T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TUNCELİ YÖRESİNDE YETİŞEN YENİLEBİLİR BAZI MAKROFUNGUS TÜRLERİNİN SİTOTOKSİK ETKİLERİ İLE ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hevidar ALP

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR
Mart 2015

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Hevidar ALP tarafından yapılan "*Tunceli Yöresinde Yetişen Yenilebilir Bazı Makrofungus Türlerinin Sitotoksik Etkileri ile Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması*" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Prof. Dr. A. Selçuk ERTEKİN

Üye : Prof. Dr. Abdunnasır YILDIZ

Üye : Prof. Dr. Abuzer SAĞIR

Üye : Prof. Dr. Fikret UYAR

Üye : Doç. Dr. Numan YILDIRIM

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 19/03/2015

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../201..

Doç.Dr. Mehmet YILDIRIM

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca; bilgisini, yardımlarını, sabrını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve bu tez çalışmasının hazırlanması için geçirilen zamanda, göstermiş olduğu özveriden dolayı danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abdunnasır YILDIZ'a minnettarım.

İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Biokimya Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Ayşe CAN'a, Biokimya Anabilim Dalı'ndan Sayın Prof. Dr. Nuriye AKEV'e ve Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Gülten ÖTÜK'e, deneylerin yapılabilmesi için sundukları imkanlardan ötürü teşekkür ederim. Biokimya Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Nurten ÖZSOY'a, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Gül ÖZHAN'a, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Berna ÖZBEK ÇELİK'e ve Şırnak Üniversitesi'nden Yrd. Doç. Dr. Dilan ALP'e, deneysel çalışmalarda sundukları yardımlarından ve yönlendirmelerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmanın istatistiksel kısmında, desteğini ve yardımlarını esirgemeyen, Tunceli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden Sayın Prof. Dr. Murat ÇİMEN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Mantarların ekstraksiyon işlemlerini gerçekleştirebilmem için laboratuar imkanlarından faydalanmamı sağlayan, Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu'ndan Sayın Doç. Dr. Abdurrahman DÜNDAR, Yrd. Doç. Dr. Hilal ACAY ve Yrd. Doç. Dr. Cumali KESKİN'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndan Araş. Gör. Emel MATARACI ve Biokimya Anabilim Dalı doktora öğrencisi Gözde HASBAL'a, bu zorlu süreçte yanımda oldukları ve desteklerini esirgemedikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu günlere gelmemde emeklerini, desteklerini, anlayış ve sevgilerini esirgemeyen ve varlıklarından hep güç aldığım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
TEŞEKKÜR……..		I
İÇİNDEKİLER…….....		II
ÖZET…….....		V
ABSTRACT…….....		VII
ÇİZELGE LİSTESİ…….....		IX
ŞEKİL LİSTESİ…….....		X
KISALTMA VE SİMGELER……..		XI
1.	**GİRİŞ**…….....	1
1.1.	Makrofunguslar ve Biyolojik Önemleri ……	1
1.2.	Serbest Radikaller ve Antioksidanlar……..……...……	3
1.3.	Antimikrobiyal Aktivite ……...…….....	10
1.4.	Sitotoksisite ……...	13
1.5.	Çalışmanın Amacı ……..……	15
2.	**KAYNAK ÖZETİ** ……...…….…….**.....**	17
3.	**MATERYAL VE METOT** ……..**.....**	47
3.1.	Materyal…….…….**.....**	47
3.1.1.	Araziden Örneklerin Toplanması ve Araştırmada Kullanılan Makrofunguslar ……..**.....**	47
3.1.2.	Kullanılan Gereçler……	49
3.1.2.1.	Antioksidan Aktivite Tayininde Kullanılan Gereçler …….....	49
3.1.2.2.	Antimikrobiyal Aktivite Tayininde Kullanılan Gereçler……..	49
3.1.3.	Kullanılan Kimyasal Maddeler……...	49
3.1.4.	Kullanılan Çözeltiler……..	50
3.1.4.1.	Antioksidan Aktivite Tayininde Kullanılan Çözeltiler……...	50

3.1.4.2 Ekstraktların Fenolik Bileşik Tayininde Kullanılan Folin-Ciocalteu Ayıracının Hazırlanması……. 51

3.2. Metot……..……. 52

3.2.1. Mantar Ekstraktlarının Hazırlanması…….... 52

3.2.1.1. Makrofungusların Kurutulması ve Öğütülmesi……..... 52

3.2.1.2. Makrofungusların Ekstraktlarının Hazırlanması…… 53

3.2.2. Antioksidan Aktivite Analiz Yöntemleri…… 54

3.2.2.1. Mantar Ekstraktlarında Antioksidan Bileşiklerin Miktar Tayini……... 54

-Fenolik Bileşiklerin Miktar Tayini……... 54

-Gallik Asit Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi…….. 55

-Flavonoit Miktar Tayini…… 56

-Kateşin Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi……... 56

3.2.2.2. Mantar Ekstraktlarının Demir (III)-Askorbik Asit ile İndüklenmiş Fosfatidilkolin Lipozomlarının Peroksidasyonu Üzerine Antioksidan Etkisi (LPO)……. 57

3.2.2.3. Total Radikal Antioksidan Potansiyeli (TRAP) Deneyi, Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesinin (TEAC) İncelenmesi……..……. 59

-Troloks Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi……... 60

3.2.2.4. DPPH Radikali Giderici Aktivitesi Tayini…… 61

3.2.2.5. Ferri İyonu Redükleyici Antioksidan Potansiyeli (FRAP) Deneyi……... 62

-$FeSO_4.7H_2O$ Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi……..….. 63

3.2.3. Antimikrobiyal Aktivite Tayini…….. 64

3.2.4. Sitotoksik Etki Tayini……. 65

3.2.4.1. Mitokondriyal Süksinat Dehidrojenaz Tayini (MTT Testi)……... 65

3.3. Veri Analizleri…..…….. 68

4. BULGULAR VE TARTIŞMA……..…….. 69

4.1. Arazi Çalışması Sonucu Ulaşılan Makrofungus Türleri…… 69

4.1.1. *Morchella vulgaris*..... 70

4.1.2. *Morchella esculenta*…….. 71

4.1.3. *Langermannia gigantea*…….. 72

4.1.4. *Agaricus campestris*……... 74

4.1.5. *Amanita vaginata*…… 75

4.1.6. *Pleurotus eryngii*…… 76

4.2. Mantar Ekstraktlarının Antioksidan Bileşikleri ve Antioksidan Aktiviteleri… 79

4.2.1. Mantar Ekstraktlarının DPPH Radikali Giderici Aktivitesi...…… 80

4.2.2. Mantar Ekstraktlarının Total Radikal Antioksidan Potansiyeli (TRAP) - Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesi (TEAC)……..... 85

4.2.2.1. Total Radikal Antioksidan Potansiyeli (TRAP) ……..……... 85

4.2.2.2. Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesi (TEAC) ……..……... 87

4.2.3. Mantar Ekstraktlarının Ferri İyonu Redükleme Antioksidan Potansiyeli (FRAP) ……..…… 89

4.2.4. Mantar Ekstraktlarının Lipozom Peroksidasyonu Üzerine Antioksidan Etkileri (LPO) ……..…...……... 93

4.2.5. Toplam Ekstrakte Edilebilen Madde Miktarı; Fenolik bileşikler ve Flavonoit Miktarı…… 95

4.3. Mantar Ekstraktlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri……..……..... 100

4.4. Mantar Ekstraktlarının Sitotoksik Etkileri……...……... 104

4.5. Bulgulara Ait Çizelgeler……. 106

5. SONUÇ VE ÖNERİLER…….. 117

6. KAYNAKLAR…….. 121

ÖZGEÇMİŞ…….. 133

ÖZET

TUNCELİ YÖRESİNDE YETİŞEN YENİLEBİLİR BAZI MAKROFUNGUS TÜRLERİNİN SİTOTOKSİK ETKİLERİ İLE ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Hevidar ALP

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİMDALI

2015

Bu çalışmada; Tunceli yöresinden toplamış olduğumuz *Agaricus campestris, Morchella esculenta, Morchella vulgaris, Amanita vaginata, Langermannia gigantea, Pleurotus eryngii var. ferulae* ve *Pleurotus eryngii var. eryngii*'nin metanolik ekstraktlarının, sitotoksik etkileri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir.

Farklı 3 lokasyondan toplanan, 7 türe ait metanolik ekstraktların antioksidan aktivitesi; demir ve askorbik asit ile indüklenmiş fosfatidilkolin lipozomlarının peroksidasyonunu inhibe edici (LPO), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil ($DPPH^{\bullet}$) serbest radikali giderici, $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu kullanılarak, total radikal antioksidan potansiyeli (TRAP) ve ferri iyonu redükleme antioksidan potansiyeli (FRAP) testleri ile belirlenmiştir. Buna ilaveten, bu türlerin, toplam fenolik bileşik ve flavonoit miktarları da tespit edilmiştir.

Çalışılan türlere ait metanolik ekstraktların, $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesine sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, mantar ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin, konsantrasyon artışına paralel olarak değiştiği de tespit edilmiştir. Hesaplanan EC_{50} değerlerine göre; en yüksek aktiviteyi *A. campestris*, en düşüğünü ise *L. gigantea* göstermiştir.

Test edilen türlerin, $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu giderici aktivitesine de sahip oldukları saptanmıştır. Hesaplanan EC_{50} değerlerine göre; istatistiksel olarak ($p>0.05$) benzer aktivite gösteren *A. campestris, M. vulgaris* ve *M. esculenta*'nın en yüksek, *P. eryngii var. ferulae*'nin ise en düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 20 mg/ml'lik konsantrasyonda; en yüksek troloks ekivalan antioksidan kapasitesini (TEAC); *M. esculenta, M. vulgaris* ve *A. campestris* göstermiştir. Bu türlerin, 20 mg/ml'lik konsantrasyonunda, kullanılan standartlar kadar etkin $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu giderici aktivitesine sahip oldukları gözlenmiştir. En düşük antioksidan aktiviteyi ise *P. eryngii var. ferulae* göstermiştir.

A. campestris'e ait metanolik ekstraktın, 20 mg/ml'lik konsantrasyonda; kullanılan standartlardan daha fazla ferri iyonu redükleme antioksidan potansiyeline (FRAP) sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük indirgeyici gücü ise *P. eryngii var. ferulae* ile *L. gigantea* göstermiştir.

Ayrıca, çalışılan bütün türler arasında, en etkili lipid peroksidasyon inhibitörünün *A. campestris* olduğu saptanmıştır.

Çalışılan türlerin fenolik bileşik ve flavonoit miktarı ile antioksidan aktiviteleri arasında sıkı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yani, en yüksek fenolik bileşen miktarına sahip olan *A. campestris*'in; bütün antioksidan aktivite belirleme testleri sonucunda da en yüksek aktiviteyi gösterdiği saptanmıştır. Bu türden sonra en yüksek antioksidan aktivite gösteren *M. vulgaris*'in ise en yüksek miktarda flavonoit içeren tür olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada; kullanılan mantarların yetişme yerlerindeki farklılığın, antioksidan aktiviteyi etkileyebildiği gözlenmiştir. Bu durum; türlerin yapısında bulunan antioksidan bileşenlerin miktarı ile yetiştikleri coğrafik ortam arasında bir ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Bütün mantar türlerinden elde edilen metanolik ekstraktların, Mikrodilüsyon Yöntemi kullanılarak; *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352, *Proteus mirabilis* ATCC 14153, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228'e karşı antibakteriyal ve *Candida albicans* ATCC 10231'a karşı da antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. Gözle görünür üremenin olmadığı en düşük madde konsantrasyonları (MİK) belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan mantar ekstraktlarının, test edilen mikroorganizmaların gelişimleri üzerinde, değişik ya da benzer dozlarda etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Bütün mantar ekstraktlarının, en iyi antibakteriyal etkiyi; Gram(+) olan *S. aureus* ve *S. epidermidis*'e karşı gösterdiği, Gram(-) mikroorganizmalara karşı ise zayıf etkinin görüldüğü tespit edilmiştir. En yüksek antibakteriyal aktiviteyi; *S. aureus*'a karşı, *A. campestris*'e ait metanolik ekstraktı göstermiştir. Çalışılan mantar ekstraktların hiçbirinde, *C. albicans*'a karşı antifungal aktiviteye rastlanmamıştır. Çalışmanın bu kısmında, kullanılan test mikroorganizmasının ve mantarın türüne bağlı olarak, antimikrobiyal aktivitenin değiştiği saptanmıştır. Ayrıca, aynı türe ait farklı bölgelerden toplanan mantar örneklerinin, aynı mikroorganizmaya karşı, farklı düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterebildiği ve türün yetiştiği ekolojik çevrenin, antimikrobiyal aktivite düzeyine etki edebileceği sonucuna varılmıştır.

Son olarak, türlerden elde edilen değişik konsantrasyonlardaki metanolik ekstraktların, seçilen kanser hücre hattı (HeLa) üzerindeki sitotoksik etkilerinin belirlenebilmesi için Mitokondriyal Süksinat Dehidrojenaz (MTT testi) tayini yapılmıştır. *P. eryngii var. eryngii* ve *A. vaginata*'nın metanolik ekstraktında, HeLa hücre hattı üzerinde sitotoksik etki gözlenmiştir. *A. campestris, M. vulgaris, L. gigantea, M. esculenta* ve *P. eryngii var. ferulae*'nin metanolik ekstraktlarında ise, 5 farklı konsantrasyonda da, HeLa hücre hattı üzerinde sitotoksik etkiye rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Makrofungus, Antioksidan Aktivite, DPPH, ABTS, TEAC, FRAP, İndirgeyici Güç, LPO, Antimikrobiyal Aktivite, Mikrodilüsyon Yöntemi, MİK, Sitotoksik Etki, MTT testi, HeLa

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF CYTOTOXIC EFFECTS, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES IN SOME EDIBLE MACROFUNGUS STRAINS GROWING IN TUNCELI REGION

DOCTORAL DISSERTATION

Hevidar ALP

DICLE UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY

2015

In this study, the cytotoxic effects and antioxidant and antimicrobial activities of methanolic extracts from *Agaricus campestris, Morchella esculenta, Morchella vulgaris, Amanita vaginata, Langermannia gigantea, Pleurotus eryngii var. ferulae* and *Pleurotus eryngii var. eryngii* collected from Tunceli region were examined.

Antioxidant activities of methanolic extracts from 7 species, collected from 3 locations were detected through total radical antioxidant potential (TRAP) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) tests by using the peroxidation of phosphatidylcholine liposomes induced by iron and ascorbic acid (LPO), 2,2-diphenyl-1-pikrilhidrazil ($DPPH^{\bullet}$) free radical scavenger and $ABTS^{\bullet+}$ radical cation. Besides, the total amount of phenolic compounds and flavonoids of these species was identified.

It was detected that methanolic extracts of the studied species have $DPPH^{\bullet}$ radical scavenging antioxidant activity. In addition, it was also found that the antioxidant activity of the fungi extracts change correspondingly with the increase of the concentration. According to the calculated EC_{50} values, the most active one is *A. campestris*, while *L. gigantea* is the least active one.

Tested species were found to have $ABTS^{\bullet+}$ radical cation suppressor activity too. According to the calculated EC_{50} values, among the fungi showing statistically ($p>0.05$) similar activity, *A. campestris, M. vulgaris* and *M. esculenta* were discovered to have the highest antioxidant activity, whereas *P. eryngii var. ferulae* has the lowest. Also, in 20 mg/ml concentration, *M. esculenta, M. vulgaris* and *A. campestris* showed the highest trolox equivalence antioxidant capacity (TEAC). These species were observed to have $ABTS^{\bullet+}$ radical cation suppressor activity as effective as applied standards in 20 mg/ml concentration. On the other hand, *P. eryngii var. ferulae* shows the lowest antioxidant activity.

It was found out that the methanolic extract from *A. campestris* has more ferri ion reducing antioxidant potential (FRAP) in its 20 mg/ml concentration than used standards. *P. eryngii var. ferulae* and *L. gigantea* demonstrates the lowest reducing power.

Moreover, among all studied species, *A. campestris* was discovered to be the most effective inhibitors of lipid peroxidation.

It was detected that there is a close relationship between the amount of antioxidant activity and flavonoids and phenolic compounds of the examined species. In this regard, *A. campestris* having the highest amount of phenolic compounds shows the highest activity in the results of all tests to determine the antioxidant activity. It was also found that *M. vulgaris* having the second highest antioxidant activity after *A. campestris* is the species which includes the highest amount of flavonoid. Besides, it was observed that the difference between the places where the fungi species grow may affect the antioxidant activity. This situation suggests that there can be a correlation between the amount of antioxidant components the species have in their structure and their geographic habitat.

By using Microdilution Method on methanolic extracts from all the species studied, their antibacterial activity against *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352, *Proteus mirabilis* ATCC 14153, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 and their antifungal activity against *Candida albicans* ATCC 10231 were investigated. Besides, their minimum inhibitory concentration (MIC) where there is no visible reproduction was found out. It was also detected that the fungi extracts used in the study have different or similar effects on the development of tested microorganisms. All fungi extracts show the best antimicrobial effects against *S. aureus* and *S. epidermidis*, which are Gram(+), whereas their effect is weak against Gram(-) microorganisms. The methanolic extract from *A. campestris* show the highest antibacterial activity against *S. aureus*. Antifungal activity against *C. albicans* was not observed in any of the fungi extracts examined. In this part of the study, it was discovered that the antimicrobial activity varies according to the species of used testing microorganisms and fungi. Besides, it was detected that fungi samples collected from different areas may show antimicrobial activity against the same microorganisms at different levels and hence it was concluded that the habitat can affect the level of antimicrobial activity.

Lastly, determination of Mitochondrial Succinate Dehydrogenase (MTT assay) was applied to determine the cytotoxic effects of methanolic extracts at varying concentrations obtained from the fungi species on selected cancer cell line (HeLa). Cytotoxic effect was observed on the HeLa cell line in the methanolic extract from *P. eryngii var. eryngii* and *A. vaginata*. On the other hand, no cytotoxic effect on HeLa cell line was observed in any 5 different concentrations of methanolic extracts from *A. campestris, M. vulgaris, L. gigantea, M. esculenta* and *P. eryngii var. ferulae*.

Key Words: Macrofungi, Antioxidant Activity, DPPH, ABTS, TEAC, FRAP, Reducing Power, LPO, Antimicrobial Activity, Microdilution Method, MIC, Cytotoxic Effect, MTT assay, HeLa

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 1.1.	Reaktif oksijen (ROT) ve azot türleri (RNT)……	5
Çizelge 3.1.	Arazi çalışması sonucu toplanan makrofungus türü ve lokalizasyonları…..	47
Çizelge 3.2.	Çalışmada kullanılan test mikroorganizmaları……....	64
Çizelge 4.1.	Bazı makrofungus türlerinin farklı lokasyonlarından toplanan örneklerinin metanolik ekstraktında, konsantrasyona bağlı olarak gösterdikleri lipit peroksidasyonu inhibisyon yüzdesi ile $ABTS^{\bullet+}$ ve $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi……...	106
Çizelge 4.2.	Askorbik asidin, konsantrasyona bağlı olarak gösterdiği $DPPH^{\bullet}$ ve $ABTS^{\bullet+}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi ile TEAC ve FRAP değeri……	108
Çizelge 4.3.	α-tokoferolün konsantrasyona bağlı olarak gösterdiği lipit peroksidasyonu inhibisyonu (LPO), $ABTS^{\bullet+}$ ve $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi ile TEAC ve FRAP değeri……..	108
Çizelge 4.4.	Bazı mantar türlerinden elde edilen metanolik ekstraktların ve standartların; EC_{50}, TEAC ve FRAP değeri olarak karşılaştırmalı antioksidan aktivitesi……	109
Çizelge 4.5.	Yetişme yerinin, bazı mantar türlerindeki metanolik ekstraktlarının EC_{50}, TEAC ve FRAP değerine etkisi……	110
Çizelge 4.6.	Bazı mantar türlerinde ekstrakte edilen toplam madde miktarı (EC), fenolik bileşik (PC, mantar ağırlığının veya ekstraktın her gramı için gallik asit ekivalanı (GAE) olarak) ile flavonoit (mantar ağırlığının veya ekstraktın her gramı için kateşin ekivalanı (KE) olarak) miktarı……..	111
Çizelge 4.7.	Bazı mantar türlerinin metanolik ekstraktlarında; fenolik maddeler ve flavonoit miktarlarının türler arasındaki karşılaştırması……..	112
Çizelge 4.8.	Bazı mantar türlerinde fenolik bileşik ve flavonoit miktarına yetişme yerinin etkisi……..	113
Çizelge 4.9.	Farklı bölgelerden toplanan bazı mantar türlerine ait metanolik ekstraktların, in vitro olarak antibakteriyal ve antifungal aktivitesi……...	114
Çizelge 4.10.	Farklı mantar türlerinden elde edilen metanolik ekstraktların, konsantrasyona bağlı olarak gösterdiği sitotoksik etkisi……...	115

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 3.1.	Araziden toplanan makrofungusların kurutulması……...	52
Şekil 3.2.	Mantar özütlerinin vakum ile iki aşamalı yapılan süzüm işlemleri……...	53
Şekil 3.3.	Rotary evaporator cihazı ve elde edilen ekstrakt…….	53
Şekil 3.4.	Fenolik bileşik miktar tayini analizinde bazı aşamaların görüntüleri……..	55
Şekil 3.5.	Gallik asit standart eğrisi ve regresyon denklemi…….	56
Şekil 3.6.	Kateşin standart eğrisi ve regresyon denklemi……..	57
Şekil 3.7.	Lipozomların peroksidasyonu üzerine antioksidan etki analizinden bazı görüntüler……..	59
Şekil 3.8.	Troloks standart eğrisi ve regresyon denklemi…….	61
Şekil 3.9.	$DPPH^{\bullet}$ çözeltisinin hazırlanması……...	62
Şekil 3.10.	$FeSO_4.7H_2O$ standart eğrisi ve regresyon denklemi……..	64
Şekil 3.11.	96 kuyucuklu mikroplakaya hücre ekimi…….	66
Şekil 3.12.	MTT testi için 96 kuyucuklu maruziyet mikroplakasının hazırlanışı…….	67
Şekil 4.1.	Arazi çalışması sonucu ulaşılan makrofungusların harita üzerindeki yetişme yerleri……...	69
Şekil 4.2.	*Morchella vulgaris*'in askokarpı…….	70
Şekil 4.3.	*Morchella esculenta*'nın askokarpları……..	72
Şekil 4.4.	*Langermannia gigantea*'nın bazidiokarpları……..	73
Şekil 4.5.	*Agaricus campestris'*in bazidiokarpları ……...	75
Şekil 4.6.	*Amanita vaginata*'nın bazidiokarpları …….....	76
Şekil 4.7.	*Pleurotus eryngii var. ferulae*'nin bazidiokarpları ……..	78
Şekil 4.8.	*Pleurotus eryngii var. eryngii*'nin bazidiokarpları ……..	79

KISALTMA VE SİMGELER

ABTS	: 2,2-Azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)
ADP	: Adenozin difosfat
APS	: Amonyum persülfat
ATP	: Adenozin trifosfat
△A	: Absorbans artışı
BHA	: Butil hidroksi anizol
BHT	: Butillenmiş hidroksi toluen
CMF-PBS	: Fosfat tampon solüsyonu
CO_2	: Karbondioksit
^0C	**:** Santigrad derece
DMEM	: Dulbecco'nun Modifiye edilmiş Eagle Medyumu
DMSO	: Dimetilsülfoksit
$DPPH^{\bullet}$	: DPPH radikali (2,2 - difenil - 1 - pikrilhidrazil)
EC	: Ekstre edilebilen toplam madde miktarı
FBS	: Fetal sığır serumu
FRAP	: Ferri iyonu redükleyici antioksidan potansiyeli
Fe_3Cl	: Ferri klorür
g	: Gram
GAE	: Gallik Asit Ekivalanı
GPx	: Glutatyon peroksidaz
GR	: Glutatyon redüktaz
HCl	: Hidroklorik asit
$HO_2^{\bullet}$	: Hidroperoksi
H_2O_2	: Hidrojen peroksit
IC_{50}-EC_{50}	: % 50 inhibe edici konsantrasyon
KAT	: Katalaz
KE	: Kateşin Ekivalanı
kg	: Kilogram
l	: Litre

M	: Molar
MDA	: Malonaldehit
mg	: Miligram
MİK	: Minimum inhibisyon konsantrasyonu
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
MTT	: 3-(4.5-Dimetilthiazol-2-il)-2.5-difeniltetrazolyumbromür
nm	: Nanometre
$O_2^{\bullet-}$	: Süperoksit radikali
$^1O_2$	: Singlet oksijen
$^{\bullet}OH$	: Hidroksil radikali
$ONOO^-$	: Peroksinitrit
PC	: mantar ağırlığının veya ekstraktın her gramı için GAE
pH	: Asitlik derecesi
$RO_2^{\bullet}$	: Peroksi
$RO^{\bullet}$	: Alkoksi
ROT	: Reaktif oksijen türleri
RNT	: Reaktif azot türleri
rpm	: Dakikadaki dönüş
SOD	: Süperoksit dismutaz
SR	: Serbest radikal
TBA	: Tiyobarbitürik asit
TBARS	: Tiyobarbitürik asit reaktif türleri
TCA	: Trikloroasetik asit
TEAC	: Troloks ekivalan antioksidan kapasite
TPTZ	: 2,4,6 - Tripiridil-s-triazin
Troloks	: 6 - Hidroksi - 2,5,7,8 - tetrametilkroman - 2-karboksilik asit
V	: Volt
µ	: Mikron
µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre

1. GİRİŞ

1.1. Makrofunguslar ve Biyolojik Önemleri

Makrofunguslar, çok eski çağlardan beri insanlar tarafından besin maddesi ve tedavi edici ilaç olarak kullanılmıştır. Ayrıca bazı türlerin halüsinasyon etkisi nedeniyle de, bazı kabilelerde dinsel inanışlarda dini ibadet amacıyla da kullanılmışlardır. Mısırlılar, mantarların Osiris Tanrısının bir hediyesi olduğuna inanmış, eski Romalılar, fırtına sırasında Jupiter tarafından dünyaya şimşek çakması sonucu mantarların çıktığını düşündükleri için, onları ilahi yemek (divine food) olarak isimlendirmişlerdir (Manzi ve ark.1999). Eski Yunanlılar, Zeus'a ait olarak kabul ettikleri şimşeklerin çakmasından ve yağmurun yağmasından sonra, buna bağlı olarak; şapkalı mantarların ortaya çıktığını ve büyüdüğünü düşünmüşlerdir. Günümüzde, halen de bazı halüsinojenik mantarlar, tanrının yiyecekleri olarak ifade edilmekte ve bu mantarların doğaüstü güçlerinin olduğuna inanılmaktadır (Lincoof 1988, Manzi ve Pizzoferrato 2000). Ayrıca, çok eski zamanlardan beri, Çin'de sağlık, uzun yaşam ve ölümsüzlük iksiri olarak Reishi mantarı (Reishi: *Ganoderma lucidum)* kullanılmaktadır (Berger ve ark. 2004).

Aynı şekilde, bölgemiz insanları arasında; şapkalı mantarların çıkması ile yağmur ve şimşek çakması arasında bir ilişki olduğu inancının varlığı da bilinmektedir. Şapkalı mantarlar, ülkemiz piyasasında besin maddesi ve tedavi edici ilaç olarak satılmaktadır.

Günümüzde, gelişmiş ülkelerde, insanlar mantarları; düşük oranda yağ içermesi ve kalori değerinin az olmasının yanında, doymamış yağ asidi, zengin mineral element, vitamin, aminoasit, karbonhidrat ve protein gibi besinsel içerikleri nedeniyle düzenli ve dengeli diyetin bir parçası olarak görmektedir (Breene 1990, Mattila ve ark. 2001). Yine mantarlar, lezzetleri, aroma içerikleri, aşçılık ile ilgili olan özellikleri ve tedavi edici etkilerinden dolayı da bir besin kaynağı olarak tüketilmektedir (Misaki ve Kakuta 1995, Batut 1995, Beltran-Garcia ve ark. 1997, Mattila ve ark. 2001).

Dünya üzerinde mantarların yaklaşık 125.000 türü bulunduğu düşünülmektedir (Webster 1989). Günümüze kadar, yaklaşık olarak; 12 bin civarında makrofungus taksonunun tespit edildiği, bunlardan yarıya yakınının yenilebilir özellikte olduğu ve 2000'in üzerinde türün ise insan tüketimi için önemli özellikte olduğu belirtilmiştir (Chang 1999). Coğrafik konuma bağlı olarak, çevresel koşulların uygunluğu nedeniyle Türkiye'nin, yenen ve zehirli mantar florası yönünden zengin olduğu, 2007 yılına kadar

2388 türün (sinonimleri ile birlikte) burada yetiştiği tespit edilmiştir (Solak ve ark. 2007).

Çalışma bölgemizde yenilebilen mantarlar, besinsel ve tıbbi özelliklerinden ziyade, lezzetlerinden dolayı tüketilmektedir. Bazı yörelerde tanınan ve çok lezzetli görülen bazı mantar türleri, bir başka yörede yetişmesine rağmen, o yöre halkı tarafından, yenilen tür olarak tanınmadığı için tüketilmemektedir. Yine bir yörede bilinen ve lezzetinden dolayı tüketilen bir mantar türü, başka yörede zehirli tür olarak tanınmaktadır. Ayrıca mantar zehirlenmelerinden dolayı tüketicide yaratılan ön yargı, yörede doğada yetişen yenilebilen mantar türlerinin tüketilmesi oranını etkilemektedir. Örneğin, yaptığımız bu çalışmada; Tunceli yöresinde yaygın olarak, yenilebilen 7 makrofungus türünün yetiştiği tespit edilmiştir. Ancak, yörede yenilebilen mantar denildiğinde, akla ilk gelen türlerden biri, özellikle yüksek kesimlerde yayılış gösteren *Pleurotus eryngii var. ferulae* ve meşe ağaçlarının bulunduğu bölgelerde yetişen *Amanita vaginata* olduğu görülmüştür. Bunun dışındaki, yörede yaygın bir şekilde yetiştiği belirlenen; *Pleurotus eryngii var. eryngii, Agaricus campestris, Langermannia gigantea, Morchella esculenta* ve *Morchella vulgaris* ise yöre halkı tarafından yenen tür olarak tanınmadığı için tüketilmemektedir.

Bazı araştırıcılar da (Sesli 1994, Demirel 1996, Afyon 1996, Demirel ve ark. 2003), araştırma bölgelerinde saptadıkları yenilebilir birçok makrofungus türünün, yöre halkı tarafından tanınmadığını ve dolayısıyla tüketilmediğini belirtmişlerdir. Aynı araştırıcılar, yöre halkı tarafından yenen mantar olarak tanınan ve tüketilenlerin sayısının, o yörede yetişen toplam yenilebilir türlerin sayısına göre çok düşük olduğunu da belirtmişlerdir.

Günümüzde çok sayıda makrofungus türü, antioksidan, antibiyotik ve antiviral gibi özellikleri nedeniyle, tıp alanında ve özellikle de son yıllarda biyoteknolojik alanlarda kullanılmaktadır (Carlile ve Watkinson 1994, Denis 1995). Yine bir araştırmada (Chang 1999), 2000'den fazla makrofungus türünün insan tüketimi açısından değerli olduğu, bunlardan; yaklaşık olarak 200 civarında türün, farklı cins tümörlerin gelişmesini büyük oranda azalttığı bildirilmiştir. Amerika Kanser Enstitüsü tarafından yeni anti tümör droglarının kaynağına; bazı şapkalı mantar türleri de dahil edilmiştir (Zhang ve ark. 1999). *Polyporaceae* familyasına ait bazı şapkalı mantar

türlerinin; mide, prostat, özofagus ve akciğer kanserine karşı tıbbi amaçla, Çin, Kore, Rusya, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi ülkelerde kullanıldığı belirtilmiştir (Mizuno 1999).

Tıbbi özelliğe sahip mantarlarda asıl ilgi, mantar türlerinin immünolojik ve anti-kanser özelliklerine yönelmişse de, bunların antioksidan, anti-hipertensif, kolesterol düşürücü, karaciğer koruyucu, antifibriotik, anti-inflamasyon, antidiabetik, antiviral ve antimikrobiyal gibi pek çok etkileri olduğu belirtilmiştir (Chen ve ark. 2010, Kozarski ve ark. 2011, Öztürk ve ark. 2011, Moro ve ark. 2012, Badshah ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013, Reis ve ark. 2014, Heleno ve ark. 2014, Ma ve ark. 2014).

Çalışmamızda, Tunceli ve çevresinde saptanan yenilebilir 7 farklı makrofungus türünün antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri ile seçilen bir kanser hücre hattı üzerinde, bunların; sitotoksik etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece; bu türlerin, tıbbi açıdan öneminin saptanması ve bunların insan sağlığı açısından muhtemel fonksiyonel kaliteli gıda olabilirlik derecesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Serbest Radikaller ve Antioksidanlar

Oksijen, canlılık açısından çok önemli bir moleküldür. Aerop canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmelerinde çok önemli olan bu molekül, anaerop canlılar içinse gelişimi durdurucu ya da öldürücü toksik etkiye sahiptir.

Oksijenin yükseltgeyici özelliğinden aerop canlılar da etkilenmektedir. Canlıların yapısında bulunan bazı organik bileşikler, havanın serbest oksijeni ile reaksiyona girebilmekte ve burada, organizma için toksik olan ara ürünler oluşabilmektedir. Ara basamaklarında serbest radikallerin oluştuğu oksidasyon işlemine; "otooksidasyon" denmektedir. Oksijenin eksik indirgenmesi sonucunda, reaktif oksijen türleri (ROT) meydana gelmektedir. Canlılardaki antioksidan savunma sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda, ROT'lar hücrelere zarar vermekte, hücrede yıkıma ve dolayısıyla da hücrenin ölümüne neden olabilmektedir. Yapılan bir çalışmaya (Davies 2000) göre; % 40 oksijen konsantrasyonunda; protein agregatlarının birikmesi, proteaz aktivitesinde artış ve yaşlanmada hızlanma olduğu görülmüştür.

Bir atomun veya molekülün dış orbitallerinde bir veya daha fazla ortaklanmamış (eşleşmemiş) elektron bulunuyorsa, bu; "serbest radikal (SR)" olarak tanımlanır. Bu tip

moleküller, ortaklanmamış elektronlarından dolayı oldukça reaktiftirler (Halliwell ve Gutteridge 1990). En dış yörüngelerinde bir elektron kaybetmişlerdir ve dolayısıyla bu elektron açığını kapatabilmek için çevrelerindeki atom ve moleküllere adeta saldırarak, radikal olmayan maddeleri de radikal hale getirebilmektedirler. Serbest radikaller, metabolik aktiviteler sırasında oksijenin eksik indirgenmesi sonucu bir ara ürün olarak oluşabildiği gibi, sigara dumanı, radyasyon, serbest geçiş metali iyonları, hava kirliliği, pestisitler gibi iç ya da dış kaynağa bağlı olarak da meydana gelebilmektedirler (Gülçin ve ark. 2003).

Ayrıca, enfeksiyonların neden olduğu reaksiyonlarda, fagositik hücreler tarafından hücre içine alınan mikroorganizmaların öldürülmesi sırasında da, serbest radikaller oluşabilmektedir (Murray ve ark. 1996). Serbest radikallerin en önemlileri; singlet oksijen ($^1O_2$), süperoksit radikali ($O_2^{\bullet -}$), hidroksil radikali ($^{\bullet}OH$), radikal olmayan hidrojen peroksit (H_2O_2) ve peroksinitrit ($ONOO^-$) sayılabilir. Bunlar "reaktif oksijen türleri (ROT)" olarak da bilinmektedir. ROT'lar organizmada lipidler, nükleik asitler, proteinler ve karbonhidratlar gibi biyolojik moleküllerle kolayca reaksiyona girebilmektedir. Bu yüzden yaşlanma, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, immün sistem hastalıkları, katarakt, diyabet, böbrek ve karaciğer hastalıkları gibi pek çok hastalığın etmeni oldukları düşünülmektedir (Halliwell ve Gutteridge 1990). Vücutta ROT'ların yanı sıra bazı reaktif azot türleri (RNS) de meydana gelmektedir. Çizelge 1.1.'de oksidatif strese sebep olan önemli bazı reaktif oksijen ve azot türleri verilmiştir (Halliwell 1994, Aruoma ve Cuppett 1997).

Çizelge 1.1. Reaktif oksijen (ROT) ve azot türleri (RNT) (Halliwell 1994, Aruoma ve Cuppett 1997)

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

Hemen hemen tüm aerobik hücrelerde; mitokondride, oksijenli solunum sırasında oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi sonucu $O_2^{\bullet -}$ radikali oluşur. Reaktif oksijen türlerinin temel kaynağının $O_2^{\bullet -}$ radikali olduğu (Stadtman 2002, Nohl ve ark. 2003) ve bu radikalin süperoksit dismutaz (SOD) katalizliğinde, dismutasyon reaksiyonu ile reaktif oksijen türü olan H_2O_2'i oluşturduğu bilinmektedir. Hidrojen peroksit ise toksik özelliğinden ziyade geçiş metalleri varlığında, aktivitesi yüksek olan hidroksil radikali ($^{\bullet}OH$) oluşturma potansiyeline sahiptir. Yaş ilerledikçe mitokondride $O_2^{\bullet -}$ ve H_2O_2 üretim hızının arttığı bildirilmiştir (Sohal 2002). Hidrojen peroksit (H_2O_2), yapısında, eşleşmemiş elektron içermediği için radikal değildir, fakat hücre zarından geçerek, suda kolayca çözülme özelliğinden dolayı, sitoplazmada difüze olabilen, hücrelerin içine kolayca sızabilen uzun ömürlü bir oksidandır (Halliwell ve Gutteridge 1990, Halliwell 1994). Hidrojen peroksit, in vivo koşullarda çok toksiktir ve hızlı bir şekilde peroksidaz ve katalaz tarafından yıkılmaktadır (Gutteridge 1989, Aruoma 1998).

Hidroksil radikali ($^{\bullet}OH$) ise bilinen en reaktif radikaldir. Organizmadaki birçok biyomoleküle reaksiyona girebilmektedir. Hidrojen peroksitteki oksijen atomları arasındaki bağ nispetten zayıftır ve bu bağın yıkımı sonucu $^{\bullet}OH$ radikali oluşmaktadır. Oluştuğu yerde diğer biyomoleküllerle hemen reaksiyona girebilmektedir. Ayrıca yağ asitleri gibi çeşitli moleküllerden bir proton kopararak tiyil radikalleri ($RS^{\bullet}$), karbon merkezli organik radikaller ($R^{\bullet}$), organik peroksitler ($RCOO^{\bullet}$) gibi yeni radikallerin oluşmasına ve dolayısıyla organizmada büyük hasara neden olmaktadır (Sinclair 1988, McKenna ve ark. 2002, Duffy ve Power 2007, Elizabeth ve ark. 2009).

Hipoklorik asit (HOCl) nonradikal olan önemli ROT'lardan biridir. Dokularda dejeneratif hasara yol açan çok güçlü bir oksidandır. Bu nedenle radikal olmadığı halde okside edebilme yeteneğinden ötürü, reaktif oksijen türleri arasında yer almaktadır. Fagositik hücreler tarafından, mikroorganizmaları öldürmek amacıyla üretilmektedir (Murray ve ark. 1996).

Bir diğer önemli reaktif oksijen türü de, moleküler oksijenin elektronlarından birinin enerji alarak kendi spininin ters yönünde, başka bir orbitalle yer değiştirmesiyle oluşan singlet oksijendir. Singlet oksijen ($^1O_2$) oldukça reaktiftir ve radikal değildir.

Radikal olmaları, radikal oluşumuna sebep olabilmeleri ve yükseltgeme potansiyellerinin yüksek olması gibi özellikler, ROT'ları canlılık açısından zararlı kılmaktadır. ROT'lar, biyomoleküllerle zincirleme reaksiyona girdikleri için, oksidatif hasar da zincirleme gelişmektedir. Yapılan bazı çalışmalar (Berlett ve Stadtman 1997, Szweda ve ark. 2002, Stadtman 2002, Sohal 2002); oksidatif hasar ile yaşlanma arasında paralel bir uyumun söz konusu olduğunu ve yaşlanmayla beraber ROT'ların biyomoleküller üzerindeki oksidatif hasarında artış görüldüğünü bildirmişlerdir. ROT'ların yıkıcı etkilerine karşı canlılar belirli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu sistemlere *'Antioksidan Savunma Sistemleri'*, kısaca *'Antioksidanlar'* denilmektedir. Organizma, metabolik aktiviteleri sırasında yan ürün olarak ya da dış ajanlara bağlı oluşan ROT'ları, bu savunma sistemi ile giderebilmektedir. Bu durum bir denge halinde süreklilik arz etmektedir. Bu denge eğer oksidanlar lehine bozulursa, oluşan bu durum *'Oksidatif Stres'* olarak değerlendirilmektedir. Oksidatif stres durumunda, ROT'ların miktarında artış olmakta ve metabolizmadaki birçok sistem bu durumdan olumsuz etkilenmektedir (Lambeth

2004). Oksidatif stres sürecinde oluşan reaktif oksijen türleri nükleik asitleri, proteinleri ve lipitleri oksitleyebilmektedir (Stadtman 2002).

Antioksidanlar, bu ROT'lar ile reaksiyona girerek, olası oksidasyonu engellemektedirler. Antioksidanların en belirgin özelliği, oluşan serbest radikalleri tutma yetenekleridir. Antioksidanlar, hücreye zarar veren bu serbest radikallerle reaksiyona girerek, bu radikallerin başlattığı zincir reaksiyonunu durdurur ve vücuttaki önemli bileşenlerin zarar görmesini engeller (Akyüz 2007). Ancak antioksidanlar; beyin, kemik iliği gibi vücudun bazı bölümlerine giremezler ve dolayısıyla da serbest radikallerden elektron aldıklarında, bu elektronları verebilecekleri başka akseptörlere ihtiyaç duyarlar.

Serbest radikallerin etkisini yok eden, ya da serbest radikalleri etkisiz hale getiren antioksidanlar; nükleik asitler, proteinler, lipitler, DNA ya da karbonhidratlar gibi biyomoleküllerin oksidasyonunu engelleyerek, canlıda oluşabilecek hasarların önüne geçmektedirler. Özellikle de hücre zarının yapısında bulunan ve yapısında çift bağ içeren lipit türevleri oksidasyon riski taşıyan en önemli biyomoleküllerden biridir ve oluşabilecek bir oksidasyon hücreye ve dolayısıyla organizmaya büyük hasar verebilmektedir. Fenolik asit, polifenol ve flavonoitler gibi antioksidanlar; peroksit, hidroperoksit veya lipit peroksit gibi serbest radikalleri etkisiz hale getirerek dejeneratif hastalıklara yol açan oksidatif mekanizmayı engellemektedir (Miller ve ark. 2000).

Antioksidanların sınıflandırılması çeşitlilik arz etmektedir. Doğal (endojen kaynaklı) ve sentetik antioksidanlar olarak sınıflandırılabildiği gibi, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar şeklinde de sınıflandırma yapanlar mevcuttur (Akkuş 1995, Seven ve Candan 1996).

Vücutta, reaktif oksijen türlerinin oluşumunu ve meydana getirebileceği hasarları önlemek için enzimatik ve enzimatik olmayan endojen savunma mekanizmaları bulunmaktadır (Mavi 2005). Bunlar, oksidatif hasarları önlemek amacıyla canlı sistem tarafından gerçekleştirilen pek çok korunma mekanizmasından bazılarıdır. Bu savunma mekanizmaları, intrasellüler ve ekstrasellüler olmak üzere 2 gruba ayrılır (Ames ve ark. 1993, Halliwell 1994, Yanbeyi 1999). Metabolizma tarafından ilk ve temel antioksidan savunma, enzimatik olarak yapılmaktadır. En önemli intrasellüler enzimlerin; süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx),

glutatyon redüktaz (GR) ve katalaz (KAT) olduğu bilinmektedir (Mates 1999). Bu enzim sistemleri, serbest radikalleri tamamıyla detoksifiye etme yeteneğindedirler ve bunlar, serbest radikallerin DNA, proteinler ve lipidler gibi hücresel bileşenlere zarar vermesini önleyebildikleri gibi, radikallerin bir hücresel bölgeden diğerine geçişini de önleyebilmektedirler (Diplock 1998). Sonraki savunma hattı ise ekstrasellüler nonenzimatik antioksidanlar tarafından oluşturulur. Bunlar; metabolik aktiviteler sırasında ya da dış ajanların etkisi ile oluşan reaktif oksijen türlerini yakalayan, zincir reaksiyonlarını kıran ve ekzojen olan; vitamin E, vitamin C, polifenolik bileşikler, β-karoten (Halliwell ve Gutteridge 1990, Bast ve ark. 1997, Yanbeyi 1999) ile endojen kaynaklı, enzimatik olmayan; ürik asit, bilurubin, ferritin, glutatyon, seruloplazmin, albumin, haptoglobin gibi doğal antioksidanlardır (Akyüz 2007).

Antioksidanlar, sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra, gıdanın hava, ışık ve sıcaklık gibi çevresel faktörlere maruz kalması süresince oluşan serbest radikallerle başlayan oksidasyonu önlemek ve geciktirmek amacıyla gıdalara eklenmekte (Hras ve ark. 2000) ve gıda endüstrisinde olası bozulmalara karşı koruyucu madde olarak kullanılmaktadır. Sentetik antioksidanlar gıda endüstrisinde koruyucu amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun nedeni, sentetik antioksidanların etkisinin uzun sürmesi ve maliyetinin düşük olmasıdır. Özellikle bir ve birden fazla çift bağ içeren doymamış yağ asitleri ve yağca zengin ürünler oksidasyona oldukça açıktır. Bu yüzden gıdaların üretiminden depolanmasına ve tüketiciye sunulmasına kadar geçen sürede en büyük risklerden biri lipid peroksidasyonudur. Lipid peroksidasyonu sıvı ve katı yağlarda acılaşmaya (ransidleşme), yağ içeren diğer gıdalarda ise renk, tat, aroma, tekstür ve kıvamda bozulmalara ve besinsel kalitenin azalmasına neden olmaktadır (Şenköylü 2001). Gıdalarda olası oksidasyonu engellemek ve raf ömrünü uzatmak için; bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), t-bütil hidrokinon (TBHQ), propil gallat (PG) ve troloks gibi sentetik antioksidanlar gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Mavi 2005).

Organizmada antioksidan bileşikler doğal olarak bulunmaktadır. Diyetlerimizde, tükettiğimiz meyve ve sebzeler ile doğal antioksidan bileşikleri almaktayız. Ayrıca, işlenmiş ve hazır ürünlerin tüketimiyle de gıdalara katkı maddesi olarak eklenen sentetik antioksidanları da almaktayız. Dış kaynaklı alınan doğal ve sentetik antioksidanlar, vücut içi antioksidan savunma mekanizmasına destek olmaktadır. Ancak

yapılan araştırmalar, sentetik antioksidanların toksititesinden bahsederek, onların karsinojenik olma riskini ortaya koyar niteliktedir (Ito ve ark. 1986, Namiki 1990, Skrinjar ve ark. 2007). Sentetik antioksidanların başlıca dezavantajı, in vivo olarak alındığı zaman yan etkilerinin olmasıdır (Chen ve ark. 1992). Bu sebeple tüketiciler, tercihlerini doğal tarımsal ürünlere yöneltmiş ve işlenmiş gıdalarda da sağlık, kalite ve güvenlik arayışlarını ön plana çıkarmıştır. Günümüzde sentetik antioksidanlar, geniş bir kullanım alanına sahip olmasına rağmen, son zamanlarda bu istenmeyen yan etkilerinden dolayı kullanım alanları ciddi bir şekilde sınırlandırılmış (Köksal 2007), hatta bazı ülkelerde kullanımları tamamen yasaklanmıştır. Dolayısıyla son zamanlarda gıda güvenliğinin sağlanması açısından gıda koruyucu olarak alternatif doğal ürünlerin araştırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda artış gözlenmiştir (Ying ve ark. 2002). Tüm bu nedenlerden dolayı günümüzde, fonksiyonel gıdalar üzerinde çalışmalar yoğunlaşmış ve insan sağlığına pozitif katkısı nedeniyle fonksiyonel gıda çeşitlerine yönelmede bir artış olduğu görülmüştür (Loliger 1991). Özellikle de fenolik bileşiklerce zengin bitki materyalleri, gıda endüstrisinin ilgi odağı haline gelmiştir. Zira fenolik bileşiklerce zengin bitki materyallerinden elde edilen ekstraktlar, gıdanın yapısında bulunan lipitlerdeki oksidatif yıkımı, yani; lipit peroksidasyon sürecini geciktirdiği için olası bozulmalar ve besin içeriğindeki kayıplara engel olmakta ve gıdanın raf ömrünü uzatmaktadır (Young ve Woodside 2001, Albayrak ve ark. 2010).

Yukarıda belirtildiği gibi; hücrelerde meydana gelen ve dejeneratif etkisi olan oksidasyona karşı, vücuttaki antioksidan savunma mekanizmasının etkisi yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle; dışarıdan da besinlerle birlikte, antioksidan etki gösteren bileşiklerin alınması gerekmektedir. Doğal antioksidan kaynaklı besinler, birbirine benzer işlevi olan birçok çeşit içeren farklı antioksidan bileşikleri bir arada bulundurduğu için, bunlar, ilaç olarak alınan ve tek tip olan sentetik antioksidanlardan daha işlevseldirler. Ayrıca doğal antioksidanların, mutajenik etki gösteren sentetik antioksidanlara (Namiki 1990, Skrinjar ve ark. 2007) alternatif olmaları, bunları içeren besinlerin, günlük diyetimizde yer almalarını önemli kılmaktadır.

Yenilebilir mantarların, doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilirliği konusunda birçok araştırma yapılmıştır. İnsan vücudunda oksidatif stres ve diğer komplikasyonlara karşı, antioksidan savunma sistemine, yenilebilen mantarların faydalı olabileceği düşünülmüştür (Alam ve ark. 2012). Özellikle de mantarların antioksidan

aktivitesinde; yapıda bulunan fenolik bileşenlerin, primer antioksidan olarak görev yaptığı ve türlerin antioksidan aktiviteleri ile içerdikleri fenolik bileşen miktarları arasında paralellik olduğu bildirilmiştir (Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Gursoy ve ark. 2009, Wong ve Chye 2009, Dündar 2010, Pereira ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013). Yine antioksidan aktivitenin; mantarın türüne (Huang 2000, Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007), yetiştiği ekolojik ortama (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013), ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücülerin farklılığına (Tsai ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Oke ve Aslım 2011) ve mantarların misel formu ya da bazidiokarplarının kullanılmasına (Mau ve ark. 2004, Dündar 2010, Kalyoncu ve ark. 2010, Reis ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013) bağlı olarak değişebildiği de bildirilmiştir. Ayrıca yapılan bir çalışmada (Ribeiro ve ark. 2008), mantarın farklı kısımlarının, farklı antioksidan aktiviteye sahip olduğu da tespit edilmiştir. Şapka taslağı oluştuktan sonra geçen zamanın, mantarın antioksidan aktivite derecesine etki ettiği de saptanmıştır (Lin ve ark. 2014).

Tunceli çevresinde, doğal olarak yetişen yenilebilir 7 mantar türünün antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, bunların, doğal antioksidan kaynağı olarak tüketiminin önemini ortaya çıkaracaktır. Bunların içinde bu konuda daha iyi olanların, mümkün ise kültürde çoğaltılarak, değerlendirilmesine de, bu çalışma katkı sunabilecektir.

1.3. Antimikrobiyal aktivite

Antimikrobiyal maddeler, patojen mikroorganizmaların üremesini engelleyen ya da onları öldüren doğal, sentetik veya kimyasallardır. Çok az yoğunlukta, hedef aldığı mikroorganizmanın gelişimini engelleyebilen, biyolojik kökenli metabolitlerdir. Mikroorganizmalardan elde edilen ve küçük dozlarda diğer mikroorganizmaları öldüren, insan metabolizmasına zarar vermeyen doğal veya onların sentetik maddeleri; antibiyotik olarak tanımlanmaktadır (Talaro ve Talaro 1993).

Antimikrobiyallerin etkisi, üremeyi durdurucu veya öldürücü niteliktedir. Mikroorganizmaları öldüren maddeler ‘sidal maddeler’ olarak isimlendirilir ve aldığı ön ek öldürülen mikroorganizmanın tipini belirtmektedir. Dolayısıyla bakteriler, funguslar ve virüsleri öldüren maddeler sırasıyla; *bakteriyosidal, fungusidal* ve *virisidal* maddeler

olarak isimlendirilir. Organizmayı öldürmeyen, buna karşılık sadece üremesini engelleyen maddeler 'statik maddeler' olarak isimlendirilir ve bunlar *bakteriyostatik, fungistatik* ve *viristatik* maddeler olarak isimlendirilmektedirler (Madigan ve Martinko 2010).

Antimikrobiyal bileşiklerin seçici toksisite özelliğine sahip olmaları gerekmektedir. Aksi durumda, vücudumuzdaki faydalı mikroorganizma florasına zarar vererek, dış ajanlara karşı savunma sistemimizin zayıflamasına neden olabilirler. Ayrıca kullanılacak antimikrobiyal bileşikler, çok düşük dozlarda bile etkili olabilmeli ve insanda hiç toksisite göstermemeli veya elemine edilebilecek kadar az bir toksisite oluşturmalıdır. Antimikrobiyal bileşiğin, böyle bir etkisinin ortaya çıkarılabilmesi için öncelikle mikroorganizmalara karşı etkisi, laboratuar ortamında, hedef alınacak patojen mikroorganizmalar kültürlere alınarak araştırılmalıdır. Antimikrobiyal bileşikler, etkili olabildikleri mikroorganizma sayısının az ya da çok olmasına göre dar veya geniş spektrumlu olarak sınıflandırılabilirler (Akyüz 2007).

Antimikrobiyal maddelere örnek olarak antibiyotikler, çeşitli kimyasal maddeler ve bakteriyosinler verilebilir. Antibiyotikler, genellikle canlı mikroorganizmaların bazı özel türleri tarafından sentezlenen kemoterapötik maddelerdir. Kemoterapötikler ise antibiyotiklere benzer özellikte olan, tümüyle sentetik maddelerdir. Bunlar insanlarda ve hayvanlarda enfeksiyon hastalıklarından korunmada ve bu hastalıkların tedavisinde kullanılırlar (Arda 1997). Günümüzde enfeksiyonlara karşı yaygın bir şekilde antibiyotikler kullanılmaktadır. Antibiyotiklerin esas hedefleri patojen mikroorganizmalardır. Antibiyotikler, patojen mikroorganizmaların üremelerini durdurucu ya da bu mikroorganizmaları öldürücü etkiye sahiptirler. Ancak geniş spektrumlu antibiyotikler, vücudumuzdaki faydalı mikroorganizma florasını da olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Ayrıca, antibiyotiğin sık ya da bilinçsiz kullanımı, hedef alınan mikroorganizmaların direnç kazanmasına ve dolayısıyla da antibiyotiğin etkilerinin giderek azalmasına neden olabilmektedir. Mikroorganizmaların antibiyotiklere karşı direnç kazanması sorunu, günümüzde giderek artan ölçekte, küresel düzeyde önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Ayrıca enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde, toksik etki gösteren sentetik ilaçların kullanılması, insan sağlığı üzerine yan etkilerde bulunabilmektedir.

Kullanılan sentetik antimikrobiyal maddelere karşı, mikroorganizmaların kazandığı direnç ve bu maddeleri kullanan kişilerde oluşabilecek yan etkiler ve olası hasarlar nedeniyle, antimikrobiyal özellik gösteren doğal kaynaklara yönelim gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Enfeksiyon hastalığına karşı, doğal kaynaklardan elde edilen, aktif bileşiklerin bulunması üzerine yapılan çalışmalar gittikçe artmaktadır. (Çalışkan 2001). Özellikle fonksiyonel gıdalar, antimikrobiyal aktivite tayininde araştırıcıların ilgi odağı haline gelmiştir.

Makrofunguslar çok eski çağlardan beri besin maddesi olmasının yanında, tıbbi amaçla, hastalıkların iyileştirilmesinde ilaç olarak da kullanılmıştır (Dülger ve ark. 1999).

Günümüzde makrofunguslar üzerinde tıbbi amaçlı yapılan araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan bir çalışmaya göre (Conchran 1978), makrofungusların antimikrobiyal etkilerine, fungal yapıda sentezlenen ve organizmaya has bazı fenolik bileşikler, purinler ve pirimidinler, kuinonlar, terpenoidler ve fenil propanoid turevi antagonistik maddelerinin neden olduğu bildirilmiştir. Antitumoral etki gösteren en önemli maddelerin ise kalvasin, volvotoksin, flamutoksin, lentinan ve porisin gibi yalnızca makrofunguslardan izole edilmiş maddeler olduğu ve bunlarda aynı zamanda antiviral bileşiklerin de bulunduğu ifade edilmiştir. Demir (2007) ile Demirhan ve arkadaşları (2007) da yapmış oldukları çalışmada, antimikrobiyal aktivitenin; ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücüye, kullanılan test mikrorganizmasının ve mantarın türüne bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Heleno ve arkadaşları (2013), *M. esculenta*'nın alternatif antimikrobiyal bileşen olarak kullanılabileceğini ve aynı türün farklı habitatlarındaki örneklerinin, farklı antimikrobiyal aktiviteye sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Li ve Shah (2014) ise, *P. eryngii*'den izole ettikleri ekzopolisakkaritlerin sülfatlanmış örneklerinin, *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı çok güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ve sülfonasyonun, antimikrobiyal aktiviteyi önemli ölçüde modifiye ettiğini saptamışlardır.

Mikroorganizmaların antibiyotik duyarlılığı temelde, Difüzyon Yöntemi ve Dilüsyon Yöntemi olmak üzere 2 farklı yöntem ile belirlenebilmektedir.

Dilüsyon Yöntemi'nde; farklı konsantrasyonlarda test edilen antimikrobiyal maddelerin ve antibiyotiklerin sıvı veya katı besi yerlerine, seyreltik olarak belirli

oranlarda, seri dilüsyonla eklenmesi ve her bir seyreltme ortamına, duyarlılığı belirlenecek bakterinin belirli sayıda hücre içeren süspansiyonundan eşit miktarda ilave edilmesi şeklinde yapılmaktadır. Burada, deney serileri uygun sıcaklıkta (37 °C'de) ve bakterinin üremesi için uygun süre (24 saat) bekletildikten sonra, mikrobiyal gelişimi tamamen yok eden veya üremesini durduran en düşük antimikrobiyal madde miktarı (minimum inhibisyon konsantrasyonu, MİK) belirlenir. MİK değeri, üremenin olmadığı ilk berrak kuyucuğun değeridir. Başka bir ifadeyle, MİK değeri, mikroorganizmaların gelişimini inhibe eden antimikrobiyal ajanların en düşük konsantrasyonudur. Bir antimikrobiyal madde için MİK değeri; mikroorganizma türüne, inkübasyon sıcaklığına ve inokülüm miktarı gibi analiz koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir (Şahin 2006).

1.4. Sitotoksisite

Genel olarak canlı organizmada zararlı etki gösteren maddelere 'toksik madde' yani zehir denir. Toksikoloji ise 'zehir bilimi' demektir. Toksikoloji, *ksenobiyotikler* yani canlı organizmanın metabolik aktiviteleri için gerekli olmayan veya canlıya zarar veren yabancı kimyasal maddeler ile ilgilenir. Ancak canlı organizma için endojen olan maddeler (hormonlar, bazı aminoasitler gibi veya vücut için gerekli ekzojen kaynaklı maddeler de: vitaminler, yemek tuzu gibi) yüksek dozlarda toksik etki gösterirler ve bu nedenle ksenobiyotiklerin yanı sıra bu endojen kaynaklı maddeler de modern toksikolojinin araştırma alanına girerler (Vural 2005).

Sitotoksik maddeler, hücreye toksik şekilde etki edip hücreyi öldüren ya da fonksiyonunu durduran maddelerdir. Sitotoksisite testleri, test maddesinin uygun hücre kültürlerindeki hücre büyüme oranı ve morfolojik özellikleri üzerine etkisinin negatif ve pozitif kontrol grupları kullanılarak değerlendirildiği yöntemdir (ISO 7405, ISO 10993). Sitotoksisite testleri özellikle yeni ilaç geliştirme çalışmalarında sıklıkla kullanılır. Bu testler, araştırılan ilaçların hücre populasyonu üzerindeki büyüme etkisinin ve belirli zamanlardaki hücre sayısının hesaplanmasında kullanılır (Plumb 2004). Bir maddenin sitotoksik etkisinin belirlenmesinde kullanılan testler; tekrarlanabilir olmalı, hücre sayısı ve test cevabı arasında doğrusal ilişki olmalı, test edilebilen konsantrasyonları için doz-cevap eğrisini vermeli ve test sonucunda elde edilen veriler hücre içi koşullara uyarlanabilmelidir (Schmalz 1997). Aynı sitotoksik ajana maruz kalan farklı hücre hatlarının verdikleri fizyolojik yanıtlar da farklıdır. Dolayısıyla ilaç geliştirmeye yönelik

yapılan çalışmalarda, hücrelerin sitotoksik ajana verdiği tepki ve ölüm tiplerinin dikkate alınması gerekmektedir. Böylelikle de, kullanılacak sitotoksik ajanın, hangi hastalığın tedavisinde kullanılması gerektiği tespit edilebilir.

Sitotoksisite çalışmaları için genellikle hücre hatları üzerinde çalışmalar yürütülür ve hücre metabolizmasında oluşan değişikliklerin tespit edildiği testler kullanılır. Kullanılan sitotoksik ilacın etkin olduğu doz IC_{50} (efektif konsantrasyon) olarak tanımlanır ve bu, hücrelerin % 50'sinde araştırılan biyolojik özelliğin inhibe edildiği miktardır. Sitotoksisite testlerinde IC_{50} değeri, uygulanan doz ve alınan cevap eğrisi grafiği üzerinden hesaplanır. Çalışmamızda, mantarların metanolik ekstraktlarında sitotoksik aktivite, Mitokondriyal Süksinat Dehidrojenaz Tayini (MTT Testi) ile gerçekleştirilmiştir.

Mitokondriyal süksinat dehidrojenaz aktivitesinin ölçüldüğü MTT testinde, özel bir çözücü ile çözündürülen sarı renkli ana bileşen 3-(4,5-dimetilthiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolyumbromürdür. Canlı hücrelerin mitokondriyal dehidrojenaz enzimleri, MTT'nin tetrazolyum halkasını parçalayarak suda çözünmeyen mor-mavi renkli formazan kristallerini oluştururlar (Kawahara ve ark. 1968). Bu kristaller, asitlendirilmiş isopropanol içinde çözünürler. Sonuçta elde edilen mor solüsyon spektrofotometrik olarak ölçülür. Hücre sayısındaki artma veya azalma, hücre sayısıyla bağlantılı olarak oluşan formazan miktarında değişmeye neden olur ve spektrofotometrik ölçüm sonucu elde edilen değer test edilen malzemenin sitoksisitesini belirler (Kildal ve Ruyter 1994, Kehe ve ark. 2001).

Literatürde, makrofungusların sitotoksik etkisi ile ilgili çalışmaların, bitkiler üzerine yapılan çalışmalara göre daha az sayıda olduğu, ancak bunun yanında, makrofunguslardan izole edilen ekzopolisakkaritlerin sitotoksik etkileri üzerine yapılan çalışmaların daha fazla olduğu görülmüştür.

Reis ve arkadaşları (2014), *Phellinus linteus'*dan elde etikleri polisakkaritlerin etanolik ekstraktlarında sitotoksik etki gözlemlemişlerdir. Heleno ve arkadaşları (2014), *Coprinopsis atramentaria*'ya ait ekstraktın, değişik kanser hücre hatları üzerinde sitotoksik etkisine rastlamışlardır. Aynı araştırıcılar (Heleno ve ark. 2014), mantar ekstraktlarındaki organik asitlerin, sitotoksik etkiye neden olduğunu belirtmişlerdir. Ma ve arkadaşları da (2014), *Stereum hirsutum* ekstraktının, HepG2 hücresi üzerinde

sitotoksik etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Oke ve Aslım (2011) *P. eryngii*'nin metanolik ekstraktının, hidrojen peroksitin neden olduğu hücresel ölümleri çok yüksek oranda engellediğini, hidrojen peroksite maruz kalan hücrelerde, metanolik ekstraktlı hücrelerin % 80 civarında hücresel yaşama yeteneği gösterdiğini saptamışlardır. Pires ve arkadaşları (2013), HepG2 kanser hücreleri üzerinde, *A. bisporus*'tan izole edilen β-D- glukan polisakkaritinin sitotoksik etkisini saptamışlardır.

1.5. Çalışmanın Amacı

Günümüzde eczanelerde satılan ilaçların birçoğu doğal kaynaklı ya da doğal kaynaklı bileşiklerin sentezlenmiş türevleridir. Patojen mikrorganizmaların oluşturduğu enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde kullanılan sentetik ilaçlarda, suni ve kimyasal maddelerin kullanılması nedeniyle bu maddelerin insan metabolizması üzerine toksik etki göstermesi ya da istenmeyen yan etkilerin oluşması ve kullanılan ilaçlara karşı mikroorganizmaların zamanla gösterdiği direnç gibi nedenlerden ötürü araştırmacılar doğaya yönelmiştir. Enfeksiyon hastalığına karşı doğal kaynaklı aktif bileşikler aranması üzerine yapılan çalışmalar her dönemde araştırıcıların ilgisini çekmiştir ve insanları doğal kaynaklı ilaçları kullanmaya yöneltmiştir. Ayrıca gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılan koruyucu maddelerin (sentetik antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler vb.) kullanımında sağlık açısından oluşabilecek sakıncalı durumlar nedeniyle doğal koruyucular gittikçe önem kazanmaktadır. Bu nedenle gerek dünyada gerekse de ülkemizde bitki özütleri üzerinde bazı özelliklerinin ve etkilerinin ortaya konulmasıyla ilgili uzun yıllardan beri çalışmalar yapılmaktadır. Son yıllarda bitkilere paralel olarak, mantarların medikal etkileri üzerine de çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde makrofungus florasına yönelik çalışmalar bir hayli fazla olmasına rağmen, makrofungusların antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri konusundaki çalışmalar sınırlı sayıdadır. Ayrıca makrofunguslarda sitotoksik etki araştırmaları yok denecek kadar azdır.

Bu çalışmada; Tunceli çevresinde, farklı lokasyonlardan toplanan 7 farklı mantar türünden elde edilen farklı konsantrasyondaki metanolik ekstraktların, 8 farklı patojen mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ile yine 7 farklı türün, değişik konsantrasyonlardaki ekstraktlarının, sitotoksisite testi ile seçilen kanser hücre hattı üzerindeki toksik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Spesifik coğrafik

özellikleri olan Tunceli ilimizin sınırlarında yetişen bu türlerin, biyolojik özellikleri ile ilgili çalışmalarına literatürde yeterince rastlanmamıştır. Bu nedenle de, bu türlerin tıbbi açıdan önemli özelliklerinden olan antimikrobiyal, antioksidan ve sitotoksik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Dülger ve arkadaşları (1999), *Russula delica* Fr.'dan etil asetat, aseton, kloroform ve etanol ekstraktları hazırlamışlardır. Disk Difüzyon Metodu'nu kullanarak, bu ekstraktların, bazı mikroorganizmalara karşı (*Escherichia coli* ATCC 11230, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, *Staphylococcus epidermidis* NRRL B-4377, *Micrococcus luteus* La 2971, *Micrococcus flavus* ATCC 14452, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus*, ATCC 7064, *Bacillus brevis* ATCC 9999, *Bacillus thurigiensis*, *Bacillus megaterium*, *Listeria monocytogenes* ATCC 19117, *Corynebacterium xerosis* CCM 2824, *Mycobacterium smegmatis* CCM 2067, *Salmonella thyphimurium* CCM 5445, *Salmonella typhi* ATCC 19430, *Klebsiella pneumoniae* UC57, *Proteus vulgaris* ATTC 8427, *Xanthomonas campestris*, *Candida utilis* La 991, *Candida albicans* ATCC 10231, *Kluyveromyces fragilis* NRRL 2415, *Hansenula* sp., *Debaryomyces* sp., *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 ve *Rhodotorula rubra*) antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. *Russula delica*'nın; özellikle *Corynebacterium xerosis* ve *Listeria monocytogenes* olmak üzere bazı Gram(+) ve Gram(-) bakterilere ve bazı mayalara, özellikle de *Kluyveromyces fragilis*'e karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Huang (2000), *Agaricus blazei* ve *Antrodia camphorata*'nın metanolik ekstraktlarının; DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici aktivite, demir iyonlarını şelatlama ve indirgeyici güç aktivite testi ile antioksidan aktivitesini araştırmıştır.

Araştırıcı, *A. camphorata* ve *A. blazei*'nın metanolik ekstraktlarının, 10 mg/ml'lik konsantrasyonda; indirgeyici güç aktivitelerini sırasıyla; 0.96 ve 0.86 olarak belirlemiştir.

A. camphorata ve *A. blazei*'den elde edilen metanolik ekstraktlarının 2.5 mg/ml'lik konsantrasyonunda, DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitelerini sırasıyla; % 99.1 ve % 97.1 bulmuştur. Bu mantar ekstraktlarının, düşük konsantrasyonda iyi seviyede antioksidan aktivite gösterdiklerini ifade etmiştir.

Araştırıcı, 2.5 mg/ml'lik konsantrasyondaki *A. blazei'*nın metanolik ekstraktının, demir iyonlarını şelatlama aktivitesini % 98.6 bulmuştur. *A. camphorata*'nın 5 mg/ml'lik konsantrasyonundaki metanolik ekstraktının aktivitesini ise % 74.5 olarak belirlemiştir.

Cheung ve arkadaşları (2003), *Lentinus edodes* ve *Volvariella volvacea*'dan metanol, petrol eter, su ve etil asetat ekstraktları hazırlayarak, bu türlerin antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, DPPH• radikalini giderme aktivitesi ve toplam fenolik bileşen miktarı analizi ile, türlerin antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Araştırıcılar, çalışmada kullanılan ekstraktların konsantrasyonuna paralel olarak, mantar türlerinin antioksidan aktivitesinin de değiştiğini bildirmişlerdir. *L. edodes*'in su ekstraktının, 1.0, 1.5, 3.0, 6.0 ve 9.0 mg/ml konsantrasyonlarındaki DPPH• radikalini giderme aktivitesinin sırasıyla; % 0.0, % 38.3, % 45.1, % 55.4 ve % 40.4 olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı türlerin metanol ekstraktının ise sırasıyla; % 0.0, % 3.39, % 11.5, % 25.8 ve % 29.4 olduğunu bulmuşlardır. Bu yüzde inhibisyon değerlerinden; *L. edodes*'in su ekstraktının DPPH• radikalini giderici aktivitesinin, metanol ekstraktına oranla daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı konsantrasyon değerlerinde, *V.volvacea*'nın su ekstraktının DPPH• radikalini giderme aktivitesinin ise sırasıyla; % 0.0, % 20.2, % 38.7, % 38.1 ve % 37.9 olduğunu, metanol ekstraktının ise % 0.0, % 17.8, % 32.3, % 46.0 ve % 57.8 olduğunu belirlemişlerdir. *V.volvacea*'nın metanol ekstraktının DPPH• radikalini giderme aktivitelerinin (9 mg/ml'de; % 57.8 aktivite), sulu ekstraktına oranla daha yüksek çıktığını ifade etmişlerdir. Araştırıcılar, her 2 türün metanol ve sulu ekstraktlarının DPPH• radikalini giderme aktivitesindeki yüzde inhibisyon değerlerinin, pozitif kontrol olarak kullanılmış olan TBHQ'nun 1 mg/ml'deki aktivitesinden (% 94.8) oldukça düşük çıktığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, *L. edodes*'in metanol ve su ekstraktında fenolik madde içeriğini sırasıyla; 4.79 mg GAEs/g ve 1.33 mg GAEs/g olarak bulmuşlardır. *V. volvacea'*nın metanol ve su ekstraktındaki fenolik madde içeriğini ise; 15.0 mg GAEs /g ve 1.34 mg GAEs /g olarak belirlemişlerdir. *V. volvacea'*nın metanol ekstraktının (15.0 mg GAEs /g) en yüksek fenolik bileşen miktarına sahip olduğunu ve aynı şekilde *V. volvacea'*nın metanol ekstraktının DPPH• radikalini giderme aktivitesinin (9 mg/ml'de; % 57.8 aktivite) de en yüksek değerde olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak araştırıcılar, türlerin antioksidan aktiviteleri ile fenolik bileşen miktarı arasında paralellik olduğunu ifade etmişlerdir.

Mau ve arkadaşları (2004) çalışmalarında, Tayvan'da ticari olarak satılan *Grifola frondosa, Morchella esculenta* ve *Termitomyces albuminosus*'un miselleri ile hazırladıkları metanolik ekstraktlarının antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Bu çalışmada, her 3 türün metanolik ekstraktları, 25 mg/ml'lik konsantrasyonda, yüksek antioksidan aktivite (% 85.4-94.7 aralığında) göstermiştir. Araştırıcılar, 3 türün metanolik ekstraktlarının 25 mg/ml'deki indirgeyici güç aktivitesini; 0.97-1.02 aralılığında bulmuşlardır. Ekstraktların 10 mg/ml'deki $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitelerini ise; % 78.8-94.1 aralığında saptamışlardır. Bu çalışmada, demir şelatlama aktivitesini; 10 mg/ml'deki metanolik ekstraktlarda % 90.3-94.4 aralığında bulmuşlardır. Araştırıcılar; her 3 türün metanolik ekstraktlarında, fenolik bileşenlerin en fazla bulunduğunu, bununla birlikte askorbik asit ve α-tokoferol'ün ise düşük oranda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırıcılar, *M. esculenta*'nın metanoik ekstraktında indirgeyici güç aktivitesinin, konsantrasyon artışına bağlı olarak artığını belirlemişlerdir. Bunun, 0.5 mg/ml'lik konsantrasyonda 0.11, 25 mg/ml'de ise 0.97'lik aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, 0.5-1.0 mg/ml'lik konsantrasyonda, *G. frondosa* ve *T. albuminosus*'da aktivite gözlemlememişlerdir. Bu türlerin, 5 mg/ml'de sırasıyla, 0.30-0.37'lik, 25 mg/ml'de ise 1.01-1.02'lik aktivite gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, hesapladıkları EC_{50} değerlerine göre, *M. esculenta*'nın 1.25 mg/ml'lik aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Bu çalışmada; *M. esculenta*'nın, 10 mg/ml'lik konsantrasyonundaki $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici yüzde inhibisyon değerinin % 94.1 olduğunu saptamışlardır. Bu değeri; *T. albuminosus* için % 78.8 ve *G. frondosa* için ise % 79.4 olarak bulmuşlardır. Ayrıca, 0.5 mg/ml'den 10 mg/ml'lik konsantrasyona çıkıldığında, aktivitenin logaritmik bir şekilde arttığını da ifade etmişlerdir. Araştırıcılar; hesapladıkları EC_{50} değerlerine göre, her 3 tür için de en yüksek $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesine *M. esculenta*'nın (3.71 mg/ml) sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırıcılar; en yüksek fenolik bileşik miktarına *M. esculenta*'nın (3.63 mg/g), en düşüğüne ise *G. frondosa*'nın (1.59 mg/g) sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu araştırıcılar sonuç olarak, misel ekstraktındaki fenolik bileşiklerin miktarının, türlerin antioksidan aktivitelerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla, *M.*

*esculenta'*nın diğerlerine göre daha iyi antioksidan aktivite göstermesini, bu türün daha fazla fenolik bileşen içermesine bağlamışlardır.

Demirhan ve arkadaşları (2007), *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex Fr.) Kum., *Pleurotus florida* Fovose, *Schizophyllum commune* Fr, *Helvella leucomelaena* (Pers) Nannf. ve *Amanita virosa* (Fr.) Bertillon'dan etil asetat, kloroform, aseton ve etil alkol ekstraktları hazırlamışlardır. Disk Difüzyon Yöntemi'ni kullanarak, bazı test mikroorganizmalarına karşı (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aureginosa* ATCC 27857), bu ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. En yüksek antibakteriyal aktiviteyi; *E. coli'*ye karşı *P. florida'* nın kloroform ekstraktında (13.33 mm); *S. aureus*'a karşı *S. commune'*nin etil asetat ekstraktında (13.33 mm) ve *P. aeruginosa*'ya karşı ise *H. leucomelaena'*nın kloroform ekstraktında (14 mm) saptamışlardır. Bütün çalışma gruplarının, kullanılan test antibiyotiğine oranla daha düşük düzeyde antibakteriyal aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda araştırıcılar, antimikrobiyal aktivitenin; makrofungusun türüne, değişik çözücülerle hazırlanan ekstraktlarına ve bakteri türüne göre değiştiğini bildirmişlerdir.

Elmastas ve arkadaşları (2007), *Agaricus bisporus, Polyporus sqamosus, Pleurotus ostreatus, Lepista nuda, Russula delica, Boletus badius* ve *Verpa conica* olmak üzere 7 farklı yenilebilir doğal makrofungus türlerinden hazırlamış oldukları metanolik ekstraktlarla, bu türlerin antioksidan aktivitelerini (total antioksidan, indirgeyici güç, süperoksit anyon radikalini söndürücü etki, $DPPH^{\bullet}$ serbest radikalini giderici, demir şelatlama) incelemişlerdir.

Araştırıcılar, Tiyosiyanat Metodu'nu kullanarak, mantar ekstraktlarının total antioksidan kapasitelerini belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışma sonucunda, mantar ekstraktlarının konsantrasyon artışına paralel olarak total antioksidan aktivitesinin de arttığını saptamışlardır. Bu çalışmada; 100 µg/ml konsantrasyonda linoleik asit sistemindeki peroksidasyon yüzde inhibisyon değerlerini; *R. delica* (% 99.7) > *B. badius* (% 99.2) > *A.bisporus* (% 98.8) > *P. squamosus* (% 98.4) > *P. ostreatus* (% 98.3) > *L. nuda* (% 97.9) > *V. conica* (% 97.7) şeklinde sıralamışlardır. Bu değerlerin, 400 µg/ml konsantrasyondaki BHA (% 85), BHT (% 97) ve α- tokoferol (% 77) standartlarının antioksidan değerlerinden daha yüksek olduğunu tespit etmişleridir.

Araştırıcılar, 10-50 µg/ml konsantrasyonda, *V.conica, B. badius* ve *R. delica*'dan elde ettikleri metanolik ekstraktlarla gerçekleştirdikleri total antioksidan aktivite testi sonucunda elde edilen değerlerin, yine aynı konsantrasyonda *L. nuda, P. ostreatus, A. bisporus* ve *P. squamosus*'dan elde edilen değerlerden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiklerini bildirmişlerdir. Elde ettikleri bu sonuçların, çalışılan türlerin içerdiği farklı flavonoit bileşiklerin interaksiyonundan kaynaklanabileceğini ifade etmişleridir. Araştırıcılar; 50 µg/ml konsantrasyonda gerçekleştirilen total antioksidan testi sonucunda, türlerin metanolik ekstraktlarının antioksidan aktivitesini; *V.conica* (% 99) > *B. badius* (% 98) > *R. delica* (% 97) > *L. nuda* (% 94) > *P. ostreatus* (% 87) > *A. bisporus* (% 71) > *P. squamosus* (% 78) olarak sıralamışlardır.

Araştırıcılar, türlerin 200 µg/ml'lik konsantrasyonundaki metanolik ekstraktları ile gerçekleştirdikleri indirgeyici güç aktivite testi ile; *R. delica* (1.32) ve *V.conica* (1.22) ekstraktının, diğer türlere oranla daha iyi antioksidan aktivite gösterdiklerini saptamışlardır. İndirgeyici güç aktivitesinin, türlerden elde edilen ekstraktların konsantrasyon miktarına paralel değişim gösterdiğini ve bu aktivitelerin; *R. delica* > *V. conica* > *B. badius* >*L. nuda* > *A. bisporus* > *P. ostreatus* > *P.squamosus* > BHA > BHT > α- tokoferol şeklinde sıralandığını tespit etmişlerdir.

Aynı araştırıcılar, DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesinin de, kullanılan türlerden elde edilen ekstraktların konsantrasyon miktarına paralel olarak değişim gösterdiği sonucuna varmışlardır. DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesinin; BHA > α-tokoferol > *L. nuda* > *R. delica* > *P.squamosus* > *P. ostreatus* > *A. bisporus* > *V. conica* > *B. badius* şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir. Araştırıcılar; bütün mantarların metanolik ekstraktlarındaki DPPH$^{\bullet}$ serbest radikalini giderici aktivitelerinin, standartlardan düşük çıktığını belirtmişlerdir. Ancak bu değerlerin yine de kayda değer olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, mantarların metanolik ekstraktlarının primer antioksidan olarak davrandığını ve serbest radikallerle reaksiyona girerek, hücrede oluşabilecek oksidatif hasarı engelleyebileceğini belirtmişlerdir.

Burada araştırıcılar, türlerin metanolik ekstraktlarının, α- tokoferol, β karoten ve total fenolik içeriğini de belirlemişlerdir. En yüksek α- tokoferol içeriğinin sırasıyla; *A. bisporus*, *B. badius* ve *R. delica* nın metanolik ekstraktında gözlendiğini belirtmişlerdir. Çalışılan diğer türlerde ise α- tokoferol içeriğinin 1.40. mg/g'dan daha az olduğunu

saptamışlardır. En zengin β karoten içeriğine sahip türlerin sırasıyla; *P. ostreatus* ve *B. badius* olduğunu, diğer türlerde ise β karotenin eser miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Türlerin metanolik ektraktlarının içerdiği fenolik bileşik miktarlarını; *R. delica* > *B. badius* > *V. conica* > *P. squamosus* > *A. bisporus* > *P. ostreatus* > *L. nuda* şeklinde sıralamışlardır. Araştırıcılar; *R. delica*, *B. badius* ve *V. conica*'nın total antioksidan, metal şelatlama ve indirgeyici güç aktivite testlerine göre en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermelerinin nedeninin, bu türlerin yapılarındaki yüksek fenolik bileşen miktarlarından kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir. Ayrıca bu türlerin, doğal bir antioksidan kaynağı, muhtemel bir gıda katkı maddesi ve ilaç endüstrisinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Demir (2007), çalışmasında; Eskişehir ve komşu illerden topladığı *Ganoderma carnosum*, *Laetiporus sulphureus*, *Coprinus comatus*, *Lenzites betulina*, *Clavariadelphus truncatus*, *Polyporus arcularius*, *Lentinus strigosus*, *Cerrena unicolor*'un fruktifikasyon yapılarının, batık kültürde üretilen misellerinin ve batık kültürde üretilen fungal eksopolisakkaritlerinin, çeşitli test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitesini araştırmıştır. Araştırıcı çalışmasında, test mikroorganizması olarak Gram(+) ve Gram(-) bakteriler ile mayalar kullanmıştır.

Makrofungusların fruktifikasyon ekstraktları, misel ekstraktları ve fungal eksopolisakkaritlerin ekstraksiyonlarının, test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitesini, pozitif kontrol olarak kullanılan Vankomisin ve Flukonazol antibiyotiklerinden alınan sonuçları ile karşılaştırmıştır. Makrofungusların fruktifikasyon yapılarının, misellerinin ve fungal eksopolisakkaritlerine ait ekstraktların antimikrobiyal aktivitesinin, aynı çözücüde değişik sonuçlar gösterdiğini tespit etmiştir. Sonuçların, kullanılan çözücü ve test mikroorganizmasına bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir.

Işık (2008) çalışmasında, Disk Difüzyon Metodu'nu kullanarak, *Lactarius deliciosus*, *Lactarius piperatus*, *Morchella conica*, *Morchella esculenta*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus squamosus*, *Tricholoma terreum*, *Agaricus campestris*, *Macrolepiota procera'*dan hazırladığı etil asetat, aseton ve etanol ekstraktlarının, kullandığı test mikroorganizmalarına (*Proteus vulgaris* KUEN 1329, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* DSM 4312, *Pseudomonas aeroginosa* ATCC 9027, *Bacillus subtilis*

ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Staphylococcus pyogenez* ATCC 176, *Candida albicans* ATCC 1223, *Candida utilis* KUEN 1031) karşı antimikrobiyal aktivitelerini araştırmıştır. Çalışmada kullanılan mantar ekstraktlarının, test edilen mikroorganizmaların gelişimleri üzerinde değişik düzeylerde etkiye sahip olduğunu saptamıştır. En fazla antimikrobiyal etkiyi; *M. conica, L. deliciosus, T. terreum, L. piperatus*'ta tespit etmiştir.

*M. esculenta'*dan hazırlanan tüm ekstraktlarda, *P. vulgaris, S. enteritidis*'e karşı antimikrobiyal aktivite gözlemlemiştir. *S. pyogenez* üzerine etanol ve aseton ekstraktlarında, *B. cereus* üzerine etil asetat ekstraktında, *B. subtilis* üzerine ise etanol ve etil asetat ekstraktlarında antimikrobiyal aktiviteye rastlamıştır. *S. aureus* ve *E. coli* üzerine ise sadece etanol ekstraktında aktivite belirlemiştir. *M. esculenta'*nın hiçbir ekstraktının, *P. aeroginosa* üzerine antimikrobiyal aktivitesine rastlamamıştır. Bu türün etanol ve aseton ekstraktında, *C. albicans'*a karşı antifungal aktivite belirlemiştir.

*A. campestris'*in hiçbir ekstraktında; *E. coli, B. cereus, P. aeroginosa, B. subtilis, S. aureus'*a karşı antimikrobiyal etkiye rastlamamıştır. *P. vulgaris* üzerine, etanol ve etil asetat ekstraktlarında; *S. enteritidis, S. pyogenez* üzerine ise etanol ve aseton ekstraktlarında aktivite belirlemiştir. *C. albicans* ve *C. utilis* üzerine yine aseton ve etanol ekstraktlarında antifungal aktivite bulunduğunu bildirmiştir. Ancak oluşan tüm inhibisyon zonlarının, mukayese antibiyotiğinin oluşturduğu zona göre düşük olduğunu da ifade etmiştir.

Akyüz (2008), Elazığ-İçme çevresinde topladığı ve ana kültürünü elde ettiği *P. eryngii var. ferulae*'nin kültüre alınma olanakları ile, değişik tarımsal atıkların, *P. eryngii var. eryngii* ve *P. eryngii var. ferulae'*nin besin içeriği ile antimikrobiyal aktivitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Disk Difüzyon Metodu ile; *Bacillus megaterium* DSM 32, *Staphylococcus aureus* COWAN 1, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumonia* FMC 5, *Candida albicans* FMC 17, *Candida globrata* ATCC 66032, *Trichophyton* spp., *Epidermophyton* spp.'a karşı mantar ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini belirlemiştir.

Araştırıcı, farklı tarımsal atıklar üzerinde kültürü yapılan *P. eryngii var. eryngii* ve *P. eryngii var. ferulae* ekstraktlarının; test edilen mikroorganizmaların gelişimlerini

değişik oranlarda engellediğini (7.3-17.3 mm aralığında), fakat bu ekstraktların, bazı mikroorganizmaların gelişimi üzerine ise inhibe edici etkisinin olmadığını belirlemiştir.

Ribeiro ve arkadaşları (2008), *Russula cyanoxantha, Amanita rubescens, Suillus granulatos* ve *Boletus edulis*'in bazidiokarpının bütün, sap ve şapka kısımlarından ayrı ayrı sıcak su ekstraktı hazırlayarak, $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivite testi ile bu türlerin antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Bu çalışmada, en yüksek $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktiviteyi, 500 μg/ml'lik konsantrasyonda, *B. edulis*'un şapka örneğindeki ekstraktından (% 94.9) elde etmişlerdir. Çalışılan türlerin şapka kısımlarından elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitelerini sırasıyla; *B. edulis* > *S. granulatos* > *R. cyanoxantha* > *A. rubescens* şeklinde bulmuşlardır. Sap kısımlarından elde edilen ekstraktların aktivitelerinin ise; *B. edulis* > *A. rubescens* ~ *S. granulatos* > *R. cyanoxantha* şeklinde sıralandığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda araştırıcılar, çalışılan mantar örneklerinin bütün, sap ve şapka kısımlarında, antioksidan aktivitelerinin farklı olduğu sonucuna varmışlardır.

Tsai ve arkadaşları (2009), *Clitocybe maxima, Pleurotus ferulae* ve *Pleurotus ostreatus*'un besinsel içeriklerini ve antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır.

Araştırıcılar, 3 türe ait etanolik ekstraktlarda, $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesinin etkili sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, sıcak su ekstraktlarının ise hidroksil radikallerini giderme aktivitesinin oldukça yüksek çıktığını tespit etmişleridir. Türlerin, 14 ve 30 mg/ml konsantrasyonundaki etanolik ve sıcak su ekstraktlarının, EC_{50} değerlerinin oldukça düşük çıktığını ve bu sonuçtan yola çıkarak, her 3 türün de etkili antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, en iyi antioksidan bileşen olan fenolik içerik miktarını ise; 5.10-11.1 mg GAEs/g arasında belirlemişlerdir.

Araştırıcılar; türlerin etanolik ekstraktlarında indirgeyici güç aktivite analizi sonucu hesaplanan EC_{50} değerlerine göre; *C. maxima*–şapka (0.59 mg/ml) > *C. maxima*-sap (2.92 mg/ml) > *P.ostreatus* (6.76 mg/ml) > *P. ferulae* (8.40 mg/ml) olarak sıralama yapmışlardır. Sıcak su ekstraktındaki indirgeyici güç aktivite analizi sonucu hesaplanan EC_{50} değerlerine göre sıralamanın ise; *C. maxima*–şapka (1.99 mg/ml) > *P. ferulae* (2.86 mg/ml) > *P.ostreatus* (4.01 mg/ml) > *C. maxima*-sap (4.43 mg/ml) olduğunu

bildirmişlerdir. Araştırıcılar, etanolik ve sıcak su ekstraktında *C. maxima'*nın (şapka) en yüksek indirgeyici güç aktivitesini gösterdiğini saptamışlardır.

Araştırıcılar, çalıştıkları türlerin etanolik ekstraktında DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici aktivite analizi sonucu hesaplanan EC_{50} değerlerine göre sıralamanın; *C. maxima*–şapka (0.81 mg/ml) > *C. maxima*-sap (1.68 mg/ml) > *P. ferulae* (4.55 mg/ml) >*P.ostreatus* (5.58 mg/ml) şeklinde olduğunu belirlemişlerdir. Yaptıkları istatistiksel analiz sonucunda, en yüksek antioksidan aktiviteyi *C. maxima*'nın (şapka) etanolik ekstraktının gösterdiğini bildirmişlerdir. Sıcak su ekstraktındaki DPPH$^{\bullet}$ radikalini girdici aktivite analizi sonucu hesaplanan EC_{50} değerlerine göre ise sıralamanın; *P.ostreatus* (14.8 mg/ml) > *P. ferulae* (22.9 mg/ml) şeklinde olduğunu saptamışlardır. *C. maxima* sap ve şapka kısmından elde edilen sıcak su ekstraktında, bu aktivite görülmemiştir.

Yine aynı araştırıcılar, 3 türün etanolik ekstraktındaki total fenolik bileşen miktarlarını; *C. maxima*–şapka'da; 9.66 mg/g kuru ağırlık, *C. maxima*-sap'da; 5.51 mg/g kuru ağırlık, *P. ferulae'*de; 6.71 mg/g kuru ağırlık ve *P. ostreatus*'ta; 7.11 mg/g kuru ağırlık bulmuşlardır. Sıcak su ekstraktındaki total fenolik bileşen miktarlarını ise; *C. maxima*–şapka'da; 9.71 mg/g kuru ağırlık, *C. maxima*-sap'ta; 5.10 mg/g kuru ağırlık, *P. ferulae'*de; 7.73 mg/g kuru ağırlık ve *P. ostreatus*'ta; 11.1 mg/g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Araştırıcılar, sonuç olarak, antioksidan aktivite açısından en etkili türün, *P ostreatus* olduğunu ve bunun nedenini de, bu türün yüksek miktarda fenolik bileşik içermesine bağlamışlardır. Ayrıca bu türün, besin olarak tüketiminin yaygınlaştırılması amacıyla kültürünün yapılması gerektiğini de belirtmişlerdir.

Terzi (2009), Trabzon'un Hıdırnebi Yaylası'ndan toplanan yenilebilir mantarların (*Boletus edulis* Bull. Fr, *Boletus erythropus* Pers., *Tricholoma saponaceum var. saponaceum* (Fr.) P. Kumm., *Agaricus arvensis* Schaeff., *Cantharellus cibarius* Fr. *var. cibarius, Laccaria laccata* (Scop.) Cooke, *Russula rosea* Pers., *Leucopaxillus giganteus* (Sowerby) Singer ve *Helvella elastica* Bull.); su, % 80'lik metanol ve % 99.9'luk etilasetat ekstraktlarında antioksidan ve patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivitesini araştırmıştır. Mantar ekstraktlarında, toplam fenolik madde miktarının; 6.620-163.0 mg GAE /g ekstre arasında olduğunu bildirmiştir. *A.*

arvensis.'in metanolik ekstraktının en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğunu tespit etmiştir. Özütlerin DPPH$^{\bullet}$ serbest radikali giderme aktivitesinde IC_{50} değerlerini hesaplayarak, en yüksek antioksidan aktiviteyi *B. edulis*'in etilasetat ekstraktında saptamıştır. Çalışılan ekstraktların hiçbirinin önemli derecede antimikrobiyal aktivite sergilemediğini bildirmiştir.

Gursoy ve arkadaşları (2009), farklı *Morchella* türlerinin metanolik ekstraktları ile çeşitli antioksidan analizler (β karoten/linoleik asit, DPPH$^{\bullet}$, indirgeyici güç, demir şelatlama, ABTS$^{\bullet+}$ radikalerini süpürücü güç %) yapmışlardır. Buna ek olarak ekstraktların, ağır metal, toplam fenolik bileşik ve flavonoit içeriklerini de araştırmışlardır.

Bu çalışmada, 4.5 mg/ml'lik konsantrasyonda, DPPH$^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesinin, *M. conica* (% 85.36) ekstraktında en yüksek çıktığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, *M. conica'*nın aktivitesini sırasıyla; *M. crassipes* (% 65.56), *M. esculenta var. umbrina* (% 62.57) ve *M. rotunda* (% 61.20) izlemiştir.

Araştırıcılar, çalıştıkları türlerin indirgeyici güç aktivitesinin, konsantrasyon miktarına paralel olarak değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir. En yüksek konsantrasyon olan 4.5 mg/ml'de; türlerin indirgeyici güç aktivitelerini sırasıyla; *M. conica* (1.055) >*M. esculenta var. umbrina* (0.943) > *M. crassipes* (0.862) > *M. elata* (0.831) > *M. angusticeps* (0.639) > *M. rotunda* (0.574) > *M. deliciosa* (0.563) olarak belirlemişlerdir.

Yine aynı çalışmada, 40 µg/ml'lik konsantrasyonda, *M. conica'*nın metanol ekstraktının en yüksek ABTS$^{\bullet+}$ radikallerini giderici aktivitesinin (% 78.66) olduğunu saptamışlardır. Bunu sırasıyla; *M. esculenta var. umbrina* (% 76.38) ve *M. rotunda*'ya (% 76.06) ait ekstraktların izlediğini tespit etmişlerdir.

*M. conica'*nın bütün türlere nazaran en fazla fenolik bileşik miktarına (25.38 µg GAEs/mg ekstre) sahip olduğunu ve *M. rotunda*'ya ait ekstraktların (0.59 µg KEs/mg ekstre) ise en yüksek flavonoit miktarına sahip olduğunu bildirmişlerdir. *M. esculenta var. umbrina*'ya ait ekstraktların fenolik bileşik miktarının; 21.33 µg GAEs/mg ekstre, flavonoit miktarının ise; 0.25 µg KEs/mg ekstre olduğunu belirlemişlerdir.

Araştırıcılar sonuç olarak, *Morchella* türlerinin önemsenecek düzeyde antioksidan kapasiteye sahip olduğunu, özellikle de *M. conica, M. esculenta* ve *M. angusticeps*'in diğer *Morchella* türlerine oranla daha iyi aktivite sergilediğini belirtmişlerdir. Bunun sebebinin de, belirtilen türlerin, diğerlerine oranla daha fazla miktarda fenolik bileşen içermesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, aynı cinsin farklı türlerinin, değişik derecede antioksidan aktivite göstermelerini, mantarlar arasındaki filogenetik farklılıkla açıklamışlardır.

Sarıkürkcü (2009), *Agaricus campestris* Cooke, *Agrocybe cylindracea* (DC.) Gillet, *Collybia dryophila* (Bull.) P. Kumm., *Helvella leucopus* Pers., *Russula delica* Fr., *Tricholoma auratum* (Fr.) Gill., *Amanita ovoidea* (Bull.) Link, *Melanoleuca excissa* (Fr.) Singer, *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr., *Russula chloroides* (Krombh.) Bres., *Volvoriella gloiocephala* (DC: Fr.) Boek., *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer, *Morchella angusticeps* Peck, *Morchella esculenta* Pers: St. Amans ve *Morchella eximia f. schizocostata* Jct.'nın metanol ekstraktlarında; beta-karoten lineloik asit sistemiyle toplam antioksidan aktivitelerini, DPPH$^{\bullet}$ serbest radikal giderimleri, indirgeme gücü ve metal şelatlama kapasitelerini analiz etmiştir. Buna ilaveten ekstraktların toplam fenolik ve flavonoit bileşik miktarlarını da belirlemiştir. Beta-karoten lineloik asit sisteminde, *Collybia dryophila* ve *Russula delica*'nın metanol ekstraktlarının, 0.50 mg/ml'lik konsantrasyonda sırasıyla; % 13.49 ve % 14.93 oranında peroksidasyonu inhibe ettiğini bildirmiştir. Bu değerlerin, aynı konsantrasyondaki; BHA, BHT ve QA'nınkinden daha düşük çıktığını ifade etmiştir.

Araştırıcı, çalıştığı 15 mantarın metanol ekstraktları arasında; *Morchella eximia f. schizocostata* ve *Agrocybe cylindracea*'nın indirgeyici güç aktivitelerini, 3.00 mg/ml'lik konsantrasyonda, sırasıyla; 1.094 ve 1.023 bulmuştur. Bu değerlerin, diğer türlere oranla oldukça yüksek çıktığını ifade etmiştir. Yine aynı konsantrasyonda, *A. campestris*'in aktivitesini 0.235, *M. esculenta*'nınkini ise 0.628 olarak belirlemiştir. Ayrıca, türlerin indirgeme gücü kapasitelerinin, derişimle lineer olarak arttığını da belirtmiştir.

Mantar türlerinin metanol ekstraktlarının, 3.00 mg/ml'lik konsantrasyonda, DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitelerini; *Agrocybe cylindracea* (% 93.36) > *Morchella eximia f. schizocostata* (% 92.04) > *Lyophyllum decastes* (% 77.88) > *Morchella*

esculenta (% 69.14) şeklinde sıralamıştır. Aynı konsantrasyondaki bu değeri *A. campestris* için, % 21.63 olarak bulmuştur. Türlerin $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitelerinin, derişimle lineer olarak arttığını da ifade etmiştir.

Araştırıcı, tüm bu türlerde, toplam fenolik bileşik miktarının; 3.98–37.43 µg gallik asit/mg ekstre aralığında; toplam flavonoit bileşik miktarının ise 0.21–1.46 µg quarsetin/mg ekstre aralığında değiştiğini bildirmiştir. *M. esculenta*'nın flavonoit miktarını; 0.32 µg quarsetin/mg ekstre, *A. campestris'*in ise 0.36 µg quarsetin/mg ekstre olarak bulmuştur. *M. esculenta*'nın fenolik içerik miktarını; 23.89 µg gallik asit /mg ekstre, *A. campestris'*in ise 8.74 µg gallik asit /mg ekstre olarak belirlemiştir.

Kalyoncu ve arkadaşları (2010), doğada toplanan 21 türden (*Agaricus bresadolanus, Auricularia auriculajudae, Chroogomphus rutilus, Fomes fomentarius, Ganoderma lucidum, Gloeophyllum trabeum, Gymnopus dryophilus, Infundibulicybe geotropa, Inocybe flocculosa var. crocifolia, Inocybe catalaunica, Lentinula edodes, Lentinus sajor-caju, Lycoperdon excipuliforme, Macrolepiota excoriata, Morchella esculenta var. rigida, Morchella intermedia, Omphalotus olearius, Pleurotus djamor, Postia stiptica, Rhizopogon roseolus* ve *Stropharia inuncta*) elde ettikleri misellerin; etanol, kloroform ve sulu ekstraktlarının $DPPH^{\bullet}$ ve $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderici aktivitesini incelemişlerdir. Bu türler arasında, en etkili antioksidan aktiviteyi *Omphalotus olearius'*un gösterdiğini bildirmişlerdir. *Morchella esculenta var. rigida*'da $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitesinin, kloroform, etanol ve sulu ekstraktlarında sırasıyla; % 16.54, % 27.41 ve % 15.34 inhibisyon değerine sahip olduğunu saptamışlardır. Bu tür için, yine aynı ekstraktlarda, $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderici aktivitesininin ise; % 15.56, % 87.07 ve % 81.26 inhibisyon değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda araştırıcılar, çalıştıkları bu doğal türlerin, doğal antioksidan kaynağı olabileceğini belirtmişlerdir.

Dündar (2010), *Coriolus versicolor, Pleurotus florida, Pleurotus eryngii, Pleurotus sajor-caju, Pleurotus ostreatus, Agaricus bisporus* ve *Phanerochaete chrysosporium*'un misellerinden elde ettiği etanolik ekstraktlar ile bunların antioksidan aktivitelerini (total antioksidan, indirgeyici güç, süperoksit anyon radikal giderici, $DPPH^{\bullet}$ serbest radikal giderici ve demir şelatlama) araştırmıştır. Ayrıca, bu türlerin fenolik madde miktarlarını da tespit etmiştir.

Araştırıcı, bu türlere ait kuru misel örneklerinde total fenolik bileşik miktarını; en yüksek *C. versicolor*'da (5.78 mg/g), en düşük ise *A. bisporus*'ta (2.67 mg/g) saptamıştır. *P. eryngii*'nin fenolik bileşik miktarını ise 4.45 mg/g olarak bildirmiştir.

Mantar misellerinin 20 mg/ml'lik konsantrasyondaki etanolik ekstraktlarında, linoleik asit sistemindeki total antioksidan aktivitelerini; *C. versicolor* (% 64.84) > *P. florida* (% 62.12) > *P. eryngii* (% 60.68) > *P. sajor-caju* (% 58.81) > *P. ostreatus* (% 57.19) > *A. bisporus* (% 50.11) > *P. chrysosporium* (% 46.89) şeklinde sıralamıştır. Misellerin etanolik ekstraktlarının 1.0-10.0 mg/ml konsantrasyonlarındaki indirgeyici güç aktivitelerinin, 0.02- 0.92 aralığında olduğunu belirtmiştir. Araştırıcı, 10 mg/ml'deki *C. versicolor* miselinin etanolik ekstraktının indirgeyici güç aktivitesini 0.92 olarak, 1.0 mg/ml konsantrasyondaki *A. bisporus* ve *P. chrysosporium*'unkini ise 0.02 olarak tespit etmiştir. *P. eryngii*'nin 10 mg/ml'deki aktivitesini ise 0.86 olarak bulmuştur.

$DPPH^{\bullet}$ serbest radikalini giderme aktivitesini en yüksek, *C. versicolor'*un gösterdiğini bildirmiştir. Bu türe ait miselin etanolik ekstraktının 10.0 mg/ml'lik konsantrasyonundaki aktivitesini, % 77.44 olarak belirlemiştir. Yine aynı konsantrasyondaki *P. eryngii*'nin ise % 68.01'lik aktivite gösterdiğini saptamıştır.

Meng ve arkadaşları (2010) bir çalışmada, *Morchella esculenta*'nın ekzopolisakkarit (EPS) üretimi ve in vitro ortamda EPS'nin antioksidan aktivitesinin hesaplanmasını amaçlamışlardır. Bu çalışmada, EPS'nin süperoksit anyon radikallerini süpürme aktivitesine, indirgeyici güç aktivitesine ve hidroksil radikallerini süpürme aktivitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

M. esculenta'ya ait EPS'nin, 5-250 mg/l'lik konsantrasyonda, süperoksit radikal giderici aktivitesinde hesaplanan EC_{50} değerinin; 105 mg/l olduğu, BHT standardının aktivitesinin ise 111 mg/l olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırıcılar, 0-175 mg/l'lik konsantrasyonda, EPS'nin hidroksil radikallerini süpürücü aktivitesinin, BHT'ninkinden daha düşük çıktığını saptamışlardır. Analiz sonucundan; EPS'nin 103 mg/ml, BHT'nin ise 99 mg/ml EC_{50} değerlerine sahip olduğunu ve bunların aralarında aktivite bakımından, önemsenmeyecek kadar az fark bulunduğunu tespit etmişlerdir.

EPS'nin indirgeyici güç aktivitesinin de, BHT'den düşük çıktığını bildirmişlerdir Araştırıcılar, 200 mg/l'de, EPS'nin indirgeyici gücünü 0.48 bulmuşlardır.

Meng ve arkadaşları (2010), *Morchella esculenta*'dan elde ettikleri ekzopolisakkaritler (EPS) ile, in vivo ortamda, fareyi doyurduktan sonra, farklı dozlardaki EPS'nin antioksidan aktivitelerini araştırmayı amaçlamışlardır. Kan, dalak, karaciğer, kalp ve böbrekteki süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) miktarındaki değişim ölçülmüş ve süperoksit anyon radikallerini parçalayan SOD'ların sırasıyla; % 125 (kan), % 46.11 (dalak), % 23.33 (karaciğer), % 12.19 (kalp), % 41.29 (böbrek) değerleri ile kontrol grubundan yüksek çıktığını saptamışlardır. *M. esculenta*'dan elde edilen EPS'nin, süperoksit anyon radikaline maruz kalan farenin, en çok kanında SOD aktivitesini arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Araştırıcılar, hidrojen peroksidi indirgeyen reaksiyonları katalizleyen GSH-Px'ın ise dokularda sırasıyla; % 63.24 (kan), % 63.12 (dalak), % 166.54 (karaciğer), % 98.01 (kalp), % 57.68 (böbrek) oranında, kontrol gruplarına göre daha fazla artış gösterdiğini saptamışlardır. En yüksek GSH-Px artışının karaciğer dokularında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. EPS'nin kayda değer bir şekilde GSH-Px aktivitesini düzenlediği sonucuna varmışlardır.

Yine bu çalışmada, lipit peroksidasyonu sırasında ikincil indikatör olarak görev alan malonaldehitin (MDA) ise dokularda sırasıyla; % 21.80 (kan), % 67.84 (dalak), % 28.48 (karaciğer), % 56.15 (kalp) ve % 41.62 (böbrek) oranında olduğu ve bu dokulardaki MDA artışının, kontrol gruplarındaki artıştan daha düşük oranlarda olduğu bildirilmiştir.

Araştırıcılar yaptıkları bu çalışma sonucunda; *M. esculenta*'dan elde edilen EPS'nin, SOD ve GSH-Px aktivitesini düzenleyerek, antioksidan aktiviteyi arttırabildiği; EPS konsantrasyonunun artması ile MDA'nın farenin kanında, dalağında, karaciğerinde, kalbinde ve böbrek dokularında azaldığı, yani EPS'nin, MDA üretimini inhibe ettiği sonucuna varmışlardır.

Oke ve Aslım (2011), *Pleurotus eryngii* ve *Auricularia auricula- judae*'nın fenolik içerikleri ile antioksidan, sitotoksik ve koruyucu etkilerini araştırmışlardır. Bu türlerin fenolik bileşenlerinin tayinini HPLS ile gerçekleştirmişlerdir. Oksitatif hasara

neden olan hidrojen peroksitin yıkıcı etkisine karşı organizmanın savunma mekanizmasını ölçmek için, Mitokondriyal Süksinat Dehidrojenaz Tayini (MTT Testi) ile analiz yapmışlardır. İki türünden elde edilen ekstraktlarla antioksidan aktivite testlerini, in vitro olarak gerçekleştirmişlerdir. Buna ek olarak araştırıcılar, ekstraktların toplam antioksidan içeriklerini de belirlemişlerdir.

Bu çalışmada araştırıcılar, *A. auricula- judae* ve *P. eryngii*'nin sulu ve metanolik ekstraktları ile gerçekleştirdikleri fenolik içerik tayininde, *A. auricula- judae'*nın fenolik bileşen miktarının, *P. eryngii*'den daha fazla çıktığını bildirmişlerdir. *P. eryngii*'nin metanolik ekstraktında (PME) 6, sulu ekstraktında (PAE) 6, *A. auricula- judae'*nin sulu ekstraktında (AAE) 7, metanolik ekstraktında (AME) 11 fenolik bileşen bulunduğunu ifade etmişlerdir. Sadece 2 fenolik bileşenin (p-hidroksibenzoik asit-sirinjik asit), her 2 türde de ortak bulunduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada, ferulik asiti sadece PME'de ve 6 µg/g olarak saptamışlardır. Araştırıcılar, 13.61 mg GAE/g ekstre ile en yüksek total fenolik içeriğe AAE'nin sahip olduğunu ve PAE'nin (1.42 mg GAE/g ekstre), AAE'den çok düşük total fenolik içeriğe sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yine AME'nin total fenolik içeriğinin (10.54 mg GAE/g ekstre) de, PME'den (0.93 mg GAE/g ekstre) yüksek olduğunu bildirmişlerdir. AAE (9.38 mg/g) ve AME'nin (9.66 mg/g) askorbik asit miktarının, PAE (4.52 mg/g) ve PME'den (4.72 mg/g) yüksek çıktığını da tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada kullanılan türlerin sulu ekstraktlarının, metanolik ekstraktlarına oranla daha fazla $DPPH^{\bullet}$ radikallerini giderici etki gösterdiğini, hesaplanan IC_{50} değerleri (AME: 0.855 mg/ml, AAE: 0.309 mg/ml, PME: 0.909 mg/ml, PAE: 0.545 mg/ml) ile belirtmişlerdir. Ayrıca araştırıcılar, *A. auricula- judae'*nın metanolik (AME) ve sulu ekstraktının (AAE) $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesinin, *P.eryngii'*ninkinden yüksek çıktığını bildirmişlerdir.

*A. auricula- judae'*nın sulu ekstraktının (AAE), % 23.9 ile en yüksek lipit peroksidasyon inhibisyon aktivitesi (TBARS) gösterdiğini tespit etmişlerdir. *P. eryngii*'nin sulu ekstraktının (PAE) ise % 19.6 aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, *A. auricula- judae*'nın metanolik ekstraktının (AME) % 16.7 ile, *P. eryngii*'ninkinden (PME) (% 11.9) daha yüksek aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Hidrojen peroksit ve ekstraktların ayrı ayrı eklendiği bu çalışmada araştırıcılar, oksidatif hasara neden olan hidrojen peroksite karşı, ekstraktlarda koruyucu etki gözlemlemişlerdir. En yüksek aktiviteyi, 0.1 mg/ml'lik konsantrasyonda, *A. auricula-judae*'nın sulu ekstraktında (AAE) tespit etmişlerdir. AAE (% 89.5 hücresel yaşama yeteneği) ve PAE'nin (% 83.1 hücresel yaşama yeteneği) hidrojen peroksitin neden olduğu hücresel ölümleri çok yüksek oranda engellediğini saptamışlardır. Araştırıcılar, hidrojen peroksite maruz kalan hücrelerde, AME ve PME'li hücrelerin, % 80 civarında hücresel yaşama yeteneği gösterdiğini ve sulu ekstraktların, metanolik ekstraktlara oranla daha fazla hücresel yaşama yeteneği gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, araştırıcılar, bütün ekstraktlarda, oksidatif hasara neden olan hidrojen peroksite karşı koruyucu etki gözlemlemişlerdir ve özellikle de AAE ekstraktının, H_2O_2'ye karşı hücreyi koruyabileceği sonucuna varmışlardır.

Yine bu çalışmada, *A. auricula- judae'*nin 0.025-0.100 mg/ml'lik konsantrasyonda, farenin fibroplast hücre hattı üzerinde (BHK 21) toksik etki göstermediğini ifade etmişlerdir. *P. eryngii* ekstraktının ise; 0.025-0.050 mg/ml'lik konsantrasyonda toksik olmadığı belirlenmiştir. Ama ekstraktların, yüksek konsantrasyonlarında (0.100 mg/ml), ekstraktların eklenmediği kontrol grupları ile karşılaştırıldığında, yaklaşık % 5 oranında hücrenin yaşama yeteneğini azalttığı belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda araştırıcılar, kullanılan mantar örneklerinin doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği kanısına varılmışlardır.

Zeng ve arkadaşları (2012), Avustralya'da doğal olarak yetişen 5 yenilebilir mantarın (*Morchella elata, Suillus luteus, Pleurotus eryngii, Cyttaria gunnii* ve *Flammulina velutipes*), antioksidan aktiviteleri ile bunların mineral madde içeriklerini belirlemişlerdir. Bu türlerin şapka taslağından elde ettikleri metanolik ekstraktların antioksidan aktivitelerini; demir iyonlarını şelatlama, $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderme ve ferri iyonlarını redükleyici aktivitesi (FRAP) ile belirlemişlerdir. Ayrıca bu türlerin, toplam fenolik bileşik miktarlarını da saptamışlardır.

Araştırıcılar, *M. elata, S. luteus, P. eryngii, C. gunnii* ve *F. velutipes*'e ait metanolik ekstraktların TEAC (Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesi) değerlerini sırasıyla; 240, 154, 67, 77, 221 μmol TE/g ekstre (*M. elata* ≅ *F. velutipes* > *S. luteus* >

P. eryngii ≅ *C. gunnii*) olarak bulmuşlardır. Bunların FRAP değerlerini ise; 63, 113, 13, 38, 138 μmol Fe (II)/g ekstre (*F. velutipes* > *S. luteus* > *M. elata* > *C.gunnii* > *P. eryngii.*) olarak belirlemişlerdir.

C. gunnii, F. velutipes, M. elata, P. eryngii ve S. luteus'un toplam fenolik bileşik miktarını sırasıyla; 0.76, 2.82, 1.73, 0.63 ve 1.72 mg GAE/g ekstre olarak bulmuşlardır. Bunların kuru ağırlıklarındaki fenolik bileşen miktarını ise; 0.20, 0.28, 0.46, 0.18 ve 0.67 mg GAE/g olarak hesaplamışlardır.

Çalışmanın sonunda araştırıcılar, bu yenilebilir türlerin, doğal antioksidan ve mineral kaynağı olduklarını ifade etmişlerdir.

Reis ve arkadaşları (2012), in vivo ve in vitro olarak gerçekleştirdikleri çalışmada; 4 mantar türünün taze örneklerinin ve misellerinin metanolik ekstraktlarını kullanmışlardır. Bu çalışmada, antioksidan aktivite tayininde; indirgeyici güç, $DPPH^{\bullet}$ serbest radikalini giderici etkileri ve lipit peroksidasyonunu inhibe edici aktiviteleri araştırılmıştır. Araştırıcılar, fenolik bileşenlerin analizini, HPLS/PAD ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışılan bütün türlerde, en yüksek antioksidan aktiviteyi, *Agaricus biporus*'un gösterdiğini bildirmişlerdir. Gerek taze mantar ve gerekse de miselleri ile gerçekleştirilen ekstraktlarda, fenolik bileşenlerin bol miktarda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

En yüksek fenolik içeriğe *A. bisporus*'un (37.33 mg GAE/ g ekstre), en düşük içeriğe ise *P. eryngii*'nin (7.14 mg GAE/g ekstre) sahip olduğunu saptamışlardır. *P. eryngii*'nin miselinden elde edilen ekstraktının fenolik içeriğinin ise 9.11 mg GAE/g ekstre olduğunu bildirmişlerdir. İndirgeyici güç aktivite testinde hesaplanan EC_{50} değerlerine göre; *A. bisporus*'ta en yüksek (1.47 mg/ml), *P. eryngii*'de ise en düşük (taze örneğinde; 3.72 mg/ml, misel ekstraktında; 3.81 mg/ml) aktivite tespit etmişlerdir. Araştırıcılar, *A. bisporus*'un 2.29 mg/ml'lik EC_{50} değeri ile en yüksek $DPPH^{\bullet}$ serbest radikallerini giderdiğini ve *P. eryngii*'nin ise 8.67 mg/ml EC_{50} değerine sahip olduğunu saptamışlardır. *P. eryngii*'nin misel ekstraktının EC_{50} değerini ise 25.40 mg/ml bulmuşlardır. Ayrıca, *A. bisporus (white), P. ostreatus* ve *P. eryngii*'de; $DPPH^{\bullet}$ serbest radikallerini giderici aktivitesinin; misel ekstraktlarında, taze örneklerine nazaran çok daha düşük çıktığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, lipit peroksidasyonunun inhibisyonu aktivitesi (TBARS) sonucunda hesaplanan EC_{50} değerlerine göre ise; *A. bisporus*

(brown)'un 1.45 mg/ml ile en yüksek aktiviteyi gösterdiğini ve *P. eryngii'*nin ise 3.95 mg/ml ile en düşük aktiviteyi gösterdiğini saptamışlardır. *P. eryngii'*nin misel ekstraktının ise diğer örneklere nazaran, çok düşük lipit peroksidasyonunu inhibe edici aktivite (21.03 mg/ml EC_{50} değeri) gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Ahmad ve arkadaşları (2012), *Pleurotus ostreatus, Morchella esculenta, P. ostreatus (Black), P. ostreatus (Yellow)* ve *Pleurotus sajor-caju*'dan elde ettikleri etanolik ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırıcılar, 6 Gram(-) (*E. coli, P. aeroginosa, S. typhi, K. pneumonia, E. carotovora* ve *A. tumifaciens*), 3 Gram(+) (*B. subtilis, B. atrophaeus* ve *S. aureus*) bakteri ve *Candida albicans*'a karşı, bu 5 etanolik ekstraktın antimikrobiyal aktivitesini, Disk Difüzyon Metodu ile belirlemişlerdir. $DPPH^{\bullet}$ radikal giderici aktivite testi ile de bu ekstraktların antioksidan aktivitesini saptamışlardır.

Araştırıcılar, bu türlere ait etanolik ekstraktların; 200, 400, 600, 800 ve 1000 µg'lık konsantrasyonlardaki antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. *M. esculenta*'ya ait 1000 µg'lık konsantrasyondaki etanolik ekstraktın (% 66.47), yine aynı konsantrasyondaki diğer ekstraktlara oranla en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, ekstraktların konsantrasyonundaki artışa paralel olarak aktivitenin de arttığını bildirmişlerdir.

M. esculenta'ya ait etanolik ekstraktın, *S. typhi* hariç, diğer bütün mikroorganizmalara karşı iyi derecede antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Bu ekstraktın, en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi; *B. atrophaeus* ve *C. albicans*'a karşı gösterdiğini ve her 2 mikroorganizma için de 20 mm'lik inhibisyon zonu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bunları, *E. coli* (15 mm), *S. aureus* (14 mm), *A. tumifaciens* (13 mm), *E. carotovora* (11.5 mm) ve *K. pneumoniae* (11.33 mm) izlemiştir. Bu ekstraktın, *P. aeroginosa* ve *B. subtilis*'e karşı ise 11 mm'lik inhibisyon zonu oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Alam ve arkadaşları (2012), *Pleurotus ferulae*'nin basidiokarpından elde ettikleri aseton, metanol ve sıcak su ekstraktları ile, bu türlerin antioksidan aktivitelerini ve tirozinaz inhibitör etkisini belirlemişlerdir. Bu çalışmada; β karoten–linoleik asit, indirgeyici güç, $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici, demir iyonlarını şelatlama aktivitiesi ve

ksantin oksidaz analizleri ile antioksidan aktivite tayini yapmışlardır. Buna ek olarak, bu türlerin fenolik bileşik miktarlarını da belirlemişlerdir.

P. ferulae'nin asetonik, metanolik ve sıcak su ekstaktları ile gerçekleştirilen indirgeyici güç aktivitesinin, konsantrasyon artışına paralel olarak artış gösterdiği sonucuna varmışlardır. Araştırıcılar, 1 mg/ml'lik konsantrasyonda, aseton ekstraktının % 0.37, metanolik ekstraktın % 0.49 ve sıcak su ekstraktının ise % 0.38'lik aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Yine diğer konsantrasyonlardaki (1-2-8 mg/ml) ekstraktlarla karşılaştırıldığında, metanolik ekstraktların yüksek indirgeyici güç aktivitesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

P. ferulae'nin asetonik, metanolik ve sıcak su ekstaktları ile yapılan DPPH$^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesinin de konsantrasyon artışına paralel olarak artış gösterdiğini saptamışlardır. Araştırıcılar, 0.125-2.0 mg/ml'lik konsantrasyonlarda; asetonik, metanolik ve sıcak su ekstraktlarında, radikal giderici aktivitenin sırasıyla; % 14.02 ile % 91.32, % 18.39 ile % 88.85 ve % 9.96 ile % 77.78 çıktığını tespit etmişlerdir. Asetonik ve metanolik ekstraktlarda, sıcak su ekstraktına göre, antioksidan aktivitenin daha yüksek çıktığını belirtmişlerdir.

Araştırıcılar, *P. ferulae*'de, total fenolik bileşen miktarını; 190 µg/g olarak bulmuşlardır. En yüksek oranda bulunan fenolik bileşiğin, 40 µg/g ile gallik asit, en düşük oranda bulunanın ise 9 µg/g ile valinin olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışma neticesinde araştırıcılar; insan vücudunda oksidatif stres ve diğer komplikasyonlara karşı, antioksidan savunma sistemi, ksantin oksidaz ve tirozinaz üretim sistemlerine, *P. ferulae*'nin faydalı olabileceğini belirtmişlerdir.

Yıldırım ve arkadaşları (2012), Tunceli ilinin farklı bölgelerinden toplanan *P. eryngii*'nin metanolik ekstraktlarının; DPPH$^{\bullet}$ serbest radikalini giderme aktivitesi, total fenolik bileşen miktarı, indirgeyici güç aktivitesi, metal şelatlama ve total antioksidan aktivite testi (TAS) ile antioksidan aktivitelerini karşılaştırmışlardır. Ayrıca, bu türde fenolik bileşenlerin konsantrasyonunu HPLC ile belirlemişlerdir.

Araştırıcılar, farklı bölgelerden toplanan *P. eryngii*'nin metanolik ekstraktı ile gerçekleştirilen DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesinde yüzde inhibisyon değerinin; en yüksek; % 39.13 ile merkez ilçeden toplanan örneklerde çıktığını bildirmişlerdir. Bunu,

% 37.36 ile Pülümür çevresinden toplanan örnekler izlemiştir. En düşük antioksidan aktiviteyi ise, % 25.08 ile Ovacık çevresinden toplanan örneklerinin gösterdiğini saptamışlardır. İndirgeyici güç aktivitesinin de; en yüksek; % 37.20 ile merkez ilçeden toplanan örneklerde çıktığını belirtmişlerdir. Bunu % 33.86 ile Pülümür çevresinden toplanan örnekler izlemiştir. En düşük antioksidan aktiviteyi de, % 21.33 ile Ovacık çevresinden toplanan örneklerin gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonunda, Tunceli merkez ilçeden toplanan *P. eryngii*'nin metanolik ekstraktının, en yüksek; $DPPH^{\bullet}$ serbest radikalini giderme ve indirgeyici güç aktivitesini gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışılan örneklerin total fenolik bileşenlerinde; Pülümür çevresinden toplananların 32.21 mg GAEs/g, Ovacık çevresinden toplananların 30.20 mg GAEs/g ve merkez ilçedekilerin ise 29.49 mg GAEs/g değerinde fenolik bileşik içerdiğini ve istatistiksel olarak, her 3 bölgeden toplanan türün benzer fenolik bileşik miktarına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Pülümür, Ovacık ve merkez ilçedeki mantar örneklerinin total antioksidan miktarlarının sırasıyla; 1.93 mmolTrolox Equiv./l, 1.54 mmolTrolox Equiv./l ve 1.35 mmol Trolox Equiv./l olduğunu ve istatistiksel olarak, her 3 bölgedeki örneklerin benzer aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Giri ve arkadaşları (2012), *Agaricus campestris* L., *Amanita vaginata* (Bull.) Lam., *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan, *Auricularia auricula* (L.) Undrew., *Auricularia* sp., *Calocybe indica*, *Fistulina hepatica*, *Hygrophorus miniatus* (Fr.) Fr., *Lepiota procera* (Scop.) Gray, *Lepiota* sp., *Pleurotus djamor var. djamor*, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.), *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer, *Lentinus squarrosulus* (Mont.), *Polyporus grammocephalus* Berk., *Ramaria botrytis* (Pers.) Ricken, *Russula albonigra* (Krombh.) Fr., *Russula delica* Fr., *Russula laurocerasi* Melzer, *Russula lepida* Fr., *Schizophyllum commune* Fr., *Termitomyces clypeatus* R. Heim, *Termitomyces eurhizus* (Berk.) R. Heim, *Termitomyces microcarpus* (Berk. and Broome) R. Heim, *Tricholoma giganteum* Massee, *Tricholoma lobayense* R. Heim, *Tricholoma* sp., *Tricholoma crassum* Sacc. ve *Volvariella volvacea* (Bull.) Singer'nın metanolik ekstraktında, minimum inhibitör kansantrasyon değerlerini (MİK) hesaplayarak, bu türlerin antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır.

Disk Difüzyon Yöntemi ile, 30 türün metanolik ekstraktlarının, 3 Gram(+) (*Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus*) ve 3 Gram(-) (*Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli*) bakteriye ve *Candida albicans*'a karşı antimikrobiyal aktivitesini belirlemişlerdir. Araştırıcılar, 500 µg/disk konsantrasyonunda, incelenen bütün mantar ekstraktlarının değişik derecelerde antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini saptamışlardır. Mantar ekstraktlarına karşı *P. vulgaris*'in, diğer mikroorganizmalara oranla en yüksek hassasiyeti (21 farklı mantar ekstraktına) gösterdiğini belirtmişlerdir. Bunu, 19 farklı mantar ekstraktına duyarlı olan *P. aeruginosa* takip etmiştir. Mikrorganizmaların duyarlılık derecelerinin sırasıyla; *P. vulgaris* > *P. aeruginosa* > *E. coli* > *B. cereus* > *C. albicans* > *B. subtilis* = *S. aureus* şeklinde çıktığını saptamışlardır. Ayrıca, *C. indica*, *P. djamor var. djamor, R. botrytis* ve *T. clypeatus* ekstraktlarının sadece; *P. aeruginosa, C. albicans, P. vulgaris* ve *P. aeruginosa*'ya karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. *A. campestris*'in metanolik ekstraktının*; B. subtilis, P. vulgaris, P. aeruginosa* ve *C. albicans*'a karşı aktivite gösterdiğini ifade etmişlerdir. *A. vaginata*'nın metanolik ekstraktının ise; *S. aureus, P. vulgaris, E. coli* ve *C. albicans*'a karşı aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Araştırıcılar, hedef alınan mikroorganizmanın gelişimini inhibe etmede rol alan mantar ekstraktının, değişik konsantrasyonlarda, MİK değerlerini belirlemişlerdir. Burada, 50-200 µg/disk konsantrasyonundaki *L. squarrosulus, R. albonigra, T. giganteum* ekstraktlarının, çalışmada kullanılan bütün mikroorganizmalara karşı inhibisyon konsantrasyonu bulunmuştur. *L. squarrosulus*'un metanolik ekstraktında, düşük konsantrasyonda, inhibisyon gözlenmiş ve bu mantarın çok iyi antimikrobiyal ajan olabileceği kanısına varmışlardır.

Pereira ve arkadaşları (2012), çalışmalarının bir kısmında, Portekiz'in kuzeydoğusundaki farklı habitatlarda doğal olarak yetişen, yenilebilir mantarların besinsel içerikleri ile antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır.

Araştırıcılar; *Suillus variegatus* ekstraktının, DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme ve indirgeyici güç aktivitesinin, çalışılan diğer türlere göre daha iyi çıktığını ($EC_{50} \leq 1$ mg/ml) saptamışlardır. Bu mantar ekstraktı ile gerçekleştirilen DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme ve indirgeyici güç aktivite testlerinde, EC_{50} değerlerini sırasıyla; 0.86 mg/ml ve

0.52 mg/ml olarak bulmuşlardır. Bu mantarın fenolik bileşik ve flavonoit miktarını ise sırasıyla; 58.14 mg GAE/g ekstre ve 33.0 mg KE/g ekstre olarak belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada, en düşük fenolik bileşik ve flavonoit miktarına ise *Hygrophorus chrysodon*'un sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu değerlerin sırasıyla 4.58 mg GAE/g ekstre ve 1.78 mg KE/g ekstre çıktığını saptamışlardır. Ayrıca bu mantar ekstraktının, tüm antioksidan testlerinde, antioksidan aktivitesinin de, diğerlerine oranla daha düşük çıktığını bildirmişlerdir. *Agaricus campestris* ekstraktının; fenolik bileşik miktarının; 20.94 mg GAE/g ekstre, flavonoit miktarının; 5.59 mg KE/g ekstre çıktığını saptamışlardır. Yine aynı türün, $DPPH^{\bullet}$ radikallerini giderme aktivitesinin 5.48 mg/ml, indirgeyici güç aktivitesinin ise 2.70 mg/ml olduğunu bildirmişlerdir.

Badshah ve arkadaşları (2012), Güney Veziristan Bölgesi'nden topladıkları mantarlardan elde ettikleri ekstaktların, antimikrobiyal ve sitotoksik etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada araştırıcılar, antimikrobiyal aktivite tayininde; *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Vibrio cholerae* (ATCC 6643), *Escherichia coli* (ATCC 15224), *Klebsiella pneumoniae* (MTCC 618) ve *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13048) olmak üzere 6 bakteriyi test amacıyla kullanmışlardır. Mantar ekstraktlarında maksimum antimikrobiyal aktivite, 30 mg/ml'lik konsantrasyonda elde edilmiştir. *Calvatia gigantea*'nın metanolik ve etanolik ekstraktlarında, *S. aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktivite gözlemlemişlerdir. *Morchella esculenta*'nın metanolik ekstraktının, *V. cholerae*'ya karşı en yüksek ve etanolik ekstraktının da *E. coli*'ye karşı yüksek antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak çalışmada kullanılan mantar ekstraktlarının, *Aspergillus fumigatus* ve *Aspergillus niger*'e karşı antifungal aktivite göstermediğini belirtmişlerdir.

Araştırıcılar, 30 mg/ml'lik metanolik ekstraktlarda; *M esculenta* ekstraktının, *V. cholerae*'ya (23.5 mm) karşı en yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Bütün mantar ekstraktlarının, *B. subtilis*'e karşı en düşük antibakteriyal aktivite gösterdiklerini bildirmişlerdir. *C gigantea*'nın metanolik ekstraktının, *S. aureus*'a (24 mm) karşı en yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. *A. hygrometricus*'un metanolik ekstraktının ise 21 mm'lik inhibisyon zonuyla, *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır. *E. coli*'ye karşı mantarların metanolik ekstraktlarının antibakteriyal aktivitelerini sırasıyla; *C. gigantea*

> *M. esculenta* > *A. hygrometricus* olarak bildirilmiştir. *V. cholerae*'ya karşı da sıralamayı; *C. gigantea* > *M. esculenta* > *A. hygrometricus* şeklinde bulmuşlardır.

Yine aynı çalışmada, test mikroorganizmalarına karşı, mantarların 30 mg/ml'lik konsantrasyonunda hazırlanan etanolik ekstraktlarında; *A. hygrometricus*'a ait ekstraktın, 20.5 mm'lik inhibisyon zonu ile *B. subtilis*'e karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi gösterdiğini, *M. esculenta* ve *C. gigantea*'ya ait ekstraktların da, 18.5 mm'lik inhibisyon zonu ile *B. subtilis*'e karşı benzer aktivite gösterdiklerini bildirmişlerdir. *C. gigantea* ekstraktının 25 mm inhibisyon zonu ile, *M. esculenta* (20 mm) ve *A. hygrometricus*'un (19 mm) etanolik ekstraktına göre, *S. aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Benzer şekilde, *C. gigantea*'nın etanolik ekstraktının, *E. coli*'ye karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivitenin (26.5 mm), diğer mantar ekstraktlarına oranla daha yüksek çıktığını tespit etmişlerdir. *V. cholerae* ve *K. pneumoniae*'ye karşı, *A. hygrometricus*'un etanolik ekstraktının, diğer ekstraktlara oranla en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi gösterdiği ve sırasıyla 21.5 ve 19.5 mm'lik inhibisyon zonu oluşturduğunu belirlemişlerdir. *V. cholerae*'ya karşı, *M. esculenta* ekstraktının (20 mm), *C. gigantea*'ya göre (18.5 mm) % 8 daha fazla antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Pires ve arkadaşları (2013), *Agaricus bisporus* ve *Lactarius rufus*'un bazidiokarplarından izole ettikleri β-D- glukan polisakkaritlerinin, insan vücudundan izole edilen ve karaciğer primer kanser hücresi olan hepatosellüler karsinom (HepG2) üzerinde sitotoksik etkisini araştırmışlardır. NMR ve metilasyon analizleri sonucunda, β-D- glukan polisakkaritinin sırasıyla, 1-6 (doğrusal) ve 1-3, 1-6 (dallanma) şeklinde bağlanma gerçekleştirdiğini saptamışlardır. Araştırıcılar, Mitokondriyal Süksinat Dehidrojenaz Tayini (MTT testi) ile, 100 µg/ml'ye kadar olan konsantrasyonlarda, bu bağlanmaların hücresel yaşama yeteneğini azalttığını belirlemişlerdir. *L. rufus*'dan izole edilen β-D- glukan polisakkaritinin, HepG2 kanser hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisinin, *A. bisporus*'dan izole edilen polisakkaritine oranla oldukça yüksek çıktığını bildirmişleridir. Bu çalışmada; elde edilen veriler sonucunda, her 2 türden izole edilen β-D- glukan'ın, hücresel ölümleri arttırabileceği ve apoptoza neden olabileceğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, *L. rufus* ve *A. bisporus*'dan izole edilen β-D-glukan'ın, HepG2 kanser hücreleri üzerinde sitotoksik etki gösterdiğini ve *L. rufus*'a ait β-D-glukan'ın, *A. bisporus*'dan izole edilene oranla daha yüksek sitotoksik etkiye sahip

olduğunu saptamışlardır. Bu mantarlardan izole edilen β-D-glukan polisakkaritlerinin kanser tedavisinde kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Mishra ve arkadaşları (2013), *Pleurotus citrinopileatus, Pleurotus djamor, Pleurotus eryngii, Pleurotus flabellatus, Pleurotus florida, Pleurotus ostreatus, Pleurotus sajor-caju* ve *Hypsizygus ulmarius'*dan elde ettikleri ekstraktlarda; total fenolik bileşik miktarını, DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici etkisini (RAS), askorbik asit miktarını ve demir iyonlarını şelatlama aktivitesini araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre; bunların, 3.94-21.67 mg TAE/g oranları arasında fenolik bileşen içerdiğini, % 13.63-69.67 değerleri aralığında DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesi gösterdiğini, 3.76-6.76 mg oranları arsında askorbik asit içerdiğini ve % 60.25-82.7 değerleri aralığında demir şelatlama aktivitesi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Araştırıcılar, çalışmada kullanılan mantar misellerinden elde ettikleri ekstraktların, total fenolik bileşik miktar tayinini, Folin-Ciocalteu Metodu ile gerçekleştirmişlerdir. En yüksek fenolik içeriğe *P. eryngii*'nin (21.67 mg TAE/ g), en düşüğüne ise *H. ulmarius*'un (3.94 mg TAE/ g) sahip olduğunu bulmuşlardır**.**

Yine aynı çalışmada, DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici (RAS) aktivitenin, ekstraktların konsantrasyonundaki artışa paralel olarak değişim gösterdiğini saptamışlardır. Standartlarla kıyaslandığında en yüksek antioksidan aktiviteyi; *P.eryngii, D. djamor* ve *P. flabellatus* ekstraktlarının, en düşük aktiviteyi ise; *H. ulmarius, P. sajor-caju* ve *P. florida* ekstraktlarının gösterdiğini saptamışlardır. Bunlar arasında, en yüksek antioksidan aktivitesini, *P. eryngii'*nin (% 69.67) gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu türün, oksidatif hasara karşı insan vücudunu koruyabilen faydalı bir besin maddesi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, türlerin toplam fenolik bileşen miktarı ile DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici aktiviteleri arasında paralellik olduğunu da bildirmişlerdir.

Çalışmada kullanılan türlerin misel ekstraktlarının askorbik asit içeriklerini de belirlemişlerdir. En yüksek askorbik asit miktarına; *P. citrinopileatus* (6.76 mg/g) ve *P. ostreatus*'un (6.55 mg/g) sahip olduğunu belirtmişleridir. Buna karşın, *H. ulmarius, P. sajor-caju, P. flabellatus* ve *P. florida'*da askorbik asit miktarının daha düşük çıktığı ve bunun sırasıyla; 4.20, 4.15, 3.89 ve 3.76 mg/g değerlerinde olduğunu saptamışlardır.

Heleno ve arkadaşları (2013), Portekiz ve Sırbistan olmak üzere 2 farklı bölgedeki *Morchella esculenta*'nın besinsel içerikleri ile metanolik ekstraktlarının antioksidan ($DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi, indirgeyici güç ve lipit peroksidasyon inhibisyonu) ve antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlardır. Her 2 bölgeden toplanan örneklerin yüksek oranda karbonhidrat, protein ve biyoaktif bileşenler (organik asitler, fenolik bileşikler ve α-tokoferol) içerdiğini tespit etmişlerdir. Her 2 bölgedeki mantar örnekleri için 5 bakteri türü (Gram(-) olarak; *Escherichia coli, Salmonella typhimurium, Enterobacter cloacae* ile Gram(+) olarak; *Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus*) ile standart antibiyotikleri kullanarak, Disk Difüzyon ve Mikrodilüsyon Yöntemi ile antimikrobiyal aktivite tayini yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) değerlerini belirlemişlerdir.

Sırbistan'dan toplanan *M. esculenta*'dan elde edilen ekstraktın 32.17 mg GAE/g ekstre, Portekiz'deki örneğinin ise 34.64 mg GAE/g ekstre oranında fenolik içeriğe sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, istatistiksel olarak, farklı 2 bölgeden toplanan *M. esculenta*'ya ait ekstraktların, benzer fenolik içerik miktarına sahip olduğunu ve mantarın toplandığı bölge farklılığının, fenolik içerik miktarına etki etmediğini de ifade etmişlerdir.

Araştırıcılar, Portekiz'deki mantar ekstraktının (EC_{50}=6.34 mg/ml), Sırbistan'daki ekstraktına oranla (EC_{50}=1.26 mg/ml) daha düşük indirgeyici güce sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Aynı şekilde, Portekiz'deki örneklerin $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesinin de (EC_{50}=6.06 mg/ml), Sırbistan'daki örneğinden (EC_{50}=3.03 mg/ml) daha düşük çıktığını bildirmişlerdir.

Lipit peroksidasyon inhibisyon testi ile; Sırbistan'daki örneğinin (2.23 mg/ml), Portekiz'deki örneğine (1.01 mg/ml) nazaran daha az lipit peroksidasyon radikallerini giderdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada araştırıcılar, farklı habitatlardaki aynı türe ait ekstraktların, antioksidan aktivitelerinin de farklı olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırıcılar, antimikrobiyal aktivitede; *E. coli, S. typhimurium, E. cloacae, L. monocytogenes, S. aureus*'u kullanarak, Mikrodilüsyon Yöntemi ile MİK değerlerini hesaplamışlardır. Sırbistan'daki ekstraktın, Portekiz'deki örneklerine nazaran yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirlemişlerdir. Her 2 bölgedeki ekstraktların da en

iyi antimikrobiyal etkiyi; *S. aureus*'a karşı gösterdiklerini bildirmişlerdir. Portekiz'deki örneklerin MİK değerlerine göre, patojen mikroorganizmalara karşı gösterdikleri antimikrobiyal aktivitelerini; *S. aureus* > *L. monocytogenes* > *S. typhimurium* > *E. cloacae* > *E. coli* şeklinde sıralamışlardır. Sırbistan'deki MİK değerlerinin ise; *S. aureus* > *L. monocytogenes* > *S. typhimurium* > *E. coli* > *E. cloacae* şeklinde çıktığını tespit etmişlerdir. Sırbistan'daki ekstraktların, *S. aureus, S. typhimurium* ve *L. monocytogenes*'e karşı, standart antibiyotiklerine (Streptomycin ve Ampicilin) benzer aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlardan, *M. esculenta*'nın alternatif antimikrobiyal bileşen olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, ekstraktın antimikrobiyal aktivitesinde, aynı türün farklı habitatlarındaki örneklerinin, farklı antimikrobiyal bileşenlere sahip olabileceğini de vurgulamışlardır.

Li ve Shah (2014), *Streptococcus thermophilus* ve *Pleurotus eryngii*'den elde ettikleri ekzopolisakkaritleri (ASCC 1275 (ST1275 EPS), PEPS) sülfatlayarak; bunların antioksidan, antimikrobiyal aktivitesini ve ham polisakkaritini belirlemişlerdir. PEPS ve ST1275 EPS'nin sülfonasyon derecelerini sırasıyla; 0.69 ve 0.31 olarak bulmuşlardır. Araştırıcılar, istatistiksel olarak, bu 2 türe ait ekzopolisakkaritlerin saf ve sülfatlanmış örneklerinde antioksidan aktivitelerinin farklı çıktığını belirlemişlerdir ($p<0.05$).

Araştırıcılar, sülfatlanmış PEPS ve EPS ile saf PEPS ve EPS'in antimikrobiyal aktivitesinde standart olarak penisilin, kontrol amaçlı da antimikrobiyal aktivite göstermeyen, % 0.85 steril NaCl tuzu kullanmışlardır. Bu çalışmada; *E. coli*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes*'i kullanmışlardır. Araştırıcılar, sülfatlanmış PEPS, sülfatlanmış EPS, saf PEPS ve EPS olmak üzere 4 çeşit polisakkarit ve penisilinin, *S. aureus*'a karşı oldukça etkili antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini saptamışlardır. Sülfatlanmış PEPS'in; *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı çok güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ve inhibisyon zonunun sırasıyla 11.7 mm ve 31.8 mm olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın sülfatlanmış EPS'in ise; *L. monocytogenes*'e karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ve inhibisyon zonunun ise 17.3 mm olduğunu saptamışlardır. Bu araştırmadan, sülfatlanmış PEPS ve EPS'in antimikrobiyal aktivitesinin, saf PEPS ve EPS'e göre çok yüksek çıktığını ve sülfonasyonun, PEPS ve EPS'in antimikrobiyal aktivitesini önemli ölçüde modifiye ettiğini düşünmüşlerdir. Bu çalışmada, MİK sonuçlarının, Disk Difüzyon Yöntemi ile tutarlı olduğunu ve PEPS, sülfatlanmış PEPS,

EPS ve sülfatlanmış EPS'in; *S. aureus*'a karşı en etkili antimikrobiyal aktiviteyi gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Yine aynı çalışmada, bütün örneklerin DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesinin, ekstraktların konsantrasyon artışına paralel olarak değişim gösterdiğini saptamışlardır. Sülfatlanmış PEPS'in radikal giderim aktivitesinin, saf PEPS'e göre önemli ölçüde artış gösterdiğini saptamışlardır. Araştırıcılar, 1000 µg/ml'lik konsantrasyonda, sülfatlanmış PEPS'in (% 14.55), saf PEPS'e (% 7.71) göre hemen hemen 2 kat fazla antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde, 600-1000 µg/ml'de, sülfatlanmış EPS'nin radikal giderim aktivitesinin de saf EPS'den önemli ölçüde yüksek çıktığını belirlemişleridir. Konsantrasyonu 0-600 µg/ml'de; sülfatlanmış EPS'nin, sülfatlanmış PEPS'ten düşük radikal giderim aktivitesi gösterdiğini de bildirmişlerdir. Bu çalışmada araştırıcılar; sülfonasyonun antioksidan aktiviteyi arttırabileceğini ifade etmişlerdir.

Araştırıcılar, FRAP deneyi ile; genel olarak bütün örneklerde konsantrasyon miktarına bağlı olarak, antioksidan aktivitenin değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Sülfatlanmış PEPS > sülfatlanmış EPS > PEPS > EPS şeklinde aktivitenin sıralandığını bildirmişlerdir.

Zhang ve arkadaşları (2014), *Pleurotus eryngii*'nin bazidiyokarpından polisakkarit (PEPS) izole edebilmek için, ultrasonik teknolojiden faydalanmışlardır. Mantarın polisakkarit çökeltisinden, 3 ham polisakkarit (PEPS30, PEPS60 ve PEPS80) elde ederek, değişik konsantrasyonlarda etanolik ekstraktlar hazırlamışlardır. Bu ekstraktların antioksidan aktivitelerini hesaplayarak, PEPS80'in indirgeyici güç aktivitesinin, DPPH$^{\bullet}$ radikalini süpürme aktivitesinin ve süperoksit radikallerini giderme aktivitelerinin, PEPS60 ve PEPS30'a göre daha yüksek çıktığını saptamışlardır.

Bu 3 polisakkarit ekstraktının; DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitelerinin konsantrasyon miktarına paralel olarak değişim gösterdiğini ve 1 mg/ml'lik konsantrasyonda aktivitelerinin; PEPS80 (% 48.7) > PEPS60 (% 35.5) > PEPS30 (% 15.6) şeklinde sıralandığını belirlemişlerdir.

PEPS80'in indirgeyici güç aktivitesinin, PEPS60 ve PEPS30'a göre çok yüksek çıktığını belirtmişlerdir.

Çalışmada kullanılan polisakkarit ekstraktlarının, süperoksit radikallerini giderme aktivitelerinin konsantrasyon miktarlarına paralel olarak değişim gösterdiğini saptamışlardır. Değişik konsantrasyonlardaki polisakkaritlerin, süperoksit anyonlarını değişik oranlarda indirgediklerini belirtmişlerdir. Ekstraktların süperoksit anyon radikallerini giderme aktivitelerinin; PEPS80 > PEPS60 > PEPS30 şeklinde sıralandığını saptamışlardır.

Lin ve arkadaşları (2014) çalışmalarında, *Pleurotus eryngii'*nin şapka taslağı oluşumundan sonra; 10., 12. ve 15. günlerde hasatını yaparak, etanolik ekstraktlarını hazırlamışlardır. Daha sonra; bu ekstraktların, besinsel içeriklerini, antioksidan ve antienflamatuvar özelliklerini araştırmışlardır. Farklı hasat dönemlerindeki ekstraktların, birbirlerinden farklı fonksiyonel özellikler gösterdiklerini ortaya çıkarmışlardır. En erken toplanan mantar örneklerinden hazırlanan ekstraktların, $DPPH^{\bullet}$ serbest radikallerini giderici, indirgeyici güç, metal şelatlama aktivitesinin, diğerlerine göre çok yüksek çıktığını belirtmişlerdir.

Değişik zamanlarda toplanan *P. eryngii*'nin ekstraktlarından; 7 fenolik asit ve 8 flavonoit bileşik elde etmişlerdir. İlk hasattan elde edilen ekstraktlarda; fenolik bileşik (40.58 µmol/g kuru ağırlık) ve flavonoit (5.17 µmol/g kuru ağırlık) miktarının, diğer ekstraktlardakine göre daha yüksek çıktığını bildirmişlerdir. Bunu, 12. günde toplanan mantar ekstraktlarından elde edilen değerlerin izlediği belirtilmiştir. Araştırıcılar, şapka oluştuktan sonra, geçen zamanın, fenol ve flavonoit bileşen miktarlarına etki ettiği sonucuna varmışlardır.

Araştırıcılar, farklı zamanlarda toplanan mantar örneklerinden elde edilen ekstraktların $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitelerini; 10. Gün (EC_{50}=1.08 mg/ml) > 12. Gün (EC_{50}=1.21 mg/ml) > 15. Gün (EC_{50}=1.30 mg/ml) şeklinde sıralamışlardır. Demir şelatlama aktivitelerini ise sırasıyla; 10. Gün (EC_{50}=2.58 mg/ml) > 12. Gün (EC_{50}=2.87 mg/ml) > 15. Gün (EC_{50}=2.97 mg/ml) şeklinde bulmuşlardır. Aynı ekstraktların indirgeyici güç aktivitelerini de; 10. Gün (EC_{50}=2.58 mg/ml) > 12. Gün (EC_{50}=2.87 mg/ml) > 15. Gün (EC_{50}=2.97 mg/ml) şeklinde sıralamışlardır.

Woldegiorgis ve arkadaşları (2014), 2 kültür mantarı (*Pleurotus ostreatus, Lentinus edodes*) ve 5 doğal (*Laetiporus sulphureus, Agaricus campestris, Termitomyces clypeatus, Termitomyces microcarpus* ve *Termitomyces letestui*)

yenilebilir mantarın, antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Ayrıca, belirtilen türlerin, toplam fenolik bileşen ve flavonoit miktarları ile fenolik profillerini incelemişlerdir. İncelenen türler arasında; *A. campestris*'in; demir iyonlarını şelatlama, indirgeyici güç, $DPPH^{\bullet}$ radikallerini giderme aktivitesi bakımından en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterdiğini saptamışlardır. *A. campestris* ekstraktının; total fenolik bileşen (14.6 mg GAE/g) ve flavonoit içeriğinin (1.97 mg KE/g) de, diğer türlere göre daha yüksek çıktığını saptamışlardır. Bu çalışmada, *A. campestris*'e ait ekstraktın; ferulik asit (20.3 µg/g), gallik asit (561.9 µg/g), hidrobenzoik asit (38.7 µg/g) miktarları en yüksek düzeyde çıkmıştır.

Araştırıcılar, türlerin metanolik ekstraktları ile gerçekleştirdikleri $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivite testinde; antioksidan aktivitenin, ekstraktın konsantrasyonuna paralel olarak değişim gösterdiği sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada, 4 mg/ml'lik konsantrasyonda; *A. campetsris* ekstraktının, % 92 inhibisyon değeri ile (EC_{50}= 1.4 mg/ml) diğer türler arasında en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Aynı konsantrasyonda en düşük aktiviteyi ise, *L. sulphureus*'un (% 17) gösterdiğini saptamışlardır. *L. sulphureus* ekstraktının dışında, bütün doğal yenilebilen mantarların, kültürü yapılan mantarlara oranla, iyi düzeyde $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesine sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Aynı şekilde bu türlere ait ekstraktların indirgeyici güç aktivitelerinde; 1-6 mg/ml'lik konsantrasyonun, aktiviteyi ölçmek için yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Tıpkı $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivite testinde olduğu gibi; 4 mg/ml'de, *A. campetris*'e ait metanolik ekstraktın (EC_{50}= 3.6 mg/ml), en yüksek indirgeyici güç aktivitesi gösterdiği sonucuna varmışlardır. Aynı konsantrasyonda, en düşük indirgeyici güç aktivitesini ise *L. sulphureus*'un gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ren ve arkadaşları (2014), Yeni Zelanda'da orman ve parklardan topladıkları 5 mantar türü ile birlikte toplamda 8 yenilebilen mantar türünden elde ettikleri polisakkarit ektraktlarının, 5 yaygın bakterinin büyümesini inhibe edici etkilerini test etmişlerdir. Antibakteriyal aktivitenin belirlenmesinde Disk Difüzyon ve Mikrodilüsyon Metodu'nu kullanmışlardır. *Cordyceps sinensis*'den elde edilen sulu ekstraktın, *Bacillus subtilis* ve *Streptococcus epidermidis*'in büyümesini inhibe ettiği ve minimum inhibitör konsantrasyonunun (MİK) sırasıyla 938 µg/ml ve 469 µg/ml olduğunu saptamışlardır.

Pleurotus australis'in sulu ekstraktının da *S. epidermidis*'e karşı, 469 µg/ml'lik MİK değeri ile antibakteriyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Araştırıcılar, türlerin yüksek molekül ağırlığındaki polisakkaritlerinin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesinde, Disk Difüzyon Metodu'na göre Mikrodilüsyon Metodu'nun daha etkili ve kesin sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir. Çalışmada kullanılan türlere ait polisakkaritlerin sulu ekstraktlarında, $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesi testi ile, en yüksek düzeyde antioksidan aktivite gösteren türün; 4.03 mg/ml EC_{50} değeri ile *P. australis* olduğunu bildirmişlerdir.

3.1. Materyal

3.1.1. Araziden Örneklerin Toplanması ve Araştırmalarda Kullanılan Makrofunguslar

Arazi çalışması, 2012-2013 yılları arasında Tunceli il sınırı içerisinde kalan Pülümür, Ovacık, Nazımiye ilçelerindeki ve Tunceli merkeze bağlı Kocakoç, Karşılar ve Güleç Köyü çevresinde, mantarların doğal olarak yetişebildiği uygun habitatlarda, Nisan-Mayıs-Haziran aylarında gerçekleştirilmiştir. Yöredeki kar örtüsünün uzun süre varlığını koruması, don olayının olması ve yaz yağışlarının oldukça düşük olması gibi nedenler, mantarların doğal olarak yetişebildiği uygun süreyi sınırlandırmıştır. Bu nedenle de örnek toplama işlemi, İlkbahar aylarında yapılmıştır. Yörenin eğimi, toprak yapısı, floristik kompozisyonu, yöre halkının gözlem ve deneyimleri gibi faktörler dikkate alınarak, özellikle makrofungus gelişimine uygun olabileceği tahmin edilen habitatlar (ormanlıklar, çalılıklar, çayırlıklar, sulanan park ve bahçeler, dağ etekleri vs.) periyodik olarak (haftada 3-4 gün) taranmıştır. İki yıl süren arazi çalışması sonucu ulaşılan yenilebilir makrofungusların; tür adları, toplandığı bölgeler ve toplama tarihleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Aynı tür mantarın, aynı yıl içerisinde, belirlenen lokalizasyonlardan toplanmasına mümkün olduğu kadar dikkat edilmiştir.

Çizelge 3.1. Arazi çalışması sonucu toplanan makrofungus türü ve lokalizasyonları

Makrofungus Adı	Lokalizasyon	Tarih
Morchella esculenta	Kocakoç Köyü (Merkez) Karşılar Köyü (Munzur vadisi- Merkez) Güleç Köyü (Erdemli Mezrası- Merkez)	18.04.2012 22.04.2012 14.04.2012
Morchella vulgaris	Kocakoç Köyü (Merkez) Karşılar Köyü (Munzur vadisi- Merkez) Güleç Köyü (Erdemli Mezrası- Merkez)	18.04.2012 20.04.2012 16.04.2012
Amanita vaginata	Kocakoç Köyü (Merkez) Karşılar Köyü (Munzur vadisi- Merkez) Güleç Köyü (Erdemli Mezrası- Merkez)	28.05.2013 18.05.2013 22.05.2013
Agaricus campestris	Çobanyıldızı Köyü (Pülümür) Akyayık Köyü-İkizler Mezrası (Ovacık) Büyükyurt Köyü (Nazımiye)	27.05.2012 26.05.2012 24.05.2012
Langermannia gigantea	Kocatepe Köyü (Pülümür) Yalmanlar Köyü (Ovacık) Dokuzkaya Köyü (Nazımiye)	18.05.2012 20.05.2012 22.05.2012
Pleurotus eryngii var. ferulae	Balpayam Köyü (Pülümür) Yenikonak Köyü (Ovacık) Sarıyayla Köyü (Nazımiye)	05.06.2012 30.05.2012 19.05.2012
Pleurotus eryngii var. eryngii	Ardıçlı Köyü (Pülümür) Cevizlidere Köyü (Ovacık) Yaylacık Köyü (Nazımiye)	17.05.2013 29.05.2013 19.05.2013

Belli habitatlarında tespit edilen yenilebilir makrofungus örneklerinin, öncelikle doğal ortamlarında fotoğrafları çekilmiştir. Arazide, fotoğrafların çekilmesinde Nikon marka, 12.0 megapixels, 2.7 inch LCD fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Bu sırada, yetişme yerine ait bulgular ve morfolojik kriterleri de not edilmiştir. Genel anlamda şapka ve sap boyutları, renk, şekil, yüzey yapısı, şapkanın velum taşıyıp taşımama durumu, sapın halka ve volva taşıyıp taşımama durumu, et rengi, mantar lamelli ise lamellerin rengi, sıklık derecesi ve sapa bağlanma durumu, mantar porlu ise porların rengi, boyutu gibi morfolojik kriterler ile mantarın tadı, kokusu, yöre halkının görüşleri ve yetişme ortamının ekolojik özellikleri gibi kriterler ve toplanma tarihi de not edilmiştir. Daha sonra, bu bilgilerden tür teşhisi sırasında faydalanılmıştır.

Makrofungus örnekleri, mümkün oldukça zedelenmeden ve toprak altındaki misellere zarar vermeden sökülerek özel hazırlanmış sepet içerisine yerleştirildikten sonra, örnekler numaralandırılmıştır. Arazi çalışması sonucu toplanan mantar örnekleri bu konu ile ilgili bilgi sahibi olduğunu düşündüğümüz yöre halkına gösterilerek tanınıp tanınmadığı veya yenilip yenilmediği, hangi mantarın daha çok tüketildiği, ya da daha lezzetli olduğu, yenilebilen fakat yöre halkı tarafından tüketilmeyen mantarın neden tüketim tercihi olmadığı konuları hakkında da bilgi alınmış, bilinen yöresel adları da öğrenilerek arazi defterine not edilmiştir. Toplanan makrofungus örnekleri laboratuar ortamına taşınmıştır. Türlerin tanısı, temel anahtar ve literatüre (Marchand 1971-1973, Pacioni 1989) göre yapılmıştır

Antioksidan, antimikrobiyal aktivite ve sitotoksik etki ile ilgili analizlerde, arazi çalışması sonucu elde edilen *Morchella esculenta*, *Morchella vulgaris*, *Amanita vaginata*, *Agaricus campestris*, *Langermannia gigantea*, *Pleurotus eryngii var. ferulae* ve *Pleurotus eryngii var. eryngii'*nin hazırlanan metanolik ekstraktları kullanılmıştır.

3.1.2. Kullanılan Gereçler

3.1.2.1. Antioksidan Aktivite Tayininde Kullanılan Gereçler

Parçalayıcı (Waring),

Rotaevaporatör (Büchi Rotavapor R-200A),

Santrifüj işlemlerinde, masa tipi soğutuculu santrifüj (Heraeus-Megafuge 1.OR)

Su banyoları (Thermomix BU ve Grant SB2),

Spektrofotometrik ölçümlerde, spektrofotometre (Shimadzu UV–1208),

pH tayininde, pH metre (Radiometer 92),

Manyetik karıştırıcı (Kermanlar),

Otomatik pipet takımı (Gilson ve Eppendorf),

Vorteks karıştırıcı (VELP Shientifica),

Derin dondurucu (Bosch),

Etüv (Heraeus) kullanılmıştır.

3.1.2.2. Antimikrobiyal Aktivite Tayininde Kullanılan Gereçler

Mc Farland yoğunluk ölçme cihazı (Biotek)

Mikrobiyolojik güvenlik kabini (Heraeus)

Otomatik pipetler (10-100 ul, çok kanallı) (Gilson)

Vorteks (Biotek)

Derin dondurucu (Bosch),

Etüv (Heraeus) kullanılmıştır.

3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Lipozom peroksidasyonu üzerine antioksidan etkinin tayininde; soya L-α-fosfatidilkolini (Tip IV-S; Sigma P3644), L-askorbik asit (Sigma A5960), ferri klorür (Fe_3Cl; Merck 803945), trikloroasetik asit (TCA; Merck 100810), tiyobarbitürik asit (TBA; Merck 108180) kullanılmıştır.

ABTS radikal katyonu ($ABTS^{\bullet+}$) giderici aktivitesi tayininde; 2.2-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) amonyum tuzu (Fluka 11557), potasyum peroksodisülfat (Merck 105090) ve standart olarak 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Troloks; Fluka 56510) kullanılmıştır.

DPPH radikali ($DPPH^{\bullet}$) giderici aktivitesi tayininde; 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (Sigma D9132) ve metanol (Merck 106008) kullanılmıştır.

Ferri iyonu redükleyici antioksidan potansiyeli (indirgeyici güç tayini) deneyinde; 2,4,6-tripiridil-s-triazin (TPTZ; Merck 110 238), sodyum asetat (Merck 106264), glasiyel asetik asit (Merck 23332325) ve standart olarak demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$; Fluka 44970) kullanılmıştır.

Ekstraktların total fenolik bileşik tayininde kullanılan Folin ayıracının hazırlanmasında; sodyum tungstat ($Na_2WO_4.2H_2O$; Merck 106672), sodyum molibdat ($Na_2MoO_4.2H_2O$; Merck 386521), % 85 H_3PO_4 (Merck 100564), derişik hidroklorik asit (HCl; Merck 100314), lityum sülfat ($Li_2SO_4.H_2O$; Merck 105694) ve brom (Merck 101945) kullanılmıştır. Fenol bileşiklerinin tayininde standart olarak gallik asit (3,4,5-hidroksibenzoik asit; Sigma G7384) kullanılmıştır.

3.1.4. Kullanılan Çözeltiler

3.1.4.1. Antioksidan Aktivite Tayininde Kullanılan Çözeltiler

a. TCA/TBA Ayıracı

Trikloroasetik asitten 6 g ve tiyobarbitürik asitten 0.15 g alınarak, 40 ml 0.25 N HCl'de (1 N HCl'in 4 kez seyreltilmesiyle hazırlandı) ısıtılıp (60-70 ^oC'de) çözünmesi ile hazırlanmıştır.

b. 50 mM Potasyum Fosfat Tamponu (pH 7.0)

KH_2PO_4'den 6.8045 g ve K_2PO_4'den de 8.709 g alınıp, 600 ml disitle suda çözülmüş, pH'sı N HCL ve N NaOH ile 7.0'a ayarlanmıştır. Daha sonra, distile su buna eklenerek, hacim 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

c. **$ABTS^{\bullet+}$ Stok Çözeltisi**

2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) amonyum tuzundan; 0.3841 g alınarak, 50 ml 4.9 mM potasyum peroksodisülfat ve 50 ml distile suda çözülmüştür. Bu çözelti, 12 saat karanlıkta bekletildikten sonra kullanılmıştır.

d. 1 M $DPPH^{\bullet}$ Stok Çözeltisi

$DPPH^{\bullet}$'den 39.43 mg alınarak, 60 ml metanolde çözülmüştür. Daha sonra buna metanol eklenerek, hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır.

e. **60×10^{-5} M $DPPH^{\bullet}$ Çalışma Çözeltisi**

6 ml 1 M $DPPH^{\bullet}$ stok çözeltisine 94 ml metanol ilave edilmesi ile hazırlanmıştır.

f. **FRAP Ayıracı**

pH 3.6'da, 2.5 ml 10 mM TPTZ'nin 40 mM HCl'deki çözeltisi, 2.5 ml 20 mM $FeCl_3.6H_2O$, 25 ml 0.3 M asetat tamponunun karıştırılması ile hazırlanmıştır.

g. **0.3 M Sodyum Asetat Tamponu (pH 3.6)**

Sodyum asetat.$3H_2O$'dan 3.1 g alınarak, 600 ml distile suda çözülmüştür. Bu karışıma, glasiyal asetik asit ilave edilerek, pH 3.6'ya ayarlanmıştır. Hacim, distile su ilave edilerek 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

3.1.4.2. Ekstraktların Fenolik Bileşik Tayininde Kullanılan Folin-Ciocalteu Ayıracının Hazırlanması

Hacmi 1500 ml olan yuvarlak dipli balon jojeye, 100 g sodyum tungstat ($Na_2WO_4.2H_2O$), 25 g sodyum molibdat ($Na_2MoO_4.2H_2O$), 700 ml distile su, 50 ml % 85 fosforik asit ve 100 ml derişik HCl konulmuştur. Geri soğutucu altında, 10 saat ısıtılarak bu karışıma, 150 g lityum sülfat, 50 ml su ve birkaç damla brom ilave edilmiştir. Bromun fazlasını bertaraf etmek için 15 dakika ısıtıldıktan sonra soğutulmuştur. Buna distile su ilavesi ile hacim; 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Mantar Ekstraktlarının Hazırlanması

3.2.1.1. Makrofungusların Kurutulması ve Öğütülmesi

Arazi çalışması sonucu toplanan makrofungus örnekleri, temiz bir fırça yardımıyla üzerindeki bitki ve toprak kalıntısından temizlendikten sonra, laboratuarda normal gün sıcaklığında ve gölgede kurutulmuştur (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Araziden toplanan makrofungusların kurutulması

Kurutulan örnekler, parçalayıcı (Waring) yardımıyla öğütülerek, toz haline getirildikten sonra, ışıktan etkilenmemesi için, renkli cam şişelere konularak, ağızları kapatılmıştır. Şişelerdeki toz örnekler, analiz zamanına kadar karanlıkta ve serin bir ortamda muhafaza edilmiştir.

3.2.1.2. Makrofungusların Ekstraktlarının Hazırlanması

Farklı lokasyonlardan toplanan 7 (yedi) makrofungus türüne ait toz haline getirilen örneklerin her birinden 20'şer g alınarak, 500 ml'lik erlene konulmuştur. Bunun üzerlerine 200 ml'lik metanol/dikloro metan (1/1) çözeltisi eklenip, ağızları sıkıca kapatıldıktan sonra, 25 °C'deki çalkalamalı su banyosunda, 24 saat süreyle, 150 rpm'de çalkalanarak ekstraksiyon işlemi yapılmıştır.

Beyaz bant süzgeç kağıdı yardımıyla, vakumla 2 aşamalı süzülme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.2.). Örneklerden ekstrakte edilecek maddenin tam alınması için, kalan mantar materyalleri, aynı şartlarda, 2 kez daha tekrar aynı işlemlere tabi tutulmuştur. Süzme işlemi her bir numune için, her 24 saat sonunda 3 kere tekrarlanmıştır. Her 24 saaat sonunda yapılan süzme işleminin ardından, süzüntüler cam balonlara aktarılmıştır. Cam balonların ağzı sıkıca kapatılarak +4 ºC'de çalışan buzdolabında süzüm işlemleri bitene kadar bekletilmiştir.



Şekil 3.2. Mantar özütlerinin vakum ile iki aşamalı yapılan süzüm işlemleri

Üç gün süren işlemlerin ardından, elde edilen süzüntüler rotary-evaporatör yardımıyla çözücülerinden uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.3.). Balon jojede elde edilen özüt miktarları hassas terazi yardımıyla tartılmıştır. Elde edilen ekstraktlar, ışıktan etkilenmeyen koyu renkli cam kaplarda, +4 ºC'de çalışan buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.3. Rotary evaporator cihazı ve elde edilen ekstrakt

3.2.2. Antioksidan Aktivite Analiz Yöntemleri

Makrofungusların metanolik ekstraktlarından elde edilen örneklerin antioksidan aktivitelerinin araştırılması için deneysel test çalışması; İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biokimya Anabilim Dalı, Biokimya Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

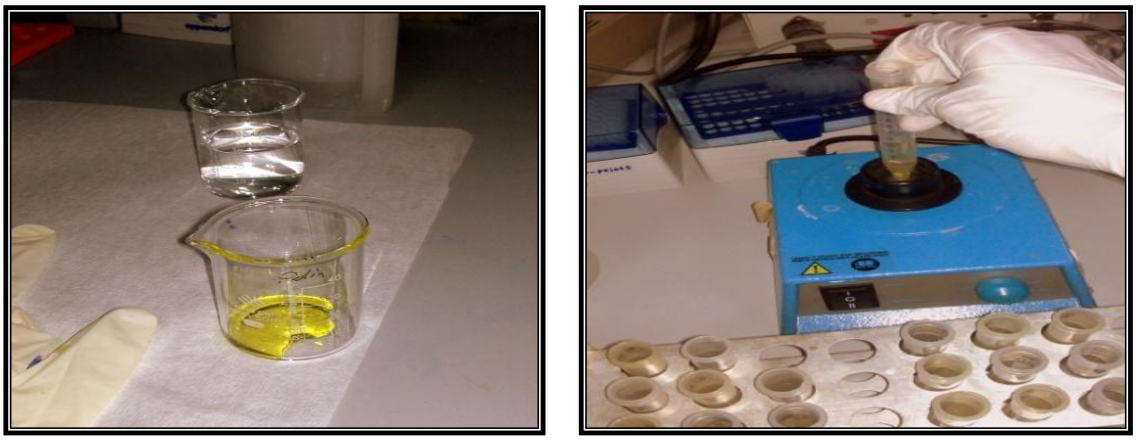
3.2.2.1. Mantar Ekstraktlarında Antioksidan Bileşiklerin Miktar Tayini

- Fenolik Bileşiklerin Miktar Tayini

Total fenolik bileşikleri miktarının tespiti, Folin-Ciocalteu ayıracı kullanılarak Slinkard ve Singleton'un (1977) geliştirdiği metoda göre yapılmıştır. Değişik konsantrasyonlarda (10-40 mg/ml) hazırlanan metanolik ekstraktlardan 0.1 ml tüplere alınarak, hacim; 4.6 ml olması için distile su ilave edilmiştir. Buna, 0.1 ml Folin-Ciocalteu ayıracı (distile su ile 1/3 oranında seyreltilmiş) ve 0.3 ml % 2 sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek, daha sonra tüpler vorteks mikserde karıştırılmış ve 2 saat bekletildikten sonra meydana gelen mavi rengin absorbansı, 0.1 ml distile su içeren

köre karşı, 760 nm'de ölçülmüştür. Gallik asit (50-400 µg/ml) ile standart eğri çizilmiştir. Sonuçlar, mg gallik asit ekivalanları/g ekstre-kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir. Deney 3 kez tekrarlanmış ve bu 3 tekrardan elde edilen sonuçların ortalaması alınmıştır (Şekil 3.4.).

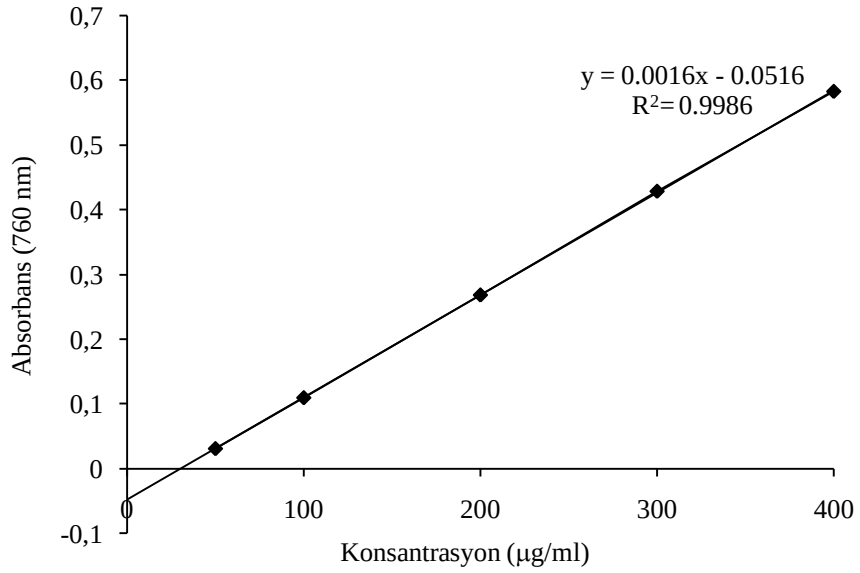
1 **2**



Şekil 3.4. Fenolik bileşik miktar tayini analizinde bazı aşamaların görüntüleri
1. Folin-Ciocalteu ayıracı, 2. Tüplerin vorteks mikserde karıştırılması

-Gallik Asit Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi

Gallik asit standart eğri denkleminin elde edilmesi için önce gallik asidin 1000 µg/ml'lik çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltinin, distile su ile seyreltilmesiyle konsantrasyonu; 400 µg/ml, 300 µg/ml, 200 µg/ml, 100 µg/ml ve 50 µg/ml olan çözeltiler elde edilmiştir. Çözeltilere, "Folin-Ciocalteu Metodu" uygulandıktan sonra oluşan renklerin absorbansları; 760 nm'de ölçülmüştür. Deney 5 kez tekrarlanarak, bulunan değerlerden, en küçük kareler yönteminin uygulanmasıyla gallik asit standart eğrisi çizilerek regresyon denklemi elde edilmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Gallik asit standart eğrisi ve regresyon denklemi

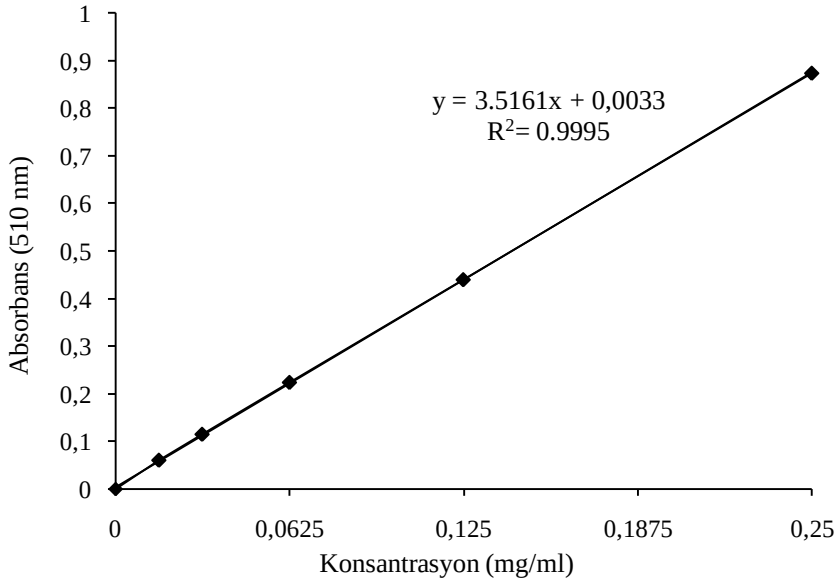
-Flavonoit Miktar Tayini

Flavonoitlerin miktarı, Sakanaka ve arkadaşlarının (2005) geliştirdiği metoda göre yapılmıştır. Metanolik ekstraktlardan ve standart olarak kullanılan kateşin çözeltilerinden 0.25 ml alınarak, 1.25 ml distile su ile karıştırılmıştır. Buna, 75 µl % 5'lik sodyum nitrit ilave edildikten 6 dakika sonra, 150 µl % 10'luk aluminyum klorür ilave edilmiş ve karışım 5 dakika bekletilmiştir. Sonra da, 0.5 ml 1 M sodyum hidroksit ilave edilmiştir. Reaksiyon karışımı 2.5 ml'ye distile su ile tamamlandıktan ve karıştırıldıktan sonra meydana gelen rengin absorbansı 510 nm'de ayıraç körüne karşı ölçülmüştür. Sonuçlar, mg kateşin ekivalanları/g ekstre-kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir. Deney 3 kez tekrarlanmış ve ortalaması alınmıştır.

-Kateşin Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi

Kateşin standart eğri denkleminin elde edilmesi için önce kateşinin 0.25 mg/ml'lik çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltinin distile su ile seyreltilmesiyle konsantrasyonları; 0.125 mg/ml, 0.0625 mg/ml, 0.031 mg/ml ve 0.016 mg/ml olan çözeltiler elde edilmiştir. Çözeltilere Sakanaka ve arkadaşlarının (2005) geliştirdiği metod uygulandıktan sonra, oluşan renklerin absorbansları 510 nm'de ölçülmüştür. Deney 5 kez tekrarlanarak bulunan değerlerden, en küçük kareler yönteminin

uygulanmasıyla, Şekil 3.6.'da görüldüğü gibi, kateşin standart eğrisi çizilmiş ve regresyon denklemi elde edilmiştir.



Şekil 3.6. Kateşin standart eğrisi ve regresyon denklemi

3.2.2.2. Mantar Ekstraktlarının Demir (III) - Askorbik Asit ile İndüklenmiş Fosfatidilkolin Lipozomlarının Peroksidasyonu Üzerine Antioksidan Etkisi (LPO)

Fosfolipitler, gıdalardaki antioksidan bileşiklerin membran lipit peroksidasyonunu inhibe edici etkisinin tayininde ideal bir model oluşturan ve gıdaların potansiyel antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılan çok önemli substratlardır (Chatterjee ve Agarwal 1988).

Bu testin amacı; mantar ekstraktlarının, soya fosfatidilkolininden (lesitinden) hazırlanan lipozomlardan oluşturulan suni lipit sisteminin $FeCl_3$ ve askorbik asit ile inkübasyonu sonucunda oluşan peroksit radikallerini giderme kapasitesini ölçmektir. Fosfolipitlerden oluşturulan lipozomlar, demir (III) ve askorbik asit varlığında lipit peroksidasyonuna uğrayıp, biyolojik olarak aktif aldehitler (malondialdehit) oluşturmaktadırlar. Malondialdehit (MDA) ile tiyobarbitürik asitin (TBA) reaksiyona

girmesiyle oluşan tiyobarbitürik asit reaktif türlerinin (TBARS) pembe rengi 532 nm'de ölçülerek ekstraktın lipit peroksidasyonuna karşı inhibisyon aktivitesi tayin edilmiştir.

Ekstraktların lipit peroksidasyonuna karşı inhibisyon aktivitesi, Duh ve arkadaşlarının (1999) geliştirdiği metoda göre yapılmıştır.

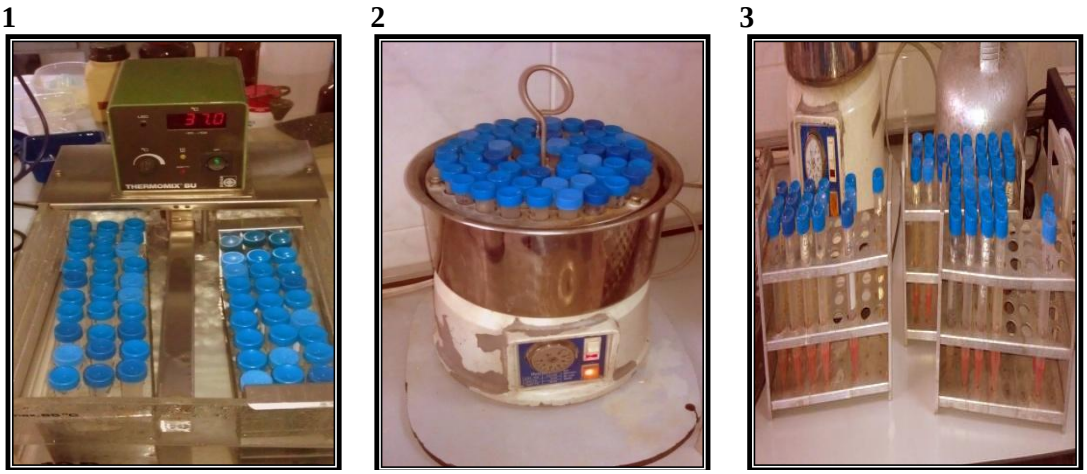
Çalışmada, 300 mg lesitin, 30 ml 50 mM potasyum fosfat tamponu (pH 7.0) ile süspansyon haline getirilmiştir. Lipozomların açığa çıkması için buz içeren kapta, her 30 saniyede bir dinlendirilerek toplam 10 dakika sonikatörde muamele edilerek (9 cycle / % 26 power) 10 mg/ml fosfolipit lipozomları içeren bir süspansyon elde edilmiştir. Deney 3.25 ml'lik reaksiyon ortamında gerçekleştirilmiştir. İlave edilen maddelerin reaksiyon ortamındaki konsantrasyonları parantez içinde gösterilmiştir. Burada, 0.25 ml metanolik ekstrakt (5-40 mg/ml) veya standart olarak kullanılan α-tokoferole (0.04-1.25 mg/ml) 1 ml 10 mg/ml lipozom süspansiyonu (3.08 mg/ml), 1 ml 400 μM $FeCl_3$ (123.2 μM) ilave edilerek, reaksiyon; 1 ml 400 μM askorbik asit (123.2 μM) ilavesi ile başlatılmıştır. Karışım 37 ^oC'de 60 dakika inkübe edilmiştir. 500 μl reaksiyon karışımına 1000 μl TCA-TBA ayıracı (% 15 w/v TCA ve % 0.375 TBA'nın 0.25 N HCl'deki çözeltisi) ilave edilmiştir. Reaksiyon karışımı vortekste karıştırıldıktan sonra, 100 ^oC'de 20 dakika kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Soğutulduktan sonra, 1.5 ml n-butanol ilave edilerek, bu karışım 3000 rpm'de, 10 dakika santrifüj edilmiştir (Şekil 3.7.). Burdan, üst kısımdaki organik tabaka alınmıştır. Meydana gelen pembe rengin absorbansı; 532 nm'de ölçülerek, lipit peroksitlerin miktarı hesaplanıp nM TBARS/g lesitin olarak ifade edilmiştir. Deney 3 kez tekrarlanarak ortalaması alınmıştır.

Ekstraktın lipit peroksidasyonunu inhibe edici yüzdesi, aşağıda verilen denkleme göre hesaplanmıştır:

$$\text{İnhibisyon}\,(\%) = (1 - \frac{\text{Ekstrenin 532 nm'deki absorbansı}}{\text{Kontrolün 532 nm'deki absorbansı}}) \times 100$$

Efektif konsantrasyon (EC_{50}) değerleri hesaplanmıştır. EC_{50} değeri (% 50 TBARS oluşumunun inhibisyonunu sağlayan ekstrakt veya standart konsantrasyonu) absise antioksidan miktarı, ordinata inhibisyon yüzdeleri verilerinin uygulanması ile

çizilen eğrinin linear kısmından elde edilen regresyon denkleminden hesaplanmıştır. Düşük EC_{50} değeri yüksek antioksidan aktivitenin göstergesidir.



Şekil 3.7. Lipozomların peroksidasyonu üzerine antioksidan etki analizinden bazı görüntüler 1.Soğuk su banyosunda inkübe edilen karışım, 2. Karışımın kaynar su banyosunda bekletilmesi, 3. Spektrofotometrik ölçüm için hazır olan tüpler.

3.2.2.3. Total Radikal Antioksidan Potansiyeli (TRAP) Deneyi - Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesinin (TEAC) İncelenmesi

Total antioksidan potansiyeli tayini; Re ve arkadaşlarının (1999) geliştirdiği metoda göre yapılmıştır. Bu metod, mavi - yeşil renkli dayanıklı bir bileşik olan ABTS radikal katyonunun ($ABTS^{\bullet+}$) giderilmesi sonucunda, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. $ABTS^{\bullet+}$, 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiozin-6 sulfonik asit) amonyum tuzunun ($ABTS^{2-}$) persülfatla oksidasyonu sonucu meydana gelmektedir.

Distile suda 7 mM ABTS amonyum tuzunun çözülmesi, 2.45 mM potasyum persülfatla reaksiyona sokulması ile hazırlanan $ABTS^{\bullet+}$ stok çözeltisi, oda sıcaklığında koyu mavi bir renk meydana gelmesini sağlamak için 12-16 saat bekletilmiştir. Deney gününde, $ABTS^{\bullet+}$ stok çözeltisi, 734 nm'de absorbansı 0.70 (± 0.02) olacak şekilde % 96'lık etanol ile seyreltilerek $ABTS^{\bullet+}$ çalışma çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiden 990 µl'nin; 10 µl mantar ekstraktı (2.5-40 mg/ml), α-tokoferol (0.08–1.25 mg/ml) veya askorbik asite (0.08–0.625 mg/ml) ilave edilmesi ile renkte meydana gelen azalma,

spektrofotometrik olarak 734 nm'de 6. dakikada ölçülmüştür. Diğer taraftan negatif kontrol deneyleri, ekstrakt veya standart çözeltileri yerine, aynı miktarda % 96'lık metanol kullanılması suretiyle gerçekleştirilmiştir.

$ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu giderici aktivitesi yüzdesi, aşağıda verilen denkleme göre hesaplanmıştır:

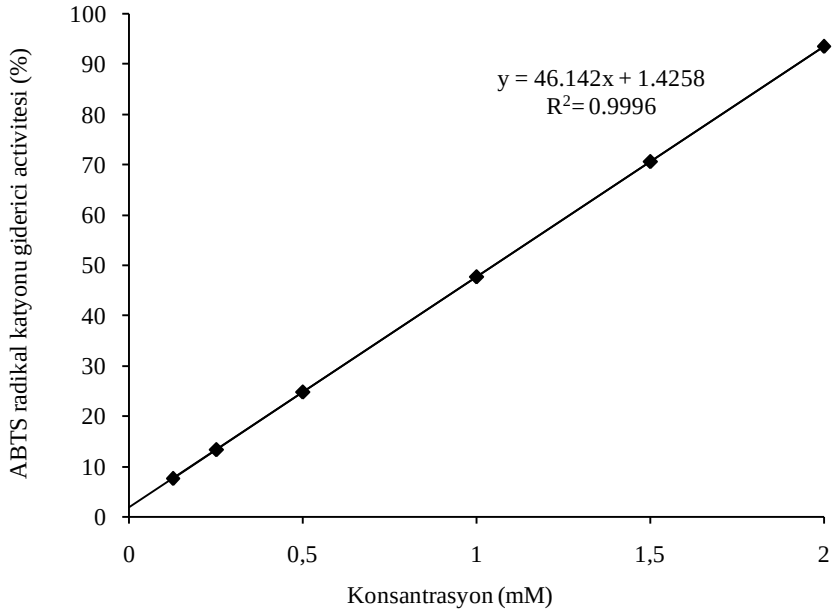
$$\text{ABTS radikal katyonu giderici aktivitesi (\%)} = (1 - \frac{\text{Ekstrenin 734 nm'deki absorbansı}}{\text{Kontrolün 734 nm'deki absorbansı}}) \times 100$$

Bütün mantar örneklerinden elde edilen metanolik ekstraktlarla gerçekleştirilen $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderme aktivitesinde, gerek mantar ekstraktlarının ve gerekse de standartların antioksidan aktivitelerini karşılaştırabilmek için efektif konsantrasyon (EC_{50}) değeri hesaplanmıştır. Antioksidanın EC_{50} konsantrasyonu (ekstraktın % 50 $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonunu giderici aktivitesi göstermesi için gerekli olan miktarı), absise antioksidan miktarı, ordinata % $ABTS^{\bullet+}$ radikali giderici aktivitesi verilerinin uygulanması ile çizilen eğrinin linear kısmından elde edilen regresyon denkleminden hesaplanmıştır. Düşük EC_{50} değeri yüksek antioksidan aktivitenin göstergesidir.

İnhibisyon yüzdeleri, troloks standart eğrisine ait değerlerle karşılaştırılmasıyla, 1 mM troloksun gösterdiği inhibisyon yüzdesine eşdeğer inhibisyon yüzdesi göstermesi için gerekli olan mantar ekstraktının konsantrasyonu hesaplanarak, bu TEAC değeri olarak ifade edilmiştir. Deneyler 3 kez tekrarlanarak ortalaması alınmıştır.

-Troloks Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi

Troloks standart eğri denkleminin elde edilmesi için önce, troloksun 10 mM'lık çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltinin 75 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.4) ile seyreltilmesiyle konsantrasyonları, 1.5 mM, 1 mM, 0.5 mM, 0.25 mM ve 0.125 mM olan çözeltiler elde edilmiştir. Çözeltilere TEAC deneyi uygulandıktan sonra renkte meydana gelen azalma spektrofotometrik olarak 734 nm'de 6. dakikada ölçülerek, troloksun $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu giderici aktivitesi yüzdeleri hesaplanmıştır. Deney 5 kez tekrarlanmış ve bulunan değerlerden, en küçük kareler yönteminin uygulanmasıyla troloks standart eğrisi çizilerek regresyon denklemi elde edilmiştir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Troloks standart eğrisi ve regresyon denklemi

3.2.2.4. DPPH Radikali Giderici Aktivitesi Tayini

DPPH radikali giderici aktivitesi tayini, Brand-Williams ve arkadaşları (1995) tarafından geliştirilen metoda göre yapılmıştır.

Mantar örneklerinden hazırlanan metanolik ekstraktlardan (2.5-40 mg/ml) veya α-tokoferol (0.04–1.25 mg/ml) ve askorbik asitten (0.02–0.625 mg/ml) 0.1 ml alınarak, bunlara 3.9 ml $DPPH^{\bullet}$'ın metanoldeki çözeltisi (6×10^{-5} M) ilave edilmiştir. Karışım 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra, absorbanslar 517 nm'de spektrofotometrede, metanole karşı okunmuştur. Pozitif ve negatif kontroller, paralel olarak çalışılmıştır. Pozitif kontrolde ekstraktın yerine standart (α-tokoferol ve askorbik asit), negatif kontrolde ise çözücü (metanol) kullanılmıştır. Deney 3 kez tekrarlanmış ve ortalaması alınmıştır.

$DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi, aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır:

$$\text{DPPH radikali giderici aktivitesi}\,(\%) = (1 - \frac{\text{Ekstrenin 517nm'deki absorbansı}}{\text{Kontrolün 517 nm'deki absorbansı}}) \times 100$$

Bütün mantar örneklerinden elde edilen metanolik ekstraktlarla gerçekleştirilen $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesinde, gerek mantar ekstraktlarının ve gerekse de standartların antioksidan aktivitelerini karşılaştırabilmek için efektif konsantrasyon (EC_{50}) değeri hesaplanmıştır. Antioksidanın EC_{50} konsantrasyonu (ekstraktın % 50 $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi göstermesi için gerekli olan antioksidan miktarı), absise antioksidan miktarı, ordinata % $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi verilerinin uygulanması ile çizilen eğrinin linear kısmından elde edilen regresyon denkleminden hesaplanmıştır. Düşük EC_{50} değeri yüksek antioksidan aktivitenin göstergesidir.



Şekil 3.9. $DPPH^{\bullet}$ çözeltisinin hazırlanması

3.2.2.5. Ferri İyonu Redükleyici Antioksidan Potansiyeli (FRAP) Deneyi

FRAP deneyinde oksidan olarak Fe (III) tuzları $[Fe\ (III)\ (TPTZ)_2]^{3+}$ kullanılmıştır. Fe (III) tuzlarının redoks potansiyeli ~ 0.70 V'dur ve $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonunun redoks potansiyeline çok yakındır (0.68 V). TEAC ve FRAP değerleri genellikle birbirine çok yakın olması nedeniyle, bu 2 deneyin arasındaki fark; TEAC deneyinin nötral pH'da, FRAP deneyinin ise asidik ortamda (pH 3.6) yapılmasıdır.

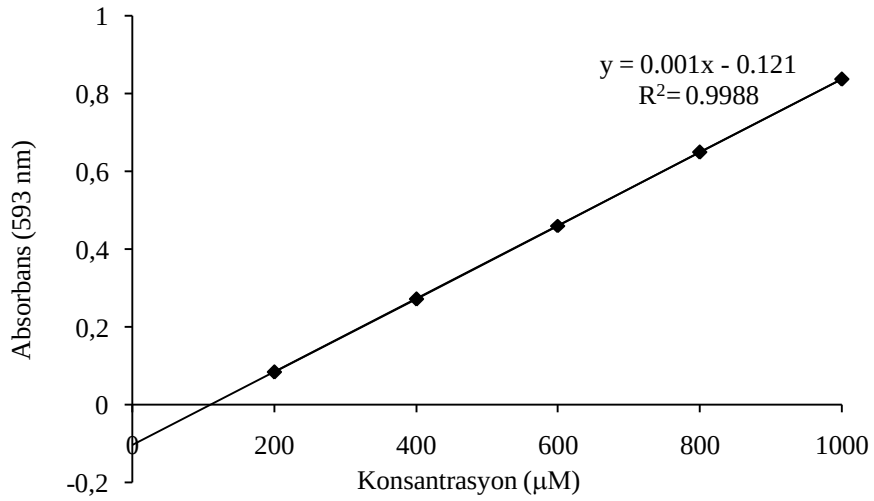
FRAP deneyi, Benzie ve Strain (1996) metoduna göre yapılmıştır. FRAP ayıracı; 2.5 ml 10 mM TPTZ'nin 40 mM HCl'deki çözeltisinin, 2.5 ml 20 mM $FeCl_3.6H_2O$ ve 25 ml 0.3 M asetat tamponunun (pH 3.6) karıştırılması ile hazırlanmıştır. FRAP ayıracındaki Fe (III) konsantrasyonu 1.67 mM, TPTZ

konsantrasyonu ise 0.83 mM'dır. Her gün taze hazırlanan ve 37 ^{o}C'de inkübe edilen FRAP ayıracının 900 µl'si, 90 µl distile su ve 30 µl ekstrakt (2.5-40 mg/ml) veya standart olarak kullanılan α-tokoferol (0.08–1.25 mg/ml) ve askorbik asit (0.04–0.625 mg/ml) (kör hazırlanırken distile su) ile karıştırılarak absorbans artışı 4. dakikada 593 nm'de spektrofotometrede ayıraç körüne karşı ölçülmüştür. Ekstraktın $\triangle A_{593nm}$ değeri, $FeSO_4.7H_2O$ (200-1000 µM) ile hazırlanan standart eğrisine ait $\triangle A_{593nm}$ değerlerle karşılaştırılmak suretiyle, FRAP değeri (mM/l Fe^{2+}), 1 mM Fe (III)'ün Fe (II)'e indirgenmesi olarak ifade edilmiştir. Deney 3 kez tekrarlanarak ortalaması alınmıştır.

Efektif konsantrasyon (EC_{50}) değerleri de hesaplanmıştır. İndirgeyici güç için EC_{50} değeri, absise antioksidan miktarı, ordinata inhibisyon yüzdeleri verilerinin uygulanması ile çizilen eğrinin linear kısmından elde edilen regresyon denkleminden hesaplanmıştır. Düşük EC_{50} değeri yüksek antioksidan aktivitenin göstergesidir.

-$FeSO_4.7H_2O$ Standart Eğri Denkleminin Elde Edilmesi

$FeSO_4.7H_2O$ standart eğri denkleminin elde edilmesi için önce $FeSO_4.7H_2O$'ın 1000 µM'lık çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltinin distile su ile seyreltilmesiyle konsantrasyonları; 800 µM, 600 µM, 400 µM ve 200 µM olan çözeltiler elde edilmiştir. Çözeltilere, FRAP deneyi uygulandıktan sonra, oluşan renklerin absorbansları 4. dakikada 593 nm'de köre karşı ölçülmüştür. Deney 5 kez tekrarlanarak, bulunan değerlerden, en küçük kareler yönteminin uygulanmasıyla, $FeSO_4.7H_2O$ standart eğrisi çizilmiş ve böylece regresyon denklemi elde edilmiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. $FeSO_4.7H_2O$ standart eğrisi ve regresyon denklemi

3.2.3. Antimikrobiyal Aktivite Tayini

Çalışmanın bu kısmında; 7 tür makrofungusun, farklı lokasyonlardaki örneklerinden hazırlanan metanolik ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. Hazırlanan metanolik ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi; 1 maya ve 7 bakteri türüne karşı (Çizelge 3.2.), minumum inhibitör konsantrasyon (MİK) değeri, Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI; 2002,2006) kriterleri doğrultusunda, Mikrodilüsyon Yöntemi ile saptanmıştır. Bu şekilde, çalışılan mantar ekstraktlarının antibakteriyal ve antifungal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan test mikroorganizmaları

Test Mikroorganizmaları		Suş Numarası
Bakteri	*Staphylococcus aureus*	ATCC 29213
	Staphylococcus epidermidis	ATCC 12228
	Pseudomonas aeruginosa	ATCC 27853
	Escherichia coli	ATCC 25922
	Proteus mirabilis	ATCC 14153
	Klebsiella pneumoniae	ATCC 4352
	Enterococcus faecalis	ATCC 29212
Maya	*Candida albicans*	ATCC 10231

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan mikroorganizmaların inokulumu, kullanılan bakteriler için Mueller-Hinton broth (Difco, Detroid, USA) besiyerindeki 4-6 saat'lik kültürlerinden $5x10^5$ kob/ml (koloni oluşturan birim); *Candida albicans* ATCC 10231 için ise RPMI-1640 (Sigma) besiyerindeki 24 saat'lik kültüründen $0.5\text{-}2.5x10^3$ kob/ml olacak şekilde hazırlanmıştır. Ekimi yapılmış mikroplaklar; bakteriler için 35 ^oC'de 18-24 saat, *Candida albicans* için ise 35 ^oC'de 48 saat süreyle inkübe edilmiştir. Gözle görünür üremenin olmadığı, en düşük madde konsantrasyonu MİK değeri olarak değerlendirilmiştir. Bakteri için siprofloksasin ve maya için ise flukonazol standart antimikrobiyal test maddeleri olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Antibakteriyal ve antifungal aktiviteleri için elde edilen sonuçlar, CLSI kriterleri doğrultusunda bulunmuştur (CLSI 2010).

3.2.4. Sitotoksik Etki Tayini

3.2.4.1. Mitokondriyal Süksinat Dehidrojenaz Tayini (MTT Testi)

Bu deneyin prensibi; test, canlı hücrelerde MTT bileşiğinin tetrazolyum halkasının mitokondriyal bir enzim olan süksinat dehidrojenaz ile formazana dönüşmesi esasına dayanır. Soluk sarı renkli MTT, tetrazolyum halkasının parçalanması sonucu suda çözünmeyen koyu mavi-mor renkli formazan kristallerine dönüşür. Canlı ve mitokondriyal fonksiyonları bozulmamış hücreler mavi-mor renkli formazan ürününü oluştururken, ölü ve mitokondriyal fonksiyonu bozulmuş hücreler mavi-mor renkli formazan ürününü oluşturmaz. Oluşan mavi-mor renkli kristaller dimetilsülfoksit ile çözündürülerek oluşan rengin şiddeti spektrofotometrede ölçülür. Böylece, hücre canlılığındaki değişim, formazan miktarında da değişime neden olur ve spektrofotometrik olarak elde edilen değer, % 100 canlılığı gösteren değer ile kıyaslanarak test maddesinin sitoksisitesi belirlenir (Alley ve ark. 1988, Van-Meerloo ve ark. 2011).

MTT çözeltisi: 5 mg MTT, 1 ml divalent katyonları (Ca^{++} ve Mg^{++}) içermeyen fosfat tampon çözeltisi (CMF-PBS) (pH=7.0) içerisinde çözündürülmüştür. Çözelti 4 °C'de karanlıkta saklanmıştır.

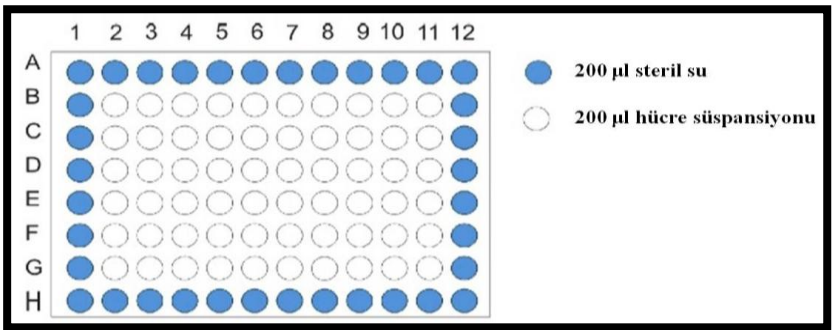
HeLa *hücre kültürü için serumlu medyum:*10 ml inaktive edilmiş FBS (% 10), 1 ml penisilin (100 U) / streptomisin (100 µg/ml) çözeltisi (% 1) DMEM (düşük glukozlu) besiyeri ile 100 ml'ye tamamlanarak hazırlanmıştır.

Hücre Kültürünün Hazırlanması; Çalışmada İ.Ü. DETAE Genetik Anabilim dalından tedarik edilen HeLa hücre dizisi kullanılmıştır. Deneyler İ.Ü. Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı Hücre Kültürü Laboratuarı'nda Doç. Dr. Gül ÖZHAN'ın katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Hücre Kültürünün Devamlılığının Sağlanması (Pasajlama); HeLa hücreleri serumlu medyum içerisinde 37 ^{o}C'de % 5 CO_2'li inkübatörde inkübe edilmiştir. Hücre dizisinin devamlılığının sağlanması için pasajlama işlemi ortalama haftada 2 kez tekrarlanmıştır. Hücrelerin sayımı tripan mavisi testi ile yapılmıştır. Test, canlı hücrelerin tripan mavisi boyasını hücre içine almazken, ölü hücrelerin bozulmuş hücre membranlarından boyayı hücre içerisine alabilmeleri esasına dayanmaktadır. Işık mikroskobu ile incelendiğinde; canlı hücrelerin sadece membranları mavi renkli gözlenirken, ölü hücreler ise tamamıyla mavi renge boyanmış halde gözlenmektedir.

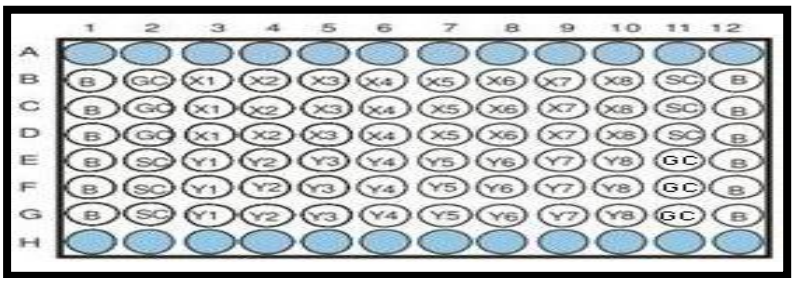
MTT Sitotoksisite Testi

96 Kuyucuklu Mikroplakalarda Hücre Kültürlerinin Hazırlanması: Çalışmada HeLa hücreleri için her bir kuyucukta 200 µl medyum içinde 10^5 hücre olacak şekilde 24 saatlik kültür fazları uygulanmıştır (Şekil 3.11.). Kuyucuk sayısı 96 olan mikroplaka, 37 ^{o}C'de % 5 CO_2 içeren nemlendirilmiş inkübatörde 24 saat süre ile inkübe edilmiştir.



Şekil 3.11. 96 kuyucuklu mikroplakaya hücre ekimi

Hücre Dizilerinin Test Bileşiklerine Maruziyeti: MTT Testi için 96 kuyucuklu maruziyet mikroplakasının hazırlanışı Şekil 3.12.'de gösterilmiştir. Bu çalışmada, 24 saatin sonunda 8 kanallı otomatik pipet kullanılarak, kültür medyumu kuyucuklardan uzaklaştırılmıştır. Kuyucuklara 50 µl PBS ilave edilerek yıkanmıştır. Her bir kuyucuğa 180 µl taze medyum eklendikten sonra, MTT testi için 20 µl test maddesi ½ oranında seyreltilerek giden konsantrasyonlarda kuyucuklara tatbik edilmiştir. Sitotoksisite testlerinde; 8 konsantrasyon, her konsantrasyon için 4 tekrar ve aynı düzende 2. farklı bir günde çalışılmak üzere toplam 8 kere tekrar yapılmıştır.



Şekil 3.12. MTT testi için 96 kuyucuklu maruziyet mikroplakasının hazırlanışı
A+H sıraları: Steril bidistile su
B: Kültür medyumu + hücresiz solvent (negatif kontrol)
GC: Kültür medyumu + hücreler (hücre büyüme kontrolü)
SC: Kültür medyumu + hücreler + solvent (solvent kontrolü)
X1…..X8: Kültür medyumu + hücre + X bileşiğinin 8 farklı konsantrasyonu
Y1…..Y8: Kültür medyumu+hücre + Y bileşiğinin 8 farklı konsantrasyonu

Test Protokolü: Test maddeleri ile 37 °C'de % 5 CO_2'de 24 saat süre ile inkübe edilen hücre hattını içeren 96 kuyucuklu mikroplakanın her kuyucuğuna 20 µl MTT çözeltisi eklenmiştir. Santrifüjde 150 rpm'de 5 dk çalkalandıktan sonra, 1 saat süre ile 37 °C'de inkübe edilmiştir. Kuyucuklardaki üstteki sıvı atıldıktan sonra, kuyucuklara 100 µl DMSO ilave edilmiştir. Santrifüjde 150 rpm'de 5 dakika süreyle çalkalanmıştır. Oluşan rengin şiddeti 590 nm'de (670 nm referans dalga boyuna karşı) ölçülmüştür. Test edilen bileşikler ile solvent kontrol grubunun absorbans değeri kıyaslanarak % cinsinden ölen hücre sayısı (İnhibisyon konsantrasyonu, IC) hesaplanmıştır.

Sonuçların Değerlendirilmesi: Test örneği yerine test maddesinin çözeltisini içeren kuyucukların (solvent kontrollerin) absorbans değerleri % 100 canlılığı

göstermektedir. Solvent kontrollerin 96 kuyucuklu mikroplakanın sağ ve sol kenarında bulunmaları sistematik hataların belirlenmesini sağlamaktadır. Testin anlamlı olabilmesi için, sağ ve sol taraftaki solvent kontrollerin ortalamaları ile tüm solvent kontrollerin ortalamaları arasında % 15'den fazla fark olmaması gerekmektedir.

Bu deneyde kullanılan solventin (DMSO) ortamdaki oranı % 1 olarak belirlenmiştir. Bu oranlarda, hücreler üzerine sitotoksik etki göstermediği belirlenmiştir. MTT testi için 590 nm'deki absorbanslar, 690 nm referans dalga boyuna karşı ölçülmüştür. Her solvent, kontrol ve örnek absorbansından kör absorbansı çıkarılarak düzeltilmiş absorbans değerleri elde edilmiştir. Bir mikroplakadaki tekrarlar için absorbans değerlerinin ortalaması alınarak hesaplama yapılmıştır. Relatif inhibisyon aktivitesi (IC) solvent kontolünün yüzdesi olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

% inhibisyon = 100 - (düzeltilmiş ort. OD_{madde} x 100 / düzeltilmiş ort.$OD_{solvent/pozitif\ kontrol}$)

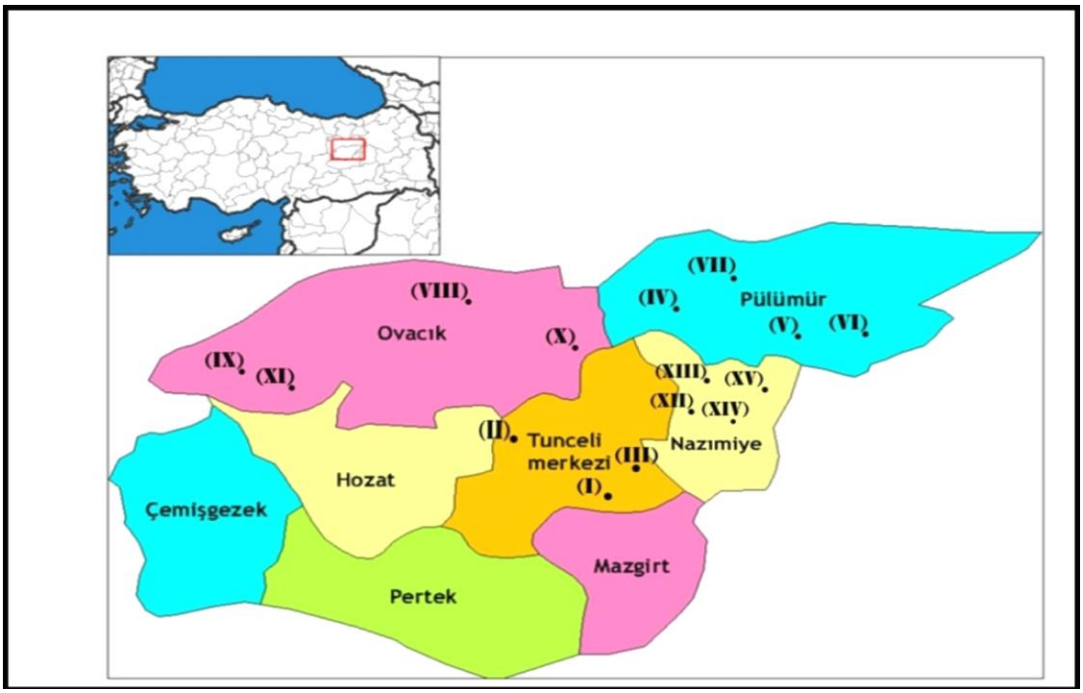
MTT test için solvent kontrol kullanılarak % canlılık hesaplanmıştır. Maruziyet konsantrasyonuna karşı % inhibisyon eğrisi çizilmiştir. Eğriden % 50 inhibisyona karşılık gelen konsantrasyon IC_{50} olarak belirlenmiştir.

3.3. Veri Analizleri

Çalışılan bütün mantar türlerinden elde edilen metanolik ekstraktların; antioksidan aktivite ve antioksidan bileşiklerin miktar tayini analizleri sonucunda, SPSS 18 paket programı kullanılarak, mevcut datalar varyans analizine tabi tutulmuştur. Her bir tekerrürü oluşturan veriler, 3 alt tekerrürün ortalamasından oluşmuştur. Elde edilen her bir tekerrür, istatistik analizin yapılmasında kullanılmıştır. Tek Yönlü Anova ile türler, İki Yönlü Anova testi ile de aynı lokasyonlar gruplandırılarak, aynı özellik bakımından hem tür hem de bölge kıyaslaması yapılmıştır. Sitotoksik etki araştırması sonucu, yapılan deneylerden elde edilen veriler doğrultusunda gruplar arası farkın anlamlılık derecesi; Student t-testi ile belirlenmiştir. Sonuçlar arasındaki fark, $p<0.05$ düzeyinde olduğu zaman, önemli kabul edilmiştir.

4.1. Arazi Çalışması Sonucu Ulaşılan Makrofungus Türleri

Bu bölümde, arazi çalışması sonucu belirlenen makrofungusların; morfolojik özellikleri, ekolojik istekleri ve yöredeki dağılımları kısaca açıklanmıştır. Ayrıca 7 farklı makrofungus türünün toplandığı bölgeler harita üzerinde kodlanmıştır (Şekil 4.1.). İki Yönlü Varyan Analizi Testi ile bölgeler arasındaki farklılığı belirleyebilmek için her bir tür, 3 ayrı bölgeden toplanmıştır. Aynı bölgelerden toplanan türler gruplandırılarak deneme modeli oluşturulmuştur.



Şekil 4.1. Arazi çalışması sonucu ulaşılan makrofungusların harita üzerindeki yetişme yerleri (*), (**)

* I. Kocakoç Köyü, II. Karşılar Köyü, III. Güleç Köyü, IV. Kocatepe Köyü, V. Çobanyıldızı Köyü, VI. Balpayam Köyü, VII. Ardıçlı Köyü, VIII. Akyayık Köyü, IX. Yenikonak Köyü, X. Yalmanlar Köyü, XI. Cevizlidere Köyü, XII. Büyükyurt Köyü, XIII. Dokuzkaya Köyü, XIV. Sarıyayla Köyü, XV. Yaylacık Köyü

**I., II. ve III. bölgelerden *Morchella esculenta, Morchella vulgaris* ve *Amanita vaginata*,
IV., X ve XIII. bölgelerden *Langermannia gigantea,*
V., VIII. ve XII bölgelerden *Agaricus campestris*,
VI., IX. ve XIV. bölgelerden *Pleurotus eryngii var. ferulae*
VII., XI. ve XV. bölgelerden *Pleurotus eryngii var. eryngii* toplanmıştır.

4.1.1. *Morchella vulgaris*

Takım: *Pezizales*

Familya: *Morchellaceae*

Şapka bal peteği şeklinde, girintili ve çıkıntılı, koni görünümünde, üzerinde genelde dikdörtgen şeklinde oyuklar bulunmaktadır. Genelde etli kısmının rengi gri kahverengi tonlarındadır. Sap genel olarak silindir şeklinde, içi oyuk, tabana doğru daha kalın, beyazımsı veya krem renkte, uzunlamasına hifli yapıda ve üzeri çok ince toz şeklinde pürüzlü yapıdadır. Sporları renksizdir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. *Morchella vulgaris*'in askokarpı (Karşılar Köyü-Munzur Vadisi-Merkez / 20.04.2012)

Hoşa giden tat ve kokuya sahiptir. Kızılçam ormanı açıklarında, kalkerli topraklarda, kısa çimler arasında yetiştiği bildirilmiştir (Jordan 1995). Araştırma bölgemizde; Nisan ayının ortalarında, nehir kenarlarında ve kısa çimler arasında yetiştiği tespit edilmiştir. Literatüre (Breitenbach ve Kranzlin 1984) göre; yenilebilen bir mantar türüdür. Ancak araştırma yaptığımız Tunceli çevresinde, yöredeki halkla

yaptığımız yüz yüze görüşmelerde, bu türün yenen mantar olarak tanınmadığı için tüketilmediği görülmüştür.

Türkiye'de de, birçok bölgede, ticari amaçla yerel halk tarafından doğadan toplanarak satıldığı bilinmektedir. Hatta bu türün kurutularak ihraç edildiği de bilinmektedir.

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi, Merkeze bağlı Güleç Köyü civarında, Pülümür Çayı kenarlarında, merkeze bağlı Kocakoç Köyü, Pah Köprüsü civarında, Pülümür Çayı kenarlarında ve merkeze bağlı Karşılar Köyü civarında, Munzur Çayı kenarlarında, toprak üzerinde kısa çimler arasında yetiştiği tespit edilmiştir.

4.1.2. *Morchella esculenta*

Takım: *Pezizales*

Familya: *Morchellaceae*

Fruktifikasyon organı çok değişken büyüklüklerde, konik veya oval şekilde, gençlerde sarı, ileriki safhalarda ise hafif kahverengi renkte, üzeri bal peteği görünümünde, farklı şekillere sahip poligonal biçimli, girintili ve çıkıntılı yapıdadır. Etli kısım ince, elastiki yapıda ve hoş bir tada ve kokuya sahiptir. Sap genel olarak silindir şeklinde, içi oyuk, tabana doğru daha kalın, beyazımsı veya krem renkte, uzunlamasına hifli yapıda ve üzeri çok ince toz şeklinde pürüzlü yapıdadır. Spor tozları sarımsı krem renktedir (Şekil 4.3.).

M. esculenta, genelde kızılçam ormanlarında (Işıloğlu 1992) ve geniş yapraklı ağaçların oluşturduğu karışık ormanlarda (Jordan 1995) görülmektedir. Genelde gruplar haline yetişmektedir.

Avrupa'da en iyi bilinen ve tüketilen mantar türüdür (Lawrence ve Harniess 1990). Ancak yörede genel olarak halk tarafından tanınmadığı için tüketilmemektedir. Bu türü tanıyan ve çok az sayıda olan yöre insanı, bu mantara; 'Kuzu Göbeği' demektedir.



Şekil 4.3. *Morchella esculenta*'nın askokarpları (Güleç Köyü-Erdemli Mezrası-Merkez / 14.04.2012)

Araştırma çevresinde, Nisan ayının ortalarında, kavaklık alanlarda, nehir, çay kenarlarında ve killi-kumlu arazide yetiştiği tespit edilmiştir.

Merkeze bağlı Güleç Köyü civarında, Pülümür Çayı kenarlarında, merkeze bağlı Kocakoç Köyü, Pah Köprüsü civarında, Pülümür Çayı kenarlarında ve merkeze bağlı Karşılar Köyü civarında Munzur Çayı kenarlarında (Şekil 4.1.), kısa çimler arasında yetiştiği tespit edilmiştir.

4.1.3. *Langermannia gigantea*

Takım: *Lycoperdales*

Familya: *Lycoperdaceae*

Fruktifikasyon organı düzensiz yuvarlağımsı, yüzeyde yer yer içe çöküntüler görülmektedir. Yörede bu mantarın maksimum 8 kg ağırlığında bazidiokarpına rastlanmıştır. Tabanda kısa sap benzeri misel topluluğu ile zemine tutunmaktadır. Kabuk şeklinde ekzoperidyumları gençken krem beyaz, sonra grimsi sarı renge dönmektedir. Yüzey gençken incedir, gelişme ilerledikçe çatlaklar oluşmaktadır. Gleba

gençken beyaz, sünger gibi yumuşak ve içi dolgundur. Sporları gençken beyaz, olgunlaştıkça kahverengileşir. Kokusu biraz ağır ve tatlımsıdır (Şekil 4.4.). Literatüre (Breitenbach ve Kranzlin 1986, Ellis ve Ellis 1990, Gerhardt 1997) göre yenen bir türdür. Tunceli çevresinde yüz yüze görüşme yapılan yöre insanının bu türü, "Ayı Mantarı" ismi ile tanıdığı ve yenen bir mantar olduğunu bilmediğinden dolayı tüketmediği görülmüştür.



Şekil 4.4. *Langermannia gigantea*'nın bazidiokarpları (Kocatepe Köyü–Pülümür / 18.05.2012)

Pülümür ilçesine bağlı Kocatepe Köyü civarında, Ovacık ilçesine bağlı Yalmanlar Köyü civarında ve Nazımiye ilçesine bağlı Dokuzkaya Köyü civarında (Şekil 4.1.) toplanmıştır. Araştırma bölgesinde, yaklaşık 1000-1500 m arasındaki rakımda, çimler arasında, genellikle Mayıs-Haziran aylarında, mevsim koşulları uygun olduğu zaman yetiştiği tespit edilmiştir.

4.1.4. *Agaricus campestris*

Takım: *Agaricales*

Familya: *Agaricaceae*

Fruktifikasyon organı genç mantarlarda yarı küresel, ileriki safhalarda ise konvekstir. Gençken beyaz renkte olan şapka, ilerleyen dönemlerde kirli beyaza, daha sonra da açık kahverengine döner ve üzeri kahverengi pulludur. Şapka kenarları uzun süre lamellere doğru kıvrık kalır, şapkanın üzerinde velum artıkları bulunur. Eti beyaz, ezilince hafif pembemsidir. Hoş tada ve mantarımsı kokuya sahiptir. Sap silindirik yapılı ve beyaz renklidir. Başlangıçta etli iken yaşlanınca içi boşalır. Kısmi zar derimsi, beyaz, sap üzerinde kısa sürede kaybolan ince bir annulus bırakır. Spor baskısı kahverengidir (Phillips 1981). Lameller başlangıçta velum tarafından örtülü olduğu dönemde açık pembe, gelişmeye paralel olarak pembe, çikolata kahverengimsi ve en sonunda da siyaha döner. Kadifemsi bir görünümdedir (Şekil 4.5.).

Literatüre (Anderson ve Fellers 1942, Guha ve Banerjee 1973, Öder 1988) göre yenen ve tercih edilen türlerden biridir. Araştırma çevresinde, genel olarak yöre halkı tarafından tanınmamakta ve dolayısıyla da tüketilmemektedir.

Genellikle organik atıklarca zengin çayırlar, meralar ve tarlalarda yetişir. Özellikle hayvan gübresinin bol olduğu yerlerde yetişmektedir (Moser 1983, Breitenbach ve Kranzlin 1991). Çalışma alanımızda çayırlıklarda ve yüksek rakımlı otlu habitatlarda tespit edilmiştir.

Pülümür ilçesine bağlı Çobanyıldızı Köyü civarında, Ovacık ilçesine bağlı Akyayık Köyü civarında ve Nazımiye ilçesine bağlı Büyükyurt Köyü civarında (Şekil 4.1.), yükseltinin fazla olduğu bölgelerde ve toprak üzerinde kısa çimler arasında yetiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. *Agaricus campestris*'in bazidiokarpları (Büyükyurt Köyü-Nazımiye / 24.05.2012)

4.1.5. *Amanita vaginata*

Takım: *Agaricales*

Familya: *Amanitaceae*

Şapka genç mantarlarda oval, olgun mantarlarda düz, merkezi belirgin unbolu, kenarları belirgin çizgilidir. Fruktifikasyon organı gri, kahverengi, bazen daha koyu veya açık renktedir. Velumu beyazdır ve bazen şapka üzerinde beyaz kalıntılar halinde görülür. Lamelleri serbest, sık, beyazımsı renktedir. Spor tozları beyazdır. Sap silindirik, beyazımsı, bazen de şapka ile aynı renktedir. Sapın içerisi boştur, şapkaya doğru incelir ve annulus taşımaz. Etli kısmı beyazdır, kendine has tadı ve kokusu mevcuttur (Şekil 4.6.).

Literatüre (Phillips 1981, Sesli 1994) göre yenilebilen bir türdür. Yöre halkı tarafından lezzetli bulunan ve tüketilen bir mantar türüdür. *A. vaginata,* İlkbahar ve Sonbahar aylarında, geniş yapraklı ağaçların altında, kırlarda ve nadiren de konifer ormanlarında yetişir (Sesli 1994, Jordan 1995). Araştırma çevresinde, meşe ağaçlarının

bulunduğu bölgelerde, ufak çakıl taşlarının olduğu meşelik arazide yetiştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, yöre halkı tarafından "Meşe Mantarı" olarak bilinmektedir.



Şekil 4.6. *Amanita vaginata*'nın bazidiokarpları (Kocakoç Köyü-Merkez / 28.05.2013)

Şekil 4.1.'de de görüldüğü gibi; merkeze bağlı Güleç, Kocakoç ve Karşılar Köyü civarında, meşe ağaçlarının bulunduğu bölgelerde, daha çok çakıllık alanlarda yetiştiği tespit edilmiştir.

4.1.6. *Pleurotus eryngii* (DC. Fr.) Quél.

Takım: *Agaricales*

Familya: *Pleurotaceae*

Pleurotus cinsi, şapka yapılarının midye kabuğu ve spatul benzeri, sap yapılarının ise eksantrik veya lateral olmalarından dolayı "istiridye mantarları (oyster mushroom)'' olarak adlandırılmaktadırlar (Gyorfi ve Hajdu 2007).

Şapka, başlangıçta konveks, sonra düz, daha sonra merkezi hafif çökerek huni şeklini alır. Kenarları ince, aşağı doğru kıvrık, genellikle kirli beyaz renkte, ileriki

dönemlerde hafif kahverengi renge dönüşebilir. Lameller dekurrent, önce beyaz renkte iken olgun örneklerde grimsi-kahverengi renge döner. Etli kısım kalın, sert veya elastiki yapıda olup tadı ve kokusu güzeldir. Sap, şapkaya az yandan, bazılarında ise lateral olarak bağlanır, içi dolu, sert, elastiki yapıda, tabana doğru incelir ve genellikle beyaz renktedir. Spor tozları leylak renktedir.

Genellikle yüksek dağ ve dağ eteklerinde yayılış gösteren *Eryngium*, *Heracleum*, *Ferula* ve *Laserpitum* gibi *Umbelliferae* türü bitkilerin önceki yıllardan kalan kök, gövde ve yaprak kalıntıları üzerinde yetişir (Phillips 1981, Buczacki 1989). *P. eryngii var. eryngii*'nin, doğa'da *Eryngium campestre* kalıntıları üzerinde (Gücin 1983, Granetti 1987), *P. eryngii var. ferulae*'nin ise, *Ferulae* sp. üzerinde doğal olarak yetiştiği tespit edilmiştir (Gücin 1983, Antonielli ve ark. 1986, Granetti 1987).

Araştırma bölgemizde, *P. eryngii var. eryngii*'nin *Prangos pabularia*'nın bir önceki yıldan kalan kök ve diğer kalıntıları üzerinde, *P. eryngii var. ferulae*'nin ise *Ferulae* sp.'nin bir önceki yıldan kalan kalıntıları üzerinde doğal olarak yetiştiği tespit edilmiştir. Yöre halkı, *Ferulae* sp.'ye "Çakşır, Çarçır, Kırkor, Kunkor Otu" isimlerini verdiği için, bu bitkinin kalıntıları üzerinde yetişen *P. eryngii var. ferulae*'ye de "Çakşır, Çarçır, Kırkor, Kunkor Mantarı" adını vermektedir. *Prangos pabularia*'ya da yörede "Heliz, Heloz Otu" dendiği için, *P. eryngii var. eryngii*'nin de yöredeki adı "Heliz, Heloz Mantarı" olarak geçmektedir.

Literatüre (Zadrazil 1978, Kalmar ve ark. 1989, Mau ve ark. 1998, Royse 1999, Manzi ve ark. 1999, Manzi ve ark. 2004, Kong 2004, Zervakis ve ark. 2014) göre yenen bir türdür. Ülkemizde Erzurum, Elazığ, Ağrı ve Van yörelerinden özellikle kırsal alanda yaşayan halk tarafından iyi tanındığı, sevilerek yendiği ve İlkbahar'da Mayıs-Haziran ayında, yöre pazarlarında satıldığı bildirilmiştir (Demirel 1993). Özellikle *P. eryngii var. ferula*e, Doğu Anadolu Bölgesi'nde çok iyi tanınan ve ilkbahar aylarında doğadan toplanarak yol kenarlarında, yörede, pazarlarda satılan lezzetli bir mantar türüdür. *P. eryngii var. ferulae* ve *P. eryngii var. eryngii*, genellikle rakımın 1000-3000 m olduğu sarp dağlık alanlarda, dağ yamaçlarında, bitki florasının fakir olduğu taşlık sarp arazilerde yayılış göstermektedir. Yükseltinin fazla olduğu sarp arazilerde yetişen bu mantar türleri toplayıcıları zorlamaktadır. *P. eryngii var. ferulae*'nin yöre halkı

tarafından tüketimi oldukça yaygınken, *P. eryngii var. eryngii*'nin yenilen bir tür olduğu bilinmediği için, bu mantar genel olarak yöre halkı tarafından tüketilmemektedir.

P. eryngii var. ferulae; Pülümür ilçesine bağlı Balpayam Köyü civarında, Ovacık ilçesine bağlı Yenikonak Köyü civarında ve Nazımiye ilçesine bağlı Sarıyayla Köyü civarında (Şekil 4.1.), yükseltinin 1500-3000 m olduğu bölgelerde, sarp ve engebeli arazide yetiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.7.).

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi, *P. eryngii var. eryngii;* Pülümür ilçesine bağlı Ardıçlı Köyü civarında, Ovacık ilçesine bağlı Cevizlidere Köyü civarında ve Nazımiye ilçesine bağlı Yaylacık Köyü civarında, yükseltinin 1500-2000 m olduğu bölgelerde, yamaçlarda ve düzlük alanlarda yetiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.8.).



Şekil 4.7. *Pleurotus eryngii var. ferulae*'nin bazidiokarpları (Yenikonak Köyü-Ovacık / 30.05.2012)



Şekil 4.8. *Pleurotus eryngii var. eryngii*'nin bazidiokarpları (Ardıçlı Köyü-Pülümür / 17.05.2013)

4.2. Mantar Ekstraktlarının Antioksidan Bileşikleri ve Antioksidan Aktiviteleri

Bu çalışmada, 7 mantar türünün 3 farklı lokasyonundaki örneklerinden hazırlanan metanol ekstraktlarının; demir ve askorbik asit ile indüklenmiş fosfatidilkolin lipozomlarının peroksidasyonunu inhibe edici (LPO), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil ($DPPH^{\bullet}$) serbest radikali giderici, $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu kullanılarak total radikal antioksidan potansiyeli (TRAP) ile troloks ekivalan antioksidan kapasitesi (TEAC) ve ferri iyonu redükleme antioksidan potansiyeli (FRAP) testleri ile antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Buna ilaveten, bu türlerin, toplam fenolik bileşik ve flavonoit miktarları da tespit edilmiştir. Ayrıca burada, toplam ekstrakte edilebilen madde miktarları da hesaplanmıştır. Böylece; doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluşturan fenolik maddelerin (fenolik bileşikler ve flavonoitler), mantardan ekstrakte edilebilen miktarları belirlenerek, bu değerler ile mantarlardaki antioksidan aktiviteleri arasındaki ilişkinin belirlenmesine çalışılmıştır.

4.2.1. Mantar Ekstraktlarının DPPH• Radikali Giderici Aktivitesi

Antioksidanlar, hidrojen atomu vericisi olarak etki gösterirler ve zincir oluşturan radikalleri daha az reaktif türlere dönüştürürler. Bu şekilde oluşan antioksidan radikali, oksijen atomu ile aromatik halka üzerindeki çiftleşmemiş elektronun yer değiştirmesiyle stabilize olur. Bu nedenle antioksidan moleküllerin, yapılarında genellikle fenolik fonksiyon taşıdıkları ve fenolik halkadaki hidroksil grubunun pozisyonun, antioksidan etkiden sorumlu olduğu bildirilmiştir (Rice-Evans ve ark. 1997).

Bu çalışmada, sentetik olan DPPH• radikalleri, incelenen mantar ekstraktlarının biyolojik sistemlerdeki hidrojen verici etkisini tayin etmek amacıyla kullanılmıştır. Türlere ait metanolik ekstraktların, DPPH• radikalini gidermeye başladıkları konsantrasyondan, bu radikali en yüksek düzeyde giderdikleri konsantrasyona kadarki yüzde inhibisyon değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Burada, metanolle hazırlanan mantar ekstraktlarının; yüksek konsantrasyonda (2.5-40 mg/ml) hidrojen atomu vericisi olarak etki gösterdiği görülmüştür. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi, *A. campestris*'in 3 farklı lokasyonundaki örneklerinden hazırlanan metanol ekstraktlarının DPPH• radikalini giderici yüzde inhibisyonu; 10 mg/ml'lik konsantrasyonda en yüksek değerine (% 92.40, % 94.79 ve % 93.76) ulaşmıştır. Buna karşılık olarak, diğer 6 türün ise bu değere, 40 mg/ml'de ulaştıkları belirlenmiştir. Ayrıca, mantar ekstraktlarının konsantrasyonundaki artışa paralel olarak, antioksidan aktivitenin de değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Çalışmanın bu kısmındaki bulgumuz, daha önceki çalışmalar (Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Sarıkürkcü 2009, Alam ve ark. 2012, Ahmad ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013, Li ve Shah 2014, Zhang ve ark. 2014, Woldegiorgis ve ark. 2014) tarafından da desteklenmektedir.

A. campestris'in 10 mg/ml'lik konsantrasyonda gösterdiği DPPH• radikali giderici yüzde inhibisyon değerinin; Çizelge 4.2.'de verilen askorbik asidin 0.16 mg/ml'de (% 91.02) ve Çizelge 4.3.'deki α-tokoferolün, 0.625 mg/ml'deki (% 91.73) değerine yakın olduğu saptanmıştır. Lee ve arkadaşları (2007); standart antioksidanların çok düşük konsantrasyonlarda bile aktif olduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da; standart antioksidan olarak kullanılan askorbik asit ve α-tokoferolün, düşük konsantrasyonlarda (0.16-0.625 mg/ml) çok yüksek radikal giderici aktivite gösterdiklerinin belirlenmesi, Lee ve arkadaşlarının (2007) bulguları ile paralellik

göstermektedir. Ayrıca, *A. campestris*'e ait 3 farklı lokasyondan toplanan örneklerindeki ekstraktların, düşük dozda (10 mg/ml) yüksek aktivite (% 92.40, % 94.79 ve % 93.76) göstermesinin önemli bir bulgu olduğunu düşünmekteyiz. Doğada 3 farklı lokasyondan toplanan örneklerin, yüksek düzeyde birbirine yakın aktivite göstermiş olması, bu türün biyolojik özelliğinden ileri gelmiş olduğunu düşündürmektedir. Bu nedenle *A. campestris*'in antioksidan madde kaynağı olarak, sentetik aktif antioksidanlar yerine kullanılması amacıyla, gerekli diğer testlerin de yapılması önerilebilir. Sonuç olarak, 7 farklı türden; *A. campestris*'in en yüksek, *P. eryngii var. ferulae*'nin ise en düşük DPPH$^{\bullet}$ radikali giderici yüzde inhibisyon değerine sahip olduğu Çizelge 4.1.'de görülmektedir. Bunun nedeninin de; *A. campestris*'in biyolojik özelliğine bağlı olarak, diğer türlere göre daha fazla miktarda antioksidan özellik gösteren bileşiklere sahip olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Bu çalışmada, kullanılan türlerin metanolik ekstraktlarının DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici yüzde inhibisyon değerleri ile başka çalışmalardaki (Mau ve ark. 2004, Dündar 2010, Kalyoncu ve ark. 2010, Mishra ve ark. 2013) aynı türlere ait misel ekstraktlarının değerleri karşılaştırıldığında, misel ekstraktlarının yüzde inhibisyon değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu araştırıcıların çalışmaları ile çalışmamızdaki sonuçların farklı olmasının nedeninin; mantarların farklı ekolojik koşullarda büyümesi, ekstraksiyon işleminde farklı çözücülerin kullanılması (Tsai ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Oke ve Aslım 2011) ve mantarların misel formu yerine bazidiokarplarının kullanılmasından (Mau ve ark. 2004, Dündar 2010, Kalyoncu ve ark. 2010, Reis ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013) kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca çalışmamızdaki DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici yüzde inhibisyon değerlerine ait bulgularımız; Gursoy ve arkadaşları (2009), Ahmad ve arkadaşları (2012), Yıldırım ve arkadaşları (2012) ile Alam ve arkadaşlarının (2012) aynı türe ait bulgularına göre daha düşük çıkmıştır. Bu çalışmadaki *A. campestris*'in DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici yüzde inhibisyon değeri (Çizelge 4.1.), Sarıkürkcü'nün (2009) aynı türe ait bulmuş olduğu değerden yüksek çıkmıştır. Yine aynı araştırıcının (Sarıkürkcü 2009), *M. esculenta*'ya ait bulmuş olduğu yüzde inhibisyon değeri, aynı türe ait bulgumuzdan (Çizelge 4.1.) yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara; mantarların toplama zamanının (Lin ve ark. 2014), ekstraksiyon işleminde farklı çözücülerin kullanılmasının (Tsai ve ark. 2007, Tsai ve

ark. 2009, Oke ve Aslım 2011), türlerin yetişme yeri ve toplama yerinin farklılığının (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) neden olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmada kullanılan türlere ait metanolik ekstraktların ve kullanılan standartların, $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivite testi sonucunda hesaplanan EC_{50} değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Bütün mantar türlerinin $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitelerinin, standart olarak kullanılan askorbik asidin ve α-tokoferolün aktivitelerinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca, türlere ait metanolik ekstraktların $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi arasındaki fark istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, hesaplanan EC_{50} değerlerine göre, mantar türleri arasında en yüksek antioksidan aktivite *A. campestris*'te (4.44 mg/ml), en düşük aktivite ise *L. gigantea*'da (34.52 mg/ml) belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, *M. esculenta, M. vulgaris* ve *A. vaginata*'nın $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitelerinin (Çizelge 4.4.) benzer çıktığı saptanmıştır ($p>0.05$). $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitede, *P. eryngii var. ferulae*'nin metanolik ekstraktının gösterdiği absorbans, negatif kontrolünkine yakın olduğu için, burada EC_{50} değeri hesaplanamamıştır. Bu nedenle de *P. eryngii var. ferulae*'den elde edilen sonuç varyans analizine tabii tutulamamıştır.

Çalışmamızın bu kısmından elde ettiğimiz bulgular, Pereira ve arkadaşları (2012) ile Woldegiorgis ve arkadaşlarınınkine (2014) yakın, Mau ve arkadaşları (2004), Heleno ve arkadaşları (2013) ile Lin ve arkadaşlarınınkine (2014) göre daha düşük çıkmıştır. Bu araştırıcıların çalışmaları ile bizim çalışmamızdaki sonuçların farklılığının; ekstraksiyon işleminde farklı çözücülerin kullanılması (Tsai ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Oke ve Aslım 2011), mantarların misel formu yerine taze örneklerinin kullanılması (Mau ve ark. 2004, Dündar 2010, Kalyoncu ve ark. 2010, Reis ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013) ve türlerin yetişme yerinin (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) ve toplama zamanının farklılığından (Lin ve ark. 2014) kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Lin ve arkadaşları (2014), şapka taslağının oluşumundan sonraki farklı hasat dönemlerinden elde edilen ekstraktların, birbirlerinden farklı fonksiyonel özellikler gösterdiklerini ve şapka taslağının oluşumundan sonra geçen zamanın, fenolik bileşen ve flavonoit miktarına etki ettiğini bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, ilk hasattan elde edilen ekstraktın, en yüksek $DPPH^{\bullet}$

radikalini giderici aktiviteye sahip olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, Gursoy ve arkadaşları (2009), *Morchella* cinsinin farklı türlerinin, değişik düzeylerde DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderdiklerini ve bunu da, türler arasındaki filogenetik farklılıkla açıklamışlardır. Çalışmamızda ise, bu cinse ait 2 farklı türün benzer antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4.).

Tsai ve arkadaşları (2009), *P. eryngii var. ferulae'*nin etanolik ekstraktında (4.55 mg/ml) DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitesini, sıcak su ekstraktına (22.9 mg/ml) oranla iyi düzeyde bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise, bu mantarın metanolik ekstraktının gösterdiği absorbans, negatif kontrolün absorbansına yakın çıktığı için, antioksidan aktivite; Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, belirlenememiştir. Belirttiğimiz araştırıcıların (Tsai ve ark. 2009) çalışmasının sonucu ile bizim çalışmamızdaki sonucun birbirinden farklı olmasının nedeni; öncelikle ekstraksiyon için kullanılan çözücülerin birbirinden farklı olmasından (Tsai ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Oke ve Aslım 2011), mantarların yetişme yeri (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) ve toplanma zamanından (Lin ve ark. 2014) kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir. Oke ve Aslım (2011), *P. eryngii'*nin matanolik ekstraktında DPPH$^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesini oldukça yüksek ($EC_{50=}$ 0.9 mg/ml) bulmuştur. Reis ve arkadaşları (2012) ise bu türün taze örneğindeki metanolik ekstraktın, misel ekstraktına oranla çok daha yüksek aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmamızda, *P. eryngii'*nin 2 farklı varyetesinin (*P. eryngii var. ferulae* ve *P. eryngii var. eryngii*), DPPH$^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi arasında farklılık görülmektedir (Çizelge 4.4.). Bu sonucun, aynı türün farklı varyeteleri asındaki biyolojik özelliklerin farklılığından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Buna bağlı olarak, diğer araştırıcıların (Oke ve Aslım 2011, Reis ve ark. 2012) belirttikleri ile çalışmamızdaki bulgular arasındaki fark, aynı türün varyete farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Bu çalışmada, DPPH$^{\bullet}$ radikalini giderme aktivitesi, diğer türlere göre daha yüksek çıkan (Çizelge 4.4.) *A. campestris'*de, fenolik madde miktarının (Çizelge 4.7.) da diğerlerine göre yüksek çıktığı görülmektedir. Daha önce yapılmış çalışmalarda (Rice-Evans ve ark. 1997, Duh ve ark. 1999, Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Gursoy ve ark. 2009, Wong ve Chye 2009, Dündar 2010, Pereira ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013) da; antioksidan aktivitede,

yapıda bulunan fenolik bileşenlerin, primer antioksidan olarak görev yaptığı ve türlerin antioksidan aktiviteleri ile içerdikleri fenolik bileşen miktarları arasında paralellik olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda; *A. campestris'*in en yüksek antioksidan aktivite göstermesinin, bu türün yapısında bulunan fenolik bileşiklerden kaynaklanmış olabileceği görüşü, diğer araştırıcıların (Rice-Evans ve ark. 1997, Duh ve ark. 1999, Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Gursoy ve ark. 2009, Wong ve Chye 2009, Dündar 2010, Pereira ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013) bulguları tarafından da desteklenmektedir.

Çizelge 4.5.'de, aynı türün farklı yerlerden toplanan örneklerinin, yetişme yerine bağlı olarak $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktivite testi sonucunda hesaplan EC_{50} değerleri Bölüm I ve Bölüm II'de verilmiştir. Aynı bölgeden toplanan türler aynı bölüm içinde verilerek, İki Yönlü Anova Testi'ne göre, tür özelliği ile yetişme yerinin, $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitesi üzerindeki sinerjik etkisinin olup olmadığı, istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Tür ve bölge faktörünün birlikte değerlendirildiği Çizelge 4.5.'in I. Bölüm'de gösterildiği gibi; $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivite bakımından, her 3 türün gösterdiği antioksidan aktivite arasındaki fark istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bulunmamıştır. Ancak, her 3 türde de yetişme yerine bağlı olarak, $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitelerinin değiştiği ve Kocakoç Köyü civarından toplanan örneklerin, diğer 2 bölgeden toplanan örneklerine oranla, daha fazla antioksidan aktivite gösterdikleri istatistiksel olarak ($p<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.5., I. Bölüm). Bunun yanında, diğer 2 bölgeden toplanan türlere ait örneklerin $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi arasındaki fark istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bulunmamıştır. Burada, yetişme yerinin farklılığının, mantarlardaki antioksidan aktivite üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Farklı bölgelerde yetişen *M. esculenta*'dan (Heleno ve ark. 2013) ve *P. eryngii*'den (Yıldırım ve ark. 2012) hazırlanan metanolik ekstraktların antioksidan aktivitesinin birbirinden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da, aynı türün farklı bölgelerden toplanan örneklerinin $DPPH^{\bullet}$ radikalini giderici aktivitesinin birbirinden farklı olması (Çizelge 4.5.), daha önce yapılmış çalışmalarla (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) uyumluluk göstermektedir. Dolayısıyla mantarların

yapısında bulunan antioksidan etkiye neden olan bileşenlerin, yetiştikleri ekolojik ortama bağlı olarak değişebileceğini düşünmekteyiz.

Çizelge 4.5.'in II. Bölüm'ünde ise; 4 türün de, istatistiksel olarak ($p<0.05$) farklı $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivite gösterdiği, ancak, her 4 türde de yetişme yerine bağlı olarak, $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktiviteleri arasındaki farkın, istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla da, farklı bölgelerden toplanan aynı tür mantar örneklerinin antioksidan aktivitelerinin benzer çıktığı saptanmıştır. Sonuç olarak, en yüksek antioksidan aktivite; *A. campestris*'in Pülümür, Ovacık ve Nazımiye çevresinden toplanan örneklerinde, en düşük aktivite ise yine aynı bölgelerden toplanan *L. gigantea* örneklerinde görülmüştür (Çizelge 4.5., II. Bölüm). Yıldırım ve arkadaşları (2012), *P. eryngii*'nin metanolik ekstraktı ile gerçekleştirdikleri $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesinde; Pülümür çevresinden toplanan örneğin, Ovacık çevresindekine göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir. Oysaki çalışmamızda, *P. eryngii*'nin bir varyetesi olan *P. eryngii var. eryngii*'nin, her 2 bölgeden toplanan örneklerinin benzer aktivite gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.5., II. Bölüm). Bu araştırıcıların (Yıldırım ve ark. 2012) çalışması ile çalışmamız arasındaki farkın; kullanılan aynı türe ait varyetenin biyolojik özelliklerinin farklılığından, yetişme yerinin çevresel koşullarından ve türlerin toplanma zamanından (Lin ve ark. 2014) kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

4.2.2. Mantar Ekstraktlarının Total Radikal Antioksidan Potansiyeli (TRAP) - Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesi (TEAC)

4.2.2.1. Total Radikal Antioksidan Potansiyeli (TRAP)

Bu çalışma, mavi-yeşil renkli dayanıklı bir bileşik olan ABTS radikal katyonunun ($ABTS^{\bullet+}$) giderilmesi sonucunda, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülerek belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada; test edilen mantar türlerinin $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonunu giderici aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir. Türlere ait metanolik ekstraktların, $ABTS^{\bullet+}$ radikalini gidermeye başladıkları konsantrasyondan, bu radikali en yüksek düzeyde giderdikleri konsantrasyona kadarki yüzde inhibisyon değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Ayrıca, mantar ekstraktlarının konsantrasyonundaki artışa paralel olarak, antioksidan aktivitenin

de değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Çalışmanın bu kısmındaki bulgumuz, daha önceki çalışmalar (Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Sarıkürkcü 2009, Kalyoncu ve ark. 2010, Alam ve ark. 2012, Ahmad ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013, Li ve Shah 2014, Zhang ve ark. 2014, Woldegiorgis ve ark. 2014) tarafından da desteklenmektedir.

M. esculenta (% 90.90-92.40-92.80), *M. vulgaris* (% 92.25-90.80-90.08) ve *A. campestris*'in (% 92.74-92.02-90.65) her 3 lokasyonundan elde edilen metanolik ekstraktların $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu giderici yüzde inhibisyonu, 20 mg/ml'de en yüksek değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.1.). Bunların radikal giderici aktivitelerinin, Çizelge 4.2.'deki askorbik asidin (% 93.16) 0.625 mg/ml'de ve Çizelge 4.3.'deki α-tokoferolün (% 94.5) 1.25 mg/ml'de gösterdikleri aktiviteye yakın olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla; iyi düzeyde radikal giderici aktiviteye sahip olduğu belirlenen bu türlere ait ekstraktların, mutajenik etki gösteren sentetik antioksidanlara (Namiki 1990, Skrinjar ve ark. 2007) alternatif olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Buna karşılık olarak, diğer türlere ait ekstraktların ise bu değere, 40 mg/ml'de ulaştıkları saptanmıştır (Çizelge 4.1.). Gursoy ve arkadaşları (2009) ile Kalyoncu ve arkadaşlarının (2010), *M. esculenta* ekstraktına ait bulmuş oldukları $ABTS^{\bullet+}$ radikal giderici yüzde inhibisyon değeri, bizim bulmuş olduğumuz değerden yüksek çıkmıştır. Bu araştırıcıların çalışmaları ile çalışmamız arasındaki farkın, ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücülerin farklılığından (Kalyoncu ve ark. 2010), türün yetişme yerinin çevresel koşullarından ve toplanma zamanından (Lin ve ark. 2014) kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmada kullanılan türlere ait metanolik ekstraktların ve kullanılan standartların, $ABTS^{\bullet+}$ radikali giderici aktivite testi sonucunda hesaplanan EC_{50} değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Mantar türlerinin ve standartların antioksidan aktivitelerinin karşılaştırıldığı Tek Yönlü Anova Testi'nden elde edilen sonuçlara göre, bütün mantar türlerinin $ABTS^{\bullet+}$ radikali giderici aktivitelerinin, standart olarak kullanılan askorbik asidin ve α-tokoferolün aktivitelerinden daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, hesaplanan EC_{50} değerlerine göre, mantar türleri arasında en yüksek antioksidan aktiviteyi, istatistiksel olarak benzer aktivite gösteren; *M. esculenta* (6.99 mg/ml), *M. vulgaris* (8.43 mg/ml) ve *A. campestris*

(8.14 mg/ml) göstermiştir. En düşük antioksidan aktivite ise *P. eryngii var. ferulae'*de (37.72 mg/ml) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5.'de, aynı türün farklı bölgelerden toplanan örneklerinin, yetişme yerine bağlı olarak $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderici aktivite testi sonucunda hesaplanan EC_{50} değerleri Bölüm I ve Bölüm II'de verilmiştir. Aynı bölgeden toplanan türler aynı bölüm içinde verilerek, İki Yönlü Anova Testi'ne göre, tür özelliği ile yetişme yerinin, $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderici aktivitesi üzerindeki sinerjik etkisinin olup olmadığı, istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Tür ve bölge faktörünün birlikte değerlendirildiği Çizelge 4.5.'in I. Bölüm'de gösterildiği gibi; $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderici aktivite bakımından, her 3 türün gösterdiği antioksidan aktivite arasındaki fark, istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Ancak, her 3 türde de yetişme yerine bağlı olarak, $ABTS^{\bullet+}$ radikali giderici aktivitelerinin değişmediği belirlenmiştir ($p>0.05$). Her 3 bölgeden ayrı ayrı toplanan *M. esculenta*'ya ait ekstraktların, en yüksek $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderme aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5., I. Bölüm).

Çizelge 4.5.'in II. Bölüm'ünde; istatistiksel olarak ($p<0.05$), yetişme yeri ve tür farklılığının antioksidan aktivite değerlerine etki ettiği ve her 3 türde de yetişme yerine bağlı olarak, $ABTS^{\bullet+}$ radikali giderici aktivitelerinin değiştiği tespit edilmiştir. Ovacık çevresinden toplanan örneklerin, diğer 2 bölgeden toplanan örneklerine oranla, daha fazla antioksidan aktivite gösterdikleri istatistiksel olarak ($p<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.5., II. Bölüm). Dolayısıyla, Ovacık çevresinden toplanan *A. campestris'*in en yüksek, Pülümür çevresinden toplanan *L. gigantea* örneklerinin ise en düşük antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır.

4.2.2.2. Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesi (TEAC)

TEAC değeri; 1 mM Troloks'un gösterdiği inhibisyon yüzdesine eşdeğer inhibisyon göstermesi için gerekli olan mantar ekstraktının konsantrasyonuna denir. Mantar türlerinin antioksidan kapasitesi, TEAC değeri (Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesi) olarak değerlendirilmiştir. Burada 1 TEAC; 1 mM/l troloks ekivalan test edilen mantar türünün veya pozitif kontrolün konsantrasyonu olarak ifade edilmiştir. TEAC değeri, ekstraktın hidrojen veya elektron verici etkisini yansıttığı için, yüksek

TEAC değeri yüksek antioksidan aktivitesinin göstergesidir. Re ve arkadaşları (1999), Rice-Evans ve arkadaşlarının (1999) yaptıkları analitik metot geliştirme çalışmaları ile ortaya çıkardıkları TEAC metodunun, gıda analizlerinde en çok tercih edilen metot olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada kullanılan türlere ait metanolik ekstraktların ve kullanılan standartların, 20 mg/ml'deki TEAC değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Mantar türlerinin ve standartların antioksidan aktivitelerinin karşılaştırıldığı Tek Yönlü Anova Testi'nden elde edilen sonuçlara göre; türlerin antioksidan aktiviteleri arasındaki farkın, istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olduğu saptanmıştır. *M. esculenta* (2.16 mM Trolox/l), *M. vulgaris* (2.15 mM Trolox/l) ve *A. campestris*'in (2.17 mM Trolox/l) $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonunu giderici aktivitesinin, Çizelge 4.2.'de 0.625 mg/ml'deki askorbik asid (2.17 mM Trolox/l) ve Çizelge 4.3.'de 1.25 mg/ml'deki α-tokoferol (2.22 mM Trolox/l) kadar etkin olduğu ve standartlarla benzer antioksidan aktivite gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). Bunun nedeninin de; bu türlerin biyolojik özelliğine bağlı olarak, diğer türlere göre daha fazla miktarda antioksidan özellik gösteren bileşiklere sahip olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Dolayısıyla; standartlarla benzer antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenen bu türlere ait ekstraktların, mutajenik etki gösteren sentetik antioksidanlara (Namiki 1990, Skrinjar ve ark. 2007) alternatif olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Bu çalışmada, en düşük antioksidan aktivite ise *P. eryngii var. ferulae*'de (0.69 mM Trolox/l) saptanmıştır (Çizelge 4.4.). Rice-Evans ve arkadaşları (1997), yüksek radikal giderici etkiye sahip olan flavonoitlerin TEAC değerlerinin; 1.9 mM Trolox/l'den yüksek olduğunu ve 1.5 mM Trolox/l değerini gösteren flavonoitlerin radikal giderici etkisinin ise düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumda; *M. esculenta* (2.16 mM Trolox/l), *M. vulgaris* (2.15 mM Trolox/l) ve *A. campestris*'in (2.17 mM Trolox/l) antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğunu, *P. eryngii var. ferulae* (0.69 mM Trolox/l), *L. gigantea* (0.9 mM Trolox/l) ve *P. eryngii var. eryngii*'nin (0.92 mM Trolox/l) ise düşük aktivite gösterdiğini söyleyebiliriz (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.5.'de, aynı türün farklı yerlerden toplanan örneklerinin, yetişme yerine bağlı olarak hesaplanan TEAC değerleri Bölüm I ve Bölüm II'de verilmiştir. Aynı bölgeden toplanan türler aynı bölüm içinde verilerek, İki Yönlü Anova Testi'ne göre,

tür özelliği ile yetişme yerinin, $ABTS^{\bullet+}$ radikalini giderici aktivitesi üzerinde sinerjik etkisinin olup olmadığı, istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Tür ve bölge faktörünün birlikte değerlendirildiği Çizelge 4.5.'in I. ve II. bölümünde gösterildiği gibi; her 2 bölümde de, aynı türün farklı bölgelerden toplanan örneklerindeki antioksidan aktiviteleri arasındaki farkın, istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli olmadığı görülmüştür. Her 2 bölümdeki türler arasında ise, TEAC değerleri bakımından, varyasyon olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Dolayısıyla; Kocakoç Köyü, Karşılar Köyü ve Güleç Köyü'nden ayrı ayrı toplanan *M. esculenta* ve *M. vulgaris*'in (Çizelge 4.5., I. Bölüm) ve Pülümür, Ovacık ve Nazımiye çevresinden toplanan *A. campestris*'e ait ekstraktların (Çizelge 4.5., II. Bölüm) en yüksek TEAC değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yıldırım ve arkadaşları (2012), *P.eryngii*'nin her 3 mıntıkadaki örneklerinin benzer antioksidan aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Çalışmanın bu kısmından elde ettiğimiz bulgular, Yıldırım ve arkadaşlarınınki (2012) ile benzer, Zeng ve arkadaşları (2012) ile Dündar'ınkine (2010) göre düşük çıkmıştır.

4.2.3. Mantar Ekstraktlarının Ferri İyonu Redükleme Antioksidan Potansiyeli (FRAP)

Mantar ekstraktlarının, Fe^{3+}'ü Fe^{2+}'ye indirgeyici gücü, FRAP değeri olarak ifade edilmiştir. Yüksek FRAP değeri yüksek indirgeme gücü göstergesidir. Sarıkürkcü (2009) ve Meir ve arkadaşları (1995), bir bileşiğin indirgeme gücü kapasitesinin, o bileşiğin potansiyel antioksidan aktivitesinin önemli bir belirteci olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, Fe (III) tuzlarının redoks potansiyeli ~ 0.70 V'dur ve $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonunun redoks potansiyeline çok yakındır (0.68 V). Bu nedenle de TEAC ve FRAP değerleri genellikle birbirine çok yakındır ve bu 2 deneyin arasındaki fark; TEAC deneyinin nötral pH'da, FRAP deneyinin ise asidik ortamda (pH 3.6) yapılmasıdır.

Bu çalışmada, kullanılan türlere ait metanolik ekstraktların ve kullanılan standartların, 20 mg/ml'deki FRAP değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Mantar türlerinin ve standartların antioksidan aktivitelerinin karşılaştırıldığı Tek Yönlü Anova Testi'nden elde edilen sonuçlara göre; 20 mg/ml'de, türlere ait metanolik ekstraktların ferri iyonu redükleme antioksidan aktivitesi arasındaki fark, istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4.). *A. campestris*'e ait metanolik ekstraktın en yüksek

ferri iyonu redükleme potansiyeline (3.09 mM Fe^{2+}/l) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu türün, standartlardan daha fazla indirgeyici güce sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4). Bu sonuç, *A. campestris*'in, standart antioksidanların yıkıcı etkilerine karşı (Namiki 1990, Skrinjar ve ark. 2007), alternatif doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir. En düşük indirgeyici güç aktivitesi ise, *L. gigantea*'da (0.34 mM Fe^{2+}/l) görülmüştür (Çizelge 4.4.). Shimada ve arkadaşları (1992) ile Barros ve arkadaşları (2007), indirgeyici gücün kaynağının; ekstraktlarda bulunan tannin ve askorbik asit gibi redüktan bileşenlere bağlı olduğunu ve bu bileşiklerin serbest radikallere hidrojen atomu vererek, radikal zincir reaksiyonlarını sonlandırdıklarını bildirmişlerdir. Dolayısıyla çalışmamızda, *A. campetris*'in, kullanılan standartlar ve diğer türlerle karşılaştırıldığında, en yüksek indirgeyici güç aktivitesini göstermesinin nedeninin, Shimada ve arkadaşları (1992) ile Barros ve arkadaşlarının (2007) da belirttiği gibi, bu mantarın içerdiği redüktan miktarının, diğerlerine oranla daha fazla olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmanın bu kısmından elde ettiğimiz bulgular, Zeng ve arkadaşlarınınkine (2012) göre daha düşük, Gursoy ve arkadaşları (2009), Sarıkürkcü (2009), Dündar (2010) ve Ahmad ve arkadaşlarının (2012) elde ettiği bulgulara yakın çıkmıştır.

Çizelge 4.5.'de, aynı türün farklı bölgelerden toplanan örneklerinin, yetişme yerine bağlı olarak hesaplanan FRAP değerleri Bölüm I ve Bölüm II'de verilmiştir. Aynı bölgelerden toplanan türler aynı bölüm içinde verilerek, İki Yönlü Anova Testi'ne göre, tür özelliği ile yetişme yerinin, hesaplanan ferri iyonu redükleme antioksidan potansiyeli üzerinde sinerjik etkisinin olup olmadığı, istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.5.'in I. Bölüm'ünde; istatistiksel olarak ($p<0.05$), yetişme yeri ve tür farklılığının, ferri iyonu redükleme antioksidan potansiyeline etki ettiği ve her 3 türde de yetişme yerine bağlı olarak, ferri iyonu redükleme potansiyelinin değiştiği tespit edilmiştir. Karşılar Köyü çevresinden toplanan örneklerin, diğer 2 bölgeden toplanan örneklerine oranla, daha fazla antioksidan aktivite gösterdikleri istatistiksel olarak ($p<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.5.,I. Bölüm). Dolayısıyla, Karşılar Köyü çevresinden toplanan *M. vulgaris*'in en yüksek redükleme antioksidan potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır. Yıldırım ve arkadaşları (2012) ile Heleno ve arkadaşları (2013); türün, yetişme yerine bağlı olarak, indirgeyici güç aktivitesinin değiştiğini bildirmişlerdir.

Dolayısıyla, çalışmamızın bu kısmındaki bulgumuz, bu araştırıcıların (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) bulgularıyla uyumluluk göstermektedir.

Tür ve bölge faktörünün birlikte değerlendirildiği Çizelge 4.5.'in II. Bölümü'nde ise, ayı türün farklı bölgelerden toplanan örneklerinde, ferri iyonu redükleme antioksidan potansiyeli arasındaki fark, istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bulunmamıştır. Türlere ait metanolik ekstraktların FRAP değerleri arasındaki fark ise, istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Dolayısıyla; Çizelge 4.5.'in II. Bölümü'nde, en yüksek redükleme antioksidan potansiyeline; Pülümür, Ovacık ve Nazımiye çevresinden toplanan *A. campetris*'in sahip olduğu tespit edilmiştir. Yıldırım ve arkadaşları (2012) ile Heleno ve arkadaşları (2013); türün, yetişme yerine bağlı olarak, indirgeyici güç aktivitesinin değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızın bu kısmında, aynı türün farklı bölgelerden toplanan örneklerinin indirgeyici güç aktivitesinin benzer çıkması (Çizelge 4.5., II. Bölüm), daha önce yapılmış çalışmalardan (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) farklılık göstermektedir. Bu sonuç, aynı türün farklı varyeteleri arasındaki biyolojik özelliklerin farklılığından ya da mantarın toplama yeri ve toplanma zamanından (Lin ve ark. 2014) kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde ayrıca, bütün mantar örneklerinden elde edilen metanolik ekstraktlarla gerçekleştirilen FRAP deneyi sonucunda, EC_{50} değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.4). Türlere ait metanolik ekstraktların indirgeyici güç aktiviteleri arasındaki farkın, istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek indirgeme gücünü *A. campetris*'in, en düşüğünü ise *L. gigantea*'nın gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). Yang ve arkadaşları (2002), mantarların indirgeyici güç aktivitelerinin, bunların hidrojen verebilme yeteneklerine bağlı olduğunu ve bu durumun da, mantarlardaki redüktan içeriği ile doğru orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Yine, Shimada ve arkadaşları (1992), Ferreira ve arkadaşları (2007) ve Barros ve arkadaşları (2007) da, redüktanların, serbest radikallere hidrojen atomu vererek, radikal zincir reaksiyonlarını sonlandırdıklarını ve böylece antioksidan aktivite sergilediklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki türlere ait ekstraktların göstermiş olduğu indirgeyici güç aktivitesinin de, bazı çalışmalarda (Shimada ve ark. 1992, Yang ve ark. 2002, Ferreira ve ark. 2007 ve Barros ve ark. 2007) olduğu gibi, içerdikleri redüktanlarla ilişkili olabileceğini düşünebiliriz. Dolayısıyla çalışmamızda,

mantarların indirgeyici güç aktivitelerinden yola çıkarak, en yüksek redüktan miktarına *A. campetris*'in, en düşük miktara ise *L. gigantea'*nın sahip olduğu söylenilebilir.

Çalışmanın bu kısmındaki bulgularımız; Mau ve arkadaşları (2004), Tsai ve arkadaşları (2009), Reis ve arkadaşları (2012), Heleno ve arkadaşları (2013) ve Lin ve arkadaşlarınınkinden (2014) düşük; Pereira ve arkadaşları (2012) ile Woldegiorgis ve arkadaşlarınınkine (2014) yakın çıkmıştır. Bu farklılığın; ekstraksiyon için kullanılan çözücülerin birbirinden farklı olmasından (Tsai ve ark. 2007, Ahmad ve ark. 2012), mantarın yetiştiği bölgenin farklılığı (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) ile toplanma zamanından (Lin ve ark. 2014) kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca Li ve Shah (2014), *P. eryngii'*den elde ettikleri polisakkaritin sülfatlanmış ekstraktlarının, normal ekstrakta oranla yaklaşık 2 kat fazla indirgeyici güce sahip olduğunu bildirmişlerdir. Lin ve arkadaşları (2014) ise, şapka taslağının oluşumundan sonraki farklı hasat dönemlerinden elde edilen ekstraktların, birbirlerinden farklı fonksiyonel özellikler gösterdiklerini ve ilk hasattan elde edilen ekstraktın, en yüksek indirgeyici güç aktivitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.5.'de, aynı türün farklı yerlerden toplanan örneklerinin, yetişme yerine bağlı olarak gösterdikleri indirgeyici güç aktiviteleri Bölüm I ve Bölüm II'de verilmiştir. Aynı bölgeden toplanan türler aynı bölüm içinde verilerek, İki Yönlü Anova Testi'ne göre, tür özelliği ile yetişme yerinin, hesaplanan indirgeyici güç aktivitesi üzerindeki sinerjik etkisinin olup olmadığı, istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.5.'in I. Bölümü'ndeki sonuçlara göre; indirgeyici gücün, hem türe ve hem de türün toplandığı bölgeye göre değiştiği, istatistiksel olarak ($p<0.05$) belirlenmiştir. Karşılar Köyü ve Güleç Köyü'nden toplanan *M. vulgaris'*in en yüksek, Kocakoç Köyü'nden toplanan *A. vaginata'*nın ise en düşük indirgeyici güce sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5., I. Bölüm). Çalışmamızın bu kısmında, aynı türün farklı mıntıkalardan toplanan örneklerinin indirgeyici güç aktivitesinin farklı çıkması (Çizelge 4.5.), daha önce yapılmış çalışmalarla (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) uyumluluk göstermektedir.

P. eryngii var. ferulae ve *P. eryngii var. eryngii'*ye ait ekstraktların EC_{50} değeri hesaplanamamıştır. Dolayısıyla da Çizelge 4.5.'in II. Bölümü'nde İki Yönlü Anova

Testi ile tür ve türün yetiştiği bölgenin, indirgeyici güç aktivitesi üzerindeki etkisi karşılaştırılamamıştır.

4.2.4. Mantar Ekstraktlarının Lipozom Peroksidasyonu Üzerine Antioksidan Etkileri (LPO)

Lipid peroksidasyonu ve süperoksid radikali oluşumu; normal metabolik yolların işleyişi sırasında, hücrenin, sitoplazma, mitokondri, endoplazmik retikulum, hücre membranı gibi bölümlerinde meydana geldiği için, ekstraktların lipid peroksid ve süperoksit radikalleri giderici etkisi, biyolojik sistemdeki antioksidan aktivitelerini yansıtmaktadır.

Membran fosfolipitlerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidatif yıkımı, lipid peroksidasyonu olarak bilinmektedir. Lipid peroksidasyonu, kendi kendini devam ettiren zincir reaksiyonu şeklinde ilerler ve oldukça zararlıdır. Hücre membranlarında lipid serbest radikalleri ($L^{\bullet}$) ve lipid peroksit radikallerinin ($LOO^{\bullet}$) oluşması, ROT'ların neden olduğu hücre hasarının önemli bir özelliği olarak kabul edilmektedir (Halliwell ve Chirico 1993).

Chatterjee ve Agarwal (1988), fosfolipitlerin, gıdalardaki antioksidan bileşiklerin membran lipit peroksidasyonunu inhibe edici etkisinin tayininde ideal bir model oluşturan ve gıdaların potansiyel antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılan çok önemli substratlar olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda ilk olarak, fosfolipitlerden oluşturulan lipozomlar kullanılarak, mantar ekstraktlarının, demir (III) ve askorbik asit ile indüklenen lipit peroksidasyonunu inhibe edici etkileri incelenmiştir. Ekstraktların her birinin, TBARS oluşumunu ve dolayısıyla fosfolipid yıkımını doza bağımlı olarak inhibe edici etkiye sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Türlere ait metanolik ekstraktların, lipid peroksidasyonunu gidermeye başladıkları konsantrasyondan, en yüksek düzeyde giderdikleri konsantrasyona kadarki yüzde inhibisyon değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Burada, metanolle hazırlanan bütün mantar ekstraktlarının; yüksek konsantrasyonda (40 mg/ml) lipid peroksidasyonunu inhibe edici etki gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi, bütün mantar ekstraktlarının, 40 mg/ml'lik konsantrasyonda, en yüksek yüzde inhibisyon değerlerine ulaştıkları saptanmıştır. Ayrıca, mantar ekstraktlarının

konsantrasyonundaki artışa paralel olarak, antioksidan aktivitenin de değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.).

Türler arasında en yüksek antioksidan aktiviteyi, her 3 bölgeden toplanan *A. campetris*'in (% 91.45, % 91.84 ve % 91.29) metanolik ekstraktları göstermiştir (Çizelge 4.1). Bu türün farklı lokasyonundaki örneklerinin, 40 mg/ml'lik konsantrasyonundaki lipid peroksidasyonunu inhibe edici aktivitelerinin (% 91.45, % 91.84 ve % 91.29), α-tokoferolün 0.625 mg/ml'lik konsantrasyonda gösterdiği aktivitesine (% 82.94) yakın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3.). Bu çalışmada, α-tokoferol; zincir kırıcı antioksidatif etkisi ile membran fosfolipidlerinde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerini, serbest radikal hasarından koruyan ilk savunma hattını oluşturan doğal bir antioksidan olduğu için, standart olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan türlere ait metanolik ekstraktların ve kullanılan standardın, LPO testi sonucunda hesaplanan EC_{50} değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Sadece *M. vulgaris, A. vaginata* ve *A. campestris* için EC_{50} değerleri hesaplanabilmiştir. Diğer türlerin yüzde inhibisyon değerleri çok düşük çıktığından, EC_{50} değerleri hesaplanamamıştır. *M. vulgaris, A. vaginata, A. campestris* ve standart olarak kullanılan α-tokoferolün lipid peroksidasyonunu inhibe edici aktivitesinin, istatistiksel olarak ($p<0.05$) birbirinden farklı çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.). Ayrıca yine aynı çizelgede, bu 3 türün metanolik ekstraktlarının lipid peroksidasyonunu inhibe edici aktivitesinin, standart olarak kullanılan α-tokoferolün aktivitesinden daha düşük olduğu görülmektedir. Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi; en etkili lipid peroksidasyon inhibitörünün *A. campestris* (19.22 mg/ml), en düşüğünün ise *M. vulgaris* (32.30 mg/ml) olduğu belirlenmiştir. Bu 3 türün metanolik ekstraktlarının inhibisyon değerlerinden elde edilen EC_{50} değerleri ile α-tokoferolünki (0.281 mg/ml) karşılaştırıldığında, bunların, α-tokoferol kadar etkili lipid peroksidasyon inhibitörleri olmadıkları görülmektedir ($p<0.05$). Ancak bu ekstraktların, hidrojen atomunu vererek serbest radikalleri ve özellikle de lipid peroksid radikallerini gidererek, lipid peroksidasyonunu devam ettiren zincir reaksiyonunu durdurabildikleri saptanmıştır (Çizelge 4.4.). Cui ve arkadaşları (2005) ile Nakajima ve arkadaşları (2007), mantarların; polifenolik, triterpenoid ve steroid gibi serbest radikalleri gideren moleküller içerdiklerini ve bu moleküllerin, $DPPH^{\bullet}$ ve peroksid radikallerini

giderdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da, Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, *A. campestris*'in iyi bir *in vitro* antioksidan aktivite göstermesinin nedeninin; özellikle de bu mantarın, diğer mantarlara göre, peroksid radikallerini giderici bileşenlerini yüksek miktarda içermesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir. Ayrıca, Yen ve Wu (1993), fenolik bileşiklerin, lipit peroksidasyonunu önlemede önemli etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla, bu çalışmada; *A. campestris*'in en etkili lipid peroksidasyon inhibitörü olduğu (Çizelge 4.4.) ve bunun nedeninin de bu mantarın yapısında bulunan fenolik bileşen miktarlarının, diğer türlere oranla yüksek çıkmasından (Çizelge 4.7.) kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

Çalışmanın bu kısmından elde ettiğimiz bulgular; Oke ve Aslım'ınkinden (2011) yüksek, Reis ve arkadaşlarınınkinden (2012) düşük çıkmıştır.

Bütün antioksidan aktivite deneyleri sonucunda; özellikle de *A. campestris* başta olmak üzere çalışılan tüm mantar ekstraktlarının, doğal antioksidan sınıfına dahil edilebileceği ve sentetik antioksidanların yıkıcı etkilerine karşı (Namiki 1990, Skrinjar ve ark. 2007), alternatif doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği önerilebilir. Çalışmada kullanılan mantar türlerinin, özellikle de *A. campestris*, *M. vulgaris* ve *M. esculenta*'nın, oksidatif stres ve diğer komplikasyonlara karşı, insan vücudunu koruyabilen faydalı besin maddesi oldukları görüşündeyiz.

4.2.5. Toplam Ekstrakte Edilebilen Madde Miktarı; Fenolik bileşikler ve Flavonoit Miktarı

Fenolik maddeler doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluştururlar. Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoitler ve fenolik asitlerdir (Scalbert ve ark. 2005). Fenol ve flavonoitler yaygın olarak tanınan ve biyolojik membranlardaki lipit peroksidasyonunu inhibe eden doğal antioksidan yapılardır. Rice-Evans ve arkadaşları (1997), fenolik bileşiklerin antioksidan etkisinin, serbest radikalleri giderme, metal iyonlarla bileşik oluşturma (metal şelatlama) ve singlet oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma gibi özelliklerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Havsteen (2002) ise, flavonoit ve polifenollerin, kanser ve çeşitli hastalıkların oluşumunda rol alan oksidan yapıları yok ederek, antioksidan enzimlerin aktivitelerini stimule ederek, intraselluler oksidatif stresi azaltarak, nitrik oksit ve peroksit radikallerini de direkt olarak temizleyerek etkili olabildiklerini belirtmiştir.

Puttaraju ve arkadaşları (2006), mantar türlerinin yapısında, fenolik asit, monofenolik ve polifenolik gibi bileşiklerin doğal olarak bulunduğunu ve bu bileşiklerin, mantarın antioksidan aktivitesini belirlediğini bildirmişlerdir. Mantar türlerinin yapısında bulunan fenolik ve flavonoit türü bileşikler, yapılarında hidroksil grupları bulundurdukları için, radikal yok etme yetenekleri nedeniyle (Hatano ve ark. 1989), doğrudan doğruya antioksidan aktivite ile ilişkilendirilmişlerdir (Duh ve ark. 1999). Polifenolik bileşikler, antioksidan özelliğe sahip oldukları için de, antioksidan aktivite belirlemede, bu bileşiklerin miktarlarının bilinmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, farklı lokasyonlardan toplanan 7 mantar türüne ait toplam ekstrakte edilebilen madde miktarı (EC), fenolik maddeler (PC, mantar ağırlığının veya ekstraktın her gramı için Gallik Asit Ekivalanı (GAE) olarak) ve flavonoit (mantar ağırlığının veya ekstraktın her gramı için Kateşin Ekivalanı (KE)) miktarları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Burada, 20 g kurutulmuş mantar örneklerinden, çözücü olarak metanol kullanılarak hazırlanan ekstraktlarda, ekstrakte edilebilen madde miktarları (EC) elde edilmiştir (Çizelge 4.6.).

Mantar örneklerinde; fenolik bileşiklerin miktarının, total ekstrakte edilebilen madde miktarına oranı (PC/EC); en düşük % 0.29 (*P. eryngii var. ferulae*-Pülümür) ile en yüksek % 1.42 (*A. campestris*- Ovacık) arasında değiştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, Çizelge 4.6.'da, bütün mantar türlerinden elde eilen PC/EC değerleri göz önüne alındığında; ekstraktların, % 99.7 ile % 98.6 arasında fenolik olmayan bileşikler içerdiklerini düşünmekteyiz (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi, Tek Yönlü Anova Testi sonuçlarına göre; incelenen mantar türlerinin içerdikleri toplam fenolik bileşik miktarının; 1.15 ile 2.93 mg GAE/g kuru ağırlık veya 3.12 ile 11.90 mg GAE/g ekstre arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, 1 g ekstraktın ya da kuru ağırlığın içerdiği mg GAE ekivalanları karşılaştırıldığında, türler arasındaki farkın istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir. Her 2 durumda da (ekstrakt ya da kuru ağırlık), en yüksek fenolik bileşik miktarına *A. campestris*'in, en düşük miktara ise *P. eryngii var. ferulae*'nin sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). Yang ve arkadaşları (2002) ile Elmastas ve arkadaşları (2007), fenolik bileşik miktarı ile antioksidan aktivite arasında paralellik olduğunu, özellikle total antioksidan, metal şelatlama ve indirgeyici güç

antioksidan aktivitelerinde fenolik maddelerin kilit rol üstlendiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada; en yüksek fenolik bileşen miktarına sahip olan *A. campestris*'in (Çizelge 4.7.), yapmış olduğumuz bütün antioksidan aktivite belirleme testlerinde de, diğer türlere göre en yüksek antioksidan aktivite göstermesi (Çizelge 4.4.), diğer araştırıcıların (Rice-Evans ve ark. 1997, Duh ve ark. 1999, Yang ve ark. 2002, Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Gursoy ve ark. 2009, Wong ve Chye 2009, Dündar 2010, Pereira ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013) bulguları tarafından da desteklenmektedir.

Çalışmanın bu kısmından elde ettiğimiz bulgular; Mau ve arkadaşları (2004), Oke ve Aslım (2011), Zeng ve arkadaşları (2012) ile Alam ve arkadaşlarınınkinden (2012) yüksek çıkmıştır. Sarıkürkcü (2009), *A. campestris*'in fenolik bileşik miktarını, bizim aynı türe ait bulmuş olduğumuz değerden düşük, *M. esculenta*'nınkini ise bizimkinden yüksek bulmuştur. Ayrıca, bazı araştırıcılar (Tsai ve ark. 2009, Gursoy ve ark. 2009, Dündar 2010, Reis ve ark. 2012, Yıldırım ve ark. 2012, Pereira ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013, Heleno ve ark. 2013, Lin ve ark. 2014, Woldegiorgis ve ark. 2014), çalışmamızdaki aynı türlere ait ekstraktların fenolik bileşik miktarlarını, bizim bulmuş olduğumuz değerden yüksek bulmuşlardır. Lin ve arkadaşları (2014) ise, şapka taslağı oluştuktan sonra geçen zamanın, türün içerdiği fenolik bileşen ve flavonoit miktarına etki ettiğini ve geçen zamanda, bu miktarlarda azalma olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla bu sonuçlara; mantarların toplama zamanının (Lin ve ark. 2014), ekstraksiyon işleminde farklı çözücülerin kullanılmasının (Tsai ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Oke ve Aslım 2011), mantarların misel formu yerine bazidiokarplarının kullanılmasının (Mau ve ark. 2004, Dündar 2010, Kalyoncu ve ark. 2010, Reis ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013), türlerin yetişme yeri ve toplama yerinin farklılığının (Yıldırım ve ark. 2012, Heleno ve ark. 2013) neden olabileceğini düşünmekteyiz.

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi, mantar türlerinin içerdikleri flavonoit miktarlarının ise, 0.22 ile 0.58 mg KE/g kuru ağırlık veya 0.78 ile 2.46 mg KE/g ekstre arasında değiştiği görülmüştür. Türler arasında, 1 g ekstraktın içerdiği mg KE ekivalanları karşılaştırıldığında; türler arasındaki farkın istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir. *M. vulgaris*'in diğer mantar ekstraktlarına oranla en yüksek miktarda flavonoit madde içerdiği, bunu *A. campestris*'in takip ettiği, en düşük

flavonoit madde miktarına ise *P. eryngii var. eryngii*'nin (0.78 mg KE/g ekstre) sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7.). Mantar türleri arasında, 1 g kuru ağırlığın içerdiği mg KE ekivalanları karşılaştırıldığında ise; yine, türler arasındaki farkın istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir. *A. campestris*'in (0.58 mg KE/g kuru ağırlık) en yüksek miktarda flavonoit madde içerdiği, en düşük flavonoit madde miktarına sahip türün ise *A. vaginata* olduğu (0.22 mg KE/g kuru ağırlık) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.).

Çalışmanın bu kısmından elde ettiğimiz bulgular, Gursoy ve arkadaşları (2009), Sarıkürkcü (2009) ile Woldegiorgis ve arkadaşlarınınkinden (2014) yüksek, Pereira ve arkadaşları (2012) ile Lin ve arkadaşlarınınkinden (2014) düşük çıkmıştır.

Çizelge 4.8.'de, aynı türün farklı yerlerden toplanan örneklerinin, yetişme yerine bağlı olarak hesaplanan fenolik bileşik ve flavonoit miktarları, Bölüm I ve Bölüm II'de verilmiştir. Aynı bölgeden toplanan türler aynı bölüm içinde verilerek, İki Yönlü Anova Testi'ne göre, tür özelliği ile yetişme yerinin fenolik bileşik ve flavonoit miktarları üzerindeki sinerjik etkisinin olup olmadığı, istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Tür ve türün toplandığı bölge farklılığının birlikte değerlendirildiği Çizelge 4.8.'in I. ve II. Bölüm'ünde görüldüğü gibi; fenolik bileşen miktarı bakımından, tür ve türün toplandığı bölge farklılığının, fenolik bileşiklerin miktarına etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Çizelge 4.8.'in I. ve II. Bölüm'ündeki 1 g ekstraktın içerdiği mg GAE ekivalanları karşılaştırıldığında; Kocakoç Köyü'nden toplanan *M. vulgaris*'in en yüksek, Güleç Köyü'nden toplanan *A. vaginata*'nın ise en düşük fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8., I.Bölüm). Çizelge 4.8.'in II. Bölüm'ünde ise; Ovacık çevresinden toplanan mantar örneklerinin, diğer 2 bölgeden toplanan örneklerine oranla daha fazla fenolik madde içerdikleri ve Ovacık çevresinden toplanan *A. campestris*'in en yüksek, Nazımiye çevresinden toplanan *P. eryngii var. ferulae*'nin ise en düşük fenolik madde içeriğine sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.8.'in I. ve II. Bölüm'ünde görüldüğü gibi, mantarlarda, 1 g kuru ağırlığın içerdiği mg GAE ekivalanları karşılaştırıldığında ise; yine, tür ve türün toplandığı bölge farklılığının, fenolik bileşiklerin miktarına etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Çizelge 4.8.'in I. Bölüm'ünde, Kocakoç Köyü'nden

toplanan *M. vulgaris*'in en yüksek, Güleç Köyü'nden toplanan *M. esculenta*'nın ise en düşük fenolik madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.8.'in II. Bölüm'ünde ise; Ovacık çevresinden toplanan *A. campestris*'in en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Her 2 durumda da (ekstrakt ya da kuru ağırlık), yetişme yerinin farklılığının, mantarlardaki fenolik bileşen miktarları üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Yıldırım ve arkadaşları (2012) ile Heleno ve arkadaşları (2013), türün yetişme yerine bağlı olarak, içerdiği fenolik bileşen miktarının değişmediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise, aynı türün farklı bölgelerden toplanan örneklerinin fenolik bileşen miktarı birbirinden farklı çıkmıştır (Çizelge 4.8.). Bu sonucun, aynı türün farklı varyeteleri asındaki biyolojik özelliklerin farklılığından ya da mantarın toplama yeri ve toplanma zamanından (Lin ve ark. 2014) kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Çizelge 4.8.'in I. Bölüm'ündeki flavonoit miktarlarına göre, 1 g ekstraktın ya da kuru ağırlığın içerdiği mg KE ekivalanları karşılaştırıldığında; tür ve türün yetiştiği bölgenin, flavonoit miktarına etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Karşılar Köyü'nden toplanan her 3 mantarın, diğer 2 bölgeden toplanan örneklerine oranla en yüksek flavonoit içeriğine sahip olduğu ve dolayısıyla Karşılar Köyü'nden toplanan *M. vulgaris*'in hem ekstrakt hem de kuru ağırlığının içerdiği flavonoit miktarının, diğer türlere oranla en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.8.'in II. Bölüm'ünde ise, 1 g ekstraktın ya da kuru ağırlığın içerdiği mg KE ekivalanları karşılaştırıldığında, yetişme yerinin farklılığının, mantarlardaki flavonoit miktarı üzerinde etkili olmadığı istatistiksel olarak ($p>0.05$) saptanmıştır. Ancak, türlerin içerdikleri flavonoit miktarı arasındaki farklılık, istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Her 2 durumda da (ekstrakt ya da kuru ağırlık), bütün türler arasında, *A. campestris*'in en yüksek flavonoit miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Flavonoit miktarlarının da, mantarların antioksidan aktivitelerinde belirleyici olduğu bildirilmiştir (Hatano ve ark. 1989, Duh ve ark. 1999, Gursoy ve ark. 2009, Sarıkürkcü 2009, Pereira ve ark. 2012, Lin ve ark. 2014, Woldegiorgis ve ark. 2014). Çalışmanın bu kısmından elde ettiğimiz bulgular, yapmış olduğumuz tüm antioksidan aktivite belirleme testlerinin sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada, *A.campestris* ve *M. vulgaris*'in en yüksek miktarda fenolik bileşen ve flavonoit içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7.). Aynı zamanda bu türlerin, yaptığımız bütün antioksidan aktivite belirleme testleri sonucunda da, en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterdikleri saptanmıştır (Çizelge 4.4.). Daha önce yapılmış çalışmalarda (Hatano ve ark. 1989, Rice-Evans ve ark. 1997, Duh ve ark. 1999, Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Gursoy ve ark. 2009, Wong ve Chye 2009, Dündar 2010, Pereira ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013); antioksidan aktivitede, yapıda bulunan fenolik bileşenlerin, primer antioksidan olarak görev yaptığı ve türlerin antioksidan aktiviteleri ile içerdikleri fenolik bileşen ve flavonoit miktarları arasında paralellik olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda; *A. campestris* ve *M. vulgaris*'in en yüksek antioksidan aktivite göstermesinin nedeninin, bu türlerin yapısında bulunan fenolik bileşik ve flavonoit miktarından kaynaklanmış olabileceği görüşü, diğer araştırıcıların (Hatano ve ark. 1989, Rice-Evans ve ark. 1997, Duh ve ark. 1999, Cheung ve ark. 2003, Mau ve ark. 2004, Elmastas ve ark. 2007, Tsai ve ark. 2009, Gursoy ve ark. 2009, Wong ve Chye 2009, Dündar 2010, Pereira ve ark. 2012, Mishra ve ark. 2013) bulguları tarafından da desteklenmektedir.

4.3. Mantar Ekstraktlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri

Bu çalışmada, bütün mantar türlerinden elde edilen metanolik ekstraktların, Mikrodilüsyon Yöntemi kullanılarak; *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352, *Proteus mirabilis* ATCC 14153, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228'e karşı antibakteriyal ve *Candida albicans* ATCC 10231'a karşı da antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. Gözle görünür üremenin olmadığı en düşük madde konsantrasyonları (MİK) belirlenmiştir.

Farklı bölgelerden toplanan mantar türlerine ait metanolik ekstraktların, in vitro antibakteriyal ve antifungal aktiviteleri, Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Çalışmada kullanılan mantar ekstraktlarının, test edilen mikroorganizmaların gelişimleri üzerinde, değişik ya da benzer dozlarda etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9.). Bütün mantar ekstraktlarının, en iyi antibakteriyal etkiyi; Gram(+) olan *S. aureus* ve *S. epidermidis*'e karşı gösterdiği, Gram(-) mikroorganizmalara karşı ise zayıf etkinin görüldüğü tespit edilmiştir. En yüksek antibakteriyal aktiviteyi; *S. aureus'*a karşı, *A.*

campestris'e ait metanolik ekstraktı göstermiştir. Çalışılan ekstraktların hiçbirinde, *C. albicans*'a karşı antifungal aktiviteye rastlanmamıştır.

Çizelge 4.9.'un I. Bölüm'ünde görüldüğü gibi, *M. esculenta, M. vulgaris* ve *A. vaginata'*nın 3 farklı lokasyonundaki örneklerine ait metanolik ekstraktlarının, Mikrodilüsyon Metodu ile hesaplanan MİK (µg/ml) sonuçlarına göre; en iyi etkiyi, 625 µg/ml dozda, Gram(+) bakterilerinden *S. epidermidis*'e karşı gösterdikleri belirlenmiştir. *S. aureus'*a karşı ise sadece, *M. vulgaris'*in Karşılar Köyü ve Güleç Köyü'nden toplanan örneklerindeki metanolik ekstraktlarında (625 µg/ml'de) antibakteriyal aktivite gözlenmiştir (Çizelge 4.9., I. Bölüm). *P. aeruginosa*'ya karşı ise, *M. esculenta'*nın Kocakoç Köyü, *M. vulgaris'*in Karşılar Köyü ve *A. vaginata'*nın Karşılar ve Güleç Köy'lerinden toplanan örneklerindeki metanolik ekstraktlarında (625 µg/ml'de) antibakteriyal aktivite belirlenmiştir (Çizelge 4.9., I. Bölüm). *E. coli*'ye karşı, sadece *M. vulgaris'*in Karşılar Köyü'den (625 µg/ml), *P. mirabilis*'e karşı ise sadece *M. esculenta'*nın Kocakoç Köyü'nden toplanan örneklerindeki metanolik ekstraktlarında (625 µg/ml) antibakteriyal aktivite belirlenmiştir (Çizelge 4.9., I. Bölüm). *K. pneumoniae*'ye karşı, farklı lokasyondaki, bu 3 mantara ait metanolik ekstraktlarda aktivite belirlenmemiştir. *C. albicans*'a karşı da, hiçbir metanolik ekstraktta antifungal aktivite saptanmamıştır.

Bu çalışmada, kullanılan test mikroorganizmasının ve mantarın türüne bağlı olarak, antimikrobiyal aktivitenin değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.9., I. Bölüm). Demir (2007) ile Demirhan ve arkadaşları (2007) da yapmış oldukları çalışmada, antimikrobiyal aktivitenin; ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücüye, kullanılan test mikrorganizmasının ve mantarın türüne bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Heleno ve arkadaşları (2013), *M. esculenta'*nın alternatif antimikrobiyal bileşen olarak kullanılabileceğini ve aynı türün farklı habitatlarındaki örneklerinin, farklı antimikrobiyal aktiviteye sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da, aynı türe ait farklı bölgelerden toplanan mantar örneklerinin, aynı test mikroorganizmasına karşı, farklı düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği ve türün yetiştiği ekolojik çevrenin, antimikrobiyal aktivite düzeyine etki edebileceği bulgusu (Çizelge 4.9., I. Bölüm), daha önce yapılmış çalışmayla (Heleno ve ark. 2013) uyumluluk göstermektedir. Dolayısıyla, mantarların yapısında bulunan antimikrobiyal etkiye neden olan bileşenlerin, yetiştikleri ekolojik ortama bağlı olarak değişebileceği düşünülebilir.

Badshah ve arkadaşları (2012), *M esculenta*'nın etanolik ekstraktının, *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivitesinin iyi derecede olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise, *M esculenta*'nın metanolik ekstraktının, *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivitesine rastlanmamıştır (Çizelge 4.9., I. Bölüm). Belirttiğimiz araştırıcıların (Badshah ve ark. 2012) bulguları ile çalışmamızın bu kısmındaki bulgumuz arasındaki farklılığın; öncelikle ekstraksiyon için kullanılan çözücülerin farklılığından ya da mantarın yetişme yerinin ve toplama zamanının farklı olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Bazı araştırıcılar da (Dülger ve ark. 1999, Demirhan ve ark. 2007, Demir 2007, Işık 2008, Badshah ve ark. 2012), ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücüye bağlı olarak, antimikrobiyal aktivitenin değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmanın bu kısmındaki bulgumuz; Işık (2008), Ahmad ve arkadaşları (2012) ile Giri ve arkadaşlarınınkinden (2012) farklı çıkmıştır. Bu farklılığın; kullanılan yöntemin farklılığından, mantarların yetişme yerinden (Heleno ve ark. 2013) ve ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücülerin farklılığından (Dülger ve ark. 1999, Demirhan ve ark. 2007, Demir 2007, Işık 2008, Badshah ve ark. 2012) kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

A. campestris, L. gigantea, P. eryngii var. ferulae ve *P. eryngii var. eryngii'*nin 3 farklı lokasyonundaki örneklerine ait metanolik ekstraktların, Mikrodilüsyon Metodu ile gerçekleştirilen antimikrobiyal aktivite tayini sonucunda hesaplanan MİK (µg/ml) değerleri Çizelge 4.9.'un II. Bölüm'ünde verilmiştir. Bunların, Gram(+) bakterilerine karşı (*S. aureus, S. epidermidis*) daha yüksek antibakteriyal aktivite gösterdikleri saptanmıştır. Gram(-) olan *E. coli, K. pneumoniae* ve *P. mirabilis*'e karşı ise, bu türlerin her 3 lokasyondaki örneklerinden elde edilen metanolik ekstraktlarında, antibakteriyal aktiviteye rastlanmamıştır. Ayrıca, *C. albicans*'a karşı da, bu 4 mantarın, her 3 bölgedeki örneklerinden elde edilen metanolik ekstraktlarında, antifungal etkiye rastlanmamıştır (Çizelge 4.9., II. Bölüm).

*A. campestris'*in Pülümür çevresinden toplanan örneklerine ait ekstraktının, *S. aureus*'a karşı gösterdiği antibakteriyal aktivitenin, diğer bütün türlerin aynı bakteriye karşı göstermiş oldukları aktiviteden daha yüksek çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9.). Ayrıca *A. campestris*'in Pülümür çevresinden toplanan örneklerine ait ekstraktının, diğer 2 bölgedeki örneklerine oranla daha düşük konsantrasyonda (39.06 µg/ml), *S. aureus*'a karşı etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9., II. Bölüm). Yine aynı çizelgede

görüldüğü gibi, *L. gigantea*'nın Nazımiye çevresinden toplanan örneklerindeki metanolik ekstraktının (156.2 µg/ml) ve *P. eryngii var. eryngii'*nin ise Ovacık çevresinden toplanan örneklerindeki metanolik ektraktlarının (156.2 µg/ml), diğer 2 bölgedeki örneklerine göre, daha düşük dozda *S. aureus'*a karşı antibakteriyal aktivite gösterdikleri saptanmıştır (Çizelge 4.9., II. Bölüm). *P. eryngii var. ferulae*'ye ait her 3 bölgedeki örneklerinden elde edilen metanolik ekstraktların, *S. aureus'*a karşı antibakteriyal aktivite göstermediği saptanmıştır (Çizelge 4.9., II. Bölüm). *E. faecalis*'e karşı ise sadece *P. eryngii var. eryngii*'nin her 3 bölgesinden toplanan örneklerinin metanolik ekstraktlarında, 625 µg/ml dozda, antibakteriyal aktivite belirlenmiştir. *P. aeruginosa*'ya karşı; *A. campestris'*in Ovacık ve Nazımiye, *L. gigantea'*nın Nazımiye, *P. eryngii var. ferulae'*nin Ovacık ve Nazımiye ve *P. eryngii var. eryngii'*nin ise Pülümür ve Nazımiye çevresinden toplanan örneklerinden elde edilen metanolik ekstraktlarında, 625 µg/ml dozda, antibakteriyal aktivite belirlenmiştir (Çizelge 4.9., II. Bölüm). Çalışmanın bu kısmında, kullanılan test mikroorganizmasının ve mantarın türüne bağlı olarak, antimikrobiyal aktivitenin değiştiği saptanmıştır. Ayrıca, aynı türe ait farklı bölgelerden toplanan mantar örneklerinin, aynı mikroorganizmaya karşı, farklı düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterebildiği ve mantarın yetiştiği ekolojik çevrenin, antimikrobiyal aktivite düzeyine etki edebileceği sonucuna da varılmıştır.

Çalışmanın bu kısmındaki bulgumuz; Işık (2008), Akyüz (2008) ve Giri ve arkadaşlarınınkinden (2012) farklı çıkmıştır. Ayrıca, Li ve Shah (2014), *P. eryngii*'den izole ettikleri ekzopolisakkaritlerin sülfatlanmış örneklerinin, *E. coli* ve *S. aureus'*a karşı çok güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ve sülfonasyonun, antimikrobiyal aktiviteyi önemli ölçüde modifiye ettiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise, *P. eryngii*'nin 2 farklı varyetesinin (*P. eryngii var. ferulae* ve *P. eryngii var. eryngii*), aynı test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitesi, Li ve Shah'ınkinden (2014) farklı çıkmıştır. Bu araştırıcıların (Işık 2008, Akyüz 2008, Giri ve ark. 2012, Li ve Shah 2014) çalışmaları ile çalışmamızdaki bulgular arasındaki farkın; kullanılan ayı türe ait varyetelerin biyolojik özelliklerinin farklılığından, uygulanan yöntemin farklılığından, yetişme yerinin çevresel koşullarından (Heleno ve ark. 2013), ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücülerin farklılığından (Dülger ve ark. 1999, Demirhan ve ark. 2007, Demir 2007, Işık 2008, Badshah ve ark. 2012) ve türlerin toplanma zamanından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Conchran (1978), makrofungusların antimikrobiyal etkilerine, fungal yapıda sentezlenen ve organizmaya has bazı fenolik bileşikler, purinler ve pirimidinler, kuinonlar, terpenoidler ve fenil propanoid turevi antagonistik maddelerinin neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, antitumoral etki gösteren en önemli maddelerin ise kalvasin, volvotoksin, flamutoksin, lentinan ve porisin gibi yalnızca makrofunguslardan izole edilmiş maddeler olduğunu ve bunların, aynı zamanda antiviral bileşikler olduğunu da ifade etmiştir. Çalışmamızda, en iyi antimikrobiyal aktivite gösteren mantarlardan biri olan *A. campestris*'in (Çizelge 4.9.), fenolik madde ve flavonoit içeriğinin de çalışılan diğer mantarlardan yüksek olduğu (Çizelge 4.7.) belirlenmiştir. Dolayısıyla, *A. campestris*'in antimikrobiyal aktivitesinin yüksek oluşunda, yapısındaki fenolik bileşen ve flavonoit miktarının da etkili olabileceğini (Conchran 1978) düşünebiliriz.

4.4. Mantar Ekstraktlarının Sitotoksik Etkileri

Tunceli yöresinde doğal olarak yetişen 7 farklı yenilebilen makrofungus türüne (*A. campestris, M. vulgaris, L. gigantea, M. esculenta, P. eryngii var. ferulae, P. eryngii var. eryngii, A. vaginata*) ait değişik konsantrasyonlardaki metanolik ekstraktlarının, Mitokondriyal Süksinat Dehidrojenaz Tayini (MTT testi) ile, seçilen kanser hücre hattı (HeLa) üzerindeki sitotoksik etkileri Çizelge 4.10.'da verilmiştir. *A. campestris, M. vulgaris, L. gigantea, M. esculenta* ve *P. eryngii var. ferulae*'nin metanolik ekstraktlarının, 5 farklı konsantrasyonda da, HeLa hücre hattı üzerinde sitotoksik etkilerine rastlanmamıştır. *P. eryngii var. eryngii* ve *A. vaginata*'nın metanolik ekstraktında sitotoksik etki bulunmuş ve efektif konsantrasyonları hesaplanmıştır (IC_{50}). Çizelge 4.10.'da görüldüğü gibi; *P. eryngii var. eryngii*'ye ait metanolik ekstraktının; 0.887 mg/ml'lik konsantrasyonunda, *A. vaginata*'ya ait ekstraktın ise; 1.872 mg/ml'lik konsantrasyonunda, HeLa hücre hattı üzerinde sitotoksik etkisine rastlanmıştır.

Makrofungusların sitotoksik etkisi ile ilgili literatürde sınırlı sayıda bulguya rastlanabilmiştir. Reis ve arkadaşları (2014), *Phellinus linteus*'dan elde etikleri polisakkaritlerin etanolik ekstraktlarında sitotoksik etki gözlemlemişlerdir. Heleno ve arkadaşları (2014), *Coprinopsis atramentaria*'ya ait ekstraktın, değişik kanser hücre hatları üzerinde sitotoksik etkisine rastlamışlardır. Aynı araştırıcılar (Heleno ve ark. 2014), mantar ekstraktlarındaki organik asitlerin, sitotoksik etkiye neden olduğunu

belirtmişlerdir. Ma ve arkadaşları (2014) da, *Stereum hirsutum* ekstraktının, HepG2 hücresi üzerinde sitotoksik etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Oke ve Aslım (2011), *P. eryngii*'nin metanolik ekstraktının, hidrojen peroksitin neden olduğu hücresel ölümleri çok yüksek oranda engellediğini, hidrojen peroksite maruz kalan hücrelerde, metanolik ekstraktlı hücrelerin % 80 civarında hücresel yaşama yeteneği gösterdiğini saptamışlardır. Pires ve arkadaşları (2013), HepG2 kanser hücreleri üzerinde, *A. bisporus*'tan izole edilen β-D- glukan polisakkaritinin sitotoksik etkisini saptamışlardır. Makrofunguslarda, sitotoksik etki ve antikanser özellik ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda oluşu, var olan çalışmaların çoğunun mantarlardan izole edilen polisakkaritler üzerine yapılması ve çalışmamızda kullanılan mantar örneklerinin çoğu ile ilgili bu çalışmaların çok sınırlı sayıda ve hatta yok denebilecek kadar az oluşu gibi nedenlerden ötürü, bu çalışmamızın literatüre katkı sunabileceğini düşünmekteyiz.

4.5. Bulgulara Ait Çizelgeler

Çizelge 4.1. Bazı makrofungus türlerinin farklı lokasyonlarından toplanan örneklerinin metanolik ekstraktında, konsantrasyona bağlı olarak gösterdikleri lipit peroksidasyonu inhibisyon yüzdesi ile $ABTS^{\bullet+}$ ve $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi[x]

Tür	Toplama Yeri[a]	Konsantrasyon mg/ml	LP inhibisyonu (%) ($\bar{X} \pm SE$) [z]	$ABTS^{\bullet+}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X} \pm SE$) [z]	$DPPH^{\bullet}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X} \pm SE$) [z]
M. esculenta	1	**40**	45.54 ± 4.96[y]	90.90 ± 1.82	77.38 ± 3.15[y]
		20	13.22 ± 1.74	90.90 ± 1.82[y]	55.32 ± 1.30
		10	-	66.75 ± 3.01	33.12 ± 1.14
		5	-	39.28 ± 7.78	20.44 ± 1.41
		2.5	-	19.76 ± 1.20	11.66 ± 1.81
		1.25	-	10.91 ± 0.89	-
	2	**40**	47.91 ± 2.71[y]	92.40 ± 1.91	79.32 ± 1.39[y]
		20	26.87 ± 1.77	92.40 ± 1.91[y]	58.54 ± 4.75
		10	18.02 ± 0.96	75.75 ± 3.38	32.74 ± 6.73
		5	-	46.66 ± 2.18	19.94 ± 4.16
		2.5	-	25.53 ± 1.28	12.33 ± 1.63
		1.25	-	11.56 ± 2.93	-
	3	**40**	52.65 ± 3.45[y]	92.80 ± 0.76	80.75 ± 1.12[y]
		20	22.18 ± 0.20	92.80 ± 0.76[y]	58.56 ± 3.90
		10	14.80 ± 0.49	71.26 ± 0.27	30.89 ± 6.25
		5	-	46.61 ± 6.54	18.51 ± 4.02
		2.5	-	26.11 ± 6.12	-
		1.25	-	12.11 ± 0.91	-
M. vulgaris	1	**40**	64.42 ± 3.98[y]	92.25 ± 0.58	83.91 ± 2.87[y]
		20	35.38 ± 4.76	92.25 ± 0.58[y]	63.46 ± 2.17
		10	17.02 ± 2.48	68.85 ± 2.21	42.53 ± 1.22
		5	-	41.33 ± 4.47	27.80 ± 1.20
		2.5	-	23.77 ± 4.68	16.19 ± 1.00
		1.25	-	11.47 ± 3.27	-
	2	**40**	59.76 ± 3.35[y]	90.80 ± 1.11	74.76 ± 1.71[y]
		20	35.73 ± 1.80	90.80 ± 1.11[y]	57.84 ± 2.45
		10	16.01 ± 3.71	66.69 ± 4.81	37.84 ± 1.93
		5	-	38.01 ± 4.43	20.22 ± 2.07
		2.5	-	16.81 ± 1.63	12.30 ± 0.92
	3	**40**	48.99 ± 2.55[y]	90.08 ± 1.23	74.92 ± 4.18[y]
		20	33.09 ± 2.09	90.08 ± 1.23[y]	52.95 ± 2.27
		10	16.46 ± 2.69	53.99 ± 2.16	33.25 ± 0.70
		5	-	32.44 ± 3.16	22.71 ± 1.92
		2.5	-	14.71 ± 1.80	14.09 ± 2.50
A. vaginata	1	**40**	63.42 ± 2.57[y]	89.06 ± 0.11[y]	92.43 ± 1.71[y]
		20	47.50 ± 3.22	58.37 ± 8.59	73.14 ± 1.71
		10	24.70 ± 3.50	35.62 ± 1.90	37.21 ± 5.44
		5	11.73 ± 2.78	18.66 ± 0.94	19.23 ± 3.82
		2.5	-	-	-
	2	**40**	66.27 ± 0.92[y]	-	69.60 ± 4.56[y]
		20	53.81 ± 2.81	48.11 ± 1.37[y]	42.67 ± 5.47
		10	35.11 ± 2.49	25.26 ± 2.94	19.67 ± 3.00
		5	15.75 ± 1.26	11.61 ± 0.54	-
		2.5	-	-	-
	3	**40**	77.68 ± 6.15[y]	81.99 ± 5.14[y]	80.93 ± 6.61[y]
		20	56.17 ± 7.65	54.74 ± 8.34	52.14 ± 0.78
		10	17.58 ± 2.19	30.16 ± 6.41	23.10 ± 3.61
		5	-	13.85 ± 3.61	11.82 ± 1.89
		2.5	-	-	-

[x] Her bir örnekte maksimum inhibisyon yüzdesine ulaşıldığı konsantrasyon, ortalamalar üzerinde ([y]) ile gösterilmiştir
[a] 1. Kocakoç Köyü, 2 Karşılar Köyü, 3. Güleç Köyü, [b] 4. Pülümür, 5. Ovacık, 6. Nazımiye
[z] Sonuçlar; 3 tekrarın ortalamasıdır (n=3).

Çizelge 4.1. Bazı makrofungus türlerinin farklı lokasyonlarından toplanan örneklerinin metanolik ekstraktında, konsantrasyona bağlı olarak gösterdikleri lipit peroksidasyonu inhibisyon yüzdesi ile $ABTS^{\bullet+}$ ve $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi [x] (Devamı)

Tür	Toplama Yeri[b]	Konsantrasyon mg/ml	LP inhibisyonu (%) ($\bar{X}$± SE) [z]	$ABTS^{\bullet+}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X}$± SE) [z]	$DPPH^{\bullet}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X}$ ± SE) [z]
A. campestris	4	40	91.45 ± 0.71[y]	92.74 ± 1.02	92.40 ± 1.66
		20	51.49 ± 2.43	92.74 ± 1.02[y]	92.40 ± 1.66
		10	35.14 ± 0.71	70.81 ± 3.19	92.40 ± 1.66[y]
		5	17.42 ± 1.17	42.01 ± 2.69	54.92 ± 6.17
		2.5	-	23.81 ± 3.37	31.20 ± 2.62
		1.25	-	13.67 ± 2.73	16.78± 1.31
	5	40	91.84 ± 1.05[y]	92.02 ± 1.06	94.79 ± 0.81
		20	55.62 ± 1.63	92.02 ± 1.06[y]	94.79 ± 0.81
		10	35.43 ± 3.39	74.96 ± 2.46	94.79 ± 0.81[y]
		5	11.02 ± 1.08	44.71 ± 4.42	62.67 ± 8.48
		2.5	-	19.91 ± 3.88	35.61 ± 5.81
		1.25	-	10.76 ± 1.26	19.83 ± 3.52
	6	40	91.29 ± 1.18[y]	90.65 ± 1.02	93.76 ± 0.42
		20	50.87 ± 0.84	90.65 ± 1.02[y]	93.76 ± 0.42
		10	31.34 ± 0.77	57.83 ± 7.80	93.76 ± 0.42[y]
		5	17.55 ± 0.99	36.31 ± 4.86	72.02 ± 5.19
		2.5	-	21.91 ± 5.44	39.39 ± 4.91
		1.25	-	8.98 ± 1.12	22.74 ± 1.88
L. gigantea	4	40	49.33 ± 1.01[y]	52.43 ± 3.05[y]	59.69 ± 2.78[y]
		20	27.44 ± 1.44	39.30 ± 4.40	36.79 ± 2.75
		10	11.23 ± 2.39	21.02 ± 0.93	16.17 ± 3.01
		5	-	12.06 ± 1.60	8.92 ± 1.91
	5	40	51.77 ± 1.71[y]	60.60 ± 4.97[y]	53.68 ± 2.12[y]
		20	29.80 ± 0.68	38.29 ± 2.49	34.26 ± 4.79
		10	9.90 ± 0.11	23.78 ± 2.21	15.63 ± 1.45
		5	-	14.88 ± 1.35	-
	6	40	49.34 ± 1.16[y]	59.73 ± 6.69[y]	53.64 ± 2.58[y]
		20	28.03 ± 1.03	39.37 ± 1.62	28.17 ± 1.66
		10	10.32 ± 0.67	23.76 ± 2.78	14.98 ± 0.20
		5	-	12.78 ± 0.83	-
P. eryngii var. ferulae	4	40	49.61 ± 1.60[y]	53.43 ± 4.13[y]	35.58 ± 0.60[y]
		20	31.48 ± 3.41	33.57 ± 3.13	20.82 ± 0.33
		10	12.12 ± 2.16	15.94 ± 0.87	12.05 ± 6.20
	5	40	50.51 ± 1.86[y]	44.72 ± 1.7[y]	24.74 ± 1.37[y]
		20	29.45 ± 1.15	25.82 ± 2.88	14.49 ± 1.77
		10	9.59 ± 1.02	14.01 ± 1.84	-
	6	40	50.65 ± 2.77[y]	42.68 ± 2.86[y]	21.61 ± 1.17[y]
		20	32.89 ± 2.02	28.43 ± 2.09	12.62 ± 1.32
		10	9.64 ± 0.57	14.61 ± 1.13	-
P. eryngii var. eryngii	4	40	68.42 ± 2.68[y]	57.66 ± 6.33[y]	73.13 ± 5.26[y]
		20	51.10 ± 1.83	39.96 ± 3.86	44.41 ± 4.36
		10	21.16 ± 2.34	19.68 ± 1.43	25.13 ± 3.28
		5	-	10.04 ± 0.95	11.89 ± 1.52
	5	40	50.82 ± 2.30[y]	70.23 ± 2.93[y]	85.63 ± 2.61[y]
		20	28.99 ± 1.59	45.59 ± 3.28	56.86 ± 7.55
		10	12.33 ± 1.84	27.67 ± 3.13	28.03 ± 2.53
		5	-	10.96 ± 2.75	15.46 ± 2.45
	6	40	58.57 ± 5.26[y]	60.71 ± 1.21[y]	78.15 ± 3.44[y]
		20	28.47 ± 1.84	42.71 ± 2.55	51.82 ± 6.92
		10	11.45 ± 0.77	22.37 ± 2.92	24.46 ± 3.28
		5	-	9.59 ± 1.22	13.21 ± 1.77

[x] Her bir örnekte maksimum inhibisyon yüzdesine ulaşıldığı konsantrasyon, ortalamalar üzerinde ([y]) ile gösterilmiştir
[a] 1 .Kocakoç Köyü, 2 Karşılar Köyü, 3. Güleç Köyü, [b] 4. Pülümür, 5. Ovacık, 6. Nazımiye
[z] Sonuçlar; 3 tekrarın ortalamasıdır (n=3).

Çizelge 4.2. Askorbik asidin, konsantrasyona bağlı olarak gösterdiği DPPH$^{\bullet}$ ve ABTS$^{\bullet+}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi ile TEAC ve FRAP değeri[(x)]

Standart	Konsantrasyon mg/ml	ABTS$^{\bullet+}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X}$± SE)^{z}	DPPH$^{\bullet}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X}$ ± SE)^{z}	TEAC (mM/L) ($\bar{X}$± SE)^{z}	FRAP (mM/L) ($\bar{X}$± SE)^{z}
Askorbik asit	0.625	93.16 ± 1.37^{y}	95.53 ± 0.59	2.17 ± 0.007^{y}	2.84 ± 0.027^{y}
	0.31	67.55 ± 1.10	95.53 ± 0.59^{y}	1.58 ± 0.03	1.92 ± 0.022
	0.16	36.84 ± 1.44	91.02 ± 3.48	0.84 ± 0.03	1.22 ± 0.023
	0.08	16.97 ± 1.56	58.43 ± 2.21	0.36 ± 0.04	0.77 ± 0.046
	0.04	-	32.17 ± 2.68	-	0.45 ± 0.016
	0.02	-	16.05 ± 3.26	-	-

[x] Her bir örnekte maksimum inhibisyon yüzdesine ulaşıldığı konsantrasyon, ortalamalar üzerinde ([y]) ile gösterilmiştir
[z] Sonuçlar 3 tekrarın ortalamasıdır (n=3).

Çizelge 4.3. α-tokoferolün konsantrasyona bağlı olarak gösterdiği lipit peroksidasyonu inhibisyonu (LPO), ABTS$^{\bullet+}$ ve DPPH$^{\bullet}$ radikali giderici aktivitesi yüzdesi ile TEAC ve FRAP değeri [(x)]

Standart	Konsantrasyon mg/ml	LPO inhibisyonu (%) ($\bar{X}$ ± SE)^{z}	ABTS$^{\bullet+}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X}$ ± SE)^{z}	DPPH$^{\bullet}$ giderici aktivitesi (%) ($\bar{X}$ ± SE)^{z}	TEAC (mM/L) ($\bar{X}$ ± SE)^{z}	FRAP (mM/L) ($\bar{X}$ ± SE)^{z}
α-tokoferol	1.25	82.94 ± 0.56	94.59 ± 1.65^{y}	91.73 ± 1.92	2.22 ± 0.040^{y}	2.73 ± 0.019^{y}
	0.625	82.94 ± 0.56^{y}	61.72 ± 1.52	91.73 ± 1.92^{y}	1.44 ± 0.036	1.81 ± 0.035
	0.31	62.27 ± 1.46	33.15 ± 1.85	62.44 ± 1.58	0.75 ± 0.044	1.06 ± 0.031
	0.16	45.50 ± 1.19	18.91 ± 1.58	34.18 ± 2.44	0.41 ± 0.038	0.67 ± 0.027
	0.08	27.98 ± 0.71	9.63 ± 1.28	15.57 ± 1.02	0.19 ± 0.031	0.28 ± 0.008
	0.04	9.57 ± 0.69	-	7.34 ± 1.05	-	-

[x] Her bir örnekte maksimum inhibisyon yüzdesine ulaşıldığı konsantrasyon, ortalamalar üzerinde ([y]) ile gösterilmiştir
[z] Sonuçlar 3 tekrarın ortalamasıdır (n=3).

Çizelge 4.4. Bazı mantar türlerinden elde edilen metanolik ekstraktların ve standartların; EC_{50}, TEAC ve FRAP değeri olarak karşılaştırmalı antioksidan aktivitesi[(*)]

TÜR	Anti-LPO (mg/ml) EC_{50}^{x} ($\bar{X}$ ± SE)	DPPH (mg/ml) EC_{50}^{y} ($\bar{X}$ ± SE)	ABTS (mg/ml) EC_{50}^{z} ($\bar{X}$ ± SE)	Redükleyici güç EC_{50} ($\bar{X}$ ± SE)	Total Antioksidan Potansiyeli (mM TEAC/l)^{p} ($\bar{X}$ ± SE)	FRAP değeri (mM Fe^{2+}/l)^{q} ($\bar{X}$ ± SE)
M. esculenta	-	20.88±0.42 ^{c}	6.99±0.4 ^{b}	16.09±0.91 ^{c}	2.16±0.014 ^{d}	0.91±0.04 ^{d}
M. vulgaris	32.30±1.13 ^{d}	19.98±0.97 ^{c}	8.43±0.34 ^{b}	8.88±0.23 ^{b}	2.15±0.01 ^{d}	1.19±0.05 ^{e}
A. vaginata	26.21±0.91 ^{c}	20.74±1.47 ^{c}	19.32±0.71 ^{c}	35.02±1.77 ^{d}	1.28±0.07 ^{c}	0.51±0.01 ^{b}
A. campestris	19.22±0.10 ^{b}	4.44±0.18 ^{b}	8.14±0.20 ^{b}	3.05±0.08 ^{a}	2.17±0.01 ^{d}	3.09±0.06 ^{h}
L. gigantea	-	34.52±0.95 ^{e}	32.87±1.59 ^{e}	51.98±2.06 ^{f}	0.9±0.03 ^{b}	0.34±0.01 ^{a}
P. eryngii var. ferulae	-	-	37.72±1.25 ^{f}	41.42±1.58 ^{e}	0.69±0.03 ^{a}	0.43±0.03 ^{ab}
P. eryngii var. eryngii	-	23.65±0.99 ^{d}	30.1±1,55 ^{d}	-	0.92±0.04 ^{b}	0.77±0.01 ^{c}
Askorbik asit	-	0.07±0.003 ^{a}	0.27±0.004 ^{a}	0.05±0.002 ^{a}	2.15±0.01 ^{d}	2.84 ±0.03 ^{g}
α--tokoferol	0.28±0.002^{a}	0.27±0.01 ^{a}	0.58±0.001 ^{a}	0.17±0.002 ^{a}	2.16±0.02 ^{d}	2.74±0.01 ^{f}

[*] Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).
[x] EC_{50} değeri (% 50 TBARS oluşumunun inhibisyonunu sağlayan ekstrakt konsantrasyonu)
[y] EC_{50} değeri (% 50 $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktiviteyi göstermesi için gerekli olan antioksidan miktarı)
[z] EC_{50} değeri (% 50 $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu giderici aktiviteyi göstermesi için gerekli olan antioksidan miktarı)
[p] mM Troloks ekivalanı olarak ifade edilmiştir (20 mg/ml'deki değer).
[q] mM Fe (II) iyonları ekivalanı olarak ifade edilmiştir (20 mg/ml'deki değer).

Çizelge 4.5. Yetişme yerinin, bazı mantar türlerindeki metanolik ekstraktlarının EC_{50}, TEAC ve FRAP değerine etkisi [(*), (**)]

				DPPH (mg/ml) EC50[x]	ABTS (mg/ml) EC50[y]	Redükleyici güç EC50	Total Antioksidan Potansiyeli (mM TEAC/l)[z]	FRAP değeri (mM Fe^{2+}/l)[p]
I. Bölüm	$\bar{X}$	*TÜR*	***M. esculenta***	21.05 [a]	7.08 [a]	14.40 [b]	2.17 [b]	0.92 [b]
			M. vulgaris	20.18 [a]	8.61 [b]	9.54 [a]	2.15 [b]	1.11 [c]
			A. vaginata	22.31 [a]	20.02 [c]	31.76 [c]	1.25 [a]	0.52 [a]
	SE			0.81	0.50	1.1	0.04	0.04
	p			p>0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
	$\bar{X}$	*TOPLAMA YERİ*	**Kocakoç Köyü**	18.62 [a]	11.60 [a]	21.71 [b]	1.89 [a]	0.83 [ab]
			Karşılar Köyü	22.80 [b]	12.48 [a]	16.78 [a]	1.81 [a]	0.93 [b]
			Güleç Köyü	22.12 [b]	11.62 [a]	17.21 [a]	1.86 [a]	0.80 [a]
	SE			0.81	0.50	1.1	0.04	0.04
	p			p<0.05	p>0.05	p<0.05	p>0.05	p<0.05
II. Bölüm	$\bar{X}$	*TÜR*	***A. campestris***	4.45 [a]	8.31 [a]	-	2.16 [c]	3.08 [c]
			L. gigantea	35.12 [c]	32.87 [c]	-	0.89 [b]	0.33 [a]
			P. eryngii var. ferulae	-	-	-	0.66 [a]	0.43 [a]
			P. eryngii var. eryngii	23.06 [b]	29.73 [b]	-	0.96 [b]	0.77 [b]
	SE			0.70	0.80	-	0.03	0.04
	p			p<0.05	p<0.05	-	p<0.05	p<0.05
	$\bar{X}$	*TOPLAMA YERİ*	**Pülümür**	20.83 [a]	26.16 [c]	-	1.18 [a]	1.16 [a]
			Ovacık	20.31 [a]	21.20 [a]	-	1.17 [a]	1.17 [a]
			Nazımiye	21.50 [a]	23.55 [b]	-	1.17 [a]	1.14 [a]
	SE			0.70	0.80	-	0.03	0.03
	p			p>0.05	p<0.05	-	p>0.05	p>0.05

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

**SE: Aynı bölümde tür ve bölge için ortak SE değerini ifade etmektedir.

[x] EC_{50} değeri (% 50 $DPPH^{\bullet}$ radikali giderici aktiviteyi göstermesi için gerekli olan antioksidan miktarı), [y] EC_{50} değeri (% 50 $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyonu giderici aktiviteyi göstermesi için gerekli olan antioksidan miktarı), [z] mM Troloks ekivalanı olarak ifade edilmiştir (20 mg/ml'deki değer), [p]mM Fe (II) iyonları ekivalanı olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.6. Bazı mantar türlerinde ekstrakte edilen toplam madde miktarı (EC), fenolik bileşik (PC, mantar ağırlığının veya ekstraktın her gramı için gallik asit ekivalanı (GAE) olarak) ile flavonoit (mantar ağırlığının veya ekstraktın her gramı için kateşin ekivalanı (KE) olarak) miktarı

TÜR	Toplama Yeri[a]	EC mg/g kuru ağırlık	Fenolik bileşikler mg GAE/g ekstre ($\bar{X} \pm SE$)*	Fenolik bileşikler mg GAE/g kuru ağırlık ($\bar{X} \pm SE$)*	PC/EC (%)	Flavonoit mg KE/g ekstre ($\bar{X} \pm SE$)*	Flavonoit mg KE/g kuru ağırlık ($\bar{X} \pm SE$)*
M. esculenta	**1**	0.203	7.18 ± 0.76	1.45 ± 0.15	0.71	1.47 ± 0.12	0.29 ± 0.02
	2	0.177	7.29 ± 0.70	1.28 ± 0.12	0.72	1.44 ± 0.18	0.25 ± 0.03
	3	0.177	7.27 ± 0.86	1.34 ± 0.15	0.75	1.50 ± 0.18	0.26 ± 0.03
M. vulgaris	**1**	0.194	8.52 ± 0.84	1.65 ± 0.16	0.85	2.22 ± 0.08	0.43 ± 0.01
	2	0.212	8.80 ± 0.08	1.86 ± 0.01	0.87	3.15 ± 0.17	0.66 ± 0.03
	3	0.198	6.74 ± 0.23	1.33 ± 0.04	0.67	2.82 ± 0.27	0.58 ± 0.08
A. vaginata	**1**	0.271	6.63 ± 1.32	1.79 ± 0.36	0.66	0.79 ± 0.02	0.21 ± 0.01
	2	0.267	4.23 ± 0.56	1.12 ± 0.15	0.41	0.81 ± 0.01	0.21 ± 0.004
	3	0.267	4.68 ± 0.08	1.24 ± 0.02	0.46	0.81 ± 0.03	0.21 ± 0.01
A. campestris	**4**	0.246	11.99 ± 1.23	2.94 ± 0.30	1.19	2.25 ± 0.20	0.55 ± 0.04
	5	0.279	14.29 ± 0.59	3.98 ± 0.16	**1.42**	2.15 ± 0.12	0.60 ± 0.03
	6	0.286	10.03 ± 0.93	2.86 ± 0.26	1.00	2.20 ± 0.14	0.62 ± 0.04
L. gigantea	**4**	0.364	4.79 ± 0.58	1.74 ± 0.21	0.47	0.80 ± 0.06	0.29 ± 0.02
	5	0.319	4.95 ± 0.46	1.57 ± 0.14	0.36	0.80 ± 0.03	0.25 ± 0.01
	6	0.298	4.74 ± 0.31	1.41 ± 0.09	0.47	0.83 ± 0.04	0.24 ± 0.01
P. eryngii var. ferulae	**4**	0.364	2.92 ± 0.51	1.06 ± 0.19	**0.29**	0.85 ± 0.01	0.31 ± 0.003
	5	0.378	3.13 ± 0.19	1.18 ± 0.07	0.31	0.50 ± 0.02	0.19 ± 0.01
	6	0.373	3.47 ± 0.20	1.29 ± 0.07	0.34	0.62 ± 0.06	0.23 ± 0.02
P. eryngii var. eryngii	**4**	0.307	4.57 ± 0.62	1.39 ± 0.19	0.45	0.72 ± 0.11	0.22 ± 0.03
	5	0.318	4.96 ± 0.70	1.57 ± 0.24	0.49	0.83 ± 0.01	0.26 ± 0.01
	6	0.309	4.79 ± 0.32	1.47 ± 0.10	0.47	0.82 ± 0.04	0.25 ± 0.01

***** Sonuçlar 3 tekrarın ortalamasıdır (n=3).

[a]1. Kocakoç Köyü, 2. Karşılar Köyü, 3. Güleç Köyü, 4. Pülümür, 5. Ovacık, 6. Nazımiye

Çizelge 4.7. Bazı mantar türlerinin metanolik ekstraktlarında; fenolik maddeler ve flavonoit miktarlarının türler arasındaki karşılaştırması (*)

TÜR	Fenolik bileşikler mg GAE/g ekstre $(\bar{X} \pm SE)^x$	Fenolik bileşikler mg GAE/g kuru ağırlık $(\bar{X} \pm SE)^x$	Flavonoit mg KE/g ekstre $(\bar{X} \pm SE)^x$	Flavonoit mg KE/g kuru ağırlık $(\bar{X} \pm SE)^x$
M. esculenta	7.09±1.18 ^{d}	1.42±0.05 ^{b}	1.42±0.04 ^{b}	0.28±0.01 ^{b}
M. vulgaris	8.12±0.37 ^{e}	1.67±0.07 ^{c}	2.46±0.13 ^{d}	0.47±0.02 ^{c}
A. vaginata	5.80±0.47 ^{c}	1.52±0.13 ^{bc}	0.81±0.01 ^{a}	0.22±0.002 ^{a}
A. campestris	11.90±0.5 ^{f}	2.93±0.09 ^{d}	2.22±0.06 ^{c}	0.58±0.02 ^{d}
L. gigantea	4.91±0.15 ^{bc}	1.68±0.06 ^{c}	0.80±0.02 ^{a}	0.27±0.01 ^{b}
P. eryngii var. ferulae	3.12±0.14 ^{a}	1.15±0.06 ^{a}	0.80±0.04 ^{a}	0.26±0.02 ^{b}
P. eryngii var. eryngii	4.69±0.16 ^{b}	1.42±0.05 ^{b}	0.78±0.03 ^{a}	0.24±0.01 ^{ab}

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).
^{x}Sonuçlar 3 tekrarın ortalamasıdır (n=3).

Çizelge 4.8. Bazı mantar türlerinde fenolik bileşik ve flavonoit miktarına yetişme yerinin etkisi[(*),(**)]

				Fenolik Bileşiklerin Miktarı		Flavonoit Miktarı	
				Fenolik bileşikler mg GAE/g ekstre[x]	Fenolik bileşikler mg GAE/g kuru ağırlık[x]	Flavonoit mg KE/g ekstre[x]	Flavonoit mg KE/g kuru ağırlık[x]
I. Bölüm	$\bar{X}$	*TÜR*	***M. esculenta***	7.37 [b]	1.36 [a]	1.48 [b]	0.27 [b]
			M. vulgaris	8.02 [c]	1.61 [b]	2.73 [c]	0.55 [c]
			A. vaginata	5.18 [a]	1.39 [ab]	0.81 [a]	0.22 [a]
	SE			0.33	0.08	0.08	0.02
	p			p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
	$\bar{X}$	*TOPLAMA YERİ*	**Kocakoç Köyü**	7.45 [b]	1.63 [b]	1.50 [a]	0.32 [a]
			Karşılar Köyü	6.78 [ab]	1.42 [ab]	1.81 [b]	0.38 [b]
			Güleç Köyü	6.35 [a]	1.31 [a]	1.72 [ab]	0.35 [ab]
	SE			0.33	0.08	0.08	0.02
	p			p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
II. Bölüm	$\bar{X}$	*TÜR*	***A. campestris***	12.11 [c]	3.26 [d]	2.20 [c]	0.60 [b]
			L. gigantea	4.86 [b]	1.57 [c]	0.81 [b]	0.27 [a]
			P. eryngii var. ferulae	3.18 [a]	1.18 [a]	0.66 [a]	0.25 [a]
			P. eryngii var. eryngii	4.78 [b]	1.48 [b]	0.79 [b]	0.25 [a]
	SE			0.3	0.1	0.04	0.01
	p			p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
	$\bar{X}$	*TOPLAMA YERİ*	**Pülümür**	6.09 [ab]	1.79 [a]	1.16 [a]	0.35 [a]
			Ovacık	6.83 [b]	2.08 [b]	1.08 [a]	0.33 [a]
			Nazımiye	5.76 [a]	1.76 [a]	1.12 [a]	0.34 [a]
	SE			0.3	0.1	0.03	0.01
	p			p<0.05	p<0.05	p>0.05	p>0.05

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

**SE: Aynı bölümde tür ve bölge için ortak SE değerini ifade etmektedir.

[x]Sonuçlar 3 tekrarın ortalamasıdır (n=3).

Çizelge 4.9. Farklı bölgelerden toplanan bazı mantar türlerine ait metanolik ekstraktların, in vitro olarak antibakteriyal ve antifungal aktivitesi(*)

Mikroorganizma	MİK Değerleri (µg/ml)																				
	I. Bölüm									II. Bölüm											
	M. esculenta			*M. vulgaris*			*A. vaginata*			*A. campestris*			*L. gigantea*			*P. eryngii var. ferulae*			*P. eryngii var. eryngii*		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
S. aureus ATCC 29213	-	-	-	-	625	625	-	-	-	39.06	156.2	156.2	625	312.5	156.2	-	-	-	312.5	156.2	312.5
S. epidermidis ATCC 12228	625	625	625	625	625	625	625	625	625	1250	1250	1250	1250	1250	1250	625	625	1250	625	1250	1250
E. faecalis ATCC 29212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	625	625	625
P. aeruginosa ATCC 27853	625	-	-	-	625	-	-	625	625	-	625	625	-	-	625	-	625	625	625	-	625
E. coli ATCC 25922	-	-	-	-	625	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K. pneumoniae ATCC 4352	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P. mirabilis ATCC 14153	625	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. albicans ATCC 10231	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 1. Kocakoç Köyü, 2. Karşılar Köyü, 3. Güleç Köyü, 4. Pülümür, 5. Ovacık, 6. Nazımiye

Çizelge 4.10. Farklı mantar türlerinden elde edilen metanolik ekstraktların, konsantrasyona bağlı olarak gösterdiği sitotoksik etkisi

		% ÖLÜM				
TÜR	**Sonuç**	**2 mg ham ekstrakt/ml**	**1 mg ham ekstrakt/ml**	**0.5 mg ham ekstrakt/ml**	**0.25 mg ham ekstrakt/ml**	**0.125 mg ham ekstrakt/ml**
A. campestris	sitotoksik etki görülmemiştir	3.03	9.91	5.59	6.90	3.60
M. vulgaris	sitotoksik etki görülmemiştir	29.25	14.70	24.64	1.19	15.34
L. gigantea	sitotoksik etki görülmemiştir	-7.45	2.57	-1.12	-13.68	1.40
M. esculenta	sitotoksik etki görülmemiştir	5.94	-11.83	11.26	4.31	9.91
P. eryngii var. eryngii	**IC50 = 0.887 mg/ml**	-7.07	-13.09	-9.03	-26.90	-2.75
P. eryngii var. ferulae	sitotoksik etki görülmemiştir	89.50	54.98	40.52	25.87	18.53
A. vaginata	**IC50 = 1.872 mg/ml**	55.05	20.43	14.57	2.17	-8.48

Tunceli çevresinden toplanan yenilebilir doğal 7 mantar türünün 3 farklı lokasyonundaki örneklerinden hazırlanan metanol ekstraktlarının; Fe^{3+}/askorbik asid ile indüklenmiş lipid peroksidasyonu inhibe edici etkisi, hidrojen atomu verici ve serbest radikal giderici etkileri ile indirgeyici güçleri tayin edilerek antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Ayrıca total ekstrakte edilebilen madde miktarları hesaplanmıştır. Böylece, doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluşturan fenolik bileşikler ve flavonoitlerin, mantar ekstraktlarındaki miktarları belirlenerek, bu değerler ile mantarlardaki antioksidan aktivite arasında ilişkilendirme yapılmıştır. Sonuç olarak, özellikle *A. campestris* ve *M. vulgaris*'in metanolik ekstraktlarının, oksidanlara karşı önemli ölçüde antioksidan aktivite gösterdikleri ve dolayısıyla bu mantar türlerinin doğal antioksidan kaynağı olabilecekleri belirlenmiştir. Yapılan antioksidan aktivite belirleme deneylerinin sonuçları ile mantarlardaki fenolik bileşik ve flavonoit madde miktarları arasında paralellik olduğu da belirlenmiştir. Dolayısıyla, en yüksek antioksidan aktiviteyi gösteren *A. campestris* ve *M. vulgaris*'in, fenolik bileşik ve flavonoit madde miktarlarının da diğer türlere göre yüksek çıktığı saptanmıştır. Fakat antioksidan aktivitenin her zaman, fenolik ve flavonoit madde miktarına bağlı olmadığı, ancak bunun antioksidan aktivite belirlemede önemli bir parametre olduğunu söyleyebiliriz. Mantar ekstraktının konsantrasyon artışına paralel olarak, antioksidan aktivitenin değiştiği de tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada; kullanılan mantarların yetişme yerlerindeki farklılığın, antioksidan aktiviteyi etkileyebildiği gözlenmiştir. Bu durum; türlerin yapısında bulunan antioksidan bileşenlerin miktarı ile yetiştikleri coğrafik ortam arasında bir ilişkili olabileceğini düşündürmüştür.

Ayrıca farklı konsantrasyondaki metanolik ekstraktların, 8 farklı patojen mikroorganizmanın gelişimleri üzerindeki etkileri Mikrodilüsyon Yöntemi ile araştırılarak, bu mantar özütlerinin antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Antimikrobiyal aktivite testi sonucunda, mantar ekstraktlarının, kullanılan test mikroorganizmalarından özellikle Gram(+)'lere karşı aktivite gösterdikleri sonucuna varılmıştır. Ayrıca, tüm antioksidan aktivite deneylerinin sonucunda en yüksek aktiviteyi gösteren *A. campestris*'in, Gram(+) test mikroorganizmalarına karşı antibakteriyal aktivitesi de, diğer türlere göre yüksek çıkmıştır. Türün yetiştiği ekolojik çevrenin, antimikrobiyal aktivite düzeyine etki edebileceği sonucuna da varılmıştır. Son olarak, mantar ekstraktlarının, seçilen kanser hücre hattı üzerindeki toksik etkileri

belirlenmiştir ve 7 türden sadece *P. eryngii var. eryngii* ve *A. vaginata'*ya ait ekstraktların, ancak yüksek dozlarda kanser hücresi üzerine toksik etki gösterdiği saptanmıştır.

Yaptığımız bu çalışmanın, Tunceli yöresinde makrofunguslarla ilgili yapılan sınırlı sayıdaki sistematik çalışmaya da katkı sunduğu kanaatindeyiz. Spesifik coğrafik özellikleri olan Tunceli ilimizin sınırlarında yetişen bu türlerin, biyolojik özellikleri ile ilgili çalışmalara literatürde yeterince rastlanmamıştır. Sonuç olarak, yaptığımız bu çalışmanın, daha önce yapılan benzer çalışmaları destekleyici, tamamlayıcı ve bundan sonra yapılacak çalışmalara da ışık tutucu nitelikte olduğunu düşünmekteyiz.

Yukarıda anlatılanlar dikkate alındığında, yaptığımız bu çalışma ile aşağıda belirtilen hususları önerebiliriz:

1. Çalışmamızda sitotoksik etki gösteren, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi yüksek çıkan türlerin; doğal bir antioksidan kaynağı, sentetik antioksidan ve antimikrobiyal maddelere alternatif muhtemel bir gıda katkı maddesi olarak ve ilaç endüstrisinde kullanılabilir potansiyel bir gıda olduğunu düşünmekteyiz. Bu durum dikkate alınarak, bu türlerin, bu amaçla kullanımının yaygınlaştırılmasını önerebiliriz.

2. Araştırmamızda kullandığımız mantarların tüketiminin, özellikle oksidatif zarara karşı yararlı olabileceği, dolayısıyla bu mantarların iyi bir besin kaynağı olduğu ve tüketilmesinin faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

3. Çalışılan türlerin bir kısmı, gıda maddesi olarak kültür koşullarında üretilerek, 'Kültür Mantarı' olarak tüketilmektedir. Tüketicilerin, tıbbi açıdan faydalı olduğunu düşündüğümüz bu türlere ulaşımının kolaylaştırılması için kültür ortamında üretiminin ve gıda olarak tüketiminin yaygınlaştırılması gerektiğini düşünmekteyiz. Ayrıca kültüre yeni alınacak türlerin (*A. campestris, M. vulgaris* ve *M. esculenta*) seçiminde, besleyici özelliklerinin yanı sıra, tıbbi açıdan önemi gibi hususların da dikkate alınması gerektiği kanaatindeyiz.

4. Kültür ortamında yetişen ile doğal ortamında yetişen türlerin, biyolojik özellikleri arasındaki benzer ve farklı yönlerinin karşılaştırılması gerektiğini düşünmekteyiz. Bu nedenle; çalışılan bu türlerin kültür ortamında yetiştirilen örnekleri ile de aynı analizlerin yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

5. Seçilen kanser hücre hattı üzerinde sitotoksik etki gösteren mantar ekstraktlarının, normal hücre hattı üzerindeki sitotoksik etkisine de bakılarak, bu türlerin antikanser özelliğe sahip olabilirliği konusunun da araştırılması gerektiğini düşünmekteyiz.

6. Bazidiokarp ve askokarp kısımları ile çalıştığımız mantar örneklerinin, miselleri ile de benzer çalışmanın yapılması gerektiği düşüncesindeyiz. Miselleri ile elde edilen ekstraktlarda; antioksidan, antimikrobiyal ve sitotoksik etki istenilen düzeyde saptanılırsa, bu türlerin, 'Derin Kültür Yöntemi' ile sanayi düzeyinde, tıbbi amaçla üretilebilir potansiyele sahip olduğu düşünülebilir.

Afyon, A. 1996. Isparta Yöresinde Belirlenen Bazı Makroskobik Mantarlar. Tr. J. Of Botany, 20 (2): 161–164.

Ahmad, N., Mahmood, F., Khalil, S.A., Zamir, R., Fazal, H., Abbasi, B.H. 2012. Antioxidant activity via DPPH, gram-positive and gram-negative antimicrobial potential in edible mushrooms. Toxicology and Industrial Health, 1: 1-9.

Akkuş, İ. 1995. Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri. Mimoza Yayınları, Kuzucular Ofset, Konya, 32-41.

Akyüz, E. 2007. *Polygonum bistorta ssp. carneum* Bitki Ekstraktlarının Kromatografik Yöntemlerle Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi ve Antimikrobiyal Aktiviteleri. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Akyüz, M. 2008. *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. *var. eryngii* ve *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. *var. ferulae* Lanzi'nin Besinsel İçeriklerinin ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 117.

Alam, N., Yoon, K.N., Lee, J.S,. Cho, H.J., Lee, T.S. 2012. Consequence of the antioxidant activities and tyrosinase inhibitory effects of various extracts from the fruiting bodies of *Pleurotus ferulae*. Saudi Journal of Biological Sciences, 19: 111-118.

Albayrak, S., Aksoy, A., Sagdic, O., Hamzaoğlu, E. 2010. Compositions, antioxidant and antimicrobial activities of *Helichrysum* (*Asteraceae*) species collected from Turkey. Food Chemistry, 119:114–122.

Alley, M.C., Scudiero, D.A., Monks, A., Hursey, M.L., Czerwinski, M.J., Fine, D.L., Abbott, B.J., Mayo, J.G., Shoemaker, R.H., Boyd, M.R. 1988. Feasibility of drug screening with panels of human tumor cell lines using a microculture tetrazolium assay. Cancer Res., 48: 589-601.

Ames, B. N., Shigenaga, M. K., Hagen, T. M. 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. Proceedıngs of the National Academy of Sciences of the United States of American, 90: 7915–7922.

Anderson, E.E., Fellers, C.R. 1942. The food value of mushrooms (*Agaricus campestris*). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. For., 41:301-303.

Antonielli, M., Granetti, B., Pocceschi, N., Lupatelli, M., Venanzi, G. 1986. Indagini Preliminari Sulla Crescita del micelio di *Pleurotus eryngii* (Fr. ex. D.C.) Quelet var. *ferulae* Lanzi in Presenza di Alcuni Estratti di Ferula communis L. Annali Fac. Agr. Univ. Perugia, XL:161-172.

Arda, M. 1997. Mikrobiyal Üremenin Kontrolü. Temel Mikrobiyoloji. Medisan Yayınevi, Ankara, 80-102.

Aruoma, O. I., Cuppett, S. L. 1997. Antioxidant Methodology in vivo and in vitro Concept. AOCS Press, Champaign, Illinois, 241.

Aruoma, O. I. 1998. Free Radicals, Oxidative Stress, and Antioxidants in Human Health and Disease. Journal of The American Oil Chemists Society, 75: 199–212.

Badshah, H., Qureshi, R.A., Khan, J., Ullah, F., Fahad, S., Ullah, F., Khan, A.M., Hussain, I., Khan, N. 2012. Pharmacological screening of *Morchella esculenta* (L) Pers., *Calvatia gigantea*

(Batsch ex Pers.) Lloyd and *Astraeus hygrometricus* Pers., mushroom collected from South Waziristan (FATA.). Journal of Medicinal Plants Research, 6 (10): 1853-1859.

Barros, L., Baptista, P., Ferreira, I.C.F.R. 2007. Effect of Lactarius piperatus fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays. Food and Chemical Toxicology, 45: 1731–1737.

Bast, A., Haenen, G. R. M. M., Cees, J. A. D. 1997. Oxidants and antioxidants: State of the art. The American Journal of Medicine, 91: 1–30.

Batut, L. 1995. Le genre *Ganoderma*: approche mycologique, médecine traditionnelle et recherches actuelles. Thèse Pharmacie, Université Montpellier I, 148, France.

Beltran-Garcia, M.J., Estarron-Espinosa, M., Ogura, T. 1997. Volatile compounds secreted by the oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) and their antibacterial activities. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 45 (10): 4049-4052.

Benzie, I.F.F., Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239:70–76.

Berger, A., Rein, D., Kratky, E., Monnard, I., Hajjaj, H., Meirimi, Piguet-Welsch, C., Hauser, J., Mace, K., Niederberger, P. 2004. Cholesterol lowering properties of *Ganoderma lucidum* in vitro, ex vivo and in hamster and minipigs. Lipids in Healt and Disease, 3: 2.

Berlett, B. S., Stadtman, E. R. 1997. Protein Oxidation in Aging, Disease, and Oxidative Stres. The Journal of Biological Chemistry, 272(33): 20313–20316.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmıttel-Wıssenschaft und Technologıe, 28: 25–30.

Breene, W.M. 1990. Nutritional and medicinal value of speciality mushrooms. Journal of Food Protection, 53 (10): 883-894.

Breitenbach, J., Kranzlin, F. 1984. Fungi of Switzerland. Volume 1, Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.

Breitenbach, J., Kranzlin, F. 1986. Fungi of Switzerland. Volume 2, Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.

Breitenbach, J., Kranzlin, F. 1991. Fungi of Switzerland. Volume 3, Verlag Mykologia CH-6000 Luzern 9, Switzerland.

Buczacki, S. 1989. Fungi of Britain and Euro. William Collins Sons & Co Ltd., 320- 352, Glasgow.

Carlile, M.J.,Watkinson, S.C. 1994. The Fungi. Academic Press, 373-409, London.

Chang, S.T. 1999. Global Impact of Edible and Medical Mushrooms on Human Welfare in the 21st Century: Nongreen Revulation. International Journal of Medical Mushrooms, 1(1): 1-7.

Chatterjee, S.N., Agarwal, S. 1988. Liposomes as a membrane model for study of lipid peroxidation. Free Radical Biology and Medicine, 4: 51–72.

Chen, C., Pearson, A.M., Gray, J.I. 1992. Effects of synthetic antioxidants (BHA, BHT and PG) on the mutagenicity of IQ-like compounds. Food Chem., 43: 177– 183.

Chen, Y.C., Ho, H.O., Su, C.H., Sheu, M.T. 2010. Anticancer Effects of *Taiwanofungus camphoratus* Extracts, Isolated Compounds and its Combinational use, Journal of Experimental and Clinical Medicine, 2(6): 274-281.

Cheung, L.M., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C. 2003. Antioxidant activity and total phenolic of edible mushroom extracts. Food Chemistry, 81: 249-255.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 2002. Reference Method for Broth Dilution Antifungal Susceptbility Testing of Yeasts; Approved Standart M27-A2., Wayne, CLSI.

Clinical and Laboratory Standards Institute 2006. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically- Seventh Edition: Approved Standard M7-A7. CLSI. Wayne, PA, USA.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 2010. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing: 7th Informational Supplement; M100-S20; CLSI: Wayne, PA, USA.

Conchran, K.W. 1978. Medicinal effects, In: The Biology and Cultivation of Edible Mushroom. (Ed.: S.T., Chang, W.A., Hayes), Academic Press, New York, 160-187.

Cui, Y., Kim, D.S., Park, K.C. 2005. Antioxidant effect of *Inonotus obliquus*. J. Ethnopharmacol., 96:79–85.

Çalışkan, S. 2001. Bazı Makrofungus Türlerinin Antimikrobiyal Etkisi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Davies, K. J. A. 2000. Oxidative Stress, Antioxidant Defenses, and Damage Removal, Repair, and Replacement Systems. International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life, 50: 279-289.

Demir, M.S. 2007. Çeşitli Makrofunguslara Ait Fruktifikasyon, Vejetatif Misel ve Eksopolisakkaritlerin Antimikrobiyal Aktiviteleri Üzerine Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir. 77.

Demirel, K. 1993. Van Yöresinde Yetişen Bazı Yenen, Yenmeyen ve Zehirli Mantarlar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Van, 059.

Demirel, K. 1996. Doğu Anadolu'da Yetişen ve Halkın Tanıdığı Bazı Yenen Mantarlar. Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi, 5-7 Kasım, Türkiye, Bildiri Metinleri: 173-179.

Demirel, K., Kaya, A., Uzun, Y. 2003. Macrofungi of Erzurum Province. Tr. J.of Botany, 1(27): 37-43.

Demirhan, A., Yeşil, Ö.F., Yıldız, A., Gül, K. 2007. Bazı Makrofungus Türlerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri Üzerine Bir Araştırma. Science and Eng. J. of Fırat Üniv., 19 (4): 425-433.

Denis, R. B. 1995. Mushrooms: Poisons and Panacea. W.H. Freeman and Co., New York.

Diplock, A. 1998. Healty lifestyles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients. ILSI Europe concise monograph series, 59, Belgium.

Duffy, C. F., Power, F.R. 2007. Antioxidant and Antimicrobial Properties of some Chinese Plant Extracts. International Journal of Antimicrobial Agents, 17: 527–529.

Duh, P. D., Tu, Y. Y., Yen, G. C. 1999. Antioxidant activity of water extract of Harng Jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). Lebnesmittel-Wissenschaft und Technologie, 32: 269–277.

Dülger, B., Şen, F., Gücin, F. 1999. *Russula delica* Fr. Makrofungusunun Antimikrobiyal Aktivitesi. Tr. Journal of Biology, 23: 127-133.

Dündar, A. 2010. Sıvı Faz Fermentasyon Ortamında Üretilen Bazı Fungus Türlerinin Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır. 101.

Elizabeth, A. H., Simits, P., LeDuc, L.D. 2009. Phytoremediation of Selenium Usuing Transgenic Plants. Current Opinion in Biotechnology, 20: 1–6.

Ellis, M.B., Ellis, J.P. 1990. Fungi Without Gills (*Hymenomycetes* and *Gasteromycetes*). Chapman and Hill, London.

Elmastas, M., Isildak, O., Turkekul, I., Temur, N. 2007. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. Journal of Food Composition and Analysis, 20: 337-354.

Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P., Vilas-Boas, M., Barros, L. 2007. Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. Food Chemistry, 100: 1511-1516.

Gerhardt, E. 1997. Der Grobe BLV Pilzführer Für Unterwegs, BLV, München.

Giri, S., Biswas, G., Pradhan, P., Mandal, S.C., Acharya, K. 2012. Antimicrobial activities of basidiocarps of wild edible mushrooms of west Bengal, India. International Journal of Pharm Tech Research, 4(4):1554-1560.

Granetti, B. 1987. Effetto Stimolante Dell Acida Ferulico Sulla Crescita In vitro del Micelio di Alcuni di Ceppi di *P. eryngii* (DC ex Fr.). Quel., *P. ferulae* (Lanzi), *P. nebrodensis* (Inz.) Quel. *Annali Fac. Agr. Univ. Perugia*, XLI: 889-907.

Guha, A.K., Banerjee, A.B., 1973. Nutritive value of mycelia and mycelial protein of *Agaricus campetris* grown under submerged culture, Indian Agriculturist. 17(1): 45-53.

Gursoy, N., Sarikurkcu, C., Cengiz, M., Solak, M.H. 2009. Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species. Food and Chemical Toxicology, 47: 2381-2388.

Gutteridge, J. M. C. 1989. Iron and Oxygen: A Biologically Damaging Mixture. Acta Paediatrica Scandinavica Suppl., 361: 78–85.

Gücin, F. 1983. Elazığ İli Sınırları İçinde Yetişen Bazı Makrofunguslar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Bornova, İzmir.

Gülçin, İ., Oktay, M., Kireçci, E., Küfrevioğlu, Ö. İ. 2003. Screening of Antioxidant and Antimicrobial Activities of Anise (*Pimpinella anisum* L.) Seed Extracts. Food Chemistry, 83: 371–382.

Gyorfi, J., Hajdu, C.S. 2007. Casing-material experiments with *P. eryngii*. International Journal of Horticultural Science, 13(2): 33-36.

Halliwell, B. 1994. Free radicals and antioxidants: A personal view. Nutrition Reviews, 52(8): 253-265.

Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. 1990 (a). Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: An overview. Methods in Enzymology, 186: 1-85.

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

Halliwell, B., Chirico, S. 1993. Lipid peroxidation: It's mechanism, measurement, and significance. American Journal of Clinical Nutrition, 57: 71-72.

Havsteen, B.H. 2002. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacology & Therapeutics, 96: 67-202.

Hatano, T., Edamatsu, R., Mori, A., Fujita, Y., Yasuhara, E. 1989. Effect of interaction of tannins with co-existing substances. VI. Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical and on DPPH radical. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 37: 2016–2021.

Heleno, S.A., Stajkovic, D., Barros, L., Galamoclija, J., Sokovic, M., Martins, A., Queiroz, M.J., Ferreira, I.C.F.R. 2013. A comparative studyof chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Morchella esculenta* (L.) Pers. From Portugal and Serbia, Food Research International, 51: 236-243.

Heleno, S.A., Ferreira, I.C.F.R., Calhelha, R.C., Esteves, A.P., Martins, A., Queiroz, M.J.R.P. 2014. Cytotoxicity of *Coprinopsis atramentaria* extract, organic acids and their synthesized methylated and glucuronate derivatives. Food Research International, 55: 170-175.

Hras, A. R., Hadolin, M., Knez, Z., Bauman, D. 2000. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with alpha-tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. Food Chem., 71: 229–233.

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

ISO 7405. 1997. International Standard 7405. Dentistry- preclinical evaluation of biocompatibility of medical devices used in dentistry – test methods for dental materials. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 10993. 1999. International Standard 10993. Biological evaluation of medical devices Part 5: Tests for cytotoxicity: In-vitro methods. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Işık, H. 2008. Tokat Yöresinde Bulunan Bazı Makromantar Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat. 69.

Işıloğlu, M. 1992. Muğla Yöresinde Yetişen Yenen Mantar Türleri, Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Bildiri Kitabı, 2-4 Kasım, Yalova.

Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai T., Tatematsu, M. 1986. Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. Food and Chemical Toxicology, 24 (10/11): 1071-1082.

Jordan, M. 1995. The Encyclopedia of Fungi of Great Britain and Europe. David & Charles Book Co., 384:119, UK.

Kalmár, Z., Makara, G.Y., Rimóczi, I., 1989. Gombászkönyv, Natura Könyvkiadó, 210-211.

Kalyoncu, F., Oskay, M., Kayalar, H. 2010. Antioxidant activity of the mycelium of 21 wild mushroom species. Mycology, 1(3): 195-199.

Kawahara, H., Yamagami, A., Nakamura, M. 1968. Biological testing of dental materials by means of tissue culture. Journal of Dental Hygiene, 18: 443-467.

Kehe, K., Reichl, F.X., Durner, J., Walther, U., Hickel, R., Forth, W. 2001. Cytotoxicity of dental compositecomponents and mercury compounds in pulmonary cells. Biomaterials, 22: 317-322.

Kildal, K.K., Ruyter, L. 1994. How different curing methods affect the degree of conversion of resin based inlay/onlay materials. Acta Odontologica Scandinavica, 52: 315-322.

Kong, W.S. 2004. Descriptions of commercially important *Pleurotus* species. Mushrooms Growers Handbook I. Part II. Oyster Mushrooms. Chapter 4. Rural Devolepment Administration, Korea, 54-61.

Kozarski, M., Klaus, A., Niksic, M., Jakovljevic, D., Helsper, J. P.F.G., Griensven, L. J.L.D. V. 2011. Antioxidative and immunomodulating activities of polysaccharide extracts of the medicinal mushrooms *Agaricus bisporus, Agaricus brasiliensis, Ganoderma lucidum* and *Phellinus linteus*, Food Chemistry, 129: 1667-1675.

Köksal, E. 2007. Karnabahar (*Brassica oleracea* L.) Peroksidaz Enziminin Saflaştırılması ve Karakterizasyonu, Antioksidan ve Antiradikal Aktivitesinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Lambeth, J. D. 2004. Nox Enzymes and The Biology of Reactive Oxygen. Nature Reviews Immunology, 4(3): 181–189.

Lawrence, E., Harniess, S. 1990. Mushrooms& Other Fungi, Atlantis Publication Ltd., London.

Lee Y.L., Yen, M.T., Mau, J.L. 2007. Antioxidant properties of various extracts from *Hypsizigus marmoreus*. Food Chemistry, 104: 1–9

Li, S., Shah, N.P. 2014. Antioxidant and antibacterial activities of sulphated polysaccharides from *Pleurotus eryngii* and *Streptococcus thermophilus* ASCC 1275. Food Chemistry, 165: 262-270.

Lin, J.T., Liu, C.W., Chen, Y.C., Hu, C.C, Juang, L.D., Shiesh, C.C., Yang, D.J. 2014. Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties for ethanolic extract from *Pleurotus eryngii* fruiting bodies harvested at different time. LWT- Food Science and Technology, 55: 374-382.

Lincoof, H.G.L. 1988. The Audubon society field guide to North American mushrooms. Chanticleer Press, New York.

Loliger, J. 1991. Free radicals and food additives. Aruoma, O.I. and Halliwell, B. The use of antioxidants in food. Taylor and Francis, 129–150, London.

Ma, K., Bao, L., Han, J., Jin, T., Yang, X., Zhao, F., Li,S., Song, F., Liu, M., Liu, H. 2014. New benzoate derivatives and hirsutane type sesquiterpenoids with antimicrobial activity and cytotoxicity from the solid-state fermented rice by the medicinal mushroom *Stereum hirsutum*. Food Chemistry, 143: 239-245.

Madigan, T.M., Martinko, M.J. 2010. Mikroorganizmaların Biyolojisi. (ed.: C. Çökmüş), Palme Yayıncılık, 11th, Ankara.

Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., Pizzoferrato, L. 1999. Nutrients in Edible Mushrooms: An Inter-species Comparative Study. Food Chemistry, 65: 477-482.

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

Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L., 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking, Food Chemistry, 84: 201-206.

Marchand, A. 1971-1973. Champignon de Noral et de Midi, Tom C. 1-2, Diffusion Hachette, Perpignon, France.

Mates, J. M., Peres, G., Costro, I. N. 1999. Antioxidant, enzymes and human diseases. Clin. Biochem, 32: 595-603.

Mattila, P., Konko, K., Eurola, M., Pihlava, J. M., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen, M., Piironen, V. 2001, Contents of vitains, mineral elements and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 49: 2343-2348.

Mau, J. L., Lin, Y. P., Chen, P. T., Wu, Y. H., Peng, J. T., 1998. Flavor compounds in king oyster mushrooms *Pleurotus eryngii*, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 46: 4587-4591.

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.

Mavi, A. 2005. İnsan Eritrosit ve Lökositlerinden Süperoksit Dismutaz Enziminin Saflaştırılması ve Bazı İlaçların Enzim Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

McKenna, D. J., Hughes, K., Jones, K. 2002. Astragalus. International Journal of Integrated Medicine, 4: 40–46.

Meng, F., Liu, X., Jia, L., Song, Z., Deng, P., Fan, K. 2010 (a). Optimization for the production of exopolysaccharides from Morchella esculenta SO-02 in submerged culture and its antioxidant activities in vitro. Carbohydrate Polymers, 79: 700-704.

Meng, F., Zhou, B., Lin, R., Jia, L., Liu, X., Deng, P., Fan, K., Wang, G., Wang, L., Zhang, J. 2010 (b). Extraction optimization and in vivo antioxidant activities of exopolysaccharide by *Morchella esculenta* SO-0. Bioresource Technology, 101: 4564-4569.

Miller, H. E., Rigelhof, L.M., Prakash, A., Kanter, M.A. 2000. Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. Journal of the American College of Nutrition, 19: 312-319.

Misaki, A., Kakuta, M. 1995. Kikurage (Tree-ear) and Shirokikurage (White jellyleaf): *Auricularia auricula-judae* and *Tremella fuciformis*. Food Review International, 11(1): 211-218.

Mishra, K.K., Pal, R.S., Kumar, A.R., Chandrashekara, C., Jain, S.K., Bhatt, J.C. 2013. Antioxidant properties of different edible mushroom species and increased bioconversion efficiency of *Pleurotus eryngii* using locally available casing materials. Food Chemistry, 138: 1557-1563.

Mizuno, T. 1999. The Extraction and Development of Antitumor–Active Polysaccharides from Medical Mushrooms in Japan (Review). International Journal of Medical Mushrooms, 1 (1): 9-29.

Moro, C., Palacios, I., Lozano, M., D'Arrigo, M., Guillamón, E., Villares, A., Martínez, J.A., García-Lafuente, A. 2012. Anti-inflammatory activity of methanolic extracts from edible mushrooms in LPS activated RAW 264.7 macrophages, Food Chemistry, 130: 350-355.

Moser, M. 1983. Keys to Agarics and Boleti, Gustav Fischer Verlag, Stutgart.

Murray, R. K., Mayes, P. A., Granner, D. K., Rodwell V. W. 1996. Haper'ın Biyokimyası, Barış Kitabevi Yayınları, İstanbul.

Nakajima, Y., Sato, Y., Konishi, T. 2007. Antioxidant small phenolic ingredients in *Inonotus obliquus* (persoon) Pilat (Chaga). Chem. Pharm. Bull., 55: 1222–1226.

Namiki, M. 1990. Antioxidants, antimutagens in food. Critical in Food Science and Technology, 6: 271–277.

Nohl, H., Gille, L., Kozlov, A., Staniek, K. 2003. Are Mitochondria A Spontaneous and Permanent Source of Reactive Oxygen Species Redox Report, 8: 135-14.

Oke, F., Aslim, B. 2011. Protective effect of two edible mushrooms against oxidative cell damage and their phenolic composition. Food Chemistry, 128: 613-619.

Öder, N., 1988. Kültür Mantarı Üretimi. Atlas Yayınevi, Konya, 68.

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

Pacioni, G. 1989. Guide to Mushrooms. (Ed.: G. Lincoff), Toledo, İspanya.

Puttaraju, N.G., Venkateshaiah, S.U., Dharmesh, S.M., Urs, S.M.N.,Somasundaram, R. 2006. Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(26): 9764–9772.

Pereira, E., Baros, L., Martins, A., Ferreira, I.C.F.R. 2012. Towards chemical and nutritional inventory of Portuguese wild edible mushrooms in different habitats. Food Chemistry, 130: 394-403.

Phillips, R. 1981. Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Euroe. Pan Books Ltd, London, 206-287.

Pires, A.R.A., Ruthes, A.C., Cadena, S. M. S. C., Acco, A., Gorin, P.A.J., Iacomini, M. 2013. Cytotoxic effect of *Agaricus bisporus* and *Lactarius rufus* β-D- glucans on HepG2 cells. International Journal of Biological Macromolecules, 58: 95-103.

Plumb, J.A. 2004. Cell Sensitivity Assays: The MTT Assay. Langdon, S.P. Cancer Cell Culture Methods and Protocols. Humana Press, 165-169.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine, 26: 1231-1237.

Reis, F.S., Martins, A., Barros, L., Ferrreira, I.C.F.R. 2012. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples. Food and Chemical Toxicology, 50: 1201-1207.

Reis, F.S., Barreire, J.C.M., Calhelha, R.C., Griensven, L.J.I.D., Ciric, A., Glamoclija, J., Sokovic, M., Ferreira, I.C.F.R. 2014. Chemical characterization of the medicinal mushroom Phellinus linteus (Berkeley & Curtis) Teng and contrbution of different fractions to its bioactivity. LWT- Food Science and Technology, 58: 478-485.

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.

Ribeiro, B., Lopes, R., Andrade, P.B., Seabra, R.M., Gonçalves, R.F., Baptista, P., Quelhas, I., Valento, P. 2008. Comparative study of phytochemical and antioxidant potential of wild edible mushroom caps and stipes. Food Chemistry, 110, 47-56.

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends in Plant Science, 2:152–159.

Rice-Evans, C. 1999. Screening of phenolics and flavonoids for antioxidant Activity, Chapter 1, Packer, L. Hiramatsu, M. Yoshikawa, T., Antioxidant Food Supplements in Human Health, Elsevier Inc., 239-253.

Royse, D.J. 1999. Yield stimulation of king oyster mushroom, *Pleurotus eryngii*, by brewer's grain and spawn mate IISE® suplementation of cotton seed hull and wood chip substrate, Mushroom News, 47 (2): 4-8.

Sakanaka, S., Tachibana, Y., Okada, Y. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha). Food Chemistry, 89:569–575.

Sarıkürkcü, C. 2009. Akdeniz Bölgesi Yenilebilir Bazı Mantarlarının Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta. 97.

Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45: 287–306.

Schmalz, G. 1997. Concepts in biocompatibility testing of dental restorative materials. Clinical Oral Investigations, 1: 154-162.

Sesli, E. 1994. Trabzon Yöresinde Yetişen Makrofunguslar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Trabzon.

Seven, A., Candan, G. 1996. Antioksidan savunma sistemleri. Cerrahpaşa Tıp Dergisi, 27(1):41-50.

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.

Sinclair, S. 1988. Chinese Herbs: A Clinical Rewiew of *Astragalus*, *Ligusticum*, and *Schizandrae*. Alternative Medicine Review, 3: 338–344.

Skrinjar, M., Kolar, M.H., Jelsek, N., Hras, A.R., Bezjak, M., Knez, Z. 2007. Application of HPLC with electrochemical detection for the determination of low levels of antioxidants. Journal of Food Composition and Analysis, 20: 539–545.

Slinkard, K., Singleton, V. L. 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28:49–55.

Sohal, R. S. 2002. Role of Oxidative Stress and Protein Oxidation in The Aging Process. Free Radical Biology and Medicine, 33: 37–44.

Solak, M.H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., Allı, H. 2007. Macrofungi of Turkey.

Stadtman, E. R. 2002. Importance of Individuality in Oxidative Stress and Aging. Free Radical Biology and Medicine, 33: 597–604.

Szweda, P. A., Friguet, B., Szweda, L. I. 2002. Proteolysis, Free Radicals, and Aging. Free Radical Biology and Medicine, 33: 29–36.

Şahin, E. 2006. Bitkisel kaynaklı antimikrobiyallerin gıda kaynaklı bazı patojen mikroorganizmalar üzerinde etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü.* Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-5.

Şenköylü, N. 2001. Yemlik Yağlar, Trakya Üniv. Ziraat Fak. Tekirdağ.

Talaro, K., Talaro, A. 1993. Chapter 10. Brown, Wm. C. P. Foundations in Microbiology, 296-310.

Terzi, Ü. 2009. Yenilebilir Bazı Makromantar Özütlerinin ve Oksim Tipi Ligand Komplekslerinin Biyolojik Aktivitelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. 65.

Tsai, S.Y., Tsai, H.L., Mau, J.L. 2007. Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*, LWT, 40: 1392–1402.

Tsai, S.Y., Huang, S.J., Lo, S.H., Wu, T.P., Lian, P.Y., Mau, J.L. 2009. Flavour components and antioxidant properties of several cultivated mushrooms. Food Chemistry, 113: 578-584.

Webster J. 1989. Introduction to Fungi. Cambridge Univesty Pres, Melborne.

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

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

Van-Meerloo, J., Kaspers, G.J., Cloos, J. 2011. Cell sensitivity assays: the MTT assay. Methods Mol Biol. 731: 237-245.

Vural, N. 2005. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Basımevi, 975-482-289-1, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ankara.

Yanbeyi, S. 1999. Aspirin ve antioksidant buthylated hydroxyanisole'ün tavşanlarda eritrosit total katalaz, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz aktiviteleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Samsun, 88.

Yang, J.H., Lin, H.C., Mau, J. L. 2002. Antioxidant properties of several commercial mushrooms. Food Chem., 77: 229–235.

Yen, G.C., Wu, J.Y. 1993. Antioxidant and radical scavenging properties of extracts from *Ganoderma tsuage*. Food Chemistry, 65: 375–379.

Yıldırım, N., Turkoglu, S., Yıldırım, N., Kaplan, O. 2012. Antioxidant properties of wild edible mushroom *Peurotus eryngii* collected from Tunceli province of Turkey. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 7(4): 1647-1654.

Ying, W. M, West, B. J., Jensen, C. J., Nowicki, D., Chen, S., Palu, A. K., Anderson, G. 2002. Morinda citrifolia (noni): A literature review and recent advances in noni research. Acta Pharmacol., 23:1127–1141.

Young, I. S., Woodside, J. V. 2001. Antioxidants in health and disease. Journal of Clinical Pathology, 54: 176–186.

Zadrazil, F., 1978. Cultivation of *Pleurotus*. In: the biology and cultivation of edible mushrooms (ed: S.T., Chang and W.A., Hayes), Academic Press, New York, 521-557.

Zeng, X., Suwandi, J., Fuller, J., Doronila, A., Ng, K. 2012. Antioxidant capacity and mineral contents of edible wild Australian mushrooms. Food Science and Technology International, 18: 367-379.

Zervakis, G.I., Ntougias, S., Gargano, M.L., Besi, M.I., Polemis, E., Typas, M.A., Venturella, G. 2014. A reappraisal of the *Pleurotus eryngii* complex-New species and taxonomic combinations based on the application of a polyphasic approach, and an identification key to *Pleurotus* taxa associated with *Apiaceae* plants, British Mycological Society, 118:814-834

Zhang, H., Gong, F., Feng, Y., Zhang, C. 1999. Flammulin Purified from The Fruit Bodies of Flammulina velutipes (Curt .:Fr.) P. Karst. International Journal of Medical Mushrooms, 1 (1): 89–92.

Zhang, A., Li, X., Xing, C., Yang, J., Sun, P. 2014. Antioxidant activity of polysaccharide extracted from *Pleurotus eryngii* using response surface methodology. International Journal of Biological Macromolecules, 65: 28-32.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı - Soyadı	Hevidar ALP	**Ünvanı**	Öğretim Görevlisi
Doğum Yeri	Diyarbakır	**E-mail**	**halp@tunceli.edu.tr**
Uyruğu	T.C.	**Çalıştığı Kurum**	Tunceli Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı
Doğum Tarihi	04.03.1981	**Yabancı Dil**	İngilizce

Eğitim Düzeyi

MEZUNİYET TARİHİ	DERECE	LİSE-ÜNİVERSİTE-FAKÜLTE-BÖLÜM/ANABİLİM DALI
2000	Lise	Nevzat Ayaz Anadolu Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı Süper Lise)
2007	Lisans	Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı (Bölüm Birincisi)
2010	Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Öğretmenliği A.B.D.
2010-2015	Doktora	Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji A.B.D.

Sertifikaları	Veren kuruluş	Tarih
Deney Hayvanları Kullanım Sertifikası	DÜSAM Dicle Üniversitesi Hayvan Deneyleri Etik Kurul Başkanlığı	2012

Özel İlgi Alanları (Hobileri): Voleybol, yüzme, satranç ve kişisel gelişim ile ilgili konular.