

ARALIK 2017

Doktora Tezi- Biyoloji

CELAL BAL

GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YETİŞEN BAZI ODUN TAHRİPÇİSİ
MANTARLARIN BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN
ARAŞTIRILMASI

BİYOLOJİ
DOKTORA TEZİ

CELAL BAL
ARALIK 2017

**Türkiye’de Yetişen Bazı Odun Tahripçisi Mantarların
Biyolojik Aktivitelerinin Araştırılması**

Gaziantep Üniversitesi

Biyoloji

Doktora Tezi

Danışman

Doç. Dr. Hasan AKGÜL

Celal BAL

Aralık 2017



© 2017 [Celal BAL]

T.C.
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tezin Adı: Türkiye’de Yetişen Bazı Odun Tahripçisi Mantarların Biyolojik
Aktivitelerinin Araştırılması

Öğrencinin, Adı Soyadı: Celal BAL

Tez Savunma Tarihi: 01.12.2017

Fen Bilimleri Enstitüsü onayı



Prof. Dr. A. Necmeddin YAZICI

FBE Müdürü

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.



Prof. Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER

Enstitü ABD Başkanı

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



Doç. Dr. Hasan AKGÜL

Tez Danışmanı

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

Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER

Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU

Doç. Dr. Muhittin DOĞAN

Doç. Dr. Hasan AKGÜL

Yrd. Doç. Dr. Önder YUMRUTAŞ

İmzası



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

Celal BAL

ABSTRACT
BIOLOGICAL ACTIVITIES OF CERTAIN WOOD DECAYING
MUSHROOMS INDIGENOUS TO TURKEY

BAL, Celal

Ph.D. in Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Hasan AKGÜL

December 2017

90 pages

The present study aimed to determine the biological activities and chemical compositions of wood destroying *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch., *Daedalea quercina* (L.) Pers., *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst. and *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvar den mushrooms. For this purpose, ethanol extracts of the mushrooms were obtained. Extract phenolic content and chemical compositions were determined with HPLC and GC-MS device, antioxidant activities were determined with DPPH radical scavenging method, DNA protective activities were determined with pBR322 supercoil DNA, antimicrobial activities were identified with modified agar dilution method, and cytotoxic effects were determined on the A549 cell line, total antioxidant status (TAS) and total oxidant levels (TOS) were determined with commercial Rel Assay kits, and Zn, Fe, Ca, Mn, Mg, Cu, Pb, Cr, Ni and Co levels were determined with atomic absorption spectrometry. A total of 9 phenolic compounds were identified. Furthermore, 26 chemical compounds were identified in the mushrooms used in the study with GC-MS screening. The highest DPPH antioxidant activity and TAS values were observed in the *F. torulosa*, the highest TOS value was observed in *D. quercina*, the highest antimicrobial activity was observed in *T. biforme*, and the highest cytotoxic effect was determined in *F. fomentarius*. It was determined that all mushroom ethanol extracts had DNA protective property. It was also found that the elementary content varied among the mushrooms.

Keywords: Wood decaying mushroom, Biological activity, Phenolic compound, Chemical composition, Antioxidant.

ÖZET
TÜRKİYE'DE YETİŞEN BAZI ODUN TAHRİPÇİSİ MANTARLARIN
BIYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

BAL, Celal

Doktora Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Hasan AKGÜL

Aralık 2017

90 sayfa

Bu çalışmada odun tahripçisi olan *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch., *Daedalea quercina* (L.) Pers., *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst. ve *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden mantarlarının biyolojik aktivitelerinin ve kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda mantarların etanol özütleri çıkarılmıştır. HPLC ve GC-MS cihazı kullanılarak fenolik içerikleri ve kimyasal kompozisyonları, DPPH radikal süpürme metodu ile antioksidan aktiviteleri, pBR322 süperkoil DNA kullanılarak DNA koruyucu aktiviteleri, modifiye agar dilüsyon metodu ile antimikrobiyal aktiviteleri, A549 hücre hattı üzerinde sitotoksik etkileri, Rel Assay ticari kitleri kullanılarak toplam antioksidan seviyeleri (TAS) ve toplam oksidan seviyeleri (TOS), atomik absorpsiyon spektrometresinde Zn, Fe, Ca, Mn, Mg, Cu, Pb, Cr, Ni ve Co seviyeleri tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda toplam 9 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. Ayrıca GC-MS taraması sonucunda çalışmada kullanılan mantarlarda toplam 26 adet kimyasal bileşik belirlenmiştir. En yüksek antioksidan aktivite ve TAS değeri *F. torulosa* 'a mantarında, en yüksek TOS değeri *D. quercina*'de, en yüksek antimikrobiyal aktivite *T. biforme* 'de, en yüksek sitotoksik etki *F. fomentarius*'da gözlenmiştir. Tüm mantarların etanol özütlerinin DNA'yı koruyucu etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca mantarların element içeriklerinin mantarlar arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Odun Tahripçisi Mantar, Biyolojik aktivite, Fenolik bileşik, Kimyasal kompozisyonu, Antioksidan.



Çok kıymetli aileme.....

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan, aynı zamanda kişilik olarak da bana çok şey katan Akdeniz Üniversitesi öğretim üyelerinden danışman hocam, sayın Doç. Dr. Hasan AKGÜL' e,

Bölümdeki çalışmalarına imkân sağlayan başta Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER' e,

Tezimin laboratuvar analizleri, analizlerin yorumlanmasında, örneklerimin teşhisinde baştan sona yardımlarını esirgemeyen ve her zaman destek olan çok kıymetli hocalarım sayın Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU, Doç. Dr. Ilgaz AKATA, Doç. Dr. Muhittin DOĞAN, Yrd. Doç. Dr. Önder YUMRUTAŞ, Yrd. Doç. Dr. Selami Günal' a,

Doktora çalışmalarımnda eşsiz bilgileriyle bana yardımcı olan ve desteklerini yanımda gördüğüm arkadaşım, Uzman. Mustafa SEVİNDİK' e,

Doktora öğrenimim boyunca manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim ve her konuda bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Canan CAN, Prof.Dr. Abuzer ÇELEKLİ ve Doç. Dr. Murat KÜTÜK' e,

Gaziantep Üniversitesi'ndeki öğretim hayatım süresince manevi desteğini benden esirgemeyen ve benim için her zaman çok değerli olan Sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Mustafa PEHLİHAN, Arş. Gör. Fatih YAYLA, Yüksek Biyolog Ali İmran KORMAZ ve Yüksek Biyolog Emre Cem ERASLAN'a

Çalışmalarımı yaptığım Biyoloji Bölümü Öğretim üyelerine,

Hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen sevgili aileme ve özellikle eşime,

en içten sevgi, saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ABSTRACT.....	v
ÖZET.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SEMBOLLER/ KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Oksidatif stres ve Antioksidanlar.....	2
1.1.1. Oksidatif Stres.....	2
1.1.2. Oksidatif Stres ve Etkileri	3
1.1.3. Serbest Radikaller	4
1.2. Antioksidanlar.....	5
1.2.1. Mantarlar ve Biyolojik Aktiviteleri	6
1.3. Elementler ve İnsanlardaki Fonksiyonları	10
1.4. Çalışmanın Amacı.....	13
BÖLÜM 2	14
KAYNAK ÖZETLERİ.....	14
BÖLÜM 3	24
MATERYAL VE METODLAR	24
3.1. Araştırmada Kullanılan Mantar Örnekleri:.....	25
3.1.1. <i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	25
3.1.2. <i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	26

3.1.3. <i>Fuscoporia torulosa</i> (Pers.) T. Wagner & M. Fisch.....	27
3.1.4. <i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.....	28
3.1.5. <i>Inonotus hispidus</i> (Bull.) P. Karst.....	29
3.1.6. <i>Trichaptum biforme</i> (Fr.) Ryvarden.....	30
3.2. DPPH Temizleme Deneyi.....	31
3.3. Mantarların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	31
3.4. TAS, TOS ve OSİ Değerlerinin Belirlenmesi	32
3.5. DNA Koruyucu Aktivitelerin Belirlenmesi.....	32
3.6. MTT Testi ile Hücre Yaşayabilirliğinin Belirlenmesi.....	33
3.7. Fenolik İçeriklerinin ve Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi	33
3.7.1. Fenolik İçeriklerinin Belirlenmesi	33
3.7.2. Kimyasal Kompozisyonların Belirlenmesi	34
3.8. Mantar Örneklerinin Element İçeriklerinin Belirlenmesi.....	34
BÖLÜM 4	35
BULGULAR	35
4.1. Mantarların DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivite Bulguları.....	35
4.2. Mantarların Antimikrobiyal Aktivite Bulguları.....	36
4.3. Mantarların TAS, TOS ve OSİ Değerleri	37
4.4. Mantarların DNA Koruyucu Aktivite Bulguları.....	38
4.5. Mantarların Sitotoksik Aktivite Bulguları	39
4.6. Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi	41
4.7. Mantarların Kimyasal Kompozisyonları	49
4.7.1. <i>T. biforme</i> Mantarının Kimyasal Kompozisyonu.....	49
4.7.2. <i>D. quercina</i> 'nın Kimyasal Kompozisyonu	50
4.7.3. <i>I. hispidus</i> 'un Kimyasal Kompozisyonu	51
4.7.4. <i>F. fomentarius</i> Mantarının Kimyasal Kompozisyonu.....	53
4.7.5. <i>F. torulosa</i> 'nın Kimyasal Kompozisyonu.....	54

4.7.6. <i>T. gibbosa</i> 'nın Kimyasal Kompozisyonu.....	55
4.8. Mantarların Element İçerikleri.....	57
BÖLÜM 5	59
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	59
5.1. DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivite.....	59
5.3. Mantarların TAS, TOS ve OSİ Değerleri	61
5.4. Mantarların DNA Koruyucu Aktiviteleri	63
5.5. Mantarların Sitotoksik Etkileri	64
5.7. Mantarların Kimyasal Kompozisyonları	66
5.8. Mantarların Element Kompozisyonları	67
KAYNAKLAR	70

TABLULAR LİSTESİ

	SAYFA
Tablo 3.1. HPLC gradient programı.....	34
Tablo 4.1. DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivite Yüzdeleri.....	35
Tablo 4.2. Mantar Örneklerinin Antimikrobiyal Aktivite Bulguları.....	37
Tablo 4.3. Mantar Örneklerinin TAS, TOS ve OSİ Değerleri	38
Tablo 4.4. Mantar örneklerinin fenolik içerikleri.....	42
Tablo 4.5. <i>T. biforme</i> 'nin kimyasal kompozisyonu.....	50
Tablo 4.6. <i>D. quercina</i> 'nin kimyasal kompozisyonu	51
Tablo 4.7. <i>I. hispidus</i> ' dan elde edilen özütün kimyasal kompozisyonu.....	52
Tablo 4.8. <i>F. fomentarius</i> 'dan elde edilen özütün kimyasal kompozisyonu.....	54
Tablo 4.9. <i>F. torulosa</i> 'dan elde edilen özütün kimyasal kompozisyonu.....	54
Tablo 4.10. <i>T. gibbosa</i> ' dan elde edilen özütün kimyasal kompozisyonu	57
Tablo 4.11. Mantar örneklerinin mineral madde ve ağır metal içerikleri	58

ŞEKİLLER LİSTESİ

	SAYFA
Şekil 3.1. Laboratuvar çalışmaları	24
Şekil 3.2. <i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.....	25
Şekil 3.3. <i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.....	26
Şekil 3.4. <i>Fuscoporia torulosa</i> (Pers.) T. Wagner & M. Fisch.....	27
Şekil 3.5. <i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.....	28
Şekil 3.6. <i>Inonotus hispidus</i> (Bull.) P. Karst.	29
Şekil 3.7. <i>Trichaptum biforme</i> (Fr.) Ryvarde n	30
Şekil 4.1. Mantar Örneklerinin DNA Koruyucu Aktiviteleri	39
Şekil 4.2. Mantar Örneklerinin Sitotoksik Etkileri	40
Şekil 4.3. <i>T. biforme</i> EtoH özütünün orijinal HPLC kromotogramı.....	43
Şekil 4.4. <i>D. quercina</i> EtoH özütünün orijinal HPLC kromotogramı	44
Şekil 4.5. <i>I. hispidus</i> EtoH özütünün orijinal HPLC kromotogramı.....	45
Şekil 4.6. <i>F. fomentarius</i> EtoH özütünün orijinal HPLC kromotogramı.....	46
Şekil 4.7. <i>F. torulosa</i> EtoH özütünün orijinal HPLC kromotogramı	47
Şekil 4.8. <i>T. gibbosa</i> EtoH özütünün orijinal HPLC kromotogramı	48
Şekil 4.9. <i>T. biforme</i> EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı	49
Şekil 4.10. <i>D. quercina</i> EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı.....	51
Şekil 4.11. <i>I. hispidus</i> EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı	52
Şekil 4.12. <i>F. fomentarius</i> EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı	53
Şekil 4.13. <i>F. torulosa</i> EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı	54
Şekil 4.14. <i>T. gibbosa</i> EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı	56

SEMBOLLER/ KISALTMALAR LİSTESİ

μg	Mikrogram
μL	Mikrolitre
α	Alfa
β	Beta
ADP	Adenozin difosfat
ATP	Adenozin trifosfat
Ca	Kalsiyum
CAT	Katalaz
CCl_4	Karbon tetraklorür
Cd	Kadmiyum
Cl	Klor
CLSI	Clinical and laboratory standards institute
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
DMSO	Dimetil sülfoksit
DNA	Deoksiribo nükleik asit
DPPH	1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil
Fe	Demir
g	Gram
GC-MS	Gaz kromatografisi kütle spektrometresi
H_2O_2	Hidrojen peroksit
HCl	Hidroklorik asit
Hg	Civa
HNO_3	Nitrik asit
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
kg	Kilogram
L	Litre
MCF-7	Meme kanser hücresi hattı

MDA	Malondialdehit
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
MİK	Minimal inhibitör konsantrasyonu
Mn	Mangan
MRSA	Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>
MTT	3- [4,5-dimetiltiazol-2-il] -2,5-difenil-tetrazolyum bromür
Na	Sodyum
NAD(P)H	Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat
Ni	Nikel
nm	Nanometre
ORAC	Oksijen radikalli absorbans kapasitesi
OSİ	Oksidatif stres indeksi
P	Fosfor
Pb	Kurşun
RNT	Reaktif Nitrojen Türleri
ROT	Reaktif Oksijen Türleri
TAS	Toplam Antioksidan Seviyesi
TFC	Toplam Flavonoid İçeriği
TOS	Toplam Oksidan Seviyeleri
TPC	Toplam Fenolik İçeriği
UV	Ultraviyole
Zn	Çinko

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Uzun yıllardan beri doğamızda var olan mantarlar, insan sağlığı açısından önemli olan çeşitli protein, mineral ve vitaminlere sahiptir (Wani vd., 2010). Mantarların metabolik değişkenliği, ekolojik çeşitliliği, karmaşık hayat döngüsü ve doğadaki vazgeçilmez rolü sebebiyle doğa bilimcilerinin, biyologların, genetikçilerin, ekolojistlerin, kimyacı ve biyokimyacıların araştırma konusu olmuştur (Tkacz vd., 2004). Geçmişten bu yana besin ve tıbbi ilaç maddesi olarak kullanılan makromantarların çeşitli hastalıkların tedavisinde antibakteriyel, antiviral, antifungal ve antitümör gibi etkilere sahip olduğu gözlenmiştir (Duman vd., 2007). İçeriklerinde bulunan yağ ve karbonhidratların az olması sebebiyle birçok hekim tarafından kalori kısıtlayıcı besin olarak önerilmektedir (Diyabalanage vd., 2008). Besin kaynağı olarak tüketilen malromantarlar içerdikleri antioksidan ve antimikrobiyal bileşikler bakımından ilaç sektöründe de önemli bir yer tutmaktadır (Ramesh vd., 2010). Dünya çapında zengin içerikli ve ucuz maliyetli doğal antioksidan kaynaklara olan yönelim gün geçtikçe artmakta olup, bu durum özellikle özüt çıkarım çalışmaları ile doğru ve etkin bir şekilde fenolik bileşiklerin elde edilmesi çalışmalarıyla hız kazanmıştır. Doğal antioksidan kaynaklardan olan yenilebilir mantarlar üzerine çalışmaların artması ile birlikte diyet kısıtlaması olan hastalar için de önem taşıyan ve dikkat çekici bir konu olmuştur (Abugria ve McElhenney, 2013).

Çeşitli ağaçların kök ve gövdeleri üzerinde yetişen bazı mantar türlerinin karaciğer, böbrek ve kalp sağlığı üzerinde güçlendirici etkilere sahip olup bağışıklık sistemine direnç kattığı, kandaki toksinleri temizleyerek vücutta toksik madde birikimini engellediği çeşitli araştırmalarla bulunmuştur (Chang vd., 1996; Sullivan vd., 2006). Tıbbi amaçlı kullanımlarının yanı sıra endüstrinin çeşitli alanlarında kullanımı ile karşılaşmakta mümkündür. Mantarlar çok sayıda renk tonları vermelerinden dolayı tekstil sanayisinde boyar madde olarak kullanılmakta olup bu mantarlardan elde

edilen boyar maddeler de iplik ve çeşitli ahşapların boyanmasında kullanılmışlardır (Kalyoncu vd., 2010).

FAOSTAT (2014) verilerine göre, Dünya’da üretilen toplam mantar miktarı 10.378.163 tondur. Dünya pazarında 7.634.959 ton ile en fazla mantar üretimi yapan ülke Çin’dir. İkinci sırayı 600.114 ton ile İtalya almaktadır. İtalya Avrupa pazarında en fazla mantar üreten ülke konumundadır. Üçüncü sırayı ise 534.626 ton üretim yapan Amerika almaktadır. Avrupa’daki en fazla mantar üretimi yapan ikinci ülke ise Hollanda’dır (310.000 ton). Dünya pazarında mantar üretiminde Türkiye ise 2011 yılında 27.058 ton ile 19. sırada yer almaktadır. Türkiye’nin mantar üretim miktarı 1982 yılında 10 ton olup üretimde esas artış 4400 ton ile 1987’de yaşanmıştır. Sonraki yıllarda ise 1997’ye kadar üretimde düşüş gözlenmiştir. Üretimdeki bu düşüş 1998 yılında tekrar ivme kazanıp hızla artmaya başlamıştır. En son üretim verisi olan 2014 yılındaki verilere bakıldığında 38.767 ton ile Türkiye’nin, Dünya mantar üretiminde sadece % 0,37’lük paya sahip olduğu görülmektedir. Bu durum Türkiye’deki makromantarların yeterince araştırılmaması ve makromantarlarla ilgili çalışmaların da yok denilecek düzeylerde olması ile ilişkili olabilir.

1.1. Oksidatif stres ve Antioksidanlar

1.1.1. Oksidatif Stres

Biyolojik hasar oluşumuna sebep olan reaktif oksijen türleri (ROT) ve reaktif nitrojen türleri (RNT)’nin zararlı etkileri sırasıyla oksidatif stres ve nitrosatif stres olarak adlandırılır (Kovacic vd., 2001; Valko vd., 2001; Ridnour vd., 2005). Oksidatif stres, biyolojik sistemlerde ROT ve RNT’nin aşırı üretimi, enzimatik/enzimatik olmayan antioksidanların eksikliği veya her iki durumun birlikte gerçekleştiği durumlarda belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Oksidatif stres karmaşık bir süreç olup organizma üzerindeki etkisi; oksidan bileşiğin türüne, üretim yerine ve yoğunluğuna, çeşitli antioksidanların bileşimi ve aktivitelerine ve onarım sistemlerinin yeteneğine bağlıdır (Durackova, 2010).

"ROT" terimi genel olarak süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$) ve hidroksil radikali (OH^{\cdot}) gibi oksijen ve hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi radikal olmayan moleküllerden daha yüksek reaktiviteye sahip tüm moleküler oksijen (O_2) metabolitlerini içerir. Burada anlatılan ROT normal aerobik metabolizmanın yan ürünü olarak üretilmekte ve stres koşulları

altında seviyeleri artmaktadır. Bu durum ise moleküler düzeyde bazı metabolik ve kronik sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Liu vd., 2002; Inoue vd., 2003).

Oksidatif fosforilasyon ile ATP üretimi gerçekleşir ve bu işlem sırasında, O₂'nin dört elektron alarak indirgenmesi yerine bir ya da iki elektron alarak kısmi indirgenmesi meydana gelebilir. Bu işlem, O₂⁻ ya da H₂O₂'nin oluşmasına neden olur. Bu moleküllerin yüksek miktarları ise diğer ROT'a dönüştürülebilir. Diğer ROT kaynakları ise peroksizomal oksidazlar (Dvorakova vd., 2000), sitokrom P-450 enzimleri (Geiszt vd., 1997), NAD(P)H oksidazları (Cheng vd., 2001), veya ksantin oksidazı içeren reaksiyonlar olabilir (Dorsam vd., 2000).

1.1.2. Oksidatif Stres ve Etkileri

Günümüzde kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve yaşlanma ile ortaya çıkabilen kronik rahatsızlıkların oranı giderek artış göstermektedir. Bu artışın temel sebeplerinden birinin oksidatif stres olduğu düşünülmektedir (Rahman vd., 1992; Racek vd., 1995; Pechan vd., 2003; Ballinger vd., 2005).

Serbest radikallerin en fazla etki ettiği yapılar merkezi sinir sistemidir ve buna ek olarak, dokularda üretilen ROT'lar, lipidler, nükleik asitler ve proteinler gibi makromoleküllere doğrudan zarar verebilir (Cherubini vd., 2005). ROT'un tercih ettiği oksidasyon hedeflerinden bir diğeri de doymamış yağ asitleri'dir.

Serbest Oksijen radikallerinden süperoksit anyon radikali (O₂⁻), hidroksil radikali (OH) ve alkilperoksil radikalleri (·OOCR) lipid peroksidasyonunun güçlü indikatörleridir. Bu radikaller birçok hastalıkta patojen olarak görev alır. Lipid peroksidasyonu başlatıldığında, sonlandırma ürünleri üretilinceye kadar zincir reaksiyonlarının yayılımı gerçekleşir. Bu nedenle, malondialdehit (MDA), 4-hidroksi-2-nonenal (4-HNE) ve F₂-izoprostan gibi lipid peroksidasyonunun son ürünleri biyolojik sistemlerde birikmektedir. Bu birikimler toksik etki yaparak biyolojik sistemlerde metabolik reaksiyonların bozulmasına yol açabilir (Rahal vd., 2014). DNA bazları ROT oksidasyonuna karşı oldukça hassastır ve DNA bazlarından *in vivo* 8 hidroksi-2-deoksiguanozinin oksidasyon ürünü olarak daha baskındır. DNA bazlarının oksidasyonu hem nüklear hem de mitokondriyal DNA'da mutasyonlara ve zincir kırılmalarına sebep olabilir. Mitokondriyal DNA; özellikle birincil ROT kaynağına yakın olması ve nüklear DNA'ya oranla da onarım kapasitesindeki

yetersizlikten ötürü oksidatif hasara daha açıktır. Bu oksidatif modifikasyonlar farklı enzimatik ve yapısal etkilere sahip olan çeşitli protein moleküllerinde de işlevsel bozukluklara yol açabilmektedir. Benzer şekilde, transkripsiyon faktörlerinin redoks modülasyonu, spesifik DNA bağlanma aktivitelerinde bir artış veya azalma meydana getirerek gen ifadesinde de değişimlere sebep olmaktadır. Bunun neticesinde DNA’da hasara ve oluşturulacak enzim veya proteinlerin üretim sürecinde aksaklıklara yol açabilmektedirler (Singh vd., 2006; Singh vd., 2009; Singh vd., 2010; Singh vd., 2011). Birbirinden farklı oksidatif stres markırlarından malondialdehit (MDA) ve doğal antioksidanlar, metaloenzim Cu, Zn-süperoksit dismutaz (Cu, Zn-SOD) ve selenyum-bağımsız glutatyon peroksidazlar (GSHPx) en önemli markırlar olarak bilinmektedir (Kedziora-Kornatowska vd., 2004). Membran lipid peroksidasyonunun son ürünlerinden biri olan Malondialdehit (MDA), peroksitlenmiş çoklu doymamış yağ asitleri ile oluşturulmuş üç karbonlu bir bileşiktir (Singh., 2017).

Cu, Zn-SOD enzimleri, oksijeni metabolize eden tüm hücrelerde mevcuttur. Bu enzim yüksek seviyelerde toksik olan süperoksit radikalini potansiyel olarak daha az toksik olan hidrojen peroksit içinde parçalayan bir hücre içi enzimdir. Ayrıca bu enzim doğada yaygın olarak bulunan bir metaloenzim olmakla birlikte dokuların içindeki serbest bakır ve çinko rezervlerine bağlıdır. Öte yandan hücre içi bir enzim olan GSHPx ise hidrojen peroksit ve lipid hidroperoksitlerini metabolize edebilen memeli hücrelerinde ki proteinlerdendir (Rahal vd., 2014).

1.1.3. Serbest Radikaller

1950’li yıllarda ROT’un hücre içinde üretildiği bulunmuştur. İlk defa Commoner vd. (1954) elektron spin rezonansı kullanarak hücre içerisinde serbest radikal oluşumunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada, serbest radikallerin aktif hücrelerde çok miktarda oluştuğu da belirtilmiştir (Bokov vd., 2004). 1956’da Denham Harman serbest radikallerin hücre hayatının sona ermesine ve hücre yaşlanmasına sebep olduğunu öne sürmüştür (Beckman vd., 1988).

İnsanoğlunun hayati gereksinimi olan oksijen, normal metabolizma sırasında üretilen reaktif türleri ile insan vücuduna aşırı zarar verme gücüne sahiptir. Reaktif oksijen türlerinin çoğu serbest radikaller tarafından oluşturulur ve normal oksijen molekülleriyle kıyaslandığında, kimyasal reaktivitesi yüksek olan oksijen formlarıdır (Nawar, 1996).

1.2. Antioksidanlar

Oksidasyonu engelleyen veya geciktiren bileşenler olarak bilinen antioksidanlar, serbest radikallere ve oksidanlara karşı az miktarlarda bile etkilerini göstererek canlıların yapılarında yer alan protein, karbonhidrat, lipit ve DNA moleküllerinin zarar görmesini engelleyebilmektedirler (Halliwell vd., 1990; Valko vd., 2007; Ekici vd., 2008). Serbest radikal kaynaklı oksidatif strese karşı savunma mekanizmaları dört gruba ayrılmaktadır (Valko vd., 2007):

1. Koruma mekanizması
2. Onarım mekanizması
3. Fiziksel savunma mekanizması
4. Antioksidan savunma mekanizması

Enzimatik antioksidan savunma sistemi başlıca süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx), katalaz (CAT) gibi enzimleri içermektedir. Enzimatik olmayan antioksidanlar ise askorbik asit (C vitamini), tokoferol (E vitamini), glutatyon (GSH), karotenoidler (A vitamini), flavonoidler gibi moleküller tarafından temsil edilmektedir. Normal koşullar altında bu antioksidanların hem aktiviteleri hem de hücre içi seviyeleri arasında bir denge vardır. Bu dengenin korunması organizmanın sağlığı açısından oldukça önemlidir (Valko vd., 2007).

Canlı organizmalardaki hücre sistemlerinde oluşabilecek hasarların önlenmesi, oksidatif hasarın azaltılması ve hasara karşı koruma mekanizmaları olarak antioksidan bileşikler görev yapmaktadır.

Serbest radikal teorisine göre oksidatif stresten kaynaklı sorunlar antioksidanlar tarafından düzeltilebilir. Antioksidan savunma mekanizmaları genel olarak iki tiptir. Bunlardan endojen antioksidan savunma mekanizması, genellikle sitoplazmada ve çeşitli hücre organellerinde dağılan, bölümlü antioksidan enzimatik ve enzimatik olmayan moleküllerden oluşan bir ağı içerir. Ekzojen antioksidanlar ise vitamin, ilaç ve gıdalar ile alınabilen antioksidanlar olarak tanımlanabilir (Bouayed vd., 2010).

Ökaryotik organizmalarda, SOD, katalaz ve birkaç peroksidaz gibi birçok yerde bulunan birincil antioksidan enzimler, ROT' u su ve O₂ gibi daha kararlı moleküllere

dönüştürmek için karmaşık bir reaksiyon basamağını katalize eder. Birincil antioksidan enzimlerinin yanı sıra, çok sayıda ikincil enzim, birincil antioksidan enzim fonksiyonları için gerekli kofaktörleri sağlayan redoks döngülerini oluşturmak için küçük moleküler ağırlıklı antioksidanlar ile yakın işbirliği içinde hareket ederler. GSH, NADPH, tioredoksin, vitaminler ve selenyum gibi küçük molekül ağırlıklı enzimatik olmayan antioksidanlar ROT' un doğrudan temizleyicileri olarak da işlev görmektedirler. Bu enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan sistemler hassas bir hücre içi redoks dengesini korumak ve ROT' un sebep olduğu istenmeyen hücre hasarlarını en aza indirmek suretiyle hücre hayatını sürdürmek için gerekli yapılardır (Durackova, 2010).

Doğal gıda kaynaklı bileşenler son yirmi yılda özellikle anti-inflamatuar, antioksidan ve anti-apoptotik modülatör potansiyelleri açısından birçok biyolojik aktivite sergilemesinden dolayı önemlidir (Laughton vd., 1991; Hoult vd., 1994; Lin vd., 2000). Meyve ve sebzelerde bulunan flavonoidler benzopiran türevi yapılar içeren geniş bir heterojen gruptur. 4000' den fazla tanımlanmış moleküler çeşitleri ile bitki sekonder metabolitleri olan flavonoidler, serbest radikal temizleme aktiviteleri ile kanser ve nörodejeneratif hastalıklar gibi bir çok patolojik durumlarda olumlu sağlık etkilerine sahiptirler (Rice-Evans vd., 1995).

1.2.1. Mantarlar ve Biyolojik Aktiviteleri

Oksijenli solunum yapan canlılarda; hücre uyarıcısı ve homeostaz süreçlerine dâhil olma veya patojenlere karşı savunma amaçlı, normal hücre metabolizma sırasında serbest radikaller ve diğer reaktif türleri sürekli olarak üretilmektedirler (Ferreira vd., 2009; Halliwell ve Gutteridge, 2015). Serbest radikallerin farklı oluşum nedenleri ve proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve nükleik asitler gibi farklı hücre hedefleri vardır (Reis vd., 2017). Buna bağlı olarak; ateroskleroz, diyabet ve kanser gibi birçok patolojik durum oksidatif stresle ilişkilendirilmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 2015). Bu gibi olaylarda, endojen veya ekzojen (diyet yoluyla) antioksidan savunma mekanizması koruyucu aktivite gösterebilmektedir. Diyet katkısı olarak alınan antioksidanlar bir çok hastalık riskini ortadan kaldırmaktadır (Reis vd., 2017). Gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde doğal antioksidanların kullanılması giderek artmaktadır (Valverde vd., 2015; Taofiq vd., 2016). Bir çok mantarın bünyesinde çeşitli fenolik

bileşikler, C vitamini, E vitamininin yanı sıra karotenoidlerin var olduğu bilinmektedir (Ferreira vd., 2009). Yapılan çalışmalarda birçok mantar özütü antioksidan potansiyelleri bakımından incelenmiştir. Bu çalışmaların çoğunda, mantar özütlerinde bulunan bileşikler ile doğrulanmış biyoaktivite arasında doğrudan bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Genel olarak, bu çalışmalarda kullanılan mantar özütlerinin/bileşiklerinin, fonksiyonel gıdaların formülasyonunda veya gıda sistemlerinde doğal antioksidanların kullanılmasında potansiyel olarak biyoaktif maddeler olabileceği düşünülmektedir (Dubost ve Beelman, 2007; Tel vd., 2015; Kaewnarin vd., 2016; Kimatu vd., 2017). Mantarların antioksidan potansiyeline ilişkin yapılan çalışmaların çoğu *in vitro* analizler olmasına rağmen, bazı *in vivo* çalışmalar da mevcuttur. Liu vd. (2013), yenilebilir mantar olan *Agaricus bisporus*' un etanol özütünün antioksidan aktivitelerini *in vitro* ve *in vivo* yöntemlerle çalışmışlardır. *in vitro* antioksidan deneyi sonucu *A. bisporus*' un etanol özütünün güçlü indirgeme gücü, süperoksit radikali, hidroksil radikali ve 2,2-difenil-1 pikrilhidrazil radikal süpürme aktivitesi ve orta düzeyde hidrojen peroksit temizleme etkisi olduğu bulunurken; *In vivo* antioksidan deneyinde, farelere 30 gün boyunca gavaj yoluyla *A. bisporus*'un etanol özütü uygulanmıştır. Uygulama sonucunda etanolik özüt uygulanması ile karaciğerlerde ve kalplerdeki antioksidan enzim aktivitelerini önemli ölçüde arttırdığını ve *A. bisporus*'un etanolik özütlerinin güçlü antioksidan etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışmalarda sıçanlara uygulanan *Pleurotus* özütlerinin (200 mg/kg vücut ağırlığı, 4 gün boyunca) yararlı etkileşimleri ve antioksidan savunma sisteminde yer alan enzimlerin var olduğu bulunmuştur (Jayakumar vd, 2006; Jayakumar vd., 2008; Jayakumar vd., 2010). Rana vd. (2012), yaptıkları çalışmalarda sıçanlarda mantar özütlerinin gavaj uygulaması ile arsenik kaynaklı hepatik oksidatif stresin hafifletilmesini amaçlamışlardır. Arsenik etkisiyle antioksidan enzimleri, oksidatif stres ara ürünleri ve SOD₂ gen ekspresyon profillerinde önemli değişiklikler olduğunu gözlemlemişlerdir. Jayakumar vd. 2009, *Pleurotus ostreatus*'un etanol özütünün antioksidan potansiyeli çalışmasında yüksek oranda antioksidan kaynağı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca sıçanlarda (200 mg/kg vücut ağırlığı, intraperitoneal olarak 21 ve 30 gün boyunca) uygulanan bazı *Pleurotus* özütleri, karaciğer, böbrek, kalp ve beyinde lipid peroksidasyonunun önleyicisi olarak rapor edilmiştir (Jayakumar vd. 2007). Bir başka çalışmada, sıçanlarda karbon tetraklorür (CCl₄) ile oksidatif stres oluşturulmuştur. Oluşturulan bu oksidatif stres *Pleurotus ostreatus*'dan elde edilen özüt ile azaltılmıştır. Ayrıca uygulamada farelerde karaciğer,

böbrek, kalp ve beyindeki MDA konsantrasyonunda azalma olduğu gözlenmiştir (Jayakumar vd., 2006; Jayakumar vd., 2008). Türkekul vd., (2017), tıbbi önemi olan 4 farklı mantarın yağ asiti ve antioksidan kapasitelerini belirlemiştir. Çalışmalarından elde ettikleri sonuçlara göre *Morchella elata* ve *Lactarius volemus*'un serbest radikal temizleme aktivitelerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bütün bu çalışmalar, mantarların antioksidan potansiyelini olduğunu göstermiştir.

Antibakteriyel, antifungal, antiviral ve anti-parazitik maddeler gibi çok çeşitli farmasötik maddelerin bütününe antimikrobiyal madde denmektedir (Leekha vd., 2011). Aminoglikozitler gibi birçok sentetik antimikrobiyal özelliğe sahip madde bulunmaktadır. Bu maddelerin varlığına rağmen son zamanlarda antibiyotik ilaçların uygunsuz kullanımı nedeniyle bakteri direncinin gelişimine bağlı olarak bakteriyel enfeksiyonların tedavisi giderek daha kompleks bir hal almıştır (Gualerzi vd., 2013).

Patojenik funguslar insanlarda, hayvanlarda, bitkilerde ve diğer canlı organizmalarda hasara neden olmaktadır (Alves vd., 2013). Fungal enfeksiyonlar, insan morbidite ve mortalitesine büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır. Bu kapsamda özellikle etkin tanı testleri, yeni ilaçlar ve aşılar ihtiyacı duyulmaktadır. Buna rağmen insan fungal enfeksiyonlarının patofizyolojisi üzerine yapılan araştırmalar hala düşük seviyelerdedir (Brown vd., 2012). Daha önce yapılan çalışmalarda *Lentinus edodes* ve *Trametes versicolor* mantarlarının mikotoksin ve aflatoksin önleyici etkileri olduğu belirlenmiştir (Reverberi vd., 2005; Zjalic vd., 2006).

Mantarların antimikrobiyal aktivitesi birçok metotla araştırılmıştır. Ayrıca, özellikle Gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etkilere sahip oldukları belirlenmiştir. Dünyada en çok yetiştirilen ve tüketilen mantarlardan olan ve yüksek biyo-aktiviteye sahip olan *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach mantarının antimikrobiyal aktivitesinin olduğu bilinmektedir (Alves vd., 2012). *Lentinus edodes* (shiitake olarak bilinir) mantarının ise hem Gram pozitif hem de Gram negatif bakterilere karşı geniş bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca en yaygın olarak çalışılan mantarlar arasında *A. bisporus*, *Oudemansiella canarii*, *Schizophyllum commune* ve yaygın olarak bilinen *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst bulunmaktadır (Alves vd., 2013). Mantarların etkili olduğu bakteri suşları arasında ise *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Micrococcus flavus*,

Staphylococcus sp., *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella* sp. bulunmaktadır (Alves vd., 2012). Bu kapsamda mantarların doğal antimikrobiyal ajan olarak kullanımının artması ve yeni doğal antimikrobiyal ajanların tespit edilebilmesi için antimikrobiyal aktivite araştırmalarının yapılması gerekmektedir.

Mantarların antimikrobiyal aktivitelerinin yanı sıra sitotoksik etkileri araştırılmıştır. Gu ve Sivam (2006), yaptıkları çalışmada *Pleurotus ostreatus* mantarının insan androjen-bağımsız prostat kanseri PC-3 hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisini araştırmıştır. Younis vd. (2014), yaptıkları çalışmada *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarının tümör hücre hatlarına karşı sitotoksik aktivitelerini araştırmışlardır. Tomasi vd. (2004), yaptıkları çalışmada 58 mantar türünün metanolik özütleri üzerinde sitotoksik aktivite araştırması yapmış ve *Ganoderma lucidum*, *Meripilus giganteus*, *Suillus granulatus* ve *S. luteus* mantarlarının kanser hücre hatlarındaki sitotoksik etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Seklic vd. (2016), yaptıkları çalışmada *Phellinus linteus*, *Cordyceps sinensis*, *Lentinus edodes*, *Coprinus comatus* ve *Ganoderma lucidum* mantarlarının antiapoptotic metanolik özütlerinin kolon kanseri hücre dizileri (HCT-116 ve SW-480) üzerine sitotoksik etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Kaygusuz vd. (2017), yaptıkları çalışmada *Agaricus lanipes* mantarının kanseri hücre hattına karşı sitotoksik etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Chelela vd. (2014), yaptıkları çalışmada *Russula cellulata*, *Afrocantharellus symoensis*, *Lactarius* sp, *Lactarius denigricans*, *Russula kivuensis*, *Amanita muscaria* ve *Amanita phalloides* mantarlarının eter ve etanol özütlerinin kanser hücre hatları üzerine sitotoksik etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Dundar vd. (2016), *Agaricus arvensis*, *Agaricus campestris*, *Armillaria mellea*, *Fomes fomentarius*, *Coprinus micaceus*, *Coriolus versicolor* ve *Lactarius deliciosus* mantarlarının metanolik özütlerinin kanser hücre hatları üzerine sitotoksik etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Makropoulou vd. (2012), yaptıkları çalışmada *Gomphus clavatus* mantarının metanolik özütlerinin MCF-7 and PC-3 kanser hücre hatları üzerine sitotoksik etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Ochoa-Zarzosa vd. (2011), yaptıkları çalışmada *Lactarius indigo* mantarının metanol ve etil asetat özütlerinin kanser hücre hatları üzerine sitotoksik etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Bu kapsamda daha önce araştırılmamış mantarların sitotoksik etkilerinin araştırılması yeni kaynakların tespiti açısından önemlidir.

Sitotoksik aktivite çalışmalarının yanı sıra; mantarların DNA koruyucu aktiviteleri ile ilgili yapılan çalışmalarda; *A.bisporus* ve *G.lucidum* mantarlarından elde edilen özütlerin biyoaktif bileşenleri insanların lenfosit hücrelerinin DNA'sını H₂O₂ kaynaklı oksidatif hasara karşı koruduğu rapor edilmiştir (Shi vd., 2002). Park vd. (2004) yaptıkları çalışmalarda *Inonotus obliquus* mantarının insan lenfositlerinde oksidatif DNA hasarlarını baskıladığı ve DNA parçalanmasının %40'a kadar azaldığı gösterilmiştir. Aynı mantar ile yapılan farklı bir çalışmada DNA parçalanmasının % 54.9 oranında azaldığı rapor edilmiştir (Najafzadeh vd., 2007). Kim vd. (1999), *Ganoderma lucidum* mantarının çeşitli hastalıkları önlemesi ve tedavide kullanılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre mantarın antitümör ve bağışıklık artırıcı özelliğinin yanı sıra antioksidan etkisinin olduğu belirlenmiş olup sitotoksik etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada *Ganoderma lucidum*' un su özütlerinin metal katalizli fenton reaksiyonlarına ve UV radyasyonu ile tetiklenen DNA hasarına karşı koruma sağladığı saptanmıştır. Ayrıca mantarın hidroksil radikallerinin sebep olduğu DNA sarmal kırılmalarına karşı koruyucu özellikte olduğu da tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada, *Ganoderma lucidum* mantarının antiinflamatuvar ve antioksidan aktivitelere sahip olduğu ve DNA iplikçilerinin kırılmasını azalttığı belirlenmiştir (Lee vd., 2001). Diğer bir çalışmada ise; *Tricholoma terreum* ve *Coprinus micaceus* mantarlarının etanol özütlerinin pBR322 süperkoil DNA'sında koruyucu aktiviteleri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre her iki mantar türünün etanol özütlerinin DNA koruyucu etki göstermediği rapor edilmiştir (Akgül vd., 2016b). Ayrıca *Auricularia auricula* ve *Trametes versicolor* mantarlarının DNA koruyucu etkileri araştırılmış ve çalışma sonuçlarına göre her iki mantar türünün de DNA koruyucu etki göstermediği gözlemlenmiştir (Akgül vd., 2017).

1.3. Elementler ve İnsanlardaki Fonksiyonları

Mineral maddeler kimyasal reaksiyonlar sonucunda vücudumuza yayılan ve sinir sisteminde etkisi olan, beynin verimli çalışmasını sağlayan maddelerdir (Tayar ve Korkmaz, 2007). Canlılar yaşamlarını devam ettirebilmek için başlıca mineral maddelere gereksinim duyarlar. Bu maddeler besin yoluyla vücudumuza alındığında eksikliği gözlenmemektedir (Çınar, 2012). Canlı yaşamı için gerekli olan temel

elementler kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, klor ve sülfür olup; daha az ihtiyaç duyulan mikro elementler ise; demir, bakır, çinko, manganez, flor, iyot, selenyum, krom ve molibden'dir (Tayar ve Korkmaz, 2007). Canlılığın devamı için gerekli olan elementler, insan bünyesinin %4'lük kısmını oluşturmaktadırlar (Gündoğdu, 2009).

Hücrelerin ozmotik basıncını sabit tutulmasında etkili olan mineraller, hücre içi ve hücre dışındaki sıvı dengesinin sağlanmasında önemli görevler üstlenmektedirler. Hücrede tuz yoğunluğuna bağlı sıvı alışverişi ile denge sağlanmaktadır. Aşırı terleme, ishal, kusma gibi durumlarda ise vücutta sıvı kaybı olmaktadır. Bu gibi durumlarda potasyum ve sodyum gibi elektrolitler ile hücre içindeki sıvı hücre dışına çıkarılarak bu denge sağlanmış olmaktadır. Mineral maddeler, enzimlerin aktif çalışmasında ve kas-sinir sisteminin uyarılmasında görev almaktadırlar. Na, K, Ca, P, Mg, Fe kas ve sinir sisteminde görev alan mineraller olup kalsiyum, fosfor ve magnezyum ise kemik ve diş yapısında yer alan iyonlardır (Çınar, 2012).

Kalsiyum; kemiklerin ve dişlerin yapımında, kas kasılmasında, sinir sisteminin çalışmasında ve kanın pıhtılaşmasında görev almaktadır. Vücudumuza aldığımız kalsiyumun görevini yerine getirmesi için D vitamini ve fosfora ihtiyaç duyulurken yağlar ise kalsiyum emilimini engellemektedir (Türkan, 2003). Kalsiyum ve D vitamini yetersizliğinde çocuklarda raşitizm, yetişkinlerde osteomalasia görülmektedir. Kandaki kalsiyum azalması kas spazmlarına ve bacak kramplarına olmaktadır (Altuğ, 2004). Vücudumuzdaki fosforun % 80-90'ı iskelet yapısında kalsiyumla beraber bulunurken aktif fosfat ise hücre yapısı ve fonksiyonlarında görev almaktadır. Fosfor; kemik ve kas oluşumunda, enerji metabolizmasında, doku tamirinde, büyüme ve gelişmede rol oynamaktadır. Süt ve süt ürünleri, et, tavuk, balık, mantar, yumurta, tahıl, kuru baklagiller önemli fosfor kaynağı besinlerimizdendir (Aksoy, 2000). Na, Cl ve K' nın başlıca görevi vücut su dengesini, asit- baz dengesini ve kas çalışmasını sağlamaktır. Sodyum ve Klorun ana kaynağı tuz olup süt, et, mantar, tahıl, taze sebze ve meyvelerin yeterli düzeyde tüketimi ile de potasyum ihtiyacı karşılanmaktadır (Gündoğdu, 2009). Magnezyum; vücudumuzdaki enerji metabolizmasının çalışmasında, kas ve sinir sisteminin çalışmasında, kemik ve dişlerin oluşumunda, osmotik basıncın ve asit-baz dengesinin sağlanmasında görev

almaktadır. Kuru baklagiller, yağlı tohumlar, rafine edilmemiş tahıl taneleri ve koyu yeşil yapraklı sebzeler önemli Magnezyum kaynağıdır (Gündoğdu, 2009).

Kırmızı kan hücrelerindeki hemoglobinin yapısında bulunan demir; oksijeni akciğerlerden hücrelere, karbondioksiti de hücrelerden akciğerlere taşımaktır. Et ve et ürünleri, mantar, yumurta, yeşil yapraklı sebzeler ve tahıllar demirin önemli kaynağıdır. Kanda düşük demir düzeyleri ve demir eksikliği sonucunda ise anemi ortaya çıkmaktadır (Kavas, 2000; Türkan, 2003). İnsan vücudunda 2-3 g kadar bulunan Çinko, vücutta önemli metabolik görevlere sahip olup 100'den fazla enzimin çalışmasında görev almaktadır. Büyüme ve üreme organlarının gelişmesinde, sperm üretiminde, protein ve nükleik asit metabolizmasında, hücre bölünmesinde, yaraların iyileşmesinde etkili olan çinko bağışıklık sistemini güçlendirerek hastalıklara karşı korunmada da direnç artırıcı fonksiyonlara sahip olmaktadır. Yetersizliğinde ise koku ve tat alma duyusunda zayıflama, büyümede gerilik, saç dökülmesi, cinsiyet organlarının gelişmesinde gecikme, hastalıklara karşı dirençsizlik, yaraların iyileşmesinde gecikme gibi belirtiler gözlenmektedir. Kuru baklagiller, et, karaciğer, mantar, yumurta, brokoli ve deniz ürünleri en iyi çinko kaynaklarıdır (Şanlıer ve Yabancı, 2005; Tayyar ve Korkmaz, 2007; Gündoğdu, 2009). Yetişkin bir insanda ortalama 12-20 mg olan mangan en yüksek karaciğer ve pankreasta bulunmaktadır. Emilimi ince bağırsakta olan mangan farklı enzimlerin aktive edilmesinden de sorumludur. Yeşil sebzelerde, fındık ve çayda doğal mangan bulunmaktadır (Çınar, 2012). Vücudumuzda emilimi zor sağlanan bakır, kanda demir ile beraber hemoglobinin oluşumunda ve bağ doku metabolizmasında görev almaktadır. Saç ve deri rengini veren melanin pigmentinin sentezlenmesinde de rol oynayan bakır; deniz ürünleri, sakatat, kuru üzüm, fındık ve antep fıstığı gibi besin maddelerinde oldukça zengin içerikte bulunmaktadır (Çınar, 2012). Vücut fonksiyonlarının normal seyrinde devam etmesinde önemli rol oynayan bu elementlerin yüksek seviyeleri ise toksik etki oluşturabilmektedir. Bu kapsamda özellikle etkili biyo-indikatörler olan mantarların, bünyelerinde biriktirdikleri elementlerin belirlenmesi kullanım amaçları açısından oldukça önemlidir.

1.4. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, biyolojik aktiviteye sahip olan mantarların analiz edilerek farmakolojik olarak ilaç geliştirilmesinde doğal kaynak olabilme potansiyeline sahip mantar türlerinin araştırılıp saptanması ve yenilerinin literatüre eklenmesini sağlamaktır. Ülkemizde üzerinde araştırmalar yapılan mantarların birçoğu yenilebilir türler olmasına rağmen zehirli ve yenilemeyen mantar türleri üzerine yapılan araştırmalar oldukça kısıtlıdır. Bu kapsamda, odun tahripçisi olan ve zehirli olmamalarına karşılık yenilemeyen mantarlardan olan *Trametes gibbosa*, *Fomes fomentarius*, *Fuscoporia torulosa*, *Daedalea quercina*, *Inonotus hispidus* ve *Trichaptum biforme* mantarlarının fenolik içeriklerinin, kimyasal kompozisyonlarının ve biyolojik aktivitelerinin (antioksidan aktiviteleri, antimikrobiyal aktiviteleri, DNA koruyucu aktiviteleri, sitotoksik etkileri) yanı sıra bünyelerinde biriktirdikleri elementlerin seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu araştırmaların ileride yapılacak olan farmakolojik çalışmalara kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

BÖLÜM 2

KAYNAK ÖZETLERİ

Oyaizu (1986) yaptığı çalışmada *Dictyophora indusiata*'nın metanolik özütünün süpürme ve indirgeme gücünün diğer mantarların DPPH radikalini süpürme etkisi ve indirgeme gücüne göre daha yüksek olduğunu saptamıştır.

Breene (1990) yaptığı çalışmada *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*, *Volvariella volvacea*, *Pleurotus sp.*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma sp.* mantarlarının besin değerlerini ve tıbbi özelliklerini araştırmıştır. Çalışmada test edilen mantarların B vitamini, C vitamini içeriğini belirlemiştir. Düşük lipit miktarının yanı sıra; doymuş ve doymamış yağ asitlerinin yüksek seviyelerde olduğunu da saptamışlardır.

Takazawa ve Kashino (1991) yaptıkları çalışmada *Gleosterum incarnatum* mantarının farklı özütlerinin *Shigella dysenteriae*, *Pseudomonas pyocynea*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Basillus subtilis*'a karşı antibakteriyel etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Liu vd. (1997) yaptıkları çalışmada *Coriolus versicolor*, *Lentinus edodes*, *Ganoderma lucidum*, *Grifola umbellata*, *Volvariella volvacea*, *Tremella fuciformis*, *Tricholoma lobayense* ve *Schizophyllum commune* mantarlarından elde ettikleri polisakkarit özütlerinin serbest radikalleri süpürme kapasitelerine sahip olduklarını gözlemlemişlerdir.

Tuzen vd. (1998) yaptıkları çalışmada Türkiye'de yetişen yirmi dört farklı yabancı mantar türünün Pb, Cd, Hg, Fe, Cu, Mn ve Zn içeriğini belirlemişlerdir.

Hirasawa vd. (1999) yaptıkları çalışmada *Lentinus edodes* mantarının kloroform, etil asetat ve su özütlerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir.

Wasser ve Weis (1999) yaptıkları araştırmada mantarların antikanserojen ve antioksidan gibi tıbbi özellikleri yönünden güçlü doğal kaynaklar olduklarını bildirmişlerdir.

Huang (2000) yaptığı çalışmada *Antrodia camphorata* ve *Agaricus blazei* mantarlarının antioksidan özelliklerini ve polisakkarit bileşikleri içeriğini belirlemiştir. *A. camphorata*'nın, *A. blazei*'den daha fazla indirgeme kapasitesine sahip olduğunu da bildirmiştir.

Çoban (2000) yaptığı çalışmada *Russula delica* mantarının kloroform, etil asetat, aseton ve etanol özütlerini hazırlayarak *E. coli*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *S. thyphimurium*, *M. luteus*, *M. flavus*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*, *C. tropicalis*, *S. carlberger* suşlarına karşı antimikrobiyal etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada *Russula delica*'nın bütün özütlerinin *E. coli*, *S. aureus*, *M. flavus*, *P. aeruginosa* üzerine etkili olduğu, bu mantarların tüm özütlerinin *B. subtilis* ve *S. carlberger* üzerine etki etmediği, *S. thyphimurium* üzerine yalnızca etil asetat özütünün etkili olmadığı, *C. albicans* ve *M. luteus* üzerine aseton ve etanol özütlerinin etkili olduğu, *C. tropicalis* üzerine sadece etil asetat özütünün etkili olmadığı saptanmıştır.

Ajith ve Janardhanan (2002) yaptıkları çalışmada *Phellinus rimosus*'un antioksidan ve antihepatotoksik özelliklerini araştırmışlardır. Etil asetat özütüyle süperoksit anyon süpürme aktivitesi, Fe² askorbat içeren lipid peroksidasyon inhibisyonu, hidroksil radikal süpürme etkisi ve nitrik oksit süpürme aktivitesi test edilmiştir. *P. Rimosus in vitro* antioksidan aktivite göstermiştir ve etil asetat özütü ise şiddetli toksisiteyle uyarılmış fare karaciğerinde karbontetraklorüre karşı güçlü antihepatotoksik aktivite sergilemiştir.

Yang vd. (2002) yaptıkları araştırmada *Lentinus edodes* ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarının metanol özütlerinin antioksidan aktivitelerini analiz ederek her iki mantarın da antioksidan aktivitelere sahip olduklarını rapor etmişlerdir.

Mau vd. (2002) yaptıkları çalışmada Tayvan'da ticari olarak bulunan bazı mantarların metanol özütlerinin antioksidan aktivitelerini test etmişlerdir. Çalışma sonucunda mantarların metanolik özütlerinin DPPH radikal süpürme gücünün artan konsantrasyona bağlı olarak arttığını gözlemlemişlerdir.

Nukata vd. (2002) yaptıkları çalışmada neogrifolin türevlerine sahip olan *Albatrellus ovinus*' un antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. *A. ovinus*' un grifolin ve neogrifolin ile beraber üç neogrifolin türevlerini izole etmişlerdir. Bu üç neogrifolinden iki tanesinin sentetik antioksidanlardan (α -tokoferol ve BHA) daha güçlü etkiye sahip olduğunu spektroskopik analizler sonucunda belirlemişlerdir.

Cheung vd. (2003) yaptıkları çalışmada *Lentinus edodes* ve *Volvariella volvacea*' nin antioksidan kapasitelerini ve toplam fenolik bileşik içeriklerini tespit etmişlerdir. *L. edodes* ve *V. volvacea*' nin metanol ve saf su özütleri ile yapılan antioksidan aktiviteleri (β -karoten ağartma yöntemi ve DPPH radikal süpürme etkisi yöntemiyle) ve peroksil radikaller ile indüklenen fare eritrositlerinin hemoliz inhibisyonunu araştırmışlardır. DPPH radikal süpürme etkisini en fazla *Lentinus edodes*' in su özütlerinde gözlemişlerdir.

Bilgili (2004) yaptığı çalışmada *Tricholoma auratum*, *Tricholoma fracticum*, *Ganoderma camosum*, *Ganoderma* sp., *Lenzites betulina*, *Clavariadelphus truncatus*, *Polyporus arcularius*, *Lepista nuda*, *Trametes versicolor*, *Leucoagaricus pudicus*, *Suillus collitinus*, *Chroogomphus rutilus*, *Paxillus involutes*, *Sarcodon imbricatus*, *Hygrophorus agathosmus*, *Clitocybe geotropa*, *Rhizopogon roseolus*, *Armillaria mellea*, *Amanita caeseare*, *Hydnum repandum* mantarlarının intrasellular ve ekstrasellular ürünlerinin çeşitli test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitelerini araştırmıştır. Yapılan çalışmada test mikroorganizması olarak Gr (+) ve Gr (-) bakteriler ile mayalar kullanılmıştır. mantarların test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitelerinin çözücü ve suşa bağlı olarak değiştiğini saptamışlardır. Antimikrobiyal aktivite testlerinde *H. agathosmus*' un kloroform özütü ve *S. collitinus*' un diklorometan özütlerinin daha yüksek aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Işıldak vd. (2004) yaptıkları çalışmada Tokat yöresinde yetişen yabani mantar türlerinin ağır metal seviyelerini belirlemişlerdir. Atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile yapılan araştırmada en yüksek Cr içeren mantarın *Morchella elata* olduğu, en yüksek Cu değerinin ise *Agaricus bisporus* mantarında bulunduğu gösterilmiştir.

Mau vd. (2004) yaptıkları çalışmada *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* ve *Termitomyces albuminosus* mantarlarının metanol özütlerinin antioksidan kapasitelerini test etmişlerdir. Yapılan çalışmada, *M. esculenta*'nın DPPH radikal süpürme aktivitesinin diğer mantarlara göre yüksek bir düzeyde olduğu gösterilmiştir. Üç mantar türünün metanol özütlerinin yüksek seviyelerde antioksidan aktivite sergilediği de belirlenmiştir.

Cui vd. (2005) yaptıkları çalışmada *Inonotus obliquus*'un antioksidan etkilerini araştırmışlardır. DPPH radikal süpürme metodu ile yapılan analizler sonucunda *I. obliquus*'un etanolik özütünün DPPH serbest radikal süpürme aktivitelerine sahip olduğu gösterilmiştir.

Cheung vd. (2005) yaptıkları çalışmada *Lentinus edodes* ve *Volvariella volvacea* mantarlarının metanol ve sulu özütlerinin antioksidan potansiyellere sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Hacıoğlu (2005) yaptığı çalışmada *Agaricus macrosporus*, *Macrolepiota procera*, *Coprinus comatus*, *Volvariella speciosa*, *Polyporus squamosus*, *Funalia trogii* ve *Agaricus essetei* mantarlarının etanol özütlerinin disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyal aktivitelerini araştırmıştır. Yapılan çalışmada kullanılan tüm mantarların özellikle mayalara karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır.

Gezer vd. (2006) yaptıkları çalışmada doğal olarak yayılış gösteren bazı mantarların serbest radikalleri süpürme kapasitelerini ve antimikrobiyal etkilerini test etmişlerdir. Yapılan araştırmada *Ramaria flava*'nın etanolik özütünün IC₅₀ değeri, yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidanlarla (α -tokoferol) karşılaştırıldığında oldukça yüksek seviyelerde önemli bir aktivite göstermiştir. Ayrıca *R. flava*'nın antimikrobiyal etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Türkoğlu vd. (2006) yaptıkları çalışmada *Morchella conica*'nın antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir. Elde edilen verilere göre *Morchella conica*'nın etanolik özütünün IC₅₀ değeri yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidanlarla (BHA, α -tokoferol) kıyaslandığında oldukça önemli bir aktivite sergilemiştir. Ayrıca *M. conica*'nın etanol özütünün *Micrococcus flavus* bakterisine karşı da etkili olduğu belirlenmiştir.

Zhan vd. (2006) yaptıkları çalışmada *Cordyceps militaris*'in antioksidan kapasitesini araştırmışlardır. *C. militaris*' in DPPH radikalini süpürme etkisinin artan konsantrasyona bağlı olarak arttığı ve standart olarak kullanılan askorbik asitten daha yüksek aktivite sergilediği belirlenmiştir.

Türkoğlu vd. (2007) yaptıkları çalışmada *Laetiporus sulphureus*' un antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir. *L. sulphureus*' un etanolik özütünün toplam fenolik bileşik miktarı yüksek düzeylerde bulunmuştur. Agar disk difüzyon metodu kullanılarak *L. Sulphureus*' un antimikrobiyal etkisinin olduğu da rapor edilmiştir.

Uslu (2007) yaptığı çalışmada *Cantharellus cibarius* ve *Tricholoma anatolicum* mantarlarının antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri ile yağ asidi kompozisyonunu analiz etmiştir. Yapılan araştırmada antioksidan aktivite kapsamında DPPH radikallerini süpürme etkisi, β - karoten-linoleik asit sistemindeki etkisi, indirgeme gücü, toplam fenolik içeriği ve CUPRAC yöntemi ile toplam antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Mantarların özütlerinin Linoleik asit sisteminde artan konsantrasyonu ile orantılı olarak inhibisyon değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Fenolik madde miktarı *C. cibarius*' da $0,5391 \pm 0.10$ mg/mL ve *T. anatolicum*' da $0,265$ mg/mL olarak bulunmuştur. DPPH radikallerini süpürme etkisi $250 \mu\text{g/mL}$ ' de *C. cibarius*' da % 91 ve *T. anatolicum*' da % 90 olarak tespit edilmiştir. *C. cibarius*' un indirgeme gücü $0,4$ mg/mL' de $0,5$ 'den daha yüksek bir absorbans vererek mükemmel bir antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *C. cibarius* ve *T. anatolicum*'un hekzan, aseton, kloroform ve metanolik özütleri 6 Gram pozitif, 4 Gram negatif bakteriye ve 1 mayaya karşı test edilmiş ve mantarların yeterli antimikrobiyal etkisinin olmadığı görülmüştür. *Cantharellus cibarius* ve *Tricholoma anatolicum*" un yağ asidi kompozisyonları gaz kromatografi metoduyla araştırılmıştır. Bu iki mantar türünde toplam 31 farklı yağ asidi belirlenmiştir. Bu yağ asitleri C 10 ile C 24 arasında değişiklik göstermiştir. Mantarlarda en çok doymamış yağ asitleri tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda her iki mantarın da yağ asidi bileşenlerinin benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

Barros vd. (2007) yaptıkları çalışmada Portekiz' de doğal ortamdan toplanan *Leucopaxillus giganteus*, *Sarcodon imbricatus* ve *Agaricus arvensis* mantarlarının antioksidan kapasitelerini ve içerdikleri antioksidan bileşikleri belirlemişlerdir. Fenolik madde içeriği en yüksek *L. giganteus*' ta tespit edilmiştir.

Elmastaş vd. (2007) yaptıkları çalışmada yenilebilen bazı mantarların antioksidan özelliklerini ve içerdikleri antioksidan bileşiklerini araştırmışlardır. Araştırdıkları bu mantarların antioksidan aktiviteleri standart antioksidanlar olan BHA, BHT ve α -tokoferol ile karşılaştırılmıştır ve çalışma sonucunda mantarların DPPH radikallerini süpürme etkisinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Ferreira vd. (2007) yaptıkları çalışmada Portekiz' in kuzeydoğusundan topladıkları *Lactarius deliciosus* ve *Tricholoma portentosum*' un fenolik madde içeriklerini ve antioksidan kapasitelerini belirlemişlerdir. Fenolik madde içeriğinin ise en yüksek *L. deliciosus*' ta olduğu saptanmıştır.

Ramírez-Anguiano vd. (2007) yaptıkları çalışmada Avrupa' da yaygın olarak tüketilen mantarların antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda *Pleurotus sp.*, *A. bisporus*, *M. esculenta*, *B. edulis*' in metanol özütleri % 90' a yakın düzeyde yüksek DPPH radikali süpürme aktiviteleri göstermişlerdir. Su özütleri de yüksek antioksidan aktiviteler göstermiştir. *A. bisporus*, *L. edodes*, *V. valvacea*, *Pleurotus sp.*, *F. velutipes*, *Auricularia sp.*, *Tremella sp.* mantarlarının metanol ve su özütlerinin önemli antioksidan ve antitümör aktivitelere sahip olduğu belirlenmiştir.

Tsai vd. (2007) yaptıkları çalışmada *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* ve *Boletus edulis*' in antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Bu mantarların etanolik özütlerinin indirgeme gücünün artan konsantrasyonlarda arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca en yüksek indirgeme kapasitesine sahip olan mantar türünün ise *B. edulis* olduğu tespit edilmiştir.

Lee vd. (2008) yaptıkları çalışmada *Hypsizigus marmoreus*' un çeşitli özütlerinin antioksidan potansiyellerini tespit etmişlerdir ve DPPH radikalini süpürme aktivitesini yüksek seviyelerde gözlemlemişlerdir.

Tekeli vd. (2008) yaptıkları çalışmada *Cantharellus cibarius*' un antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda *C. cibarius*' un oldukça yüksek bir süpürme etkisinin olduğunu belirtilmiştir.

Bao vd. (2009) yaptıkları çalışmada *Flammulina velutipes*' in DPPH radikal süpürme aktivitelerini araştırmışlar ve çalışma sonucunda antioksidan etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Soares vd. (2009) yaptıkları çalışmada *Agaricus brasiliensis*' in metanol özütlerinin antioksidan kapasitesini ve toplam fenolik madde miktarını analiz etmişlerdir. Demir iyonları için indirgeme gücü, radikal süpürme etkisi, lipid peroksidasyon inhibisyonu ve şelatlama yeteneği metodu ile antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda mantarın antioksidan aktivite sergilediği saptanmıştır.

Tsai vd. (2009) yaptıkları çalışmada *Clitocybe maxima*, *Pleurotus ferulae* ve *P. ostreatus*'un antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Analizler sonucunda su ve etanol özütlerinin DPPH radikali süpürme etkisinin sıcak su ekstraktlarında daha etkili olduğunu gözlemlemişlerdir.

Jayakumar vd. (2009) yaptıkları çalışmada *Pleurotus ostreatus* etanol özütünün antioksidan aktivitesini test etmişlerdir. Araştırma sonucunda mantarın etanol özütlerinin serbest radikal süpürme aktivitesinde maksimum konsantrasyonun %56.20 ve hidroksil ve süperoksit radikallerinde ise % 60.02 olarak tespit edilmiştir.

Yaltırak vd. (2009) yaptıkları çalışmada *Russula delicia* mantarının gıdalarda bozulmaya neden olan bakterilere karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Wani vd. (2010) yaptıkları çalışmada besinsel ve tıbbi açıdan önemli olan mantarların insan sağlığı açısından faydalı olan protein, karbonhidrat, yağ asidi, vitamin ve mineral içeriği ile ilaç yapımında kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Apaydın (2011) yaptığı çalışmada, *Tricholoma fracticum* yenilebilir mantarının antioksidan aktivitesini, serbest radikal giderim kapasitesi, antikolinesteraz enzim aktivitesi ve yağ asiti bileşenlerini belirlemiştir. *T. fracticum*'un tüm özütleri orta seviyede bütiril-kolinesteraz inhibitör aktivitesi gösterirken, asetilkolinesteraz enzimine karşı herhangi bir inhibitör aktivite göstermemiştir.

Ekinci (2011) yaptığı çalışmada *Agaricus bisporus* mantarının verim ve kalite unsurları üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonunda kompost özelliklerinde pH, nem, kuru madde, C, N ve C/N bakımından çalışmalar arasındaki farkın önemli olmadığı, kül miktarı ve mineral madde içerikleri bakımından ise bu farkın önemli olduğu belirtmişlerdir. Mantarların mineral madde içeriği bakımından ise uygulamaların etkisi değişkenlik göstermiştir.

Vaz vd. (2011) yaptıkları çalışmada Portekiz'den toplanan 17 doğal mantar türünün fenolik içeriklerini analiz etmişlerdir. HPLC-DAD yöntemi ile yaptıkları bu araştırma sonucunda protocatechuic, p-hydroxybenzoic, p-coumaric ve cinnamic asit tespit etmişlerdir. En yüksek fenolik asit konsantrasyonu ise *Fistulina hepatica*'da rapor edilmiştir.

Tel vd. (2012) yaptıkları çalışmada *Tricholoma fracticum*, *T. imbricatum* ve *T. terreum* mantarların antioksidan kapasitelerini araştırmışlardır. Antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde DPPH radikal süpürme metodu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *T. imbricatum* özü % 93.8 ± 1.4 oranında lipid peroksidasyon inhibisyonu saptamışlardır. *T. fracticum*' un etil asetat özütünü aynı konsantrasyonda % 88.8 ± 0.1 inhibisyon sergilemiştir. *T. imbricatum* en yüksek antioksidan kapasiteyi hekzan özütünde göstermiştir.

Alkan (2013) yaptığı çalışmada Muğla yöresinde yetişen 5 mantar türünün etanol özütlerinin antimikrobiyal, antimutajenik, antioksidan ve sitotoksik özelliklerini araştırmıştır. Etanol özütlerinin antioksidan kapasiteleri DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil) serbest radikal giderim, β -karoten-linoleik asit ve toplam fenolik madde tayin yöntemleriyle tespit edilmiştir. Disk difüzyon yönteminde, *S. martioflavus* ve *T. panuoides*' den elde edilen etanol özütlerinin *Bacillus subtilis* üzerinde zayıf antimikrobiyal etki gösterdiği, diğer mantarların ise test mikroorganizmaları üzerinde etkisiz olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan mantar türleri içerisinde en yüksek antioksidan aktivite; DPPH serbest radikal giderim yönteminde *T. panuoides* ve β -karoten-linoleik asit yönteminde ise *T. terreum*'da görülmüştür. Çalışmanın sonucunda; *L. deliciosus*, *T. terreum*, *S. martioflavus*, *T. panuoides* ve *G. esculenta* türlerine ait etanol özütlerinin test mikroorganizmaları üzerinde, *B. subtilis* haricinde, etkisiz olduğu belirlenmiştir. Ancak bu etanolik özütlerin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu, düşük konsantrasyonlarda bile etkili birer antioksidan olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Belyurt (2014) yaptığı çalışmada Gaziantep yöresinde yetişen 10 mantar türünün antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini araştırmıştır. Mantarların biyoaktif içerikleri (toplam fenolik, toplam flavonoid, β karoten ve likopen içeriği), DPPH serbest radikal yakalama, metal şelatlama ve indirgeme gücü aktiviteleri test edilmiştir. En yüksek β -karoten (10,7 $\mu\text{g}/\text{mg}$), likopen (8,1 $\mu\text{g}/\text{mg}$) ve flavonoid (3,9 $\mu\text{g}/\text{mg}$)

değeri *Bovista plumbea*'nın su özütünde, en yüksek toplam fenolik içerik 27.52 µg/mg değerinde yine aynı türün metanol özütünde belirlenmiştir. EC₅₀ değerlerine göre en yüksek DPPH yakalama aktivitesini (1,903 mg/mL) *Ramaria flava*'nın metanol özütü göstermiştir. DPPH yakalama aktivitesine göre en yüksek etkiyi her iki özütte de *Ramaria flava* türü göstermiştir. Yüzdelik metal şelatlama aktivitesine göre en yüksek etkiyi su özütünde *Coprinus comatus*, metanol özütünde ise *Tricholoma terreum* göstermiştir. Sonuç olarak test edilen türlerin tamamının belirli oranlarda antioksidan özellik taşıdığı, *S. commune*, *L. tigrinus*, *C. comatus*, *V. gloiocephalus*, *L. deliciosus*, *B. plumbea*, *T. terreum*, *R. flava* ve *A. molesta* türlerinin ise antimikrobiyal etkiye sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Ren vd. (2014) yaptıkları çalışmada Yeni Zelanda ormanları ve park alanlarından topladıkları sekiz farklı mantar türünün antibakteriyel ve antioksidan aktivitelerini analiz etmişlerdir. DPPH radikal süpürme testleri sonucunda tüm örneklerin antioksidan aktivite gösterdiği ve en yüksek aktivitenin *P. australis*'de gözlemlendiği tespit edilmiştir.

Nowacka vd. (2014) yaptıkları çalışmada Polonya'da yenilebilir mantar türlerinin fenolik içeriklerini ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda fenolik bileşikler ile antioksidan aktivite arasındaki korelasyonun bekledikleri gibi güçlü olmadığını vurgulamışlardır. Ayrıca mantarların patojenik mikroorganizmalara karşı orta düzeyde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduklarını da gözlemişlerdir.

Cai vd. (2015) yaptıkları çalışmada *Auricularia auricula-judae* mantarının antioksidan potansiyelini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda mantarın doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Tamrakar vd. (2016) yaptıkları çalışmada Nepal'den topladıkları 62 farklı mantar üzerinde yaptıkları çalışmalarda antioksidatif aktiviteleri ile birlikte bazılarının fenolik profillerini de incelemişlerdir. Mantar örneklerinin etanol ve su özütlerini elde ettikten sonra; fenolik bileşenleri HPLC ile, toplam fenolik düzeylerini Folin-Ciocalteu metodu ile, serbest radikal süpürme aktivitesini ORAC deneyi, DPPH radikal süpürme testi ve ABTS deneyi ile araştırmışlardır. Araştırma sonucunda *Inonotus clemensiae* türünün de içinde bulunduğu Hymenochaetales en çok biyoaktif grup içeren **örnekler**,

yüksek antioksidan değerleri bakımından ise *Pseudomerulius* sp., *Xylobus* sp., ve *Ganoderma* sp. yeni keşfedilen ve önem arz eden türler olarak gösterilmiştir.

Savino vd. (2016) yaptıkları çalışmada dört farklı mantar türünün antioksidan potansiyellerini DPPH radikal süpürme metodu ile araştırmışlardır. *D.quercina* ve *L.warnieri* mantarlarının antioksidan kapasiteleri yüksek düzeyde olup diğer iki mantar türünde ise düşük seviyelerde aktivite gözlemlenmiştir.

İslam vd. (2016) yaptıkları çalışmada Çin’de tüketilen 43 farklı mantar türünün antioksidan kapasitelerini analiz etmişlerdir. Örneklerin antioksidan seviyelerini ABTS serbest radikal süpürme deneyi, DPPH radikal süpürme testi, FRAP ve MCA yöntemlerini kullanarak çalışmışlardır. Ayrıca toplam fenolik içeriği (TPC) ve toplam flavonoid içeriği (TFC) de araştırılmıştır. Sonuç olarak çalışılan mantarların farklı seviyelerde antioksidan aktivite gösterdiği ve fenolik içerik bakımından gallik asitin çoğu mantarlarda yüksek seviyelerde olduğu, diğer fenoliklerin ise normal düzeylerde bulunduğu rapor edilmiştir.

Akgül vd. (2017) yapmış oldukları çalışmada *Auricularia auricula* ve *Trametes versicolor* mantarlarının antioksidan kapasitelerini, DNA koruyucu özelliklerini ve oksidatif stres durumlarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda mantar örneklerinin antioksidan potansiyellere sahip olduğu belirlenmiştir.

Yahia vd. (2017) yaptıkları çalışmada Meksika’da yetişen onyediy farklı doğal mantarın su içeriğini, renk ve toplam fenolik bileşiklerini tespit etmişlerdir. Yaptıkları araştırmalar sonucunda analiz ettikleri türlerin yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduklarını, geniş aralıklarda fenolik ve organik bileşiklerin bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Liu vd. (2017) yaptıkları çalışmada *Inonotus sanghuang* mantarının antioksidan etkisini, fenolik içeriğini ve antimikrobiyal aktivitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda mantarın yüksek seviyede DPPH radikal süpürme aktivitesine sahip olduğunu, gram pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ve altı adet fenolik bileşik (rutin, klorojenik asit, quercetin, isorhamnetin ve icarisid II) içerdiğini tespit etmişlerdir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METODLAR

Çalışma materyali olan *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch., *Daedalea quercina* (L.) Pers., *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst. ve *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden mantarları Belgrad (İstanbul) ormanından toplanmıştır. Fungaryum örnekleri, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü (Ankara, Türkiye) fungaryumunda muhafaza edilmiştir.

Arazi çalışmalarında toplanan mantarlar laboratuvara getirilerek kurutucuda kurutma işlemi yapılmıştır. Kurutma işleminden sonra mekanik öğütücü yardımı ile toz haline getirilmiştir. Toz şekline getirilen mantarlardan 30'ar g tartılarak kartuşlanıp etanol ile soxhlet ekstraktöründe 6 saat süreyle 50 °C'de özütleme işlemi yapılmıştır (BUCHI Extraction System Model B-811). Özütleme işleminin ardından yüksek basınç altında rotary evaporatörle 40 °C'de yoğunlaştırılan özütler deney yapılana kadar +4 °C'de saklanmıştır.



Şekil 3.1. Laboratuvar çalışmaları

3.1. Araştırmada Kullanılan Mantar Örnekleri:

3.1.1. *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Polyporales

Familia: Polyporaceae

Genus: *Trametes*

Species: *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.



Şekil 3.2. *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr.

Geniş yapraklı ağaçlar üzerinde yayılış gösterir, çoğunlukla kayın ve çınar ağaçlarının sert gövdelerinde gözlenir. Yaz sonlarında ve ilkbahar aylarında sporları etrafa yayılır. Yaşam şekli yarı parazittir. Beyaz çürüklüğe neden olur.

3.1.2. *Fomes fomentarius* (L.) Fr.

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Polyporales

Familia: Polyporaceae

Genus: *Fomes*

Species: *Fomes fomentarius* (L.) Fr.



Şekil 3.3. *Fomes fomentarius* (L.) Fr.

Sert ağaçların odun gövdelerinde (özellikle huş ağacı ve kayın ağacı) beyaz çürüklüğe neden olur, tek başına veya birden fazla kendi türüyle yaşamını sürdürür. Kalın sert bir gövdeye sahiptir. Yaşam şekli parazittir.

3.1.3. *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch.

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Hymenochaetales

Familia: Hymenochaetaceae

Genus: *Fuscoporia*

Species: *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch.



Şekil 3.4. *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch.

Geniş yapraklı ağaçlarda, özellikle meşe, zeytin, funda ve sakız ağaçlarında yayılış gösterir. Ağaçların kök boğazında gelişirler. Yaz sonlarında, sonbahar ve kış başlarında sporlarını yoğun olarak bırakırlar. Yaşam şekli parazittir.

3.1.4. *Daedalea quercina* (L.) Pers.

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Polyporales

Familia: Fomitopsidaceae

Genus: *Daedalea*

Species: *Daedalea quercina* (L.) Pers.



Şekil 3.5. *Daedalea quercina* (L.) Pers.

Çürümekte olan meşe ağacının üzerinde (bazen diğer ağaçların sert olan odunsu gövdelerinde) tek başına veya küçük gruplar halinde görülür. Kahverengi renkte sert ağaç kütüklerinde de bulunabilir. Yaşam şekli yarı parazittir.

3.1.5. *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst.

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Hymenochaetales

Familia: Hymenochaetaceae

Genus: *Inonotus*

Species: *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst.



Şekil 3.6. *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst.

Özellikle elma ağacında, kavak, kayın, meşe ve çınar ağacında yaşamını sürdürürler. Ölü veya ölmekte olan geniş yapraklı ağaçlarda bulunur. Yaşam şekli parazittir.

3.1.6. *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvardeen

Regnum: Fungi

Divisio: Basidiomycota

Classis: Agaricomycetes

Ordo: Hymenochaetales

Familia: Incertae sedis

Genus: *Trichaptum*

Species: *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvardeen



Şekil 3.7. *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvardeen

Ağaç kütükleri üzerinde kümeler halinde bulunur. Geç ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında gözlenir. Ölü ağaç kütüklerinde yaygın görülen ayrıştırıcıdır. Canlı olan ağaçların gövdesinde saman renkli çürümelere yol açar. Yaşam şekli lignikolozdur.

3.2. DPPH Temizleme Deneyi

Mantarların DPPH serbest radikal süpürme aktiviteleri Shimada vd. (1992)'nin tarafından geliştirilen metota göre belirlenmiştir. DPPH (Sigma, Aldrich), 517 nm'de maksimum optik absorbansa sahip, stabil bir serbest radikaldir. Bu radikal ortamda bir antioksidan molekül bulunduğunda mor rengin açık sarı renge dönüşümü ile karakterizedir. DMSO yardımıyla 1mg/mL etanol özüt içeren stok çözeltiler hazırlanmıştır. Çözeltinin 50µL'si %0.039'luk 160µL DPPH'a eklenmiştir. Oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra 517 nm'de absorbans okunmuştur. Tüm konsantrasyonlar (25 µg/mL, 50 µg/mL, 75 µg/mL, 100 µg/mL) ve örnekler için ayrı ayrı işlemler tekrarlanmıştır. Ayrıca referans antioksidan olarak kafeik asit ve rosmarinik asit kullanılmıştır. Her bir mantar özütü için üç tekrarlı ölçüm yapılmıştır. Daha sonra DPPH serbest radikal süpürme yüzdeleri;

% inhibisyon= (Blank-örnek/Blank) x 100 olarak hesaplanmıştır.

3.3. Mantarların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Mantar örneklerinin su, etanol ve metanol özütlerinin antimikrobiyal aktiviteleri Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) ve European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST)'in önerdiği agar dilüsyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Her bir mantar özütü için minimal inhibitor konsantrasyonları (MİK) standart bakteri ve mantar suşlarına karşı test edilmiştir. Bakteriler; Gram pozitifler için, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Staphylococcus aureus* MRSA ATCC 43300, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Gram negatifler için, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606. Mantarlar; *Candida albicans* ATCC 10231, *Candida krusei* ATCC 34135 ATCC 13803, *Candida glabrata* ATCC 90030 suşları Amerikan kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Bakteri suşları Muller Hinton Broth besiyerinde, mantar suşları ise RPMI 1640 Broth besiyerinde ön kültüre edilmiştir. Standart inokulum elde etmek için bakteri ve mantarların bulanıklığı McFarland 0.5 eşigine göre hazırlanmıştır. Bütün özütler 800-12.5 µg/mL konsantrasyonlarda test edilmiş ve sulandırımının tamamı distile su ile yapılmıştır. Özütler için kullanılan çözücüler yalın olarak antimikrobiyal aktivite yönünden test edilmiştir.

Flukonazole, Amfoterisin B mantarlar için Amikacin, Ampicillin ve Ciprofloxacın bakteriler için referans ilaç olarak kullanılmıştır. Müller Hinton Agar besiyeri benmaride çözüldükten sonra 15 mL'lik steril tüplere 9 mL dağıtılarak steril edilmiştir. 1mL özüt bu tüplere ilave edilerek karışması sağlanmış ve petri kutularına dökülmüştür. Bu şekilde her madde için yedi dilüsyon hazırlanmıştır. Bakteri ve mantarların (10⁶ CFUs/mL) standard inokulumları steril plastik halka uçlu öze ile (0.01 mL) agar plaklarına ekilmiştir. Ekim yapılan tüm plaklar 35 °C'de etüvde bakteriler için 16-20 saat, mantarlar için 48 saat bekletildikten sonra değerlendirilmiştir. Koloni oluşması üremenin varlığı, koloninin olmaması inhibisyon olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca her çalışma serisi için kontrol plakları kullanılmıştır. Bakteri ve mantarların çoğalmasını önleyen en düşük sulandırım minimal inhibisyon konsantrasyonu (MİK) olarak belirlenmiştir.

3.4. TAS, TOS ve OSİ Değerlerinin Belirlenmesi

Mantar özütlerinin toplam antioksidan seviyeleri (TAS), toplam oksidan seviyeleri (TOS) ve oksidatif stres indeksi (OSİ) Rel Assay marka ticari kitler (Rel Assay Kit Diagnostics, Türkiye) ile ölçülmüştür. TAS için kalibratör olarak Trolox kullanılmıştır ve sonuçlar mmol Trolox equiv./L olarak ifade edilmiştir (Erel, 2004). TOS için kalibratör olarak hidrojen peroksit kullanılmış ve sonuçlar µmol H₂O₂ equiv./L olarak ifade edilmiştir (Erel, 2005). Örneklerin okuma işlemleri beş tekrarlı olarak yapılmıştır. Oksidatif stres indeksi (OSİ) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

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

3.5. DNA Koruyucu Aktivitelerin Belirlenmesi

Mantarların etanol özütlerinin DNA koruyucu aktiviteleri pBR322 süperkoil DNA kullanılarak tespit edilmiştir. Mantar özütlerinden 100 ve 200 µg/mL oranlarında standart çözeltiler hazırlanmıştır. 0.5 µg'lık plazmit pBR322 süperkoil DNA ependorflara konularak üzerine mantar özütlerinin standart çözeltilerinden 10 µL alınarak eklenmiştir. Hazırlanan çözelti üzerine 10 µL Fenton ajanı (30 mM H₂O₂, 50

μM askorbik asit ve $80 \mu\text{M}$ FeCl_3) eklenerek 10 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Karışımın son hacmi 20 mL olacak şekilde hazırlanıp ve 37°C de 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra DNA etidyum bromit içeren %1'lik agaroz jel üzerinde elektroforez ile analiz edilmiştir (Lee vd., 2002).

3.6. MTT Testi ile Hücre Yaşayabilirliğinin Belirlenmesi: Sitotoksite Deneyi

A549 hücrelerinin hücre yaşayabilirliğini ölçmek için MTT testi (3- [4,5-dimetiltiazol-2-il] -2,5-difenil-tetrazolyum bromür) kullanılmıştır. Hücreler, % 70-80 birleşme sağlandıktan sonra 3.0 mL Trypsin-EDTA çözeltisi (Sigma-Aldrich, MO, ABD) kullanılarak ayrılmış ve 24 gözlü plakalara ekilmiştir. Sonrasında 24 saat inkübe edilmiştir. 24 saat sonra (25, 50, 100, 150 μg / mL) özütlerin değişen seyreltmeleri uygulanmış ve hücreler 24 saat inkübe edilmiştir. Kontrol hücreleri sadece FCS ile takviye edilmeyen büyüme ortamı ile muamele edilmiştir. 48 saatlik kuluçkadan sonra süpernatantlar, büyüme ortamı içinde çözülmüş olan 1 mg/mL MTT (Sigma) ile değiştirilmiştir ve mor çökelti görünene kadar 37°C 'de inkübe edilmiştir. Kuluçkalamanın ardından süpernatantlar çıkartılarak hücreler tarafından emilen MTT, dimetil sülfoksit (DMSO) (Sigma-Aldrich, MO, ABD) ilave edilerek çözülmüştür. Plakalar bir Epoch spektrofotometre (BioTek Instruments, Winooska, VT) kullanılarak 570 nm'de okunmuştur.

3.7. Fenolik İçeriklerinin ve Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi

3.7.1. Fenolik İçeriklerinin Belirlenmesi

Mantar özütleri SHIMADZU sistem HPLC cihazı ve DAD dedektör kullanılarak Caponio vd. (1999)'ne ait yöntem modifiye edilerek çalışılmıştır: Enjeksiyon hacmi 20 μL şeklinde ayarlanmış olup, mobil faz olarak A: % 3 asetik asit ile B: metanol kullanılmış (Tablo 3.1) ve akış hızı dakikada 0.8 mL olacak şekilde düzenlenmiştir. Kromatografik ayırma Agilent Eclipse XDB-C18 kolonu (250x4.6 mm; id 5 μm) ile 30°C 'de yapılmıştır.

Tablo 3.1. HPLC gradient programı

Dakika	0.1	20	28	35	50	60	62	70	73	75	80	81
%A	93	72	75	70	70	67	58	50	30	20	0	93
%B	7	28	25	30	30	33	42	50	70	80	100	7

%A: % 3 Asetik asit, %B: Metanol

3.7.2. Kimyasal Kompozisyonların Belirlenmesi

Mantar örneklerinin etanol özütleri Gaz Kromatografi Kütle Spektrofotometre tekniği ile analiz edilmiştir (Agilent 19091S-433, 30m x 250 µm x 0.25 µm HP-5MS). Ekstraksiyonlar ve okumalar 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Kolon olarak HP-5 MS (30 m×0,25 mm×0,25 µm) kapiler kolonu kullanılmış ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (He) gazı kullanılmıştır (3 mL/dak). İnjektör sıcaklığı 280°C olmuş ve split injeksiyon yapılmıştır. Fırın sıcaklığı 50°C’de 2 dakika olarak başlayıp, 15 °C/dak. dan 120 °C/dak. 2 dakika. 5 °C/dak. dan 300 °C de 16 dakika ve dedektör sıcaklığı ise 280 °C’de analizler yapılmıştır. Bileşikler kütle spektrumlarına göre NIST Kütüphanesi kullanılarak belirlenmiştir.

3.8. Mantar Örneklerinin Element İçeriklerinin Belirlenmesi

Mantarların bünyelerinde biriktirdikleri Zn, Fe, Ca, Mn, Mg, Cu, Pb, Cr, Ni ve Co seviyelerini belirlemek için yaş yakma metodu kullanılmıştır. Mantar örnekleri kurutularak öğütülmüş ve 1’er g tartılıp 50 mL’lik erlene konulmuştur. Üzerine 10 mL yoğunlaştırılmış HNO₃ ilave edilmiştir. Erlenlerin ağzı balonla kapatılıp oda sıcaklığında 24-48 saat bekletilmiştir. Erlenler daha sonra ısı ayarlanabilen ısı bloğu üzerinde düşük ısıda renkli buharlar kayboluncaya kadar yavaş yavaş ısıtılmıştır. Daha sonra ısı biraz yükseltilmiştir. Erlenlerin üzerindeki balonlar alınmıştır. Tortu kalıncaya kadar yavaş yavaş buharlaştırılmıştır. Erlenlere 10 mL HCl ilave edilerek aynı işlem yenilenmiştir. Örneklerin tümü buharlaştıktan ve dipteki tortu kuruduktan sonra erlene konan 0.5-1 g örnek için 1 N’lik HCl ile sulandırılmıştır. Hazırlanan örneklerin Zn, Fe, Ca, Mn, Mg, Cu, Pb, Cr, Ni ve Co seviyeleri atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Doğan, 2005).

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. Mantarların DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivite Bulguları

Mantarların etanol özütlerinin antioksidan aktiviteleri DPPH serbest radikal süpürme metodu ile belirlenmiş olup % inhibisyon değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Mantar Örneklerinin DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivite yüzdeleri

Konsantrasyon (µg/mL)	Kafeik asit (%)	Rosmarinik asit (%)						
			1	2	3	4	5	6
25	8.62 ±0.91	6.03 ±0.15	yok	yok	25.96 ±2.23	34.48 ±0.20	14.35 ±0.46	yok
50	21.34 ±0.66	47.72 ±0.76	yok	yok	42.80 ±6.24	49.39 ±1.93	29.11 ±0.51	0.15 ±0.46
75	38.39 ±0.66	56.44 ±1.98	10.40 ±2.49	yok	66.38 ±4.16	71.91 ±7.91	54.56 ±0.30	0.30 ±0.81
100	54.47 ±0.05	66.33 ±1.01	1.37 ±1.78	4.82 ±1.57	79.77 ±0.61	75.51 ±3.91	81.64 ±2.03	2.54 ±1.22

Sonuçlar % inhibisyon değerlerini ifade etmektedir.

Ortalama ± S.D olarak verilmiştir; (n=3)

1: *T. biforme*, 2: *D. quercina*, 3: *I. hispidus*, 4: *F. fomentarius*, 5: *F. torulosa*, 6: *T. gibbosa*

Mantarların etanol özütlerinin DPPH serbest radikal süpürme aktivitelerinin özütlerin konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. *I. hispidus*, *F. torulosa* ve *F. fomentarius* standart olarak kullanılan kafeik ve rosmarinik asit'e göre daha yüksek aktivite göstermiştir. *T. biforme*, *D. quercina* ve *T. gibbosa* ise kullanılan standartlara göre daha düşük aktivite gösterdiği belirlenmiştir. 100 µg/mL özüt konsantrasyonları incelendiğinde mantar özütlerinin yüzde inhibisyon değerleri sırasıyla *F. torulosa*'nın 81.64±2.03, *I. hispidus*'un 79.77±0.61, *F. fomentarius*'un 75.51±3.91, *D. quercina*'nın 4.82±1.57, *T. gibbosa*'nın 2.54±1.22 ve *T. biforme*'nin ise 1.37±1.78 olarak tespit edilmiştir. 75 µg/mL özüt konsantrasyonları incelendiğinde mantar özütlerinin % inhibisyon değerleri sırasıyla *F. fomentarius*'un 71.91±7.91, *I. hispidus*'un 66.38±4.16, *F. torulosa*'nın 54.56±0.30, *T. biforme*'nin 10.40±2.49 ve *T. gibbosa*'nın ise 0.30±0.81 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 75 µg/mL

özüt konsantrasyonunda *D. quercina*'nın herhangi bir aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir. 50 µg/mL özüt konsantrasyonları incelendiğinde mantar özütlerinin yüzde inhibisyon değerleri sırasıyla *F. fomentarius*'un 49.39±1.93, *I. hispidus*'un 42.80±6.24, *F. torulosa*'nın 29.11±0.51 ve *T. gibbosa*'nın ise 0.15±0.46 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 50 µg/mL özüt konsantrasyonunda *D. quercina* ve *T. biforme* herhangi bir aktiviteye sahip olmadığı saptanmıştır. 25 µg/mL özüt konsantrasyonları incelendiğinde mantar özütlerinin yüzde inhibisyon değerleri sırasıyla *F. fomentarius*'un 34.48±0.20, *I. hispidus*'un 25.96±2.23 ve *F. torulosa*'nın ise 14.35±0.46 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca *T. biforme*, *D. quercina* ve *T. gibbosa* mantarlarının 25 µg/mL özüt konsantrasyonunda ise herhangi bir etkiye sahip olmadıkları belirlenmiştir.

4.2. Mantarların Antimikrobiyal Aktivite Bulguları

Yapmış olduğumuz çalışmada kullanılan mantar örneklerinin su, etanol ve metanol özütleri hazırlanmış ve modifiye agar difüzyon metodu kullanılarak antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.2.'de verilmiştir. Antimikrobiyal aktivite testleri sonucunda mantar örneklerinin su, etanol ve metanol özütlerinin antimikrobiyal aktivitelerinin özüt konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca *F. fomentarius* ve *I. hispidus* mantarlarının su, etanol ve metanol özütlerinin kullanılan mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivitelerinin olmadığı belirlenmiştir. Diğer mantarların 800, 400, 200 ve 100 µg/mL derişimlerde antimikrobiyal etkilerinin olduğu görülmüştür. Etkili olan mantar örneklerinin bakteri suşlarından çok mantar suşlarına karşı etkilerinin olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.2. Mantar Örneklerinin Antimikrobiyal Aktivite Bulguları

	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i> MRSA	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>A. baumannii</i>	<i>C. glabrata</i>	<i>C. albicans</i>	<i>C. krusei</i>
1X	200	200	200	800	800	etkisiz	400	200	400
1Y	100	200	100	800	800	etkisiz	200	200	400
1Z	100	100	100	400	400	800	200	200	200
2X	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	800	800	800
2Y	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	800	800	400
2Z	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	800	800	400
3X	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz
3Y	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz
3Z	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz
4X	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz
4Y	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz
4Z	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz	etkisiz
5X	400	400	800	800	400	400	800	400	400
5Y	400	400	400	400	200	200	400	200	200
5Z	400	400	400	400	200	200	400	200	200
6X	400	400	400	800	800	etkisiz	400	400	800
6Y	200	400	200	400	400	400	200	200	400
6Z	200	400	200	400	400	400	200	200	400

*X (Su özütü), Y (Etanol özütü), Z (Metanol özütü), *T. biforme* (1), *D. quercina* (2), *I. hispidus* (3), *F. fomentarius* (4), *F. torulosa* (5) ve *T. gibbosa* (6) olarak gösterilmiştir. *800, 400, 200 ve 100 µg/mL derişimlerdeki özüt konsantrasyonlarıdır.

4.3. Mantarların TAS, TOS ve OSİ Değerleri

Çalışmada kullanılan mantar örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri Rel Assay markalı ticari kitleriyle belirlenmiş olup elde edilen bulgular Tablo 4.3’de verilmiştir. Yapılan oksidatif stres belirleme çalışmaları sonucunda TAS değerlerinin sırasıyla *F. torulosa*’da 4.033 ± 0.237 , *F. fomentarius*’da 3.270 ± 0.229 , *I. hispidus*’da 2.922 ± 0.096 , *T. biforme*’de 0.802 ± 0.050 , *T. gibbosa*’da 0.590 ± 0.064 ve *D. quercina*’da 0.312 ± 0.047 olduğu belirlenmiştir. TOS değerlerinin sırasıyla *D. quercina*’da 6.868 ± 0.373 , *I. hispidus*’da 6.534 ± 0.249 , *T. biforme*’de 4.356 ± 0.200 , *T. gibbosa*’da 3.522 ± 0.275 , *F. torulosa*’da 2.969 ± 0.133 ve *F. fomentarius*’da ise 2.601 ± 0.109

olduğu tespit edilmiştir. Oksidan bileşiklerin antioksidan bileşikler ile yüzde ne kadar tolere edildiğini gösteren OSİ değerleri ise sırasıyla *D. quercina*'da 2.201 ± 0.493 , *T. gibbosa*'da 0.597 ± 0.019 , *T. biforme*'de 0.543 ± 0.059 , *I. hispidus*'da 0.224 ± 0.001 , *F. fomentarius*'da 0.080 ± 0.005 ve *F. torulosa*'da 0.074 ± 0.004 olduğu saptanmıştır. Mantarların TAS değerlerinden en yüksek değer *F. torulosa* mantarında, en düşük değer ise *D. quercina*'da olduğu görülmüştür. TOS değerlerinden en yüksek değer *D. quercina*'da, en düşük değer ise *F. fomentarius*'da olduğu belirlenmiştir. OSİ değerleri ise en yüksek *D. quercina* mantarında, en düşük *F. torulosa*'da olduğu tespit edilmiştir. *F. torulosa*, *F. fomentarius* ve *I. hispidus* OSİ değerlerinin daha düşük çıkmasının nedeni ise mantarların TAS değerlerinin yüksek olmasıdır.

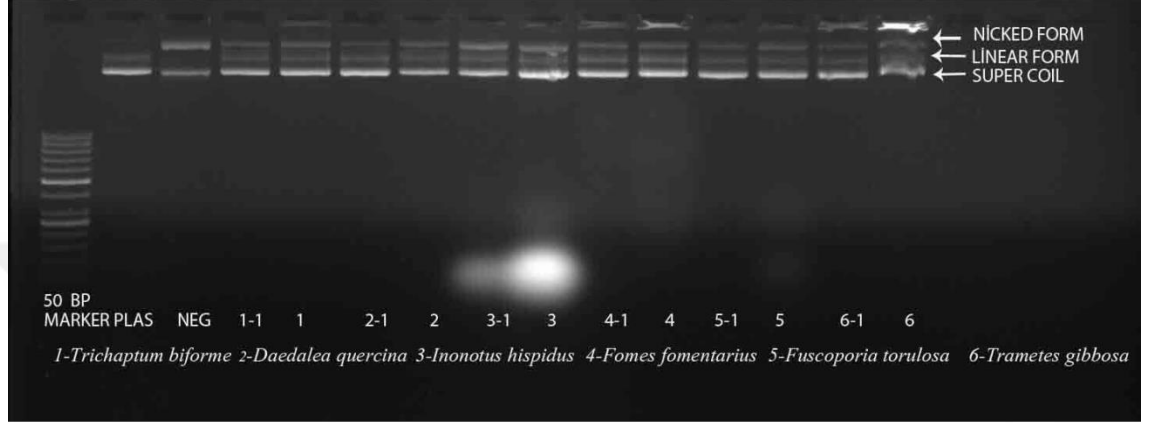
Tablo 4.3. Mantar Örneklerinin TAS, TOS ve OSİ Değerleri

Mantar Örnekleri	TAS (mmol/L)	TOS ($\mu\text{mol/L}$)	OSİ (TOS/(TASx10))
<i>T. biforme</i>	0.802 ± 0.050	4.356 ± 0.200	0.543 ± 0.059
<i>D. quercina</i>	0.312 ± 0.047	6.868 ± 0.373	2.201 ± 0.493
<i>I. hispidus</i>	2.922 ± 0.096	6.534 ± 0.249	0.224 ± 0.001
<i>F. fomentarius</i>	3.270 ± 0.229	2.601 ± 0.109	0.080 ± 0.005
<i>F. torulosa</i>	4.033 ± 0.237	2.969 ± 0.133	0.074 ± 0.004
<i>T. gibbosa</i>	0.590 ± 0.064	3.522 ± 0.275	0.597 ± 0.019

4.4. Mantarların DNA Koruyucu Aktivite Bulguları

Mantarların etanol özütlerinin DNA koruyucu aktiviteleri pBR322 süperkoil DNA kullanılarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 4.1'de gösterilmiştir. DNA koruma aktivitesi, bilinen en tehlikeli radikal türlerinden biri olan hidroksil radikaline karşı antioksidan bileşikler varlığında DNA'nın korunmasını ifade etmektedir. Eğer hidroksil radikali ortamdan kaldırılmazsa şeker fosfat omurgasına bağlanarak bu

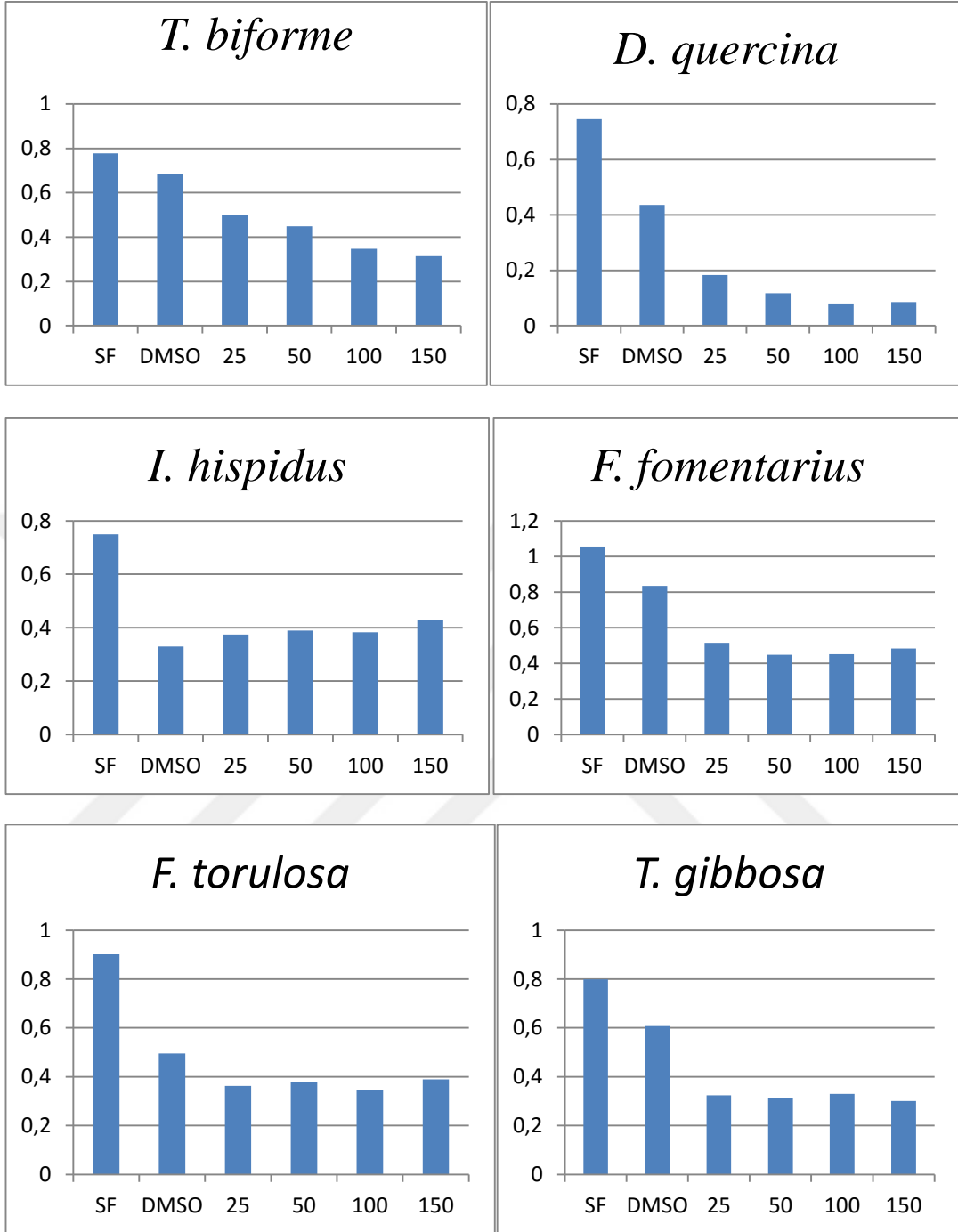
bölgelerden DNA'yı kırmaktadır. Çalışmamızda mantar özütleri kullanılarak DNA koruma aktivitesi belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, oluşturulan hidroksil radikalın DNA üzerine zarar verici etkisi, negatif kontrol incelendiğinde görülmektedir. Negatif kontrolde linear DNA formu tamamen kaybolmuştur. Ancak, negatif kontrole göre, uygulanan tüm dozların DNA koruma aktivitesi gösterdiği açık şekilde görülmektedir.



Şekil 4.1. Mantar örneklerinin DNA koruyucu aktiviteleri

4.5. Mantarların Sitotoksik Aktivite Bulguları

Mantar türlerinden elde edilen ekstraktlar 25, 50, 100 ve 150 µg/mL konsantrasyonlarında standart solüsyonlar olarak hazırlanmış ve akciğer kanser hücre hattı A549 ile hücre canlılığı test edilmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmadan elde edilen bulgulara göre *F. fomentarius*'un 50 ve 100 µg/mL konsantrasyonda önemli derecede etki gösterdiği tespit edilmekle birlikte 25 ve 150 µg/mL dozlarda hücre canlılığını azaltmıştır. *D. quercina* özütlerinin doz bağımlı olarak hücre yoğunluğunda azalmaya yol açtıkları gözlenmektedir. En yüksek aktivite 100 ve 150 µg/mL dozlarda ölçülmüştür. *T. biforme* ekstraktının doz bağımlı olarak hücre canlılığını azalttığı görülmektedir. En yüksek aktivite 150 µg/mL dozda tespit edilmiştir. *T. gibbosa* özütünde ise doz bağımlı herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Bununla birlikte 25 µg/mL dozdaki özütlerin sitotoksik etki gösterdiği saptanmıştır. *F. torulosa* ve *I. hispidus* özütlerinde hazırlanan solüsyonlarının sitotoksik etkileri A549 hücreleri üzerine test edilmiş, ancak ekstrakt dozlarının A549 hücreleri üzerine zayıf sitotoksik etkiler gösterdikleri belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Mantar örneklerinin sitotoksik etkileri (µg/mL)

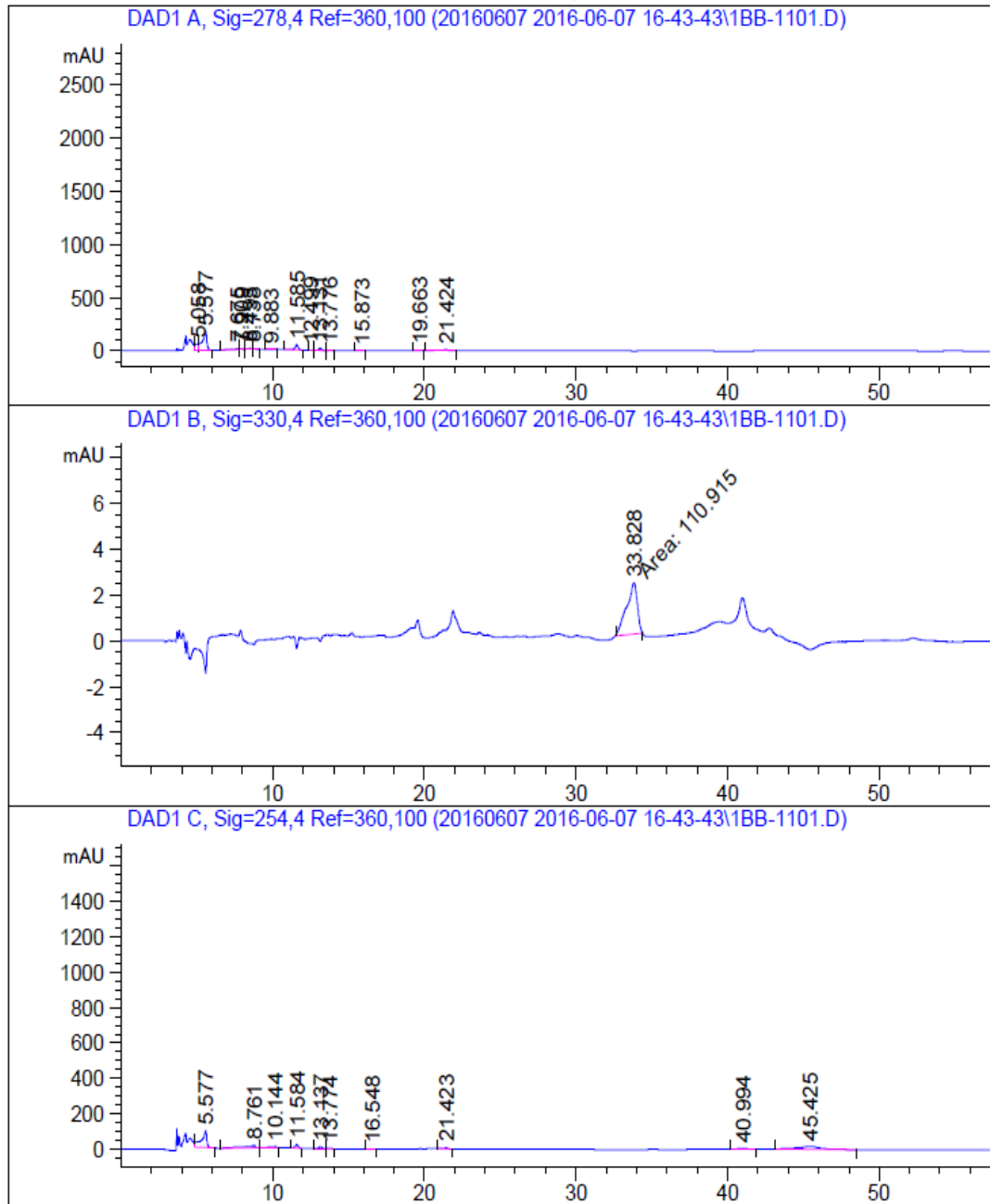
4.6. Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi

Mantar türlerinden elde edilen özütlerin HPLC cihazı ile fenolik bileşikler taranmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.4 'te verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de mantarların HPLC'de farklı dalga boylarında kromatogramı verilmiştir. Yapılan fenolik bileşik çalışmaları sonucunda, materyal olarak kullanılan 6 mantar türünde gallik asit, kateşin, klorojenik asit, epikateşin, Sirinjik asit, hidroksibenzoik asit, sinnamik asit, kafeik asit ve benzoik asit olmak üzere toplam 9 adet bileşik belirlenmiştir. *T. biforme* mantarında gallik asit 118.6 ppm, kateşin 2.3 ppm, klorojenik asit 22.6 ppm, epikateşin 6.6 ppm ve Sirinjik asit 12.9 ppm olarak belirlenmiştir. *D. quercina* mantarında gallik asit 438.5 ppm, kateşin 67.3 ppm, klorojenik asit 37.2 ppm, epikateşin 33.3 ppm, Sirinjik asit 17.3 ppm ve hidroksibenzoik asit 18.6 ppm olarak tespit edilmiştir. *I. hispidus* mantarında gallik asit 0.6 ppm, kateşin 13.8 ppm ve sinnamik asit 15.6 ppm olarak bulunmuştur. *F. fomentarius* mantarında gallik asit 0.95 ppm, kateşin 9.6 ppm, klorojenik asit 27.2 ppm ve kafeik asit 10.3 ppm olarak tespit edilmiştir. *F. torulosa* mantarında gallik asit 9.8, kateşin 2.7 ppm, klorojenik asit 42.7 ppm, Sirinjik asit 4.5 ppm ve benzoik asit 170.6 ppm olarak belirlenmiştir. *T. gibbosa* mantarında ise gallik asit 23.5 ppm, kateşin 3.9 ppm, klorojenik asit 70.8 ppm, epikateşin 8.5 ppm ve Sirinjik asit 1.5 ppm olarak ölçülmüştür.

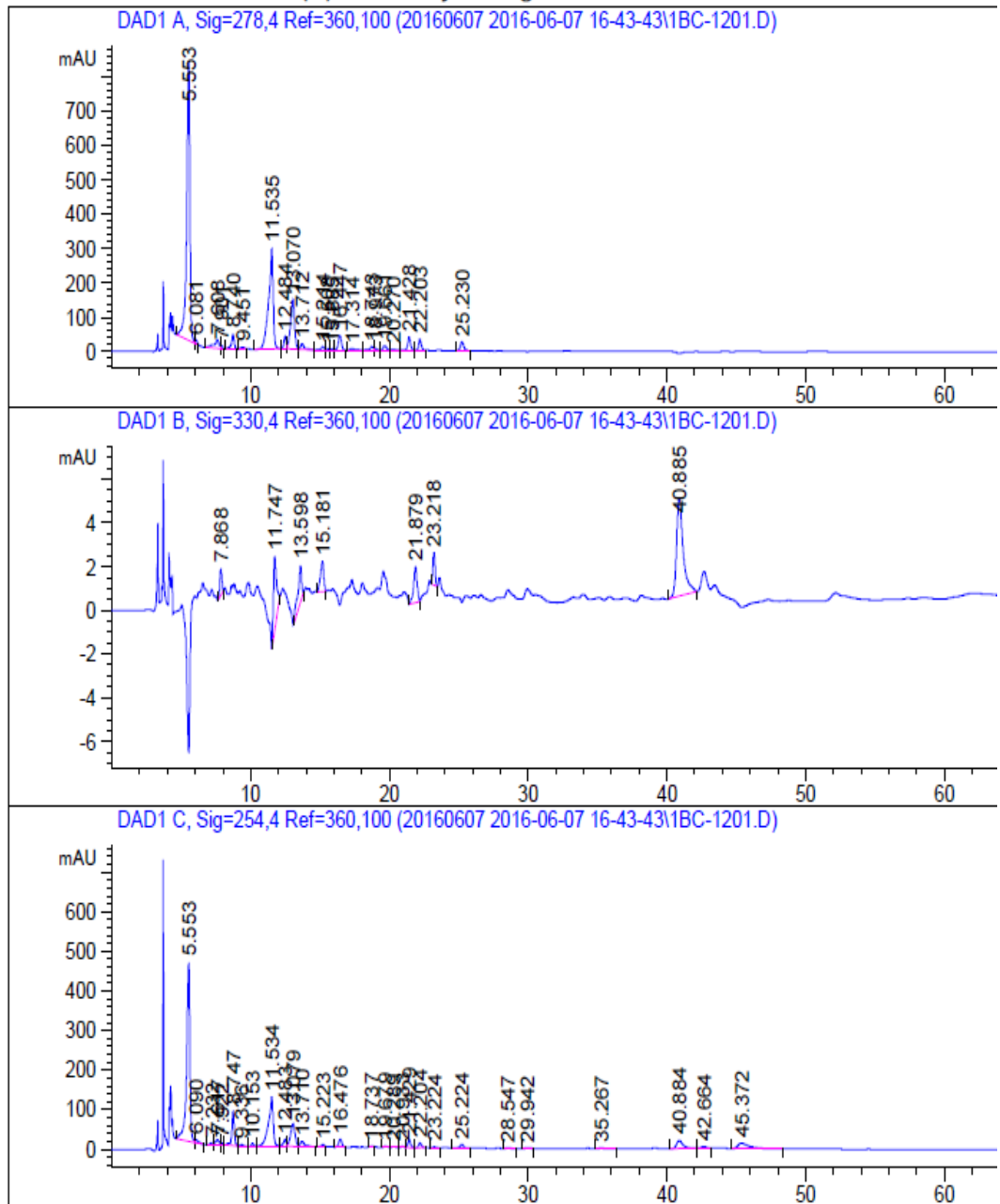
Yapılan çalışmalarda gallik asit ve kateşin tüm mantarlarda belirlenmiştir. Gallik asit'in en yüksek değeri 438.5 ppm ile *D. quercina* mantarında, en düşük değeri ise 0.6 ppm ile *I. hispidus* mantarında belirlenmiştir. Kateşin'in en yüksek değeri 67.3 ppm ile *D. quercina* mantarında, en düşük değeri ise 2.3 ppm ile *T. biforme* mantarında tespit edilmiştir. Klorojenik asit ise *I. hispidus* mantarında belirlenmemesine karşılık diğer mantarlarda değişen seviyelerde tespit edilmiştir. Klorojenik asit en yüksek 70.8 ppm ile *T. gibbosa* mantarında belirlenmiştir. Hidroksibenzoik asit sadece 18.6 ppm olarak *D. quercina* mantarında tespit edilmiştir. Sinnamik asit sadece 15.6 ppm ile *I. hispidus* mantarında belirlenmiştir. Kafeik asit sadece 10.3 ppm ile *F. fomentarius* mantarında saptanmıştır. Benzoik asit ise sadece 170.6 ppm ile *F. torulosa* mantarında belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Mantar örneklerinin fenolik içerikleri (ppm)

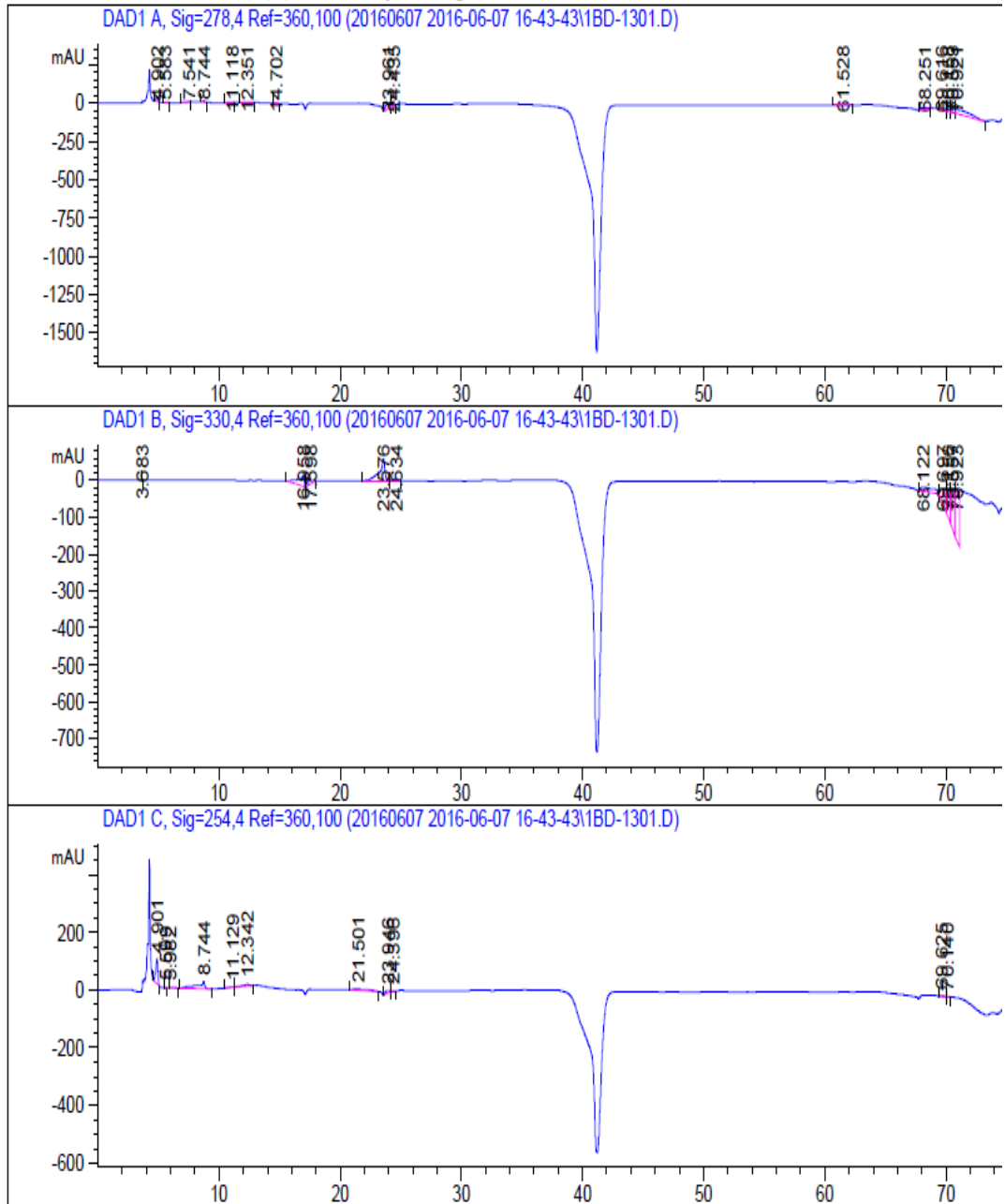
	<i>T.</i>	<i>D.</i>		<i>F.</i>	<i>F.</i>	<i>T.</i>
Fenolik asitler	<i>biforme</i>	<i>quercina</i>	<i>I. hispidus</i>	<i>fomentarius</i>	<i>torulosa</i>	<i>gibbosa</i>
Gallik asit	118.6	438.5	0.6	0.95	9.8	23.5
Kateşin	2.3	67.3	13.8	9.6	2.7	3.9
Klorojenik asit	22.6	37.2	-	27.2	42.7	70.8
Epikateşin	6.6	33.3	-	-	-	8.5
Sirinjik asit	12.9	17.3	-	-	4.5	1.5
Hidroksibenzoik asit	-	18.6	-	-	-	-
Sinnamik asit	-	-	15.6	-	-	-
Kafeik asit	-	-	-	10.3	-	-
Benzoik asit	-	-	-	-	170.6	-



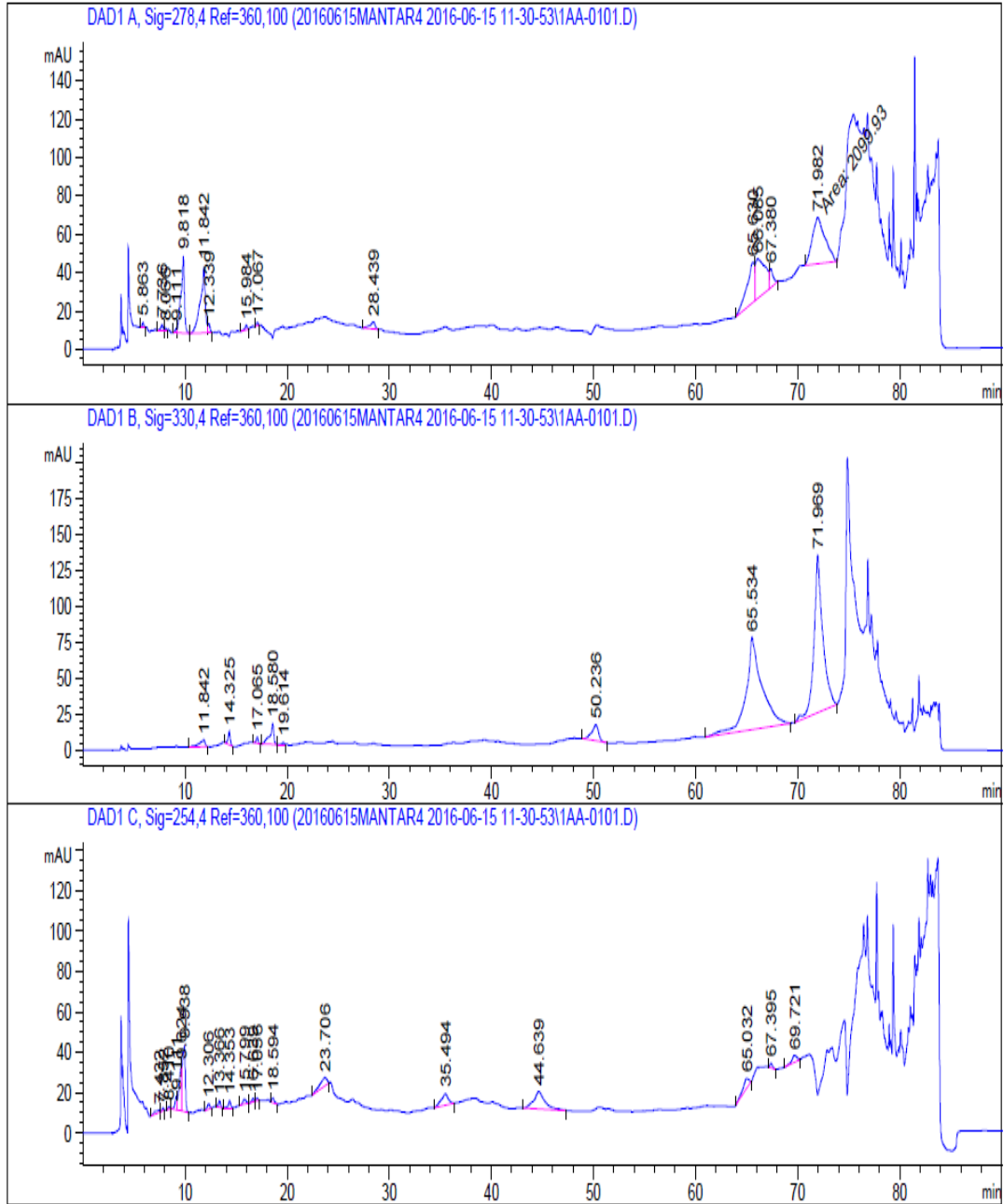
Şekil 4.3. *T. biforme* EtOH özütünün orijinal HPLC kromotogramı



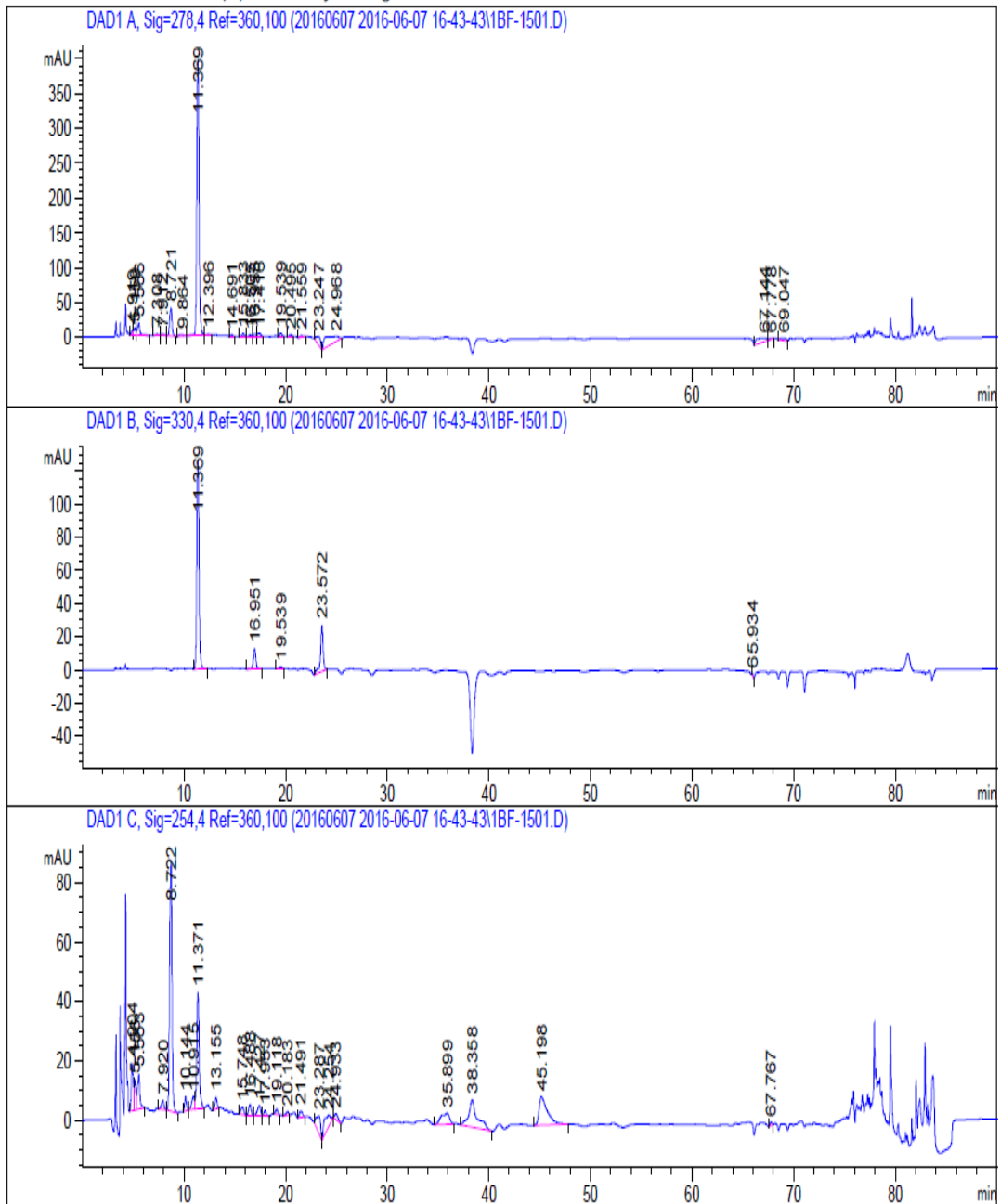
Şekil 4.4. *D. quercina* EtOH özütünün orijinal HPLC kromotogramı



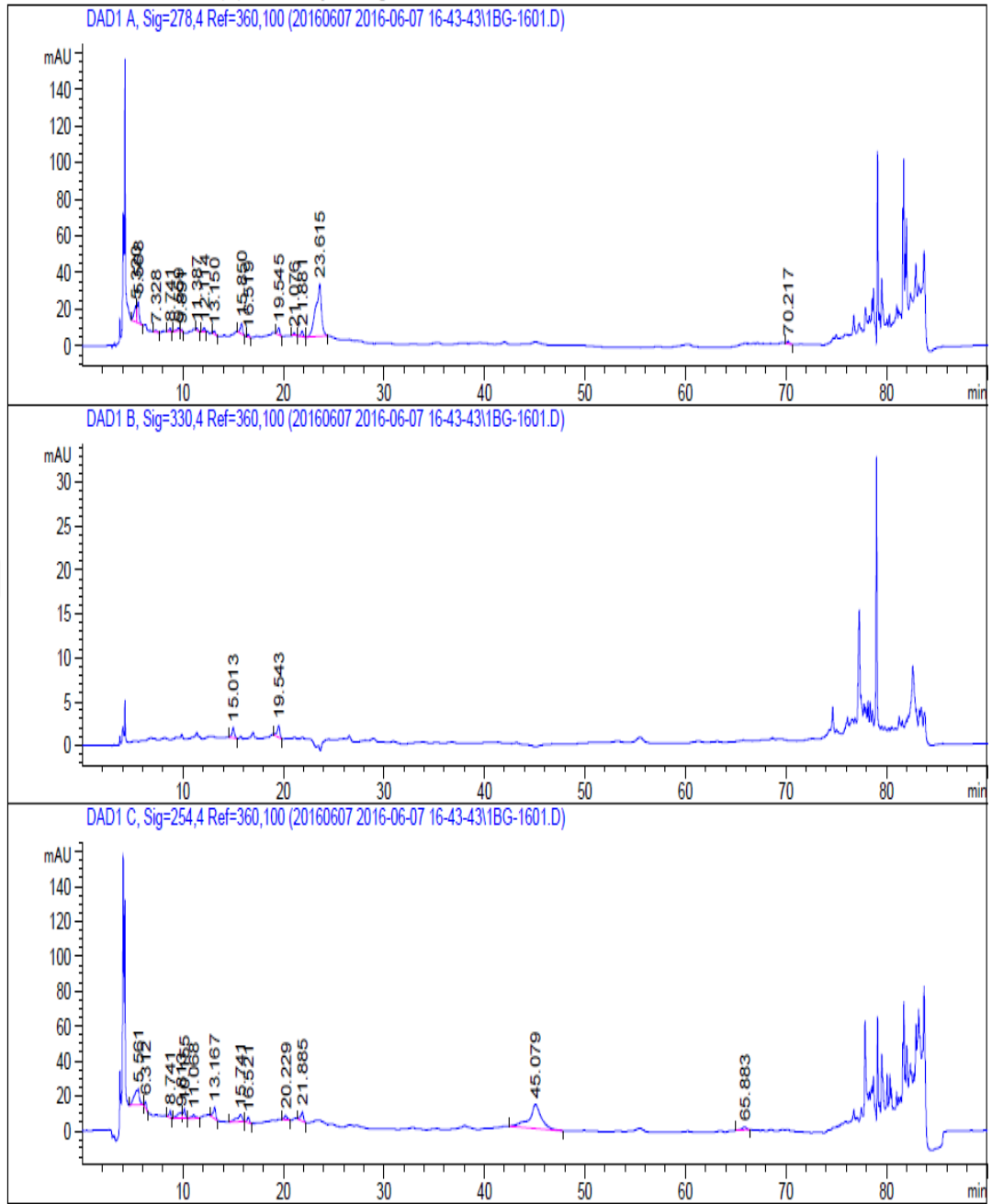
Şekil 4.5. *I. hispidus* EtOH özütünün orijinal HPLC kromotogramı



Şekil 4. 6. *F. fomentarius* EtOH özütünün orijinal HPLC kromotogramı



Şekil 4.7. *F. torulosa* EtOH özütünün orijinal HPLC kromotogramı



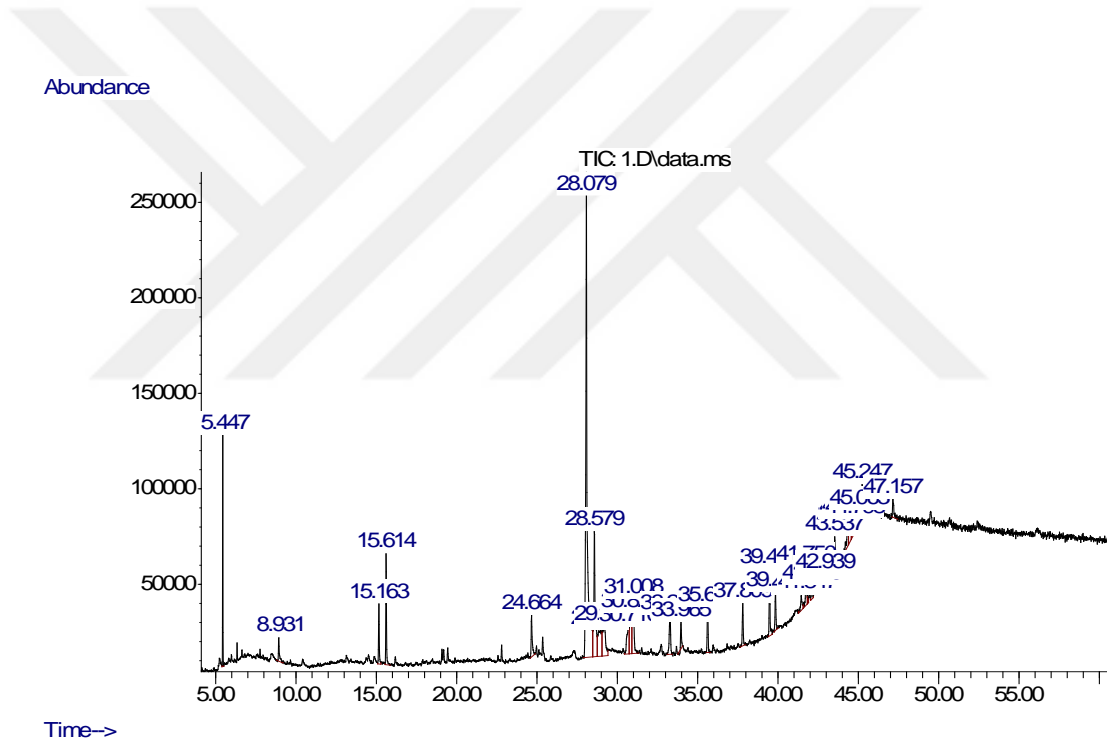
Şekil 4.8. *T. gibbosa* EtoH özütünün orijinal HPLC kromotogramı

4.7. Mantarların Kimyasal Kompozisyonları

Mantar örneklerinin kimyasal kompozisyonları Gaz Kromatografi Kütle Spektrofotometre (GC-MS) cihazı ile belirlenmiştir. Bileşikler kütle spektrumlarına göre NIST, kütüphanesi kullanılarak taranmıştır. Kromatogramlarda x eksenini bileşiklerin alıkonma zamanlarını y eksenini ise göreceli miktarları ifade etmektedir.

4.7.1. *T. biforme* Mantarının Kimyasal Kompozisyonu

T. biforme'den elde edilen etanol özütü GC-MS ile analiz edilmiş ve 13 ayrı bileşik belirlenmiştir ve elde edilen veriler Tablo 4.5'de verilmiştir. Ayrıca kimyasal kompozisyonunu gösteren kromatogram Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. *T. biforme* EtoH özütünün orijinal GC-MS kromatogramı

Yapılan analiz sonucunda Pivalik asit, Heptanoik asit, Hekzadekanoik asit, 9,12-Oktadecadienoik asit, Linoleik asit ethyl ester, İkozan, Tricosane, 1,5,9,13-Tetradecatetraene, 2',4'-Dimethyloxanilik Asit, Arsenous Asit, Gibb-3-en-1,10-dikarboksilik asit ve 10-Dikarboksilik asit türevleri olmak üzere 12 adet bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek değer 31.54 ile 9,12-Oktadecadienoik asit olurken, en düşük değerde ise 0.37 ile Arsenous asit saptanmıştır.

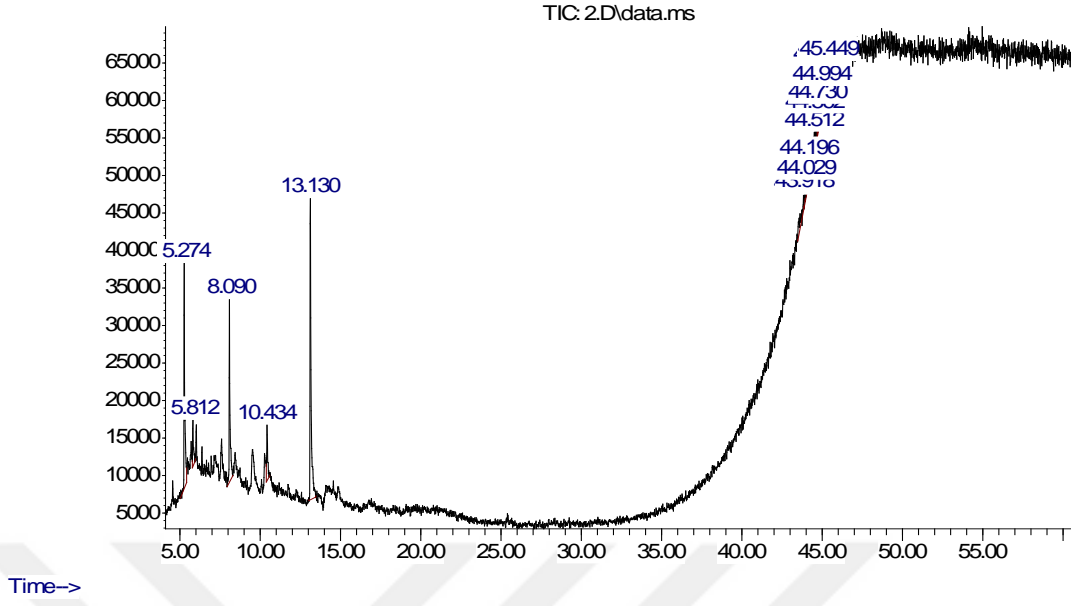
Tablo 4.5. *T. biforme*'nin kimyasal kompozisyonu

No	Alıkonma Zamanı	Alıkonma İndeksi	Bileşikler
1	5.440	3.03	Pivalik asit (C ₅ H ₁₀ O ₂)
2	8.931	1.05	Heptanoik asit (C ₇ H ₁₄ O ₂)
3	24.661	2.01	Hekzadekanoik asit, Palmitik asit (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)
4	28.074	31.54	9,12-Oktadekadienoik asit (Linoleik asit) (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)
5	28.582	8.21	Linoleik asit etil ester
6	30.826	7.98	İkozan (C ₂₀ H ₄₂)
7	31.011	4.61	Tricosane (C ₂₃ H ₄₈)
8	33.963	0.84	1,5,9,13-Tetradecatetraene (C ₁₄ H ₂₂)
9	39.852	1.6	2',4'-Dimethyloxanilik asit
10	42.820	0.37	Arsenous asit (AsH ₃ O ₃)
11	42.943	0.43	Gibb-3-en-1,10-dikarboksilik asit (C ₁₉ H ₂₂ O ₆)
12	45.234	2.63	10-Dikarboksilik asit türevleri

4.7.2. *D. quercina*'nın Kimyasal Kompozisyonu

D. quercina'dan elde edilen etanol özütü GC-MS ile analiz edilmiş ve 9 ayrı bileşik belirlenmiştir ve elde edilen veriler Tablo 4.6.'de verilmiştir. Ayrıca kimyasal kompozisyonunu gösteren kromatogram Şekil 4.10' da gösterilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Deuterostyrene, 2-Piridinamin, Hidrokinon, Ftalik anhidrid, DL-Glutamik asit, Siklotrisiloksanın, Siklotrisiloksan-heksametil, Arsenous asit ve 2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane olmak üzere 9 adet bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek değer 19.26 ile 2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane olurken, en düşük değeri 0.58 ile Siklotrisiloksan-heksameti belirlenmiştir.

Abundance



Şekil 4.10. *D. quercina* EtOH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı

Tablo 4.6. *D. quercina*'nin etanol özütünün kimyasal kompozisyonu

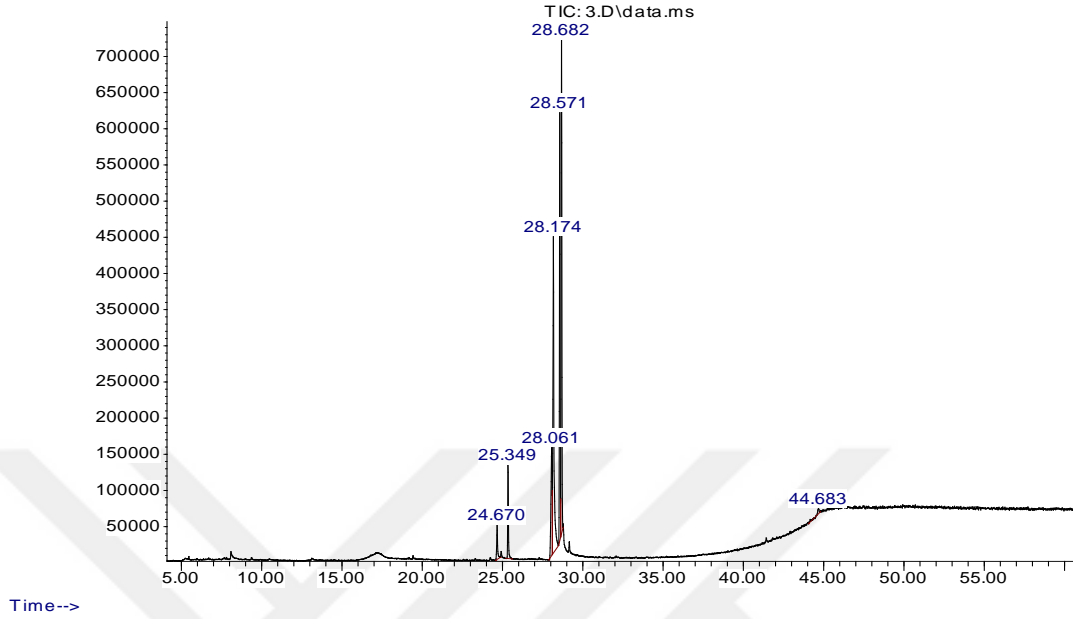
No	Alkonma Zamanı	Alkonma İndeksi	Bileşikler
1	7.593	4.15	Deuterostyrene (C ₈ H ₈)
2	8.085	9.08	2-Piridinamin (C ₅ H ₆ N ₂)
3	9.530	3.74	Hidrokinon (C ₆ H ₆ O ₂)
4	10.437	2.91	Ftalik anhidrid (C ₁₇ H ₆ O ₇)
5	13.128	15.9	DL-Glutamik asit (C ₅ H ₉ NO ₄)
6	41.944	0.9	Siklotrisiloksanın (C ₃₂ H ₇₂ O ₁₂ Si ₄)
7	42.036	0.58	Siklotrisiloksan, heksametil (C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃)
8	42.820	1.99	Arsenous asit (AsH ₃ O ₃)
9	43.235	19.26	2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane (C ₂₁ H ₂₄ O ₃ Si ₃)

4.7.3. *I. hispidus*'un Kimyasal Kompozisyonu

I. hispidus'dan elde edilen etanol özütü GC-MS ile analiz edilmiş ve 16 ayrı bileşik belirlenmiştir ve elde edilen veriler Tablo 4.7.'da verilmiştir. Ayrıca kimyasal kompozisyonunu gösteren kromotogram Şekil 4.11' de gösterilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Brenzkateşin, Sorbitol, Pentitol, Hekzadekanoik Asit-Palmitik asit, Miristoleik asit, Oleik asit, cis-Vaksenik asit, Etil Oleat, cis-11-Hekzadekanal, Tetrasiloksan, Siklotrisiloksan-heksametil, 2;2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane, Silisik asit ve 10-Dikarboksilik asit türevleri olmak üzere 14 adet

bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek değere sahip 26.71 ile Etil Oleat olurken, en düşük miktara sahip 0.28 değeri ile Pentitol olarak olmuştur.

Abundance



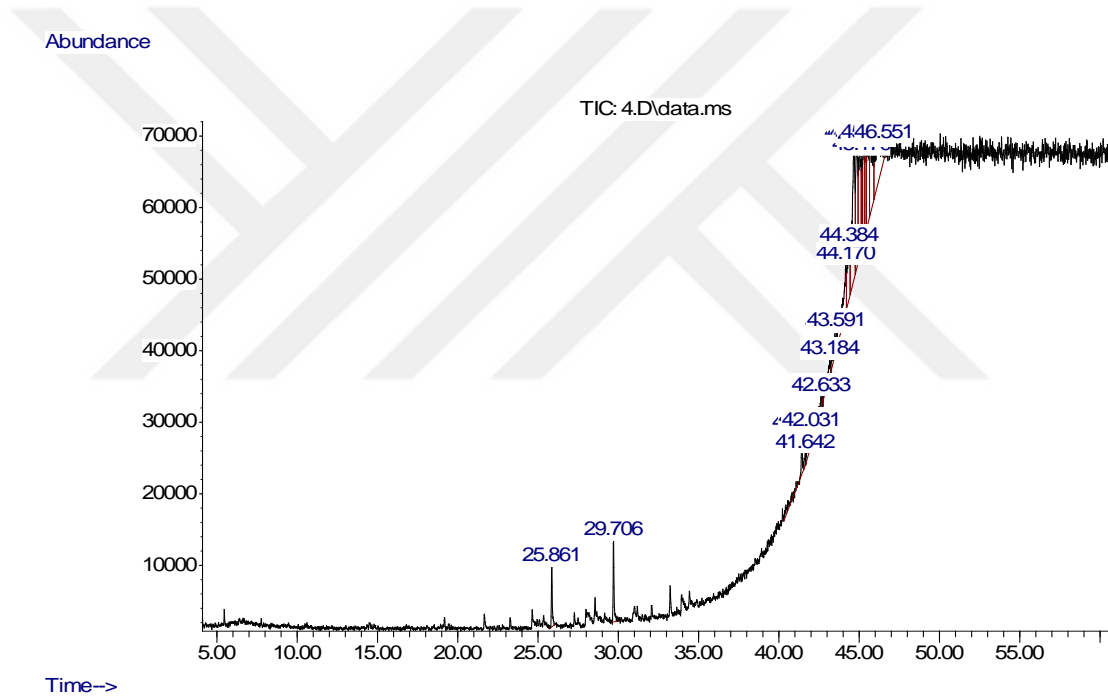
Şekil 4.11. *I. hispidus* EtOH özütünün orijinal GC-MS kromatogramı

Tablo 4.7. *I. hispidus* 'un etanol özütü kimyasal kompozisyonu

No	Alıkonma Zamanı	Alıkonma İndeksi	Bileşikler
1	8.100	0.7	Brenzkateşin ($C_{14}H_{12}O_5$)
2	17.126	0.58	Sorbitol ($C_6H_{14}O_6$)
3	17.234	0.28	Pentitol ($C_5H_{12}O_5$)
4	24.661	4.91	Hekzadekanoik asit, Palmitik asit ($C_{16}H_{32}O_2$)
5	24.676	2.41	Hekzadekanoik asit, Palmitik asit ($C_{16}H_{32}O_2$)
6	24.922	1.03	Miristoleik asit ($C_{14}H_{26}O_2$)
7	28.105	0.69	Oleik asit ($C_{18}H_{34}O_2$)
8	28.182	26.28	cis- Vaksenik asit ($C_{18}H_{34}O_2$)
9	28.689	26.71	Etil Oleat ($C_{20}H_{38}O_2$)
10	28.781	2.93	cis-11-Hekzadekanal ($C_{16}H_{30}O$)
11	41.944	0.29	Tetrasiloksan ($C_{20}H_{46}O_7Si_4$)
12	42.036	0.11	Siklotrisiloksan, heksametil ($C_6H_{18}O_3Si_3$)
13	43.189	0.37	Silisik asit (H_4SiO_4)
14	43.235	1.43	2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane ($C_{21}H_{24}O_3Si_3$)
15	43.373	0.37	Silisik asit (H_4SiO_4)
16	45.234	2.02	10-Dikarboksilik asit türevleri

4.7.4. *F. fomentarius* Mantarının Kimyasal Kompozisyonu

F. fomentarius'dan elde edilen etanol özütü GC-MS ile analiz edilmiş ve 8 adet bileşik belirlenmiştir ve elde edilen veriler Tablo 4.8.'da verilmiştir. Ayrıca kimyasal kompozisyonunu gösteren kromatogram Şekil 4.12'de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Tetradekanal, Oktadecanal, 1,19-Eikozadien, Siklotrisiloksan-heksametil, Arsenous asit, Gibb-3-en-1,10-dikarboksilik asit, 2;2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane ve 10-Dikarboksilik asit türevleri olmak üzere 8 adet bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek değere sahip 32.71 ile 2;2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane olurken, en düşük değere sahip 1.08 ile Arsenous asit olmuştur.



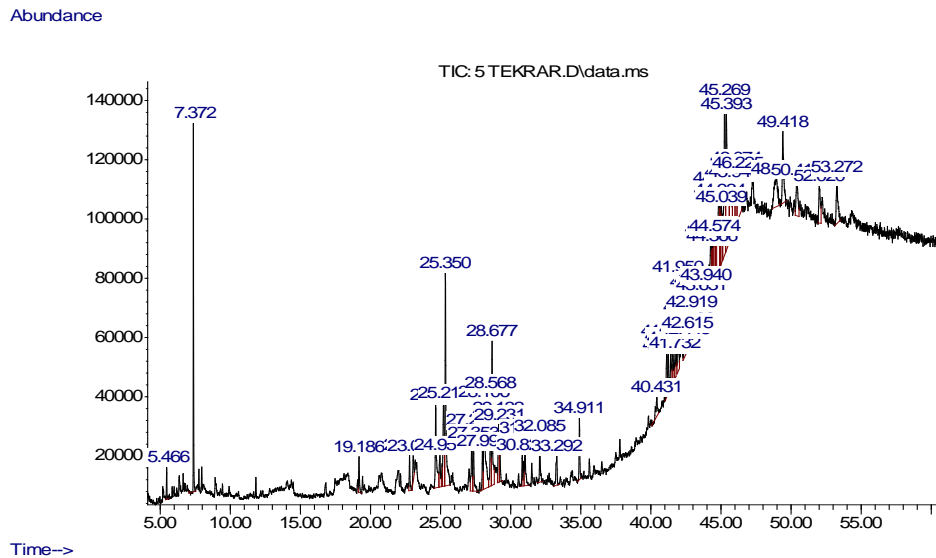
Şekil 4.12. *F. fomentarius* EtoH özütünün orijinal GC-MS kromatogramı

Tablo 4.8. *F. fomentarius*'un etanol özütün kimyasal kompozisyonu

No	Altkonma Zamanı	Altkonma İndeksi	Bileşikler
1	19.433	1.51	Tetradekanal (C ₁₄ H ₂₈ O)
2	29.704	2.03	Oktadekanal (C ₁₈ H ₃₆ O)
3	33.240	1.11	1,19-Eikozadien (C ₂₀ H ₃₈)
4	42.036	24.57	Siklotrisiloksan, heksametil (C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃)
5	42.820	1.08	Arsenous asit (AsH ₃ O ₃)
6	42.943	4.08	Gibb-3-en-1,10-dikarboksilik asit (C ₁₉ H ₂₂ O ₆)
7	43.235	32.71	2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane (C ₂₁ H ₂₄ O ₃ Si ₃)
8	45.234	23.6	10-Dikarboksilik asit türevleri

4.7.5. *F. torulosa*'nın Kimyasal Kompozisyonu

F. torulosa'dan elde edilen etanol özütü GC-MS ile analiz edilmiş ve 26 farklı bileşik saptanmıştır ve elde edilen veriler Tablo 4.9.'de verilmiştir. Ayrıca kimyasal kompozisyonunu gösteren kromotogram Şekil 4.13' de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Heksanoik asit-Etil Ester, Pentitol, 1-Nonadecene, Decane, Heksadekanoik asit, Sikloheksan, Fumarik asit, Palmitik asit, Bromoasetik asit, Heneikosan, 9,12-Oktadekadienoik asit, Oleik asit, Kloroasetik asit, Dokosan, İkozan, 9-Trikozen, 9-Oktadesenamid, Cyclododecasiloxane, Oxirane, 2,4,6-Cycloheptatrien-1-one, 2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane, 10-Dikarboksilik asit türevleri olmak üzere 23 ayrı bileşik saptanmıştır. Bu bileşiklerden en yüksek değer 42.39 ile 10-Dikarboksilik asit türevlerinde gözlenirken, en düşük değer 0.12 ile Decane'da belirlenmiştir.



Şekil 4.13. *F. torulosa* EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı

Tablo 4.9. *F. torulosa*'nın etanol özütün kimyasal kompozisyonu

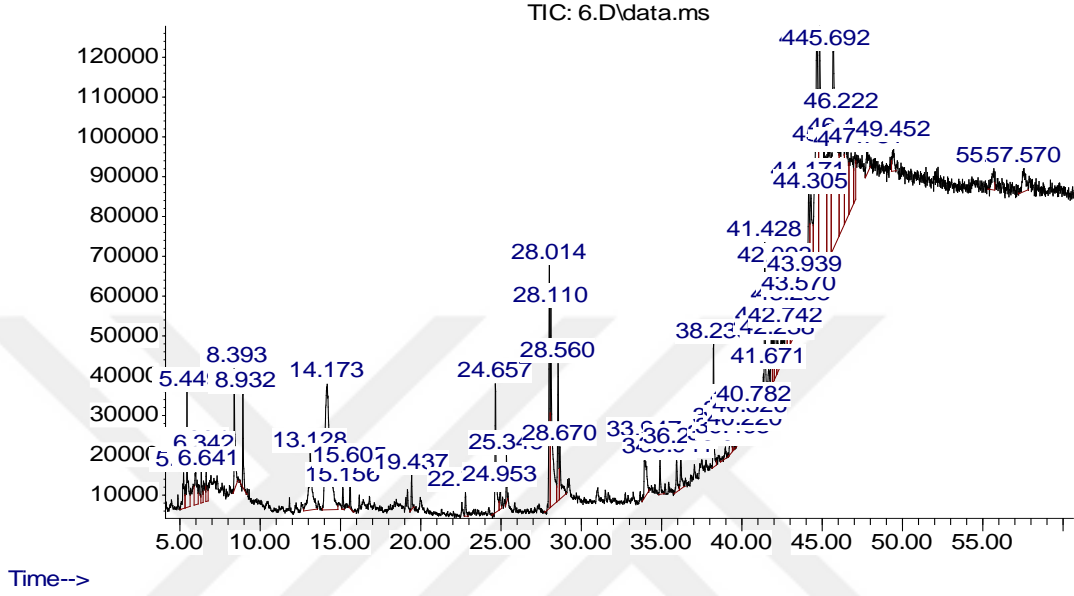
No	Alıkonma Zamanı	Alıkonma İndeksi	Bileşikler
1	5.471	0.17	Heksanoik asit-Etil Ester (C ₈ H ₁₆ O ₂)
2	17.234	0.29	Pentitol (C ₅ H ₁₂ O ₅)
3	23.061	0.28	1-Nonadecene (C ₁₉ H ₃₈)
4	23.200	0.12	Decane (C ₁₀ H ₂₂)
5	24.661	3.45	Heksadekanoik Asit (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)
6	24.953	0.47	Sikloheksan (C ₆ H ₁₂)
7	25.214	1.06	Fumarik asit (C ₄ H ₄ O ₄)
8	25.353	2.25	Palmitik asit (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)
9	27.228	0.61	Bromoasetik asit (C ₂ H ₃ BrO ₂)
10	27.351	0.53	Heneikosan (C ₂₁ H ₄₄)
11	27.997	0.33	9,12- Oktadekadienoik asit (C ₁₈ H ₃₂ O ₂) (Linoleik asit)
12	28.105	1.74	Oktadekadienoik asit (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)
13	28.674	1.37	Oleik asit (C ₁₈ H ₃₄ O ₂)
14	29.135	0.69	Kloroasetik asit (C ₂ H ₃ ClO ₂)
15	29.227	0.49	Dokosan (C ₂₂ H ₄₆)
16	30.826	0.53	İkozan (C ₂₀ H ₄₂)
17	30.934	0.18	9-Trikozen (C ₂₃ H ₄₆)
18	32.087	0.44	9-Oktadesenamid (C ₁₈ H ₃₅ NO)
19	33.287	0.39	Cyclododecasiloxane (C ₂₄ H ₇₂ O ₁₂ Si ₁₂)
20	34.917	0.47	Oxirane (C ₁₈ H ₃₆ O)
21	40.960	0.83	2,4,6-Cycloheptatrien-1-one (C ₇ H ₆ O)
22	43.235	4.41	2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane (C ₂₁ H ₂₄ O ₃ Si ₃)
23	45.234	42.39	10-Dikarboksilik asit türevleri

4.7.6. *T. gibbosa*'nın Kimyasal Kompozisyonu

T. gibbosa'dan elde edilen etanol özütü GC-MS ile analiz edilmiş ve 20 tane bileşik belirlenmiştir ve elde edilen veriler Tablo 4.10.'de verilmiştir. Ayrıca kimyasal kompozisyonunu gösteren kromatogram Şekil 4.14' de gösterilmiştir. Yapılan analiz sonucunda D-Aloz, Sikloheksanon, 3-Chloroformanilide, Tetradekanal, 1,2-Benzenedicarboxylic asit, 1,2- benzendikarboksilik asit, Heksadekanoik asit, 9,12-Oktadekadienoik asit, cis- Vaksenik asit, 9,12-Oktadekadien-1-OL, Cyclododecyne, Oktadekanal, 1,2-Bis(trimethylsilyl)benzen, 2-Nonadecanone, Siklotrisiloksan-heksametil, 1H-Indole (1-methyl-2-phenyl), (Silisik asit, dietil bis (trimetilsilil) ester), 2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane, 2H-Pyrido[4,3-E]-1,3-Oksazın, 2-(Acetoxymethyl)-3-(methoxycarbonyl) biphenylene ve 10-Dikarboksilik

asit türevleri olmak üzere 20 adet bileşik saptanmıştır. Bu bileşiklerden en yüksek değer 29.51 ile 10-Dikarboksilik asit türevleri olurken, en düşük değeri 0.21 ile Sikloheksanon'da gözlenmiştir.

Abundance



Şekil 4.14. *T. gibbosa* EtoH özütünün orijinal GC-MS kromotogramı

Tablo 4.10. *T. gibbosa*'nın etanol özütün kimyasal kompozisyonu

No	Alıkonma Zamanı	Alıkonma İndeksi	Bileşikler
1	14.174	6.98	D-Aloz (C ₆ H ₁₂ O ₆)
2	15.158	0.21	Sikloheksanon (C ₆ H ₁₀ O)
3	15.604	0.34	3-Chloroformanilide (C ₇ H ₆ ClNO)
4	19.433	0.3	Tetradekanal (C ₁₄ H ₂₈ O)
5	22.785	0.27	1,2- benzendikarboksilik asit (C ₈ H ₅ NaO ₄)
6	24.661	2.06	Heksadekanoik asit (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)
7	27.997	2.5	9,12-Oktadekadienoik asit (C ₁₈ H ₃₂ O ₂) (Linoleik asit)
8	28.182	4.11	cis- Vaksenik asit (C ₁₈ H ₃₄ O ₂)
9	28.566	1.69	9,12-Oktadekadien-1-OL (C ₁₈ H ₃₄ O)
10	33.948	1.22	Cyclododecyne (C ₁₂ H ₂₀)
11	34.901	0.42	Oktadekanal (C ₁₈ H ₃₆ O)
12	35.947	0.5	1,2-Bis(trimethylsilyl)benzen (C ₁₂ H ₂₂ Si ₂)
13	36.208	0.54	2-Nonadecanone (C ₁₉ H ₃₈ O)
14	42.036	2.08	Siklotrisiloksan, heksametil (C ₆ H ₁₈ O ₃ Si ₃)
15	42.097	1.35	1H-Indole, 1-methyl-2-phenyl (C ₁₅ H ₁₃ N)
16	43.189	0.73	Silisik asit, dietil bis (trimetilsilil) ester (C ₁₀ H ₂₈ O ₄ Si ₃)
17	43.235	8.28	2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane (C ₂₁ H ₂₄ O ₃ Si ₃)
18	44.173	2.66	2H-Pyrido[4,3-E]-1,3- Oksazın (C ₇ H ₆ N ₂ O)
19	44.681	8.65	2-(Acetoxymethyl)-3-(methoxycarbonyl) biphenylene (C ₁₇ H ₁₄ O ₄)
20	45.234	29.51	10-Dikarboksilik Asit Türevleri

4.8. Mantarların Element İçerikleri

Yapılan element analizleri sonucunda mantarların bünyesinde biriktirdikleri Zn, Fe, Ca, Mn, Mg, Cu, Pb, Cr, Ni ve Co içerikleri belirlenmiş olup Tablo 4.11'te verilmiştir. Yapılan element analizleri sonucunda *T. biforme* mantarında Ni içeriğine rastlanmazken Zn içeriği 26.6, Fe içeriği 307.1, Ca içeriği 43.0, Mn içeriği 3.8, Mg içeriği 1026.2, Cu içeriği 6.4, Pb içeriği 12.9, Cr içeriği 6.9 ve Co içeriği 1.7 mg/kg olarak gözlenmiştir.

D. quercina'da Ni içeriğine rastlanmazken Zn içeriği 18.7, Fe içeriği 412.5, Ca içeriği 516.3, Mn içeriği 76.8, Mg içeriği 1040.4, Cu içeriği 23.1, Pb içeriği 13.4, Cr içeriği 5.4 ve Co içeriği 1.1 mg/kg olarak bulunmuştur.

I. hispidus 'da Ni içeriğine rastlanmazken Zn içeriği 36.7, Fe içeriği 146.4, Ca içeriği 138.3, Mn içeriği 9.0, Mg içeriği 932.7, Cu içeriği 5.9, Pb içeriği 14.5, Cr içeriği 3.2 ve Co içeriği 0.5 mg/kg olarak belirlenmiştir.

F. fomentarius 'da Ni içeriğine rastlanmazken Zn içeriği 29.4, Fe içeriği 350.0, Ca içeriği 66.2, Mn içeriği 194.4, Mg içeriği 901.4 Cu içeriği 6.0, Pb içeriği 12.9, Cr içeriği 4.90 ve Co içeriği 0.6 mg/kg olarak elde edilmiştir.

F. torulosa 'da Ni içeriğine rastlanmazken Zn içeriği 29.1, Fe içeriği 387.9, Ca içeriği 1005.8, Mn içeriği 9.0, Mg içeriği 991.3, Cu içeriği 5.9, Pb içeriği 14.6, Cr içeriği 7.6 ve Co içeriği 1.5 mg/kg olarak belirlenmiştir.

T. gibbosa 'da Ni içeriğine rastlanmazken Zn içeriği 14.1, Fe içeriği 482.9, Ca içeriği 241.2, Mn içeriği 65.0, Mg içeriği 945.7, Cu içeriği 13.9, Pb içeriği 14.6, Cr içeriği 6.1, Ni içeriği 0.5 ve Co içeriği 2.7 mg/kg olarak saptanmıştır.

Tablo 4.11. Mantar örneklerinin mineral madde ve ağır metal içerikleri

Mantar Türleri	Zn	Fe	Ca	Mn	Mg	Cu	Pb	Cr	Ni	Co
<i>T. biforme</i>	26.6	307.1	43.0	3.8	1026.2	6.4	12.9	6.9	0.0	1.7
<i>D. quercina</i>	18.7	412.5	516.3	76.8	1040.4	23.1	13.4	5.4	0.0	1.1
<i>I. hispidus</i>	36.7	146.4	138.3	9.0	932.7	5.9	14.5	3.2	0.0	0.5
<i>F. fomentarius</i>	29.4	350.0	66.2	18.4	901.4	6.0	12.9	4.9	0.0	0.6
<i>F. torulosa</i>	29.1	387.9	1005.8	194.4	991.3	6.0	14.6	7.6	0.0	1.5
<i>T. gibbosa</i>	14.1	482.9	241.2	65.0	945.7	13.9	14.6	6.1	0.5	2.7

Birim= mg/kg(Kuru ağırlık)

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Belgrad ormanından toplanan *T. gibbosa*, *F. fomentarius*, *F. torulosa*, *D. quercina*, *I. hispidus* ve *T. biforme* mantarlarının etanol özütleri kullanılarak fenolik ve diğer kimyasal bileşenleri, antioksidan aktiviteleri, antimikrobiyal aktiviteleri (su, etanol ve metanol özütleri), DNA koruyucu aktiviteleri, sitotoksik etkileri, toplam antioksidan seviyeleri, toplam oksidan seviyeleri, oksidatif stres indeksleri ve element içeriklerinin belirlenmesi ve kıyaslanması amaçlanmıştır. Çalışılan mantar örneklerinin toplam antioksidan seviyeleri, toplam oksidan seviyeleri, oksidatif stres indeksleri ve sitotoksik etkileri ile ilgili literatürde herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır.

5.1. DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivite

Çalışmada kullanılan mantar örneklerinin etanol özütlerinin DPPH serbest radikal süpürme aktivitelerinin özüt konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Çalışmada standart olarak kullanılan kafeik ve rosmarinik asit'e göre *I. hispidus*, *F. torulosa* ve *F. fomentarius* mantarları daha yüksek serbest radikal süpürme aktivitesi gösterirken *T. biforme*, *D. quercina* ve *T. gibbosa* mantarları ise daha düşük serbest radikal süpürücü aktivite göstermiştir. Daha önce mantarlar üzerine farklı metot ve çözücülerle yapılmış birçok antioksidan kapasite çalışması mevcuttur. Brezilya, Çin, Kore, İspanya, Hindistan, Portekiz, Tayvan ve Türkiye'den toplanan mantarın antioksidan potansiyelleri araştırılmıştır (Fereira vd., 2009). Lee vd. (2013) yaptıkları çalışmada *Trametes* sp.'nin antioksidan aktivitelerini düşük olarak belirlemişlerdir. Alispahic, vd. (2015) yaptıkları çalışmada; *Boletus edulis*, *Agaricus bisporus*, *A. bisporus* var. *avellaneus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* mantarlarının DPPH serbest radikal süpürücü aktivitelerini test etmişlerdir. Çalışma sonucunda mantarların farklı antioksidan aktivite gösterdikleri gözlenmiş olup, en yüksek aktiviteyi *Boletus edulis* mantarının gösterdiği belirlenmiştir. Gan vd. (2013) *Agaricus bisporous* ve *A. brasiliensis* mantarları üzerine yaptıkları

çalışmada mantar örneklerinin yüksek antioksidan etkiye sahip olduklarını ve doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Menaga vd. (2013) yaptıkları çalışmada *Pleurotus florida* mantarının metanol özütlerinin yüksek DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesinin olduğunu tespit etmişlerdir. Xiao-Po vd. (2017) yaptıkları çalışmada *Trichaptum biforme* mantarının yüksek antioksidan potansiyele sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Asatiani vd. (2007) yaptıkları çalışmada *Daedalea quercina* mantarının su ve etanol özütlerinin DPPH serbest radikal süpürme aktivitelerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda mantar örneğinin düşük antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Smolskaite vd. (2015) yaptıkları çalışmada *Inonotus hispidus* mantarının antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda mantarın yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

Yaptığımız bu çalışmada ek olarak *I. hispidus*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarının etanol özütlerinin antioksidan aktivitelerinin olduğu saptanmıştır. *D. quercina*, *T. biforme* ve *T. gibbosa* mantarlarının ise düşük antioksidan aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir. Bu farklı antioksidan kapasitelerinin sebebi olarak mantar örneklerinin yapısında bulunan farklı kimyasallar, toplandıkları alanlar ve tür farklılıklarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda *I. hispidus*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarının doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

5.2. Mantarların Antimikrobiyal Aktiviteleri

Mantarlar doğal ortamlarında hayatta kalabilmek için bünyelerine antibakteriyel ve antifungal bileşikler toplamak zorundadır (Smolskaite, 2016). Birçok mantar türünden izole edilen ve potansiyel aktivitelere sahip olan antimikrobiyal bileşikler bakteri ve virüslerle savaşılabilmek yeteneğine sahip doğal bir antibiyotik kaynağı olarak hayatımızda önemli bir yere sahiptir (Lindequist vd., 2005). Smolskaite vd. (2015) yaptıkları çalışmada *Inonotus hispidus* mantarının *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* üzerine antimikrobiyal aktivitelere sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca *Ganoderma pfeifferi*'nin *Staphylococcus aureus*'a karşı etkisinin olduğu da belirtilmiştir (Mothana vd. 2000; Smolskaite, 2016). *T. gibbosa* mantarının su ve metanol özütlerinin *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus flavus*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* mikroorganizmalarına karşı etkileri test edilmiştir. Çalışma sonucunda Gram negatif

bakterilere karşı dar antibakteriyel etkinlik gösterdiği fakat test edilen Gram-pozitif bakterilerinin büyümesini şiddetle inhibe ettiği tespit edilmiştir (Ga ve Kaviyarasana, 2011). Bir başka çalışmada ise *Fomes fomentarius* mantarının *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella abony* mikroorganizmalarına karşı etkilerinin olduğu da belirtilmiştir (Kolundzic vd., 2016). Yapılan bir çalışmada *Fuscoporia torulosa* mantarının *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ve *Moraxella catarrhalis* üzerine orta seviyede antimikrobiyal etkisinin olduğu belirlenmiştir (Kovacs vd., 2017). *D. quercina* mantarının *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas syringae* ve *Cladosporium herbarum* mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal aktivitelerinin olduğu tespit edilmiştir (Ofodile vd., 2010). Tarafımızdan yapılan bu çalışmada ise kullanılan mantarların *S. aureus*, *S. aureus* MRSA, *E. faecalis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *C. glabrata*, *C. albicans* ve *C. Krusei* mikroorganizmaları üzerine 800, 400, 200 ve 100 µg/mL konsantrasyonlarda farklı düzeylerde etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. *F. torulosa* ve *T. gibbosa* mantarlarının diğer mantarlara göre daha yüksek aktivite gösterdiği saptanmıştır. *I. hispidus* ve *F. fomentarius* mantarlarının çalışmada kullanılan mikroorganizmalar üzerine herhangi bir antimikrobiyal aktivitelerinin olmadığı gözlenmiştir. *D. quercina* mantarının ise bakteriler üzerine etkisinin olmadığı mantarlar üzerine ise yüksek konsantrasyonlarda etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda *T. gibbosa*, *F. torulosa*, *D. quercina* ve *T. biforme* mantarlarının doğal antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

5.3. Mantarların TAS, TOS ve OSİ Değerleri

Yapmış olduğumuz çalışmada en yüksek TAS değerine 4.033 ± 0.237 ile *F. torulosa* mantarının, en düşük ise 0.312 ± 0.047 ile *D. quercina* mantarının sahip olduğu görülmüştür. TOS değerleri bakımından gözlenen en yüksek değer 6.868 ± 0.373 ile *D. quercina*, en düşük değer 2.601 ± 0.109 ile *F. fomentarius* mantarında bulunduğu belirlenmiştir. Mantarlarda çevresel ve fizyolojik etkiler ile oluşturulan oksidan bileşiklerin yine organizmada üretilen antioksidan bileşikler ile ne kadar tolere edildiğini gösteren OSİ değerleri ise en yüksek 2.201 ± 0.493 ile *D. quercina*, en düşük ise 0.074 ± 0.004 ile *F. torulosa* mantarında bulunduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda Antalya (Akseki) ve Balıkesir (Kazdağı Milli Parkı) illerinden toplanan *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer, mantarının TAS değerleri

sırasıyla 2.823 ve 2.805 (mmol/L), TOS değerleri 10.349 ve 6.596 ($\mu\text{mol/L}$), OSİ değerleri ise 0.367 ve 0.235 olarak tespit edilmiştir (Akgül vd., 2016a). Ayrıca Adana (Karaisalı) ve Antalya (Konyaaltı) bölgelerinden *Omphalotus olearius* (DC.) Singer mantarının TAS değerleri sırasıyla 2.836 ve 2.827 (mmol/L), TOS değerleri 8.262 ve 14.210 ($\mu\text{mol/L}$), OSİ değerleri ise 0.291 ve 0.503 olarak tespit edilmiştir (Sevindik vd., 2017). Erzincan'dan toplanan *Auricularia auricula* (L.) Underw. ve Muğla'dan toplanan *Trametes versicolor* (L.) Lloyd mantarlarının TAS değerleri sırasıyla 1.010 ± 0.098 ve 0.820 ± 0.063 olarak, TOS değerleri sırasıyla 23.910 ± 0.369 ve 17.760 ± 0.456 olarak, OSİ değerleri sırasıyla 2.367 ± 0.200 ve 2.166 ± 0.114 olarak tespit edilmiştir (Akgül vd., 2017). Muğla'dan toplanan *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm. ve *Coprinus micaceus* (Bull.) Fr. mantarının TAS değerleri sırasıyla 0.38 ve 0.46 olarak, TOS değerleri sırasıyla 16.76 ve 16.87 olarak, OSİ değerleri sırasıyla 4.41 ve 3.67 olarak belirlenmiştir (Akgül vd., 2016b). *Pleurotus eryngii* (DC.) Qué. mantarının TAS değeri 1.93 ± 0.02 olarak belirlenmiştir (Yıldırım vd., 2012). *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. mantarının etanol özütünün TAS değeri 0.73 olarak tespit edilmiştir (Avcı vd., 2016). Bizim mevcut çalışmamızda yer alan ve araştırılan mantar örneklerinin özütlerinde TAS, TOS ve OSİ değerleri analiz edilmiştir. Canlılarda hem metabolik reaksiyonlar sonucu hem de çevresel faktörlerin etkisiyle oluşan oksidan maddeleri ortadan kaldırmak için etkili olan antioksidan bileşiklerin yetersiz kaldığı durumlarda oksidatif stres ortaya çıkmaktadır (Rahman vd., 2012). OSİ değeri mantarın bünyesel ve çevresel etkilerde ürettiği oksidan bileşikleri bünyesinde ürettiği antioksidan bileşiklerle yüzde ne kadar tolere edebildiğini göstermektedir.

Yaptığımız çalışmada *M. procera* ve *O. olearius* mantarlarına kıyasla *I. hispidus*, *F. torulosa* ve *F. fomentarius* mantarlarının TAS değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. *T. biforme*, *D. quercina* ve *T. gibbosa* mantarlarının ise daha düşük TAS değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oluşan bu TAS değerlerindeki farklılıkların sebebi olarak mantarların bünyelerinde ürettikleri antioksidan maddelerin düzeylerinde ve kapasitelerindeki değişimler olduğu düşünülmektedir. Ayrıca TOS değerlerine bakıldığında *M. procera* ve *O. olearius* mantarlarının genel olarak daha yüksek TOS değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. OSİ değerlerinin ise *D. quercina* ve *T. biforme* mantarlarında daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir.

A. auricula, *T. versicolor* ve *P. eryngii* mantarlarının *I. hispidus*, *F. torulosa* ve *F. fomentarius* mantarlarından daha düşük TAS değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *T. biforme*, *D. quercina* ve *T. gibbosa* mantarlarının ise daha yüksek TAS değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. TOS değerlerine bakıldığında ise çalışmada kullanılan mantarların daha düşük TOS değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan mantarların OSİ değerlerinin ise daha düşük düzeylerde olduğu gözlenmiştir.

Bu araştırmada test edilen *T. biforme*, *I. hispidus*, *T. gibbosa*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarının TAS değerlerinin *T. terreum* ve *C. micaceus* mantarlarından daha düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan mantar örneklerindeki TOS ve OSİ değerlerinin ise daha düşük düzeylerde olduğu gözlenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan *T. biforme*, *I. hispidus*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarının TAS değerlerinin *A. polytricha* mantarından daha düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir.

5.4. Mantarların DNA Koruyucu Aktiviteleri

Yapmış olduğumuz çalışmada kullanılan mantar örneklerinin etanol özütlerinin konsantrasyonlarına (100-200 µg/ml) bağlı olarak antimutajenik etkileri plasmid DNA pBR322 hasarına karşı incelenmiştir. Mantarların DNA koruyucu özelliklerini araştırmak için daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda *Gloeophyllum trabeum*, *Daedalea dickinsii*, *Pseudomerulius curtisii*, *Stereum sanguinolentum*, *Cryptoporus volvatus*, *Gloeophyllum abietinum*, *Verpa bohemica*, *Morchella esculenta*, *Russula virescens* mantar türlerinin potansiyel DNA koruyucu aktivitelere sahip oldukları rapor edilmiştir (Lee vd., 2013; Hasnat vd., 2014; Shameem vd., 2015). Çalışmamızda DNA koruma aktivitesi sonucuna göre oluşturulan hidroksil radikalının DNA üzerine zarar verici etkisi negative kontrol grubu incelendiğinde açıkça görülmektedir. Ancak, negatif kontrole göre, mantar özütlerinin uygulanan tüm dozlarında DNA koruma aktivitesi gösterdiği açık şekilde görülmektedir. Bu kapsamda yaptığımız çalışmada kullanılan *T. biforme*, *D. quercina*, *I. hispidus*, *T. gibbosa*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarının potansiyel DNA koruyucu aktivitelere sahip olduğu belirlenmiştir ve bu mantar türlerinin doğal DNA koruyucu ajanlar olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

5.5. Mantarların Sitotoksik Etkileri

Yapmış olduğumuz çalışmada kullanılan mantar türlerinden elde edilen özütler 25, 50, 100 ve 150 µg/mL konsantrasyonlarda standart solüsyonlar olarak hazırlanmış ve akciğer kanser hücre hattı A549 ile hücre canlılığı test edilmiştir. Kaygusuz vd. (2017) *Agaricus lanipes* mantarının antimikrobiyal, antioksidan ve sitotoksik etkilerini test etmişlerdir ve çalışma sonucunda bu mantar örneğinin yüksek antiproliferatif ve pro-apoptotik etkilere sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca *Inonotus hispidus* mantarının sitotoksik etkisi üzerine yapılan başka bir çalışmada mantarın insan meme karsinomasına (MCF-7) ve insan hepatoblastomasına (HepG2) karşı sitotoksik aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Zan vd., 2011). Kolundzic vd., (2016) yaptıkları çalışmada *Fomes fomentarius* mantarının sitotoksik etkisini araştırmış ve test edilen özütlerin HeLa ve N87 hücreleri normal MRC5 hücre hattına karşı sitotoksik etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Ren vd. (2006) yaptıkları çalışmada, *Phellinus conchatus*, *Pycnoporus sanguineus*, *Cryptoporus volvatus*, *Fomitopsis pinicola*, *Fomes hornodermus*, *Lenzites betulina*, *Trametes gibbosa* ve *T. orientalis* mantarlarının sitotoksik aktivitesini MTT-dye ve SMMC- 7721 metoduyla çalışmış ve yaptıkları çalışma sonucunda mantarların sitotoksik aktivitelerinin olduğunu vurgulamışlardır. Bizim yaptığımız bu çalışmada kullanılan mantarlardan *F. fomentarius*, *D. quercina*, *T. biforme* ve *T. gibbosa* türlerinin sitotoksik etki gösterdiği belirlenmiştir. *F. torulosa* ve *I. hispidus* mantarlarının ise zayıf sitotoksik etkilere sahip oldukları saptanmıştır. Bu kapsamda çalışmamızda kullanılan mantarların potansiyel sitotoksik etkilerinden dolayı doğal antikarsinojen ve antitümör ajan olabileceği düşünülmektedir.

5.6. Mantarların Fenolik İçerikleri

Tıpkı bitkiler gibi mantarların da pek çok kimyasal bileşik içerdiği ve bu bileşiklerin de farklı etkilere yol açabilecek biyoaktivitelere sahip oldukları bilinmektedir (Turkoglu vd., 2007). Yaptığımız çalışmada mantar örneklerinin kimyasal içerik analizleri sonucunda saptanan fenolik bileşiklerden Gallik asitin antioksidan, antimutagenik, antikarsinojenik, antialerjik, anti-inflamatuar, antiviral, antibakteriyel ve antiarterioskleroz aktivitelerinin olduğu bilinmektedir (Choubey vd., 2015). Kateşin'in ise kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif gibi hastalıklara sebep olabilen reaktif oksijen türlerinin baskılanmasında kullanılan önemli bir antioksidan

bileşik olduğu bilinmektedir. Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda cilt, göğüs, prostat ve akciğer kanserlerine karşı koruma özelliği olan önemli bir bileşik olduğu da bildirilmiştir (Zaveri, 2006). Epikateşin'in diyabetik hastalarda kan şekeri düzeylerinin azaltılmasında faydalı olduğu, kanser hücrelerine karşı anti-kanser etkisi, antioksidan, antianjiyojenik ve antiproliferatif etkilere sahip olduğu da rapor edilmiştir (Abdulkhaleq vd., 2017). Klorojenik asitin antioksidan ve antienflamatuar etkilerinin yanı sıra glukoz ve lipid metabolizmasını düzenlemesi, anti-diyabetik, anti-karsinojen, anti-inflamatuar ve anti-obezite etkileri de dahil olmak üzere bir çok biyolojik aktivitelerinin olduğu bildirilmiştir (Tajik vd., 2017). Sirinjik asitin antikanser, antiproliferatif, sedatif etkileri ile bilinmektedir (Seal, 2016). Ayrıca Sirinjik asitin glukoz metabolizması ve katarakt oluşumu üzerinde fizyolojik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Wei vd., 2012). Hidroksibenzoik asit kronik hastalıkların görülme sıklığını azaltmak için kullanılan bir bileşik olmasının yanı sıra diyabet, kronik kalp hastalığı, kanser, Alzheimer hastalığı ve katarakt riskini azaltmada ve önlemede yardımcı olduğu da bilinmektedir. Ayrıca hidroksibenzoik asit ve bunların türevleri antioksidan özellikleri ile de iyi bilinen polifenollerdir. Bunlar serbest radikallerin ve reaktif azot türlerinin oldukça etkili temizleyicisidirler (Hubkova vd., 2014). Birçok biyolojik aktiviteye sahip doğal bir organik asit olan Sınnamik asit ve türevleri uyuşturucu geliştirme potansiyeline sahip önemli bir bileşik olmalarının yanı sıra antibakteriyel, antiviral ve antifungal özellikleri de taşımaktadır (Sova, 2012). Kafeik asitin antioksidan, anti-inflamatuar, antikarsinojenik, antibakteriyel ve immünomodülatör etki gibi farmakolojik özellikleri olduğu bildirilmiştir (Armutcu vd., 2015). Ayrıca bu bileşiğin anti-kanser, anti-diyabetik, böbrek, karaciğer ve nörolojik hastalıkların tedavisinde kullanıldığı da belirtilmiştir (Erdemli vd., 2015). Benzoik asitin ise antibakteriyel ve antifungal koruyucu ajanlar olarak gıda, kozmetik, hijyen ve farmasötik ürünlerde aroma verici maddeler olarak yaygın şekilde kullanıldığı bilinmektedir (Del Olmo vd., 2017).

Yapmış olduğumuz çalışmada *F. fomentarius*, *D. quercina*, *T. biforme*, *T. gibbosa*, *F. torulosa* ve *I. hispidus* mantarlarında gallik asit, kateşin, klorojenik asit, epikateşin, sirinjik asit, hidroksibenzoik asit, sınnamik asit, kafeik asit ve benzoik asit olmak üzere 9 fenolik asit tespit edilmiştir. Belirlenen fenolik bileşiklerin türü ve miktarı mantar örneğine göre değişiklik göstermektedir. Gallik asit ve kateşin en yüksek *D. quercina* türünde olmak üzere tüm mantar özütlerinde belirlenmiştir. Klorojenik asit en yüksek

oranda *T. gibbosa*'da tespit edilirken, *I. hispidus*'da gözlenmemiştir. Epikateşin yine en yüksek *D. quercina* türünde saptanırken, *I. hispidus*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarında tespit edilmemiştir. Sirinjik asit yine en fazla *D. quercina* tespit edilirken, *I. hispidus* ve *F. fomentarius* mantarlarında belirlenememiştir. Hidroksi benzoik asit sadece *D. Quercina*'da gözlenmiştir. Kafeik asit *F. fomentarius*, sinnamik asit *I. hispidus* ve benzoik asit *F. torulosa* mantarlarında belirlenmiştir. Fenolik asitlerin özellikle antioksidan aktivite başta olmak üzere pek çok biyolojik aktiviteye sahip oldukları bilinmektedir (Saxena vd., 2012). Yapılan antioksidan kapasite testlerinde en yüksek antioksidan aktiviteler *I. hispidus*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarında görülmüştür. Fakat en yüksek fenolik içeriğin olduğu *D. quercina*, *T. gibbosa* ve *T. biforme* mantarlarının zayıf aktiviteler gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre belirlenen fenoliklerin antioksidan aktivitelerini tür çeşidi ve miktarının önemli derecede etkilediği söylenebilir. Buna ek olarak *I. hispidus*, *F. fomentarius* ve *F. torulosa* mantarlarında bireysel olarak belirlenen sinnamik, kafeik ve benzoik asitin sergilenen antioksidan aktivitelerde diğerlerinden baskın olabileceği düşünülmektedir. Kesin yargıların yapılabilmesi için aynı sistemde belirlenen fenoliklerin antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

5.7. Mantarların Kimyasal Kompozisyonları

Yapılan kimyasal analiz çalışmaları sonucunda *T. biforme* mantarında toplam 13 kimyasal bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek oranı 9,12-Oktadekadienoik asit (31.54) bileşiği oluşturmaktadır. *D. quercina* mantarında toplam 9 kimyasal bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek oranı 2; 2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane (19.26) bileşiği oluşturmaktadır. *I. hispidus* mantarında toplam 14 kimyasal bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek oranı Etil Oleat (26.71) bileşiği oluşturmaktadır. *F. fomentarius* mantarında toplam 8 kimyasal bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek oranı 2;2,4,6-Trimetil-2,4,6-trifenil-1,3,5,2,4,6-trioxatrisilinane (32.71) bileşiği oluşturmaktadır. *F. torulosa* mantarında toplam 23 kimyasal bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek oranı 10-Dikarboksilik asit (42.39) türevleri oluşturmaktadır. *T. gibbosa* mantarında toplam 20 kimyasal bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden en yüksek oranı 10-Dikarboksilik asit (29.51) türevleri oluşturmaktadır.

5.8. Mantarların Element Kompozisyonları

Mantarların besin değerleri ve element içerikleri üzerine yapılan çalışmalar son zamanlarda giderek artmaktadır (Falandysz vd., 2003; Zhang vd., 2011; Akata vd., 2012; Falandysz vd., 2012; Guo vd., 2012; Gucia vd., 2012; Liu vd., 2012; Zang vd., 2013; Falandysz vd., 2013). Yapmış olduğumuz çalışmada mantarların element analizleri yaş yakma metodu ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda mantar rneklelerinde Zn seviyelerinin en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla 14.1-36.7 ppm arasında, Fe seviyeleri 146.4-482.9 ppm arasında, Ca seviyeleri 43.0-1005.5 ppm arasında, Mn seviyeleri 3.8-194.4 ppm arasında, Mg seviyeleri 901.4-1040.4 ppm arasında, Cu seviyeleri 5.9-23.1 ppm arasında, Pb seviyeleri 23.9-14.6 ppm arasında, Cr seviyeleri 3.2-7.6 ppm arasında ve Co içeriği 0.5-2.7 ppm arasında belirlenmiştir. Ni içeriği ise *T. gibbosa* mantarında 0.5 ppm olarak ölçülürken diğer mantar rneklelerinde saptanamamıştır. Mantarlar zerine yapılan element içeriklerinin analizi çalışmalarında daha önce belirlenmiş literatür verilerine göre Zn için 29.8-158, Fe için 14.6-835, Ca için 18-590, Mn için 18.1-103, Mg için 600-2500, Cu için, 71-95, Pb için 2.86-6.88, Cr için 10.7-42.7, Ni için 1.18-5.14 ve Co için 0.01-8.27 aralıkları gösterilmiştir (Svoboda ve Chrastny 2008; Zhu vd., 2011; Mallikarjuna vd., 2013).

En yüksek düzeyde Zn içeriği *I. hispidus* mantarında belirlenirken, en düşük *T. gibbosa* mantarında tespit edilmiştir. Literatür verilerine kıyasla bizim çalışma bulgularında tespit edilen Zn içeriğinin *I. hispidus* mantarında literatür aralıklarında olduğu gözlenirken diğer mantar türlerinde literatür değerlerinden daha düşük düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek Fe içeriği *T. gibbosa* mantarında tespit edilirken, en düşük *I. hispidus* mantarında belirlenmiştir. Literatür verilerine kıyasla tüm mantarların Fe içeriklerinin literatür aralıklarında olduğu gözlenmektedir.

Ca içeriği en yüksek *F. torulosa* mantarında tespit edilirken, en düşük *T. biforme* mantarında llmştir. Literatür aralıklarına kıyasla *F. torulosa* mantarının Ca içeriğinin literatür değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenirken diğer mantarların Ca içeriklerinin literatür aralıklarında bulunduğu görülmektedir.

Mn içeriği en yüksek *F. torulosa* mantarında saptanırken, en düşük *T. biforme* mantarında tespit edilmiştir. Literatür aralıklarına kıyasla Mn içeriğinin *T. gibbosa*, *F. fomentarius* ve *D. quercina* mantarlarında literatür değerlerinde olduğu gözlenirken, *T. biforme* ve *I. hispidus* mantarlarında literatür aralıklarından daha düşük, *F. torulosa* mantarında ise literatür aralıklarından daha yüksek düzeylerde bulunduğu grlmştir.

Mg içeriğinin en yüksek değeri *D. Quercina*'da en düşük değeri ise *F. fomentarius* mantarında llmştir. Mg değerlerinin çalışmada kullanılan tüm mantarlarda literatür aralıklarında olduğu tespit edilmiştir.

Cu içeriği en yüksek *D. quercina* mantarında ölçülmüş olup, en düşük değer ise *I. hispidus* mantarında analiz edilmiştir. Literatür aralıklarına göre çalışmada kullanılan mantar rneklerinin Cu içeriklerinin düşük seviyelerde olduğu saptanmıştır.

Pb içeriğinin en yüksek değeri *F. torulosa* ve *T. gibbosa* mantarlarında belirlenirken, en düşük Pb değerinin ise *T. biforme* ve *F. fomentarius* mantarlarında olduğu tespit edilmiştir. Literatür değerlerine kıyasla Pb içeriğinin tüm mantar örneklerinde literatür aralıklarının üzerinde olduğu belirlenmiştir.

En yüksek Cr içeriği *F. torulosa* mantarında test edilirken, en düşük değer *I. hispidus* mantarında tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan mantar rneklerinin Cr içeriklerinin literatür aralıklarına kıyasla daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

Ni içeriği sadece *T. gibbosa* mantarında gözlenmiştir. *T. gibbosa* mantarında Ni içeriğinin literatür aralıklarına kıyasla daha düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir.

Co içeriğinin en yüksek değeri *T. gibbosa* mantarında, en düşük değer ise *I. hispidus* mantarında tespit edilmiştir. Literatür değerlerinde kıyasla yapmış olduğumuz çalışmada kullanılan mantarların Co içeriklerinin literatür aralıklarında olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak; yapmış olduğumuz çalışmada kullanılan *T. biforme* mantarının yapılan biyolojik aktivite çalışmalarından antimikrobiyal, DNA koruyucu ve sitotoksik

etkilerinin olduđu belirlenirken, DPPH aktivitesinin dűşűk olduđu tespit edilmiřtir. *D. quercina* mantarının yapılan biyolojik aktivite çalıřmalarına gűre DNA koruyucu ve sitotoksik etkilere sahip olduđu belirlenirken, antimikrobiyal aktivitesinin sadece mantar suřları űzerine etkili olduđu gűrűlműřtir. Ayrıca DPPH serbest radikal sűpűrme aktivitesinin ise dűřűk olduđu gűzlenmiřtir. *I. hispidus* mantarının ise DPPH serbest radikal sűpűrme aktivitesinin ve DNA koruyucu etkisinin olduđu belirlenmiřtir. Ayrıca sitotoksik etkisinin dűřűk olduđu ve antimikrobiyal aktivitesinin olmadıđı tespit edilmiřtir. *F. fomentarius* mantarının yapılan biyolojik aktivite çalıřmalarından DPPH serbest radikal sűpűrme aktivitesi, DNA koruyucu ve sitotoksik etkilerinin olduđu belirlenmiřtir. Fakat antimikrobiyal etkilerinin olmadıđı gűzlenmiřtir. *F. torulosa* mantarının yapılan çalıřmalar sonucunda DPPH serbest radikal sűpűrme aktivitesinin, antimikrobiyal ve DNA koruyucu etkisinin olduđu tespit edilmiřtir. Ayrıca sitotoksik etkisinin ise dűřűk dűzeylerde olduđu gűrűlműřtir. *T. gibbosa* mantarının yapılan çalıřmalarından elde edilen bulgulara gűre DPPH serbest radikal sűpűrme aktivitesinin dűřűk olmasına karřılık antimikrobiyal, DNA koruyucu ve sitotoksik etkilere sahip olduđu saptanmıřtır. Mantar űrnekleri űzerine yapılan çalıřmalar sonucunda elde edilen bulguların ileride yeni kaynaklara yűnelim ařamalarında űnemli bir veri olmakla birlikte yapılacak olan farmakolojik ajan geliřtirme arařtırmalarında da űnemli bir adım ve yol gűsterici nitelik tařıyacađı dűřűnűlmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdulkhaleq, L. A., Assi, M. A., Noor, M. H. M., Abdullah, R., Saad, M. Z., Taufiq-Yap, Y. H. (2017). Therapeutic uses of epicatechin in diabetes and cancer. *Veterinary World*, **10**, 869.
- Abugria, D. A., McElhenney, W. H. (2013). Extraction of total phenolic and flavonoids from edible wild and cultivated medicinal mushrooms as affected by different solvents. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, **3**, 37-42.
- Ajith, T. A., Janardhanan, K. K. (2002). Antioxidant and antihepatotoxic activities of *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat, *Journal of Ethnopharmacology*, **81**, 387-391.
- Akata, I., Ergonul, B., Kalyoncu, F. (2012). Chemical compositions and antioxidant activities of 16 wild edible mushroom species grown in Anatolia. *International Journal of Pharmacology*, **8**, 134-138.
- Akgül, H., Nur, A.D., Sevindik, M., Doğan, M. (2016b). *Tricholoma terreum* ve *Coprinus micaceus*' un bazı biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **17**, 158-162.
- Akgül, H., Sevindik, M., Coban, C., Allı, H., Selamoğlu, Z. (2017). New Approaches in Traditional and Complementary Alternative Medicine Practices: *Auricularia auricula* and *Trametes versicolor*. *Journal of Traditional Medicine & Clinical Naturopathy*. **6**, 239.
- Aksoy, M. (2000). *Beslenme Biyokimyası*. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.
- Akül, H., Sevindik, M., Akata, I., Altuntaş, D., Bal, C., Doğan, M. (2016a). *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer. Mantarının Ağır Metal İçeriklerinin ve Oksidatif Stres Durumunun Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **20**, 504-508.

- Alispahic, A., Sapcanin, A., Salihovic, M., Ramic, E., Dedic, A., Pazalja, M. (2015). Phenolic content and antioxidant activity of mushroom extracts from Bosnian market. *Bulletin of the Chemists and Technologist of Bosnia and Herzegovina*, **44**,5-8.
- Alkan, N. (2013). Bazı makrofungusların biyolojik aktivitelerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, 75s., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Altuğ, R. (2004). *Bebeklerde ve Çocuklarda Beslenme* (4. Basım). Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul.
- Alves, M.J., Ferreira, I. C.F.R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A., Pintado, M. (2013). A review on antifungal activity of mushroom (basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, **13**, 2648-2659.
- Alves, M.J., Ferreira, I. C.F.R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A., Pintado, M. (2012). A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Planta Medica*, **78**, 1707-1718.
- Apaydın, M. (2011). *Tricholoma fracticum* (Britzelm.) Kreisel Mantarının Aktivitesi ve Kimyasal Bilesimlerinin Arastırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, 103s., Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Armutcu, F., Akyol, S., Ustunsoy, S., Turan, F.F. (2015). Therapeutic potential of Caffeic acid phenethyl ester and its anti-inflammatory and immunomodulatory effects. *Experimental and Therapeutic Medicine*, **9**, 1582-1588.
- Asatiani, M.D., Elisashvili, V. I., Wasser, S.P., Reznick, A.Z., Nevo, E. (2007). Free radical scavenging activity of submerged mycelium extracts from higher basidiomycetes mushrooms. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **71**, 3090-3092.
- Avci, E., Cagatay, G., Avci, G. A., Cevher, S. C., Suicmez, M. (2016). An Edible Mushroom With Medicinal Significance; *Auricularia polytricha*. *Hittite Journal of Science & Engineering*, **3**.

- Ballinger, S.W. (2005). Mitochondrial dysfunction in cardiovascular disease. *Free Radical Biology and Medicine*, **38**, 1278-1295.
- Bao, H. N. D., Shinomiya, Y., Ikeda, H., Ohshima, T. (2009). Preventing discoloration and lipid oxidation in darkmuscle of yellowtail by feeding an extract prepared from mushroom (*Flammulina velutipes*) cultured medium. *Aquaculture*, **295**, 243-249.
- Barros, L., Ferreira, M., Queirós, B., Ferreira, Í.C.F.R. ve Baptista, P. (2007). Total Phenols, Ascorbic Acid, β -Carotene and Lycopene in Portuguese wild Edible Mushrooms and Their Antioxidant Activities. *Food Chemistry*, **103**, 413-419.
- Beckman, K.B., Ames, B.N. (1998). The free radical theory of aging matures. *Physiological reviews*, **78**, 547-581.
- Belyurt, S.Ç. (2014). Gaziantep yöresinde yetişen bazı makromantar türlerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, 71s., Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Bilgili, F. (2004). Bazı makrofungusların intrasellular ve ekstrasellular ürünlerinin antimikrobiyal aktiviteleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, 92s., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bokov, A., Chaudhuri, A., Richardson, A. (2004). The role of oxidative damage and stress in aging. *Mechanisms of ageing and development*, **125**, 811-826.
- Breene, W. (1990). Nutritional and Medicinal Value of Speciality Mushrooms. *Journal of Food Protection*, **53**, 883-894.
- Brown, G.D., Denning, D.W., Gow, N.A., Levitz, S.M., Netea, M.G., White, T.C. (2012). Hidden killers: Human fungal infections. *Science Translational Medicine*, **4**, 165-13.
- Bouayed, J., Bohn, T. (2010). Exogenous antioxidants—double-edged swords in cellular redox state: health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, **3**, 228-237.

- Cai, M., Lin, Y., Luo, Y.L., Liang, H.H., Sun, P. (2015). Extraction, antimicrobial, and antioxidant activities of crude polysaccharides from the wood ear medicinal mushroom *Auricularia auricula-judae* (Higher Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **17**, 591-600.
- Caponio, F., Alloggio, V., Gomes, T. (1999). Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of paste preparation techniques. *Food Chemistry*, **64**, 203-209.
- Chang, S.T., Buswell, J.A. (1996). Mushroom nutraceuticals. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, **12**, 473-476.
- Chelela, B.L., Chacha, M., Matemu, A. (2014). Cytotoxicity activity of some wild mushroom species from Southern Highlands of Tanzania. *American Journal of Research Communication*, **2**, 192-201.
- Cheng, G., Cao, Z., Xu, X., Van Meir, E. G., Lambeth, J. D. (2001). Homologs of gp91phox: cloning and tissue expression of Nox3, Nox4, and Nox5. *Gene*, **269**, 131-140.
- Cherubini, A., Ruggiero, C., Polidori, M. C., Mecocci, P. (2005). Potential markers of oxidative stress in stroke. *Free Radical Biology and Medicine*, **39**, 841–852.
- Cheung, L. M., Cheung, Peter, C. K., Ooi Vincent, E.C. (2003). Antioxidant Activity and Total Phenolics of Edible Mushroom Extracts. *Food Chemistry*, **81**, 249-255.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C.K. (2005). Mushroom extracts with antioxidant activity against lipid peroxidation. *Food Chemistry*, **89**, 403–409.
- Choubey, S., Varughese, L.R., Kumar, V., Beniwal, V. (2015). Medicinal importance of gallic acid and its ester derivatives: a patent review. *Pharmaceutical Patent Analyst*, **4**, 305-315.
- Çınar, B. (2012). Türk antepfistiği çeşitlerinin vitamin, mineral madde, yağ ve yağ asitleri bileşimi üzerinde araştırmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, 184s., Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çoban, E. (2000). Bazı mikrofungusların antimikrobiyal etkisi üzerinde araştırmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, 6s., Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Commoner, B., Townsend, J., Pake, G.E. (1954). Free radicals in biological materials. *Nature*, **174**, 689-691.
- Cui, Y., Kim, D. Park, K. (2005). Antioxidant Effect of *Inonotus obliquus*. *Journal of Ethnopharmacology*, **96**, 79-85.
- Del Olmo, A., Calzada, J., Nunez, M. (2017). Benzoic acid and its derivatives as naturally occurring compounds in foods and as additives: Uses, exposure, and controversy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **57**, 3084-3103.
- Diyabalanage, T., Mulabagal, V., Mills, G., DeWitt, D.L., Nair, M.G. (2008). Health-beneficial qualities of the edible mushroom, *Agrocybe aegerita*. *Food Chemistry*, **108**, 97-102.
- Doğan, M. (2005). *Ceratophyllum demersum* L.'de Kadmiyum Klorür, Sodyum Klorür ve Bunların Kombinasyonlarının Fizyolojik ve Morfolojik Etkileri. *Doktora Tezi*, 151s., Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Dorsam, G., Taher, M.M., Valerie, K.C., Kuemmerle, N.B., Chan, J.C., Franson, R.C. (2000). Diphenyleneiodium chloride blocks inflammatory cytokine-induced up-regulation of group IIA phospholipase A2 in rat mesangial cells. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, **292**, 271-279.
- Dubost, N.J., Ou, B., Beelman, R.B. (2007). Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, **105**, 727-735.
- Duman, R., Taner, H., Doğan, H.H. (2007). Bazı Makrofungusların Antimikrobiyal Aktiviteleri. *Afyon Kocatepe University Journal of Science*, **7**.
- Dundar, A., Okumus, V., Ozdemir, S., Celik, K. S., Boğa, M., Ozcagli, E. (2016). Determination of cytotoxic, anticholinesterase, antioxidant and antimicrobial activities of some wild mushroom species. *Cogent Food and Agriculture*, **2**, 1178060. <http://dx.doi.org/10.1080/23311932.2016.1178060>.
- Durackova, Z. (2010). Some current insights into oxidative stress. *Physiological Research*, **59**, 459.

- Dvorakova, M., Höhler, B., Vollerthun, R., Fischbach, T., Kummer, W. (2000). Macrophages: a major source of cytochrome b558 in the rat carotid body. *Brain Research*, **852**, 349-354.
- Ekici, L., Sağdıç, O. (2008). Serbest Radikaller ve Antioksidan Gıdalarla İnhibisyonu. *Gıda Dergisi*, **33**, 251-260.
- Ekinci, M. (2011). Komposta İlave Edilen Bakteri, Organik Gübre ve Bunların Karışımlarının *Agaricus bisporus* Mantarının Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Doktora Tezi*, 175s., Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Elmastaş, M., Işıldak, Ö., Turkecul, İ., Temur, N. (2007). Determination of Antioxidant Activity and Antioxidant Compounds in Wild Edible Mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, **20**, 337-345.
- Erdemli, H. K., Akyol, S., Armutcu, F., Akyol, O. (2015). Antiviral properties of Caffeic acid phenethyl ester and its potential application. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, **4**, 344.
- Erel, O. (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical Biochemistry*, **37**, 277-285.
- Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical Biochemistry*, **38**, 1103-1111.
- Falandysz, J., Borovicka, J. (2013). Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms-health benefits and risks. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **97**, 477-501.
- Falandysz, J., Kawano, M., Swieczkowski, A., Brzostowski, A., Dadej, M. (2003). Total mercury in wild-grown higher mushrooms and underlying soil from Wdzydze Landscape Park, Northern Poland. *Food Chemistry*, **81**, 21-26.
- Falandysz, J., Widzicka, E., Kojta, A. K., Jarzynska, G., Drewnowska, M., Dryżałowska, A., Danisiewicz-Czuprynska, D., Lenz, E., Nnorom, I.C. (2012). Mercury in Common Chanterelles mushrooms: *Cantharellus* spp. update. *Food Chemistry*, **133**, 842-850.

- FAOSTAT, (2014). Food and Agriculture Organization of United Nations web sayfası. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: Eylül 2017.
- Ferreira Isabel, C. F. R., Baptista, P., Vilas-Boas, M., Barros, L. (2007). Free-Radicals Scavenging Capacity and Reducing Power of Wild Edible Mushrooms From Northeast Portugal: Individual Cap And Stipe Activity. *Food Chemistry*, **100**, 1511-1516.
- Ferreira, I. C.F.R., Barros, L., Abreu, R.M.V. (2009). Antioxidants in wild mushrooms. *Current Medicinal Chemistry*, **16**, 1543-1560.
- Ga, J., Kaviyarasana, V. (2011). Antimicrobial and antioxidant properties of *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. *Journal of Pharmacy Research*, **4**, 3939-3942.
- Gan, C. H., Nurul Amira, B., Asmah, R. (2013). Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*Agaricus bisporous* and *Agaricus brasiliensis*). *International Food Research Journal*, **20**, 1095-1102.
- Geiszt, M., Kapus, A., Németh, K., Farkas, L., Ligeti, E. (1997). Regulation of Capacitative Ca^{2+} Influx in Human Neutrophil Granulocytes alterations in chronic granulomatous disease. *Journal of Biological Chemistry*, **272**, 26471-26478.
- Gezer, K., Duru, M. E., Kivrak, I., Turkoglu, A., Mercan, N., Turkoglu, H., Gulcan, S. (2006). Free-radical scavenging capacity and antimicrobial activity of wild edible mushroom from Turkey. *African Journal of Biotechnology*, **5**, 2006.
- Gu, Y.H., Sivam, G. (2006). Cytotoxic effect of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* on human androgen-independent prostate cancer PC-3 cells. *Journal of Medicinal Food*, **9**, 196-204.
- Gualerzi, C.O., Brandi, L., Fabbretti, A., Pon, C.L. (2013). Antibiotics: Targets, mechanisms and resistance. Germany: John Wiley & Sons.
- Gucia, M., Jarzynska, G., Rafał, E., Roszak, M., Kojta, A. K., Osiej, I. Falandysz, J. (2012). Multivariate analysis of mineral constituents of edible Parasol Mushroom (*Macrolepiota procera*) and soils beneath fruiting bodies collected

from Northern Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, **19**, 416–431.

Gündoğdu, S. (2009). Adana ilinde görev yapan okulöncesi öğretmenlerinin beslenme bilgi düzeyleri ve alışkanlıklarının araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, 134s., Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Guo, Y.J., Deng, G.F., Xu, X. R., Wu, S., Li, S., Xia, E. Q., Li, F., Chen, F., Ling, W.H., Li, H.B. (2012). Antioxidant capacities, phenolic compounds and polysaccharide contents of 49 edible macro-fungi. *Food & Function*, **3**, 1195–1205.

Hacıoğlu, N. (2005). Bazı makrofungusların antimikrobiyal aktiviteleri üzerine. Yüksek Lisans Tezi, 149s., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Halliwell, B., Gutteridge, J.M. (1990). The antioxidants of human extracellular fluids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **280**, 1-8.

Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C. (2015). Free radicals in biology and medicine (15th ed.). Oxford: Oxford University Press.

Hasnat, M.A., Pervin, M., Debnath, T., Lim, B.O. (2014). DNA protection, total phenolics and antioxidant potential of the mushroom *Russula virescens*. *Journal of Food Biochemistry*, **38**, 6-17.

Hindler, J., Munro, S. (1992). Minimum bactericidal concentration testing. *Clinical microbiology procedure handbook*. Washington, **5**, 1992.

Hirasawa, M., Shouji, N., Neta, T., Fukushima, K., Takada, K. (1999). Three kinds of antibacterial substances from *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (Shiitake, an edible mushroom). *International Journal of Antimicrobial Agents*, **11**, 151-157.

Hoult, J.R.S., Moroney, M.A., Paya, M. (1994). Actions of flavonoids and coumarins on lipoxygenase and cyclooxygenase. *Methods in enzymology*, **234**, 443-454.

Huang, L.C. (2000). Antioxidant properties and polysaccharide composition analysis of *Antrodia camphorata* and *Agaricus blazei*. *Master's Thesis*, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan.

- Hubkova, B., Velika, B., Birkova, A., Guzy, J., Marekova, M. (2014). P38 Hydroxybenzoic acids and their derivatives as peroxyxynitrite scavengers. *Free Radical Biology and Medicine*, **75**, 33-34.
- Inoue, M., Sato, E.F., Nishikawa, M., Park, A.M., Kira, Y., Imada, I., Utsumi, K. (2003). Mitochondrial generation of reactive oxygen species and its role in aerobic life. *Current Medicinal Chemistry*, **10**, 2495-2505.
- Işıldak, Ö., Turkecul, İ., Elmastaş, M., Tuzen, M. (2004). Analysis of Heavy Metals in some Wild-Grown Edible Mushrooms from The Middle Black Searegion. *Turkey Food Chemistry*, **86**, 547–552.
- Islam, T., Yu, X., Xu, B. (2016). Phenolic profiles, antioxidant capacities and metal chelating ability of edible mushrooms commonly consumed in China. *LWT-Food Science and Technology*, **72**, 423-431.
- Jayakumar, T., Ramesh, E., Geraldine, P. (2006). Antioxidant activity of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on CCl₄-induced liver injury in rats. *Food and Chemical Toxicology*, **44**, 1989-1996.
- Jayakumar, T., Sakthivel, M., Thomas, P. A., Geraldine, P. (2008). *Pleurotus ostreatus*, an oyster mushroom, decreases the oxidative stress induced by carbon tetrachloride in rat kidneys, heart and brain. *Chemico-Biological Interactions*, **176**, 108-120.
- Jayakumar, T., Thomas, P. A., Geraldine, P. (2007). Protective effect of an extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on antioxidants of major organs of aged rats. *Experimental Gerontology*, **42**, 183-191.
- Jayakumar, T., Thomas, P. A., Ramesh, E., Geraldine, P. (2010). An extract of the mushroom, *Pleurotus ostreatus*, bolsters the glutathione redox system in various organs of aged rats. *Journal of Medicinal Food*, **13**, 1-8.
- Jayakumar, T., Thomas, P.A., Geraldine, P. (2009). *In-vitro* antioxidant activities of an ethanolic extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **10**, 228-234.

- Kaewnarin, K., Suwannarach, N., Kumla, J., Lumyong, S. (2016). Phenolic profile of various wild edible mushroom extracts from Thailand and their antioxidant properties, anti tyrosinase and hyperglycaemic inhibitory activities. *Journal of Functional Foods*, **27**, 352-364.
- Kalyoncu, F., Oskay, M., Kalmış, E. (2010). Bazı Yabani Makrofungus Misellerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Mantar Dergisi*, **1**, 1-8.
- Kavas, A. (2000). *Sağlıklı Yaşam İçin Doğru Beslenme* (3. Basım). Literatür Yayıncılık. İstanbul.
- Kaygusuz, O., Kaygusuz, M., Dodurga, Y., Seçme, M., Herken, E.N., Gezer, K. (2017). Assessment of the antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities of the wild edible mushroom *Agaricus lanipes* (FH Moller and Jul. Schaff.) Hlavacek. *Cytotechnology*, **69**, 135-144.
- Kedziora-Kornatowska, K., Czuczejko, J., Pawluk, H., Kornatowski, T., Motyl, J., Szadujkis-Szadurski, L., Szewczyk-Golec, K., Kedziora, J. (2004). The markers of oxidative stress and activity of the antioxidant system in the blood of elderly patients with essential arterial hypertension. *Cellular & Molecular Biology Letters*, **9**, 635-641.
- Kim, K.C., Kim, I.G. (1999). Ganoderma lucidum extract protects DNA from strand breakage caused by hydroxyl radical and UV irradiation. *International Journal of Molecular Medicine*, **4**, 273-280.
- Kimatu, B.M., Zhao, L., Biao, Y., Ma, G., Yang, W., Pei, F., Hu, Q. (2017). Antioxidant potential of edible mushroom (*Agaricus bisporus*) protein hydrolysates and their ultrafiltration fractions. *Food Chemistry*, **230**, 58-67.
- Kochi, J.K., Krusic, P.J. (1970). Essays in Free Radical Chemistry. *Chemical Society Special Publication*, **147**.
- Kolundzic, M., Grozdanic, N.D., Dodevska, M., Milenkovic, M., Sisto, F., Miani, A., Kundakovic, T. (2016). Antibacterial and cytotoxic activities of wild mushroom *Fomes fomentarius* (L.) Fr., Polyporaceae. *Industrial Crops and Products*, **79**, 110-115.

- Kovacic, P., Jacintho, J. D. (2001). Mechanisms of carcinogenesis focus on oxidative stress and electron transfer. *Current Medicinal Chemistry*, **8**, 773-796.
- Kovacs, B., Zomborszki, Z. P., Orban-Gyapai, O., Csupor-Loffler, B., Liktör-Busa, E., Lazar, A., Vanyolos, A. (2017). Investigation of Antimicrobial, Antioxidant, and Xanthine Oxidase– Inhibitory Activities of *Phellinus* (Agaricomycetes) Mushroom Species Native to Central Europe. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **19**, 2017.
- Laughton, M.J., Evans, P.J., Moroney, M.A., Hoult, J.R.S., Halliwell, B. (1991). Inhibition of mammalian 5-lipoxygenase and cyclo-oxygenase by flavonoids and phenolic dietary additives: relationship to antioxidant activity and to iron ion-reducing ability. *Biochemical Pharmacology*, **42**, 1673-1681.
- Lee, J., Hong, J. H., Kim, J. D., Ahn, B. J., Kim, B. S., Kim, G. H., Kim, J. J. (2013). The antioxidant properties of solid-culture extracts of basidiomycetous fungi. *The Journal of General and Applied Microbiology*, **59**, 279-285.
- Lee, J.C., Kim, H.R., Kim, J., Jang, Y.S. (2002). Antioxidant property of an ethanol extract of the stem of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 6490-6496.
- Lee, J.M., Kwon, H., Jeong, H., Lee, J.W., Lee, S. Y., Baek, S. J., Surh, Y.J. (2001). Inhibition of lipid peroxidation and oxidative DNA damage by *Ganoderma lucidum*. *Phytotherapy Research*, **15**, 245-249.
- Lee, Y.L., Jian, S.Y., Lian, P. Y., Mau, J.L. (2008). Antioxidant properties of extracts from a whitemutant of the mushroom *Hypsizigus marmoreus*. *Journal of Food Composition and Analysis*, **21**, 116-124.
- Leekha, S., Terrell, C.L., Edson, R.S. (2011). General principles of antimicrobial therapy. In *Mayo clinic proceedings* (Vol. 86, pp. 156-167). Elsevier.
- Lin, A P., Tsai, W.J., Fan, C.Y., Lee, M. J., Kuo, Y.C. (2000). *Vandellia cordifolia* regulated cell proliferation and cytokines production in human mononuclear cells. *The American Journal of Chinese Medicine*, **28**, 313-323.

- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H., Jülich, W.D. (2005). The pharmacological potential of mushrooms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2**, 285-299.
- Liu, F., Ooi, V.E., Chang, S.T. (1997). Free Radical Scavenging Activities of Mushroom Polysaccharide Extracts. *Life Sciences*, **60**, 763-771.
- Liu, J., Jia, L., Kan, J., Jin, C.H. (2013). *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and Chemical Toxicology*, **51**, 310-316.
- Liu, K., Xiao, X., Wang, J., Chen, C.Y.O., Hu, H. (2017). Polyphenolic composition and antioxidant, antiproliferative, and antimicrobial activities of mushroom *Inonotus sanghuang*. *LWT-Food Science and Technology*, **82**, 154-161.
- Liu, P., Li, H.M., Tang, Y.J. (2012). Comparison of free amino acids and 50-nucleotides between Tuber fermentation mycelia and natural fruiting bodies. *Food Chemistry*, **132**, 1413-1419.
- Liu, Y., Fiskum, G., Schubert, D. (2002). Generation of reactive oxygen species by the mitochondrial electron transport chain. *Journal of neurochemistry*, **80**, 780-787.
- Makropoulou, M., Aligiannis, N., Gonou-Zagou, Z., Pratsinis, H., Skaltsounis, A. L., Fokialakis, N. (2012). Antioxidant and cytotoxic activity of the wild edible mushroom *Gomphus clavatus*. *Journal of Medicinal Food*, **15**, 216-221.
- Mallikarjuna, S.E., Ranjini, A., Haware, D.J., Vijayalakshmi, M.R., Shashirekha, M.N., Rajarathnam, S. (2012). Mineral composition of four edible mushrooms. *Journal of Chemistry*, **2013**, 1-5.
- Mau, J. L., Lin, H.C., Song, S.F. (2002). Antioxidant Properties of Several Specialty Mushrooms, *Food Research International*, **35**, 519-526.
- Mau, J.L., Chang, C.N., Huang, S.J., Chen, C.C. (2004). Antioxidant Properties of Methanolic Extracts from *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* and *Termitomyces albuminosus* mycelia. *Food Chemistry*, **87**, 111-118.

- Menaga, D., Rajakumar, S., Ayyasamy, P.M. (2013). Free radical scavenging activity of methanolic extract of *Pleurotus florida* mushroom. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **5**, 601-6.
- Mothana, R.A., Jansen, R., Jülich, W. D., Lindequist, U. (2000). Ganomycins A and B, new antimicrobial farnesyl hydroquinones from the basidiomycete *Ganoderma pfeifferi*. *Journal of Natural Products*, **63**, 416-418.
- Najafzadeh, M., Reynolds, P.D., Baumgartner, A., Jerwood, D., Anderson, D. (2007). Chaga mushroom extract inhibits oxidative DNA damage in lymphocytes of patients with inflammatory bowel disease. *Biofactors*, **31**, 191-200.
- Nawar, W.W. (1996). Lipids. In "Food Chemistry", O.R. Fennema (Ed), pp: 225-319. Marcel Dekker, New York.
- Nowacka, N., Nowak, R., Drozd, M., Olech, M., Los, R., Malm, A. (2014). Analysis of phenolic constituents, antiradical and antimicrobial activity of edible mushrooms growing wild in Poland. *LWT-Food Science and Technology*, **59**, 689-694.
- Nukata, M., Hashimoto, T., Yamamoto, I., Iwasaki, N., Tanaka, M., Asakawa, Y. (2002). Neogrifolin Derivatives Possessing Anti-oxidative Activity from The Mushroom *Albatrellusovinus*. *Phytochemistry*, **59**, 731-737.
- Ochoa-Zarzosa, A., Vazquez-Garcidueñas, M.S., Robinson-Fuentes, V.A., Vazquez Marrufo, G. (2011). Antibacterial and cytotoxic activity from basidiocarp extracts of the edible mushroom *Lactarius indigo* (Schw.) Fr.(Russulaceae). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, **5**, 281-288.
- Ofodile, L.N., Uma, N. U., Attah, L.E., Simmonds, M.S.J., Popoola, O.E. (2010). Chemomorphological study and antimicrobial activity of *Daedalea quercina*. acta SATECH. *Journal of Life Physical. Science*, **3**, 102-107.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, **44**, 307-315.

- Park, Y.K., Lee, H.B., Jeon, E.J., Jung, H. S., Kang, M. H. (2004). Chaga mushroom extract inhibits oxidative DNA damage in human lymphocytes as assessed by comet assay. *Biofactors*, **21**, 109-112.
- Pechan, I., Danova, K., Olejarova, I., Halcak, L., Rendekova, V., Fabian, J. (2003). Oxidative stress and antioxidant defense systems in patients after heart transplantation. *Wiener Klinische Wochenschrift*, **115**, 648-651.
- Racek, J., Treska, V., Krizan, V., Holecek, V., Jerabek, Z. (1995). The significance of free radicals in operations of acute ischaemia of the limbs. *Zeitschrift für klinische Chemie und Klinische Biochemie*, **3**, 103-105.
- Rahal, A., Kumar, A., Singh, V., Yadav, B., Tiwari, R., Chakraborty, S., Dhama, K. (2014). Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. *BioMed Research International*, **2014**, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/761264>
- Rahman, A., Fazal, F., Greensill, J., Ainley, K., Parish, J. H., Hadi, S. M. (1992). Strand scission in DNA induced by dietary flavonoids: role of Cu (I) and oxygen free radicals and biological consequences of scission. *Molecular and Cellular Biochemistry*, **111**, 3-9.
- Rahman, T., Hosen, I., Islam, M.T., Shekhar, H.U. (2012). Oxidative stress and human health. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, **3**, 997.
- Ramesh, C., Pattar, M.G. (2010). Antimicrobial properties, antioxidant activity and bioactive compounds from six wild edible mushrooms of western ghats of Karnataka, India. *Pharmacognosy Research*, **2**, 107.
- Ramírez-Anguiano, A.C., Santoyo, S., Reglero, G., Soler-Rivas, C. (2007). Radical Scavenging Activities, Endogenous Oxidative Enzymes and Total Phenols in Edible Mushrooms Commonly Consumed in Europe. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **87**, 2272-2278.
- Rana, T., Bera, A.K., Das, S., Bhattacharya, D., Pan, D., Bandyopadhyay, S., Mondal, D.K., Samanta, S., Bandyopadhyay, S., Das, S.K. (2012). *Pleurotus florida* lectin normalizes duration dependent hepatic oxidative stress responses caused by arsenic in rat. *Experimental and Toxicologic Pathology*, **64**, 665-671.

- Reis, F.S., Martins, A., Vasconcelos, M.H., Morales, P., Ferreira, I.C. (2017). Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, **66**, 48-62.
- Ren, G., Liu, X.Y., Zhu, H.K., Yang, S.Z., Fu, C.X. (2006). Evaluation of cytotoxic activities of some medicinal polypore fungi from China. *Fitoterapia*, **77**, 408-410.
- Ren, L., Hemar, Y., Perera, C.O., Lewis, G., Krissansen, G. W., Buchanan, P.K. (2014). Antibacterial and antioxidant activities of aqueous extracts of eight edible mushrooms. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, **3**, 41-51.
- Reverberi, M., Fabbri, A.A., Zjalic, S., Ricelli, A., Punelli, F., Fanelli, C. (2005). Antioxidant enzymes stimulation in *Aspergillus parasiticus* by *Lentinula edodes* inhibits aflatoxin production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **69**, 207-215.
- Rice-evans, C.A., Miller, N. J., Bolwell, P.G., Bramley, P. M., Pridham, J.B. (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research*, **22**, 375-383.
- Ridnour, L.A., Isenberg, J. S., Espey, M.G., Thomas, D. D., Roberts, D.D., Wink, D.A. (2005). Nitric oxide regulates angiogenesis through a functional switch involving thrombospondin-1. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **102**, 13147-13152.
- Şanlıer, N., Yabancı, N. (2005). *Okul Çağında Beslenme* (1.Baskı). Morpa Kültür Yayınları, İstanbul.
- Savino, E., Girometta, C., Miteva-Staleva, J., Kostadinova, A., Krumova, E. (2016). Wood decay macrofungi: Strain collection and studies about antioxidant properties. *Reports of the Bulgarian Academy of Sciences*, **69**, 747-754.
- Saxena, M., Saxena, J., Pradhan, A. (2012). Flavonoids and phenolic acids as antioxidants in plants and human health. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, **16**, 130-134.

- Seal, T. (2016). HPLC determination of phenolic acids, flavonoids and ascorbic acid in four different solvent extracts of *Zanthoxylum acanthopodium*, a wild edible plant of Meghalaya State of India. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **8**, 103-109.
- Seklic, D.S., Stankovic, M.S., Milutinovic, M.G., Topuzovic, M.D., Stajn, A.S., Markovic, S.D. (2016). Cytotoxic, antimigratory, pro-and antioxidative activities of extracts from medicinal mushrooms on colon cancer cell lines. *Archives of Biological Sciences*, **68**, 93-105.
- Sevindik, M., Akgul, H., Bal, C. (2017). Determination of Oxidative Stress Status of *Ompholatus olearius* Gathered from Adana and Antalya Provinces in Turkey, *Sakarya University Journal of Science*, **21**, 324-327.
- Shameem, N., Kamili, A.N., Ahmad, M., Masoodi, F.A., Parray, J.A. (2015). Radical scavenging potential and DNA damage protection of wild edible mushrooms of Kashmir Himalaya. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **16**, 314-321.
- Shi, Y.L., James, A.E., Benzie, I.F., Buswell, J.A. (2002). Mushroom- derived preparations in the prevention of H₂O₂- induced oxidative damage to cellular DNA. *Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis*, **22**, 103-111.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **40**, 945-948.
- Singh, K. P., Ahmad, A. H., Singh, V., Pant, K., Rahal, A. (2011). Effect of *Emblica officinalis* fruit in combating mercury-induced hepatic oxidative stress in rats. *Indian Journal of Animal Sciences (India)*. **81**, 260-262.
- Singh, K. P., Ahmad, A.H., Hore, S.K., Singh, V., Lohani, M., Rahal, A. (2006). Effect of *Emblica officinalis* on antioxidative and haematological parameters following mercury induced toxicity. in *Proceedings of the 6th Annual conference of ISVPT*, Patna, India, November 2006.

- Singh, U.N., Kumar, S., Dhakal, S. (2017). Study of Oxidative Stress in Hypercholesterolemia. *Journal of Contemporary Medical Research*, **4**, 1204-1207.
- Singh, V., Rahal, A., Singh, K. P., Ahmad, A. H. (2009). Effect of ethanolic extract of *Withania somnifera* roots on antioxidant defence in mercury induced toxicity in HepG2 cell line. *Online Journal of Pharmacology and Pharmacokinetics*, **5**, 65-72.
- Singh, V., Rahal, A., Singh, K.P., Ahmad, A.H. (2010). Evaluation of prophylactic potential of *Withania somnifera* roots extract on mercury-induced oxidative damage in various rat tissues. *Journal of Veterinary Pharmacology and Toxicology*, **9**, 64-67.
- Smolskaite, L. (2016). Rare forest and coastal-dune mushroom: evaluation of antioxidant and biological properties (*Doctoral dissertation*, Kaunas University of Technology).
- Smolskaite, L., Venskutonis, P.R., Talou, T. (2015). Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. *LWT-Food Science and Technology*, **60**, 462-471.
- Soares, A.A., Marques de suza C. G., Daniel, F.M., Ferrari, G.P., Gomes da Costa, S. M., Peralta, R.M. (2009). Antioxidant activity and Total Phenolic content of *Agaricus brasiliensis* (*Agaricus blazei* Murril) in Two Stages of Maturity, *Food Chemistry*, **112**, 775-781.
- Sova, M. (2012). Antioxidant and antimicrobial activities of cinnamic acid derivatives. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, **12**, 749-767.
- Sullivan, R., Smith, J.E., Rowan, N.J. (2006). Medicinal mushrooms and cancer therapy: translating a traditional practice into Western medicine. *Perspectives in Biology and Medicine*, **49**, 159-170.
- Svoboda, L., Chrastný, V. (2008). Levels of eight trace elements in edible mushrooms from a rural area. *Food Additives and Contaminants*, **25**, 51-58.

- Tajik, N., Tajik, M., Mack, I., Enck, P. (2017). The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature. *European Journal of Nutrition*, **56**, 2215–2244.
- Takazawa, H., Kashino, S. (1991). Incarnal. A New Antibacterial Sesquiterpene from Basidiomycetes. *Chemikaland Pharmaceutical Bulletin*. **39**, 555-557.
- Tamrakar, S., Tran, H. B., Nishida, M., Kaifuchi, S., Suhara, H., Doi, K., Fukami, K., Parajuli, G.P., Shimizu, K. Shimizu, K. (2016). Antioxidative activities of 62 wild mushrooms from Nepal and the phenolic profile of some selected species. *Journal of Natural Medicines*, **70**, 769-779.
- Taofiq, O., González-Paramás, A. M., Martins, A., Barreiro, M. F., Ferreira, I. C. (2016). Mushrooms extracts and compounds in cosmetics, cosmeceuticals and nutricosmetics-A review. *Industrial Crops and Products*, **90**, 38-48.
- Tayar, M., Korkmaz, N.H. (2007). Beslenme ve sağlıklı yaşam. Nobel Yayını, 1228 s., Ankara.
- Tekeli, Y., Doğan, H.H., Uslu, U. (2008). Determination of antioxidant activity of *Cantharellus cibarius* Fr. *Asian Journal of Chemistry*, **20**, 2381-2384.
- Tel, G., Apaydın, M., Duru, M. E., Öztürk, M. (2012). Antioxidant and Cholinesterase Inhibition Activities of Three *Tricholoma* Species with Total Phenolic and Flavonoid Contents: The Edible Mushrooms from Anatolia, *Food Analytical Methods*, **5**, 495-504.
- Tel, G., Ozturk, M., Duru, M.E., Turkoglu, A. (2015). Antioxidant and anticholinesterase activities of five wild mushroom species with total bioactive contents. *Pharmaceutical Biology*, **53**, 824-830.
- Tkacz, J. S., Lange, L. (2004). *Advances in fungal biotechnology for industry, agriculture, and medicine. Springer Science & Business Media.*
- Tomasi, S., Lohezic-Le Devehat, F., Sauleau, P., Bezivin, C., Boustie, J. (2004). Cytotoxic activity of methanol extracts from Basidiomycete mushrooms on murine cancer cell lines. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, **59**, 290-293.

- Tsai, S.Y., Huang, S.J., Lo, S.H., Wu, T.P., Lian, P.Y., Leun, J. (2009). Flavour Components and Antioxidant Properties of Several Cultivated Mushrooms. *Food Chemistry*, **113**, 578-584.
- Tsai, S.Y., Tsai, H.L., Mau, J.L. (2007). Antioxidant Properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*. *LWT - Food Science and Technology*, **40**, 1392-1402.
- Türkan, C. (2003). *Turizmde Beslenme İlkeleri ve Menü Planlama* (1. Baskı). Detay Yayıncılık, Ankara.
- Türkecul, I., Çetin, F., Elmastaş, M. (2017). Fatty acid composition and antioxidant capacity of some medicinal mushrooms in Turkey. *Journal of Applied Biological Chemistry*, **60**, 35-40.
- Türkoğlu, A., Duru, M. E., Mercan, N. (2007). Antioxidant and Antimicrobial Activity of *Russula delica* Fr: An Edible Wild Mushroom. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, **2**, 54-67.
- Türkoglu, A., Duru, M. E., Mercan, N., Kıvrak, İ., Gezer, K. (2007). Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Food Chemistry*, **101**, 267-273.
- Türkoğlu, A., Kıvrak, I., Mercan, N., Duru, M. E., Gezer, K., Türkoğlu, H. (2006). Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Morchella conica* Pers. *African Journal of Biotechnology*, **5**, 1146-1150.
- Tüzen, M., Özdemir, M., Demirbaş, A. (1998). Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin. *Food Chemistry*, **63**, 247-251.
- Uslu, U. (2007). *Tricholoma anatolicum* Doğan & İntını ve *Cantharellus cibarius* Fr.'un Antioksidan, Antimikrobiyal Etkilerinin ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, 103s., Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human

- disease. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, **39**, 44-84.
- Valko, M., Morris, H., Mazur, M., Raptá, P., Bilton, R.F. (2001). Oxygen free radical generating mechanisms in the colon: do the semiquinones of vitamin K play a role in the aetiology of colon cancer?. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, **1527**, 161-166.
- Valverde, M.E., Hernández-Pérez, T., Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*, **2015**, 14. doi:10.1155/2015/376387.
- Vaz, J.A., Barros, L., Martins, A., Morais, J.S., Vasconcelos, M.H., Ferreira, I.C. (2011). Phenolic profile of seventeen Portuguese wild mushrooms. *LWT-Food Science and Technology*, **44**, 343-346.
- Wani, B.A., Bodha, R. H., Wani, A. H. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, **4**, 2598-2604.
- Wasser, S.P., Weis, A.L. (1999). Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: Current Perspective (Review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **1**, 31–62.
- Wei, X., Chen, D., Yi, Y., Qi, H., Gao, X., Fang, H., Gu, Q., Wang, L., Gu, L. (2012). Syringic acid extracted from *Herba dendrobii* prevents diabetic cataract pathogenesis by inhibiting aldose reductase activity. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2012**, 13. doi:10.1155/2012/426537.
- Xiao-Po, Y., Fei, Z., Tie-Zhi, L, Ge, M., Jing, S. (2017). Effects of light and pH on the antioxidant activities of medicinal fungus *Trichaptum biforme* during liquid cultivation. *Mycosystema*, **36**, 71-82.
- Yahia, E.M., Gutierrez-Orozco, F., Moreno-Perez, M.A. (2017). Identification of phenolic compounds by liquid chromatography-mass spectrometry in seventeen species of wild mushrooms in Central Mexico and determination of their antioxidant activity and bioactive compounds. *Food Chemistry*, **226**, 14-22.

- Yaltrak, T. (2009). Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Russula delica* Fr. *Food and Chemical Toxicology*, **47**, 2052–2056.
- Yang, J.-H., Lin, H.-C., Mau, J.-L. (2002). Antioxidant properties of several commercial mushrooms. *Food Chemistry*, **77**, 229–235.
- Yildirim, N.C., Turkoglu, S., Yildirim, N., ve Kaplan Ince, O. (2012). Antioxidant properties of wild edible mushroom *Pleurotus eryngii* collected from Tunceli province of Turkey. *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB)*, **7**, 2012.
- Younis, A., Stewart, J., Wu, F. S., El Shikh, H., Hassan, F., Elaasser, M. (2014). Cytotoxic Activity of Edible Mushrooms extracts against Tumor Cell Lines. *International Journal of Science and Technology*, **3**, 736-749.
- Zan, L. F., Qin, J. C., Zhang, Y. M., Yao, Y. H., Bao, H. Y., Li, X. (2011). Antioxidant hispidin derivatives from medicinal mushroom *Inonotus hispidus*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **59**, 770-772.
- Zaveri, N.T. (2006). Green tea and its polyphenolic catechins: medicinal uses in cancer and noncancer applications. *Life sciences*, **78**, 2073-2080.
- Zhan, Y., Dong, C.H., Yao, Y.J. (2006). Antioxidant Activities of Aqueous Extract From Cultivated Fruit-Bodies of *Cordyceps militaris* (L.) Link *in vitro*. *Journal of Integrative Plant Biology*, **48**, 1365-1370.
- Zhang, K.W., Yang, Z.H., Ma, A.Y. (2011). Determination of Nutritional Components in *Cortinarius rufo-olivaceus*. *Journal of Northern Horticulture*, **15**, 210-211.
- Zhu, F., Qu, L., Fan, W., Qiao, M., Hao, H., Wang, X. (2011). Assessment of heavy metals in some wild edible mushrooms collected from Yunnan Province, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, **179**, 191-199.
- Zjalic, S., Reverberi, M., Ricelli, A., Granito, V.M., Fanelli, C., Fabbri, A.A. (2006). *Trametes versicolor*: A possible tool for aflatoxin control. *International Journal of Food Microbiology*, **107**, 243-249.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı: Celal BAL

Uyruğu: T.C.

Doğum yeri ve Tarihi: Gaziantep 1984

Email: bal@gantep.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

	Mezun olduğu okul	Mezuniyet yılı
Yüksek Lisans	University of Wales-London	2011
Lisans	Selçuk Üniv.Fen Bil.Öğretmenliği	2007
Lise	Bayraktar Lisesi	2002

İŞ TECRÜBESİ

	Görevi	Görev Yeri
2011-Halen	Öğretim Görevlisi,	Gaziantep Üniversitesi, Oğuzeli MYO

YAYINLAR

BAL, C., Akgul, H., Sevindik, M., Akata, I., Yumruş Ö. (2017). Determination of the Anti-Oxidative Activities of Six Mushrooms. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**, 6246-6252.

Sevindik, M., Akgul, H., **Bal, C.** (2017). Determination of Oxidative Stress Status of *Ompholatus olearius* Gathered From Adana and Antalya Provinces in Turkey, *Sakarya University Journal Of Science*, **21**, 324-327.

Akgül, H., Sevindik, M., Altuntaş, D., **Bal, C.**, Doğan, M., (2016). *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer. Mantarının Ağır Metal İçeriklerinin ve Oksidatif Stres Durumunun Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **20**, 504 - 508.