisidir. Aynı zamanda da saprofit olarak ta yaşamını ve zararını sürdürmektedir [72, 73, 74, 75].

Omphalotus olearius

Şapkası, 7–10 cm, konveks (dış bükey), sonra huni biçimli, üst yüzeyi portakal sarısı, ipek gibi parlak, dalgalı, yaşlılarda portakalimsı - kahverenkli. Lameller değişik uzunluklarda yaklaşık 5–6 mm. Eninde, ince, sapa dekurrent olarak bağlanır. Sarımsı turuncu renkli, parlak, kenarları akut, genellikle diğer kısımlara rağmen daha koyudur. Taze mantarlarda lameller üzerinde biriken spor tozları, çoğu kez karanlıkta parlar. Sapı 7-15 x 1–2 cm. olup, silindirik, dibe doğru biraz incelerek devam eder, şapkaya doğru çoğu kez eksantrik (Dışa doğru genişleyen) olarak bağlı, sıkı yapılı,

içi dolu, lifsi, lamellerle aynı renktedir. Bu mantar, yaz başından sonbahar sonlarına kadar özellikle yapraklı ağaçların kütükleri üzerinde gruplar halinde ortaya çıkar. Özellikle zeytin ağaçları üzerinde bu mantarı görmek mümkündür. Bu mantar toksin içerir ve insanlara zehirlidir. Öldürücü olmasa da, bu mantar tüketen çok ağır kramplar, kusma ve ishal neden olur [76, 77].



Şekil 1 9. *Omphalotus olearius* [116]

Lactarius deliciosus

Şapka 5-14 cm çapında, genç mantarlarda konveks, gelişmiş mantarlarda ortası çukurlaşarak huni şeklini almıştır. Üzerinde farklı renk tonlarında meydana gelen konsantrik daireler bulunur. Kenarlara doğru kıvrıktır. Oldukça gevrek bir yapısı olan bu mantarın üzeri nemliyken yapışkan özelliğe sahiptir. Renk koyu ve açık olmak üzere turuncunun değişik tonlarındadır. Gelişmiş mantarlarda yeşilimsi lekeler meydana gelir. Etlı kısım sarımsı renktedir. Mantarın kırılması, kesilmesi veya zedelenmesi ile çıkan sütü turuncu renkli olup, 1 saat sonra sarımsı, 2-3 saat sonra ise mavimsi yeşile döner.



Şekil 1 10. *Lactarius deliciosus* [117]

Tat ve koku meyva kokusunda, çiğ yendiğinde acıdır, pişirilince bu acılık kaybolmaktadır. Lameller: genç mantarlarda kayısı rengindedir. Gelişmişlerde bu renk koyulaşarak havuç rengine döner. Ezilen yerlerde mavimsi yeşil lekeler meydana gelir. Sap üzerinde ilerleyerek sonlanır. Sap: 3-5 veya 1,5-2,5 cm, silindirik, genç mantarlarda içi dolu, gelişmiş mantarlarda ise ortası yoktur. Sarımsı turuncu renkte olup, üzerinde yer yer daha koyu renkli lakünler bulunmaktadır. Sonbahar aylarında yetişir. İbrelili ağaçların bulunduğu yerlerde özellikle çamlarla mikoriza oluşturmaktadır. *Lactarius deliciosus* asidik topraklarda kozalaklı altında yetişen ve ev sahibi ağacı ile bir mikoriza ilişkisi oluşturur.

Trametes versicolor

Kapağın üst yüzeyi, farklı renklerin tipik konsantrik bölgelerini gösterir. Eti 1-3 mm kalınlığında ve kürklü dokusu vardır. Kapak pas-kahverengi veya koyu kahverengi, bazen siyahımsı bölgelere sahiptir. Kapak düz, 8 x 5 x 0,5-1 cm e kadar alana sahiptir. Genellikle üçgen veya yuvarlak, ince kıllı bölgeler vardır. Gözenek yüzeyi açık

kahverengi beyaza yakın, kıllar yuvarlak ve yaş bükülmüş ve labirentli beyazımsıdır. Milimetre başına 2-5 gözenek düşmektedir [78].



Şekil 1 11. *Trametes versicolor* [118]

Fomes fomentarius

Kav mantarı 5 ila 45 santimetre arasında, 3 ve 25 cm genişliğinde ve 2 ile 25 cm kalınlığında, bir gövdeye sahiptir [79]. Türler genellikle geniş, sırtlar konsantrik, künt ve yuvarlak kenar boşluğu bulunmaktadır [80]. Eti sert ve lifli yapıya sahiptir ve tarçın kahverengi renktedir. Üst yüzeyi, sert inişli çıkışlıdır [80]. Sert ve odunsudur. [79] Değişen renkleri bulunmaktadır. Genellikle hafif kahverengi ya da gridir. Sert kabuk 1mm veya 2 mm'dir. Büyüme dönemlerinde beyazımsı ve serttir. Alt kısım krem rengi yuvarlak gözeneklere sahip, gözenekler dairesel ve milimetre başına 2-3 gözenek düşmektedir. Tüpleri 2 ile 7 mm uzunluğunda, paslı kahverengi renktedir [79].



Şekil 1 12. Fomes fomentarius [119]

Agaricus

Agaricus dünya çapında 300 den fazla üyesi olan bir türdür. Yenilebilir ve zehirli hem türleri içeren mantar cinsidir [81] Batı'nın egemen kültür mantarlarıdır [82, 83, 84]. Agaricus üyeleri etli bir yapıya sahip olması ile karakterize edilebilir.

Çalışmada kullanılan agaricus örnekleri

1. *Agaricus bisporus*
2. *Agaricus subrutilescens*
3. *Agaricus bitorquis*
4. *Agaricus campestris*



Şekil 1 13. Agaricus bisporus [120]



Şekil 1 14. Agaricus bitorquis [121]



Şekil 1 15. *Agaricus campestris* [122]



Şekil 1 16. *Agaricus subrutilescens* [123]

1.3.3. Çalışmada kullanılan sentetik antioksidanlar

Bu çalışmada BHA, BHT, Trolox sentetik antioksidanları kullanılmaktadır. Sentetik bir antioksidan olan BHA, (2- tersiyer-bütül-4-hidroksianisol ve 3-terciyer-butül-4-hidroksianisol karışımı; C₁₁H₁₆O₂), beyaz, mumsu katı bir yapıya sahip, hem hayvansal hem de bitkisel yağlarda çözünebilen ancak suda çözünemeyen bir antioksidan olarak tanımlanmaktadır. Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) en çok kullanılan antioksidanlardandır. BHT ilk defa soya yağının otoksidasyonunda bozunma ürünleri tayin edilerek fark edilmektedir. BHT yağlar ve yağ asitlerinin oksidasyonunda okside olmuş lipidlerle verdiği reaksiyon sonucu peroksit radikallerinin etkisini yok eder [85]. Troloks canlı sistemlerde doğal olarak bulunan bir bileşik olmamakla birlikte pek çok antioksidan aktivite tayin yönteminde standart olarak kullanılmaktadır. Genellikle belli bir derişim aralığında Troloks antioksidan olarak kullanılarak bir standart çalışma grafiği hazırlanır ve incelenen bileşimin antioksidan aktivitesi bu grafikten yararlanılarak Troloks eşdeğeri olarak hesaplanmaktadır [86].

Bu çalışmada ülkemizde doğal olarak farklı bölgelerde yetişen dokuz makromantar türünün (*Armillaria mella*, *Omphalotus olearius*, *Lactarius deliciosus*, *Trametes versicolor*, *Fomes fomentarius*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus subrutilescens*, *Agaricus bitorquis*, *Agaricus compestris*) antioksidan ve antibakteriyel etkileri araştırılmıştır.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışmada kullanılan cihazlar

Çalışmada: ISOLAB laborgerate GmbH marka soxhlet ekstraktörü, Bandelin HD 2070 marka sonikasyon cihazı, SELECTA 2001244 00-E 53034 marka etüv, Tetra T60 marka spektrofotometre, Tetra MED 20 marka otoklav, BUCHI marka rotary evaporatör cihazı, ISOLAB LWD-3004 marka safsu cihazı, KERN & Sohn GmbH marka hassas terazi, VESTEL marka buzdolabı ve SOIF OPTİKAL INSTRUMENTS marka ışık mikroskobu kullanılmıştır.

2.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasallar

Deneylerde Merck marka Nutrient broth, Sodium chloride (NaCl), Nutrient Agar, Sodyum corbanate (Na_2CO_3), folin-Ciocalteu's phenol reagent, Alkomed marka Etil alkol (% 96), Merck marka Metanol, Aldrich marka DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl), SIGMA- Aldrich marka FeCl_2 , SIGMA-Aldrich marka 3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid Sodium salt, Merck marka Aseton ve Merck marka Hekzan kullanılmıştır.

2.2.3. Çalışmada kullanılan test mikroorganizmalar

Bu çalışmada Staphylococcus epidermidis ATCC 12228, Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853, Staphylococcus aureus ATCC 2392, Staphylococcus aereus ATCC 25923, Escherichia coli 0157:m7, escherichia coli 35218, Escherichia coli 11229, Listeria monocytogenes ATCC 7644 bakterileri kullanılmıştır.

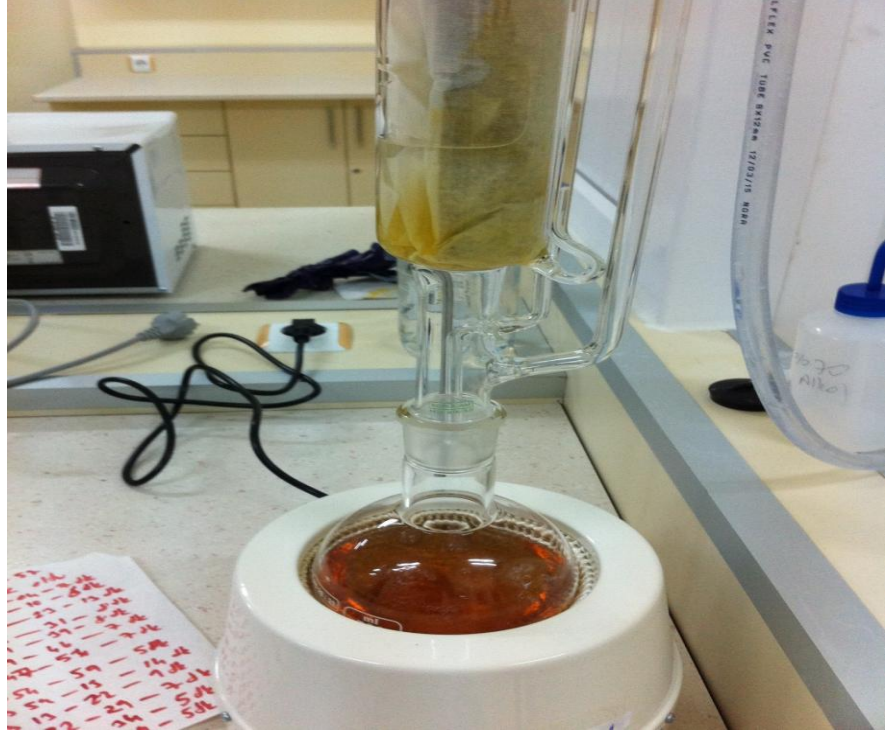
2.2. Metod

2.2.1. Makromantar ekstralarının elde edilmesi

30 gram öğütölmüş makromantar örnekleri (*Armillaria mella*, *Omphalotus olearius*, *Lactarius deliciosus*, *Trametes versicolor*, *Fomes fomentarius*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus subrutilescens*, *Agaricus bitorquis*, *Agaricus compestris*) çeşitli çözücüler ile soxhlet cihazı kullanılarak (yaklaşık 4-6 saat) kaynatılmıştır. Elde edilen sıvı kısım filtreden geçirilerek, çözücüler düşük basınçla rotary evaporatörde uzaklaştırılmıştır. Çözücü ekstraksiyonu için etanol kullanılmıştır. Elde edilen ekstraleler kullanıncaya kadar +4 °C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 2. 1 Makro mantarların toz hali



Şekil 2. 2. Soxhlet ekstraksiyon düzeneği



Şekil 2. 3. Rotary evaporatörde uçurma işlemi



Şekil 2. 4 Etanolde çözülmüş mantar ekstraktları

2.2.2. DPPH serbest radikal yakalama testi

Ekstrelerin serbest radikal giderim aktiviteleri 2,2-difenil-1 pikrilhidrazil (DPPH) kullanılarak belirlenmiştir [87]. Farklı konsantrasyonlardaki ekstrakt çözeltileri % 0,004 DPPH çözeltisi ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında 30 dk. inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra örneklerin 517 nm dalga boyundaki absorbans değerleri spektrofotometrede körve karşı okunmuştur. Pozitif kontrol olarak BHT, BHA ve α -tokoferol kullanılmıştır. Serbest radikal giderim aktivitesi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{İnhibisyon (\%)} = 100 - [(A_1 / A_0) \times 100]$$

(Burada; A_0 kontrolün absorbansı ve A_1 örneğin absorbansıdır).

2.2.3. Metal iyonlarını şelatlama testi

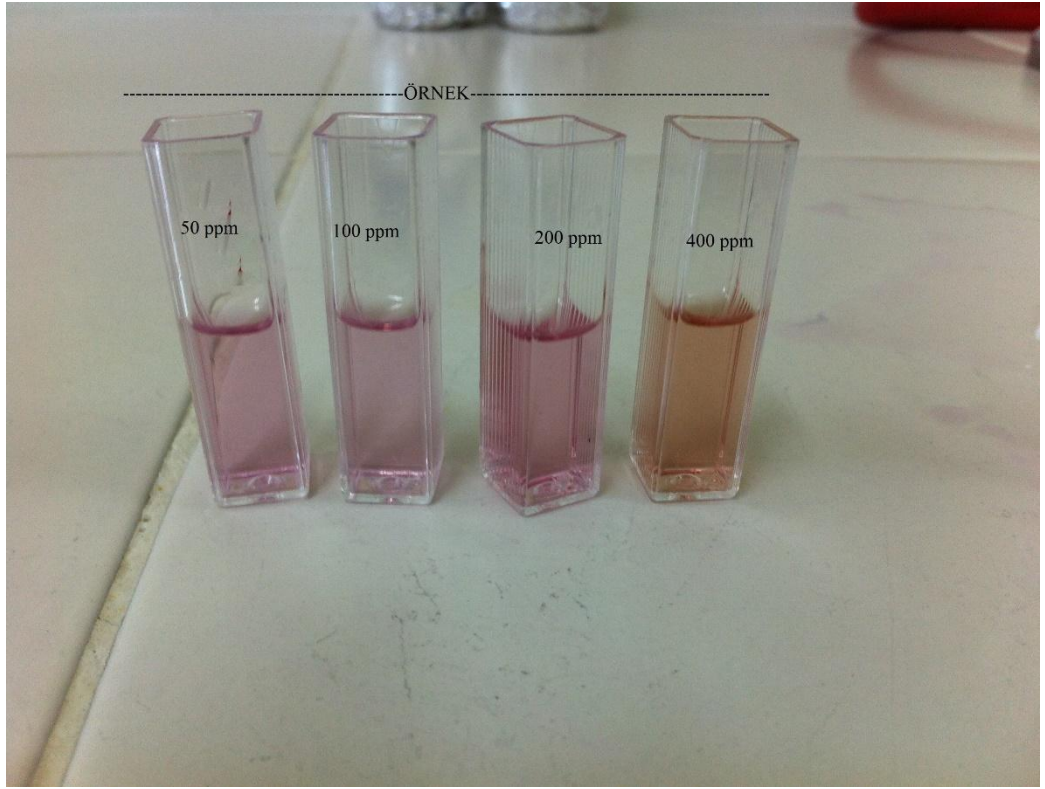
Metal şelatlama aktivitesi, Decker ve Welch'in (1990) [88] belirledikleri yöntemle göre bazı modifikasyonlar kullanılarak yapılmıştır. Bu işlem için çeşitli konsantrasyonlardaki makromantar ekstrelerine 2 mM FeCl_2 ve 5 mM ferrozin çözeltisi ilave edilmiştir. Çözeltiler vortekste karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dk. Bekletilmiştir. İnkübasyondan sonra çözeltilerin 562 nm dalga boyundaki absorbans değerleri körve karşı spektrofotometrede okunmuştur. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır:

$$\text{İnhibisyon (\%)} = 100 - [(A_1 / A_0) \times 100]$$

(Burada; A_0 kontrolün absorbansı ve A_1 örneğin absorbansıdır).

2.2.4. Toplam fenolik bileşik miktarlarının tespiti

Toplam fenolik bileşik miktarları, Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak, gallik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir [89]. Bunun için; 0,1 ml ekstrakt 0,2 ml % 50'lik folin reaktifi ile karıştırılmış ve 3 dk. inkübe edilmiştir. Bu karışıma % 2'lik Na_2CO_3 eklenmiş ve 45 dk. oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra çözeltilerin 760 nm dalga boyundaki absorbans değerleri körve karşı spektrofotometrede okunmuştur.



Şekil 2. 5. 760 nm'de okuma

2.2.5. β -karoten ve likopen bileşik miktarlarının tespiti

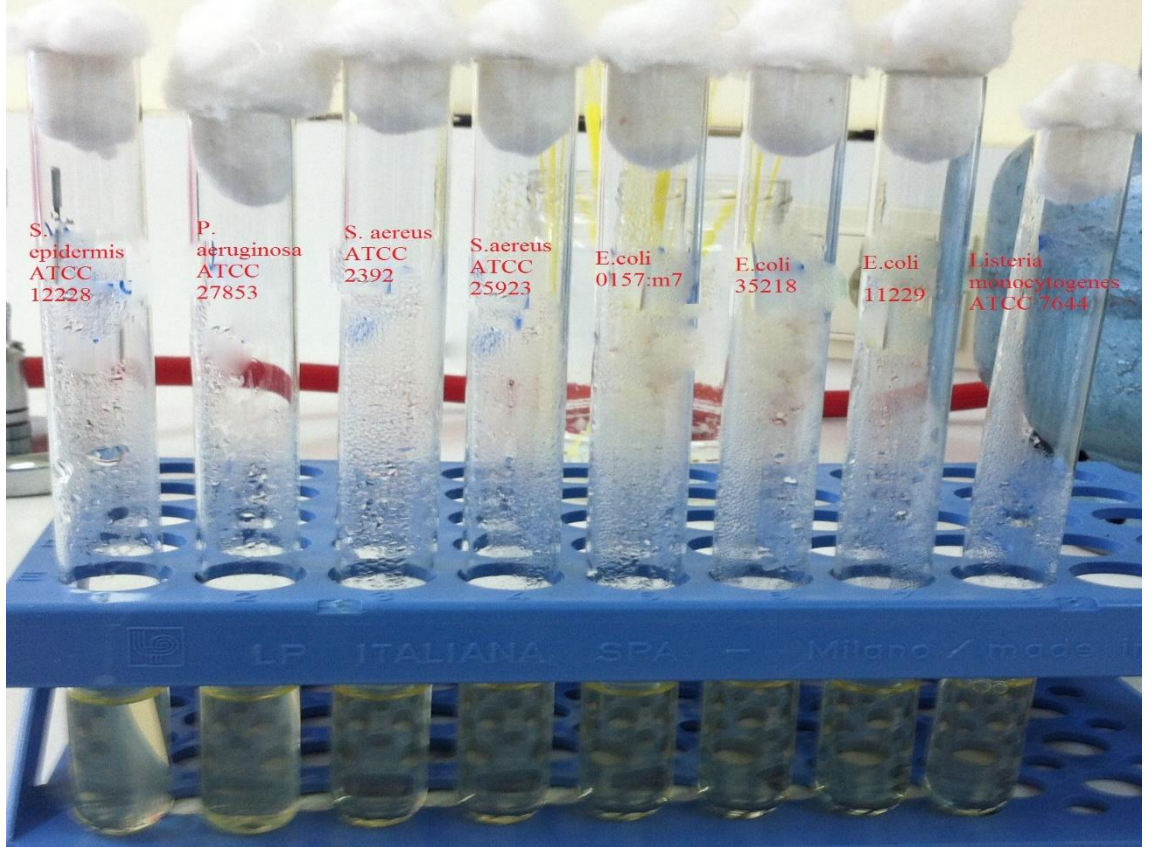
Makromantar ekstrelerinin içerdiği β -karoten ve likopen miktarlarının tespiti Nagata ve Yamashita'ya (1992) [90] göre yapılmıştır. 100 mg kuru ekstre 10 ml aseton-hekzan (4:6) karışımında çözülmüş ve daha sonra karışım filtre edilmiştir (0,45 μ m; Millipore). Filtratların absorbans değerleri; 453 nm, 505 nm ve 663 nm dalga boylarında spektrofotometrede ölçülmüştür.

2.2.6. Makromantarların antibakteriyel etkilerinin belirlenmesi

2.2.6.1. Mikroorganizmaların kültür ortamları

Makromantar ekstrelerinin antibakteriyel etkilerinin test edildiği; *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus*

aureus ATCC 2392, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* 0157:h7, *Escherichia coli* 35218, *Escherichia coli* 11229, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 Antimikrobiyal etkilerin incelenebilmesi için nitrat broth sıvı kültüründe 37 °C’de bir gece inkübe edilmiştir. Deneyde 2 kere aktifleştirmiş kültürler kullanılmaktadır.

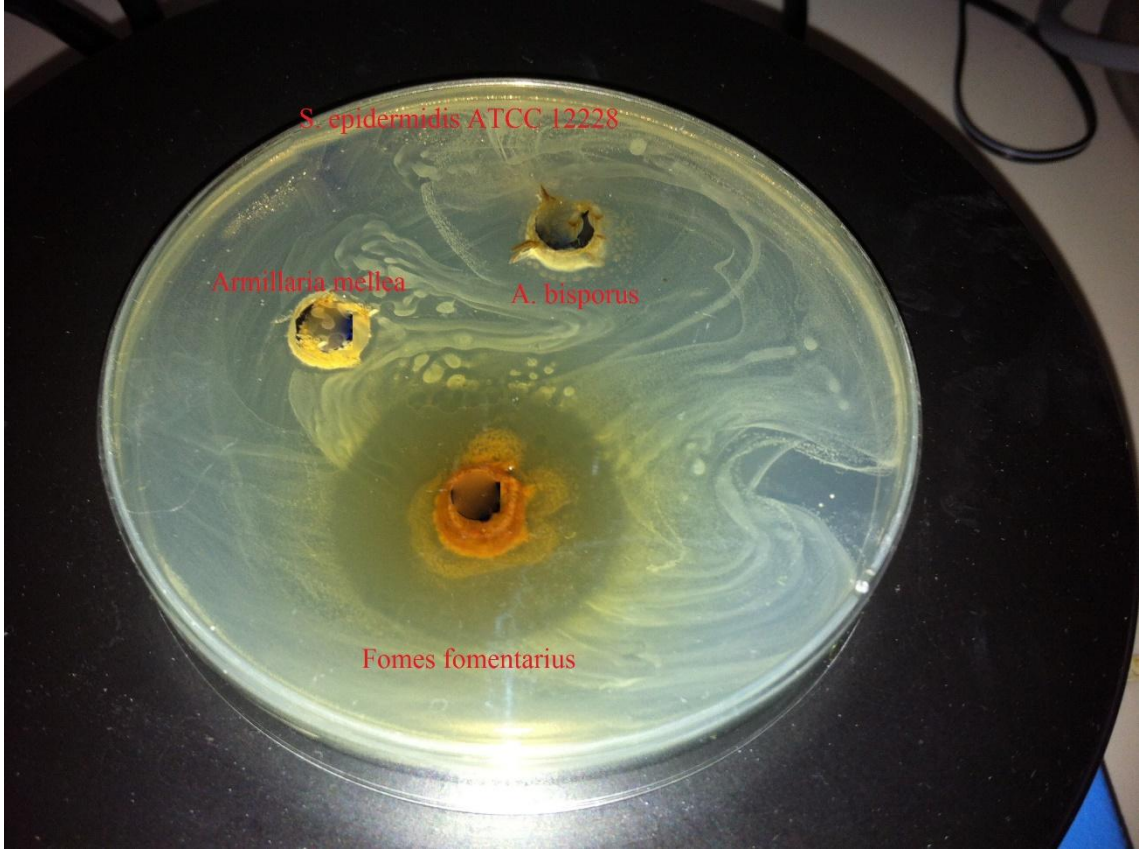


Şekil 2. 6 Mikroorganizmaların aktifleştirme aşaması

Sıvı kültürde inkübasyon ile çoğaltılan mikroorganizmaların yoğunlukları eşit olacak şekilde ayarlanarak antibiyogramların yapılacağı nutrient broth besi yerlerine 100 µL yayma ekim yöntemiyle ekimleri yapılmıştır.

2.2.6.2 Antibiyogram için kuyuların hazırlanması

Elimizde bulunan 8 bakteri aktiveştirmelerinden 100 ml alınarak boş petri kaplarına aktarılmıştır. Hazırlamış olduğumuz Nutrient Agar besi yeri, içine bakteri aktardığımız petri kaplarına yavaş bir şekilde dökülmüştür. Aktarma işlemi yapıldıktan sonra petri kapları hafifçe sallanarak bakterilerin besi yerine iyice dağılması sağlanmıştır. Bu işlemden sonra petri kapları içindeki besi yerlerinin soğuması için beklemeye alınmıştır. Bekleme işlemi bittikten sonra, Her bir petri kabına kuyucuklar açılmıştır. Açılan bu kuyucuklara makromantar ekstraları aktarılmıştır. Besi yerleri organizmalar için belirlenen sıcaklıktaki (37 °C) etüvde bir gece süresince mikroorganizmaların çoğalmasına bırakılmıştır. İnkübasyon süresinden sonra şeffaflık ve zon çapları ölçülmüştür.



Şekil 2. 7. Zon çapları

2.2.7. İstatiksel veri

Çalışmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 21,0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler, uygun tanımlayıcı istatistiklerle (sayı, yüzde olarak) sunulmuştur. Çalışmada kullanılan bütün testler çift paralel çalışılmış ve ortalama sonuçlar verilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 Makro Mantarların Toplandığı Bölgeler

Tablo 3. 1 Makromantarların toplandığı bölgeler

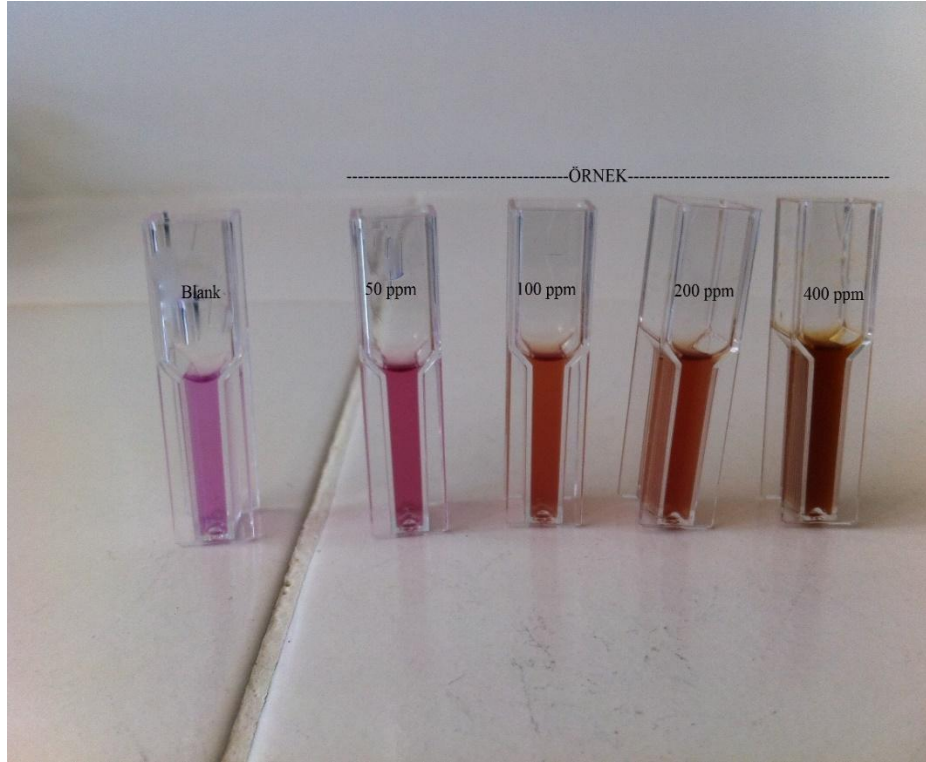
Mantarlar	Toplandığı yer
<i>Omphalotus olearius</i>	Gazi üniversitesi Prof. Dr. Belma ASLİM'in biyoteknoloji laboratuvarından temin edilmiştir.
<i>Fomes fomentarius</i>	Gazi üniversitesi Prof. Dr. Belma ASLİM'in biyoteknoloji laboratuvarından temin edilmiştir.
<i>Lactarius deliciosus</i>	Gazi üniversitesi Prof. Dr. Belma ASLİM'in biyoteknoloji laboratuvarından temin edilmiştir.
<i>Armillaria mellea</i>	Gazi üniversitesi Prof. Dr. Belma ASLİM'in biyoteknoloji laboratuvarından temin edilmiştir.
<i>Trametes versicolor</i>	Gazi üniversitesi Prof. Dr. Belma ASLİM'in biyoteknoloji laboratuvarından temin edilmiştir.
<i>Agaricus lutosus</i>	Hatay /Kırıkhan demir konak köyü merasından toplanmıştır.
<i>Agaricus bisporus</i>	Hatay /Kırıkhan mahmutlu köyü merasından toplanmıştır.
<i>Agaricus subrutilescens</i>	Hatay /Kırıkhan Gölbaşı köyü merasından toplanmıştır.

<i>Agaricus bitorquis</i>	Hatay /Kırıkhan demir konak köyü merasından toplanmıştır.
<i>Agaricus compestris</i>	Hatay /Kırıkhan mahmutlu köyü merasından toplanmıştır.

3.2. DPPH Serbest Radikal Yakalama Etkileri

Test edilen makromantar ekstralarının farklı konsantrasyonlarının serbest radikal olan DPPH'i yakalama aktivitelerine bakıldığında her ekstre için konsantrasyon oranı arttıkça aktivite oranının da yükseldiği gözlemlenmiştir. Test edilen on makromantar türünün DPPH yakalama aktiviteleri kıyaslandığında en yüksek oranı *Fomes fomentarius* türünün 10 mg/mL'lik konsantrasyonları göstermiştir. Makromantarların ekstralarının çalışmada kullanılan tüm konsantrasyonlarının ortaya çıkardığı DPPH radikallerinin inhibisyon etkileri hesaba katılarak IC_{50} değerleri hesaplanmıştır.

Bu değerler baz alındığında etanol ekstraları için en yüksek olan tür *Fomes fomentarius*'dur (IC_{50} : 0,0028 mg/ml, yüzde aralığı %57 - %95). En düşük aktiviteyi ise *Armillaria mellea* göstermiştir (IC_{50} : 0,65 mg/ml, yüzde aralığı %25 - %39).



Şekil 3.1. DPPH 517 nm’de okuma

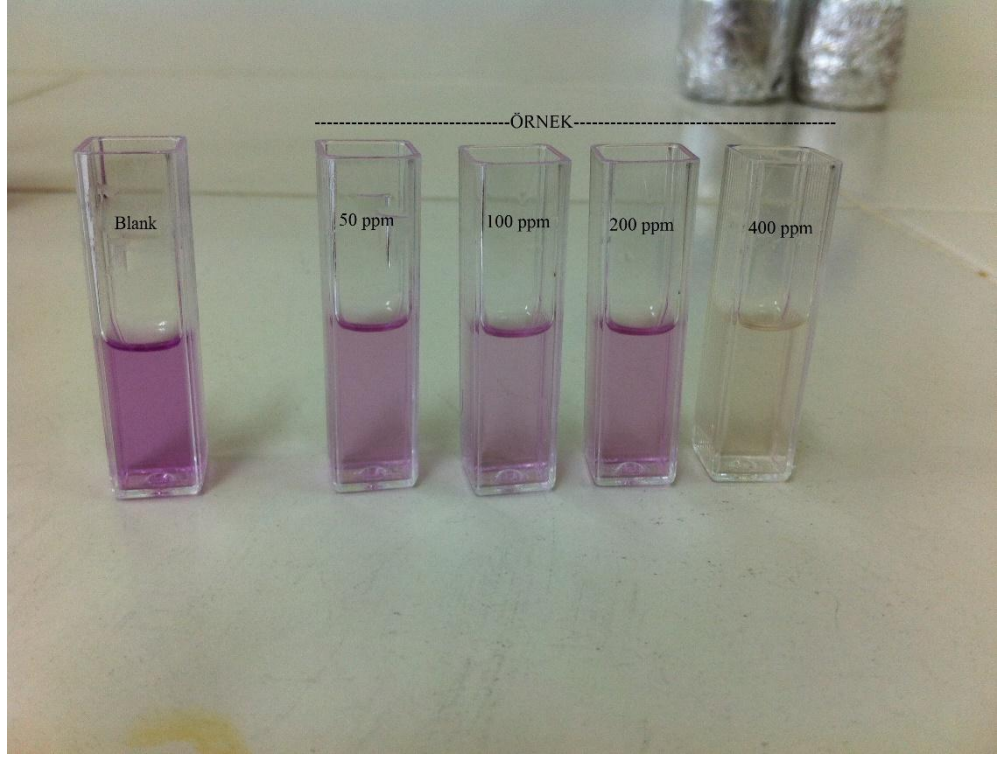
Tablo 3.2. Mantarların DPPH serbest radikal yakalama etkileri (IC₅₀ değerleri ve yüzde temizleme aralığı)

Mantarlar	IC ₅₀ Değerleri (mg/ml)	DPPH indirgeme yeteneği
<i>Armillaria mellea</i>	0,65 ±0,06	%25-%39
<i>Omphalotus olearius</i>	0,55±0,05	%25-%42
<i>Lactarius deliciosus</i>	0,21±0,02	%31-%72
<i>Trametes versicolor</i>	0,01 den <	%50-%95

<i>Fomes fomentarius</i>	0,01 den <	%57-%95
<i>Agaricus bisporus</i>	0,18±0,02	%32-%66
<i>Agaricus subrutilescens</i>	0,24±0,02	%34-%62
<i>Agaricus bitorguis</i>	0,077±0,009	%43-%80
<i>Agaricus compestris</i>	0,15±0,05	%28-%89

3.3. Metal İyonlarını Şelatlama Aktivitesi

Test edilen makromantar ekstrelerinin farklı konsantrasyonlarının metal şelatlama aktivitelerine bakıldığında her ekstre için konsantrasyon oranı arttıkça aktivite oranının da yükseldiği gözlemlenmiştir. Makromantar türlerinin farklı ekstrelerinin denemede kullanılan tüm konsantrasyonlarının ortaya çıkardığı metal şelatlama inhibisyon etkileri hesaba katılarak IC₅₀ değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler baz alındığında metal şelatlama aktivitesi en yüksek olan tür, *Armillaria mellea* (IC₅₀: 0,0012 mg/ml ve yüzde aralığı %52 -%80), IC₅₀ değerlerine göre metal şelatlama aktivitesi en düşük olan tür, *Trametes versicolor*'dur (IC₅₀: 0,606±0,014 mg/ml ve yüzde aralığı %10 - %35).



Şekil 3. 2. Metal şelatlama 562 nm’de okuma

Tablo 3.3. Mantarların metal şelatlama aktiviteleri (IC₅₀ değerleri ve yüzde aralığı)

MANTARLAR	IC ₅₀ değerleri (mg/ml)	Yüzde aralığı
<i>Armillaria mellea</i>	0,0012±0,0004	%52-%80
<i>Omphalotus olearius</i>	0,0096±0,0009	%54-%80
<i>Lactarius deliciosus</i>	0,400±0,04	%27-%49
<i>Trametes versicolor</i>	0,606±0,014	%10-%35
<i>Fomes fomentarius</i>	0,108±0,008	%45-%74
<i>Agaricus bisporus</i>	0,197±0,009	%25-%75
<i>Agaricus subrutilescens</i>	0,386±0,008	%10-%52
<i>Agaricus bitorguis</i>	0,575±0,005	%9-%35
<i>Agaricus compestris</i>	0,560±0,05	%3-%34

3.4. Biyoaktif İçerikler

Antioksidan özellikte olan biyoaktif içerikler baz alındığında, çalışılan makromantar türlerinin β -karoten, likopen ve toplam fenolik içerikleri belirlenmiştir. β -karoten içeriği en fazla olan tür *Agaricus bisporus* (0,48 μ g/g)'dur. En az β -karoten içeriğine sahip olan tür (0,03 μ g/g) *Agaricus compestris*'dir.

Likopen miktarı en fazla olan tür (0,34 µg/g) *Agaricus bisporus*'dur. Likopen miktarı en az olan tür (0,018 µg/g) *Agaricus compestris*'dir.

Toplam fenolik miktarına baktığımızda En fazla olan tür (46,8 mg/g) *Fomes fomentarius*'dur. En az fenolik içeriğe sahip tür ise (5,09 mg/g) *Armilla mellea*'dir. Çalışılan makromantarlar biyoaktif içerikleri, açısından kıyaslandığında en zengin türlerin *Agaricus bisporus* ve *Fomes fomentarius* olduğu net bir şekilde görülmektedir.

Dokuz mantar türünden elde edilen β -karoten, likopen ve total fenolik miktarı;

Tablo 3.4. β -karoten, likopen ve total fenolik miktar tespiti

Mantarlar	β -karoten ($\mu\text{g/g}$)	Likopen ($\mu\text{g/g}$)	Total fenol miktarı (mg/g)
<i>Armillaria mellea</i>	0,074 \pm 0,007	0,043 \pm 0,004	5,09 \pm 1,0
<i>Omphalotus olearius</i>	0,041 \pm 0,004	0,027 \pm 0,002	10,03 \pm 2,0
<i>Lactarius deliciosus</i>	0,090 \pm 0,009	0,068 \pm 0,006	22,3 \pm 3,0
<i>Trametes versicolor</i>	0,246 \pm 0,060	0,213 \pm 0,040	45,5 \pm 4,0
<i>Fomes fomentarius</i>	0,089 \pm 0,008	0,063 \pm 0,005	46,8 \pm 4,0
<i>Agaricus bisporus</i>	0,480 \pm 0,040	0,340 \pm 0,030	30,4 \pm 2,0
<i>Agaricus subrutilescens</i>	0,160 \pm 0,010	0,140 \pm 0,010	10,8 \pm 2,0
<i>Agaricus bitorguis</i>	0,170 \pm 0,010	0,089 \pm 0,008	42,2 \pm 4,0
<i>Agaricus compestris</i>	0,030 \pm 0,001	0,018 \pm 0,001	33,5 \pm 2,0

3.5. Antibakteriyel Etki

Hazırlanmış olan besi yerlerine kuyucuklar açılmıştır. Açılan kuyucuklara makromantar ekstraları aktarılmıştır. Makroantar ekstraları petrilere aktarıldıktan sonra; bakterilerin uygun aktifleştirme sıcaklığına gelmesi için etüv cihazına konulmuştur ve üremeleri beklenmiştir. Üremeleri gerçekleşen bakteriler üzerinde mantar ekstralarının

antimikrobiyal etkileri gözlemlenmiştir. Antibakteriyel test sonucunda mantar ekstraktlarının bakterilere karşı oluşturdukları direnç çapları ölçülmüştür.

Omphalotus olearius'a ait ekstraktlar; *P. aeruginosa* ATCC 27853'ya karşı $17\pm 1,7$ mm, *S. aureus* ATCC 2392 bakterisine karşı $13\pm 1,5$ mm çapında direnç gözlemlenmiştir.

Fomes fomentarius'a ait ekstraktlar; Çalışmada kullanılan bütün bakterilere karşı direnç göstermiştir. Direnç çapları şu şekildedir; *S. epidermis* ATCC 12228 32 ± 3 mm, *P. aeruginosa* ATCC 27853 26 ± 2 mm, *S. aureus* ATCC 2392 $30\pm 2,8$ mm, *S.aureus* ATCC 25923 $27\pm 2,2$ mm, *E.coli* 0157:m7 $27\pm 2,2$ mm, *E.coli* 35218 $19\pm 1,9$ mm, *E.coli* 11229 21 ± 2 mm, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 22 ± 2 mm çaplarında direnç gözlemlenmiştir.

Agaricus campestris'a ait ekstraktlar; *S. epidermis* ATCC 12228 $12\pm 1,4$ mm, *P. aeruginosa* ATCC 27853 $11\pm 1,3$ mm, *S. aureus* ATCC 2392 $12\pm 1,4$ mm, *S.aureus* ATCC 25923 $14\pm 1,6$ mm bakterilerine karşı yukardaki direnç çapları gözlemlenmiştir.

Agaricus bisporus'a ait ekstraktlar; *P. aeruginosa* ATCC 27853 $13\pm 1,5$ mm, *S. aureus* ATCC 2392 $12\pm 1,3$ mm bakterilerine karşı yukardaki direnç çapları gözlemlenmiştir.

Agaricus subutilesceus'a ait ekstraktlar; *P. aeruginosa* ATCC 27853 bakterisine karşı $11\pm 1,3$ mm çapında direnç gözlemlenmiştir.

Agaricus bitorquis'a ait ekstraktlar; *P. aeruginosa* ATCC 27853 bakterisine karşı $14\pm 1,6$ mm çapında direnç gözlemlenmiştir.

Lactarius deliciosus'a ait ekstraktlar; *S. aureus* ATCC 2392 bakterisine karşı $12\pm 1,4$ mm, *S.aureus* ATCC 25923 bakterisine karşı $12\pm 1,3$ mm, *E.coli* 0157:m7 bakterisine karşı $13\pm 1,5$ mm, *E.coli* 11229 bakterisine karşı $13\pm 1,4$ mm çapında direnç gözlemlenmiştir.

Trametes versicolor'a ait ekstreler; Çalışmada kullanılan bütün bakterilere karşı direnç göstermiştir. *S.epidermis* ATCC 12228 30±2 mm, *P. aeruginosa* ATCC 27853 23±2 mm, *S. aureus* ATCC 2392 28±2 mm, *S.aureus* ATCC 25923 25±2 mm, *E.coli* 0157:m7 24±2 mm, *E.coli* 35218 16±2 mm, *E.coli* 11229 18±2 mm, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 20±2 mm çaplarında direnç gözlemlenmiştir.

Armillaria mellea'a ait ekstreler; Çalışmada kullanılan bakterilerine karşı *S.epidermis* ATCC 12228 12±1,3, *P. aeruginosa* ATCC 27853 12±1,3, *S. aureus* ATCC 2392 12±1,4, *S.aureus* ATCC 25923 12±1,3, *E.coli* 0157:m7 12±1,3, *E.coli* 11229 11±1,2, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 12±1,3 mm çapında direnç gözlemlenmiştir.

Tablo 3. 5. Mantarların antibakteriyel aktiviteleri

Bakteriler	Mantarlar	<i>Armillaria Mellea</i>	<i>Omphalotus olearius</i>	<i>Lactarius deliciosus</i>	<i>Trametes versicolor</i>	<i>Fomes fomentarius</i>	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Agaricus subtilescens</i>	<i>Agaricus bitorguis</i>	<i>Agaricus compestris</i>
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228		12±1,3 mm	-	-	30±2,0 mm	32±3,0 mm	-	-	-	12 ±1,4 mm
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853		12±1,3 mm	17±1,7 mm	-	23±2,0 mm	26±2,0 mm	13±1,5 mm	11±1,3 mm	14±1,6 mm	11 ±1,3 mm
<i>S. aureus</i> ATCC 2392		12±1,4 mm	13±1,5 mm	12±1,4 mm	28±2,0 mm	30±2,8 mm	12±1,3 mm	-	-	12±1,4 mm
<i>S. aureus</i> ATCC 25923		12±1,3 mm	-	12±1,3 mm	25±2,0 mm	27±2,2 mm	-	-	-	14±1,6 mm
<i>E. coli</i> 0157:h7		12±1,3 mm	-	13±1,5 mm	24±2,0 mm	27±2,2 mm	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 35218		-	-	-	16±2,0 mm	19±1,9 mm	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 11229		11±1,2 mm	-	13±1,4 mm	18±2,0 mm	21±2,0 mm	-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 7644		12±1,3 mm	-	-	20±2,0 mm	22±2,0 mm	-	-	-	-

- : antibakteriyel etki yok

4. BÖLÜM

TARTIŞMA

Mantarlar dünyanın birçok yerinde gıda kaynağı olarak ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Mantarların önemli terapötik etkilere sahip oldukları, yapılan çalışmalar ile belirlenmektedir. Ülkemiz mantar çeşitliliği bakımından oldukça zengin sayılmaktadır. İklim ve coğrafik farklılıklar nedeniyle birçok tür doğal olarak bulunmaktadır. Mantarlar arasında yenebilen türlerin sayısı oldukça yüksek olduğu bilinmektedir. Doğal olarak yetişen mantar türlerinin dışında kültür mantarlarını market ve yerel pazarlarda çeşitli türlerini kolayca bulunmaktadır.

Bu çalışmada *Armillaria mellea*, *Omphalotus olearius*, *Lactarius deliciosus*, *Trametes versicolor*, *Fomes fomentarius*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus subrutilescens*, *Agaricus bitorguis*, *Agaricus compestris*, makro mantarlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini belirlemek için elde edilen etanol ekstralarının DPPH serbest radikal yakalama oranı, metal iyonlarını şelatlama aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı, β -caroten, likopen miktarı ve antimikrobiyal aktiviteleri tespit edilmiştir.

4.1 DPPH Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi

Serbest radikalleri yakalama antioksidanların bilinen özelliklerinden birisidir. DPPH radikalleri üzerinde mantarlardan elde edilen etanol ekstralarının serbest radikal yakalama aktivitesi konsantrasyonun artışı ile yükselmektedir. Test edilen on mantar türünün DPPH yakalama aktiviteleri kıyaslandığında en yüksek oranı *Fomes fomentarius* türünün 10 mg/ml 'lik konsantrasyonları göstermiştir.

Bu çalışmada kullanılan makromantarların etanol ekstraları için DPPH serbest radikal yakalama aktivitesi belirlenerek IC₅₀ değerleri ve yüzde inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. En yüksek aktiviteyi (% 95 - IC₅₀: 0028 mg/ml) 10 mg/ml'lik konsantrasyonla *Fomes fomentarius*, en düşük aktiviteyi (% 25 - IC₅₀: 0,65 mg/ml) de 10 mg/ml'lik konsantrasyonla *Armillaria mellea* göstermektedir. Türkoğlu ve arkadaşları [71] *L. sulphureus* ile yaptıkları antioksidan ve antimikrobiyal çalışmasında

DPPH serbest radikal yakalama aktivitesini 100, 200, 400 ve 800 µg/mL'lik konsantrasyonlarda sırasıyla % 14, % 26, % 55 ve % 86 oranlarında sergilediğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada kullandığımız *Fomes fomentarius* mantar ekstratlarının Türkoğlu ve arkadaşları [71] *L. sulphureus* üzerine yaptıkları antioksidan çalışmasındakinden daha iyi bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Tsai ve ark. [91] yılında yaptıkları çalışmada mantarların DPPH indirgenmelerini; 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 etmektedir. Bu çalışmadaki DPPH değerlerine bakıldığında *A.bisporusun* Tsai ve diğerlerinin çalışmasındaki sonuçtan daha düşük olduğu (*A.bisporus* % 66) tespit edilmiştir. *A.bisporusun* DPPH serbest radikal yakalama aktiviteleri arasındaki bu farklılığın nedeni farklı lokalitelerden toplanmış olmaları, ekstraksiyon için uygulanan yöntemlerin, kullanılan ekstratların miktarı ve kısımları ile kullanılan çözücülerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. DPPH serbest radikal yakalama aktivitelerini incelediğimiz on mantar türünün etanol ekstratlarında farklı sonuçlar elde edilmektedir. Bunun sebebi farklı türlerin kullanılan çözücülere göre, çözünen madde miktarlarının ya da çözünen madde çeşitlerinin farklılık göstermesinin neden olduğu düşünülmektedir.

Antioksidan aktivite açısından değerlendirildiğinde bu çalışmada kullanılan tüm mantar türlerinin sentetik antioksidanlar kadar yüksek ya da yakın bir antioksidan aktiviteye sahip oldukları tespit edilmektedir.

Biyomolekülleri oksidatif hasardan koruyan ve organizmanın kendisinin sentezlediği ya da dışarıdan alınan antioksidanlara olan ilgi son yıllarda giderek artmaktadır. Birçok araştırmacı antioksidan aktivitesi yüksek ve organizmaya zararı olmayan sentetik bileşiklerin arayışı içerisine girmektedir. Sentetik antioksidanlar doğal antioksidanların sadece bir tipini oluşturmaktadırlar. Doğal antioksidanın en etkin tipini taklit edecek şekilde geliştirilmektedirler. Örneğin E vitamininin doğada 4 farklı tipde bulunduğu bilinmektedir. Bunlar α , β , γ ve δ formlarıdır. Antioksidanlar, lipid oksidasyonunu engellemekte veya geciktirmektedirler. Gıdaların kalitesini korumakta hem de raf ömrü

uzamaktadır. Bu amaçla gıdalara bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve tersiyer bütihidroksikinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar eklenmektedir. Günümüzde besin ve ilaçlara ilave edilen stabilize edici sentetik antioksidan bileşiklerin kullanımı zararlı etkilerinden dolayı yasal olarak sınırlanmakta ve bunların yerine doğal antioksidan bileşikler tercih edilmektedir. Ayrıca sentetik antioksidanların karaciğer, akciğer ve bağırsak hasarlarına neden olduğu [92] ve karsinojenik etkiye sahip olduğu gözlenmiş ve bu nedenle doğal antioksidanlara olan ilgi artmaktadır. Sentetik bileşikler yerine doğal ürünlerin kullanılmasına yönelik ilginin giderek artması bitkiler ve mantarlar üzerindeki çalışma sayısının artmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada da *Fomes fomentarius* ve *Trametes versicolor* türlerine ait ekstreler 400 ppm'lik konsantrasyonda BHA, BHT ve Trolox sentetik antioksidanlarından daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Etki sıralaması ise; *Fomes fomentarius* (% 95 inhibisyon) > *Trametes versicolor* (% 94 inhibisyon) > BHT (% 90 inhibisyon) > Trolox (% 89 inhibisyon) > BHA (% 88 inhibisyon) şeklinde olmaktadır.

4.2 Metal İyonlarını Şelatlama Aktiviteleri

Fe^{+3} ün Fe^{+2} , ye dönüştürebilmesi bir bileşiğin indirgeme kapasitesini ifade etmektedir. Bir bileşiğin indirgeme kapasitesi o bileşiğin antioksidan etkiye sahip olduğunun önemli bir göstergesidir. Bu yöntemde sarı renkte olan çözelti karışımı, reaksiyonun gerçekleşmesi ile Prusya mavisine dönüşmektedir [93].

Çalışmada kullanılan makromantar ekstrelerinin farklı konsantrasyonlarının metal şelatlama aktivitelerine bakıldığında her ekstre için konsantrasyon oranı arttıkça aktivite oranının da yükseldiği tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan on makromantar türünün metal şelatlama aktiviteleri için etanol ekstreleri kıyaslandığında en yüksek oranı *Armillaria mellea* (% 80) göstermiştir. En az etkiyi ise *Agaricus compestris* (% 3) konsantrasyonları göstermiştir. Bu çalışmada kullanılan makromantar türlerinin etanol ekstrelerinin tüm konsantrasyonlarının ortaya çıkardığı metal şelatlama inhibisyon etkileri belirlenerek IC_{50} değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler baz alındığında metal

şelatlama aktivitesi en yüksek olan tür *Armillaria mellea* (IC₅₀: 0,0012 mg/ml)'dir. En düşük olan tür ise *Trametes versicolor* (IC₅₀: 0,606 mg/ml)'dur.

Armillaria mellea halk arasında bal mantarı bilinmekle birlikte yüksek miktarda fenol ve flavonoid içermektedirler. Zavastin ve ark. [94] yılında yaptıkları çalışmada *Armillaria mellea*'nın antioksidan özelliklerini incelemişler ve etanol ekstresinin demir iyon şelatlama kapasitesini IC₅₀: 0,067 mg/ml olarak tespit etmişlerdir. Mukayese edildiğinde bu çalışmada kullanılan *Armillaria mellea*'nın etanol ekstresi daha yüksek demir şelatlama kapasitesine sahip olduğu görülmektedir.

Jayakumar ve arkadaşlarının [95] yaptıkları çalışmada *Pleurotus ostreatus* (IC₅₀: 1,367 mg/ml) mantarının, BHA standart antioksidant maddesinden (IC₅₀: 1,192 mg/ml) daha iyi indirgeme gücüne sahip olduğunu belirlemişlerdir [95]. Ferreira ve arkadaşlarının [96] yaptıkları bir çalışmada metanol ile hazırlanan 50 mg/ml konsantrasyonunda *Lactarius deliciosus* mantarının indirgeme gücü aktivitesini IC₅₀: 2,41 mg/ml olarak rapor etmişlerdir [96]. Bu çalışmada ise *L. deliciosus*'un metal şelatlama yüzde değeri ve IC₅₀ değeri (IC₅₀: 0,4±0,04 mg/ml, yüzde Aralığı %27-%49)'dur. Bu çalışmada *Lactarius deliciosus* için elde ettiğimiz sonuçlar Ferreira ve arkadaşlarının [96] yaptığı çalışmada elde ettiği sonuçlardan daha iyi olduğu belirlenmektedir.

4.3 Biyoaktif İçerikler

Bu çalışmada antioksidan özellikte olan biyoaktif içerikler baz alınarak, dokuz makromantar türünün β -karoten, likopen ve toplam fenolik içerikleri belirlenmiştir.

β -karoten yağda çözünen bir pigmenttir ve yağda çözünen Vit-A'nın hammaddesi olmaktadır. Oksidasyon ile oluşan serbest radikalleri scavenging etki ile süpürerek oksidasyonun neden olduğu hastalıklara karşı korumaktadır. Aynı zamanda immün sistemi düzenleyici bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada β -karoten içeriği en fazla olan tür *Agaricus bisporus* (0,48 μ g/g), en düşük β -karoten içeriğe sahip olan tür ise *Agaricus compestris* (0,03 μ g/g)'dir [97]. Üstün 2011 yılında yaptıkları derlemede *Agaricus bisporus*'un içerdiği β -karoten miktarını 1,95 μ g/g, [98] Robaszkiewicz ve ark. [97]

yaptıkları çalışmada ise *Agaricus bisporus*'un içerdiği β -karoten miktarını 0,519 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit etmişlerdir.

Likopen koyu kırmızı renkte olan pigmentlerden biridir. Karotenoid gruplar domatesin kırmızı rengini etkilemektedir. Karotenoid bileşikler yüksek antioksidan gücü olan bileşikler olarak bilinmektedir. Bu bileşik kirlilik ve UV ışınlarından kaynaklanan serbest radikallerle savaştırmaktadır. Bu çalışmada Likopen miktarı en fazla olan mantar eksresi *Agaricus bisporus* (0,213 $\mu\text{g/g}$), likopen miktarı en az olan tür ise *Agaricus compestris* (0,018 $\mu\text{g/g}$)'dir. Bu çalışmada kullanılan dokuz mantar ekstrelerinin β -karoten içeriği ile likopen miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Likopen miktarı yüksek olan türlerin β -karoten miktarlarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Likopen ve β -karoten miktarları mantarların yetiştiği coğrafya, iklim şartlarına göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle bu çalışma ile diğer çalışmalar arasında farklar bulunmaktadır.

Bu çalışmada toplam fenolik madde miktarı en yüksek tür *Fomes fomentarius* (46,8 mg/g) iken en düşük miktara sahip tür *Armillaria mellea* (5,09 mg/mg) dır. Orhan ve üstün [99] bazı mantarlarla yaptıkları çalışmada *Fomes fomentarius* türünün etanol ekstrelerinin toplam fenolik madde miktarının 47,29 mg/g olduğunu tespit etmişlerdir. Karaman ve ark. [100] dört mantar türü ile yaptıkları çalışmada *F. fomentarius*'un etanol ekstresinin toplam fenol madde miktarını 43,06 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmalardaki veriler yapmış olduğumuz çalışmadaki sonuçlar ile uygunluk göstermektedir. Birçok araştırmacı toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivite özellikle de DPPH radikali giderme potansiye arasında pozitif bir korelasyon olduğunu rapor etmişlerdir [101]. Bu çalışmada da toplam fenol miktarı yüksek olan türlerin DPPH radikali giderme etkisinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak çalışılan mantar ekstrelerinin metal şelatlama aktiviteleri ile toplam fenolik madde miktarları arasında bir korelasyon bulunmamaktadır.

4.4 Antibakteriyel Etki

Bu çalışmada dokuz mantar türünün sekiz patojen test bakterisine karşı antibakteriyel etkileri incelenmiş ve en yüksek aktiviteyi gösteren türün *Fomes fomentarius* olduğu tespit edilmiştir. *Fomes fomentarius* ve *Trametes versicolor* kullanılan bütün test patojenlerine karşı antibakteriyel etki gösterirken, *Agaricus subtilescens* ve *Agaricus bitorquis*'a ait ekstreler sadece *P. aeruginosa* ATCC 27853'ya karşı antibakteriyel etki göstermiştir. Bir alkaloid olmamasına rağmen *Fomes fomentarius* ile ilgili birçok antimikrobiyal aktivite çalışması bulunmaktadır. Dharmaraj ve ark. [102] yaptıkları çalışmada *Fomes fomentarius*, *Ganoderma lucidum*, *Ganoderma tsuqae* mantarlarının antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiş en yüksek etkinin *Fomes fomentarius*'a ait olduğunu tespit etmişlerdir.

Fomes fomentarius yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda birçok patojen bakterilere karşı antibakteriyel özellik gösterdiği tespit edilmiştir [103, 104, 105]. Karaman ve ark. [100] yaptıkları çalışmada *Fomes fomentarius*'un, çalışmada kullanılan diğer türlere nazaran daha yüksek antibakteriyel etki gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yüksek antibakteriyel etkinin nedenini içerdiği p-coumaric asit, caffeic asit ve vanilic asit gibi fenolik maddelerden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada *Fomes fomentarius* gösterdiği yüksek antimikrobiyal ve antioksidan etkinin nedenini içerdiği sekonder metabolitler olan fenoller, flavonoidler ve taninlerden olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda içerdikleri polisakkarit ve sterollerin bronşit, hepatit, hiper tansiyon, diyabet, tümör ve bağışıklık sistemi bozukluklarının tedavisinde çok önemli fayda sağladıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte *Fomes fomentarius*'da bulunan terpenlerin ciddi bir şekilde inflamasyonu giderdiği tespit edilmiştir. [106]

Modern tıp ve eczacılık gelişmeden önce birçok bitki ve hayvan bu alanda kullanılmaktaydı. Özellikle toksini olan bitki ve hayvanlardan ilaçlar elde edilmiştir. Bunlardan biri ve en önemlisi olan *Fomes fomentarius* özellikle diş hekimleri tarafından ameliyatlarda dişlerin kuru tutulması ve septik ortam yaratmak açısından sıkça

kullanılmaktaydı. Peintner ve ark. Bu mantarın çok eskiden berber ve dişçilerin yaptıkları cerrahi operasyonlarda kanamayı durdurucu olarak; ortaçağ avrurasında hemoroit ve prostat tedavisinde; hint alternatif tıbbında idrar söktürücü, kabızlık giderici, mide, özefagus ve uterus kanser tedavisinde kullanılmaktadır. *Fomes fomentarius* ilk olarak Hipokrat tarafından iltihaplı organların tedavisinde kullanılmıştır [107]. Bu meşhur mantar İtalyan algerinde bulunan ve 5000 yıl önce yaşadığı tahmin edilen *buz adamın* kucagında 4 farklı türüne birden rastlanılmıştır.

Fomes fomentarius polisakkaritleri deney fareleri üzerinde 180 sarcoma tümörüne karşı aktivite ve insan gastrik kanser hücrelerine karşı anti kanser etki gösterdiği tespit edilmiştir [107]. Bununla birlikte Seniuk ve ark. [106] yılında yaptıkları çalışmada *Fomes fomentarius* glukon komplekslerini *Candida albicans*'a karşı etkilerin olduğu ve *Helicobacter pylori* karşı anti mikrobiyal etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada retrovir ilacı ile karşılaştırıldığında ilaca nazaran yüksek derecede antihiv aktivite gösterdiği ve kan hücrelerinde daha düşük toksik etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir.

5. BÖLÜM

SONUÇ

Bu çalışmada, çeşitli bölgelerden toplanan, *Armillaria mellea*, *Omphalotus olearius*, *Lactarius deliciosus*, *Fomes fomentarius*, *Trametes versicolor*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus subrutilescens*, *Agaricus bitorquis*, *Agaricus compestris* türlerinin antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. Makromantarların etanol ekstralarının farklı konsantrasyonlarının DPPH serbest radikal yakalama aktiviteleri, metal şelatlama aktiviteleri, ve bu ekstraların maksimum konsantrasyonlarının toplam fenolik, β -karoten ve likopen içerikleri belirlenmiştir.

Makromantar ekstralarının farklı konsantrasyonlarının serbest bir radikal olan DPPH'i yakalama aktivitelerine bakıldığında her bir ekstre için konsantrasyon oranı arttıkça aktivite oranının da yükseldiği tespit edilmiştir. Yüzde inhibisyon ve IC₅₀ değerlerine göre mantarların etanol ekstraları arasında en yüksek etkiyi *Fomes fomentarius* göstermektedir.

Farklı konsantrasyonlardaki makromantar ekstralarının metal şelatlama aktivitelerine bakıldığında her ekstre için konsantrasyon oranı arttıkça aktivite oranının da yükseldiği tespit edilmiştir. Metal şelatlama aktivitesinde türler arasında IC₅₀ değerlerine göre en yüksek etkiyi *Armillaria mellea* göstermiştir.

Bu çalışmada *Agaricus bisporu*'un en yüksek β -karoten ve likopen içeriğine, *Fomes fomentarius*'un ise en yüksek toplam fenol miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlara göre makromantar ekstralarının DPPH'i yakalama aktiviteleri ve toplam fenol miktarları arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca *Trametes versicolor* türünün likopen miktarına ilişkin çok nadir çalışma bulunmaktadır.

Çalışılan tüm örnekler incelendiğinde her bir yöntem için yüksek antioksidan aktivitesi sıralamasında da farklılıklar olabildiği görülmektedir. Bundan dolayı tek bir yöntemle antioksidan aktivitesi hakkında kesin bir karar verilemeyeceği tespit edilmiştir. Her bir

antioksidanın farklı radikallere karşı farklı reaksiyon mekanizmasına sahip olduğu bilinmektedir. Antioksidan aktivitesi belirlemede reaksiyon mekanizması oldukça önemli olduğundan ve her bir örneğin içerdiği antioksidan ve oksidan arasındaki reaksiyon tam olarak bilinemediğinden dolayı bir bileşiğin antioksidan aktivitesini tayin etmek için sabit bir yöntem yoktur. Bu yüzden farklı yöntemler ile antioksidan aktivitesi ölçmenin daha kesin bir sonuç elde etmek için önemli olduğu tespit edilmektedir. Sonuç olarak; antioksidan aktivitesi belirlenirken, farklı yöntemler kullanarak canlı sistemlerdeki biyokimyasal olayların göz önünde bulundurmamak, aynı zamanda kesinliği ve tekrarlanabilirliği yüksek yöntemlerin uygulanması kesin sonuçlar elde etmek için daha iyi olacaktır.

Antibakteriyel deney sonuçlarına göre *Fomes fomentarius* ve *Trametes versicolor* türlerinin etanol ekstraktlarının en yüksek antibakteriyel etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre aynı mantarların toplam fenol miktarları ile antibakteriyel aktiviteleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre özellikle *Fomes fomentarius* ve *Trametes versicolor* türlerine ait ekstraktların sentetik antioksidan olan BHA, BHT, TROLOX'dan daha yüksek antioksidan etki gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda insan sağlığını olumsuz olarak etkileyen oksidan maddelere ve zararlı mikroorganizmalara karşı doğal antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak kullanılabilir. Sonuç olarak yapılan çalışma ile bu mantar türlerinin sentetik antioksidanlardan daha iyi sonuçlar verdiği, insan vücudunda çeşitli metabolik faaliyetler sonucu meydana gelen oksidatif stresi azaltabilecekleri ve zararlı mikroorganizmaları inhibe edebilecekleri tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar bu alanda bundan sonra yapılacak yeni çalışmalara, projelere kaynak teşkil edecek ve konuyu daha ileri düzeye taşımada önemli rol oynayacaktır. Diğer taraftan çalışmamızda ön plana çıkan *Fomes fomentarius* türünün yüksek antimikrobiyal ve antioksidan özelliği ileride yapılacak *in vivo* çalışmalara kaynak teşkil edecek, sentetik antioksidanlara alternatif doğal bir ürün adayı olma açısından ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Rice-Avans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M., Pridham, J.B., “The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenol flavonoids”, *Free Radical Research*, 22 (4): 375-383, 1995.
2. [www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2280/unite 18.pdf](http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2280/unite%2018.pdf)
3. Öztürk, A., Çopur, Ö.U., “Derleme-Mantar bileşenlerinin teröpatik etkileri” *Bahçe*, 38(1): 2009.
4. Lindequist, U., Niedermeyer, T.H., Jülich, W.D., “The pharmacological potential of mushrooms”, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2(3), 2005.
5. Chang, S.T., “The world mushroom industry: trends and technological development”, *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 8(4), 2006.
6. Zhang, M., Cui, S.W., Chueng, P.C., Wang, K.Q., “Anti-tumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and anti-tumor activity”, *Trends in Food Science and Technology*, 18: 4–19, 2007.
7. Zhang, R.H., Li, X.J., Fadel, J.G., “Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw”, *Bioresource Technology*, 82: 277–284, 2002.
8. Chang, R., “Functional properties of edible mushrooms”, *Nutrition Reviews*, 54(11), 1996.
9. Rahar, S., Swami, G., Nagpal, N., Nagpal, M. A., Singh, G. S., “Preparation, characterization, and biological properties of β -glucans”, *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*, 2(2): 94-103, 2011.
10. Ohno, N., Furukawa, M., Miura, N.N., Adachi, Y., Motoi, M., Yadomae, T., “Antitumor beta-glucan from the cultured fruit body of *Agaricus blazei*”, *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 24(7): 820-828, 2001.
11. Kidd, P.M., “The use of mushroom glucans and proteoglycans in cancer treatment”, *Alternative Medicine Review*, 5(1): 4-27, 2000.
12. Cheung, L.M., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C., “Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts”, *Food Chemistry*, 81(2): 249-255, 2003.

13. Mishra, K.K., Pal, R.S., Arunkumar, R., Chandrashekara, C., Jain, S.K., Bhatt, J.C., “Antioxidant properties of different edible mushroom species and increased bioconversion efficiency of *Pleurotus eryngii* using locally available casing materials,” *Food Chemistry*, 138(2): 1557-1563, 2013.
14. Puttaraju, N.G., Venkateshaiah, S.U., Dharmesh, S.M., “Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26): 9764-9772, 2006.
15. Akyuz, M., Onganer, A.N., “Antimicrobial activity of some edible mushrooms in the eastern and southeast Anatolia region of Turkey”, *Gazi University Journal of Science*, 23(2): 125-130, 2010.
16. Niki, E., “Assessment of antioxidant capacity *in vitro* and *in vivo*”, *Free Radical Biology and Medicine*, 49(4): 503-515, 2010.
17. Keser, S., “Civanperçemi (*Achillea millefolium*) ve boğurtlen (*Rubus discolor*)’in toplam antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve oksidatif stres oluşturulmuş ratlarda bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin incelenmesi”, *Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, 2012.
18. Aruma, G.I., Spencer, J.P.E., Warren, Q.D., Jenner, P., Butler, P., Halliwell, B., “Characterization of food using commercial garlic antioxidants”, *Illustrated and Food Chemistry*, 60: 149-156, 1997.
19. Karadağ, A., Özçelik, B., Saner, S., “Review of methods to determine antioxidant capacities”, *Food Analytic Methods*, 2:41–60, 2009.
20. Halliwell, B., Murcia, M.A., Chirico, S., Aruoma, O.I., “Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 35: 7, 1995.
21. Huang, D., Ou, B., Prior, R.L., “The chemistry behind antioxidant capacity assays”, *J. Agric. Food Chem.* 53:1841, 2005.
22. Gökpınar, S., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y., “Algal antioksidanlar”, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23: 85-89, 2006.
23. Surveswaran, S., Cai, Y.Z., Corke, H., Sun, M., “Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants”, *Food Chemistry*, 102(3), 938-953, 2007.

24. Aydın, H., "Bazı baharatların farklı ekstraktlarının antioksidan özelliklerinin belirlenmesi", *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
25. Pradedova, E., Isheeva, O., Salyaev, R., "Classification of the antioxidant defense system as the ground for reasonable organization of experimental studies of the oxidative stress in plants". *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(2): 210-217, 2011.
26. Antolowich, M., Prenzler, P.D., Patsalides, E., McDonald, S., Robards, K., "Methods for testing antioxidant activity", *Analyst*, 127(1): 183-198, 2002.
27. Fridovich, I., Darr, D., "Adaptation to oxidative stress in young, but not in mature or old, *Caenorhabditis elegans*". *Free Radical Biology and Medicine*, 18(2): 195-201, 1995.
28. Halliwell, B., "Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence?", *The Lancet*, 344(8924): 721-724, 1994.
29. Wu, G., Wei, Z.K., Shao, H.B., "The mutual responses of higher plants to environment: Physiological and microbiological aspects", *Biointerfaces*, 59:113-9, 2007.
30. Can, A., Özçelik, B., Güneş, G., "Meyve sebzelerin antioksidan kapasiteleri", GAP IV. Tarım Kongresi Bildirileri, 2005.
31. Shi, H., Noguchi, N., Niki, E., "Introducing natural antioxidants". In J. Pokorny, N. Yanishlieva and M. Gordon (eds), *Antioxidants in food*. CRC Press, USA, 2001.
32. Maslarova, N.V.Y., "Inhibiting oxidation", In J. Pokorny, N. Yanishlieva, and M. Gordon (eds), *Antioxidants in food*. CRC Press, USA, 2001.
33. Temple, M.D., Perrone, G.G., Dawes, I.W., "Complex cellular responses to reactive oxygen species", *Trends Cell Biol*, 15: 319-326, 2005.
34. Quan, L.J., Zhang, B., Shi, W.W., Li, H.Y., "Hydrogen peroxide in plants: A versatile molecule of the reactive oxygen species network". *J Integrat Plant Biol*, 50: 2-18, 2008.
35. Athar, H.R., Khan, A., Ashraf, M., "Exogenously applied ascorbic acid alleviates salt-induced oxidative stress in wheat", 63: 224-31, 2008.
36. Foyer, C.H., Souriau, N., Perret, S., Lelandais, M., Kunert, K.J., Pruvost, C., et al., "Overexpression of glutathione reductase but not glutathione synthetase leads to

- increases in antioxidant capacity and resistance to photoinhibition in poplar trees”, *Plant Physiol*, 109: 1047-1057, 1995.
37. Baskin, S.I., Salem, H., “Oxidants, antioxidants, and free radicals”, Washington DC: Taylor and Francis, pp 79-120. Tamer, Ü., Gücin, F. ve Solak, M.H., 2008. Mikolojiye Giriş, 207 s, Manisa. Kaşık, G., 2010. Mantar Bilimi. *Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Marifet Matbaa ve Kağıtçılık*, 432 s, Konya, 1997.
38. Tang, S.Z., Kerry, J.P., Sheehan, D., Buckley, D.J. Morrissey, P.A., “Dietary tea catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart”. *Meat Science*, 56: 285-290, 2000.
39. Tang, S.Z., Kerry, J.P., Sheehan, D., Buckley, D.J., Morrissey, P.A., “Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat”, *Meat Science*, 57: 331-336, 2001.
40. Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Botsoglou, E., Govaris, A., Papageorgiou, G., “The effects of dietary oregano essential oil and tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage”, *Meat Sci.*, 65: 1193-1200, 2003.
41. Liviu, A.M., Oltica, G.S., Daniel, S.D., Otilia, B., Olimpia, P., Stefan, B., Camposc M.G., “In vitro antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania”, *Food Chemistry*, 115(3-1): 878-883, 2009.
42. Puttaraju, N.G., Venkateshaiah, S.U., Dharmesh, S.M., Urs, S.M.N., Somasundaram, R., “Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26): 9764-9772, 2006.
43. Barros, L., Baptista, P., Ferreira, I.C.F.R., “Effect of *Lactarius piperatus* fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays”, *Food and Chemical Toxicology*, 45: 1731-1737, 2007.
44. Elmastaş, M., Isildak, O., Turkecul, I., Temur, N., “Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4): 337-345, 2007.
45. Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P., Vilas-Boas, M., Barros, L., “Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity”, *Food Chemistry*, 100: 1511-1516, 2007.

46. Tamer, Ü., Gücin, F., Solak, M.H., “Mikolojiye Giriş”, 207 s, Manisa, 2008.
47. Kaşık, G., “Mantar Bilimi”, *Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Marifet Matbaa ve Kağıtçılık*, 432 s, Konya, 2010.
48. Akata, I., “İlgaz dağı milli parkı ve yakın çevresinin makrofungus florası”, *Doktora Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2010.
49. Üstün, O., “Makrofungusların besin değeri ve biyolojik etkileri”, *Turk. Hij. Den. Biyol. Derg.*, 68(4): 223-240, 2011.
50. Gülçin, İ., “Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid)”, *Toxicology*, 217: 213-220, 2006.
51. Benedict, R.G., Brady, L.R., “Antimicrobial activity of mushroom metabolites”, *J. Pharmaceut Sci.*, 61(11): 1820-1822, 1972.
52. Gao, Y., Tang, W., Gao, H., Chan, E., Lan, J., Li, X., Zhou, S., “Antimicrobial activity of the medicinal mushroom *Genoderma*”, *Food Rev.Int.*, 21: 211-229, 2005.
53. Karacsonyi, S., Kuniak, L., “Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*: Isolation and structure of pleuran, an alkali-insoluble Beta-D Glucan”, *Carbohydr. Polymer*, 24: 107-111, 1994.
54. Mau J.L., Lin H.C., Chen C.C., “Non-volatile components of several medicinal mushrooms”, *Food Research International*, 34: 521–526, 2001.
55. Lindequist, U., Niedermeyer, T.H.J., Julich, W.D., “The pharmacological potential of Mushrooms”, *Evidence-based Compl.and Alt. Medicine*, 2(3): 285-299, 2005.
56. Oyetayo, V.O., “Free radical scavenging and antimicrobial properties of extracts of wild mushrooms”, *Brazilian Journal of Microbiology*, 40(2): 380-386, 2009.
57. Oyetayo, V.O., Dong, C.H., Yao, Y.J., “Antioxidant and antimicrobial properties of aqueous extract from *Dictyophora indusiata*”, *The Open Mycology Journal*, 3: 20-26, 2009.
58. Barros, L., Falcao, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M., Ferreira, I.C.F.R., “Antioxidant activity of *Agaricus sp.* mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chemistry*, 111: 61-66.
59. Yeh, J.Y., Hsieh, L.H., Wu, K.T., Tsai, C.F., “Antioxidant properties and antioxidant compounds of various extracts from the edible basidiomycete *Grifola frondosa* (Maitake)”, *Molecules*, 16: 3197-3211, 2011.

60. Wong, S.P., Leong, L.P., Koh, J.H.W., “Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants”, *Food Chemistry*, 99: 775-783, 2006.
61. Christudas, I.V.S.N., Kumar, P.P., Sunil, C., Vajravijayan, S., Sundaram, R.L., Skil, S.J. Agastian, P., “*In vitro* studies on alpha-glucosidase inhibition, antioxidant and free radical scavenging activities of *Hedyotis biflora* L.”, *Food Chemistry*, 138(2-3): 1689-1695, 2013.
62. Rival, S.G., Boeriu, C.G. ve Wichers, H.J., “Caseins and casein hydrolysates. 2. Antioxidative properties and relevance to lipoxygenase inhibition”, *J. Agric. Food Chem.*, 49: 295–302, 2001.
63. Arora A., Nair M. G., Strasburg G.M., “Structure activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system”, *Free Radic. Biol. Med.* 24: 1355-1363, 1998.
64. Mathew, S., Abraham, T.E., “Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models”, *Food Chemistry*, 94: 520-528, 2006.
65. Huang, D., Ou, B., Prior, R.L., “The chemistry behind antioxidant capacity assays”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 1841-1856, 2005.
66. Prior, R.L., Wu, X., Scaich, K., “Standardized methods for the determination antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8): 3110-3113, 2005.
67. Pal, J., Ganguly, S., Tahsin, K.S., Acharya, K., “In vitro free radical scavenging activity of wild edible mushroom, *Pleurotus squarrosulus* (Mont.) Singer”, *Indian Journal of Experimental Biology*, 48: 1210-1218, 2010.
68. Blackwell, W.H., “Poisonous and Medicinal Plant, Prentice Hall”, New Jersey, 1998.
69. Sümer, S., “Genel mikoloji”, *Nobel Yayın Dağıtım*, 59–61, Ankara, 2006.
70. Demirhan, A., Yeşil, Ö.F., Yıldız, A., Gül, K., “A research on antimicrobial activity of some macrofungi species”. *Science and Eng. J of Fırat Univ.*, 19(4): 425-433, 2007.

71. Türkoğlu, A., Kıvrak, I., Mercan, N., Duru, M.E., Gezer, K., Türkoğlu, H. “Antioxidant and antimicrobial activities of *Morchella conica* Pers”, *African Journal of Biotechnology* 5(11): 1146-1150, 2006.
72. Singleton, V.L., Rossi, J.A., “Colorimetry of total phenolics withphomolybdisphosphotungistic acid reagents”, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158, 2008.
73. <https://www.ibs.it/>
74. http://wikivisually.com/lang-it/wiki/Armillaria_mellea
75. http://wikivisually.com/lang-it/wiki/Armillaria_mellea
76. http://wikivisually.com/wiki/Omphalotus_olearius
77. Kirchmair, M., Morandell, S., Stolz, D., Pöder, R., Sturmhuber, C., " Phylogeny of the genus *Omphalotus* based on nuclear ribosomal DNA-sequences. *Mycologia* 96 (6): 1253-1260, 2004.
78. Solak, M.H., Isiloglu, M., Gücin, F., Gökler, I., "Macrofungi of İzmir province" *Tr. J. Of Botany* 23: 383–90, 1999.
79. Gezer, K., "Contributions to the macrofungi flora of Antalya province", *Turkish Journal of Botany* 24: 293–98, 2000.
80. Chandler, Peter J., “*The Flat-footed flies (Opetiidae and Platypezidae) of Europe*”, *Fauna Entomologica Scandinavica* 36: 1–278, 2001.
81. Phillips, R., “*Mushrooms and other fungi of great britain and europe*”. London: Pan Books. p. 262. 1981.
82. Sterry, P., Hughes, B., “*Complete guide to british mushrooms & toadstools*”. HarperCollins. p. 256. 2009.
83. Bas, C., “A short introduction to the ecology, taxonomy and nomenclature of the genus *Agaricus*, 21–24”. In L.J.L.D. Van Griensven (ed.), *Genetics and breeding of Agaricus*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 1991.
84. Capelli, A., “*Agaricus*. L.: Fr. (Psalliota Fr.)”. *Liberia editrice Bella Giovanna*, Saronno, Italy, 1984.
85. Çöllü, Z., “*Urtica pilulifera* L. bitkisinin antioksidant aktivitesinin araştırılması”, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 2007.

86. Ardağ, A., “Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması”, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2008.
87. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., “Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity”, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologies*, 28: 25-30, 1995.
88. Decker, E. A., Welch, B., “Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 674-677, 1990.
89. Singleton, V.L., Rossi, J.A., “Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents”, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158, 1965.
90. Nagata, M., Yamashita, I., “Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit”, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, 39: 925-928, 1992.
91. Tsai, S.Y., Wu, T.P., Huang, S.J., Mau, J.L., “Nonvolatile taste components of *Agaricus bisporus* harvested at different stages of maturity”, *Food Chemistry*, 103, 1457-1464, 2007.
92. Wanasundara, U.N., Shahidi, F., “Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils”, *Food Chemistry*, 63: 335-342, 1998.
93. Stamets, P., *Mycelium running*, 1st ed. Ten speed press, Berkeley, 339 pp., 2005.
94. Zavastin, D.E., Mircea, C., Aprotosoiaie, A.C., Gherman, S., Hancianu. M., Miron, A., “*Armillaria mellea*: Phenolic content, *in vitro* antioxidant and antihyperglycemic effects”. *Rev Med Chir Soc Med Nat* 199: 273-280, 2015.
95. Jayakumar, T., Thomas, P.A., Geraldine, P., “*In-vitro* antioxidant activities of an ethanolic extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(2): 228-234, 2009.
96. Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P., Vilas-Boas, M., Barros, L., “Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: individual cap and stipe activity”, *Food Chemistry*, 100: 1511-1516, 2007.
97. Robaszekiewicz, G., Bartosz, M., Ławrynowicz, M., Soszynski “The role of polyphenols, β -carotene, and lycopene in the antioxidative action of the extracts of dried, edible mushrooms”, *Journal of Nutrition and Metabolism*, 9 pages 2010.

98. Üstün, O., “Makrofungusların besin değeri ve biyolojik etkileri”. *Turk Hij Der Biyol Derg*, 68(4): 223-40, 2011.
99. Orhan, O., Ustun, O., “Determination of total phenol content, antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibition in selected mushrooms from Turkey”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 386, 2011.
100. Karaman, M., Stahl, M., Vulić J., Vesić M., Čanadanović-Brunet, J., “ Wild-growing lignicolous mushroom species as sources of novel agents with antioxidative and antibacterial potentials”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65 (3): 311-319, 2014.
101. Ribeiro, B., Valentão, P., Baptista, P., Andrade, P.B., “Phenolic compounds, organic acids profiles and antioxidative properties of beefsteak fungus (*Fistulina hepatica*)”, *Food Chem. Toxicol.* 45: 1805-1813, 2007.
102. Dharmaraj, K., Kuberan T., Sivasankari, R., “Studies on antimicrobial activities in *Ganoderma lucidum*, *Fomes fomentarius* and *Ganoderma tsugae*”, *Journal of Science* 5(2): 116-123, 2015.
103. Peintner, U., Poeder, R., Pumpel, T., “The iceman’s fungi”. *Mycol. Res.*, 102 (10), 1153–1162, 1998.
104. Stamets, P., “Mycelium running”, 1st ed. Ten speed press, Berkeley, 339 pp., 2005.
105. Suay, I., Arenal, F., Asinsio, F. J., Basilio, A., Cabello, M. A., Díez, M.T., García, J. B., González del Val, A., Gorrochategui, J., Hernández, P., Peláez, F., Vicente, M. F., “Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities”, *Antonie van Leeuwenhoek*, 78: 129–139, 2000.
106. Seniuk, O.F., Gorovoj, L.F., Beketova, G.V., Savichuk, H.O., Rytik, P.G., Kucherov, I.I., Priluskay, A.B., Prilutsky, A.I., “Anti-infective properties of the melanin-glucan complex obtained from medicinal tinder bracket mushroom, *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr. (Aphyllophoromycetidae)”, *Int. J. Med. Mushr.* 13 (1): 7–18, 2011.
107. Adarsh, C.K., Kumar, V., Vidyasagaran, K., Ganesh, P.N., “Decomposition of wood by polypore fungi in tropics - biological, ecological and environmental factors- a case study”, *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* 3(8): 15-37, 2015.
108. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Tokol>

109. <http://ural-mutlu.blogspot.com.tr/2012/04/flavonoidler.html>
110. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tautomerisatie_fenol_en_cyclohexadienon.png
111. <http://www.asit.gen.tr/askorbik-asit.html>
112. <https://www.biyolojiunlugu.com/lipidler-ve-yag-asitleri/>
113. <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2010/cs/b922183m/unauth#!divAbstract>
114. <https://en.wikipedia.org/wiki/DPPH>
115. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Armillaria_mellea_MdE_3.jpg
116. <http://mushroomhobby.com/Gallery/Gilled%20Boletes/Omphalotus%20olearius/index.htm>
117. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Lactarius_deliciosus.html
118. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Trametes_versicolor.html
119. http://www.messiah.edu/oakes/fungi_on_wood/poroid%20fungi/species%20pages/Fomes%20fomentarius.htm
120. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Agaricus_bisporus.html
121. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Agaricus_bitorquis.html
122. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Agaricus_campestris.html
123. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Agaricus_subrutilescens.html

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı : Ahmet ORHAN

Doğum Tarihi ve Yeri : 28.11.1989-HATAY

Yabancı Dili : İngilizce

Telefon : 0545 308 19 61

e-mail : ahmetorhann@outlook.com

Eğitim

Derece	Eğitim birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü- Biyoloji Bölümü	2017
Lisans	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi- Biyoloji Bölümü	2014
Lise	Kırıkhan Gazi Lisesi	2006