T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRAKYA BÖLGESİNDEKİ BAZI YENEBİLEN MANTAR TÜRLERİNİN BETA-GLUKAN İÇERİKLERİNİN, ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN KÜLTÜR MANTARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZGE ÖZCAN

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Figen ERTAN

EDİRNE-2015

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Figen ERTAN
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoloji Anabilim Dalında bir Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Prof. Dr. Tülin AKTAÇ	
Prof. Dr. Hülya YAĞAR	
Prof. Dr. Figen ERTAN	
Prof. Dr. Sema ÇETİN	
Doç. Dr. Fatma Kaynak ONURDAĞ	

Tarih: 19.01.2015

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.



19.01.2015

Özge ÖZCAN

Doktora Tezi

Trakya Bölgesindeki Bazı Yenebilen Mantar Türlerinin Beta-Glukan İçeriklerinin, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Kültür Mantarı ile Karşılaştırılması

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada Trakya Bölgesinde bulunan ve yenebilen mantar türlerinden olan *Boletus edulis* (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı), *Hydnum repandum* (sığırdili mantarı) ve *Agaricus bisporus*'un (kültür mantarı) β-glukan içerikleri, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri incelendi. Bu amaçla mantarların metanol ve aseton ekstreleri elde edildi.

Mantarların β-glukan miktarları *A. bisporus* % 14.57±0.80, *B. edulis* % 13.93±0.78, *C. cibarius* % 12.89±0.84, *H. repandum* % 12.84±0.11, *C. curnicopioides* % 11.26±0.69 olarak belirlendi.

Mantarların toplam fenolik madde miktarları, DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ve indirgeme gücü kapasiteleri belirlendi. Serbest radikali giderme aktivitesinden elde edilen sonuçlara göre, 1000 µg/mL'lik konsantrasyonlarında *B. edulis*'in metanol ekstresi %78.16±0.17, aseton ekstresi % 51.66±0.24 ve *A. bisporusun* metanol ekstresi % 60.53±0.43 DPPH giderme aktivitesi gösterdi. Toplam fenolik madde miktarı tayini sonucu mantarların aseton ve metanol ekstrelerinin gallik asit ekivalentinin 22.75±0.32-45.5±0.71 µg/mg arasında değiştiği belirlendi. Mantarların indirgeme gücü kapasiteleri standartlar ile karşılaştırıldığında indirgeme gücü

kapasitelerinin düşük olduğu belirlendi. Mantarlar guaiakol peroksidaz enzim aktivitesi yönünden incelendiğinde *B. edulis'*in 0.07 U/mL ve *A. bisporus'*un 0.13 U/mL enzim aktivitesi gösterdiği saptandı.

Mantarların aseton ve metanol ekstrelerinin antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi ile, Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) değerleri ise mikrodilüsyon yöntemi ile belirlendi. Elde edilen sonuçlara göre mantar ekstrelerinin test edilen mikroorganizmalar üzerinde değişik seviyelerde inhibitör etki gösterdiği saptandı.

Yıl : 2015

Sayfa Sayısı : 84

Anahtar Kelimeler : şapkalı mantar, antimikrobiyal, antioksidan, β-glukan,

Doctoral Thesis

Comparison of Beta-glucan Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Some Edible Mushroom Species In Trakya Region with Culture Mushrooms

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Biology

ABSTRACT

In this study; β-glucan content, antioxidant and antimicrobial activities of *Boletus edulis* (porcini), *Cantharellus cibarius* (golden chanterelle), *Craterellus cornucopioides* (black chanterelle), *Hydnum repandum* (woodhedgehog) and *Agaricus bisporus* (cultivated mushroom) which are edible mushrooms grown in Trakya Region were studied. For this purpose, methanol and acetone extracts of mushrooms were obtained.

β-glucan contents of mushrooms were determined as 14.57±0.80 %, 13.93±0.78 %, 12.89±0.84 %, 12.84±0.11 %, 11.26±0.69 % for *A. bisporus, B. edulis, C. cibarius, H. repandum, C. curnicopioides,* respectively.

Total phenolic contents, DPPH free radical scavenging activity and reducing power capacities of mushrooms were evaluated. According to the results obtained from the assay of DPPH radical scavenging activity, at 1000 µg/mL concentrations of *B. edulis* extracts were found as 78.16±0.17 % for methanol extracts and 51.66±0.24 % for acetone extracts. and at 1000 µg/mL concentrations of *A. bisporus* methanol extracts showed 60.53±0.43 % DPPH scavenging activity. Total phenolic contents of acetone and methanol extracts were changed between 22.75±0.32 -45.5±0.71 µg/mL as gallic acid equivalents. When reducing power capacity of mushrooms was compared to

standards, the extracts were observed to have low reducing power capacity. When mushrooms examined in terms of guaiacol peroxidase activity, *B. edulis* and *A. bisporus* showed 0.07 U/mL and 0.13 U/mL enzyme activity, respectively.

The antimicrobial activity of acetone and methanol extracts of mushrooms determined by the disk diffusion method while the minimum inhibitory concentration (MIC) values were determined by the microdilution method. According to the obtained results it was determined that mushroom extracts showed different levels of inhibitory effects on the microorganisms tested.

Year : 2014

Number of Pages : 84

Keywords : mushroom, antimicrobial, antioxidant, β-glucan

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında bilgi, tecrübe ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen değerli tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Figen ERTAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda laboratuvar imkanlarını kullanmamı sağlayan, kıymetli zamanlarını ve emeklerini benden esirgemeyen Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim Üyelerinden değerli hocalarım Prof. Dr. Hülya YAĞAR ve Doç. Dr. Şebnem Selen İŞBİLİR'e en derin şükranlarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım ve analizler esnasında yardımlarını esirgemeyen Hocalarım Doç. Dr. Fatma Kaynak ONURDAĞ, Yrd. Doç. Dr. Suzan ÖKTEN ve Yrd. Doç. Dr. Bilal BALKAN'a, sevgili arkadaşlarım Öğr. Gör. Safiye ŞAHİN ve Fulya GÜDÜCÜ'ye ve emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora eğitimim süresince burs desteği sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Sonsuz sabır ve hoşgörüleri ile her zaman yanımda olan kıymetli ailem, sevgili eşim ve canım oğluma teşekkür ederim.

Bu çalışma T.Ü. Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenen 2013/02 nolu ve "Trakya Bölgesinde Bazı Yenebilen Mantar Türlerinin Beta-Glukan İçeriklerinin, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Kültür Mantarı ile Karşılaştırılması" adlı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Edirne, 2015 Özge ÖZCAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
SİMGELER VE KISALTMALAR ix
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
TABLOLAR DİZİNİ xiii
BÖLÜM 1 1
GİRİŞ 1
BÖLÜM 2 4
GENEL BİLGİLER 4
2.1. Mantarlar Hakkında Genel Bilgi 4
2.1.1. Şapkalı Mantarlar 5
2.2. Mantarların β-glukan İçerikleri 9
2.2.1. β-glukanların İmmün Sistem Üzerine Etkileri 13
2.2.2. β-glukanların Kanser Üzerine Etkileri 17
2.2.3. β-glukanların Kolesterol Seviyeleri ve Kardiyovasküler Sistem Üzerine Etkileri 18
2.2.3. β-glukanların Kan Glukoz Seviyesi ve Diyabet Üzerine Etkileri 19
2.3. Mantarların Antioksidan Özellikleri 19
2.3.1. Serbest Radikaller 19
2.3.2. Antioksidanlar 21
2.3.2.1. Mantarlardaki Başlıca Antioksidan Maddeler 23
2.3.1.2. Mantar Guaiakol Peroksidaz Enzimi 24
2.3.2.2. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler 26
2.4. Mantarların Antimikrobiyal Etkileri 29
2.4.1. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler 32
2.4.1.1. Katı/Sıvı Dilüsyon Yöntemi 33
2.4.1.2. Disk Diffüzyon Yöntemi 34
2.5. Tezin Amacı 34
BÖLÜM 3 35

MATERYAL VE METOD 35
3.1. Çalışmada Kullanılan Şapkalı Mantar Türleri 35
3.2. Mantar Örneklerinin Temin Edilmesi 40
3.3. Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları 40
3.4. Mantar Ekstrelerinin Elde Edilmesi 42
3.5. Mantarların Beta-Glukan İçeriklerinin Belirlenmesi 42
3.5.1. Mantarlardan Total Glukan Ekstraksiyonu ve Ölçümü 42
3.5.2.Mantarlardan α-glukan Ekstraksiyonu ve Ölçümü 43
3.5.3. Mantarlardan β-glukan Ekstraksiyonu ve Ölçümü 44
3.6. Mantarların Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi 44
3.6.1. DPPH Radikallerini Giderme Etkisi Tayini 44
3.6.2.Toplam Fenolik Madde Tayini 45
3.6.3. İndirgeme Gücü Tayini 45
3.7.Mantarların Guaiakol Peroksidaz Enzim Aktivitelerinin Tayini 46
3.8. Mantarların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi 47
3.8.1. Disk Difüzyon Yöntemi 47
3.8.2. Mikrodilüsyon Yöntemi 47
3.9. İstatistiksel Analiz 48
BÖLÜM 4 49
BULGULAR 49
4.1. Mantarların β-glukan İçeriklerinin Belirlenmesi 50
4.2. Mantarların Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi 51
4.2.1. DPPH Radikallerini Giderme Etkisi 51
4.2.2. Toplam Fenolik Madde Tayini 56
4.2.3. İndirgeme Gücü Tayini 59
4.3. Guaikol Peroksidaz Enzim Aktivitesi Tayini 63
4.4. Mantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi 64
4.4.1. İnhibisyon Zon Çaplarının Belirlenmesi 64
4.4.2. Minimum İnhibitör Konsantrasyonlarının Belirlenmesi 71
BÖLÜM 5 74
TARTIŞMA 74
5.1. Mantarların β-glukan İçerikleri 75
5.2. Mantarların Antioksidan Aktiviteleri 76
5.2.1. DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi 76
5.2.2. Toplam Fenolik Madde İçeriği 78
5.2.3. İndirgeme Gücü Kapasitesi 80

5.2.4. Guaiakol Peroksidaz Aktivitesi 81
5.3. Antimikrobiyal Aktivite 82
BÖLÜM 6 85
KAYNAKLAR 85
ÖZGEÇMİŞ 96

SİMGELER VE KISALTMALAR

BHA	Bütillenmiş Hidroksianisol
BHT	Bütillenmiş Hidroksitoluen
CAT	Katalaz
CR3	Tamamlayıcı Reseptör 3
DMPD	N,N-dimetil-p-fenilendiamin
DMSO	Dimetil sülfoksit
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FCR	Folin-Ciocalteu Reaktifi
FRAP	Fe(III) İyonu İndirgeme Gücü
GAE	Gallik Asit Ekivalenti
GOPOD	Glukoz Oksidaz/Peroksidaz
Gpx	Glutatyon Peroksidaz
GSH	Glutatyon
GST	Glutatyon Transferaz
IL-2	İnterlökin-2
IOC	İnhibe Oksijen Alımı
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
LPIC	Lipid Peroksidasyonu İndirgeme Kapasitesi
MİK	Minimum İnhibitör Konsantrasyonu

ORAC	Oksijen Radikali Absorbans Kapasitesi
PG	Propil gallat
PI3K	Fosfatidil İnositol 3 Kinaz
PSK	Krestin
RNS	Reaktif Nitrojen Türleri
ROT	Reaktif Oksijen Türleri
SOD	Süperoksit Dismutaz
ssp	Alttür
TBHQ	Tersiyer Bütillenmiş Hidroksikinon
TCA	Trikarboksilik Asit
TEAC	Trolox Ekivalenti Antioksidan Kapasite
TLR	Toll Benzeri Reseptör
TNF-α	Tümör Nekroz Faktörü-α
TOSC	Total Oksidan Giderme kapasitesi
TRAP	Toplam Radikal Tuzaklayıcı Parametre
UV	Ultraviyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Şapkalı Mantarların Genel Görüntüsü ve Kısımları 6
Şekil 2.2. β-glukanın Yapısal Görünümü 11
Şekil 2.3. Mantar β-glukanlarının (1→3) (1→6) Tekrarlayan Dallanma Yapılarının Açık Formülleri 12
Şekil 2.4. β-glukanların İmmün Sistemi Aktivasyonu 14
Şekil 2.5. Örüntü Tanıma Reseptörleri 15
Şekil 2.6. Guaiakol Peroksidazın Hidrojen Peroksit Varlığında Verdiği Tepkime. 25
Şekil 2.7. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH). 28
Şekil 2.8. Bazı Mantarlardan İzole Edilen Antimikrobiyal Maddeler 32
Şekil 2.9. Antimikrobiyal Madde Duyarlılıklarının Saptanmasında Kullanılan Yöntemler 33
Şekil 3.1. Ayı Mantarı (*Boletus edulis*)..... 35
Şekil 3.2. Borazan Mantarı (*Craterellus cornucopioides*). 36
Şekil 3.3. Sarıkız Mantarı (*Cantharellus cibarius*)..... 37
Şekil 3.4. Sığırdili Mantarı (*Hydnum repandum*). 38
Şekil 3.5. Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*) 39
Şekil 4.1. Mantar Türlerinin Glukan İçerikleri 51
Şekil 4.2. Ayı Mantarının (*Boletus edulis*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi..... 53
Şekil 4.3. Borazan Mantarının (*Craterellus cornucopioides*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi 54
Şekil 4.4. Sığırdili Mantarının (*Hydnum repandum*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi 54
Şekil 4.5. Sarıkız Mantarının (*Cantharellus cibarius*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi 55
Şekil 4.6. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi 55
Şekil 4.7. Gallik Asit Standart Grafiği 57
Şekil 4.8. Mantar Ekstrelerinin Gallik Asit Eşdeğeri Olan Fenolik Madde İçerikleri.... 58

Şekil 4.9. Ayı Mantarının (*Boletus edulis*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri 59
Şekil 4.10. Borazan Mantarının (*Craterellus cornucopioides*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri 60
Şekil 4.11. Sığırdili (*Hydnum repandum*) Mantarının Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri 60
Şekil 4.12. Sarıkız Mantarının (*Cantharellus cibarius*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri 61
Şekil 4.13. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri 61
Şekil 4.14. *B. edulis*'in 200 mg/mL'lik konsantrasyonda *S.aureus* Bakterisi Üzerine İnhibitör Etkisi 70
Şekil 4.15. *H. repandum*'un *S.aure*us Bakterisi Üzerine İnhibitör Etkisi 70
Şekil 4.16. Mantar Ekstrelerinin *E.coli* ATCC 25922 Bakterisi için MİK Değerleri 73
Şekil 4.17. Mantar Ekstrelerinin *E.coli* ATCC 25922 Bakterisi için MİK Değerleri 73

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Dünyada Kültürü Yapılan Mantar Türleri ve Miktarları 7
Tablo 2.2. Mantarların Besin Değerleri ve Bazı Gıda Maddeleri ile Karşılaştırılması..... 9
Tablo 2.3. Reseptörlerin Kimyasal Yapısı, Etkiledikleri Hücreler ve İmmün Cevaba Etkileri 16
Tablo 2.4. Serbest Radikallerin Kaynakları ve Oluşum Mekanizmaları 20
Tablo 2.5. Serbest Radikaller 21
Tablo 2.6. Antioksidan Savunma Sistemleri 22
Tablo 2.7. Antioksidan Aktivite Belirlemede Kullanılan Yöntemler. 27
Tablo 2.8. Bazı Mantar Türlerinden İzole Edilen Antimikrobiyal Maddeler ve Etki Ettikleri Mikroorganizmalar 31
Tablo 3.1. Kullanılan Test Mikroorganizmaları 41
Tablo 3.2. Guaiakol Peroksidaz Enzim Aktivitesinde Kullanılan Kimyasallar ve Oranları. 46
Tablo 4.1. Mantar Türlerinin Metanol ve Aseton Ekstre Verimleri 49
Tablo 4.2. Mantar Türlerinin Glukan İçerikleri 50
Tablo 4.3. Mantarların Metanol ve Aseton Ekstrelerinin DPPH Radikali Giderme Aktivitesi % İnhibisyon Değerleri 52
Tablo 4.4. Standartların DPPH Radikali Giderme Aktivitesi % İnhibisyon Değerleri.. 53
Tablo 4.5. Mantar Ekstrelerinin Gallik Asit Eşdeğeri Olan Fenolik Madde İçerikleri... 58
Tablo 4.6. Mantarların Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasitesi Absorbans Değerleri 62
Tablo 4.7. Standartların İndirgeme Gücü Kapasitesi Absorbans Değerleri 63
Tablo 4.8. Mantarların Guaiakol Peroksidaz Enzim Aktivitesi 63
Tablo 4.9. Ayı mantarının (*Boletus edulis*) Antimikrobiyal Aktivitesi 65
Tablo 4.10. Borazan Mantarının (*Craterellus cornucopioide*s) Antimikrobiyal Aktivitesi 66
Tablo 4.11. Sarıkız Mantarının (*Cantharellus cibarius*) Antimikrobiyal Aktivitesi 67
Tablo 4.12. Sığırdili Mantarının (*Hydnum repandum*) Antimikrobiyal Aktivitesi..... 68

Tablo 4.13. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) Antimikrobiyal Aktivitesi 69
Tablo 4.14. Mantar Türlerinin Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) Sonuçları .. 72

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Modern Dünya diye adlandırılan günümüz dünyasında nüfus giderek artmış, teknoloji hayatımızın her alanına uzanmış, gerek ulaşım gerekse haberleşme hızla ilerlemiştir. Bununla birlikte insan günlük yaşamı aletler, cihazlarla kolaylaştırılmış ama bir o kadar da doğadan koparılmıştır. İlaçların ve tedavi yöntemlerinin sayısı artmasına rağmen hastalıklar da çoğalmıştır. Bu durum insanları doğal beslenmeye, bilim insanlarını da hastalıkların çaresini doğal maddelerde aramaya yönlendirmiştir [1].

Bitkilerin tıbbi amaçlarla kullanıldığı, yüzyıllardır bilinmektedir. Dünyada bitkilerden drog elde edilip kullanılması, fonksiyonel gıdalar, bitkilerin terapötik etkileri sıklıkla çalışılan konular arasındadır. Bitkilerin antioksidan, antimikrobiyal, antifungal etkileri yapılan çalışmalarla desteklenmiştir. Son yıllarda bu çalışmalara şapkalı mantarlar da eklenmiş ve oldukça ilgi çekici sonuçlar elde edilmiştir [2,3].

Türkiye jeolojik ve iklimsel çeşitliliği sayesinde zengin bir floraya sahiptir. Deniz, göl ve akarsu gibi farklı sucul ortamların bulunması, farklı yüksekliklerde değişken ekolojik bölgelerin bulunması hem fauna, hem de floramızın çok sayıda cins ve türe ev sahipliği yapmasına imkan sağlamaktadır. Sadece çeşidin çok olması değil, endemik türlerin de bol bulunması ülkemizin doğal zenginliğinin bir göstergesidir. Yer şekillerindeki, iklimdeki ve bitki florasındaki bu zenginlik Türkiye'de yetişen şapkalı mantar türü sayısının da hatırı sayılır oranlarda olmasına imkan sağlamıştır [1,3].

Ülkemizde birçok bitki türünün besin değerleri ile insan sağlığı açısından önemi çalışılmıştır. Şapkalı mantarlar ise halk arasında sıklıkla tüketilmesine rağmen bilimsel açıdan yeni yeni dikkat çekmeye başlamıştır. Mantarların sınıflandırılması ile ilgili

ülkemizde birçok çalışma bulunmaktadır ancak içerikleri ve terapotik etkileri ile ilgili çalışma sayısı maalesef yetersizdir [1, 4 , 5].

Şapkalı mantarlar yüzyıllardır dünyanın birçok yerinde gıda olarak tüketilmelerinin yanı sıra tıbbi amaçla da kullanılmaktadırlar [6]. Yapılarında önemli proteinler, lipitler, ham lif, mineraller ve vitaminler içermektedirler. Yüksek besin değerleri ile birlikte sağlıklı yaşam için önemli olan bazı biyoaktif moleküllere sahiptirler. Şapkalı mantarların antimikrobiyal, antialerjik, antidiyabetik, antioksidan, antikanser, antiinflamatuar, kolesterol düşürücü, immün sistemi stimüle edici özellikleri belirlenmiştir [7, 8].

Son zamanlarda mantarların yapısında yer alan bileşiklerden en çok dikkat çeken molekül β-glukandır. β-glukan mantar hücre duvarının yapısında bulunan, β-(1→3) bağlantı gösteren bir polisakkarittir ve β-(1→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].

Mantarlar fenolik bileşikler, poliketidler, terpenler ve steroidler gibi sekonder metabolitler sentezlerler [12]. Mantarların 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 mantarlar başta kanser ve kalp hastalıkları olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde etkili olmuşlardır [8, 13].

Mantarların hem gövdeleri hem de toprak altı kısımlarından izole edilen birçok antimikrobiyal maddenin varlığı rapor edilmiştir. Bunlar sıklıkla antibiyotikler gibi sekonder metabolitlerdir. Mantarların 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. Mantarlar bu açıdan oldukça dikkat çekici organizmalardır. Antibiyotiklerin yanı sıra mantar hücre duvarının yapısında bulunan β-glukanın da antimikrobiyal etkisi olduğu belirlenmiştir [3, 14].

Bu çalışmada Trakya Bölgesi'nde doğal olarak yetişebilen ve yenebilen mantar türlerinden olan *Boletus edulis* (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı), *Hydnum repandum* (sığırdili mantarı) ve marketlerden, yerel pazarlardan kolaylıkla temin edilebilen halk arasında kültür mantarı olarak bilinen *Agaricus bisporus* türleri ile çalışıldı. Salatalarda, yemeklerde, konservelerde kullanılan bu mantarların taze formlarının β-glukan içeriklerinin, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi ve kültür mantarı ile karşılaştırılması amaçlandı.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Mantarlar Hakkında Genel Bilgi

Mantarlar yıllarca bitkiler alemi içinde sınıflandırılmalarına rağmen modern mikroskobik yöntemlerle yapılan çalışmalar sonucu günümüzde ayrı bir grup olarak kabul görmektedirler ve 5 canlı alemden biri olan *Myceteae* alemi içinde sınıflandırılmaktadırlar [14, 15]. Mantarların sınıflandırılmasında günümüzde en sık kullanılan sistem Ernst Gauman'ın sistemidir (1964). Buna göre mantarlar; *Myxomycetes* (Cıvık Mantarlar), *Phycomycetes* (Algsi Mantarlar), *Ascomycetes* (Torbacıklı, Askuslu Mantarlar), *Basidiomycetes* (Çomaklı, Basidiumlu Mantarlar) ve *Fungi İmperfecti* (*Deuteromycetes*) (Eksik Mantarlar) bölümlerine ayrılmaktadır [14, 16].

Mantarlar coğrafi olarak belli bölgelerde yayılış göstermez. Büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan uygun sıcaklık, pH, nem ve besinin bulunduğu her yerde yayılış gösterebilirler. Mezofilik canlılar oldukları için ılıman bölgeleri tercih ederler. Heterotrof olduklarından organik bileşiklerin bol olduğu bitki ve hayvan ölülerinin üzerinde, çalılık ve ormanlık alanlarda kolaylıkla üreyebilirler. Bazı mantar türleri sularda, bazıları ise mobilya üzerleri, eski demir parçaları, pamuklu ve keten gibi selülozdan üretilmiş kumaş parçaları üzerinde çoğalabilirler [14, 16]

Mantarlar çift katlı zarla çevrili nukleusları olan ökaryotik canlılardır. Sitoplazmalarında yine zarla çevrili organelleri mevcuttur. Mantarların büyük çoğunluğunda kalın bir hücre duvarı mevcuttur. Uzun süre bitkiler aleminde sınıflandırılmalarına rağmen depo karbonhidrat olarak glikojen biriktirmeleri ve hücre

duvarlarında kitin bulundurmaları gibi birçok özellikleri ile bu canlı grubundan ayrılmaktadırlar [16].

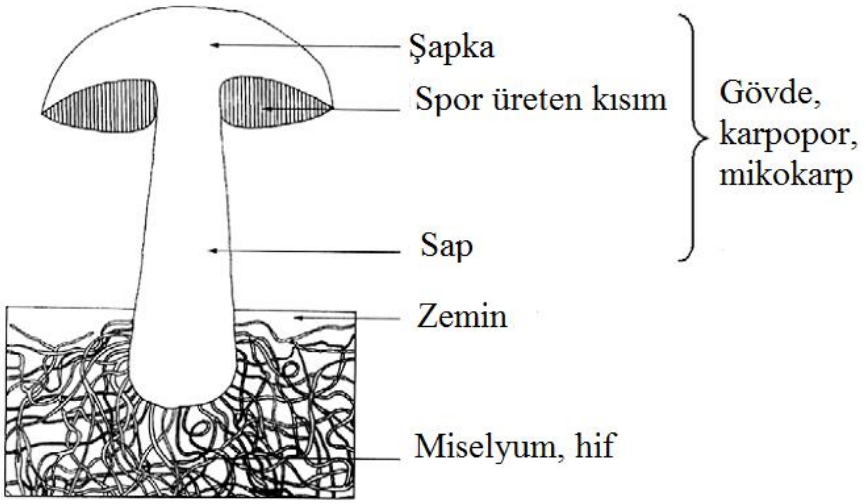
Mantarların vejetatif yapıları "tallus" denen tekli veya çoklu liflerden oluşur. Bu liflerin her birine "hif" denir. Hiflerin bir araya gelerek oluşturdukları kümeye de "misel" denir. Mantarlar klorofil içermezler, heterotrofturlar. Saprofit, parazit veya simbiyoz yaşam sürerler. Bir kısmı bitki, hayvan ya da diğer mantarların üzerinde parazit yaşam sürerken, bazıları da gübre gibi canlı artıkları ya da ölü organizma kalıntılarında saprofit olarak yaşarlar. Besinlerini absorbsiyon ile dışarıdan alırlar. Makromoleküller için sindirim enzimlerini dışarıya salarlar ve küçük moleküllere parçalanan besinleri hücre içine alırlar. Bazı mantarlar ileri organizasyonlu bitkilerle simbiyoz yaşam gösterirler, buna "mikorhiza" adı verilir. Alglerle mantarların ortak yaşamı ile ayrı bir canlı grubu olarak sınıflandırılan "liken" simbiyoz yaşamı meydana gelir [14, 15, 16, 17].

Gelişmeleri için sıcaklık, su, oksijen miktarı önemlidir. Kimyasal olarak ise karbon, azot, fosfor, potasyum gibi makro elementler ile çinko, bakır gibi mikro elementlere ihtiyaç duyarlar. Mantarların üremeleri eşeyli ve eşeysiz olmaktadır. Eşeysiz üremeleri spor denen yapılarla, bölünerek ve tomurcuklanma ile olurken eşeyli üremeleri gamet denen eşey hücrelerinin birleşmesi ile olmaktadır. Mantarların eşey hücreleri zigospor, oospor, askospor ve basidiospor gibi isimler almaktadır [14, 15].

Mantarlar boyut, yapı ve metabolizma bakımından farklılıklar gösterir. Dünyada 100.000'in üzerinde mantar türü olduğu ileri sürülmektedir ve bunların 50.000 türü tanımlanmış türlerdir. Yaklaşık olarak 15000'i şapkalı mantar olarak tanımlanmış olup, bunların 650 türü tıbbi değeri olan mantarlardır [14, 18, 19].

2.1.1. Şapkalı Mantarlar

Şapkalı mantarlar, mantarlar aleminin Ascomycota ve Basidiomycota şubelerinde yer almaktadırlar [16]. Şapkalı mantarlar için yüksek fungi, makromantarlar gibi adlar da kullanılmaktadır. Şapkalı mantarların genel görüntüsü ve kısımları Şekil 2.1'de gösterilmektedir [20].



Şekil 2.1. Şapkalı Mantarların Genel Görüntüsü ve Kısımları [20]

Şapkalı mantarların 2000 türü yenebilen mantarlardır ve bunların yaklaşık olarak 35 kadarının kültürü yapılmaktadır. En sık kültürü yapılan şapkalı mantarlar *Agaricus bisporus*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus* spp, *Auricula auricula*, *Flamulina velutipes* ve *Volvariella velutipes*'tir. Dünyada kültürü yapılan mantar türleri ve miktarları Tablo 2.1'de verilmiştir [19,21]. Kültür mantarı yetiştiriciliğinin dünyada en fazla yapıldığı ülke Çin'dir (1,568,680 ton). Çin'i sırasıyla ABD (359,630 ton), Hollanda (240,000 ton), Polonya (160,000 ton), İspanya (140,000 ton) ve Fransa (125,000 ton) takip etmektedir [22].

Tablo 2.1. Dünyada Kültürü Yapılan Mantar Türleri ve Miktarları [19, 21]

Tür	Üretim (1000 ton)	Yüzde (%)
Agaricus bisporus	1424	37.8
Pleurotus spp.	909	24.2
Auricularia spp.	400	10.6
Lentinus edodes (Shiitake*)*	393	10.4
Volvariella volvacea	207	5.5
Flammulina velutipes	143	3.8
Tremella fuciformis	105	2.8
Hericium erinaceus	90	2.4
Pholita nameko	53	1.4
Hypsizigus marmoreus	22	0.6
Grifolia frondosa (Maitake)	7	0.2
Diğerleri	10	0.3
Toplam	3763	100

Kültür mantarlarının pahalı oluşu ve doğada mantar florasının bol oluşu insanları mantar toplama alışkanlığına yöneltmiştir. Bunun sonucunda da insanlar şapkalı mantarların % 10 kadarını oluşturan zehirli mantar ile karşılaşmışlardır. Dünyada her yıl yüzlerce kişi zehirli mantarların gıda olarak tüketilmesi ile hayatını kaybetmektedir [23, 24, 25].

Yüzyıllardır dünyanın birçok yerinde gıda kaynağı olarak kullanılan mantarlar aynı zamanda tıbbi amaçla da kullanılmaktadır. Batı ülkelerinin geleneksel tedavi yöntemlerinde de, doğunun halk arasında kullanılan ilaçlarında da mantarlar sıklıkla yer almaktadır [26, 27, 28]. Mantarların Çin'de gıda ve tıbbi amaçla yaklaşık olarak 2000 yıldır kullanıldığı tahmin edilmektedir [19].

Yenebilen şapkalı mantarlar ılıman olan ilkbahar ve sonbahar aylarının yağışlı zamanlarında ormanlardan, ağaçların çürümüş kök ve dallarından, odun parçalarının altlarından toplanmaktadır [4].

Şapkalı mantarlar çiğ halde salatalarda, pişirilerek, salamura veya turşu olarak tüketilmektedir. Marketlerde taze halde, dondurulmuş, kurutulmuş ve konserve olarak satılmaktadır [29]. Şapkalı mantarlar yağ bakımından fakir, bitkisel protein, diyet lifi, vitaminler ve mineraller bakımından oldukça zengin gıda kaynaklarıdır [17]. Mantarların yapısında tiamin, riboflavin, niasin, biotin, kobalamin, askorbik asit, D ve K vitaminlerinin yanı sıra kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, bakır gibi mineraller bulunmaktadır [22, 30]. Yüksek besin içeriklerinin yanı sıra mantarlar tıbbi değeri yüksek lektinler, polisakkaritler, fenolik ve polifenolik bileşikler, poliketidler, terpenoidler, glikopeptidler, saponinler, ergosteroller, uçucu organik bileşikler gibi biyoaktif metabolitler bakımından da oldukça zengindirler [18, 19, 28, 31]. α ve β glukanlar ise günümüzde mantarların en çok ilgi çeken bileşenleri arasındadır [26]. Mantarların besin değerleri ve bazı gıda maddeleri ile karşılaştırmaları Tablo 2.2'de verilmiştir [32].

Tablo 2.2. Mantarların Besin Değerleri ve Bazı Gıda Maddeleri ile Karşılaştırılması [32]

Gıda Maddesi	Su	Protein	Yağ	Karbonhidrat	Mineraller	Cal/100gr
Mantar	92	3.5	0.3	40.5	1.0	25
Ispanak	93	2.2	0.3	1	1.9	15
Kuşkonmaz	95	1.8	0.1	2.7	0.6	20
Patates	75	2.0	0.1	21	1.1	85
Süt	87	3.5	3.7	4.8	0.7	62
Et	68	18.5	13.3	0.5	0.5	189

Mantarların immünomodülatör, antitümör etkisi ile beraber, antioksidan, antihipertansif, kolesterol düşürücü, kan şekerini düzenleyici, antialerjik, hipolipidemik, antiviral, antimikrobiyal, hepatik dokuları koruyucu ve antifibriotik özellikleri bilinmektedir [33-37].

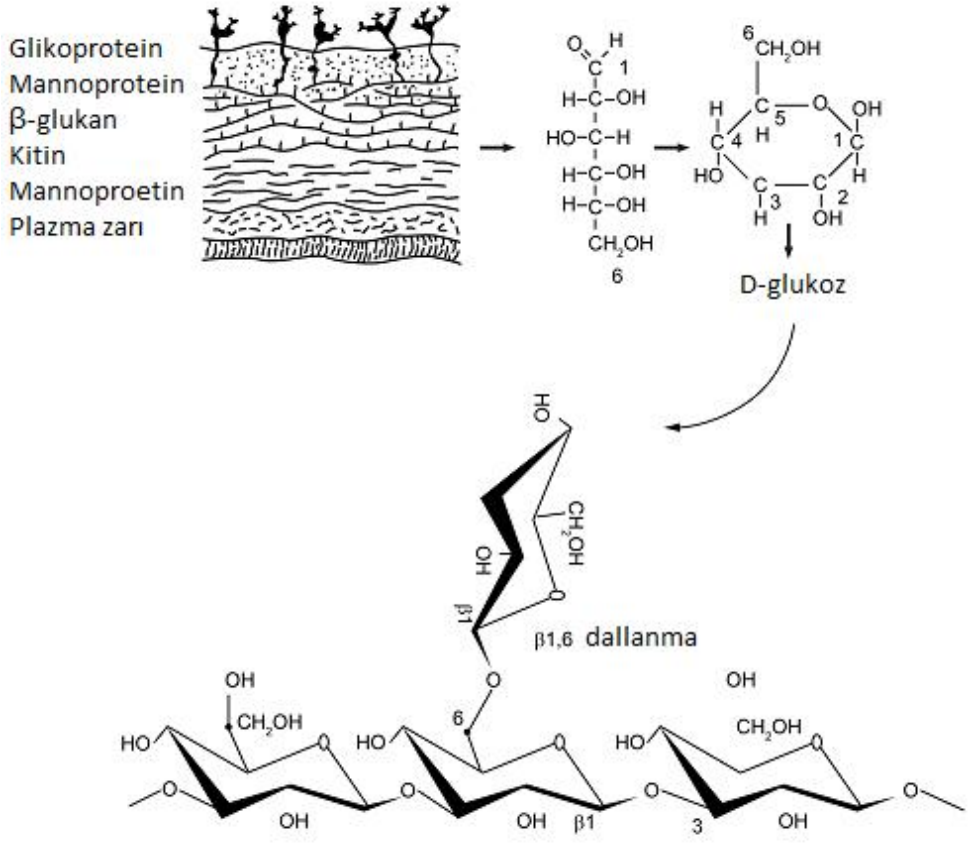
Şapkalı mantarların bazı türlerinin antitümör etki gösterdiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir [9, 38, 39]. Kalvasin, volvotoksin, flammutoksin, lentinan, porisin sadece şapkalı mantarlardan izole edilen ve antitümör etkisi belirlenen maddelerdir [33, 40].

Mantarlar içeriklerindeki kitin, hemiselüloz, β ve α glukanlar, ksilanlar ve galaktanlardan dolayı prebiyotik olarak tanımlanmaya adaydırlar [19].

2.2. Mantarların β-glukan İçerikleri

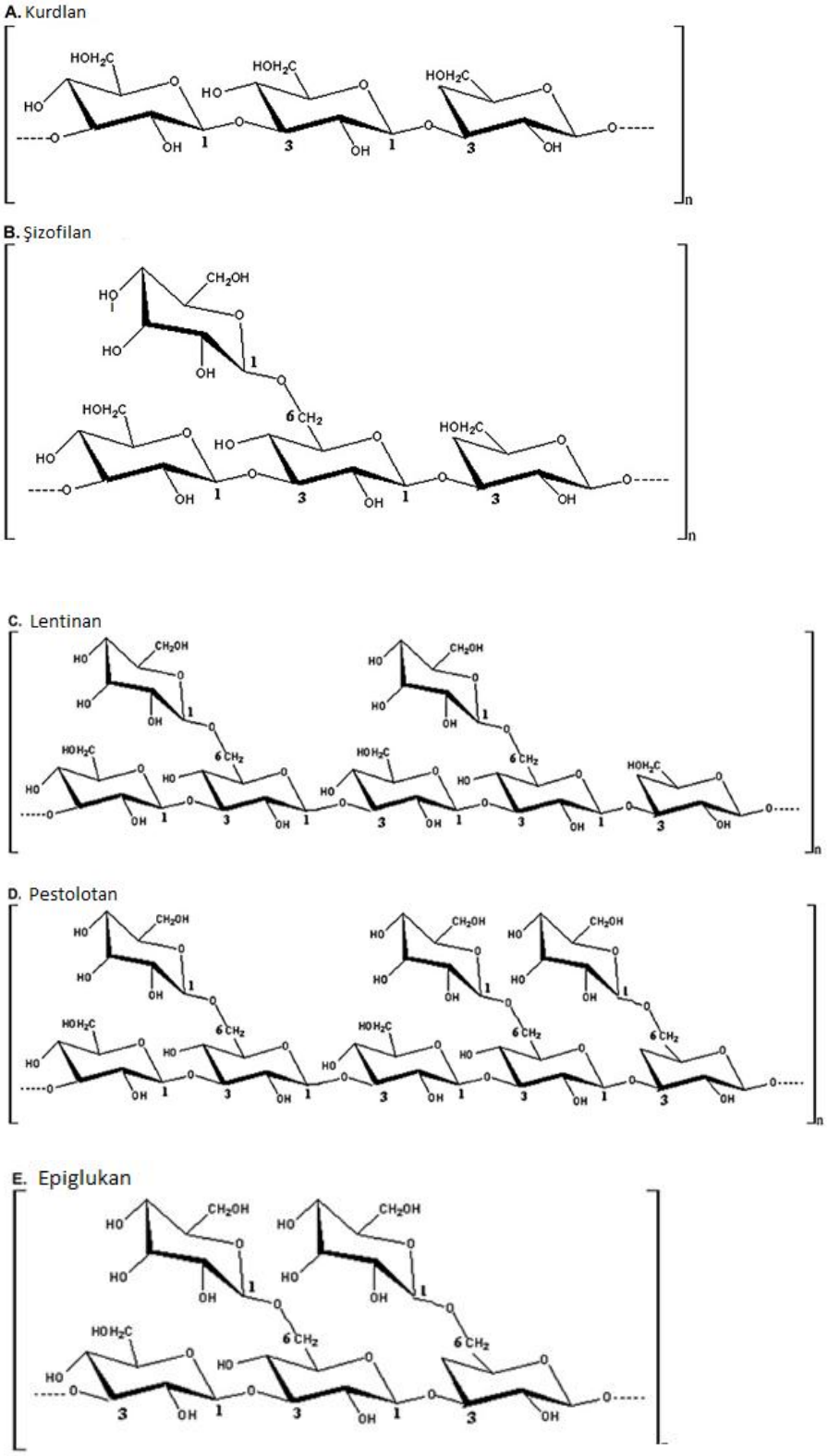
β-glukan yulaf, buğday, arpa gibi birçok bitki ve bakterilerde doğal olarak bulunan bir polisakkarittir. Glikoproteinler ile birlikte maya ve mantarların hücre duvarlarının temel yapısını oluştururlar (Şekil 2.2) [41]. Mantar hücre duvarlarının kütlece yarısı β-glukandan oluşmaktadır [42].

Tüm β-glukanlar (1→3) doğrusal β-glikozidik bağlarla birbirine bağlanan glukoz polimerleridir. Farklı kaynaklardan elde edilen β-glukanlar, dallanma yapıları ve molekül uzunlukları bakımından yapısal olarak önemli değişiklikler gösterirler. Örneğin bakteri β-glukanı doğrusal β-(1→3), arpa ve yulaf β-glukanı doğrusal β-(1→3)/(1→4) yapılı iken maya ve şapkalı mantar β-glukanı doğrusal β-(1→3) yapı ve β-(1→6) dallanma gösterir [41, 43, 44]. Dallanmalardaki farklılıklar yanında β-glukanlar çözülebilirlik, molekül büyüklüğü, tersiyer yapı ve dallanma derecesi gibi özellikler açısından da değişkenlik gösterirler. Bu değişkenlikler farklı kaynaklardan izole edilen β-glukanların immun sistemi etkilemelerinde farklılıklar yaratır. Örneğin mantarlardan izole edilen molekül ağırlığı büyük β-glukanlar doğrudan lökosit aktivitesini etkilerken, molekül ağırlığı düşük olanlar sadece sitokinler tarafından uyarılan hücreleri aktive ederler [45].



Şekil 2.2. β-glukanın Yapısal Görünümü [43].

β-glukanlar yan zincirlerinin dallanma yapılarına göre kurdlan, şizofilan, lentinan, pestolotan, epiglukan, krestin (PSK) gibi özelleşmiş isimler alırlar (Şekil 2.3.) [42]. İlk defa 1960'lı yılların sonunda Japonya'da *Lentinus edodes* mantarından izole edilen ve immunomodülator ve anti-karsinojen etkisi raporlanan glukan molekülü lentinandır. Ardından çalışmalar birbirini takip ederek hızlanmıştır. 1980'li yılların sonlarında *Schizophyllum commune*'den şizofilan ve *Coriolus versicolor*'dan krestin izole edilmiştir [18].



Şekil 2.3. Mantar β-glukanlarının (1→3) (1→6) Tekrarlayan Dallanma Yapılarının Açık Formülleri (a:kurdlan, b:şizofilan, c:lentinan, d:pestolotan, e:epiglukan) [42]

β-glukan, makrofaj fonksiyonunun arttırılması, bakteriyal, viral, fungal ve parazitik enfeksiyonlara karşı konakçı bağışıklığının sağlanması, immün sistemin aktive edilmesi, antitümör etkisi, kan şeker seviyeleri ve kolesterol seviyelerinin dengelenmesi ve kan LDL değerlerinin düşürülmesi gibi insan sağlığına faydalarından dolayı önemli bir molekül olarak değerlendirilmektedir [46, 47, 48]. Bunların yanında yara iyileştirici, antikoagulan ve ciltteki yaşlanmaları geciktirici etkileri de çalışmalarla desteklenmiştir [49].

Yaklaşık 50 yıldır β-glukanlar ile hayvan deneyleri yapılmaktadır. Yapılan ilk çalışmalarda kurutulmuş mantarlar ya da mantar ekstreleri oral yollarla hayvanlara verilmiştir. Ardından insanlar ile populasyon çalışmalarına ve hücre hatlarında çalışmalara başlanmıştır [26]. Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle glukanlar artık izole edilebilmekte ve saflaştırılarak özellikle immunomodulatör olarak ve kanser tedavisinde gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır [50].

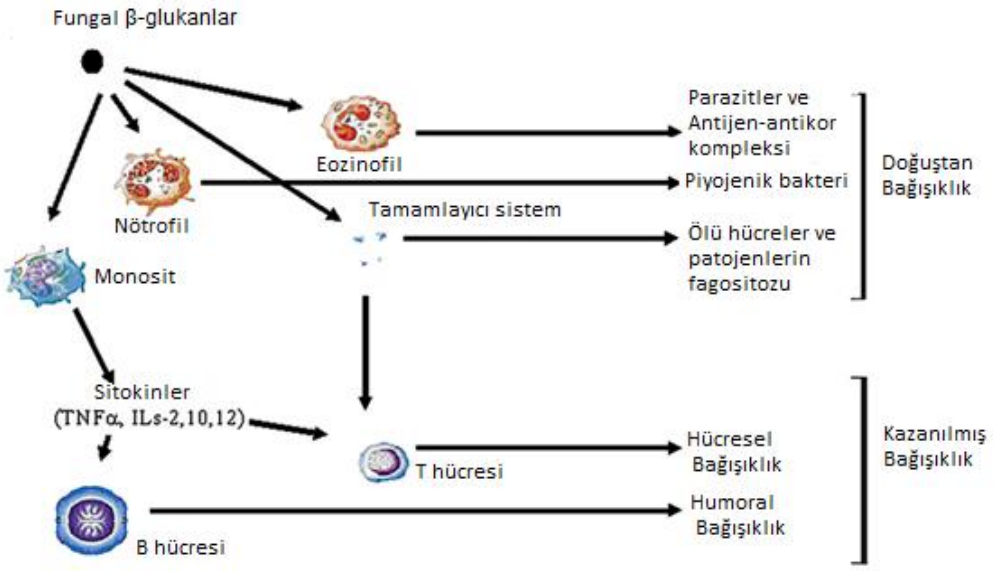
2.2.1. β-glukanların İmmün Sistem Üzerine Etkileri

İmmün sistem, bakteri, virüs, mantar ve parazitler gibi patojenlerin neden olduğu enfeksiyonlara karşı vücudumuzu korur. Doğuştan ve kazanılmış olmak üzere iki gruba ayrılır [45]. Doğal bağışıklık antijene, henüz temas etmeden gösterilen bağışıklıktır. Doğal bağışıklıkta immün yanıt mikroorganizma ile karşılaştıktan sonra daha iyi hale gelmez. Karşılaşılan antijene özgüllük göstermez. Deri gibi mekanik engeller, doğal katil hücreler gibi hücreler, interferonlar gibi bazı proteinler ve fagositoz ile yangı gibi olaylar doğal bağışıklığı oluşturan temel elemanlardır. Doğal bağışıklıkta karşılaşılan ajan hafızaya alınamaz. Kazanılmış bağışıklık bir enfeksiyon ajanı ile temasın ardından oluşur. Özgüldür ve enfeksiyon ajanı hafızaya alınır ve ikinci kez karşılaşıldığında daha başarılı bir savunma gözlenir. Kazanılmış bağışıklığın elemanları B-lenfositleri tarafından üretilen antikorlar ve T-lenfositlerin iki çeşidi olan yardımcı T hücreleri ve sitotoksik T hücreleridir [51].

β-glukanlar insanlar tarafından üretilmezler ve immün sistem tarafından fark edildiklerinde yabancı molekül olarak algılanırlar ve immün cevap oluştururlar. Bu

şekilde immün sistemi aktive ederek immünomodülatör gibi davranan moleküllere farmakolojide "Biyolojik Tepki Değiştiriciler" denir [49].

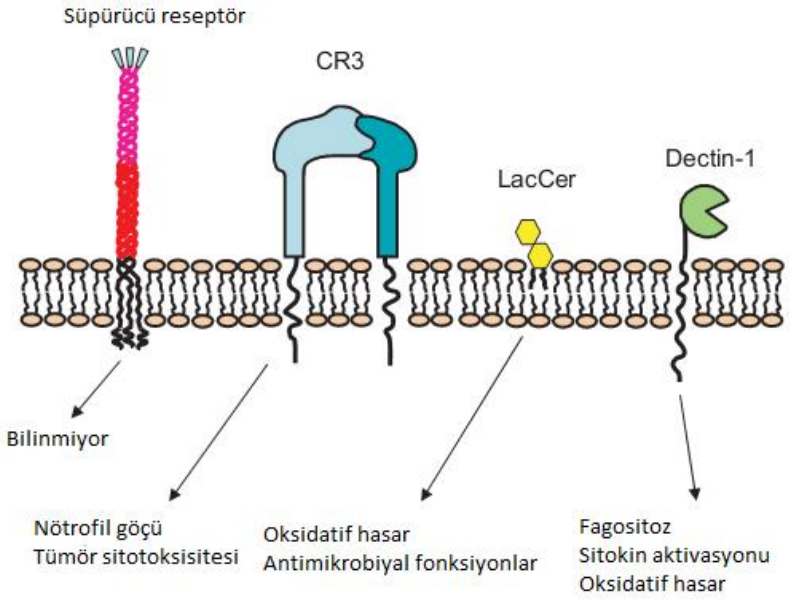
β-glukanların doğuştan ve kazanılmış bağışıklık üzerinde oldukça kuvvetli immünomodülatör etkileri vardır [9, 42]. Zimosan, grifolan ve lentinan içeren β-glukanlar fagositozu aktive ederek patojenleri fagositoz yolu ile ortadan kaldırır. Bununla birlikte makrofajlar özellikle ölü hücrelere ve hücre içi patojenlere etki ederler. Doğal katil hücreler kan dolaşımındaki kanserli ve virüs tarafından enfekte olmuş hücreleri etkilerken nötrofiller pyojenik (irin üreten) bakterileri etkilerler (Şekil 2.4) [42].



Şekil 2.4. β-glukanların İmmün Sistemi Aktivasyonu [42].

Çok hücreli organizmalarda yabancı molekülleri tanımak amacıyla reseptörler bulunur. Bunlara "Örüntü Tanıma Reseptörleri" (Pattern Recognition Receptors), (PRRS) adı verilir. İnsanlarda da bu reseptörlerden bazıları tanımlanmıştır. Bunlar Dektin-1, Tamamlayıcı Reseptör-3 (Complement Receptor 3) (CR3), Süpürücü

Reseptörler (Scavenger Receptors), Laktosilseramid (LacCer) toll benzeri (TLR) reseptörlerdir (Şekil 2.5) [52]. Bu reseptörlerin kimyasal yapıları ve etkileri Tablo 2.2'de verilmiştir [42, 52].



Şekil 2.5. Örüntü Tanıma Reseptörleri [52] .

Tablo 2.3. Reseptörlerin Kimyasal Yapısı, Etkiledikleri Hücreler ve İmmün Cevaba Etkileri [42, 52]

Reseptör tipi	Kimyasal Yapı	Etkilediği Hücreler	İmmün Cevaba Etkisi	Diğer Ligandlar
Dektin-1	Glikoprotein	Monosit, Makrofaj, Nötrofil, T hücreleri	Fagositoz, Endositoz, Sitokinler (TNF-α, IL-2,10, 12)	Bozulmamış Mantarlar, T hücreleri
CR3	Heterodimer	Miyeloid, DoğalKatil Hücreler, Nötrofil, Lenfosit	Tümör Sitotoksisitesi	Patojen Çeşitleri
Scavenger	Heterojen Molekül Grubu	Myeloid, Endotelyal	Bağışıklık	LDL, HDL
LacCer	Hidrofobik seramid lipid ve hidrofilik şeker içeren Glikosfingolipid	Nötrofil, Epitel	ROS, Antimikrobiyal Sitokinler	Mikroorganizma Çeşitleri
TLR	Myd88 Proteini ile bağlantılı yeni protein ailesi	Makrofaj, Lenfosit, Epitel	Sitokinler (TNF-α, IL-2,10, 12)	Mikroorganizma Çeşitleri

İnnat (doğuştan) immün cevabın oluşturulmasındaki en önemli reseptör Dektin-1'dir. Dektin-1 doğal katil hücreler dışında, makrofajlar, nötrofiller, dendritik hücreler ve bazı T-lenfositlerde bulunur. Dektin-1 β-(1→3) ve β-(1→6) glukana bağlanır [53, 54]. Dektin-1'in liganda bağlanması birçok sinyal iletim yolunu aktive eder [42]. CR3 reseptörü de makrofajlar dışında özellikle nötrofiller, monositler ve doğal katil hücrelerde bulunmaktadır. β-glukanın bu reseptöre bağlanması mikroorganizmalara

tutunmasını arttırır ve tümör toksisitesine neden olan bazı sinyal iletim yollarını aktive eder [55].

1987 yılında şizofilanın akciğer, kolorektal ve mide kanserli vakalarda antineoplastik ilaçlara, radyoterapiye ek olarak uygulanması sonucu hastaların ömürlerinin uzamasında yardımcı olduğu gözlenmiştir. Hayvanlara uygulandığında ise streptokok enfeksiyonlarına karşı bağışıklık oluşturduğu belirlenmiştir. Şizofilan gibi lentinanın da enfeksiyon hastalıklarında tedavi amacıyla kullanıldığı rapor edilmiştir. Pulmoner tüberkülozlu hastalarda *Mycobacterium tuberculosis*'e karşı nötrofil üretimini arttırdığı ve *Listeria monocytogenes*'e karşı konakçı bağışıklığını desteklediği belirtilmiştir [49, 56].

2.2.2. β-glukanların Kanser Üzerine Etkileri

β-glukanların antikanser etki göstererek onkogenezi önlemede yardımcı oldukları yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir [26, 47]. Antitümör aktivitesi bulunan 651 Basidiomycetes türü tanımlanmıştır [57]. β-glukanların makrofajları ve doğal katil hücreleri aktive ederek ve sitokin üretimini arttırarak tümör büyümesini ve hatta metastazı engellediği, ayrıca kemoterapi ve radyoterapi gibi kanser tedavileri sırasında takviye olarak kullanıldıklarında kemik iliği hasarını azalttıkları ve kan yapımını arttırdıkları gözlemlenmiştir [26, 41, 47].

1970'li yıllardan beri β-glukanların antitümör ve antikanser etkisi bilinmekte ve Japonya'da başlamakla birlikte dünyanın birçok yerinde kanser tedavisinde adjuvan olarak uygulanmaktadır [9]. Yapılan birçok çalışmadan β-glukanların antitümör etkisinin molekülün dallanma yapısı ile ilgili olduğu belirlenmiştir. β-(1→3) bağlı ve (1→6) dallanma gösteren glukanlar diğer glukanlara oranla kuvvetli antitümör etki gösterirler [58, 59, 60]. Örneğin *Lentinus edodes* mantarından izole edilen, β-(1→3) bağlı ve β-(1→6) dallanma gösteren bir β-glukan olan lentinan, % 20-30 oranında dallanma gösterir ve en yüksek antitümör etkiye sahiptir. Dünyanın birçok ülkesinde β-glukanın kanser tedavisinde adjuvan olarak kullanılmasının yanı sıra Japonya'da lentinan, lisanslı antikanser ilacı olarak kullanılmaktadır [9, 38]. Lentinan, miyeloid

hücrelerin yüzeylerine bağlanır ve fosfatidil inositol 3 kinaz (PI3K), protein kinaz B (Akt) gibi sinyal iletim yollarını aktive eder [9].

Ikekawa ve arkadaşlarının 1969 yılında yaptığı çalışmada Swiss albino farelere 180 sarkoma hücresi implant edilerek tümör oluşturulmuştur, Yedi yenebilen mantar türünden elde edilen sulu ekstreler farelere enjekte edilmiş ve deney sonucunda altı mantar türünün tümör gelişimini engellediği gözlemlenmiştir. Yapılan kimyasal analizler ile de tümör gelişimini engelleyen maddenin β-(1→3) bağlı ve (1→6) dallanma gösteren bir β-glukan olan lentinan olduğu belirlenmiştir [61].

Lu ve arkadaşlarının 2004 yılında yaptığı çalışmada in vitro ortamda Reishi mantarının ham ekstrelerinin lösemi, lenfoma, prostat, karaciğer, akciğer, meme ve mesane kanser hücre hatlarında antikanser etki gösterdiği gözlemlenmiştir [19, 39].

Luisville Üniversitesi'nde 2004 yılında yapılan bir çalışmada β-glukanın tümörü nasıl etkilediğinin mekanizması açıkça belirlenmiştir. Radyoaktif olarak boyanan β-glukanlar, oral yolla farelere verilmiştir. Makrofajlar glukanları tutmuş ve lenf bezi, dalak ve kemik iliğine taşınmasını sağlamıştır [62].

2007 yılında İstanbul Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada yaş ortalaması 52 olan bir grup ileri seviye göğüs kanserli hastada β-glukan takviyesi uygulanmıştır. Çalışma sonunda β-glukan uygulamasının hücre proliferasyonunu stimüle ettiği ve periferik kan monositlerini aktive ettiği gözlemlenmiştir. Bu gözlemlerin sonucunda β-glukanın tümör oluşumunu engellediği belirlenmiştir [63].

2.2.3. β-glukanların Kolesterol Seviyeleri ve Kardiyovasküler Sistem Üzerine Etkileri

Kardiyovasküler hastalıklar dünyada ölüm nedenlerinde birinci sırada yer almaktadır. Bunun nedeni olarak da diyet lifi açısından fakir, kolesterol ve yağ açısından zengin beslenme alışkanlıkları gösterilmektedir. Bunlar göz önüne alındığında mantarların içerdikleri biyoaktif bileşenler, fenolik maddeler ve diyet lifleri sayesinde kardiyovasküler riski azalttığı, kolesterolü düşürdüğü belirlenmiştir. Mantarlarda bulunan β-glukanlar serum lipid seviyelerinin düzenlenmesinde, total ve LDL kolesterol

seviyelerinin düşürülmesinde ve ateroskleroz riskinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadırlar [64, 65, 66]. Mantarlardan izole edilen levostatin molekülü günümüzde hiperkolesterol ilaçlarında kullanılmaktadır [68, 69].

2.2.3. β-glukanların Kan Glukoz Seviyesi ve Diyabet Üzerine Etkileri

β-glukanlar suda çözülebilir polisakkaritlerdir. Bu özellikleri sayesinde yemek sonrası glukoz seviyesinde ani yükselmeleri engellemede ve diyabette kullanılmaktadırlar [9, 65]. Yüksek sayıdaki hayvan deneylerinden elde edilen sonuçlara göre hem diyabetli, hem de normal hayvanlarda mantar β-glukanları kan glukoz seviyesinin dengelenmesinde rol oynamaktadır. Bunu da hedef dokulardaki insülin reseptörlerine doğrudan etki ile gerçekleştirmektedir [26]

2.3. Mantarların Antioksidan Özellikleri

2.3.1. Serbest Radikaller

Atomların yapısında proton ve nötrondan oluşmuş bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönen elektronlar bulunur. Çekirdeğin etrafında elektronların % 90 ihtimalle bulunduğu bölgelere orbital denir. Her bir orbitalde birbirine zıt yönde iki eşleşmiş elektron bulunur [69] .

Serbest radikaller orbitallerinde bir veya birden fazla eşleşmemiş elektron çifti barındıran moleküllerdir [69, 70]. Serbest radikaller kararsız, yüksek oranda reaktif moleküllerdir. Yakınlarındaki diğer moleküllerden elektron alarak kararlı olmaya çalışırlar [71]. Serbest radikaller hücrenin enerji üretimi sırasında, mitokondride sentezlenirler. Bunlar Reaktif Oksijen Türleri (ROT) ve Reaktif Nitrojen Türleridir (RNT) [72].

Reaktif oksijen türleri (ROT), canlı organizmalarda oksijen metabolizması sonucu açığa çıkan, yüksek oranda reaktif serbest radikal moleküllerdir [73]. ROT sadece süperoksit radikali ve hidroksil radikallerinden oluşmaz, hidrojen peroksit, singlet oksijen ve ozon da ROT olarak adlandırılmaktadır [70]. Normal

konsantrasyonları hücre tarafından zararsız hale getirilebilse de, yüksek konsantrasyonlarda bulunduklarında oksidatif strese neden olurlar. Bunun sonucunda da kardiyovasküler hastalıklar, siroz, yaşlanma, tümör oluşumu, nöron rahatsızlıkları gibi rahatsızlıklar meydana gelir [70, 73, 74]. Bunun nedeni ROT'ların hücre yapısını, nükleik asit, lipid ve proteinleri etkilemesidir [72]. Serbest radikallerin kaynakları ve oluşum mekanizmaları Tablo 2.4'de, sıklıkla karşılaşılan serbest radikaller ise Tablo 2.5'de verilmiştir [70, 75].

Tablo 2.4. Serbest Radikallerin Kaynakları ve Oluşum Mekanizmaları [70]

<table>
<tr><th colspan="2">Kaynaklar</th><th>Oluşum Mekanizması</th><th>Sonuç</th></tr>
<tr><td rowspan="2">İçsel Kaynaklar</td><td>▪ Besin metabolizması
▪ Yaşlanma
▪ Yangı</td><td rowspan="2">▪ Kovalent bağların kırılması
▪ Normal molekülün bir elektron kaybetmesi
▪ Normal moleküle bir elektron eklenmesi</td><td rowspan="2">▪ Serbest radikal oluşumu</td></tr>
<tr><td>Dışsal Kaynaklar</td><td>▪ İlaçlar
▪ Sigara
▪ İyonize ve UV Radyasyon
▪ Hava kirliliği
▪ Organik Çözücüler
▪ Pestisidler
▪ Aşırı egzersiz</td></tr>
</table>

Tablo 2.5. Serbest Radikaller [75]

Reaktif Oksijen Türleri	
Radikaller	Nonradikaller
Süperoksit---------- $O_2^{\bullet -}$ Hidroksi---------- $OH^{\bullet}$ Peroksi-------- $RO_2^{\bullet}$ Alkoksi-------- $RO^{\bullet}$ Hidroperoksi - $HO_2^{\bullet}$	Hidrojen Peroksit -- H_2O_2 Hipoklorik Asit ---- HOCl Hipobromik Asit --- HOBr Ozon ---------- O_3 Singlet Oksijen -----$^1\Delta g^1O_2$
Reaktif Azot Türleri	
Radikaller	Nonradikaller
Nitrik Oksit ------ NO Azot dioksit -- NO_2	Nitroz Asit ---------- HNO_2 Nitrozil Katyonu ------ NO^+ Nitroksi Anyonu ------ NO^- Diazot tetraoksit -- N_2O_4 Diazot trioksit ----- N_2O_3 Peroksinitrit ---------- $ONOO^-$ Peroksinitroz Asit ---- ONOOH Nitronyum Katyonu -- NO_2^+ Alkilperoksi nitritler -- ROONO

2.3.2. Antioksidanlar

Antioksidan maddeler serbest radikalleri ve reaktif oksijen moleküllerini nötürleştirici veya süpürücü etki gösteren moleküllerdir [71]. Antioksidan maddeler ROT bağımlı oksidatif hasarı önlemektedirler [73]. Besin üreticileri antioksidan

maddeleri gıdaların bozunmasını ve besin değerlerini korumada kullanılmaktadırlar [76].

Temel antioksidan savunma sistemleri, antioksidan enzimler ve biyolojik antioksidan moleküller olarak iki grupta incelenmektedir. Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (Gpx) ilk grupta incelenirken, glutatyon (GSH), C vitamini ve E vitamini ikinci grupta incelenmektedir [67]. Antioksidanlar, doğal ve yapay antioksidanlar olarak da sınıflandırılmaktadır [77]. Antioksidanların sınıflandırılması ile ilgili bir diğer yöntem de Halliwell tarafından 1994 yılında yapılmıştır. Buna göre organizmada bulunan antioksidan savunma sistemleri Tablo 2.6'da verilmiştir [78].

Tablo 2.6. Antioksidan Savunma Sistemleri [78]

Enzimler	Radikal Tutucular		Metal İyonlarını Bağlayan Proteinler
	Yağda Çözünenler	Suda Çözünenler	
Süperoksit Dismutaz (SOD)	E vitamini	C vitamini	Ferritin (Fe)
Katalaz (CAT)	ß-karoten	Glutatyon	Transferrin (Fe)
Glutatyon Peroksidaz (GSH-P*x*)	Bilirubin	Ürik Asit	Laktoferrin (Fe)
Glutatyon Redüktaz (GSH-*Red*)	Ubikinon	Sistein	Albümin (Cu)
Glutatyon S Transferaz (GST)	Flavanoidler	Mannitol	Miyoglobulin (Fe)
Glukoz-6-fosfat Dehidrogenaz	Melatonin		
	Lipoik Asit		

Bütilenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT), propil gallatlar (PG) ve tersiyer bütillenmiş hidroksikinon (TBHQ) gıda sektöründe sıklıkla kullanılan sentetik antioksidanlardandır. Deney havyanları ile yapılan çalışmalar sonucu bu sentetik antioksidanların düşük dozlarının kanseri engelleme özelliği gösterdiği, ancak yüksek dozlarda kullanıldıklarında karsinogeneze ve karaciğer hasarına yol açtığı belirlenmiştir. Bu durum da doğal antioksidanlara olan ilgiyi arttırmıştır [66, 73] .

2.3.2.1. Mantarlardaki Başlıca Antioksidan Maddeler

Şapkalı mantarlarda bulunan fenolik bileşikler, tokoferoller, poliketidler, steroidler, terpenler ve askorbik asit gibi maddeler oksidatif hasarı engellemede ve antioksidan enzimleri aktive etmede kullanılabilen, antioksidan etkisi olduğu bilinen kimyasallardır [79, 80]. Bunun yanı sıra içeriklerindeki C, A vitaminleri ve β-karoten de güçlü antioksidan etkisi olan moleküllerdir [66, 67]. Yapılan birçok çalışma mantarların antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğunu göstermektedir [80].

Fenolik bileşikler bir veya birden fazla hidroksil grup ile aromatik halka barındıran moleküllerdir. Kanser ve aterosklerozun engellenmesinde etkilidirler. Fenton reaksiyonunu sonlandırma, lipooksijenazı inhibe etme, metal şelatlama, zincir kırma reaksiyonunu dengede tutma ve hidrojen ve elektron verici olma özelliklerinden dolayı güçlü antioksidan etki gösterirler. Mantarların yüksek antioksidan aktiviteye sahip olmalarını sağlayan özellikleri, yapılarındaki fenolik madde içeriğinin fazla olmasıdır. Mantarlardaki en etkin fenolik bileşik fenolik asittir. Bunun dışında gallik asit, kafeik asit, kersetin, rutin ve vanilin, şapkalı mantarlarda bulunan diğer fenolik bileşiklerdendir [66, 70, 81].

Flavanoidler, hidrojen verme ve metal şelatlama özellikleri ile antioksidan etki gösterirler. Flavanoidler tüm bitkilerde bulunurlar [76]. *Lactarius piperatus* gibi bazı mantarlar dışında şapkalı mantarlar, genellikle flavanoid üretemezler [70].

E vitamini yüksek antioksidan etkiye sahip, yağda çözünebilen bir vitamindir. α, β-, γ-, δ- tokoferol ve α-, β-, γ-, δ-tokotrienol olmak üzere 8 izomeri vardır. Antioksidan aktivitesi en yüksek olan α-tokoferoldür. Antioksidan etkisi özellikle lipid

peroksidasyonunu önleme yönündedir. Tüm gıdalarda az miktarda bulunmaktadırlar [82, 83].

Son yıllarda şapkalı mantarların gövdelerinden izole edilen bir polisakkarit olan β-glukan, antitümör etki, antiinflamatuar etki, kolesterol düşürücü etki, immün sistem düzenleyici etki gibi birçok etkisinin yanında antioksidan etkisi ile de oldukça dikkat çekmektedir [70].

Ganoderma lucidum, Pleurotus ostreatus, Agaricus bisporus, Lentines edodes gibi birçok mantar türünün yaşlanmanın temel etkeni olan hiperoksit radikalini giderme, lipid peroksidasyon aktivitesinin inhibisyonu ve hidroksil radikalini giderme aktiviteleri belirlenmiştir [67].

2.3.1.2. Mantar Guaiakol Peroksidaz Enzimi

Peroksidazlar, hem grubu içeren önemli bir enzim grubu olup antioksidan savunma sistemleri içinde yer almaktadırlar. Hücrede hidrojen peroksit seviyesini düzenlemektedirler. Mantarlar, yüksek bitkiler ve omurgalılar gibi pek çok canlıda bulunmaktadırlar [84]. Molekül ağırlıkları 28-60 kDa arasında değişmekte olup, tek polipeptit zincirinden meydana gelmişlerdir [85]. Vermiş oldukları kimyasal tepkime aşağıdaki gibidir:

$$2\ AH + H_2O_2 \rightarrow 2\ A + 2\ H_2O$$

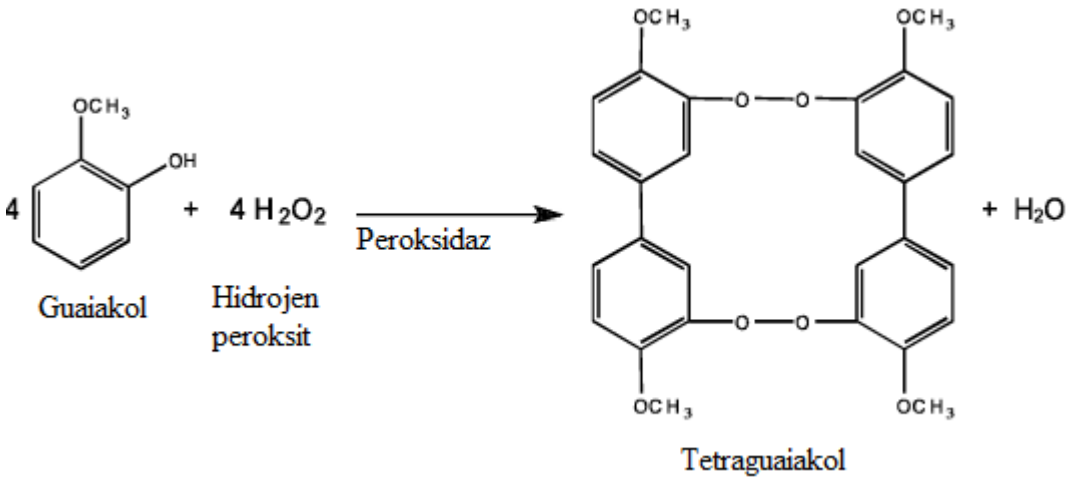
(AH: Hidrojen vericisi)

Peroksidazlar ferriprotoporfirin prostetik grubu içerirler ve hidrojen peroksit varlığında birçok substratı okside ederler (fenolikler, lignin öncülleri, oksin, sekonder metabolitler v.b). Peroksidazlar, oksin ve etilen metabolizmasında, hücre zarındaki redoks tepkimelerinde, lignifikasyon gibi hücre duvarı modifikasyonlarında, savunma sistemi ve gelişimde rol oynamaktadırlar [86, 87].

Peroksidazlar, fonksiyonlarına ve hücredeki yerleşimlerine göre iki grupta incelenirler. Birinci grup guaiakolü (o-metoksifenol) okside eden guaiakol

peroksidazlardır. İkinci grup da substrat olarak askorbik asidi tercih eden askorbat peroksidazlardır [85].

Guaiakol peroksidaz (EC 1.11.1.7) enzimi, peroksidazların önemli bir grubunu oluşturmaktadırlar. Bu enzim sık kullanılan indirgen bir substrat olan guaiakolü (o-metoksifenol) okside eder (Şekil 2.6). Hücrede sitosol, vakuol, hücre duvarı, apoplast ve hücredışı matrikste bulunmasına rağmen organellerde bulunmamaktadır. Guaiakol peroksidaz, metal stresinde güvenilir belirteç olup, hücre duvarı lignifikasyonu, büyüme, gelişme ve antioksidan savunma mekanizmasında da rol aldığı belirtilmektedir [84, 85, 88].



Şekil 2.6. Guaiakol Peroksidazın Hidrojen Peroksit Varlığında Verdiği Tepkime [89].

Mantarların, lakkazlar ve peroksidazlar gibi enzim gruplarını yüksek miktarlarda sentezledikleri bilinmektedir. Guaiakol de mantar metabolizması için esansiyel kabul edilmektedir [90].

2.3.2.2. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Antioksidan kapasiteyi belirlemek amacıyla kullanılan yöntemler iki kategoride incelenmektedir. Bunlardan ilki serbest radikal türleri ile ilgili antioksidan aktivite değerlendirmeleridir (Tablo 2.7). Bu kategori farklı reaksiyon türlerini içermektedir. Örneğin;

1. Hidrojen atomu transferini baz alan yöntemler (HAT)

   $X^{\bullet} + AH \rightarrow XH + A^{\bullet}$

   ($X^{\bullet}$: serbest radikal, AH: hidrojen vericisi)

2. Tek elektron transferini baz alan metodlar (SET)

   $X^{\bullet} + AH \rightarrow X^{-} + AH^{\bullet+}$

   $AH^{\bullet} + H_2O \rightarrow A^{\bullet} + H_3O^{+}$

   $X^{-} + H_3O + \rightarrow XH + H_2O$

   $M(III) + AH \rightarrow AH^{+} + M(II)$

   ($X^{\bullet}$; serbest radikal, AH; elektron vericisi, M; zincir kırma reaksiyonunu gerçekleştirebilen metal)

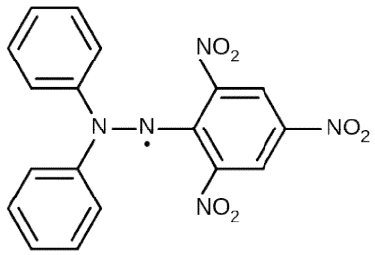
Antioksidan aktiviteyi belirlemede kullanılan diğer kategori ise önemli biyolojik belirteçler ve önemli substratların antioksidan aktivite değerlendirmesinde kullanılmasıdır. Bu da lipidler, DNA ve proteinlerin üzerinde serbest radikallerin oluşturduğu hasarları inceleyerek gerçekleştirilmektedir [91].

Tablo 2.7. Antioksidan Aktivite Belirlemede Kullanılan Yöntemler [92].

No:	Yöntem İsmi
I	**Hidrojen Atomu Transfer Yöntemleri (HAT)**
1	Oksijen Radikali Absorbans Kapasitesi (ORAC) Metodu
2	Lipid Peroksidasyonu İndirgeme Kapasitesi (LPIC) Yöntemi
3	Toplam Radikal Tuzaklayıcı Parametre (TRAP) Metodu
4	Inhibe oksijen Alımı (IOC)
5	Crocin Ağartma Nitrik Oksit Radikali İnhibisyon Aktivitesi
6	p-NDA'nın (p-butrisidunetill anilin) Hidroksil Radikali Süpürme Aktivitesi
7	H_2O_2 Radikalini Süpürme Aktivitesi
8	ABTS Radikalini Süpürme Aktivitesi
9	Süperoksit Radikal Oluşumunu Alkalin (SASA) ile süpürme Aktivitesi
II	**Elektron Transfer Metodları (ET)**
1	Trolox Ekivalenti Antioksidan Kapasite (TEAC) Metodu
2	Fe(III) İyonu İndirgeme Gücü (FRAP) Metodu
3	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Serbest Radikalini Süpürme Aktivitesi
4	Bakır (II) İndirgeme Kapasitesi
5	Folin-Ciocalteu Yöntemi ile Toplam Fenolik Madde Tayini
6	N,N-dimetil-p-fenilendiamin (DMPD) Yöntemi
III	**Diğer Yöntemler**
1	Total Oksidan Süpürme Kapasitesi (TOSC)
2	Briggs – Rauscher Salınım Reaksiyonunun İnhibisyonu
3	Kemiluminesans
4	Elektrokemiluminesans
5	Fluorometrik Analizler
6	Geliştirilmiş kemiluminesans (ECL)
7	TLC Biyootografi
8	Hücresel Antioksidan Aktivite (CAA) Yöntemi
9	Boya-Substrat Oksidasyon Metodu

Bu çalışmada antioksidan aktivite belirleme yöntemlerinden 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Radikallerini Giderme Etkisi Tayini, Folin-Ciocalteu Reaktifi (FCR) ile Toplam Fenolik Madde Tayini ve İndirgeme Gücü Kapasitesi Tayini metodları kullanıldı.

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Radikallerini Giderme Etkisi Tayini: DPPH radikali, ticari olarak satın alınabilen ve 517 nm'de maksimum absorbans gösteren bir bileşiktir (Şekil 2.7.) [93]. Molekülden bir elektron veya hidrojen alarak diamanyetik DPPH molekülünü oluşturmaktadır [91]. Ortama antioksidan etki gösteren bir maddenin ilave edilmesi ile DPPH radikalinden kaynaklanan mor renk antioksidan maddeye bağlı olarak giderek açılan sarı renge dönüşmektedir. Rengin açıklığı yüksek antioksidan etkinin göstergesi olarak kabul edilir [93]. DPPH metodu geçerli ve kolay uygulanabilir bir metodtur. Diğer antioksidan yöntemlerle karşılaştırılabilir veriler elde edilmesini sağlamaktadır [91].



Şekil 2.7. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) [94].

Folin Ciocalteu Reaktifi (FCR) ile Toplam Fenolik Madde Tayini: Toplam fenolik madde tayininde fosfotungustik ($H_3PW_{12}O_{40}$) ve fosfomolibdik ($H_3PMo_{12}O_{40}$) asitlerin bileşiminden meydana gelen Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılmaktadır. Bu yöntemde alkali ortamda, fenolik maddelerin FCR ile oksidasyonu sonucu mavi renk oluşmaktadır. Fenolik madde miktarı yüksek olan ekstrelerde bu renk dönüşümü gözlenmektedir [95, 96].

İndirgeme Gücü Tayini: İndirgeme gücü tayini bir antioksidan maddenin elektron verebilme kapasitesini belirlemektedir [97]. Bu yöntemde Fe^{+3} iyonlarının Fe^{+2} iyonlarına indirgenmesiyle test tüpündeki sarı renk, yeşil ve mavinin farklı tonlarına dönüşmektedir [92, 98].

2.4. Mantarların Antimikrobiyal Etkileri

Günümüzde çok sayıda mikroorganizma kaynaklı doğal ve yapay antimikrobiyal madde sentezlenmesine rağmen, enfeksiyon hastalıkları insanlar için halen önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Kimyasal ilaçların çare olamaması, antibiyotik direnci, ilaç alerjisi, ilaçların yan etkileri gibi daha birçok nedenden dolayı mikroorganizmalarla savaşta yeni ve doğal kaynaklar aranmaktadır. Şapkalı mantarlar doğal kaynak açısından son derece dikkat çekicidir, çünkü küf mantarları gibi şapkalı mantarların da yaşamlarını sürdürebilmeleri için antimikrobiyal ve antifungal bileşiklere ihtiyaçları vardır [31, 35, 99, 100]. Bu amaçla mantarlar ikincil metabolizma ürünü olarak antibiyotikler ve mikotoksinler sentezlemektedirler [14].

Antibiyotikler bir mikroorganizma tarafından sentezlenen ve başka bir mikroorganizmanın gelişimini engelleyen hatta öldüren maddelerdir. Alexander Fleming 1928 yılında çalıştığı *Staphylococcus* kültürünün başka bir mikroorganizma tarafından kontamine olduğunu ve çalıştığı kültürün öldüğünü fark etmiştir. Kontaminasyona neden olan mikroorganizmayı araştırdığında *Penicillium notatum* olduğunu ve antibiyotik sentezlediğini belirlemiştir. Bu antibiyotiğin pek çok bakteri türünü etkilemesine karşın bazı bakteri türlerini etkilemediğini gözlemlemiştir [14]. 1950 yılında şapkalı mantarlardan agrocybin antibiyotiğinin saflaştırılması ve tanımlanması ile Basidiomycetelerin antimikrobiyal etkisi gösterilmiştir [101]. Antibiyotiklerin etki mekanizması, hücre duvarı sentezini engelleme, hücre zarı geçirgenliğinde değişiklikler oluşturma ve DNA ve protein sentezinde engellemeler şeklinde gerçekleşmektedir [102].

Mikotoksinler; mantarların ürettiği ve mantar dışındaki organizmalar üzerinde zehirleme, kanser yapma, mutasyona sebep olma ve immün sistemi bozma gibi etkileri olan kimyasal maddelerdir. Örneğin *Aspergillus flavus* küfünden izole edilen aflatoksin

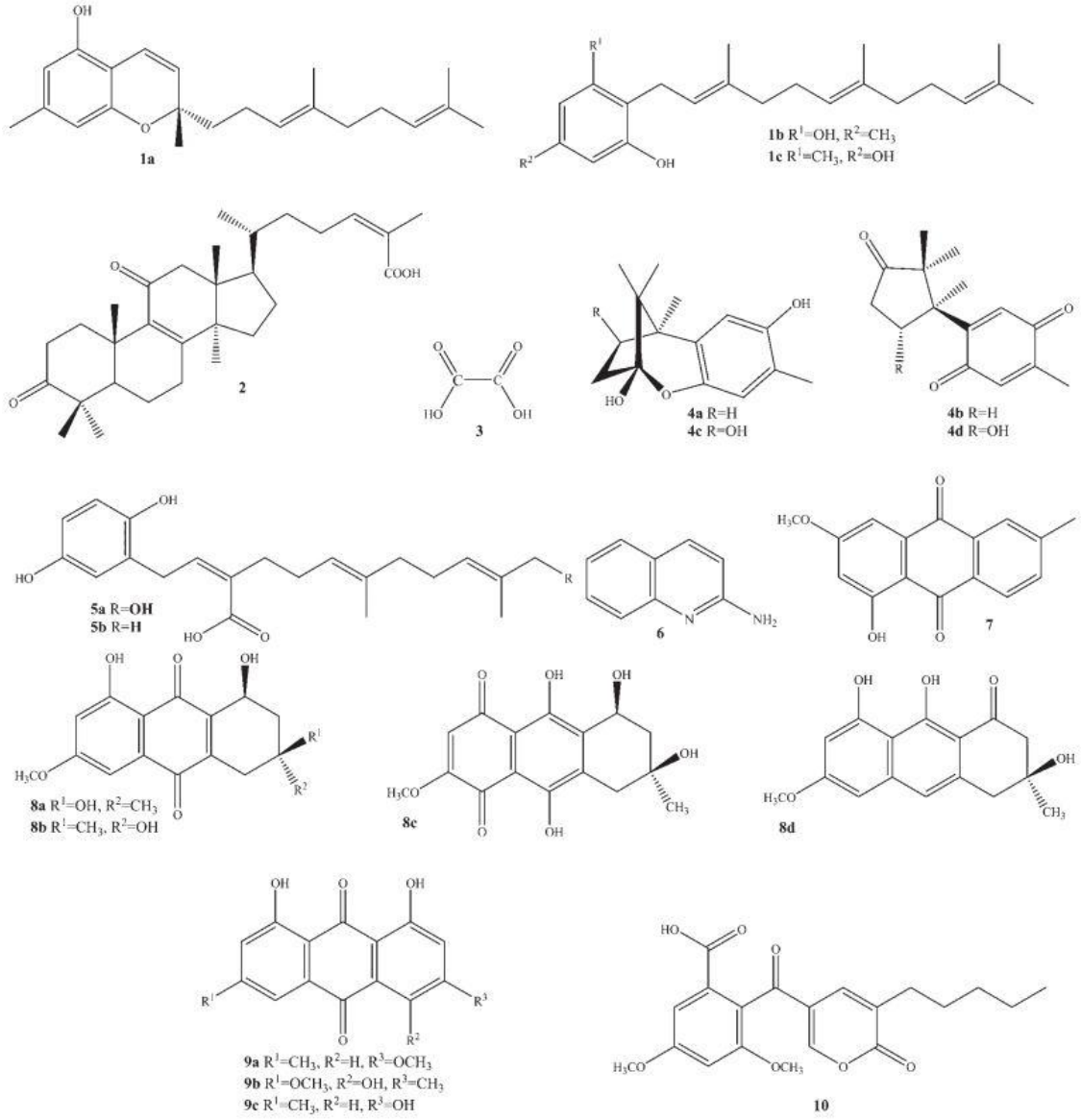
mikotoksini kirli tahıl ve kabuklu yemiş yemekle vücuda girmekte ve karaciğerde güçlü bir karsinojen olan epokside metabolize olmaktadır. Aflatoksin hayvanlarda yüksek oranda karaciğer harabiyeti ve kansere neden olmaktadır. Özellikle insanlarda hepatokarsinoma sebep olması ile bilinmektedir. Amanitin, *Amanita* türlerinin yenmesi ile vücuda alınan diğer bir mikotoksindir. Bu toksin mRNA üretimini engellemektedir. *Claviceps purpurea* da vasküler ve nörolojik etkiler gösteren alkoloidler üreterek tahıllarda ergotizme neden olmaktadır [51, 103].

Şapkalı mantarlar sentezledikleri fenolik bileşikler, pürinler, primidinler, poliketidler, steroidler, kinonlar, terpenoidler ve fenil propenoid türevleri gibi bileşikler sayesinde antimikrobiyal etki göstermektedirler [33, 40, 79].

Farklı mantar türlerinden elde edilen ekstrelerden antimikrobiyal maddeler izole edilmiştir. Bu maddelerden terpenler, steroidler, antrakinonlar, benzoik asit türevleri ve kuinolin gibi sekonder metabolitler ile oksalik asit gibi primer metabolit türevleri, düşük molekül ağırlıklı antimikrobiyal maddeler olarak tanımlanmıştır. Bazı peptid ve proteinler yüksek molekül ağırlıklı antimikrobiyal maddeler olarak belirlenmiştir. Bu maddelere ait bazı örnekler Tablo 2.8'de ve Şekil 2.8'de gösterilmiştir [102].

Tablo 2.8. Bazı Mantar Türlerinden İzole Edilen Antimikrobiyal Maddeler ve Etki Ettikleri Mikroorganizmalar [102].

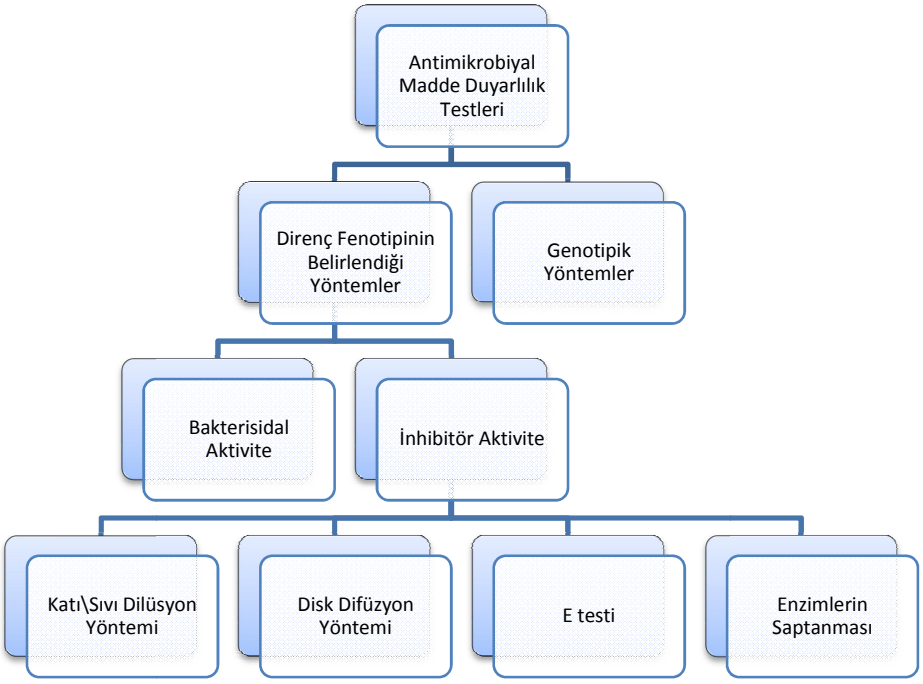
Mantar Türü	İzole Edilen Antimikrobiyal Maddeler	Etki Ettikleri Mikroorganizmalar
Albatrellus fletti	(1a) confluetin, (1b) grifolin, (1c) neogrifolin	*Bacillus cereus* *Enterobacter faecalis*
Jahnoporus hirtus	11-dioksolanosta-8,24(Z)-dien-26-oik asit (2)	*Bacillus cereus* *Enterobacter faecalis*
Lentinus edodes	oksalik asit (3)	*Bacillus cereus* *Staphylococcus aureus* *Streptococcus faecalis*
Flammulina velutipes	enokipodin A,B,C,D (4a-d)	*Bacillus subtilis*
Ganoderma pfeifferi	ganomisin A ve B (5 a,b)	*Bacillus subtilis* *Micrococcus flavus* *Staphylococcus aureus*
Leucopaxillus albissimus	kuinolin (6)	
Cortinarius sp.	6-Metilksantopurpurin-3-O–metil eter (7) (1S,3S) austrokortilutein (8a) (1S,3R) austrokortilutein (8b) (1S,3S)-austrokortirubin (8c) trosakrizon (8d) fizion (9a) erythroglaucin (9b) emodin (9c)	*Staphylococcus aureus*
Xylaria intracolarata	coloratin A (10)	*Staphylococcus aureus*



Şekil 2.8. Bazı Mantarlardan İzole Edilen Antimikrobiyal Maddeler [102].

2.4.1. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Maddelerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan in vitro işlemlere "Duyarlıklık Testleri" adı verilmektedir. Antimikrobiyal madde duyarlıklıklarının saptanmasında kullanılan yöntemler Şekil 2.9'da verilmiştir [104].



Şekil 2.9. Antimikrobiyal Madde Duyarlılıklarının Saptanmasında Kullanılan Yöntemler [104].

Çalışmamızda mantar ekstrelerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacıyla "Sıvı Dilüsyon" ve "Disk Difüzyon" Yöntemleri uygulanmıştır.

2.4.1.1. Katı/Sıvı Dilüsyon Yöntemi

Sulandırma testleri in vitro yöntemler arasında "altın standart " olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemde standart sayıda mikroorganizma topluluğu, iki katlı seri dilüsyonlar şeklinde değişen yoğunluklarda antimikrobiyal maddeye maruz bırakılmaktadır. İnkübasyon süresinin ardından üremeyi gözle görülür biçimde engelleyen madde konsantrasyonu belirlenmektedir. Bu değer "Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK)" olarak adlandırılmaktadır. Sıvı besiyerinde sulandırma yöntemi tüpte uygulanıyorsa "Makro Dilüsyon", mikro plaklarda uygulanıyorsa "Mikrodilüsyon" olarak ifade edilmektedir [104].

2.4.1.2. Disk Diffüzyon Yöntemi

Antimikrobiyal etkinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntem de disk diffüzyon yöntemidir. Bu yöntemde agar besiyerine 24 saatlik taze kültür mikroorganizmanın ekimi yapılmaktadır. Belli miktarlarda antimikrobiyal madde standart disklere emdirilerek petri plaklarında uygun bölgelere yerleştirilmektedir. İnkübasyona bırakılan plaklarda antimikrobiyal madde agar boyunca ilerlemektedir. Antimikrobiyal maddenin bulunduğu bölgelerde üreme olmamakta ve farklı çaplarda şeffaf zonlar meydana gelmektedir. Bu şeffaf zonlara "İnhibisyon Zonu" adı verilmektedir. Özellikle antibiyotiklerin hassasiyetini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır [105].

2.5. Tezin Amacı

Gelişen teknoloji yaşamı kolaylaştırmanın beraberinde birçok probleme de yol açmıştır. Kozmopolit yaşam, hazır gıda tüketimi, elektronik cihazların sık kullanılması, toplu taşıma yerine kişisel araçların tercih edilmesi gibi durumlar maruz kalınan toksik madde miktarı, zararlı ışınlar ve hatta mikroorganizmaları arttırmaktadır. Bu durum vücudumuzdaki serbest radikallerin miktarının artmasına, enfeksiyon hastalıklarının yayılmasına neden olmaktadır. Doğal savunma sistemimizde bu durumu tolere edebilecek mekanizmalar bulunmasına rağmen, bazen onlar da yetersiz kalmaktadır. Örneğin; serbest radikallere karşı dışarıdan alınan sentetik antioksidanlardan olan bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) ve bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) aynı zamanda toksisiteye neden olmaktadır. Kozmopolit yaşama bağlı olarak gün içinde kalabalık ve kapalı ortamlarda fazla bulunmaya bağlı olarak enfeksiyon hastalıklarına yakalanma riski artmaktadır. Dışarıdan alınan antibiyotikler ve ilaçlar bir yandan mikroorganizmalara karşı direncimizi arttırırken, bir yandan da metabolizmamıza zarar vermektedir [1, 2, 3, 8].

Bu çalışmanın amacı Trakya Bölgesinde doğal olarak yetişebilen ve yenebilen mantar türlerinden olan *Boletus edulis* (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı) ve *Hydnum repandum* (sığırdili mantarı) türlerinin β-glukan içeriklerinin, antioksidan aktivitelerinin ve antimikrobiyal etkilerinin incelenmesi ve *Agaricus bisporus* (kültür mantarı) ile karşılaştırılmasıdır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışmada Kullanılan Şapkalı Mantar Türleri

Ayı Mantarı (Boletus edulis);



Şekil 3.1. Ayı Mantarı (*Boletus edulis*) [106].

Alem: Fungi

Şube: Basidiomycota

Sınıf: Homobasidiomycetae

Takım: Boletales

Familya: Boletaceae

Cins: *Boletus*

Tür: *Boletus edulis* (Bull.)

Türkiye'de Ayı Mantarı, Taş Mantarı ve Çörek Mantarı da olarak adlandırılır. İtalyanların "Porçini" mantarı olarak bilinir. 15-25 cm çapında, 18-20 cm boylarındadır. Gövdesi oldukça dolgun, şapkası mat ve açık kahverengidir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde birçok ormanda gözlenebilir. Dilimlenerek kurutulabilen oldukça lezzetli bir mantar türüdür [107].

Borazan Mantarı (Craterellus cornucopioides);



Şekil 3.2. Borazan Mantarı (*Craterellus cornucopioides*) [108].

Alem: Fungi
Şube: Basidiomycota
Sınıf: Agaricomycetes
Takım: Cantharellales
Familya: Cantharellaceae
Cins: *Craterellus*
Tür: *Cratarellus curnucopioides* (L.)

Türkiye'de Borazan mantarı olarak bilinen bu mantar 5-15 cm eninde, 6-15 cm boylarındadır. Dalgalı şapka kenarları ve siyaha yakın, koyu gri rengi ile kolay tanınan bir türdür. Sonbahar ve kış mevsimlerinde büyük alanları kaplayan gruplar halinde rastlanabilir. Oldukça lezzetli bir türdür. Kurutularak saklanabilir [107].

Sarıkız Mantarı (Cantharellus cibarius);



Şekil 3.3. Sarıkız Mantarı (*Cantharellus cibarius*) [109].

Alem: Fungi
Şube: Basidiomycota
Sınıf: Agaricomycetes
Takım: Cantharellales
Familya: Cantharellaceae
Cins: *Cantharellus*
Tür: *Cantharellus cibarius* (Fr.)

Halk arasında sarıkız, kaz ayağı, tavuk mantarı ve balkadın olarak da bilinir. 5-15 cm eninde, 4-9 cm boylarındadır. Parlak sarı ve turuncuya yakın renktedir. Dalgalı kenarlı şapkası içbükey şekildedir. Şapkanın alt kısmında kıvrımlı lamelleri bulunur. Kendine has yoğun bir kokusu vardır. Yaz aylarında nemli bölgelerde bolca yetişir. Taze yenebildiği gibi turşusu yapılarak veya pişirilerek de tüketilebilir [107].

Sığırdili Mantarı (Hydnum repandum);



Şekil 3.4. Sığırdili Mantarı (*Hydnum repandum*) [110].

Alem: Fungi
Şube: Basidiomycota
Sınıf: Agaricomycetes
Takım: Cantharellales
Familya: Hydnaceae
Cins: *Hydnum*
Tür: *Hydnum repandum* (L.)

Türkiye'de sığırdili olarak bilinir. 8-15 cm eninde, 5-10 cm boylarındadır. Dolgun şapkası eğri bir görünüme sahiptir. Şapkanın altında sık konumlu dikencikler bulunur. Soluk sarımsı renktedir. Yaz ve ilkbahar aylarında çoğu ormanlık alanda yetişebilir. Oldukça leziz bir mantar türüdür [107].

Kültür Mantarı (Agaricus bisporus);



Şekil 3.5. Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*) [111].

Alem: Fungi
Şube: Basidiomycota
Sınıf: Agaricomycetes
Takım: Agaricales
Familya: Agaricaceae
Cins: *Agaricus*
Tür: *Agaricus bisporus* (J.E. Lange)

İlkbahar sonundan kışın başlangıcına kadar orman, kır, bahçe hatta parklarda doğal olarak yetişebilir. Doğal olarak yetişmenin yanı sıra dünyada en çok kültürü yapılan mantar türüdür. 5-10 cm eninde, 4-8 cm boylarındadır. Pembeyle koyu

kahverengi arasında değişen serbest lamellere sahiptir. Şapka kısmı genellikle beyaz ve dolgundur. Sap kısmında yüzük mevcuttur, diğer cinslerle ayrılmasında bu yüzük anahtar rol oynar. Oldukça lezzetli bir mantar türüdür [107].

3.2. Mantar Örneklerinin Temin Edilmesi

Trakya Bölgesinde yetişen ve yenebilen mantar türleri olan *Boletus edulis* (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı), *Hydnum repandum* (sığırdili mantarı) ve kültür mantarı olarak bilinen *Agaricus bisporus* çalışma materyali olarak belirlendi. Mantar örneklerinin teşhisi ve temini Vize Mantar Gıda ve Tarım Ürünleri Pazarlama San. Tic. Ltd. Şti tarafından sağlandı. Mantar örnekleri taze olarak temin edildi ve analizler gerçekleştirilene kadar -20^{o}C'de saklandı.

3.3. Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları

Çalışmamızda kullanılan test mikroorganizmaları Trakya Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Kültür Koleksiyonundan ve Kırklareli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarından temin edildi (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Kullanılan Test Mikroorganizmaları

Test Mikroorganizmalar	Temin Edildiği Yer
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	Trakya Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
Pseudomonas aeruginosa Klinik İzolat	Kırklareli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı
Escherichia coli ATCC 25922	Trakya Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
Escherichia coli Klinik İzolat	Kırklareli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı
Enterococcus faecalis ATCC 29212	Trakya Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
Enterococcus faecalis Klinik İzolat	Kırklareli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı
Staphylococcus aureus ATCC 29213	Trakya Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
Staphylococcus aureus Klinik İzolat	Kırklareli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı
Klebsiella pneumoniae Klinik İzolat	Kırklareli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı
Serratia marcescens Klinik İzolat	Kırklareli Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı
Candida albicans ATCC 10231	Trakya Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı
Candida albicans Klinik İzolat	Trakya Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

3.4. Mantar Ekstrelerinin Elde Edilmesi

-20 ^{o}C'de saklanan mantarlar oda sıcaklığında bekletilerek çözülmeleri sağlandı. 100 gr mantar tartılıp homojenizatörde parçalandı ve 400 mL çözücü (aseton ve metanol) ile karıştırıldı. Karışım 24 saat 25 ^{o}C su banyosunda 120 rpm'de çalkalanarak bekletildi. 24 saat sonrasında Whatman No:1 filtre kağıdından süzüldü ve süzüntü karanlık ortamda saklandı. Whatman kağıdında kalan mantar tortularına 2. gün 300 mL ve 3. gün 300 mL çözücü ilave edilerek aynı işlem tekrarlandı. Üç gün sonunda mantarlar 1/10 oranında çözücü ile muamele edilmiş oldu. Üç gün boyunca toplanan süzüntüler 35 ^{o}C'de evaporatorde çözücüleri uçuruldu. Elde edilen ekstreler kullanılana kadar +4 ^{o}C'de saklandı [112].

3.5. Mantarların β-Glukan İçeriklerinin Belirlenmesi

Trakya Bölgesi'nde yetişen yenebilen mantar türlerinin β-glukan içeriklerinin belirlenmesi amacıyla "Şapkalı mantar ve maya β-glukan K-YBGL 04/08" kit kullanıldı [113].

3.5.1. Mantarlardan Total Glukan Ekstraksiyonu ve Ölçümü

Homojenizatör yardımı ile mantar çapları maksimum 0.5 mm partiküller haline gelene kadar parçalandı. Homojenize olan örnekten 100 mg alınıp 20x125 mm'lik tüpe kondu ve 1.5 mL (% 37.5 v/v)'lik HCl eklenip vortekslendi. Ardından 30 ^{o}C'lik su banyosunda 45 dakika bekletildi. 15 dakikada bir banyodan alınıp vorteks yardımıyla karıştırıldı. Her bir tüpe 10 mL su ilave edilip kapakları kapatıldıktan sonra tekrar vorteks yardımı ile karıştırıldı. Tüpler 100 ^{o}C sıcak su banyosunda 2 saat bekletildi. Oda sıcaklığında soğutulan tüplere 10 mL 2N KOH ilave edildi ve her bir tüpün içeriği 100 mL'lik erlenlere aktarıldı. Hacimler 100 mM'lık (pH 5.0) sodyum asetat tamponu ile yıkanarak ayarlandı. Örnek süspansiyonları Whatmann No:1 filtre kağıdından süzüldü. Elde edilen süzüntüden 0,1'er mL olacak şekilde paylaştırıldı ve cam test tüplerine aktarıldı. 200 mM sodyum asetat tamponunda (pH 5.0) çözülen ekzo-1,3-β glukanaza (20 U/mL) (4 U/mL) 0.1 mL glukozidaz eklenerek karıştırıldıktan sonra 40

^{o}C'de 60 dakika bekletildi. 3 mL glukoz oksidaz/peroksidaz (GOPOD) eklenip 40 ^{o}C'de 20 dakika bekletildi. 510 nm'de, 0.2 mL sodyum asetat tamponu (200 mM, pH:5.0) ve 3 mL glukoz oksidaz/peroksidaz reaktifi içeren köre karşı örneğin absorbans değeri ölçüldü.

Aşağıda belirtilen formül kullanılarak mantarların total glukan yüzdeleri belirlendi.

$$\text{Total Glukan (\% w/w)} = \Delta E \text{ x } F \text{ x } \frac{100}{0.1} \text{ x } \frac{1}{1000} \text{ x } \frac{100}{W} \text{ x } \frac{162}{180}$$

$$= \Delta E \text{ x } F/W \text{ x } 90$$

(ΔE= Örneğin absorbansı-kontrol absorbansı, F=100 (glukoz standardının miktarı µg)/glukoz standardının absorbansı, W= Örnek miktarı)

3.5.2.Mantarlardan α-glukan Ekstraksiyonu ve Ölçümü

Homojenize edilmiş örnekten 100 mg alınarak tüplere aktarıldı. Her tüpe 2 mL 2 M KOH eklenerek yaklaşık olarak 20 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Her bir tüpe 1.2 M sodyum asetat tamponundan (pH 3.8) 8 mL ilave edilerek karıştırıldı. Amiloglukosidaz (1630 U/mL) ve invertaz (500 U/mL) içeren çözeltiden 0.2 mL ilave edildi ve 40 ^{o}C'de sıcak su banyosunda 30 dakika arada karıştırılarak bekletildi. > % 10 α-glukan içeren örnekler 100 mL'lik erlenlere aktarılarak, su ile hacmi 100 mL'ye tamamlandı ve Whatman No:1'den süzüldü. < % 10 α-glukan içeren örnekler için Whatman No:1'den süzüldü. Her bir örnek için süpernatantdan 0.1 mL alındı ve 0.1 mL sodyum asetata (200 mM, pH 5.0) 3 mL GOPOD eklenerek, 40 ^{o}C'de 20 dakika bekletildi. 510 nm'de, 0.2 mL sodyum asetat tamponu (200 mM, pH:5.0) ve 3 mL glukoz oksidaz/peroksidaz reaktifi içeren köre karşı, örneğin absorbans değeri ölçüldü.

Aşağıda belirtilen formül kullanılarak mantarların α-glukan yüzdeleri belirlendi.

$$\alpha - \text{Glukan}\ (\%\ \text{w/w}) = \Delta E\ \text{x}\ F\ \text{x}\ 103\ \ \text{x}\ \ \frac{1}{1000}\ \ \text{x}\ \frac{100}{W}\ \ \text{x}\ \ \frac{162}{180}$$

$$= \Delta E\ \text{x}\ F/W\ \ \text{x}\ \ 9.27$$

(ΔE= Örneğin absorbansı-kontrol absorbansı, F=100 (glukoz standardının miktarı (μg))/glukoz standardının absorbansı, W= Örnek miktarı)

3.5.3. Mantarlardan β-glukan Ekstraksiyonu ve Ölçümü

Bu yöntemde donmuş halde saklanan mantarlar oda sıcaklığında çözündürüldükten sonra total glukan miktarları ve α-glukan miktarları belirlendi ve β-glukan miktarları, total glukan miktarından α-glukan miktarı çıkarılarak hesaplandı.

3.6. Mantarların Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi

3.6.1. DPPH Radikallerini Giderme Etkisi Tayini

Serbest radikali giderme aktivitesi tayini 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak Blois'in metoduna göre çalışıldı [93]. Bu yöntemde ekstrelerin iyon verme yeteneğine bağlı olarak DPPH radikalinin mor rengi giderek açılmaktadır. Bu nedenle düşük absorbans değeri, yüksek DPPH radikal giderme aktivitesini ifade etmektedir.

Bu metotta her bir ekstre 100, 250, 500, 750 ve 1000 μg/mL olmak üzere 5 farklı konsantrasyonda hazırlandı. Bu farklı konsantrasyonlardaki ekstrelerden 1'er mL alınarak 4 mL 0.1 mM DPPH ile karıştırılıp vortekslendi. 30 dakika karanlık ortamda bekletildikten sonra 517 nm'de absorbans değerleri ölçüldü. Her bir örnek için üç tekrar uygulandı. Bu çalışmada negatif kontrol olarak etanol ve metanol, pozitif kontrol olarak ise bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) kullanıldı.

% DPPH radikali giderme aktivitesi aşağıda verilen formül ile hesaplandı:

$$\%\ \text{DPPH Radikali Giderme Aktivitesi} = \frac{\text{Kontrolün Absorbansı} - \text{Örneğin Absorbansı}}{\text{Kontrol Absorbansı}} \text{x}100$$

DPPH'in % 50'sinin inhibisyonunu sağlayan madde konsantrasyonu, EC_{50} değeri olarak ifade edilmektedir [91]. Çalışılan farklı konsantrasyonlara karşı % serbest radikal giderme aktivite değerleri ile elde edilen grafikten, EC_{50} değerleri hesaplandı.

3.6.2.Toplam Fenolik Madde Tayini

Mantarların metanol ve aseton ekstrelerinde çözünebilen toplam fenolik madde tayini Folin Ciocalteu Reaktifi (FCR) ile yapıldı [95].

Toplam fenolik madde tayinini yapmak amacıyla her bir örnekten 1 mg/mL olacak şekilde alındı, 45 mL su ve 1 mL Folin-Ciocalteu Reaktifi ile karıştırıldı. 3 dk bekletildikten sonra üzerine 3 mL % 2'lik Na_2CO_3 ilave edildi. Karışım vortekslendikten sonra 250 rpm'de oda sıcaklığında 2 saat bekletildi. Örneklerin absorbans ölçümü 760 nm'de yapıldı. Bu çalışmada standart olarak gallik asidin 50, 100, 200, 300, 400 ve 500 μg/mL'lik konsantrasyonları kullanıldı.

3.6.3. İndirgeme Gücü Tayini

İndirgeme gücü tayininde Oyaizu metodu kullanıldı [98]. Ekstrelerde bulunan indirgen maddenin Fe^{3+} iyonlarını Fe^{2+} iyonlarına indirgemesiyle ve $FeCl_3$ ilavesiyle Prusya mavisi rengi oluşmaktadır. Ölçülen absorbans değerinin yüksek oluşu yüksek indirgeme gücünün göstergesidir.

100, 250, 500, 750 ve 1000 μg/mL'lık konsantrasyonlarda hazırlanan ekstre örneklerinden 1'er mL alınarak 2.5 mL 0.2 M pH 6.6 fosfat tamponu ve 2.5 mL % 1'lik $K_3Fe(CN)_6$ ile karıştırıldı. Bu karışım 50 ^oC'de 20 dakika inkübasyona bırakıldı.

İnkübasyon sonrası karışımdan alınan 1 mL örnek, 1 mL distile su ve 0.2 mL % 1'lik $FeCl_3$ ile karıştırılıp 700 nm'de köre karşı absorbans değerleri ölçüldü.

3.7.Mantarların Guaiakol Peroksidaz Enzim Aktivitelerinin Tayini

Trakya Bölgesi'nde yetişen ve yenebilen ayı mantarı (*Boletus edulis*), sarıkız mantarı (*Cantharellus cibarius*), borazan mantarı (*Craterellus cornucopioides*), sığırdili mantarı (*Hydnum repandum*), kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) türlerinin guaiakol peroksidaz enzim aktivitesini belirlemek amacıyla Singh'in yöntemi kullanıldı. Bu yönteme göre örnekler için ve kontrol için reaksiyon karışımları hazırlandı (Tablo 3.2) [114]. Reaksiyon karışımlarının hazırlanmasının ardından UV spektrofotometrede 470 nm'de örneklerin absorbansları 4 dakika boyunca 60 sn'de bir ölçüldü (ε=26.6 $Mm^{-1}cm^{-1}$).

Tablo 3.2. Guaiakol Peroksidaz Enzim Aktivitesinde Kullanılan Kimyasallar ve Oranları [114].

Maddeler	Örnek Reaksiyon Karışımı	Kontrol Reaksiyon Karışımı
50 mM Potasyum fosfat Tamponu pH 7.0	1250 µL	1250 µL
%1'lik Guaiakol	500 µL	500 µL
%30'luk Hidrojen peroksit	500 µL	500 µL
Enzim Ekstresi	100 µL	-
Toplam Hacim	2350 µL	2250 µL

1 Enzim ünitesi: 1 µmol guaiakolü dönüşüme uğratan enzim miktarı olarak ifade edilmektedir.

3.8. Mantarların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

3.8.1. Disk Difüzyon Yöntemi

Disk difüzyon yöntemi ile antimikrobiyal aktivite belirleme çalışmaları kapsamında mantarlardan elde edilen metanol ve aseton ekstreleri dimetil sülfoksitte (DMSO) çözülerek 50, 100 ve 200 mg/mL'lik konsantrasyonları hazırlandı ve Chromafil Xtra PTFE-45 filtreden geçirilerek steril edildi.

Test mikroorganizmaların çoğaltılması için genel besiyeri olan Mueller Hinton Agar kullanıldı. Besiyeri gerekli miktarda hazırlanıp steril edildikten sonra 90 mm'lik petrilere 12.5'şer mL olacak şekilde döküldü. Oda sıcaklığında katılaşana kadar bekletilen besiyerleri kullanılacakları zamana kadar +4 ^{o}C'de saklandı.

Antimikrobiyal aktivite belirleme yöntemlerinden biri olan disk difüzyon yöntemi için Whatmann No:1 kağıdından 6 mm boyutunda hazırlanan diskler steril edildi. 24 saat inkübasyona bırakılan test mikroorganizmaları 0.5 Mc Farland standardına göre hücre sayısı 1,5x10^{8} CFU/mL olacak şekilde ayarlandı ve 100 µL alınarak petrilere yayma ekim yapıldı. Boş disklere 10 µL ekstre emdirildi ve petride belli noktalara yerleştirildi. Negatif kontrol olarak % 100 DMSO kullanıldı. Pozitif kontrol olarak Ampisilin, Kloramfenikol ve Ofloksasin antibiyotik diskleri kullanıldı. 2 saat +4 ^{o}C'de emilimin sağlanması için bekletilen petriler ardından 24 saat 37 ^{o}C'de inkübasyona bırakıldı. Petrilerde meydana gelen inhibisyon zon çapları ölçülerek ekstrelerin antimikrobiyal aktiviteleri belirlendi [35].

3.8.2. Mikrodilüsyon Yöntemi

Mantar türlerinin Minimum İnhibitör Konsantrasyonları (MİK) Mikrodilüsyon Yöntemi kullanılarak belirlendi [115, 116]. Bu yönteme göre Mueller Hinton Broth ve Sabouraud Dextroz Broth besiyerleri hazırlanarak steril edildi ve steril koşullarda 96'lık mikroplaklara 100'er µL olacak şekilde dağıtıldı. Mikroplakların ilk sütununa 100'er µL, 4000 µg\mL'lik ekstre ilave edildi Ekstrelerin iki kat dilüsyonları yapılarak konsantrasyonları 2000-0.98 µg\mL olacak şekilde ayarlandı. 24 saat Mueller Hinton Agar besi yerinde kültüre edilmiş test bakterileri ve Sabouraud Dextroz Agar

besiyerinde kültüre edilmiş *Candida albicans* 0.5 Mc Farland bulanıklığına göre ayarlandı. Bakteri süspansiyonu son konsantrasyon 10^5 CFU/mL olacak şekilde 1/100 oranında seyreltildi. Maya süspansiyonu, önce 1/50, sonra 1/20 oranında seyreltilerek hücre konsantrasyonu $2.5x10^3$ CFU/mL olacak şekilde ayarlandı. Her bir kuyucuğa 10 µL mikroorganizma ilave edildi. Negatif kontrol olarak ekstre yerine DMSO eklendi. Pozitif kontrol olarak da 1 mg/mL Ampicilin ve 2 mg/mL Siprofloksasin kullanıldı. Ekim yapılan mikroplaklar 24 saat 37 ^oC'da bekletildikten sonra MİK değerleri belirlendi [115, 116].

3.9. İstatistiksel Analiz

Tüm sonuçlar üç paralel tekrarın ortalaması olarak değerlendirildi. Sonuçlar aritmetik ortalama ± standart sapma şeklinde verildi. Hata çubukları grafiklerin üzerinde belirtildi. İkili karşılaştırmalar için Independent Student T Test, çoklu karşılaştırmalar için One- way ANOVA-Tukey-HSD, testleri kullanıldı. Bu testler SPSS 19.0.0. programı ile çalışıldı.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Boletus edulis (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı), *Hydnum repandum* (sığırdili mantarı), *Agaricus bisporus* (kültür mantarı) örnekleri temin edildikten sonra -20 ^{o}C'de saklandı. Mantarların β-glukan içeriklerinin belirlenmesi için mantarlar çözülerek doğrudan kullanıldı. Antioksidan aktivite ve antimikrobiyal aktivite çalışmaları için mantarlar çözüldükten sonra metanol ve aseton ekstreleri elde edildi. Mantarların ekstre verimleri Tablo 4.1'de verildi.

Tablo 4.1. Mantar Türlerinin Metanol ve Aseton Ekstre Verimleri [a,b] (%)

Mantar Türleri	Metanol Ekstresi Verimleri (%)	Aseton Ekstresi Verimleri (%)
B. edulis	2.67±0.3	1.81±0.01
C. cibarius	4.70±0.01	4.83±0.08
C. curnicopioides	3.28±0.13	1.90±0.03
H. repandum	4.45±0.01	2.97±0.1
A. bisporus	4.27±0.11	3.52±0.01

[a] Metanol ve aseton ekstresi verimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlendi ($p<0.05$) (Student T Test)
[b] Farklı mantar türlerinin ekstre verimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlendi ($p<0.05$) (One-way ANOVA-Tukey)

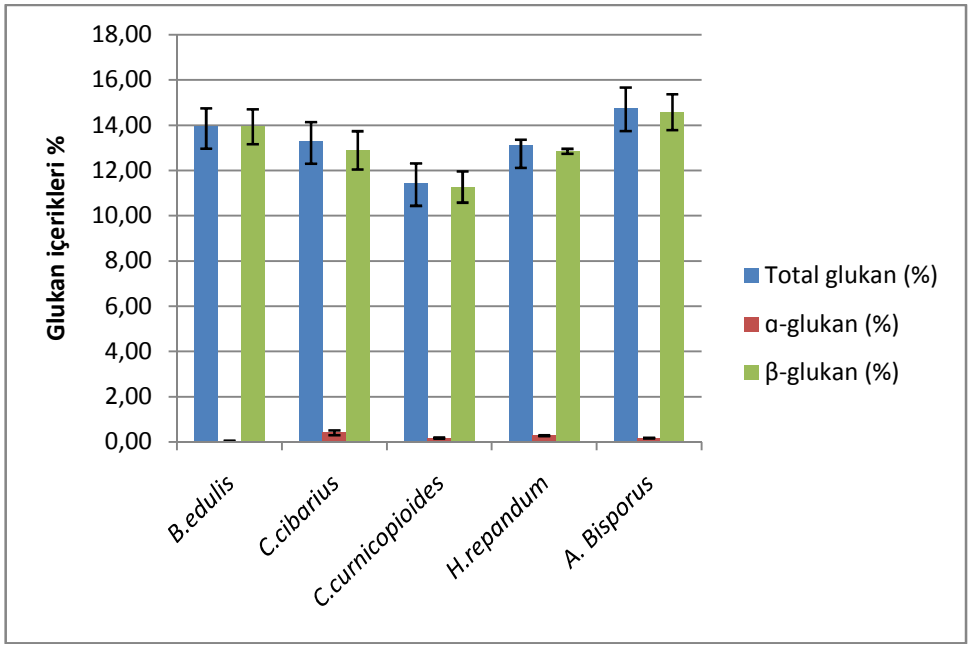
4.1. Mantarların β-glukan İçeriklerinin Belirlenmesi

B. edulis (ayı mantarı), *C. cibarius* (sarıkız mantarı), *C. cornucopioides* (borazan mantarı), *H. repandum* (sığırdili mantarı), *A. bisporus* (kültür mantarı) örneklerinin β-glukan içeriklerini belirlemek amacıyla "Şapkalı mantar ve maya β-glukan K-YBGL 04/08" kiti kullanıldı. Mantarların β-glukan yüzdeleri Tablo 4.2'de ve Şekil 4.1'de verildi [113].

Tablo 4.2. Mantar Türlerinin Glukan İçerikleri*

Mantar Türleri	Total glukan (%)	α-glukan (%)	β-glukan (%)
B. edulis	13.96±0.79[a]	0.03±0.03[a]	13.93±0.78[a]
C. cibarius	13.29±0.85[a]	0.40±0.10[b]	12.89±0.84[a]
C. curnicopioides	11.43±0.88[a]	0.17±0.03[c]	11.26±0.69[a]
H. repandum	13.11±0.24[a]	0.27±0.01[d]	12.84±0.11[a]
A. bisporus	14.74±0.92[a]	0.17±0.01[e]	14.57±0.80[a]

*Aynı sütundaki farklı harfler mantarlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$)



Şekil 4.1. Mantar Türlerinin Glukan İçerikleri

4.2. Mantarların Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Çalışmamızda antioksidan aktivite belirleme yöntemlerinden DPPH radikallerini giderme etkisi tayini, toplam fenolik madde tayini ve indirgeme gücü kapasitesi tayini yöntemleri uygulandı. Bu amaçla mantar türlerinin metanol ve aseton ekstreleri kullanıldı.

4.2.1. DPPH Radikallerini Giderme Etkisi

Trakya Bölgesi'nde yetişen ve yenebilen mantar türlerine ait aseton ve metanol ekstrelerinin DPPH radikalini indirgeme kapasitesi Blois'in metoduna göre çalışıldı [93]. Standart madde olarak BHA, BHT ve C vitamini kullanıldı. Mantarların metanol ve aseton ekstrelerinin ve standartların % inhibisyon değerleri Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'de gösterildi. Mantar türlerinin % inhibisyon grafikleri de Şekil 4.2-4.6'da verildi.

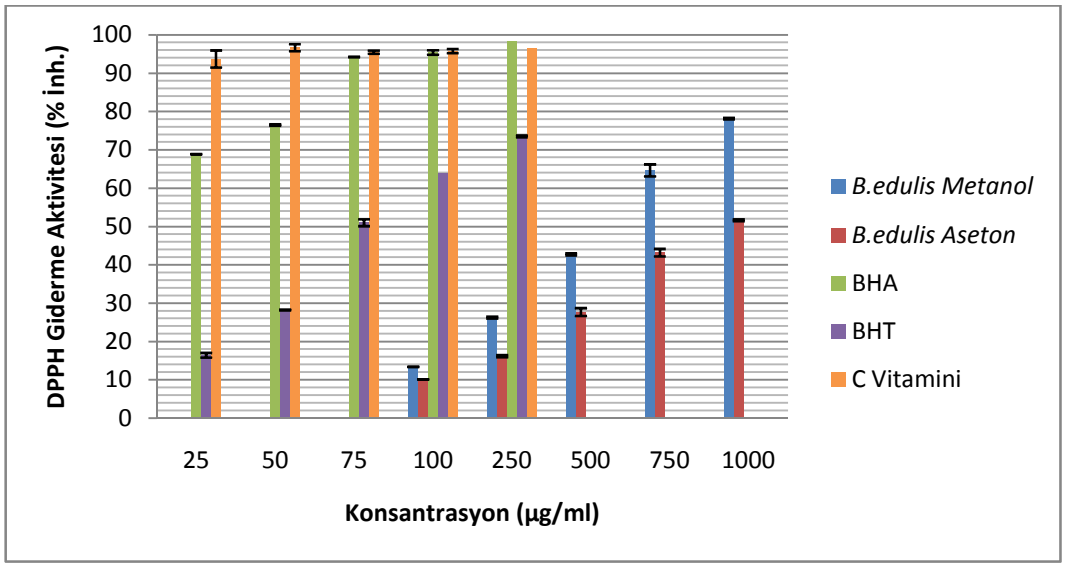
Tablo 4.3. Mantarların Metanol ve Aseton Ekstrelerinin DPPH Radikali Giderme Aktivitesi % İnhibisyon Değerleri [a,b,c,d]

Mantar Ekstreleri	Ekstrelerin Konsantrasyonları (µg\mL)				
	100	250	500	750	1000
B. edulis (Metanol)	13.41±0.02^{af}	26.28±0.23^{bf}	42.76±0.26^{cf}	64.66±1.57^{df}	78.16±0.17^{ef}
B. edulis (Aseton)	10.15±0.02^{af}	16.20±0.27^{bg}	27.71±1.02^{cg}	43.19±0.99^{dg}	51.66±0.24^{eg}
C. cibarius (Metanol)	4.06±0.42^{af}	4.94±0.03^{af}	4.42±0.48^{af}	9.10±0.14^{af}	9.20±0.19^{af}
C. cibarius (Aseton)	0.46±0.66^{af}	1.64±0.63^{af}	5.59±1.38^{ag}	6.55±0.28^{af}	8.36±0.55^{af}
C.curnicopioides (Metanol)	4.55±0.72^{af}	8.21±0.39^{af}	10.59±0.51^{af}	15.89±0.23^{af}	19.98±0.67^{af}
C.curnicopioides (Aseton)	4.87±0.24^{af}	7.50±0.24^{af}	9.66±0.12^{af}	12.75±0.19^{af}	14.45±0.03^{af}
H. repandum (Metanol)	3.41±0.14^{af}	4.29±1.24^{af}	4.82±0.35^{af}	5.83±0.06^{af}	5.43±0.39^{af}
H. repandum (Aseton)	3.56±0.19^{af}	3.84±0.20^{af}	4.32±0.38^{af}	5.38±0.30^{af}	6.15±0.06^{af}
A. bisporus (Metanol)	9.41±0.35^{af}	19.39±0.37^{bf}	31.64±0.02^{cf}	50.78±0.19^{df}	60.53±0.43^{ef}
A. bisporus (Aseton)	4.19±0.59^{af}	12.33±0.17^{af}	20.42±0.25^{af}	29.84±0.90^{af}	37.55±0.09^{af}

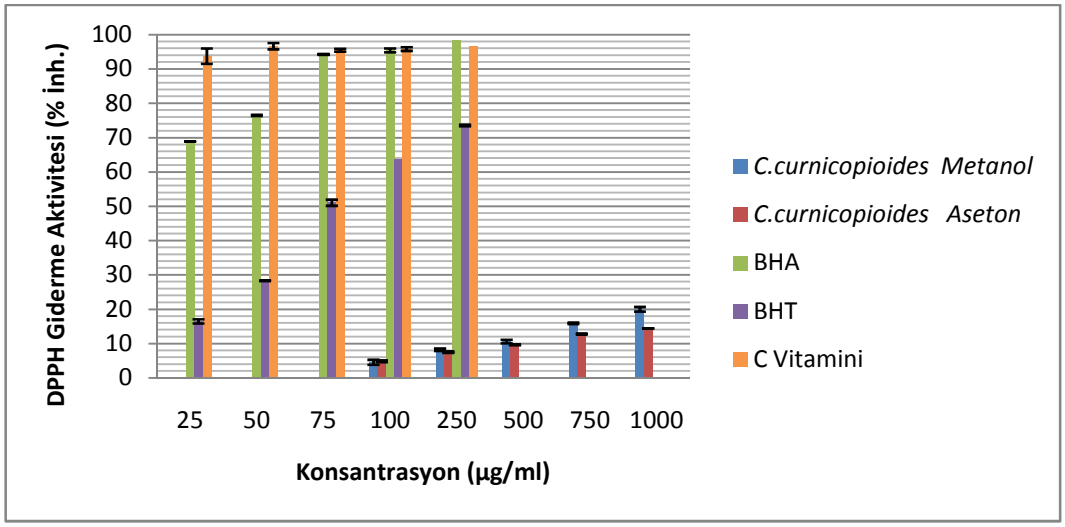
[a]Ortalama ± standart hata (n=3).
[b]Aynı satırdaki farklı harfler (a-e) konsantrasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$) (One-way ANOVA-,Tukey-HSD)
[c]Aynı sütunda farklı mantar türleri arasında her bir konsantrasyonda istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$) (One-way ANOVA-,Tukey-HSD)
[d]Aynı satırdaki farklı harfler (f-g) mantar türlerinin farklı çözücülerdeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$) (Student T test)

Tablo 4.4. Standartların DPPH Radikali Giderme Aktivitesi % İnhibisyon Değerleri ($p<0.05$)

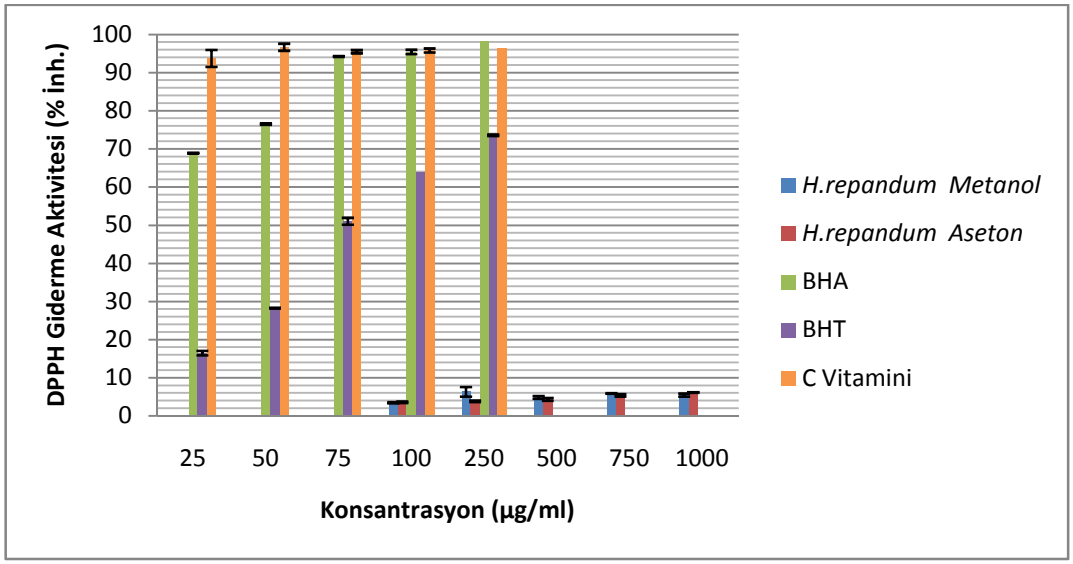
Standartlar	Standartların Konsantrasyonları (µg/mL)				
	25	50	75	100	250
BHA	68.88±0.05	76.48±0.20	94.23±0.09	95.42±0.56	98.31±0
BHT	16.45±0.60	28.27±0.03	51.01±0.89	63.81±0	73.55±0.22
C Vitamini	93.71±2.23	96.65±0.92	95.47±0.42	95.80±0.52	96.45±0



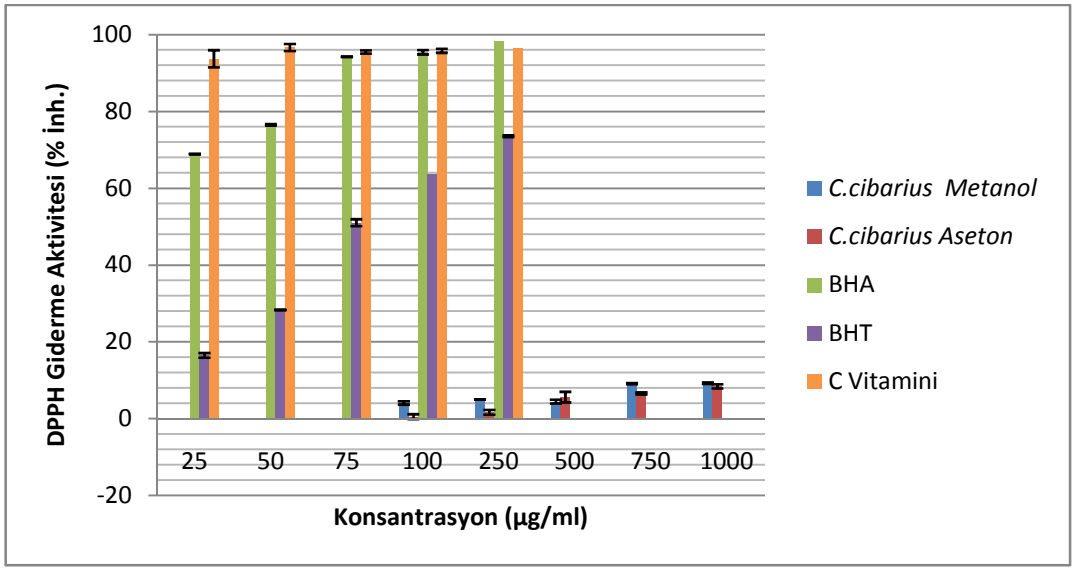
Şekil 4.2. Ayı Mantarının (*Boletus edulis*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi



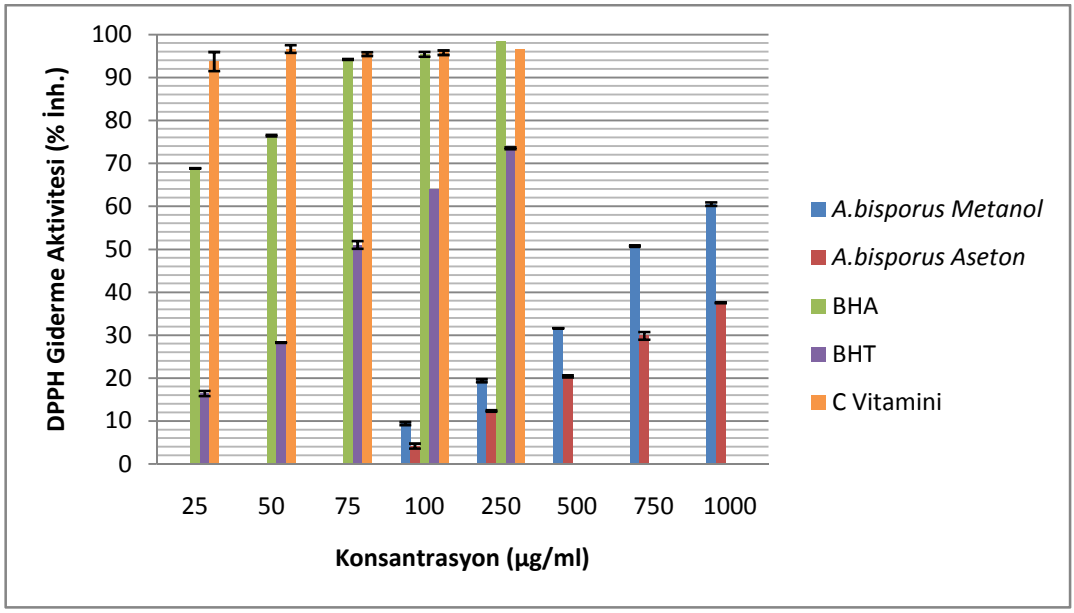
Şekil 4.3. Borazan Mantarının (*Craterellus cornucopioides*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi



Şekil 4.4. Sığırdili Mantarının (*Hydnum repandum*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi



Şekil 4.5. Sarıkız Mantarının (*Cantharellus cibarius*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi



Şekil 4.6. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde bazı ekstrelerin DPPH radikali giderme aktivitelerinin standartlar ile karşılaştırılabilir derecede başarılı olduğu gözlendi. Ayı mantarının metanol ve aseton ekstreleri ile kültür mantarının metanol ekstrelerinde % 50' nin üzerinde inhibisyon tespit edildi.

H. repandum, C. cibarius ve C. curnicopioides mantarlarının tüm ekstrelerinin % inhibisyon değerleri incelendiğinde konsantrasyona bağlı bir artış gözlenmesine rağmen, değerlerin standartlara göre oldukça düşük olmasından dolayı, DPPH radikalini giderme aktivitesinin zayıf olduğu belirlendi.

Tablo 4.3 incelendiğinde *B. edulis*'in metanol ekstresinin 750 ve 1000 µg\mL'lik konsantrasyonlarında % 64.66±1.57 ve % 78.16±0.17 inhibisyon gözlenirken, aseton ekstresinin 1000 µg\mL'lık konsantrasyonunda % 51.66±0.24 inhibisyon gözlendi. *A. bisporus*'un metanol ekstresinin 750 ve 1000 µg\mL'lik konsantrasyonlarında % 50.78±0.19 ve 60.53±0.43, aseton ekstresinin 750 ve 1000 µg\mL'lik konsantrasyonlarında % 29.84±0.90 ve % 37.55±0.09 inhibisyon gözlendi.

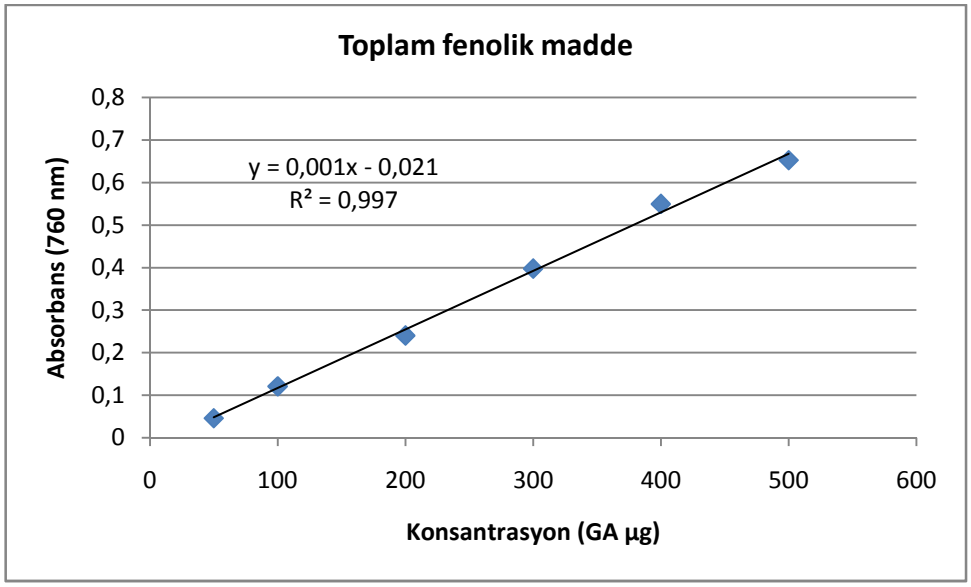
Mevcut durumdaki DPPH radikalinin % 50'sini giderebilen madde konsantrasyonu EC_{50} (veya IC_{50}) olarak ifade edilmektedir. EC_{50} değerinin düşük olması DPPH radikalini giderme etkisinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Buna göre örneklerin ve standartların EC_{50} değerleri hesaplandı. Buna göre standartlardan BHA ve BHT'nin EC_{50} değeri 0.072 ve 0.014 mg/mL olarak bulundu. Mantar örneklerinden *B.edulis*'in metanol ve aseton ekstresi ile *A.bisporus*'un metanol ekstrelerinin % inhibisyon değerleri % 50'den büyük olduğu için bu ekstrelerin EC_{50} değerleri hesaplandı. EC_{50} değerleri, *B.edulis*'in metanol ve aseton ekstreleri için sırasıyla 0.585 ve 0.952 mg/mL, *A.bisporus*'un metanol ekstresi için 0.744 mg/mL olarak hesaplandı.

4.2.2. Toplam Fenolik Madde Tayini

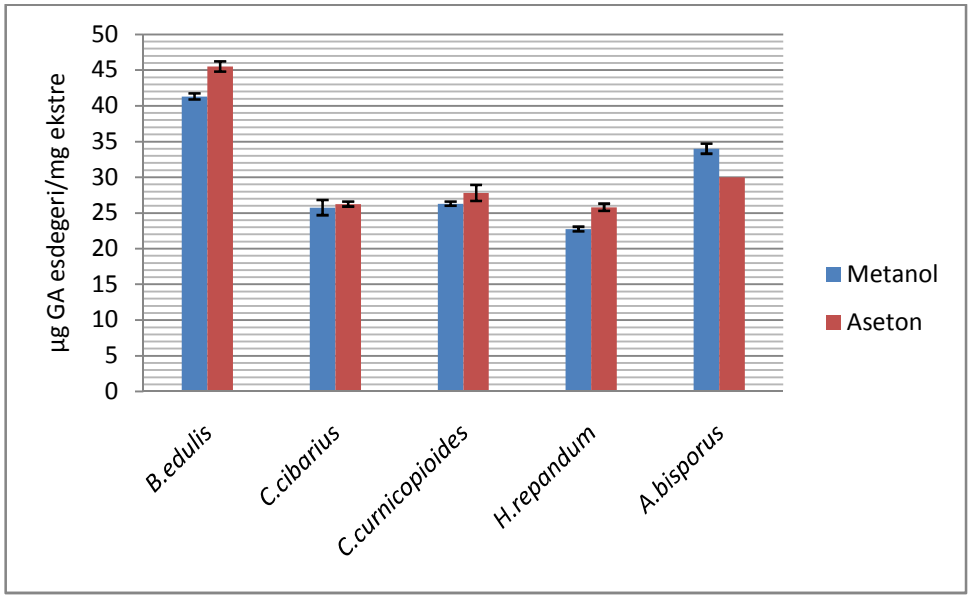
Çalışmada kullanılan mantar türlerinin aseton ve metanol ekstrelerindeki toplam çözünebilen fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu reaktifi (FCR) ile tayin edildi [95]. Gallik asit kullanılarak standart grafik hazırlandı (Şekil 4.7.). Bu standart grafik

kullanılarak örneklerin toplam fenolik madde miktarları µg gallik asit (µg GAE/mg ekstre) eşdeğeri olacak şekilde hesaplandı (Tablo 4.5.).

Standart grafik denkleminden hesaplanan sonuçlara göre mantarların aseton ve metanol ekstrelerinin gallik asit ekivalentinin 22.75±0.32-45.5±0.71 µg/mL arasında değiştiği belirlendi. (Sonuçlar üç paralel ölçümün ortalamasıdır.)



Şekil 4.7. Gallik Asit Standart Grafiği



Şekil 4.8. Mantar Ekstrelerinin Gallik Asit Eşdeğeri Olan Fenolik Madde İçerikleri

Tablo 4.5. Mantar Ekstrelerinin Gallik Asit Eşdeğeri Olan Fenolik Madde İçerikleri a,b,c ($p<0.05$)

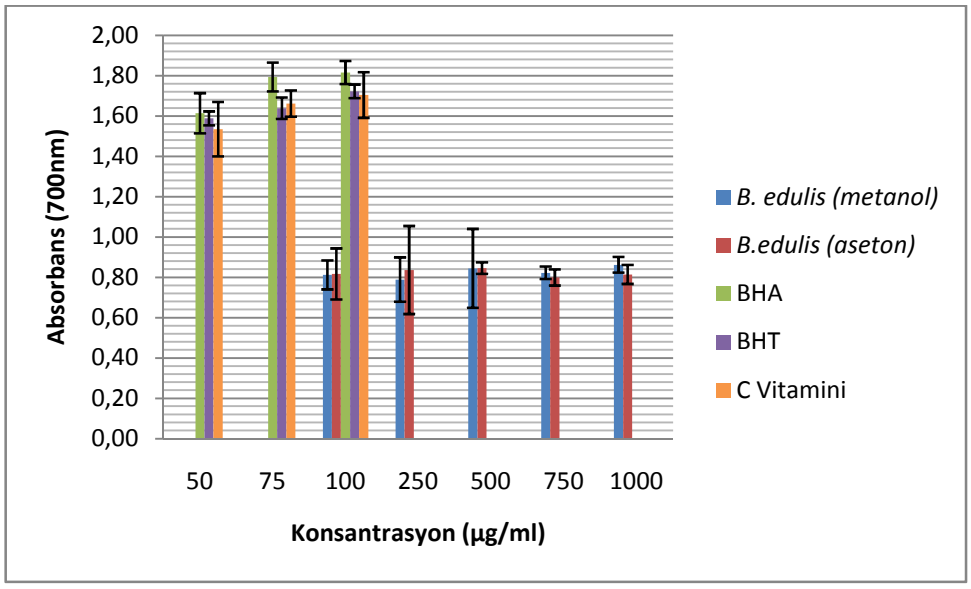
Mantar Türleri	Konsantrasyon µg/mg (Metanol Ekstresi)	Konsantrasyon µg/mg (Aseton Ekstresi)
B. edulis	41.3 ± 0.42^{ac}	45.5 ± 0.71^{ac}
C. cibarius	25.75 ± 1.06^{bc}	26.25 ± 0.35^{bc}
C. curnicopioides	26.3 ± 0.28^{bc}	27.75 ± 1.13^{bc}
H. repandum	22.75 ± 0.32^{bc}	25.75 ± 0.50^{bc}
A. bisporus	34 ± 0.71^{bc}	30 ± 0^{bd}

[a] Ortalama ± standart hata (n=3).
[b] Aynı sütun ve satırdaki farklı harfler (a-b) mantar türleri arasın fenolik madde miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir ($p<0.05$) (One-way ANOVA-,Tukey-HSD)
[c] Aynı satırdaki farklı harfler (c-d) mantar türlerinin farklı çözücülerdeki fenolik madde miktarlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$) (Student T test)

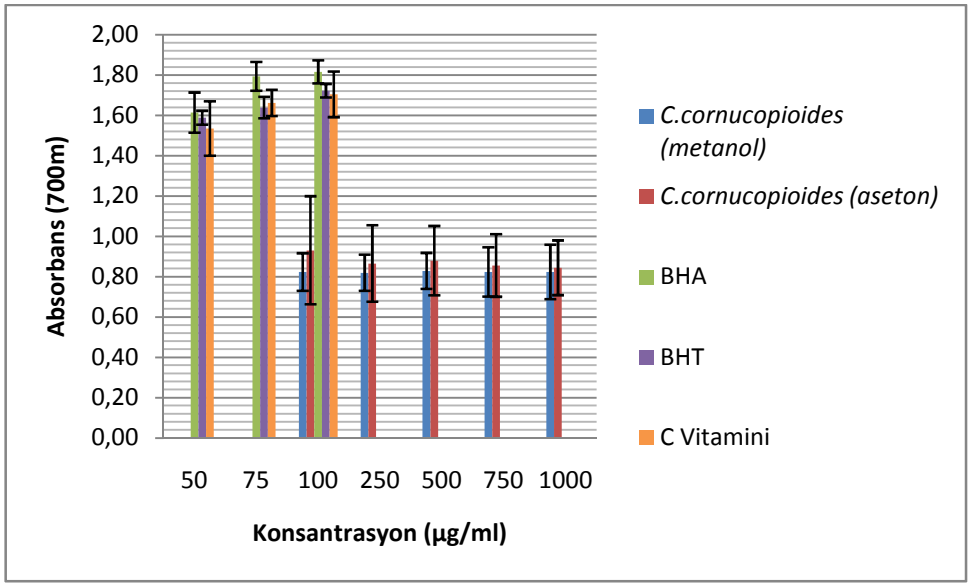
Mantar türlerinin metanol ve aseton ekstrelerinin gallik asit eşdeğeri olan fenolik madde miktarları Şekil 4.8'de gösterildi. Fenolik madde içerikleri karşılaştırıldığında *B. edulis* ve *A. bisporus*'un fenolik madde içeriğinin diğer türlere oranla daha yüksek olduğu gözlendi. *C. curnicopioides*, *H. repandum* ve *C. cibarius* türlerinin birbirlerine yakın değerlerde fenolik madde içerdikleri belirlendi.

4.2.3. İndirgeme Gücü Tayini

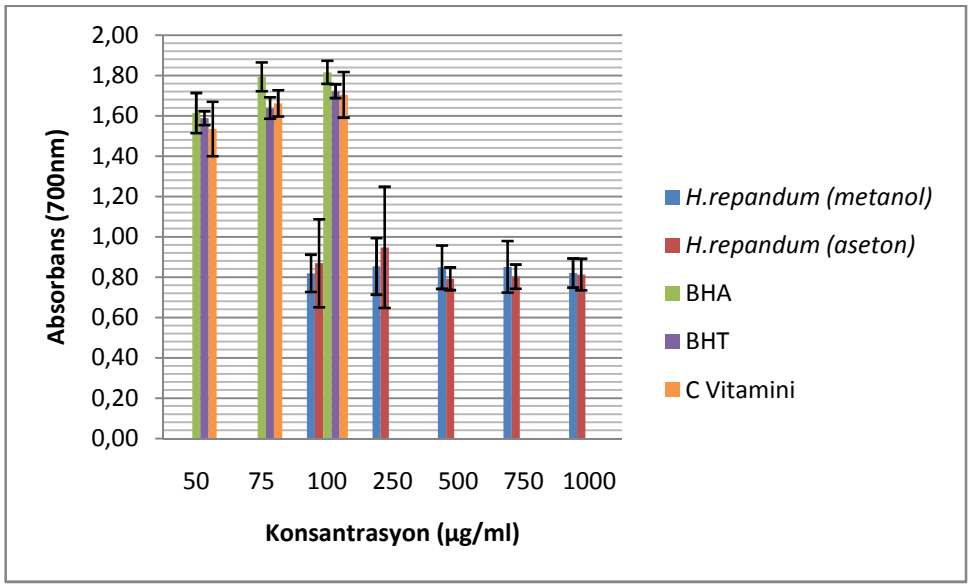
Mantar türlerinin aseton ve metanol ekstrelerinin indirgeme gücü kapasiteleri Oyaizu yöntemi kullanılarak belirlendi [98]. Bu sonuçlar aynı koşullarda belirlenen, standart antioksidanlar olan BHA, BHT ve C vitamini indirgeme gücü kapasiteleri ile karşılaştırıldı. Örneklerin ve standartların indigeme gücü kapasitelerini temsil eden 700 nm'deki absorbans değerlerinin konsantrasyona göre değişimleri Şekil 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13'de gösterildi. (Sonuçlar üç paralel ölçümün ortalamasıdır.)



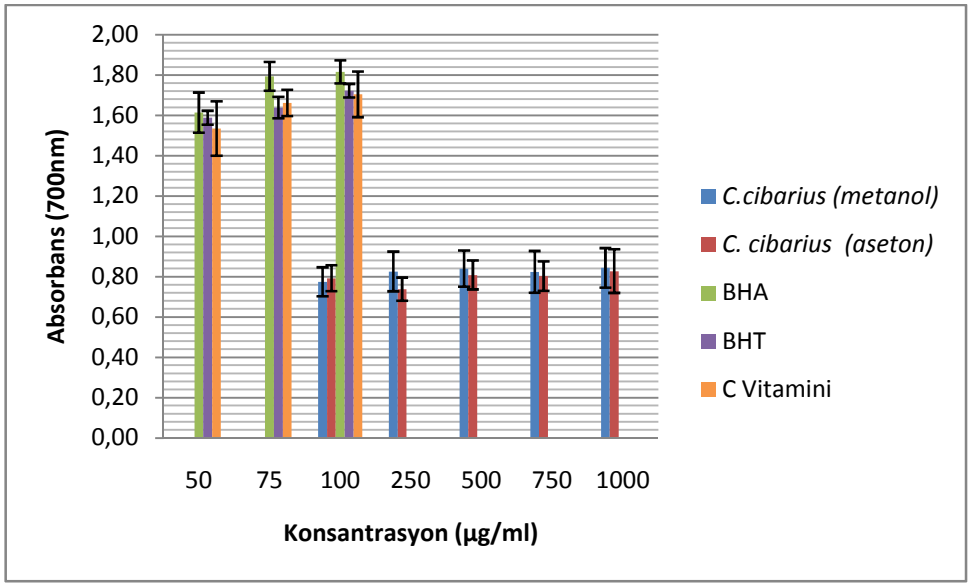
Şekil 4.9. Ayı Mantarının (*Boletus edulis*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri



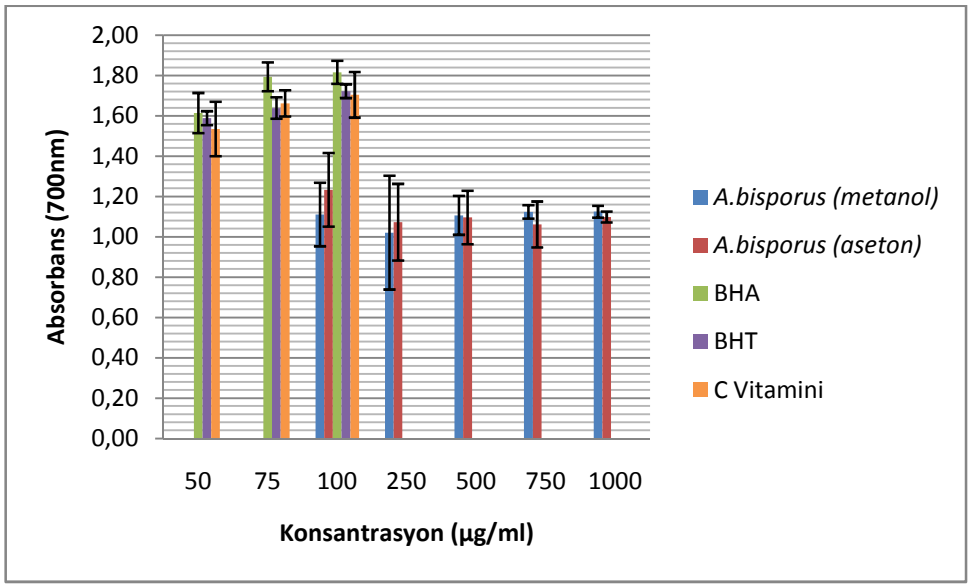
Şekil 4.10. Borazan Mantarının (*Craterellus cornucopioides*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri



Şekil 4.11. Sığırdili (*Hydnum repandum*) Mantarının Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri



Şekil 4.12. Sarıkız Mantarının (*Cantharellus cibarius*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri



Şekil 4.13. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasiteleri

Tablo 4.6. Mantarların Metanol ve Aseton Ekstrelerinin İndirgeme Gücü Kapasitesi Absorbans Değerleri [b,c,d,e] (700 nm)

Mantar Ekstreleri	Ekstrelerin Konsantrasyonları (μg/mL)				
	100	250	500	750	1000
B. edulis (Metanol)	0.81±0.07	0.79±0.11	0.84±0.20	0.82±0.31	0.86±0.39
B. edulis (Aseton)	0.82±0.13	0.84±0.22	0.85±0.28	0.80±0.40	0.81±0.47
C. cibarius (Metanol)	0.77±0.07	0.83±0.10	0.84±0.09	0.82±0.10	0.84±0.10
C. cibarius (Aseton)	0.79±0.06	0.74±0.06	0.81±0.07	0.80±0.07	0.83±0.11
C.curnicopioides (Metanol)	0.82±0.09	0.82±0.09	0.83±0.09	0.82±0.12	0.82±0.13
C.curnicopioides (Aseton)	0.93±0.27	0.87±0.19	0.88±0.17	0.86±0.16	0.84±0.14
H. repandum (Metanol)	0.82±0.09	0.85±0.14	0.85±0.11	0.85±0.13	0.82±0.07
H. repandum (Aseton)	0.87±0.22	0.95±0.30	0.79±0.06	0.80±0.06	0.81±0.08
A. bisporus (Metanol)	1.11±0.16	1.02±0.28	1.11±0.10	1.12±0.03	1.12±0.03
A. bisporus (Aseton)	0.81±0.07	0.79±0.11	0.84±0.20	0.82±0.31	0.86±0.39

[a] Absorbans

[b] Ortalama ± standart hata (n=3).

[c] Aynı satırdaki farklı konsantrasyonlar arasında her bir mantar türünde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0.05$) (one-way ANOVA-Tukey-HSD)

[d] Aynı sütunda farklı mantar türleri arasında her bir konsantrasyonda istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0.05$) (one-way ANOVA-Tukey-HSD)

[e] Aynı satırda mantar türlerinin farklı çözücülerdeki indirgeme güçleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0.05$) (Student T test)

Tablo 4.7. Standartların İndirgeme Gücü Kapasitesi Absorbans Değerleri (700nm)

Standartlar	Standartların Konsantrasyonları (µg/mL)		
	50	75	100
BHA	1.61±0.01	1.79±0.01	1.82±0.01
BHT	1.59±0.00	1.64±0.01	1.72±0.03
C Vitamini	1.53±0.01	1.66±0.00	1.70±0.01

Mantar ekstrelerinin indirgeme gücü kapasiteleri standartlar ile karşılaştırıldığında örneklerin yüksek indirgeme gücü kapasitesi göstermedikleri gözlendi (Şekil 4.9- 4.13, Tablo 4.6, 4.7) Mantar örneklerinin indirgeme gücü kapasitleri birbiri ile karşılaştırıldığında *A. bisporus*'un diğerlerine oranla daha yüksek kapasite gösterdiği *B. edulis, C. cibarius, H. repandum ve C. curnicopioides*'in indirgeme gücü kapasitelerinin birbirine yakın değerler gösterdiği belirlendi.

4.3. Guaikol Peroksidaz Enzim Aktivitesi Tayini

B. edulis, *C. cibarius*, *C. cornucopioides*, *H. repandum*, *A. bisporus* türlerinin guaiakol peroksidaz enzim aktivitelerini belirlemek amacıyla mantar homojenatları guaiakol ve hidrojen peroksitle muamele edildi ve dört dakika boyunca absorbans değişimleri ölçüldü. Antioksidan enzim aktivitesi guaiakol oksidasyonuna bağlı olarak artan absorbans değerleri ölçülerek hesaplandı (ε=26.6 $Mm^{-1}cm^{-1}$).

Tablo 4.8. Mantarların Guaiakol Peroksidaz Enzim Aktivitesi ($p>0.05$)

Mantar Türleri	Enzim Aktivitesi (U/mL)
B. edulis	0.07
A. bisporus	0.13

Mantar türlerinden *B. edulis* ve *A. bisporus'*un guaiakol peroksidaz aktiviteleri belirlenerek Tablo 4.8'de verildi. *C. cibarius, H. repandum ve C. curnicopioides* mantarlarında guaiakol peroksidaz enzim aktivitesi gözlenmedi.

4.4. Mantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

4.4.1. İnhibisyon Zon Çaplarının Belirlenmesi

Çalışılan mantar türlerinin metanol ve aseton ekstrelerinin antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi ile belirlendi. Minimum inhibitör konsantrasyonları mikrodilüsyon yöntemi ile saptandı.

Disk difüzyon yönteminde mantar türlerinin metanol ve aseton ekstrelerinin 50 , 100 ve 200 mg/mL'lik konsantrasyonları ile çalışıldı. Negatif kontrol olarak % 100 DMSO kullanıldı ve pozitif kontrolde ise Ampisilin (10 µg), Kloramfenikol (10 µg), ve Ofloksasin (5 µg) içeren standart antibiyogram diskleri kullanıldı. Çalışmada negatif kontrol olarak kullanılan DMSO hiçbir mikroorganizma üzerinde inhibitör etki göstermedi. Pozitif kontrol olarak kullanılan Ampisilin ise *E. cloaceae* ve *P. aeruginosa* üzerinde inhibitör etki göstermezken, diğer mikroorganizmaların kültür ortamlarında 12-27 mm arasında zon oluşturdu. Yine pozitif kontrol olarak kullanılan Kloramfenikol antibiyotiği tüm mikroorganizmalar üzerinde etki göstererek 22-31 mm arasında zon oluşturdu. Ofloksasin antibiyotiği de *P.aeruginosa* üzerinde inhibitör bir etki göstermezken, diğer mikroorganizmalar üzerinde 20-33 mm arasında inhibisyon zonu oluşturuldu.

Tablo 4.9-4.13'de mantar türlerinin metanol ve aseton ekstrelerinin farklı konsantrasyonlardaki antimikrobiyal aktiviteleri verildi. (Sonuçlar üç paralel tekrarın ortalamasıdır.)

*B. edulis'*in metanol ekstresi 200 mg/mL'lik konsantrasyonda *S. aureus* bakterisi üzerinde 15 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken, diğer mikroorganizmalar üzerinde bir etkisi gözlenmedi (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Ayı mantarının (*Boletus edulis*) Antimikrobiyal Aktivitesi

Ayı Mantarının (*Boletus edulis*) İnhibisyon Zonu Çapları (mm)										
Test Mikroorganizmaları	Metanol Ekstresi			Aseton Ekstresi			Pozitif Kontrol			Negatif Kontrol
	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	Amp (10µg)	Clo (10µg)	Ofl (5µg)	(DMSO)
S. aureus (klinik izolat)	-	-	15	-	-	-	20	28	29	-
E. coli (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	22	31	30	-
E. cloaceae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	31	27	-
E. facealis (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	26	24	23	-
K. pneumoniae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	12	30	30	-
S. marcescens (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	23	29	27	-
P. aeruginosa (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-

(Amp: Ampisilin, Clo:Kloramfenikol, Ofl:Ofloksasin)

C. curnicopioides'in aseton ekstresinin 200 mg/mL'lik konsantrasyonu *S. aureus* ve *K. pneumoniae* bakterisi üzerinde 8 ve 15 mm'lik zon oluştururken, metanol ekstresinin 200 mg/mL'lik konsantrasyonu *K. pneumoniae* üzerinde 15 mm'lik inhibisyon zonu oluşturdu (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Borazan Mantarının (*Craterellus cornucopioides*) Antimikrobiyal Aktivitesi

Borazan Mantarının (*Craterellus cornucopioides*) İnhibisyon Zonu Çapları (mm)										
Test Mikroorganizmaları	Metanol Ekstresi			Aseton Ekstresi			Pozitif Kontrol			Negatif Kontrol (DMSO)
	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	Amp (10µg)	Clo (10µg)	Ofl (5µg)	
S. aureus (klinik izolat)	-	-	-	-	-	8	19	26	27	-
E. coli (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	20	30	31	-
E. cloaceae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	29	28	-
E. facealis (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	22	22	23	-
K.pneumoniae (klinik izolat)	-	-	15	-	-	15	10	30	30	-
S. marcescens (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	24	26	26	-
P. aeruginosa (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-

(Amp: Ampisilin, Clo:Kloramfenikol, Ofl:Ofloksasin)

C. cibarius'un metanol ve aseton ekstreleri *S. aureus* bakterisi üzerinde bir inhibitör etki göstermiştir. Metanol ekstresinin 100 mg/mL'lik konsantrasyonu 8 mm'lik zon oluştururken, aseton ekstresinin 100 mg/mL'lik konsantrasyonunun 10 mm'lik zon oluşturduğu gözlendi. 200 mg/mL'lik konsantrasyonda metanol ekstresi 10 mm, aseton ekstresi ise 12 mm'lik inhibisyon zonu meydana getirdi (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Sarıkız Mantarının (*Cantharellus cibarius*) Antimikrobiyal Aktivitesi

Sarıkız Mantarının (*Cantharellus cibarius*) İnhibisyon Zonu Çapları (mm)										
Test Mikroorganizmaları	Metanol Ekstresi			Aseton Ekstresi			Pozitif Kontrol			Negatif Kontrol (DMSO)
	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	Amp (10µg)	Clo (10µg)	Ofl (5µg)	
S. aureus (klinik izolat)	-	8	10	-	10	12	19	28	27	-
E. coli (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	21	30	31	-
E. cloaceae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	28	28	-
E. facealis (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	27	24	20	-
K.pneumoniae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	12	27	27	-
S. marcescens (klinik izolat)	-	-	12	-	10	14	23	26	28	-
P. aeruginosa (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-

(Amp: Ampisilin, Clo:Kloramfenikol, Ofl:Ofloksasin)

H. repandum'un metanol ve aseton ekstrelerinin *S. aureus* bakterisi üzerinde 50, 100 ve 200 mg/mL'lik konsantrasyonlarda etkili olduğu saptandı. Metanol ekstresi 100 ve 200 mg/mL'lik konsantrasyonda 15 mm'lik zon oluştururken, aseton ekstresi 50 ve 100 mg/mL'lik konsantrasyonda 14 mm, 200 mg/mL'lik konsantrasyonda 15 mm'lik zon oluşturdu. *E. facealis* bakterisi üzerinde metanol ekstresi 200 mg/mL'lik konsantrasyonda 10 mm, aseton ekstresi 100 ve 200 mg/mL'lik konsantrasyonda 8 ve

10 mm'lik inhibisyon zonu meydana getirdi. *S. marcescens* bakterisi üzerinde sığırdili mantarının metanol ekstresi bir etki göstermezken, aseton ekstresi 50, 100 ve 200 mg/mL'lik konsantrasyonda 8, 10 ve 12 mm'lik inhibisyon zonu oluşturdu. *P. aeruginosa* bakterisi üzerinde metanol ve aseton ekstrelerinin 200 mg/mL'lik konsantrasyonlarda metanol ekstresinde 10 mm, aseton ekstresinde 14 mm'lik inhibisyon zonu oluşturduğu belirlendi (Tablo 4.12.).

Tablo 4.12. Sığırdili Mantarının (*Hydnum repandum*) Antimikrobiyal Aktivitesi

Sığırdili Mantarının (*Hydnum repandum*) İnhibisyon Zonu Çapları (mm)										
Test Mikroorganizmaları	Metanol Ekstresi			Aseton Ekstresi			Pozitif Kontrol			Negatif Kontrol (DMSO)
	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	Amp (10µg)	Clo (10µg)	Ofl (5µg)	
S. aureus (klinik izolat)	-	15	15	14	14	15	20	27	27	-
E. coli (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	20	30	30	-
E. cloaceae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	31	30	-
E. facealis (klinik izolat)	-	-	10	-	8	10	26	22	20	-
K.pneumoniae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	13	30	31	-
S. marcescens (klinik izolat)	-	-	-	8	10	12	26	29	28	-
P. aeruginosa (klinik izolat)	-	-	10	-	-	14	-	20	-	-

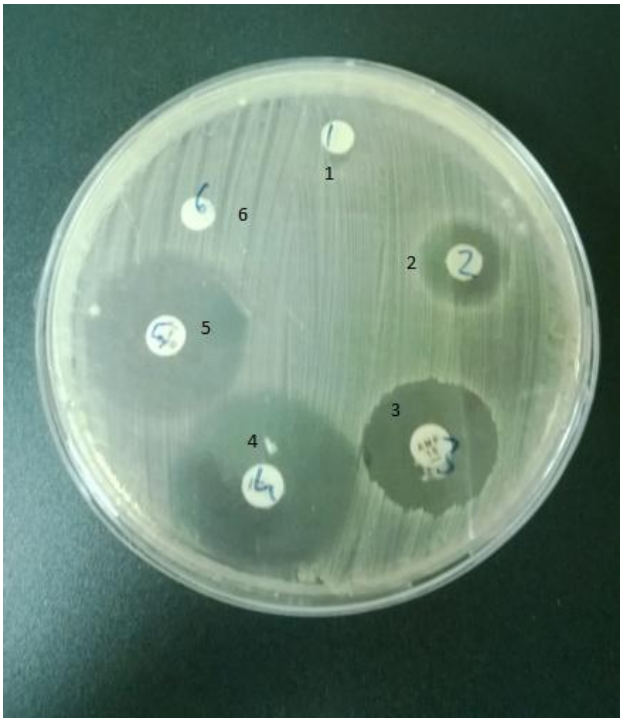
(Amp: Ampisilin, Clo:Kloramfenikol, Ofl:Ofloksasin)

A. bisporus'un metanol ve aseton ekstreleri *P. aeruginosa* bakterisi üzerinde 50 ve 200 mg/mL'lik konsantrasyonlarda inhibitör etki göstermiştir. Metanol ve aseton ekstrelerinin 100 mg/mL'lik konsantrasyonu 9 ve 10 mm'lik inhibisyon zonu oluştururken, 200 mg/mL'lik konsantrasyonları 9 ve 12 mm'lik inhibisyon zonu meydana getirdi (Tablo 4.14).

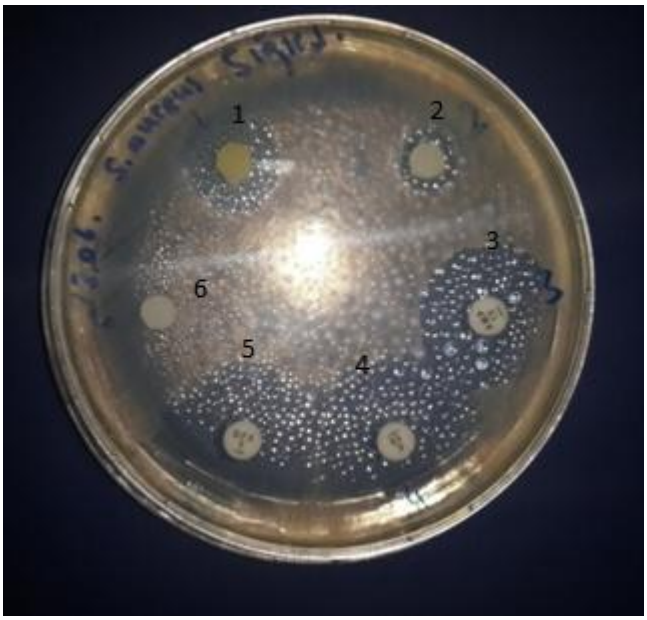
Tablo 4.13. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) Antimikrobiyal Aktivitesi

Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) İnhibisyon Zonu Çapları (mm)										
Test Mikroorganizmaları	Metanol Ekstresi			Aseton Ekstresi			Pozitif Kontrol			Negatif Kontrol (DMSO)
	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	50 mg/mL	100 mg/mL	200 mg/mL	Amp (10µg)	Clo (10µg)	Ofl (5µg)	
S. aureus (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	22	26	27	-
E. coli (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	21	30	33	-
E. cloaceae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	-	30	21	-
E. facealis (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	26	22	29	-
K.pneumoniae (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	13	29	28	-
S. marcescens (klinik izolat)	-	-	-	-	-	-	23	27	24	-
P. aeruginosa (klinik izolat)	-	9	9	-	10	12	-	15	-	-

(Amp: Ampisilin, Clo:Kloramfenikol, Ofl:Ofloksasin)



Şekil 4.14. *B.edulis*'in 200 mg/mL'lik konsantrasyonda *S.aureus* Bakterisi Üzerine İnhibitör Etkisi (1. Aseton ekstresi, 2. Metanol Ekstresi, 3. Ampisilin, 4. Kloramfenikol, 5. Ofloksasin, 6. DMSO)



Şekil 4.15. *H.repandum*'un *S.aureus* Bakterisi Üzerine İnhibitör Etkisi (1. Aseton ekstresi, 2. Metanol Ekstresi, 3. Ampisilin, 4. Kloramfenikol, 5. Ofloksasin, 6. DMSO)

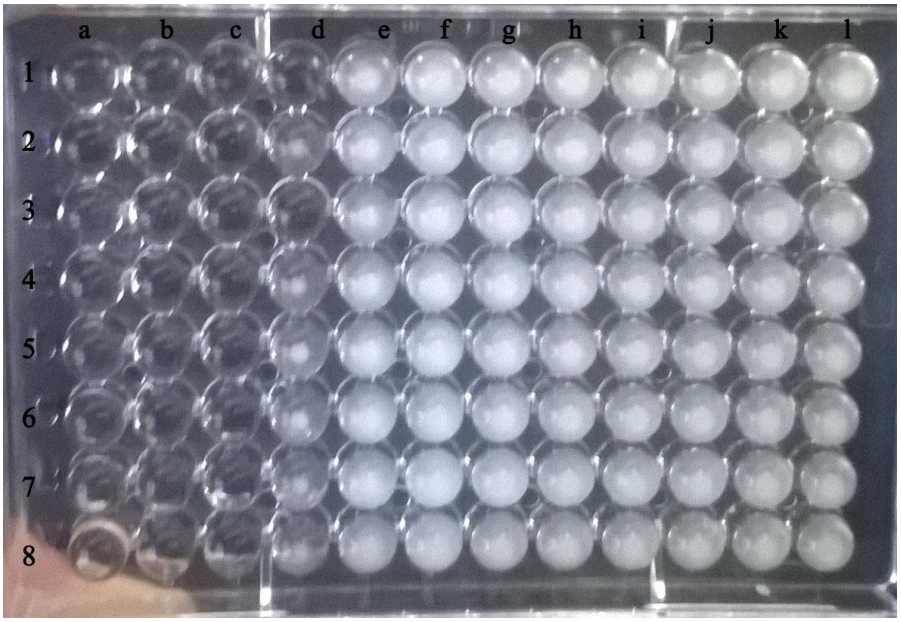
4.4.2. Minimum İnhibitör Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Mantar türlerinin metanol ve aseton ekstrelerinin minimum inhibitör konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla mikro dilüsyon yöntemi kullanıldı [115, 116].

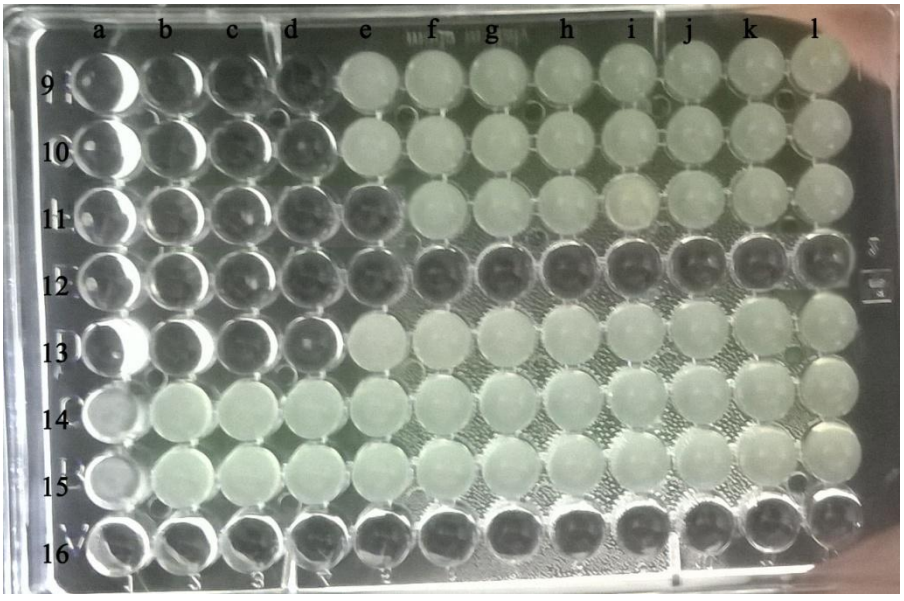
Bu yöntemden elde edilen sonuçlara göre *B.edulis*'in aseton ekstresinin *E. coli* ATCC 25922 bakterisi için MİK değeri 2 mg/mL olarak belirlendi. Sığırdili mantarının aseton ekstresinin *E. coli* ATCC 25922 bakterisi için MİK değeri 2 mg/mL, *S. aureus* ATCC 29213 ve *S. aureus* izolat bakterileri için de 500 µg/mL olarak saptandı. *H. repandum*'un metanol ekstresinin de aseton ekstresi gibi *S. aureus* ATCC 29213 bakterisi için MİK değeri 500 µg/mL olarak belirlendi. *C. curnicopioides*'in aseton ve metanol ekstresi, *C. cibarius*'un metanol ve aseton ekstresi ile *A. bisporus*'un aseton ekstreleri *S. aureus* ATCC 29213 bakterisi için MİK değeri 2 mg/mL olarak bulundu. Sonuçlar değerlendirilirken DMSO'nun inhibitör etkisi göz önünde bulunduruldu. (Tablo 4.13) (Sonuçlar üç paralel tekrarın ortalamasıdır).

Tablo 4.14. Mantar Türlerinin Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) Sonuçları

Test Mikroorganizmaları	Mantar Ekstreleri										Pozitif Kontrol	
	B.edulis(aseton) (mg/mL)	*B.edulis*(metanol) (mg/mL)	*H.repandum*(aseton) (mg/mL)	*H.repandum* (metanol) (mg/mL)	*C.curnicopioides*(aseton) (mg/mL)	*C.curnicopioides*(metanol) (mg/mL)	*C.cibarius* (aseton) (mg/mL)	*C.cibarius*(metanol) (mg/mL)	*A.bisporus* (aseton) (mg/mL)	*A.bisporus*(metanol) (mg/mL)	Ampisilin	Siprofloksasin
P. aeruginosa ATCC 27853	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0,063
P. aeruginosa Klinik İzolat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
*E. coli*ATCC 25922	2	>2	2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0,063	<0,002
E. coli Klinik İzolat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	<0,002
E. faecalis ATCC 29212	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0,001	0,063
E. faecalis KlinikİzolatKlinikİzolat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0,001	0,063
S. aureus ATCC 29213	>2	>2	0,5	0,5	2	2	2	2	2	>2	<0,002	0,004
S .aureus KlinikİzolatKlinikİzolat	>2	>2	0,5	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	<0,002	0,004
K.pneumoniae KlinikİzolatKlinikİzolat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
S. marcescens KlinikİzolatKlinikİzolat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	0,5	<0,002
C. albicans ATCC 10231	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
C. albicans KlinikİzolatKlinikİzolat	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2



Şekil 4.16. Mantar Ekstrelerinin *E. coli* ATCC 25922 Bakterisi için MİK Değerleri (1. *B. edulis* aseton ekstresi, 2. *B. edulis* metanol ekstresi, 3. *H. repandum* aseton ekstresi, 4. *H. repandum* metanol ekstresi, 5. *C. curnicopioides* aseton ekstresi, 6. *C. curnicopioides* metanol ekstresi, 7. *C. cibarius* aseton ekstresi, 8.*C. cibarius* metanol ekstresi, a-l: ekstre konsantrasyonu 2000-0,98 µg\mL)



Şekil 4.17. Mantar Ekstrelerinin *E. coli* ATCC 25922 Bakterisi için MİK Değerleri (9. *A. bisporus* aseton ekstresi, 10. *A. bisporus* metanol ekstresi, 11. Ampisilin, 12. Ciprofloksasin, 13. DMSO, 14-15 mikroorganizma, 16. besiyeri , a-l: ekstre ve antibiyotik konsantrasyonu 2000-0,98 µg\mL)

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Mantarlar dünyanın birçok yerinde gıda kaynağı olarak ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Mantarların önemli terapötik etkilere sahip oldukları, yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir. Ülkemiz mantar florası bakımından oldukça zengin sayılmaktadır. İklim ve yer şekillerinin çeşitliliği sayesinde birçok tür doğal olarak yetişmektedir. Bunlar arasında yenebilen türlerin sayısı yüksek miktarlardadır. Doğal olarak yetişen mantar türlerinin yanı sıra kültür mantarı yetiştiriciliği yapan firmalar sayesinde market ve yerel pazarlarda çeşitli mantar türlerini kolayca temin etmek mümkündür [1, 2, 3].

Farklı ülkelerde yetişen, yenebilen ve yenemeyen mantar türleri hakkında çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda mantar türlerinin besin değerleri, antioksidan, antimikrobiyal aktiviteleri ve terapötik etkileri kurutulmuş, dondurulmuş ve pişirilmiş formlarında çalışılmıştır.

Bu tez çalışmasında Trakya Bölgesi'nde doğal olarak yetişebilen ve yenebilen mantar türlerinden olan *Boletus edulis* (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı), *Hydnum repandum* (sığırdili mantarı) ve kültür mantarı olarak bilinen *Agaricus bisporus* (kültür mantarı) ile çalışıldı. Çalışmada mantar türlerinin β-glukan içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve test mikroorganizmaları üzerinde antimikrobiyal etkileri araştırıldı. Kullanılan mantar örnekleri gıda kaynağı olarak tüketildiği hali ile, taze olarak çalışıldı. Bu amaçla taze olarak toplandığı gün temin edilen örnekler çalışılana kadar -20 ^{o}C'de saklandı.

5.1. Mantarların β-glukan İçerikleri

β-glukan yulaf, buğday ve arpa gibi birçok bitki ile mikroorganizmalarda doğal olarak bulunan bir polisakkarittir. Glikoproteinler ile birlikte maya ve mantarların hücre duvarlarının temel yapısını oluştururlar [41]. Yapılan çalışmalarda β-glukanın immünomodülatör, antitümör, antiinflamatuar, antiviral, antimikrobiyal, kolesterol düşürücü, kan şekerini düzenleyici etkileri bildirilmektedir [33, 34, 35, 36, 37].

Tez çalışmasının bu bölümünde Trakya Bölgesi'nde yetişen ve yenebilen mantar türlerinin ve kültür mantarının β-glukan miktarları "Şapkalı mantar ve maya β-glukan K-YBGL 04/08" kiti kullanılarak tayin edildi.

Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda Synytsya (2008) kurutulmuş *Pleurotu*s cinsi mantarlarının sap ve gövde kısımlarını ayrı ayrı incelediklerinde, % 50-32.5 arasında β-glukan içerdiği bildirilmiştir. Gövde kısımlarının β-glukan miktarı % 27.4–39.2 arasında değişirken, sap kısımlarınınki % 35.5–50.0 arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir [114]. Buna karşın Manzi ve arkadaşlarının çalışmasında yine *Pleurotu*s türlerindeki β-glukan miktarının % 0.22-0.53 arasında değiştiği saptanmıştır [46]. *Morchella, Boletus*, Shitake ve Maitake gibi mantar türlerinin içinde bulunduğu ve piyasada kültürü yapılan mantar türleri incelendiğinde β-glukan içeriklerinin % 7.9-48.3 arasında değiştiği gözlenmiştir [117]. Kısa ve uzun saplı *Pleurotus abalonus, Pleurotus eous* and *Auricularia auricula* türlerinin β-glukan içeriklerinin belirlendiği bir çalışmada değerler sırasıyla % 39.78, 39.15, 47.11 ve 56.44 şeklinde bulunmuştur [118].

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre yabanıl mantarlardan en yüksek β-glukan içeriği *B. edulis*'te (ayı mantarı) belirlendi (% 13.93±0.78). *B. edulis*'i yaklaşık olarak % 12.89±0.84 gibi oldukça yakın bir değerle *C. cibarius* (sarıkız mantarı) ve *H. repandum'*un (sığırdili mantarı) takip ettiği gözlendi. En düşük β-glukan içeriği ise *C. curnicopioides*'de belirlendi. En yüksek β-glukan içeriği bir kompost üzerinde kültüre edilmiş ve ticari kullanımı olan *A. bisporus'*da (kültür mantarı) saptandı (% 14.57±0.80). Mantar türlerinin β-glukan içerikleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlendi (Tablo 4.2).

5.2. Mantarların Antioksidan Aktiviteleri

Mantarların antioksidan aktiviteleri DPPH radikalini giderme aktivitesi, FCR ile toplam fenolik madde tayini ve indirgeme gücü kapasitesi ölçülerek belirlendi. Bu amaçla mantar örneklerinin metanol ve aseton ekstreleri elde edildi. Mantar örnekleri ile yapılan daha önceki çalışmalarda su, etanol, metanol, aseton, hekzan gibi çözücülerin kullanıldığı belirlendi [81, 119, 120, 121]. Bu çalışmada çözücü olarak metanol ve asetonun seçilmesinin nedeni, kolay temin edilebilmeleri, yüksek polarite, düşük toksisiteye sahip olmalarıdır.

Tablo 4.1'de de görüldüğü gibi, mantar örneklerinin metanol için ekstre verimlerinin % 2.67- 4.45 arasında, etanol için ise % 1.81-4.83 arasında değişiklik gösterdiği saptandı. Mantar örnekleri yenebilen mantarlar oldukları için besin olarak tüketildikleri formda, taze olarak kullanıldı, herhangi bir kurutma işlemine tabii tutulmadı. Daha önce yapılmış çalışmalarda kurutulmuş mantar örneklerinin ekstre verimliliği, bir grup çalışmada % 1.5 – 4 [66, 100], başka bir grup çalışmada ise % 25-35 olarak belirtilmiştir [8, 122]. Taze mantar türlerinin su içeriklerinin fazla olması ekstre verimliliğini etkilemektedir. Ayrıca madde içeriği açısından da taze örneğin 1 gr'lık miktarı ile kuru örneğin 1 gr'lık miktarı eşdeğer olmamaktadır. Taze mantar örnekleri ile yapılan bir çalışmada ekstre veriminin türe bağlı olarak değişmekle birlikte % 1-16 arasında değiştiği rapor edilmiştir [112]. Bu veriler, bizim çalışmamızın bulgularına benzerlik göstermektedir.

Mantar örneklerinin % ekstre verimleri karşılaştırıldığında metanol ve aseton ekstrelerinin kendi arasında ve farklı mantar türlerinin kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği belirlendi ($p<0.05$).

5.2.1. DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi

Mantar örneklerinin radikal giderme aktivitelerini belirlemek amacıyla, DPPH radikali kullanıldı. Bu yöntem geçerli ve kolay uygulanabilir bir yöntem olmasından dolayı sıklıkla tercih edilmektedir [91]. Mor renkli görünen DPPH çözeltisi uygulanan örnekte antioksidan madde bulunması durumunda giderek açılarak sarı renge

dönüşmektedir. Çalışmada kullanılan örneklerin ve standartların DPPH radikalini giderme aktivitelerine ait % inhibisyon değerleri Tablo 4.3 ve 4.4'de verildi.

Bu çalışmada *Boletus edulis* (ayı mantarının) 1 mg/mL'lik konsantrasyonunun DPPH radikalini giderme aktivitesinin metanol ekstresinde % 78.16±0.17, aseton ekstresinde % 51.66±0.24 olduğu belirlendi. Ayı mantarının metanol ekstresi ve aseton ekstresinin EC_{50} değerlerinin 0.585 ve 0.952 mg/mL olduğu hesaplandı. Benzer olarak Sarıkürkçü vd'nın (2008) yaptığı çalışmada aynı konsantrasyonda ayı mantarının metanolik ekstresinin % inhibisyon değeri % 80.15±0.85 olarak belirlenmiştir [123]. Keleş ve arkadaşlarının (2011) çalışmasında ayı mantarının kuru örneklerinin metanol ekstresinin 25 mg/mL'lik konsantrasyonunun DPPH giderme aktivitesi % 93.18 olarak ifade edilmiştir [81]. Bununla birlikte mantarların taze formunun ekstresi ile kuru formunun ekstre değerlerini karşılaştırmak sağlıklı bir sonuç vermediği belirtilmektedir.

Kosanic ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada *Boletus edulis*'in EC_{50} değerinin metanol ekstresinde 212.47, aseton ekstresinde 4.72 olduğu belirtilmiştir [7]. Farklı bir çalışmada ise ayı mantarının metanol ekstresinin EC_{50} değeri 1.40±0.31 olarak verilmiştir [8].

Agaricus bisporus (kültür mantarının) DPPH radikalini giderme aktivitesi, 1 mg/mL'lik konsantrasyonda metanol ekstresinde % 60.53±0.43 olarak belirlendi. Elmastaş ve arkadaşlarının çalışmasında kültür mantarının kuru örneklerinden elde edilen metanol ekstresinin 180 µg/mL'lik konsantrasyonunun DPPH radikalini giderme aktivitesi % 77.5 olarak belirlenmiştir [124]. Buna karşın 2011 yılında Keleş ve arkadaşlarının çalışmasında kültür mantarının kuru örneklerinin metanol ekstresinin 25 mg/mL'lik konsantrasyonda DPPH giderme aktivitesinin % 67.86 olarak gözlendiği ifade edilmiştir [81].

Çalışmamızda kullanılan kültür mantarının metanol ekstresi için EC_{50} değeri 0.744 mg/mL olarak hesaplandı. Benzer bir çalışmada kültür mantarının EC_{50} değeri 0.988±0.13 mg/mL olarak gösterilmiştir [121]. Farklı bir çalışmada ise kültür mantarının metanol ekstresinin EC_{50} değerinin 9.61 mg/mL olduğu bildirilmiştir [70, 125].

Bu çalışmada diğer mantar türlerinin DPPH radikalini giderme aktiviteleri düşük seviyelerde belirlendi. *C. curnicopioides*>*C. cibarius*>*H. repandum* olacak şekilde radikal giderme aktivitesi gösterdi. Örneklerin metanol ve aseton ekstrelerinin % inhibisyon değerleri birbirine oldukça yakın bulundu (Tablo 4.3). Bu çalışmanın bulgularını destekleyecek şekilde Keleş ve arkadaşlarının çalışmasında sığırdili mantarının metanol ekstresinin (*Hydnum repandum*) DPPH radikalini giderme aktivitesi bakımından % inhibisyon değeri % 10.17 olarak gösterilmiştir (25 mg/mL) [81]. Başka bir çalışmada da sığırdili mantarının EC_{50} değeri 14.50±0.38 olarak belirlenmiştir [8]. Heleno ve arkadaşlarının çalışmasında da (2010) sığırdili mantarının EC_{50} değeri 30±3.05 olarak belirlenmiş [126] ve yapılan çalışmalarda *Hydnum repandum'*un çalışmamızın verilerine paralel şekilde mantar türleri içinde düşük DPPH süpürme etkisi olduğu desteklenmiştir.

Liu ve arkadaşlarının çalışmasında (2012) borazan mantarının DPPH radikalini giderme aktivitesi göstermediği belirtilmiştir [120]. Literatürde *C.curnicopioide*s'in antioksidan aktivitesi ile ilgili yeteri kadar çalışma olmadığı gözlendi.

Mantar örneklerinden *B.edulis'*in metanol ve aseton ekstrelerinde ve *A.bisporus*'un metanol ekstresinde çalışılan farklı konsantrasyonların % inhibisyon değerleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlendi ($p<0.05$). Aynı zamanda çalışılan her konsantrasyon için farklı mantar türlerinin DPPH radikallerini giderme aktiviteleri bakımından, anlamlı bir farklılık taşıdığı belirlendi ($p<0.05$). Her bir mantar türünün kendi içinde metanol ve aseton ekstrelerinin etkinliği karşılaştırıldığında, *B. edulis*'in 250, 500, 750, 1000 µg/mL'lik konsantrasyonlarında ve *C. cibarius*'un 500 µg/mL'lik konsantrasyonunda metanol ve aseton ekstresinin radikal giderme etkisi arasında fark gözlenirken, diğer mantar türlerinin metanol ve aseton ekstreleri arasında benzer aktivite olduğu gözlendi.

5.2.2. Toplam Fenolik Madde İçeriği

Mantar ekstrelerinin fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteu Reaktifi kullanılarak araştırıldı. Gallik asit standart grafiği (Şekil 4.7) kullanılarak örneklerin

toplam fenolik madde miktarları µg gallik asit (µg GAE/mg ekstre) eşdeğeri olacak şekilde hesaplandı (Tablo 4.5.).

Mantar örneklerinin aseton ekstrelerinin fenolik madde miktarlarının 25.75±0.5-45.5±0.71 GAE µg/mg, metanol ekstrelerinin fenolik madde miktarının ise 22.75±1.08-41.25±0.42 GAE µg/mg arasında değiştiği gözlendi. Mantar ekstrelerinin fenolik madde miktarları *B. edulis*> *A. bisporus*> *C. curnicopioides*> *C. cibarius*> *H. repandum* olarak sıralandırılabilir. Çalışılan farklı mantar türlerinin fenolik madde içerikleri karşılaştırıldığında *B. edulis*'te anlamlı bir farklılık gözlenirken, diğer türlerin arasında anlamlı bir farklılık belirlenmedi. Aynı şekilde mantar türlerinin metanol ve aseton ekstrelerindeki fenolik maddeler karşılaştırıldığında sadece kültür mantarının metanol ve aseton ekstreleri arasında anlamlı bir fark saptandı ($p<0.05$).

Çalışılan mantar ekstreleri arasında fenolik madde içeriği en yüksek olan ekstreler *B. edulis*'in aseton ekstresi (45.5±0.71 µg/mg) ile *B. edulis*'in metanol ekstresi (41.25±0.42 µg/mg) olarak belirlendi. Tsai ve arkadaşlarının (2007) yaptığı çalışmada *Boletus edulis*'in toplam fenolik madde içeriği 5.73±0.05 mg/g olarak ifade edilmiştir [127]. Başka bir çalışmada *B. edulis, H. repandum ve C. cibarius* türlerinin metanol ekstrelerinin fenolik madde içerikleri 8.4 mg/g, 2.6 mg/g ve 2.8 mg/g olarak saptanmıştır [8]. Kosanic'in (2012) çalışmasında *B.edulis'*in aseton ekstresinin toplam fenolik madde miktarı 8.14 ± 1.211 µg/mg, metanol ekstresinin toplam fenolik madde miktarı ise 4.64 ± 1.318 µg/mg olarak ölçülmüştür [7]. Sarıkürkçü'nün (2008) çalışmasında *B. edulis'*in metanol ekstresinin toplam fenolik madde miktarı 31.64 ± 0.55 µg/mg olarak gözlenmiştir [123]. Keleş ve arkadaşlarının (2011) çalışmasında *B. edulis'*in toplam fenolik madde miktarı 12.775 mg/g olarak belirlenmiştir [81].

Bu çalışmada *C. cibarius*'un metanol ekstresinin toplam fenolik madde içeriği 25.75±1.06 µg/mg olarak ölçüldü. Ramesh'in (2010) çalışmasında *C. cibarius*'un metanol ekstresinin toplam fenolik madde içeriği 3.20±0.05 mg/g olarak belirtilmiştir [128]. Çalışmada *C. curnicopioides*'in metanol ekstresinin toplam fenolik madde miktarı 26.25±0.28 µg/mg olarak belirlendi. 2012 yılında Liu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *C. curnicopioides*'in toplam fenolik madde içeriği 0.74±0.15 µg/mg olarak saptanmıştır [120]. Çalışılan *Hydnum repandum* mantarının metanol ekstresinin toplam fenolik madde miktarı 22.75±0.32 µg/mg olarak ölçüldü. Heleno'nun (2010)

çalışmasında *H. repandum* mantarının fenolik madde içeriğinin 0.51±0.02 mg/g olduğu belirtilmiştir [126].

Mantar örneklerinin fenolik madde miktarları birbiri ile karşılaştırıldığında veriler arasında farklılık olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Çalışılan mantar örneklerinin DPPH radikalini giderme ve toplam fenolik madde içerikleri karşılaştırıldığında, iki yöntemde de *B. edulis ve A. bisporus*'un diğer örneklere göre yüksek değerler gösterdiği belirlendi.

5.2.3. İndirgeme Gücü Kapasitesi

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 [129].

Çalışmamızda kullanılan *Agaricus bisporus* (kültür mantarı), *Boletus edulis* (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı) ve *Hydnum repandum'*un (sığırdili mantarı) indirgeme gücü kapasiteleri Oyaizu'nun yöntemine göre belirlendi [98] ve sonuçlar Tablo 4.6 da verildi. Mantar örneklerinin indirgeme gücü kapasiteleri standartlar ile karşılaştırıldığında, örneklerin 1 mg/mL'lik konsantrasyonları, standartların 100 µg/mL'lik konsantrasyonlarından düşük değerler göstermektedir. Bu veriler dikkate alındığında, çalışılan mantar örneklerinde, indirgeme gücü kapasitesinin gözlenmediği söylenebilir. Bu sonuçlar ülkemizde ve diğer ülkelerde aynı mantarlarla yapılan benzer çalışmalarla örtüşmektedir [7, 8, 119, 122]. Mantar türlerinin indirgeme gücü kapasiteleri karşılaştırıldığında anlamlı bir fark belirlenmedi ($p>0.05$).

Mantar türlerinin antioksidan aktiviteleri incelendiğinde 40 ^{o}C'de kurutulan ve dondurulan örneklerde antioksidan aktivitenin arttığı, kaynatılan örneklerde antioksidan aktivitenin azaldığı görülmüştür [125].

Çalışmamızda kullanılan mantar türleri, *Pleurotus, Schizophyllum, Lentinus, Termitomyces, Geastrum* cinsleri vb. birçok mantar türü ile antioksidan aktivite çalışmaları yapılmış ve konsantrasyona, türe, ekstre hazırlamada kullanılan çözücü çeşidine göre değişen oranlarda antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir [130, 131, 132, 133].

5.2.4. Guaiakol Peroksidaz Aktivitesi

Peroksidazlar yüksek bitkilerde, mantarlarda ve omurgalılarda bulunan antioksidan etkiye sahip önemli bir enzim grubudur. Guaiakol peroksidazlar da peroksidaz enzim ailesinin substrat olarak guaiakolü kullanan grubudur [85].

Çalışmamızda kullanılan mantar örneklerinin guaiakol peroksidaz enzim aktivitelerini belirlemek amacıyla mantar homojenatları guaiakol ve hidrojen peroksitle muamele edildi ve dört dakika boyunca absorbans değerleri ölçüldü. Enzim aktiviteleri guaiakol oksidasyonuna bağlı olarak artan absorbans değerleri ölçülerek hesaplandı (ε=26.6 $Mm^{-1}cm^{-1}$).

Çalışılan mantar örnekleri arasında *Boletus edulis* (ayı mantarı) ve *Agaricus bisporus'da* (kültür mantarı) antioksidan etki gösteren guaiakol peroksidaz aktivitesi belirlendi. Ancak diğer mantar türlerinde guaiakol peroksidaz enziminin aktivitesi ölçülemedi. Elde edilen sonuçlara göre ayı mantarı ve kültür mantarının enzim aktiviteleri 0.07 ve 0.13 U/mL olarak hesaplandı.

Keyhanf ve arkadaşlarının *Cantharellus cibarius* ve *Pleurotus eryngii* mantarları ile yaptıkları çalışmada (2012), *Cantharellu*s mantarının guaiakol peroksidaz aktivitesi gözlenmiş ve 0.011±0.001 U/mg olarak ifade edilmiştir [134].

Benzer bir çalışmada çay yaprakları üzerinde yetiştirilen *Agaricus* ve *Pleurotus* türlerinin oldukça yüksek guaikol peroksidaz aktivitesine sahip oldukları bildirilmiştir [135].

5.3. Antimikrobiyal Aktivite

Bu çalışmada *Boletus edulis* (ayı mantarı), *Cantharellus cibarius* (sarıkız mantarı), *Craterellus cornucopioides* (borazan mantarı), *Hydnum repandum* (sığırdili mantarı) ve *Agaricus bisporus* (kültür mantarı) mantarlarının, *Staphylococcus aureus, Enterecoccus faecalis* Gram pozitif bakterileri ile *Escherichia coli, Enterobacter cloaceae, Klebsiella pneumoniae, Serratia marcescens* ve *Pseudomonas aeruginosa* Gram negatif bakterilerinin ve *Candida albicans* mayasının hastane izolatları ve standart suşları (Tablo 3.1) üzerine antimikrobiyal etkileri araştırıldı. Bu amaçla mantar örneklerinden elde edilen aseton ve metanol ekstreleri ile agar disk difüzyon ve mikrodilüsyon yöntemleri çalışıldı. Yapılan analizler sonucu mantar ekstrelerinin farklı konsantrasyonlarının bazı bakteriler üzerinde farklı oranlarda antimikrobiyal etki gösterdiği gözlemlendi (Tablo 4.9-4.14).

Disk difüzyon yöntemi ile mantar türlerinin 50, 100 ve 200 mg/mL'lik metanol ve aseton ekstrelerinin test bakterileri üzerine antimikrobiyal (inhibitör) etkileri çalışıldı. Deney sonuçlarına göre; *B.edulis*'in metanol ekstresinin 200 mg/mL'lik konsantrasyonunun *S. aureus* bakterisinde 15 mm'lik bir inhibisyon zonu oluşturduğu gözlendi. Bu bakteri için MİK değerinin ise 2 mg/mL'den daha fazla olduğu mikrodilüsyon yöntemi ile belirlendi (Tablo 4.9 ve Tablo 4.14). Ayı mantarı aseton ekstresinin *E.coli* 25922 için MİK değerinin 2 mg/mL olduğu gözlendi. 2012 yılında Kosanic ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada *Boletus edulis'*in aseton ekstresinin *E.coli* için MİK değeri 5 mg/mL olarak rapor edilmiştir [73]. Farklı bir çalışmada ise aynı mantarın *Actinomyces viscosus* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri üzerinde 50-100 mg/mL'lik konsantrasyonlarının üremeyi engelleyici (inhibitör) bir etki gösterdiği belirtilmiştir [102].

Borazan mantarının (*Cratarellus cornicopioides*) aseton ekstresinin *S. aureus* bakterisi için 8 mm'lik inhibisyon zon çapı ölçüldü. Metanol ekstresinin inhibisyon zon çapının *K. pneumoniae* için ise 15 mm olduğu gözlendi. *S. aureus* için MİK değerinin 2 mg/mL, *K. pneumoniae* için ise 2 mg/mL'den büyük olduğu saptandı.

Sarıkız mantarının (*Cantharellus cibarius*) metanol ve aseton ekstrelerinin *S.aureus* ve *S. marcescens* test bakterileri için özellikle 200 mg/mL'lik

konsantrasyonlarının 10 ve 14 mm'lik inhibisyon zonu oluşturdukları belirlendi. *S. aureus* için MİK değerinin 2 mg/mL, *S. marcescens* için ise 2 mg/mL'den fazla olduğu saptandı. Daha önceki yıllarda sarıkız mantarı ile yapılan çalışmalarda da aseton ve metanol ekstrelerinin çeşitli bakteri türleri üzerine antimikrobiyal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir [71, 102, 119, 128, 134, 137].

Sığırdili mantarının (*H. repandum*) metanol ve aseton ekstrelerinin *S. aureus*, *E. faecalis* ve *P. aeruginosa* için oluşturduğu zon çapları 8-15 mm aralığında ölçüldü. Ekstrelerin *E. faecalis* ve *P. aeruginosa* için MİK değerleri > 2 mg/mL, *S. aureus* bakterisi için 0.5 mg/mL olarak gözlendi. Yapılan farklı çalışmalarda ise sığırdili ekstrelerinin test bakterileri için 10 mm'den daha küçük inhibisyon zonu oluşturduğu ayrıca 50-100 mg/mL'lik MİK değerleri rapor edilmiştir [35, 102].

Kültür mantarının (*Agaricus bisporus*) *P. aeruginosa* bakterisine karşı antimikrobiyal aktivite sergilediği, 9-12 mm'lik zon çaplarının ölçülmesi ile belirlendi. MİK değerleri > 2 mg/mL olarak gözlendi. Kültür mantarı ile yapılan diğer antimikrobiyal aktivite çalışmalarında farklı ekstrelerin test bakterileri için 15-24 mm arasında inhibisyon zon çapı meydana getirdiği ifade edilmiştir [102, 136].

Bu tez çalışması kapsamında, doğada kendiliğinden yetişen 4 farklı yabanıl mantar türü ile kültür mantarının antioksidan, antimikrobiyal aktiviteleri ve β-glukan içerikleri araştırıldı ve bu özellikleri birbirleri ile karşılaştırıldı. Antioksidan aktivite açısından değerlendirildiğinde bu çalışmada kullanılan tüm mantar türlerinin sentetik antioksidanlar kadar yüksek ya da yakın bir antioksidan aktiviteye sahip olmadıkları gözlendi. Ancak çalışmada mantar türleri besin olarak tüketildikleri formda yani taze olarak kullanıldı. Herhangi bir madde izolasyonu ya da saflaştırılması yapılmadı. Sentetik standart antioksidanlar ise oldukça yüksek saflıkta ve konsantre maddelerdir. Bununla birlikte mantar türlerinin antioksidan aktiviteleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ayı mantarı ve kültür mantarının diğer mantar türlerine oranla daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği saptandı.

Yabanıl mantarlar ve kültür mantarı fenolik madde içerikleri bakımından değerlendirilecek olursa, en yüksek fenolik madde içeriği *B. edulis'*de (ayı mantarı) ölçüldü. *B.edulis'*in fenolik madde miktarını % 100 kabul edersek, kültür mantarının %

66, borazan mantarının % 61, sarıkız ve sığırdili mantarlarının da % 57 ve % 56 oranında fenolik madde içerdiği söylenebilir. Fenolik bileşiklerin kanser ve aterosklerozun engellenmesindeki önemi de göz önünde bulundurulacak olursa, besin olarak tüketilmelerinde hepsinin fenolik madde alınımı açısından dikkate değer olduğu ileri sürülebilir. Ayrıca kültür mantarı belirli bir kompostun üzerinde ve üretim şartları (sıcaklık, nem vs.) kontrol edilerek yetiştirilmektedir. Aynı şekilde doğada yetişen yabanıl mantarların da bulundukları çevre koşullarına bağlı olarak içeriklerindeki madde miktarı değişiklik gösterecektir.

Antimikrobiyal aktivite açısından çalışılan yabanıl mantar örnekleri incelendiğinde, saf antibiyotikler kadar yüksek inhibisyon zonu oluşturmamalarına karşın test mikroorganizmalarından *S. aureus, K. pneumoniae, S. marcescens, E. facealis* ve *P. aeruginosa* bakterilerinin üremesini inhibe ederek, inhibisyon zon çapı oluşturdukları gözlendi. Ayrıca yabanıl mantar türlerinin kültür mantarından daha fazla sayıda bakteriyi etkiledikleri belirlendi.

Çalışılan mantar türleri total glukan açısından değerlendirildiğinde ise, total miktarın büyük bir yüzdesini β-glukanın oluşturduğu gözlendi. β-glukanın biyolojik aktivitesi ve faydaları göz önüne alınırsa, tüm mantar türlerinin β-glukan açısından totale oranla zengin içerikli oldukları ve tüketilmelerinin bu açıdan oldukça faydalı olduğu söylenebilir. Literatürde β-glukanın tıbbi açıdan önemi ile ilgili pek çok çalışma olmasına karşın, farklı mantar türlerinin β-glukan içerikleri hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Özellikle sarıkız, sığırdili, borazan ve kültür mantarlarının β-glukan içerikleri ile ilgili bir çalışma bulunamadı. Bu çalışma ülkemizde ve özellikle Trakya Bölgesi'nde yetişen farklı mantar türlerinin β-glukan içerikleri hakkında bilgi vermesi açısından da oldukça önemlidir ve bu konu ile ilgili ileriki çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

BÖLÜM 6

KAYNAKLAR

1 Duman R., Doğan H.H., Atefl A., ***Morchella conica (Pers.) Boudier ve Suillus luteus (L.) SF Gray makrofungusunun antimikrobiyal aktiviteleri,*** SÜ Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi, 22, 19-24, 2003.

2 Güven A., Gülmez M., ***Fonksiyonel gıdalar ve sağlıkla ilişkisi***, Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 12, 1, 91-96, 2006

3 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.

4 Yilmaz N., Solmaz M., Türkekul İ., Elmastaş M., ***Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey***, Food Chemistry, 99, 1: 168-174, 2006.

5 Baytop A., ***Türkiyenin Makrofungusları ile ilgili bir yayın listesi***, Türk Botanik dergisi, 18, 3, 175-185, 1994.

6 Ndyetabura T., Lyantagaye S. L., Mshandete A. M., ***Antimicrobial activity of ethyl acetate extracts from edible tanzanian Coprinus cinereus (schaeff) s. Gray s. lat. Cultivated on grasses supplemented with cow dung manure***, Arpn. J. Agric. Biol. Sci, 5, 5, 79-85, 2010.

7 Kosanić M., Ranković B., Dašić M ., ***Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents***, Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 11, 4, 1095-1102, 2012.

8 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.

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 Sümer S., ***Genel Mikoloji***, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006.

15 Işık H., ***Tokat Yöresinde Bulunan Bazı Makromantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması***, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 2008.

16 Tamer A.Ü., Gücin F., Solak M.H., ***Mikolojiye Giriş***, Celal Bayar Üniversitesi Yayınları , Manisa, 2011.

17 Manzi P., Gambelli L., Marconi S., Vivanti V., Pizzoferrato L , ***Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study***, Food chemistry, 65, 4, 477-482, 1999.

18 El Enshasy H. A., Hatti-Kaul R. , ***Mushroom immunomodulators: unique molecules with unlimited applications***, Trends in Biotechnology, 31, 12, 668-677, 2013.

19 Aida F. M. N. A., Shuhaimi M., Yazid M., Maaruf A. G., ***Mushroom as a potential source of prebiotics: a review***, Trends in Food Science and Technology, 20 ,11, 567-575, 2009.

20 Kalač P., ***Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review***, Food Chemistry, 113,1, 9-16, 2009.

21 Öztürk A., Çopur U., ***Mantar Bileşenlerinin Terapotik Etkileri***, Bahçe, 38, 1, 19-24 2009.

22 Öztürk, A., ***Bazı yenilebilir mantar türlerinde farklı ön işlem ve kurutma yöntemlerinin kalite özellikleri ve besin öğeleri üzerine etkileri***, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2010.

23 Chang R., ***Functional properties of edible mushrooms***, Nutrition Reviews, 54, 11, 91-93, 1996.

24 Mat A., ***Türkiye'de mantar zehirlenmeleri ve zehirli mantarlar,*** Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2000.

25 Dökmeci İ., Dökmeci H., ***Toksikoloji, zehirlenmelerde tanı ve tedavi 4. baskı***, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2005.

26 Roupas P., Keogh J., Noakes M., Margetts C., Taylor, P. , ***The role of edible mushrooms in health: Evaluation of the evidence***, Journal of Functional Foods, 4, 4, 687-709, 2012.

27 Gbolagade J. S., Fasidi I. O, ***Antimicrobial activities of some selected Nigerian mushrooms***, African Journal of Biomedical Research, 8, 2, 83-87, 2006.

28 Pereira E., Barros L., Martins A., Ferreira I. C. , ***Towards chemical and nutritional inventory of Portuguese wild edible mushrooms in different habitats***, Food Chemistry, 130, 2, 394-403, 2012.

29 Lee. S.S., ***Antimicrobial activity of edible wild mushroom extracts***, Master Thesis, Universiti Malaysia Sabah, 2006.

30 Surekha Ch, Kaladhar DSVGK, Raju Srikakarlapudi J.R., ***Evaluation of antioxidant and antimicrobial potentiality of some edible mushrooms***, International Journal of Advanced Biotechnology and Research , 2, 1, 130-134, 2011.

31 Thillaimaharani K. A., Sharmila K., Thangaraju P., Karthick M., Kalaiselvam M., ***Studies on Antimicrobial and Antioxidant properties of oyster mushroom Pleurotus florida*** , Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 4, 4, 1540-1545, 2013.

32 Dedeoğlu N., ***Yenilebilir mantar türlerinden polifenol oksidaz enziminin saflaştırılması ve karakterizasyonu***, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2009.

33 Duman R., Taner H., Doğan H.H., ***Bazı makrofungusların antimikrobiyal aktiviteleri*** , Afyon Kocatepe University Journal of Science, 7, 1, 55-65, 2007.

34 Jeong S. C., Jeong Y. T., Yang B. K., Islam R., Koyyalamudi S. R., Pang G., Song C. H., ***White button mushroom (Agaricus bisporus) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats***, Nutrition Research, 30, 1, 49-56, 2010.

35 Yamaç M., Bilgili F., ***Antimicrobial activities of fruit bodies and/or mycelial cultures of some mushroom isolates***, Pharmaceutical Biology, 44, 9, 660-667, 2006.

36 Oyetayo V. O., ***Free radical scavenging and antimicrobial properties of extracts of wild mushrooms***, Brazilian Journal of Microbiology, 40, 2, 380-386, 2009.

37 Sun, M. T., ***Therapeutic effect of some foods on hyperlipidemia in man***, Acta Nutrition Sinica, 6, 127-133, 1984.

38 Bae I. Y., Kim H. W., Yoo H. J., Kim E. S., Lee S., Park D. Y., Lee H. G., ***Correlation of branching structure of mushroom β-glucan with its physiological activities***, Food Research International, 51, 1, 195-200, 2013.

39 Lu Q. Y., Jin Y. S., Zhang Q., Zhang Z., Heber D., Go V. L. W., Rao, J. Y. , ***Ganoderma lucidum inhibit growth and induce actin polymerization in bladder cancer cells in vitro***, Cancer letters, 216, 1, 9-20, 2004.

40 Dülger B., Şen F., Gücin F. , ***Russula delica Fr. makrofungusunun antimikrobiyal aktivitesi***, Tr. J. of Biology, 23, 127-133, 1999.

41 Akramiene D., Kondrotas A., Didziapetriene J., Kevelaitis E., ***Effects of beta-glucans on the immune system***, Medicina, 43, 8, 597-606, 2006.

42 Chen J., Seviour R. , ***Medicinal importance of fungal β-(1→ 3),(1→ 6)-glucans***, Mycological Research, 111, 6, 635-652, 2007.

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

44 Synytsya A., Novák M., ***Structural diversity of fungal glucans***, Carbohydrate Polymers, 92, 1, 792-809, 2013.

45 Volman J.J., Ramakers J. D., Plat J., ***Dietary modulation of immune function by β-glucans***, Physiology & Behavior, 94, 2, 276-284, 2008.

46 Manzi P., Pizzoferrato L, ***Beta-glucans in edible mushrooms***, Food Chemistry, 68, 3 , 315-318, 2000.

47 Wasser, S., ***Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharide,*** Applied Microbiology and Biotechnology, 60, 3, 258-274, 2002.

48 Lombard, Y., Giaimis, J., Makaya-Kumba, M., Fonteneau, P., & Poindron, P. , ***A new method for studying the binding and ingestion of zymosan particles by macrophages***, Journal of Immunological Methods, 174, 1, 155-165, 1994.

49 Bohn J. A., BeMiller J. N., ***(1→ 3)-β-D-Glucans as biological response modifiers: a review of structure-functional activity relationships***, Carbohydrate Polymers, *28,* 1, 3-14, 1995.

50 Carbonero E. R., Gracher A. H. P., Smiderle F. R., Rosado F. R., Sassaki G. L., Gorin P. A., Iacomini M., ***A β-glucan from the fruit bodies of edible mushrooms Pleurotus eryngii and Pleurotus ostreatoroseus***, Carbohydrate Polymers, 66, 2, 252-257, 2006.

51 Levinson W., ***Tıbbi Mikrobiyoloji ve İmmünoloji***, Güneş Tıp Kitabevleri, 9. Baskı, Ankara, 2008

52 Brown G. D., Gordon S., ***Immune recognition of fungal β-glucans***, Cellular Microbiology, 7, 4, 471-479, 2005.

53 Herre J., Willment J. A., Gordon S., Brown G. D. , ***The role of Dectin-1 in antifungal immunity***, Critical Reviews in Immunology, 24, 3, 193-203, 2004.

54 Herre J., Gordon S., Brown G. D. , ***Dectin-1 and its role in the recognition of β-glucans by macrophages***, Molecular Immunology, 40, 12, 869-876, 2004.

55 Xia Y., Ross G.D., ***Generation of recombinant fragments of CD11b expressing the functional β-glucan-binding lectin site of CR3 (CD11b/CD18)***, Journal of Immunology, 162, 7285–7293, 1999.

56 Furue H., ***Biological characteristics and clinical effect of sizofilan (SPG)***, Drugs of today, 23, 6, 335-346, 1987.

57 Liu K., Wang J., Zhao L., Wang Q., ***Anticancer, antioxidant and antibiotic activities of mushroom Ramaria flava***, Food and Chemical Toxicology, 58, 375-380, 2013.

58 Fujimiya Y., Suzuki Y., Oshiman K. I., Kobori H., Moriguchi K., Nakashima H., Katakura R., ***Selective tumoricidal effect of soluble proteoglucan extracted from the basidiomycete, Agaricus blazei Murill, mediated via natural killer cell activation and apoptosis*****,** Cancer Immunology, Immunotherapy, 46, 3, 147-159, 1998.

59 Mizuno M., Minato K. I., Ito H., Kawade M., Terai H., Tsuchida H. , ***Anti-tumor polysaccharide from the mycelium of liquid-cultured Agaricus blazei mill***., The International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life, 47, 4, 707-714, 1999.

60 Mizuno M., ***Anti-tumor polysaccharides from mushrooms during storage***, Biofactors, 12, 1, 275-281, 2000.

61 Ikekawa T, Uehara N, Maeda Y, Nakanishi M, Fukuoka F, ***Antitumor activity of aqueous extracts of edible mushrooms,*** Cancer Research, 29, 734, 1969.

62 Hong F., Yan J., Baran J. T., Allendorf D. J., Hansen R. D., Ostroff G. R., Ross G. D., ***Mechanism by which orally administered β-1, 3-glucans enhance the tumoricidal activity of antitumor monoclonal antibodies in murine tumor models***, The Journal of Immunology, 173, 2, 797-806, 2004.

63 Demir G., Klein H. O., Mandel-Molinas N., Tuzuner N., ***Beta glucan induces proliferation and activation of monocytes in peripheral blood of patients with advanced breast cancer***, International Immunopharmacology, 7, 1, 113-116, 2007.

64 Guillamón E., García-Lafuente A., Lozano M., Rostagno M. A., Villares A., Martínez J. A., ***Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases***, Fitoterapia, 81, 7, 715-723, 2010.

65 Jeong S. C., Jeong Y. T., Yang B. K., Islam R., Koyyalamudi S. R., Pang G., Song C. H. , ***White button mushroom (Agaricus bisporus) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats***, Nutrition Research, 30, 1, 49-56, 2010.

66 Bobek P., Ozdín L., Galbavý Š. ***Dose-and time-dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) in rats***, Nutrition, 14, 3, 282-286, 1998.

67 Jayakumar T., Aloysius Thomas P., Geraldine P., ***Protective effect of an extract of the oyster mushroom, Pleurotus ostreatus, on antioxidants of major organs of aged rats***, Experimental gerontology, 42, 3, 183-191, 2007.

68 Alberts, A. W. , ***Discovery, biochemistry and biology of lovastatin***, The American journal of cardiology, 62, 15, 10-15, 1988.

69 Campbell N. A., J. B. Reece., ***Biology. 7th***, Pearson, 38, USA, 2005.

70 Khatua, S., Paul, S., & Acharya, K. , ***Mushroom as the potential source of new generation of antioxidant: a review***, Research Journal of Pharmacy and Technology, 6, 5, 496-505, 2013.

71 Aina D. A., Jonathan S. G., Olawuyi O. J., Ojelabi D. O., Durowoju B. M. , ***Antioxidant, antimicrobial and phytochemical properties of alcoholic extracts of Cantharellus cibarius–a Nigerian mushroom***, New York Science Journal, 5, 10, 114-120, 2012.

72 Sisein E. A. S., ***Biochemistry of free radicals and antioxidants***, Sch. Acad. J. Biosci., 2,2, 110-118, 2014.

73 Kosanić M., Ranković B., Dašić M., ***Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents***, Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 11, 4, 1095-1102, 2012.

74 Halliwell B., ***Free radicals and antioxidants: updating a personal view***, Nutrition reviews, 70, 5, 257-265, 2012.

75 Aruoma O. I., Cuppett, S. L., ***Antioxidant methodology: in vivo and in vitro concepts***, The American Oil Chemists Society, USA, 1997.

76 Shahidi F., ***Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications***, The American Oil Chemists Society, USA, 1997.

77 Akkuş, İ. ***Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri***, Mimoza Yayınları, Konya 1995.

78 Halliwell B., ***Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence?*** The Lancet, 344, 8924, 721-724, 1994.

79 Adebayo E. A., Oloke J. K., Ayandele A. A., Adegunlola C. O., ***Phytochemical, antioxidant and antimicrobial assay of mushroom metabolite from Pleurotus pulmonarius–LAU 09 (JF736658)***, J. Microbiol. Biotech. Res., 2, 2, 366-374, 2012.

80 Preeti, A., Pushpa S., Sakshi S., Jyoti A., ***Antioxidant mushrooms: a review***, Int Res J Pharmacy, 3, 6, 65-70, 2012.

81 Keleş A., Koca İ., Gençcelep, H. , ***Antioxidant properties of wild edible mushrooms***, Journal of Food Processing and Technology, 2, 6, 2011.

82 HongLian S., Noguchi N., Niki E., Pokorny J., Yanishlieva N., Gordon M. **,** ***Introducing natural Antioxidants***, ***Antioxidants in food: practical applications***, Woodhead Publishing, USA, 2001.

83 Pham-Huy L. A., He H., Pham-Huy C., ***Free radicals, antioxidants in disease and health***, International Journal of Biomedical Science: IJBS, 4, 2, 89-96, 2008.

84 Tayefi-Nasrabadi H., Dehghan G., Daeihassani B., Movafegi A., Samadi A., ***Some biochemical properties of guaiacol peroxidases as modified by salt stress in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive safflower (Carthamus tinctorius L. cv.) cultivars***, African Journal of Biotechnology, 10, 5, 751-763, 2013.

85 Ghamsari L., Keyhani E., Golkhoo S., ***Kinetics properties of guaiacol peroxidase activity in Crocus sativus L. corm during rooting***, Iranian Biomedical Journal, 11, 3, 137-146, 2007.

86 Lepeduš H., Cesar V., Krsnik-Rasol M., ***Guaiacol peroxidases in carrot (Daucus carota L.) root***, Food Technol Biotechnol., 42, 1, 33-36, 2004.

87 Mika A., Lüthje S., ***Properties of guaiacol peroxidase activities isolated from corn root plasma membranes***, Plant Physiology, 132, 3, 1489-1498, 2003.

88 Morales J. M. L., Rodríguez-Monroy M., Sepúlveda-Jiménez G., ***Betacyanin accumulation and guaiacol peroxidase activity in Beta vulgaris L. leaves following copper stres***, Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 81, 3, 193-201, 2012.

89 http://www.scielo.br/img/fbpe/qn/v25n3/9340e10.gif (8.12.2014)

90 Malarczyk E., Jarosz-Wilkołazka A., Kochmanska-Rdest J., **Effect of low doses of guaiacol and ethanol on Enzymatic activity of fungal cultures**, Dose-Response: An International Journal, 1, 2, 167-178 , 2007.

91 Litescu S. C., Eremia S., Radu G. L., ***Methods for the determination of antioxidant capacity in food and raw materials***, ***Bio-Farms for Nutraceuticals***, Springer US, 2010.

92 Badarinath A. V., Rao K. M., Chetty C. M. S., Ramkanth S., Rajan, T. V. S., Gnanaprakash, K. , ***A review on in-vitro antioxidant methods: comparisions, correlations and considerations***, International Journal of PharmTech Research, 2, 2: 1276-1285, 2010.

93 Blois M. S. , ***Antioxidant determinations by the use of a stable free radical***, Nature, 181, 1199-1200, 1958.

94 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DPPH_radical.svg (8.12.2014)

95 Singleton V. L., Rossi J.A, ***Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents***, American Journal of Enology and Viticulture, 16, 3, 144-158, 1965.

96 Blainski A., Lopes G. C., De Mello J. C. P. , ***Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from limonium brasiliense L.***, Molecules, 18, 6, 6852-6865, 2013.

97 Aparadh V. T., Naik V. V., Karadge, B. A. , ***Antioxidative properties (TPC, DPPH, FRAP, metal chelating ability, reducing power and TAC) within some Cleome species***, Annali di Botanica, 2, 49-56, 2012.

98 Oyaizu M., ***Studies on products of browning reaction--antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine***, Eiyogaku Zasshi= Japanese Journal of Nutrition, 44, 307-315, 1986.

99 Nikolovska-Nedelkoska D., Atanasova-Pančevska N., Amedi H., Veleska D., Ivanova E., Karadelev M., Kungulovski D., ***Screening of antibacterial and antifungal activities of selected Macedonian wild mushrooms***, Zbornik Matice Srpske za Prirodne Nauke, 124, 333-340, 2013.

100 Ejikeme N., Henrietta O. U., ***Antimicrobial activity of some local mushrooms on pathogenic isolates***, Journal of Medicinal Plants Research, 4, 23, 2460-2465, 2011.

101 Kavanagh F., Hervey A., Robbins W. J. ***, Antibiotic Substances From Basidiomycetes: VIII. Pleurotus Multilus (Fr.) Sacc. and Pleurotus Passeckerianus Pilat***, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 37, 9, 570, 1951.

102 Alves M. J., Ferreira I. C., Dias J., Teixeira V., Martins A., Pintado M. , ***A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds***, Planta Medica, 78, 16, 1707-1718, 2012.

103 Hedayati M. T., Pasqualotto A. C., Warn P. A., Bowyer P., Denning D. W.**,** ***Aspergillus flavus: human pathogen, allergen and mycotoxin producer***, Microbiology, 153, 6, 1677-1692, 2007.

104 Ustaçelebi Ş., ***Temel ve Klinik Mikrobiyoloji***, Güneş Kitabevi, Ankara, 1999.

105 Madigan M.T., ***Brock Mikroorganizmaların Biyolojisi***, Palme Yayınları, Ankara, 2012.

106 http://www.laumont.net/wp-content/uploads/2014/08/boletus_edulis1.jpg (8.12.2014)

107 Barutçiyan J., ***Türkiyenin Mantarları 1*** , Oğlak Yayınları, İstanbul, 2012.

108 http://champignons.moselle.free.fr/cha/craterellus_cornucopioides_4.jpg (8.12.2014)

109 http://www.ecolink.lt/wp-content/gallery/grybai/valgomosios_voveraites.jpg (8.12.2014)

110 http://honest-food.net/wp-content/uploads/2012/01/hydnum-repandum.jpg (8.12.2014)

111 http://www.floresyplantas.net/wp-content/uploads/agaricus-bisporus.jpg (8.12.2014)

112 Wong J. Y., Chye F. Y.**,** ***Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms***, Journal of Food Composition and Analysis , 22, 4, 269-277, 2009.

113 Synytsya A., Míčková K., Jablonský I., Slukocaá M., Čopíková J. , ***Mushrooms of genus Pleurotus as a source of dietary fibres and glucans for food supplements***, Czech Journal of. Food Sciences, 26, 6, 441-446, 2008.

114 Singh H. P., Batish D. R., Kohli R. K. Arora, K., ***Arsenic-induced root growth inhibition in mung bean (Phaseolus aureus Roxb.) is due to oxidative stress resulting from enhanced lipid peroxidation***, Plant Growth Regulation, 53, 1, 65-73, 2007.

115***Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (formerly NCCLS), Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing 8th Informational Supplement. CLSI M100-S18,*** Clinical and Laboratory Standards Institute, 940 West Valley Road, Wayne, Pennsylvania, USA, 2008.

116***Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (formerly NCCLS), Reference Method for Broth Dilution Antifungal Susceptibility Testing of Yeast Approved Standard, M27-A3,*** Clinical and Laboratory Standards Institute, 940 West Valley Road, Wayne, Pennsylvania, USA, 2006.

117 http://secure.megazyme.com/beta-Glucan_Yeast (8.12.2014)

118 Inyod T., Piamvaree S., Jamjumroon S., Sasomsaup V., Verasathiean S., Sungkarn, S., ***A β-glucan from short and long-stalked Pleurotus abalonus Han, Pleurotus eous and Auricularia auricula (Hook.) Underw***, Agricultural Science. Journal, 42,2, 650-652, 2011.

119 Kosanic M., RanKovic B., Dasic. M., ***Antioxidant and antimicrobial properties of mushrooms***, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19, 5, 1040-1046, 2013.

120 Liu Y. T., Sun J., Luo Z. Y., Rao S. Q., Su Y. J., Xu R. R., Yang, Y. J., ***Chemical composition of five wild edible mushrooms collected from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activity***, Food and Chemical Toxicology, 50, 5, 1238-1244, 2012.

121 Öztürk M., Duru M. E., Kivrak Ş., Mercan-Doğan N., Türkoglu A., Özler M. A., ***In vitro antioxidant, anticholinesterase and antimicrobial activity studies on three Agaricus species with fatty acid compositions and iron contents: A comparative study on the three most edible mushrooms***, Food and Chemical Toxicology, 49, 6, 1353-1360, 2011.

122 Sarıkürkçü C., ***Akdeniz bölgesi yenilebilir bazı mantarlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi***, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2009.

123 Sarikurkcu C., Tepe B., Yamaç M., ***Evaluation of the antioxidant activity of four edible mushrooms from the Central Anatolia, Eskisehir–Turkey: Lactarius deterrimus, Suillus collitinus, Boletus edulis, Xerocomus chrysenteron***, Bioresource Technology, 99, 14, 6651-6655, 2008.

124 Elmastas M., Isildak O., Turkekul I., Temur, N. , ***Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms***, Journal of Food Composition and Analysis, 20, 3, 337-345, 2007.

125 Barros L., Falcão S., Baptista P., Freire C., Vilas-Boas M., Ferreira I. C. , ***Antioxidant activity of Agaricus sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays***, Food chemistry, 111, 1, 61-66, 2008.

126 Heleno S. A., Barros L., Sousa M. J., Martins A., Ferreira I. C., ***Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms with antioxidant capacity***, Food Chemistry, 119, 4, 1443-1450, 2010.

127 Tsai S. Y., Tsai H. L., Mau J. L., ***Antioxidant properties of< Agaricus blazei, Agrocybe cylindracea, and Boletus edulis,*** LWT-Food Science and Technology, 40, 8, 1392-1402, 2007.

128 Ramesh C., Pattar M. G., ***Antimicrobial properties, antioxidant activity and bioactive compounds from six wild edible mushrooms of western ghats of Karnataka, India***, Pharmacognosy research, 2, 2, 107-112, 2010.

129 Meir S., Kanner J., Akiri B., Philosoph-Hadas S.***, Determination and involvement of aqueous reducing compounds in oxidative defense systems of various senescing leaves***, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43, 7, 1813-1819, 1995.

130 Woldegiorgis A. Z., Abate D., Haki G. D., Ziegler G. R., ***Antioxidant property of edible mushrooms collected from Ethiopia***, Food Chemistry, 157, 30-36, 2014.

131 Arbaayah H. H., Kalsom Y. U., ***Antioxidant properties in the Oyster mushrooms (Pleurotus spp.) and split gill mushroom (Schizophyllum commune) ethanolic extracts***, Mycosphere, 4, 661-673, 2013.

132 Dore C.M.P.G., Azevedo T.C.G., Souza M.C.R., Rego L.A., Dantas J.C.M., ***Antiinflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of β-glucan-rich extract from Geastrum saccatummushroom***, International immunopharmacology , 7, 9, 1160-1169, 2007.

133 Yang J. H., Lin H. C., Mau J. L., ***Antioxidant properties of several commercial mushrooms***, Food Chemistry, 77, 2, 229-235, 2002.

134 Keyhani J., Keyhani E., ***Anti-oxidative stress enzymes in golden chanterelle (Cantharellus cibarius),*** Microbes in Applied Research: Current Advances and Challenges, 23, 21-27, 2012.

135 Rana I. S., Rana A. S., ***Lignocellulolytic enzyme profile of Agaricus and Pleurotus species cultured on used tea leaves substrate,*** Advanced BioTech., 11, 06, 10-14, 2011.

136 Surekha C., , ***Evaluation of antioxidant and antimicrobial potentiality of some edible mushrooms***, International Journal of Advenced Biotechnological Resources., 2, 130-134, 2011.

137 Dulger B., Gonuz A., Gucin, F., ***Antimicrobial activity of the macrofungus Cantharellus cibarius***, Pakistan Journal of Biological Sciences, 2004.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Edirne'de doğdum. İlköğrenimimi Kırklareli Babaeski Fatih İlköğretim Okulunda, orta ve lise öğrenimimi Kırklareli Babaeski Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2002-2007 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesinde Biyoloji Öğretmenliği lisans eğitimi aldım. Yüksek Lisansımı 2007-2009 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında tamamladım. 2009 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında doktora eğitimime başladım.

2009 yılından beri Kırklareli Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulunda öğretim görevlisi olarak görev yapmaktayım. Evliyim ve bir çocuğum var.