

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BAZI DOĞA VE KÜLTÜR MANTARI TÜRLERİNİN
BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN VE RADYOAKTİF
ELEMENT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Ayşenur YILMAZ

**MAYIS 2015
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Ayşenur YILMAZ Tarafından Hazırlanan**

**BAZI DOĞA VE KÜLTÜR MANTARI TÜRLERİNİN
BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNİN VE RADYOAKTİF
ELEMENT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ**

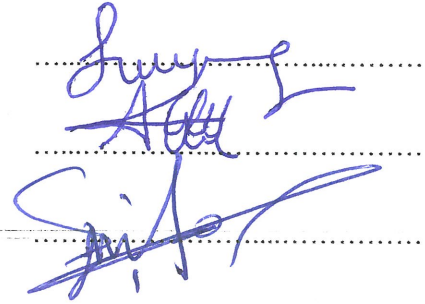
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 05/ 05/ 2015 gün ve 1601 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Sibel YILDIZ

Üye : Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Engin Derya GEZER



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Bazı Doğa ve Kültür Mantarı Türlerinin Biyoaktif Özelliklerinin ve Radyoaktif Element Miktarlarının Belirlenmesi” isimli bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Anabilim Dalı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının planlanması, araştırılması, yürütülmesi ve oluşumunda engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her türlü desteğiyle yanımda olan ve çalışmalarına yön veren ve bana mantar konusunu sevdiren hocam Prof. Dr. Sibel YILDIZ başta olmak üzere, tez çalışmamda kullandığım mantarların teşhisini yapan Prof. Dr. Ertuğrul SESLİ’ye, kimyasal analizlerin yapımında yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Uğur ÇEVİK, Prof. Dr. Ali Osman KILIÇ, Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI’ya analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Zehra CAN, Arş. Gör. Ahmet Çelik ve doktora öğrencisi Sana Adel TABBOUCHE’ a teşekkürlerimi arz ederim.

Çalışmanın bütün aşamalarında yanımda bulunan, yardımcı olan ve manevi desteklerini esirgemeyen İsmail YILMAZ, Elif ALTINTAŞ ve Emine KÖLEMEN’e teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerini tüm hayatım boyunca esirgemeyen, bu konuma gelmem için sonsuz özveride bulunan sevgili aileme özellikle de hayatı boyunca hiç baba diyememiş olan canım babam Mustafa YILMAZ’a şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmanın, ilgili bütün sektörlere faydalı bir referans olmasını dilerim.

Ayşenur YILMAZ
Trabzon 2015

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı Doğa ve Kültür Mantarı Türlerinin Biyoaktif Özelliklerinin ve Radyoaktif Element Miktarlarının Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Sibel YILDIZ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 22/05/2015

Ayşenur YILMAZ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SİMGELER DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Mantarların Genel Özellikleri	3
1.3. Mantarlarda Beslenme	5
1.4. Mantarlarda Üreme	6
1.5. Mantarların Üremesinde Etkili Olan Faktörler	6
1.6. Mantarların Ağaç Malzemede Yaptığı Zararlar.....	7
1.6.1. Beyaz Çürüklük.....	7
1.6.2. Esmer Çürüklük... ..	8
1.6.3. Yumuşak Çürüklük	8
1.7. Mantarların Sınıflandırılması	9
1.7.1. Chytriodomycota.....	9
1.7.2. Zygomycota.....	9
1.7.3. Gloromycota	10
1.7.4. Ascomycota.....	10
1.7.5. Basidiomycota.....	11
1.8. Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Beslenmedeki Rolü.....	11
1.9. Mantarların Biyolojik Aktiviteleri	12
1.9.1. Antioksidan Aktivite	12
1.9.1.1. Antioksidan Çeşitleri	14
1.9.1.1.1. Doğal Antioksidanlar	14

1.9.1.1.2	Yapay Antioksidanlar.....	14
1.9.1.2.	Antioksidan Aktivite Ölçüm Yöntemleri	14
1.9.1.2.1.	Elektron Aktarımına Dayalı Toplam Antioksidan Aktivite Yöntemleri.	14
1.9.1.2.2.	Hidrojen Atomu Aktarımına Dayalı Toplam Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri	15
1.9.2.	Antimikrobiyal Aktivite.....	15
1.9.2.1.	Antimikrobiyal Aktivite Tayin Yöntemleri	16
1.9.2.1.1.	Agar Kuyucuk Difüzyon Yöntemi	16
1.10.	Mantarların Radyoaktivite Özellikleri	17
1.10.1.	Mantarlarda Bulunan ve Kendiliğinden Oluşan Radyonüklitler	17
1.10.2.	Mantarların Bünyelerine Topladıkları İnsan Kaynaklı Oluşan Radyonüklitler	18
1.11.	Çeşitli Mantar Analizleri Hakkında Son Yıllarda Yapılan Literatür Çalışmaları	19
1.11.1.	Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein İçeriklerini Belirlemek Üzere Yapılan Çalışmalar	19
1.11.2.	Mantarların Fenolik Bileşenlerini ve Antioksidan Özelliklerini Belirlemek Üzere Yapılan Çalışmalar	20
1.11.3.	Mantarların Anti-Mikrobiyal Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar ..	24
1.11.4.	Mantarlardaki Radyoaktiviteyi Belirlemek Üzere Yapılan Çalışmalar .	26
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	28
2.1.	Deneme Materyali	28
2.1.1.	Doğadan Toplanan Mantar Örnekleri	29
2.1.1.1.	<i>Agaricus campestris</i>	29
2.1.1.2.	<i>Amanita caesarea</i>	29
2.1.1.3.	<i>Fistulina hepatica</i>	30
2.1.1.4.	<i>Meripulus giganteus</i>	31
2.1.2.	Kültür Mantarı Örnekleri	32
2.1.2.1.	<i>Agaricus bisporus</i>	32
2.1.2.2.	<i>Pleurotus ostreatus</i>	33
2.1.3.	Antimikrobiyal Test Mikroorganizmaları	33
2.1.3.1.	<i>Staphylococcus aureus</i>	34
2.1.3.2.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	34
2.1.3.3.	<i>Escherichia coli</i>	35
2.1.3.4.	<i>Enterococcus faecalis</i>	35

2.1.3.5.	<i>Candida albicans</i>	35
2.1.3.6.	<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	36
2.1.3.7.	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	36
2.1.3.8.	<i>Salmonella typhimurium</i>	36
2.1.3.9.	<i>Proteus mirabilis</i>	36
2.2.	Metot	37
2.2.1.	Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Miktarı.....	37
2.2.2.	Mantarlardaki Toplam Fenol ve Antioksidan Aktivite	38
2.2.2.1.	Ekstraktların Hazırlanışı	38
2.2.2.2.	Toplam Fenol Miktarı Belirleme Tayini	39
2.2.2.3.	Antioksidan Aktivite Belirleme Tayini	40
2.2.3.	Mantarlardaki Antimikrobiyal Aktivite	40
2.2.3.1.	Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması	40
2.2.3.2.	Kuyucuk Difüzyon Yöntemi	41
2.2.4.	Mantarlarda Radyoaktivite.....	42
2.2.4.1.	Numunelerin Hazırlanması	42
2.2.4.2.	Deneysel Sistem ve Metot.....	43
2.2.4.3.	Efektif Doz	46
3.	BULGULAR	48
3.1.	Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Değerleri.....	48
3.2.	Mantarlardaki Toplam Polifenol ve Antioksidan Aktiviteye Ait Bulgular.....	49
3.3	Mantarların Antimikrobiyal Özelliklerine Ait Bulgular	51
3.4.	Mantarların Radyoaktivite Özellikleri	53
3.4.1	Efektif Doz	55
4.	TARTIŞMA	56
4.1.	Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Değerleri.....	56
4.2.	Mantarlardaki Toplam Polifenol ve Antioksidan Aktiviteleri	60
4.3.	Mantarların Antimikrobiyal Özellikleri	63
4.4.	Mantarların Radyoaktivitesi	67
4.4.1.	Mantarların Yetiştirme Ortamlarının Radyoaktivitesi	75
4.4.2.	Efektif Doz	82
5.	SONUÇLAR	84

5.1.	Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Değerleri.....	84
5.1.1.	Mantarların Kimyasal Bileşimi	84
5.1.2.	Mantarların Protein Değerleri	84
5.2.	Mantarlardaki Toplam Polifenol Miktarı ve Antioksidan Aktivite	85
5.2.1.	Mantarlardaki Toplam Polifenol Miktarı	85
5.2.2.	Mantarların Antioksidan Aktiviteleri	86
5.3.	Mantarların Antimikrobiyal Aktiviteleri	87
5.4.	Mantarların Radyoaktivite Özellikleri	87
5.4.1.	Mantar Yetiştirme Yerlerinin Radyoaktivite Özellikleri	88
5.4.2.	Efektif Doz	89
6.	ÖNERİLER	91
7.	KAYNAKLAR	95

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

Bazı Doğa ve Kültür Mantarı Türlerinin
Biyoaktif Özelliklerinin ve Radyoaktif
Element Miktarlarının Belirlenmesi

Ayşenur YILMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Sibel YILDIZ
2015, 107 Sayfa

Bu çalışmada; doğada kendiliğinden yetişen ve kültür ortamında üretilen bazı mantarların biyoaktif özellikleri ve radyoaktivite içerikleri araştırılmıştır. 4 tanesi doğal (*Agaricus campestris*, *Amanita caeserea*, *Fistulina hepatica*, *Meripilus giganteus*), beş tanesi de kültür ürünü (*Agaricus bisporus* (4 farklı işletme), *Pleurotus ostreatus*) olmak üzere toplam 9 adet mantarla çalışılmıştır. Söz konusu mantarlar; kimyasal bileşimleri, protein değerleri, toplam fenolik miktarları, antioksidan-antimikrobiyal aktiviteleri ve içerdikleri radyoaktif elementler bakımından analiz edilmiştir.

Araştırılan mantarların protein içerikleri % 11 - % 37.71, toplam polifenol miktarları 1.111 ± 0.017 - 3.858 ± 0.130 mg GAE/g, antioksidan aktiviteleri 1.528 ± 0.042 - 9.340 ± 1.069 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ aralığında bulunmuştur. *Agaricus campestris* mantarı *Klebsiella pneumoniae* bakterisine karşı inhibitör etki göstermiştir. Mantarlardaki radyoaktivite konsantrasyon ortalamaları ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs için sırasıyla 20.79 ± 1.4 , 6.8 ± 0.5 , 494.4 ± 19.8 , 31.1 ± 1.8 Bq/kg, yetiştirme yerlerinin radyoaktivite konsantrasyon ortalamaları ise ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs için sırasıyla 33.1 ± 1.6 , 16.3 ± 0.6 , 128.3 ± 5.4 , 13.5 ± 0.7 Bq/kg'dir. Alınan efektif doz ortalaması $33.6 \mu\text{Sv/y}$ olup, bu değer dünya ortalamasının altındadır. Bulunduğu yörede oduna arız olan, halk arasında zehirli zannedilen oysa yenebilen hatta tıbbi özelliği olduğu anlaşılan *Fistulina hepatica* mantarı dikkat çekmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal-Antioksidan aktivite, Elementel bileşim, Mantar, Protein, Radyoaktivite

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF BIOACTIVE PROPERTIES AND RADIOACTIVE
ELEMENTS CONTENTS IN NATURE AND CULTURE MUSHROOMS

Ayşenur YILMAZ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industry Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Sibel YILDIZ
2015, 107 Pages

In this study, bioactive properties and radioactive reserves in wild and cultivated mushrooms was investigated. 4 of them are wild (*Agaricus campestris*, *Amanita caesarea*, *Fistulina hepatica*, *Meripilus giganteus*), five of them cultivated (*Agaricus bisporus* (4 different firm), *Pleurotus ostreatus*); total of 9 mushrooms was studied. Chemical compositions, protein values, total phenolic amounts, antioxidant-antimicrobial activities and radioactive elements they contain have been analyzed.

Investigated fungi protein content range of 11 % to % 37.71, total polyphenols amounts 1.111 ± 0.017 - 3.858 ± 0.130 mgGAE/g, antioxidant activities 1.528 ± 0.042 - 9.340 ± 1.069 $\mu\text{molFeSO}_7\text{H}_2\text{O/g}$ was determined. *Agaricus campestris* inhibited *Klebsiella pneumoniae* bacteria. Radioactivity concentration averages of mushrooms for ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs are 20.79 ± 1.4 , 6.8 ± 0.5 , 494.4 ± 19.8 , 31.1 ± 1.8 Bq/kg, radioactivity concentration averages of habitats for ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs are 33.1 ± 1.6 , 16.3 ± 0.6 , 128.3 ± 5.4 , 13.5 ± 0.7 Bq/kg, respectively. The average effective dose is $33.6 \mu\text{Sv/y}$ and this value is below the world average. *Fistulina hepatica* which known as poisonous in current location whereas it is edible, medical even drew attention.

Key Words: Antimicrobial-antioxidant activities, Chemical compositions, Mushroom, Protein, Radioactivity

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Bir mantarın genelleştirilmiş yaşam döngüsü	6
Şekil 2. Temsili sağlıklı hücre ve serbest radikal	13
Şekil 3. <i>Agaricus campestris</i> mantarı	29
Şekil 4. <i>Amanita caesarea</i> mantarı	30
Şekil 5. <i>Fistulina hepatica</i> mantarı	31
Şekil 6. <i>Meripulus giganteus</i> mantarı	31
Şekil 7. <i>Agaricus bisporus</i> mantarı	32
Şekil 8. <i>Pleurotus ostreatus</i> mantarı	33
Şekil 9. Costech ECS 4010 elemental analiz cihazı	37
Şekil 10. Kalay kapsüller içine dökülmüş mantar tozlarının dikdörtgen prizma hali	38
Şekil 11. Hazırlanan ekstraktlar	38
Şekil 12. Ekstraktların süzülmesi	39
Şekil 13. Ağzı kapaklı kaplarda bekletilen kurutulmuş ve öğütülmüş mantarlar	42
Şekil 14. HPGe Gama spektrometre sisteminin genel görünüşü	43
Şekil 15. <i>Pleurotus ostreatus</i> mantarının 352,0 keV'de yaptığı pikin alan hesaplaması	45
Şekil 16. <i>Fistulina hepatica</i> mantarının 661 keV'de yaptığı pikin alan hesaplaması..	45
Şekil 17. Toplam polifenol kalibrasyon grafiği	49
Şekil 18. FRAP kalibrasyon grafiği	50
Şekil 19. Dedektör verimi grafiği	54
Şekil 20. Doğada yetişen mantarların kimyasal bileşimi	56
Şekil 21. Kültür mantarlarının kimyasal bileşimi.....	57
Şekil 22. Doğada kendiliğinden yetişen ve kültür ortamında yetişen mantarların protein değerleri	58
Şekil 23. Mantarların toplam polifenol miktarları	60
Şekil 24. Mantarların FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan aktiviteleri	62
Şekil 25. <i>Agaricus campestris</i> mantarının inhibitör etkisi	64
Şekil 26. <i>Salmonella typhimurium</i> bakterisi kullanılan petri	64
Şekil 27. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> bakterisi kullanılan petri	65

Şekil 28.	<i>Proteus mirabilis</i> bakterisi kullanılan petri	65
Şekil 29.	Mantar örneklerinin ²³⁸ U aktivite konsantrasyonları.....	68
Şekil 30.	Mantar örneklerinin ²³² Th aktivite konsantrasyonları.....	69
Şekil 31.	Mantar örneklerinin ⁴⁰ K aktivite konsantrasyonları	71
Şekil 32.	Mantarlardaki ¹³⁷ Cs aktivite konsantrasyonu	73
Şekil 33.	Mantarların yetişme yerlerinin ²³⁸ U aktivite konsantrasyonları	76
Şekil 34.	Mantarların yetişme yerlerinin ²³² Th aktivite konsantrasyonları.....	78
Şekil 35.	Mantarların yetişme yerlerinin ⁴⁰ K aktivite konsantrasyonları.....	79
Şekil 36.	Mantarların yetişme yerlerinin ¹³⁷ Cs aktivite konsantrasyonları	80
Şekil 37.	²³⁸ U, ²³² Th, ⁴⁰ K ve ¹³⁷ Cs için efektif doz değerleri	82

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	Mantar türleri ve temin edildiği yerler..... 28
Tablo 2.	Antimikrobiyal test için kullanılan türler ve kodları..... 34
Tablo 3.	Toplam fenolik madde tayini için deney şartları 39
Tablo 4.	FRAP yöntemi için deney şartları..... 40
Tablo 5.	Bakteri ve maya suşları ve pozitif kontrolleri..... 41
Tablo 6.	Aktivitesi hesaplanan radyoaktif çekirdekler ve salma hızları 44
Tablo 7.	Mantarların kimyasal bileşimi 48
Tablo 8.	Mantarların protein değerleri 49
Tablo 9.	Mantarlardaki toplam fenol miktarları..... 50
Tablo 10.	Mantarların antioksidan aktiviteleri..... 51
Tablo 11.	Doğada kendiliğinde yetişen mantar türlerinin antimikrobiyal aktiviteleri 52
Tablo 12.	Kültür mantarlarının antimikrobiyal aktiviteleri..... 53
Tablo 13.	Mantardaki radyoaktivite konsantrasyonu (Bq/kg) 54
Tablo 14.	Mantarların yetiştirme yerlerindeki radyoaktivite konsantrasyonu (Bq/kg) 55
Tablo 15.	Mantarların efektif dozları 55

SEMBOLLER DİZİNİ

Bq:	Becquerel, Radyoaktivite Birimi
cm³:	Santimetreküp
FAO:	Food and Agriculture Organisation
Firm :	Firma
g:	gram
GAE:	Gallik Asit Eşdeğeri
Gy:	Gray, Absorblanmış Doz Birimi
HPGe:	Yüksek Safılıkta Germanyum
IAEA:	International Atomic Energy Agency
ICRP:	International Commission on Radiological Protection
kg:	kilogram
km:	kilometre
µ:	Mikro, alt birim (10 ⁻⁶)
µl:	Mikrolitre
mg:	miligram
ml:	Mililitre
TAEK:	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
UNSCEAR:	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations
Sv:	Sievert, Eşdeğer Doz Birimi
y:	Yıl

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Canlılar, prokaryot (basit yapı, gerçek çekirdekten yoksun) ve protista (ileri yapı, gerçek çekirdekli) olarak iki genel kümeye ayrılmaktadırlar. Bu ayırma göre mantarlar, protista grubu içerisine girmektedir. Protista mensupları beslenme biçimlerine göre üçe ayrılır;

1) Bitkiler alemi; canlılar fotosentez yolu ile kendi besinlerini kendileri imal etmektedir,

2) Hayvanlar alemi; genellikle çevrelerine uyum sağlayan ve diğer canlılarla beslenen çokhücrelilerdir.

3) Mantarlar alemi; saprofit, parazit veya mikorizal olarak besinlerini canlı veya ölü organizmalardan yahut organik maddelerden almaktadırlar (Whittaker, 1969).

Mantarlar son zamanlara kadar, özelliklerinin çoğunun genelde bitkilere benzediği düşünüldüğü için bitkiler alemi içinde sayılmaktaydılar. Günümüzde mikoloji (mantarlar konusu ile uğraşan ve bunları inceleyen bilim kolu) bilimi; dünya üniversitelerinin bazılarında ‘botanik’ bilimi içinde, bazılarında ise ‘mikrobiyoloji’ bilimi içinde öğretilmektedir. Buna rağmen, bu bilimin ‘mikoloji’ adı altında okutulma eğilimi artmaktadır. Kökenleri ne olursa olsun, günümüzde, mantarların ayrı, değişik ve çok farklı bir küme olduğu kabul edilmektedir. Yani mantarların, mantarlar alemi olarak incelenmesi gerekmektedir (Sümer, 2000).

Dünya üzerinde var olan mantar türlerinin sayısı tam olarak bilinmemekle birlikte on binler civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bilinen türlerin yüzde ondan daha az bir kısmının yenilebilir olduğu, buna yakın bir oranda türün ise zehirli olduğu ileri sürülmektedir (Toth, 1995).

Mantarlarla ilgili sistematik çalışmalar 250 yıllık bir geçmişe dayansa da, bazılarının özellikleri yüzyıllardır bilinmektedir. Ekmek hamurunun kabartılmasında, şarap yapımında insanlık tarihinde hep kullanılmışlardır. Meksika ve Guatemala halkları bazı halüsinojenik mantarları dini ve mitolojik törenlerde kullanmışlardır. Yine bazı mantarlar Kuzey Amerika yerlileri ve Çinliler tarafından tıbbi amaçlar için kullanılmıştır (Gücin ve Tamer, 2004). Şapkalı mantarların ilk olarak Proterozoik Çağ’da (4 milyar – 570 milyon

yıl önce) ortaya çıktığı düşünülmektedir. İnsanların şapkalı mantarları kullanımıysa paleolitik döneme (yontma taş çağına) kadar uzanır. Tarihi raporlar, şapkalı mantarların pek iyi niyetli olmayan amaçlar için de kullanıldıklarını ortaya koymaktadır. Örneğin; II. Claudius ve Papa VII. Clement'in düşmanları tarafından *Amanita* mantarıyla zehirlendiği, bir efsaneye göre de Buddha'nın (Budizm dininin kurucusu ve öncüsü), bir köylünün kendisine sunduğu, toprak altında yetişen bir mantarı yediği için öldüğü (URL-1, 2014) bildirilmektedir.

Ekosistemin önemli bir parçası olan mantarlar, çok eski yıllardan beri halk arasında bilinmekle birlikte genellikle gıda maddesi olarak tüketilmekte, katma değeri yüksek bir ürüne tam olarak dönüştürülememektedir. Ayrıca, mantar gelişimi açısından elverişli iklim koşullarının bulunduğu başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere birçok bölge ve yöre keşfedilmeyi bekleyen bakir bir araştırma alanı olarak atıl bırakılmaktadır. Diğer yandan Orman Endüstri Mühendisliği disiplininde yapılan bilimsel ve akademik tez çalışmalarına göz atıldığında çalışmaların genellikle asli orman ürünü olan odun hammaddesi üzerine odaklandırıldığı fakat en az odun kadar önemli olan diğer yan ürünler hakkında yeterince araştırma yapılmadığı görülmektedir.

Bu çalışmada önemli bir orman yan ürünü olarak mantarlar; yukarıda bahsedilen eksiklikleri gidermek adına farklı analizlerle mercek altına alınmıştır. Bu amaçla; gerek ağaçta ve toprakta doğal olarak yetişen gerekse de kültür ortamında üretilen bazı mantar türleri; biyoaktif özellikleri (protein değerleri, toplam fenolik miktarları, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri), kimyasal bileşimleri ve radyoaktif element içerikleri itibarı ile araştırılmaya ve birbirleriyle mukayese edilmeye çalışılmıştır. Söz konusu analizler, ülke ekonomisine kazandırılacak mantar türlerinin tanıtımına olanak sağlamak açısından son derece önemlidir zira bu tez çalışmasının sonuçlarından biri olarak halk arasında zehirli olarak bilinen oysa yenebilen hatta tıbbi özelliği sahip olduğu anlaşılan *Fistulina hepatica* mantarı, memnun edici bir kazanım olarak bu tür çalışmaların gerekliliğini doğrulamıştır.

Ayrıca; radyoaktif kirliliğin mantar üzerinden tespit edilmeye çalışılacağı araştırma, bu yönüyle de Türkiye'de bir ilk olma özelliği ve orijinalliği taşımaktadır. Besin zinciri yoluyla mantardan insana taşınabilen kirleticilerin toksik etki yaratma ve insan sağlığını tehdit etme potansiyelleri göz önünde bulundurulduğunda özellikle yenen mantarlara ait bulguların, hayati önem taşıyacağı aşikârdır. Radyoaktif kazalardan dolayı (örneğin Çernobil faciası) kontamine olmuş topraklarda veya ağaçlarda yetişen her tür yenebilen gıda maddesinde biriken sezyum, uranyum, toryum gibi elementler insan, hayvan ve çevre

sağlığı açısından ciddi bir risk oluşturabilmektedir. Tez kapsamında radyoaktif yarılanma süresi uzun ve biyo-hareketliliği fazla olması dolayısı ile tehlikeli radyoaktif atıklardan biri olarak başta radyosezyum (^{137}Cs) radyonükliti olmak üzere Uranyum (^{238}U), Toryum (^{232}Th) ve Potasyum (^{40}K) radyonüklitleri de araştırılmıştır. Doğa mantarları bakımından zengin bir makro mantar florasına sahip olan ülkemiz başta Fransa, İsviçre, Almanya, İngiltere, Belçika, Hollanda, Lüksemburg, Avusturya, İspanya, İsveç, Norveç gibi Avrupa ülkeleri olmak üzere Amerika Birleşik Devleti, Japonya, Orta Asya ve Orta doğu ülkelerine de ciddi miktarlarda doğal mantar ihraç etmektedir. İhracatın gerçekleştirilebilmesi için de toplanan mantarların radyasyona maruz kalmadığının radyasyon belgesi ile ibraz edilmesi gerekmektedir. Söz konusu çalışma bu anlamda da radyasyon ölçüm analizlerinin gerekliliğini ve önemini ortaya koymaktadır.

1.2. Mantarların Genel Özellikleri

Karbonhidrat sentezi bakımından mantarlar heterotrofik organizmalar grubunda yer alırlar. Fruktifikasyon organı veya mantar meyvesi olarak da bilinen şapka, Basidiomycetes sınıfında basidiokarp, Ascomycetes sınıfı mantarlarda askokarp adını alır. Basidiomycetes sınıfında yer alan grupta mantarların en gelişmiş türleri bulunur (Boztok, 1990).

Mantarlar, Çin ve Japonya gibi Uzak Doğu ülkelerinde tıbbi yararları nedeniyle yüzyıllardan beri tüketilmektedir (Manzi vd., 2011). Mantarlar çok eski zamanlardan beri bilinen bir besin kaynağı olmasına karşın, yetiştiriciliği ilk kez 16. yüzyılda Fransa'da yapılmaya başlanmıştır (Günay, 2000). Başlangıçta mevsime bağlı olarak açıkta yetiştirilmeye başlanan mantar 19. yüzyılın başlarında taş ocakları, mağara ve tünel gibi sıcaklık ve nemin oldukça düzenli olduğu kapalı alanlarda ilkel yöntemlerle üretilmiştir. 20. yüzyılın başlarında doku kültüründen misel üretiminin gerçekleştirilmesi ve yeni tekniklerin gelişmesiyle mantarlar, özel işletmelerde yetiştirilmeye başlanmıştır (Erkel, 1992).

Günümüzde 100 kadar ülkede mantar üretimi yapılmakta olup özellikle Avrupa ve Amerika'da ileri üretim teknolojileri kullanılmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) Stat verilerine göre dünyada yıllık 3.5 milyon ton mantar üretimi yapılmakta ve bu üretim kolu bazı ülkeler için önemli bir geçim kaynağı olabilmektedir. Mantar üretimi dünyanın en büyük ekonomilerinden biri olan Çin'in en büyük 6. endüstrisi konumuna gelmiştir (Metin

vd., 2013). Ülkemizde ise kültür mantarı yetiştiriciliği henüz istenilen düzeyde olmamakla birlikte, üretim ve tüketime olan talep her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde mantar üretimi ile ilgili çalışmalara 1960'lı yıllarda başlanmıştır. 1990'dan sonra üretimde önemli artışlar sağlanmış, küçük işletmeler yanında orta ve büyük boy işletmeler de kurulmuştur (Ağaoğlu vd., 1992; İlbay ve Günay, 1992). Türkiye'de 1973 yılında 80 ton olan mantar üretimi, 2014 yılında 49 bin tona yükselmiştir (Eren ve Pekşen, 2014).

Günümüzde yabancı olarak yetişen 140.000'den fazla mantar türü bulunmaktadır (Heleno vd., 2009). Özellikle Avrupa ülkelerinde doğadan toplanan yenilebilir yabancı mantarların, kültür mantarlarına göre çok daha fazla talep gördüğü bildirilmektedir (Kalac, 2009). Yenilebilir yabancı mantarlardaki talep artışı ve ticari potansiyel, mantarları en değerli odun dışı orman ürünleri arasına sokmaktadır (Boa, 2004). Doğadan toplanan mantarların talep görmesindeki en büyük nedenlerden biri yüksek besleyici özelliğe sahip olmalarıdır. Yüksek besleyicilik mantarların bileşiminde nişasta ve gerçek selülozun bulunmayışı, buna karşılık protein, vitamin ve mineral maddeleri ihtiva etmelerinden kaynaklanmaktadır (Türkoğlu ve Gezer, 2008).

Mantarlar bazı sebzelere oranla 5-10 kat daha fazla vitamin B3 içermektedir. Yağ ve karbonhidrat miktarı az, protein miktarı bakımından zengindirler. Bazı kaynaklarda mantarlarda bulunan proteinin % 70'inin vücut tarafından kolaylıkla sindirilebildiği belirtilmektedir (Türkoğlu ve Gezer, 2008). Hatta protein miktarının et, yumurta ve süt gibi temel gıda maddeleri kadar yüksek olduğu rapor edilmektedir (Valentao vd., 2005). Bir diğer önemli neden ise doğadan toplanan çoğu mantar türlerinin antitümör, antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiallerjik, merkezi sinir sistemini düzenleyici gibi tıbbi etkilerinin olmasıdır (Athanasakis vd., 2013). Kimyasal bileşimlerinden dolayı mantarların hipertansiyon, yüksek kolesterol ve kanser gibi birçok hastalığın önlenmesinde tedavi edici olabilecekleri de bildirilmektedir (Manzi vd., 2001).

İnsanlar D vitaminini güneş ışığı etkisiyle cilt üzerinde sentezleyebilmelerine rağmen, D vitamini bileşiklerinin günlük diyetle alınımı, özellikle kuzey bölgelerde yaşayan insanlar için önemlidir. Kemik hastalıklarında ve kemik yumuşamasına karşı etkili olmasının yanında, D vitamini aynı zamanda postmenopozal osteoporosisin önlenmesinde de etkili olabilir. Ancak çok az besin maddesi doğal olarak önemli oranda D vitamini içerir. Mantarlar, hayvansal kaynaklar dışında D vitamini içeren tek doğal kaynaklardır ve vejetaryenler için doğal D vitamini kaynağıdır. Birçok yabancı mantar türünün D2 vitamini açısından zengin olduğu rapor edilmiştir (Mattila vd., 1999).

Japonya’ da yaygın bir inanişaya göre, vahşî maymunlar nadiren kansere, yüksek tansiyona ve diyabet hastalıklarına yakalanmaktadır. Bunun sebebinin, maymunların doğada bulunan mantar türlerini bol miktarda tüketmelerine bağlamışlardır. Mantarların hastalıkları iyileştirdiğini ispatlayabilmek düşüncesi, Japon bilim adamlarını, tıbbî mantarları araştırmaya teşvik etmiştir (Hwang vd., 2003).

1.3. Mantarlarda Beslenme

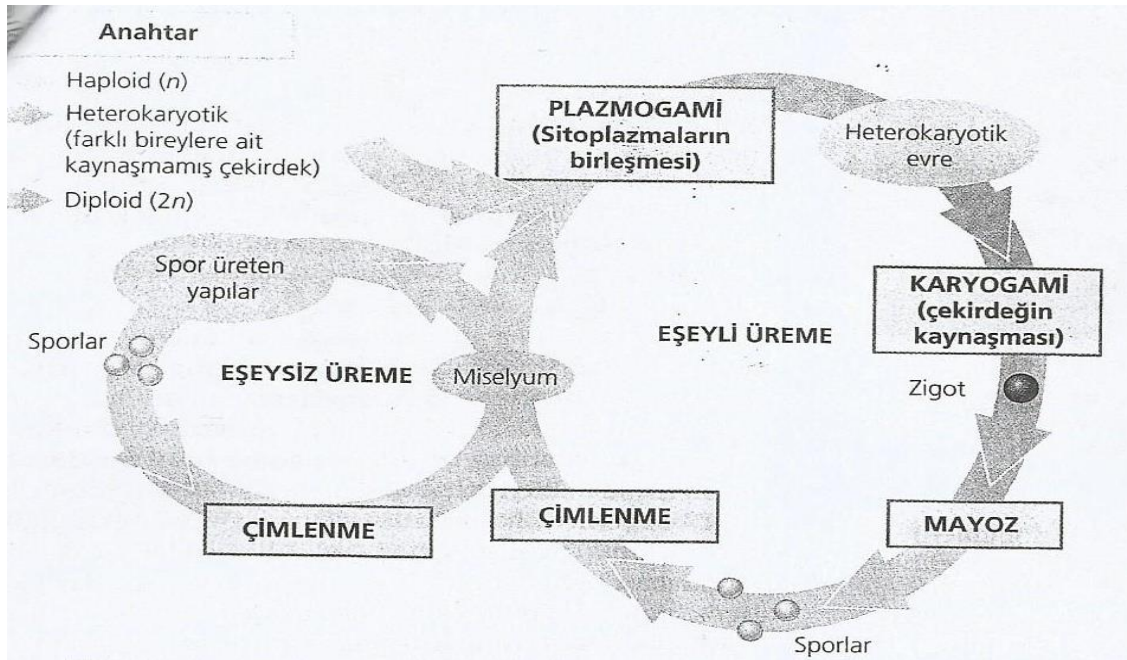
Mantar, fotosentetik olmayan olarak tanımlanır. Fotosentetik pigmentlerinin olmayışı, mantarları karbon ve enerji kaynağı olarak organik maddeyi kullanmaya zorunlu kılmıştır (Demir vd., 2004). Mantar büyümesi genelde renksizdir, klorofile sahip değildir; hücre çeperine melanin maddesinin birikmesi sonucu bazı türler koyu renkli olabilirler. Klorofile sahip olmadıkları için mantarlar heterotrof olarak, yani ya parazit ya saprofit ya da mikorizal olarak yaşarlar. Kültür mantarlarının yetiştirilmesi için farklı ortamların sağlanmasının nedeni budur (Yıldız, 2000). Yedek madde olarak glikojen, yağ ve mannit oluşur, nişasta mevcut olmaz. Hayvanlardan farklı olarak mantarlar yemek yemezler. Mantarlar kompleks molekülleri absorbe edilebilecek şekilde yan ürünlere yıkan enzimler salgırlar ve bu şekilde büyümeleri için gerekli besinleri sindirirler (Audesirk vd., 2008).

Saprofit olarak veya hayvan vücudunda yaşayan mantarlar, besinlerini doğrudan içinde yaşadıkları ortamdan elde ederler. Parazit yaşayan mantarın miseli konukçusu olan bitkinin yüzeyinde veya daha çok da dokuları içinde yayılır. Mantarın hüfleri; konukçu bitkinin hücresi içine girerse hüflerin çeperi konukçunun protoplazmasına temas ederek besinini doğrudan alır; hüfler konukçu dokunun hücrelerarası boşluklarına yerleşirse konukçunun hücrelerine emeç (haustorium) denilen özel hüflerini salarak besinini çeker (Sümer, 2000).

Çeşitli mantar türlerinde bulunan farklı enzimler, canlı ya da ölü, çok çeşitli kaynaklardan gelen bileşikleri ayırt edebilir. Mantarların çok çeşitli besin kaynaklarını ayırtmasını sağlayan çok yönlü enzimler, mantarların ekolojik başarılarını göstermektedir (Reece vd., 2013).

1.4. Mantarlarda Üreme

Mantarlarda üreme, ortam şartlarına ve türlere göre değişerek, eşeysiz ve eşeyli olarak gerçekleşmektedir. Eşeysiz üreme daha yaygın olarak gerçekleşmektedir ve eşeysiz yoldan oluşturulan 'eşeysiz sporlar' ile yürütülmektedir. Eşeyli üreme ise eşeyli yoldan meydana getirilen sporlar ile olmaktadır. Eşeyli sporların oluşmasında izogami, anizogami, oogami, gametangiogami ve somatogami olayları gerçekleşir (Sümer, 2000). Mantarın eşeyli ve eşeysiz üreme döngüsü Şekil 1'te ifade verilmiştir.



Şekil 1. Bir mantarın genelleştirilmiş yaşam döngüsü (Reece vd., 2013)

1.5. Mantarların Üremesinde Etkili Olan Faktörler

Hücre çeperinde kitin ve selüloz karakterinde maddelerin bulunması, mantarların, devamlı değişen ve çok değişik olan çevre şartlarına uymalarında büyük yardımcı olurlar. Örneğin bir kısım mantarlar, bakterilerin dayanamayacakları kadar yüksek konsantrasyondaki (% 50) şeker solüsyonlarına direnç gösterirler ve bazı türler de bu yoğunlukta kolayca üreyebilirler. Mantarlar genellikle düşük (pH) derecelerinde bile kolayca üreyebilir ve böyle ortamlara adapte olabilirler. Bu sebeple mantarların pH limitleri 2-11 arasında değişebilir. Nem, mantarların üremelerinde çok önemli faktörlerden

biridir. Yüksek orandaki nem genellikle üreme üzerine olumlu etki eder. Nem azaldıkça mantarların çoğalmaları da sınırlanmaya başlar. Nem ihtiyaçları da türlere göre değişir. Mantarların üreme, sıcaklık limitleri de türler arasında farklılık gösterir. Bu sınırlar 0-60°C arası olabilmektedir (Alexopoulos vd., 1996). Mantarlar genellikle oksijenin bulunduğu ortamlarda gelişir ve ürerler. Bu sebeple havada bulunan oran kadar oksijen, üreme için gereklidir. Patojenik mantarların çoğu da aerobik şartlarda ürerler. Çoğu mantarların üreme organını oluşturmak için bir miktar ışığa ihtiyaçları vardır. Ayrıca, osmotik yoğunluk, atmosfer basıncı, ses titreşimleri, yer çekimi ve radyoaktivite gibi bir dizi faktörler de mantarların gelişmesini ve üremesini etkilemektedir (Yıldız, 2000).

Mantarlar büyümek ve üreme organı oluşturmak için, uygun bir yetişme yerine, iklime ve bilhassa uygun nem derecesine ihtiyaç gösterirler. Birçok mantar türü bütün bir yıl boyunca görülebilir, fakat ekseriyetle lamelli mantarlar ve *Boletuslar* sonbaharda ortaya çıkar. Ilık hava halleri, üreme organlarının oluşturulması için en iyi şartlardır. Kurak yazlardan sonra mantarlar hiç görünmeyebilir veya rutubetin artmasıyla birlikte Eylül'de ortaya çıkabilir. İlkbaharda en erken çıkan mantarlar *Morchella*'lardır. Yaz boyunca *Agaricus*'lar, *Russula*'lar, *Boletus*'lar ve diğer yenilen mantarlar sıra ile ortaya çıkarlar. Birçok türler yumuşak geçen kışlarda gelişmelerini devam ettirebilirler, böyle kışlarda yemeklik mantar toplanabilir. Ancak yenilebilen bir çok mantar türü kısa bir büyüme mevsimine sahiptir (Audesirk vd., 2008).

1.6. Mantarların Ağaç Malzemedeki Yaptığı Zararlar

Enzimler ve oksidantları içeren mikroorganizmalar tarafından odunun besin ortamı olarak kullanılması sürecine çürüme denir. Mantarların odunda yaptığı çürüklük beyaz, esmer ve yumuşak çürüklük olmak üzere 3'e ayrılır.

1.6.1. Beyaz Çürüklük

Beyaz çürüklük mantarları tüm odun bileşenlerini tahrip ve metabolize etme yeteneğine sahiptir. Enzimatik kapasiteleri değişiklik gösteren farklı beyaz çürüklük mantarları hücre çeperi bileşenlerini değişik oranda degrade edilmektedir. 2. Tip beyaz çürüklük mantarları tüm bileşenleri aynı oranda tahrip ederken, 1. Tipte olanlar öncelikle

lignini daha hızlı biçimde bozundurmaktadır. Bu çürüklükte mineral maddeler dışında tüm bileşenler besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Birçok durumda özellikle hemiselülozlar çürüklüğün erken aşamasında tüketilmektedir. Ağırlık kayıpları başlangıçtaki odun ağırlığına oranla %95-97 arasında değişebilmektedir. Beyaz çürüklük mantarlarına *Trametes versicolor*, *Ganoderma applanatum*, *Ischnoderma resinatum* örnek olarak verilebilir (Yıldız, 2000).

1.6.2. Esmer Çürüklük

Esmer çürüklük mantarları öncelikle hücre çeperi karbonhidratlarını dekompoze etmektedir. Geriye modifiye edilmiş lignin kalmaktadır. Çürüklüğün erken aşamasında hemiselülozlar selülozdan daha hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Esmer çürüklük, çürümenin daha erken aşamalarında sekonder çeperdeki karbonhidratların yoğun bir şekilde tahrip edilmesiyle beyaz çürüklükten farklılaşmaktadır. Esmer çürüklük mantarlarına *Postia placenta*, *Gloeophyllum trabeum*, *Neolentinus lepideus* örnek olarak verilebilir (Yıldız, 2000).

1.6.3. Yumuşak Çürüklük

Yumuşak çürüklük mantarlarının hücre çeperi bileşenlerinde yaptığı tahribat dikkate değer bir ölçüde çeşitlilik göstermektedir. Bir çok yumuşak çürüklük mantarının temel hedefi odun karbonhidratlarıdır. Lignin sınırlı oranda tahrip edilir ve bu anlamda esmer çürüklük tahribatını andırır; fakat, diğer bazı yumuşak çürüklük mantarları beyaz çürüklük mantarına benzer şekilde, iğne yapraklı ağaçlardaki lignini karbonhidratlardan daha fazla miktarda tahrip etmektedir. Yumuşak çürüklük mantarlarının birçoğu istisna olmakla birlikte, selüloz birimlerini hemiselüloz birimlerinden daha hızlı oranda bozundurmaktadır. Yumuşak çürüklük mantarlarına *Chaetomium glabosum*, *Papulospora* türleri, *Paecilomyces* türleri örnek olarak verilebilir (Yıldız, 2000).

1.7. Mantarların Sınıflandırılmaları

Mantarlara ait ilk sınıflandırma Linnaeus tarafından yapılmıştır. "Species Plantarum" adlı kitabında mantarları Cryptogamia Fungi sınıfında toplamıştır (Linnaeus, 1753).

100.000 türden daha fazla teşhisi yapılan mantarlar 5 ana dala ayrılmaktadır. Bunlar: 1) Chytridiomycota, 2) Zygomycota, 3) Gloromycota, 4) Ascomycota (askuslu funguslar), 5) Basidiomycota (bazidili funguslar) dir (Reece vd., 2013).

1.7.1. Chytriodomycota

Chytridler olarak isimlendirilen Chytridiomycota şubesi içerisinde sınıflandırılan mantarlar göllere ve toprağa özgüdür. Adını, spor yapılarının benzerliğinden dolayı, Yunanca "küçük kap" anlamına gelen Chytridiondan almaktadır (URL-2, 2014). Yaklaşık 1.000 chytrid türünün bazıları ayrıştırıcı iken, diğerleri protista, başka mantar, bitki ya da hayvan parazitleridir. Koyunların ve sığırların sindirim organlarında yaşayan anaerobik chytridler bitkisel maddenin parçalanmasına yardım ederek hayvan büyümesine önemli katkı yapar (Reece vd., 2013).

1.7.2. Zygomycota

Zygomycetes üyelerinin yaşamımızda önemli rolleri vardır. İnsanlarda bazı hastalıklara sebep olurlar, gıda ürünlerinin hazırlanmasında fermentasyonun başlatıcısı olarak rol oynarlar ve gıda bozulmasında öncü parçalayıcılar olabilirler. Birçoğu saf kültürde kolaylıkla çoğalır. 19. yüzyılın ortalarından beri bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır (Voigt vd., 2013). Zygomycota içinde en iyi bilinen türlerden biri, özellikle ekmek üzerinde ürediğini gördüğümüz *Rhizopus stolonifer*'dir. Bu tür, ekmek, meyve ve sebzelerin yüzeyleri üzerinde hızlı bir şekilde çoğalabilir. Birçoğu saprofittir, çürümekte olan organik materyal üzerinde yaşar ancak bazıları özellikle böceklerde parazittir (URL-3, 2015).

1.7.3. Gloromycota

Eski bir mantar grubu olan bu funguslar, en az 400 milyon önceye dayanan fosil kayıtlarında tanınmaktadır. Bu gruptaki funguslar, damarlı bitkilerin yaklaşık olarak %80'i ile endomikoriza denilen mutualistik ilişkiler gösterir. Ağaçlar ve onların kök simbiyontları uzun bir evrimsel tarihi paylaşmaktadırlar; mantar bitki için N, P ve diğer mineralleri miselleriyle sağlar ve o da bitkiden fotosentez ürünlerinin yaklaşık olarak %20-40'ını alır. Bilinen 160 tür içermektedir (URL-4, 2015). Üremeleri, her birinde yüzlerce veya binlerce nükleus bulunan kalın duvarlı sporlarla olmaktadır. Bu mantarlarda eşeyli üreme bilinmemektedir ve bitki kökleri olmaksızın canlı kalamazlar. Zygomycetes'lerde olduğu gibi hiflerinde septum yoktur, ancak zigospor oluşturmazlar (Carris vd., 2012).

1.7.4. Ascomycota

Ascomycota mensubu mantarlar çoğunlukla karada bazen suda olmak üzere geniş bir yayılışa sahiptir. Suda yaşayanlar; tatlı sudaki ve deniz suyundaki organik maddelerde saprofit olurlar veya su algleri ve ileri bitkilerde parazit olurlar. Hayvanda ve insanda deri ve solunum hastalıklarına sebep olurlar, ayrıca çeşitli bitkilerde parazittirler. Bununla birlikte insana faydalı türleri de vardır. Bu mantarlar tüm hayat safhalarında parazit ve saprofit olabilirler veya parazit olarak gelişmeye başlar ve konukçu kısmı öldükten sonra saprofit olarak yaşamaya devam ederler. Ascomycota bölümünün esas özelliği, mayoz bölünme geçirdikten sonra içinde sporların meydana geldiği keseciklerin (askuslara) olmasıdır. Askusun içinde meydana gelen askosporlar genellikle sekiz tanedir. Askuslar küremsi-yuvarlak, lobut ve uzunca silindir ve yumurta biçiminde olabilirler. Bu bölüm mantar türleri 45000 gibi oldukça yüksek sayıya ulaşabilmektedir (Sümer, 2000). Askılı mantarlar "bira mayası mantarları" diye de bilinir ve "Askus" (Yunanca: ἄσκος, askos) bu şubenin mikroskopik sporlarına verilen addır. Filogenetik olarak bazidiumlu mantarlara akrabadırlar. Birçok maya mantarları ve küf mantarları bu şubeye dahildir (URL-5, 2015).

1.7.5. Basidiomycota

Bu bölümün mantarları tek bir spor çeşidi olan basidiospor oluşturur, bu sporlar basidium adlı tek bir çeşit sporangium üzerinde taşınır. Basidiumların sayısı genelde 4'tür. En gelişmiş mantar türleri bu bölüme girer. Mantar sayısı oldukça fazladır. Mevcut mantarların üçte biri bu bölüme girer; şapka, raf, kuş yuvası biçimli gibi herkesin bildiği mantarlar bu bölüm mensuplarıdır. Hücre çeperleri çok tabakalı olup yapısında kitin ve glukon vardır. Plazgomi, karyogami ve mayoz bölünme olayları sonucunda tehlikeli, büyük ve ekonomik kayıplara yol açan pas mantarları bu kümeye aittir. Hüfler bölmelidir (Sümer, 2000).

1.8. Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Beslenmedeki Rolü

İnsanın vücudu için gerekli olan ve besinlerin bileşiminde yer alan 40'ı aşkın besin ögesi kimyasal yapılarına ve etkinliklerine göre 6 grupta toplanır. Bunlar; proteinler, yağlar, karbonhidratlar, madenler, vitaminler ve sudur. Bu grupta yer alanlardan proteinler; sindirim kanalında yapıtaşları olan amino asitlere ayrılarak kana geçerler ve kanla karaciğere taşınırlar. Burada tekrar belirli düzen içinde birleşerek vücut proteinlerini yaparlar. Proteinler hücrelerin esas yapısını oluşturur. Belirli hücreler bir araya gelerek vücut organları ve dokuları oluştururlar. Birçok hücre zamanla ölür ve yenileri yapılır. Dolayısıyla protein, büyüme ve gelişme için ve de hücrelerin sürekliliği için başta gelen besin ögesidir. Vücudun savunma sistemlerinin, vücut çalışmasını düzenleyen enzimlerin, bazı hormonların da esas yapılarıdır. Proteinler aynı zamanda vücutta enerji kaynağı olarak da kullanılırlar (Toprak vd., 2002).

Mantarlar, içerdikleri yüksek protein ve vitaminler bakımından değerli besinler grubuna girmektedir (Bobek vd.,1991). Yenilebilen mantarların protein, yağ, karbohidrat, mineral ve vitamin bakımından değerleri iyi, tatları hoş ve sindirimleri kolaydır. Hatta mantarların protein içeriğinin et kadar değerli olduğuna inanılsa da; yapılan çalışmalar kültür mantarlarının sahip olduğu protein miktarının, et ve balığinkine nazaran çok küçük fakat birçok sebzeninkine nazaran yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca mantarların ihtiva ettikleri yağ, karbohidrat, mineral ve vitamin değerlerinin de sebzelerle mukayese edilebilecek seviyede olduğu bildirilmektedir (Boztok, 1990).

1.9. Mantarların Biyolojik Aktiviteleri

Biyolojik aktivite veya biyolojik etkinlik kimyasal ve biyolojik açıdan canlıya zarar veren her tür zararlı etkiyi yavaşlatan, engelleyen veya tamamen ortada kaldıran iş veya fonksiyondur. Bu zararlı etki bir oksidasyon reaksiyonu olabildiği gibi bakterilerin, virüslerin veya böceklerin neden olduğu her çeşit zararlı etki de olabilir. Kısaca bir zararlı reaksiyonu veya organizma üzerinde kontrol edici etki gösteren, onu zararsızlaştıran veya yok edici etkilerin hepsine biyolojik etkinlik (aktivite) adı verilir (Kolaylı, 2014).

Bu etki in vivo ve in vitro olarak test edilebilir. İn vitro çalışma laboratuvar ortamında canlı organizma kullanılmaksızın yapılan her tür deneysel araştırmalar olup antioksidan testlerin büyük bir çoğunluğu bu şekilde ölçülür. İn vivo çalışmalar ise doğrudan canlı üzerinde yapılan çalışmalar olup bakterilerden deney hayvanlarına (sıçanlar, tavşanlar), böcek ve haşerelere ve insan organizmasına kadar yapılan testlerin tümünü kapsar. En doğru çalışma yöntemi in vivo şeklinde yapılanlardır. Fakat bu çalışmalar ciddi sorumluluk ve mutlaka etik kurul onayı gerektirir. Bu sebeple denemeler önce in vitro olarak yürütülür ve olumlu sonuç alınması halinde daha sonra in vivo çalışmalar yapılır (Kolaylı, 2014).

Biyolojik aktivite türleri şunlardır:

Antioksidan etki, antibakteriyal etki, antiviral etki, antiinflamatura, antitumoral, anti-diyabetik, anti-repellent, akarikadal (böcek ve parazit öldürücü) etki, enzim inhibisyonları ve aktivasyonları çalışmalarıdır (Kolaylı, 2014).

Günümüzde birçok bakteriyel hastalığın tedavisinde kullanılan penisilin adlı antibiyotik, *Penicillium chrysogenum* isimli bir mantardan elde edilmiştir ve bazı mantarlardan elde edilen alkaloidler çeşitli ilaçların yapımında kullanılmaktadır. Özellikle Uzakdoğu ülkelerinde romatizma, kalp hastalığı, kanser gibi birçok hastalığın tedavisinde mantarlara mucize ilaç gözüyle bakılmaktadır (Hobbs, 1995; Pekşen, 2013).

1.9.1. Antioksidan Aktivite

Serbest radikaller, dış yörüngelerinde eşleşmemiş elektronu bulunan moleküllerdir. Bu tip maddeler, eşleşmemiş elektronlarından dolayı genellikle kararsızdırlar ve çok reaktiflerdir (Şekil 2) (Hallivel vd., 1991; Fang vd., 2002; Lescey vd., 2006). Hayvanlarda ve insanlarda patolojik koşullarda birçok serbest radikal oluşmaktadır. Serbest radikaller

insan vücudundaki normal metabolik faaliyetlerin sonucunda oluşabileceği gibi, dış faktörlerle de (radyasyon, hava, besin, ilaç vs.) insan vücuduna girebilmektedir (Arts vd., 2001).



Şekil 2. Temsili sağlıklı hücre ve serbest radikal

Serbest radikal oluşumunun, temelinde oksijen olduğu için, gerçekte bir oksidasyon (oksidan) faaliyetidir. İnsan vücudu, bu faaliyete karşı “antioksidan” larla cevap vermektedir. Antioksidanlar, bu reaktif türlerin olumsuz etkilerini önemli ölçüde azaltan bileşiklerdir. Antioksidanlar, yiyeceklerde veya vücutta düşük derişimlerde bulunduğu zaman, oksidasyonu önemli derecede engelleyen veya geciktiren maddelerdir (Hallivel vd., 1995).

İnsan vücudu enzimatik ve enzimatik olmayan olarak iki kısımda incelenebilen antioksidan mekanizmalarıyla zararlı olan reaksiyonları elemine eder. Enzimatik olan antioksidan mekanizmasında, superoksit dizmütaz, katalaz ve peroksidaz gibi enzimler rol oynamaktadır. Enzimatik olmayan mekanizmada ise vitaminler, polifenoller, proteinler ve bazı mineraller yer almaktadır. Gıdalar bu ikinci kısım için antioksidanların ana kaynağını oluşturmaktadırlar. Gıda kaynaklı olup, protein yapıdaki antioksidanlar özellikle besin değeri de taşımaktadır. Fenolik yapıda olanların ise kanser felç ve çeşitli kalp damar hastalıklarının önlenmesinde rol oynadığı, antimutajenik, antialerjik ve yaşlanmayı önleyici etki de gösterdiği rapor edilmiştir (Mauro vd., 1999; Arts vd., 2002; Demirbucker, 2010).

1.9.1.1. Antioksidan çeşitleri

Antioksidan çeşitleri doğal veya sentetik (yapay), kimyasal bileşimlerine göre ve etki mekanizmalarına göre 3 farklı sınıflandırmada incelenmektedir. Birçok kaynakta genellikle doğal ve yapay antioksidanlar olarak sınıflandırıldıkları görülmektedir.

1.9.1.1.1. Doğal antioksidanlar

Doğal antioksidanlar: Enzimatik antioksidanlar, peptitler, askorbik asit, tokoferoller, karetonoidler, polifenoller (hidroksi benzoik asitler, sinamik asit ve türevleri) ve flavanoidler (flavonol, flavanol, flavon, izoflavon)'dir (Öztürk, 2012).

1.9.1.1.2. Yapay antioksidanlar

Yapay antioksidanlar ise BHA (Butillenmiş hidroksianizol), BHT (Butillenmiş hidroksitoluen), TBHQ (Tersiyer butil hidrokinon), NDGA (Nordihidroguayaretik asit) ve alkil gallatlardır (Öztürk, 2012).

1.9.1.2. Antioksidan Aktivite Ölçüm Yöntemleri

1.9.1.2.1. Elektron Aktarımına Dayalı Toplam Antioksidan Aktivite Yöntemleri

- ✓ CUPRAC (Cupric Reducing Antioxidant Capacity; Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite) Yöntemi
- ✓ TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite) / ABTS Yöntemi
- ✓ FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power; Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü) Yöntemi
- ✓ DPPH Yöntemi
- ✓ Folin-Ciocalteu Ayırıcı (FCR) ile Toplam Fenolik Yöntemi

1.9.1.2.2. Hidrojen Atomu Aktarımına Dayalı Toplam Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri

- ✓ TRAP (Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter; Toplam Radikal Tutucu Antioksidan Parametre) Yöntemi
- ✓ Luminol Yöntemi
- ✓ ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity; Oksijen Radikal Absorplama Kapasitesi) Yöntemi
- ✓ TOSC (Total Oxyradical Scavenging Capacity; Toplam Oksiradikal Süpürme Kapasitesi) Yöntemi
- ✓ Diklorofloresin-diasetat (DCFH-DA) Yöntemi
- ✓ Krosin Yöntemi
- ✓ Fikoeritrin (PE) Esaslı Yöntem

Bu tez çalışması kapsamında Folin-Ciocalteu Ayırıcı (FCR) ile Toplam Fenolik Yöntemi ve FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power; Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü) yöntemi kullanılmıştır.

1.9.2. Antimikrobiyal Aktivite

M.Ö. 2500 yıllarında bilinçsiz olarak antimikrobik tedavi yöntemleri uygulanmış ve bu devirde enfeksiyon hastalıkları tedavisinde bitki kökleri, şarap ve küf gibi maddeler kullanılmıştır. 1600'lü yıllarda Güney Amerika'da, insanlar cinchora bitkisinin kabuğunu yiyerek sıtmadan korunmuşlar, ipeka bitkisinin kök ekstresini kullanarak amipli dizanteri hastalığını tedavi etmişlerdir. Cinchora bitkisinin kabuğunda kinin, ipeka bitkisinin köklerinde ise emetin bulunduğu belirlenmiştir. 20. yüzyıldan itibaren patojen mikroorganizmalar hakkında bilgiler arttıkça enfeksiyon hastalıkları ile savaş da bilinçli olarak sürdürülmüştür (Akyüz, 2007; Şen, 2011).

Son yıllarda enfekte hastalıkların tedavisinde kullanılan ticari antimikrobiyal ilaçların gelişigüzel kullanımından dolayı insandaki patojenik mikroorganizmalar birçok ilaca karşı direnç geliştirmiştir. Bu durum bilim adamlarının çeşitli kaynaklardan yeni antimikrobiyal öz bulmalarını zorunlu kılmıştır (Karaman vd., 2003; Şen, 2011). Bir diğer ifadeyle; ilâca karşı geliştirilen yüksek direnç dikkate alındığında, yeni antimikrobiyal ürünlerin araştırılmasındaki ihtiyaç kaçınılmaz olmuştur (Altuner ve Akata, 2010).

Doğadan elde edilen maddeler, birçok hastalığın tedavisinde kullanılabilecek ajanları içermeye potansiyeline sahiptirler. Doğal kaynaklar bakımından oldukça zengin olan ülkemizde en önemli doğal zenginliklerden biri de besin olarak da tükettiğimiz makrofunguslardır (Duman vd., 2003).

Makrofunguslarda antimikrobiyal aktiviteden sorumlu bileşiklerin en iyi belirlenen grubu poliasetilenlerdir. Makrofungusların antimikrobiyal etkileri fungal yapıda sentezlenen ve çoğunlukla organizmaya özgü bazı fenolik bileşikler, pürinler, primidinler, kinonlar, terpenoidler ve fenil propanoid türevi gibi antagonistik maddelerden kaynaklanmaktadır (Akbaş, 2010).

1.9.2.1. Antimikrobiyal Aktivite Tayin Yöntemleri

Antimikrobiyal duyarlılık testleri içinde en sık kullanılanlar aşağıda belirtilmiştir;

- 1) Disk difüzyon testleri
- 2) Dilüsyon testleri
 - a) Agar dilüsyon testleri (katı besiyerde sulandırım testi)
 - b) Broth dilüsyon testleri
 - ✓ Makrodilüsyon (tüp dilüsyon) yöntemi
 - ✓ Mikrodilüsyon testleri
 - ✓ Gradient strip testleri (E-test, MICE)
 - ✓ Otomatize yöntemler
- 3) Moleküler yöntemlerdir (URL-6, 2015).

1.9.2.1.1. Agar Kuyucuk Difüzyon Yöntemi

Antimikrobiyal aktivite belirleme çalışmalarında kullanılan en yaygın çalışmalardan biri agar kuyucuk difüzyon yöntemidir. Bu yöntemde, test edilen mikroorganizma ile inokule edilmiş katı besiyeri üzerinde yer alan havuzcuk veya kuyucuğa antimikrobiyal madde eklenir. Besiyeri içerisinde antimikrobiyal maddenin oluşturduğu aktiviteye bağlı olarak oluşan inhibisyon zon çapları ölçülerek ekstraktın antimikrobiyal etkisi belirlenmektedir. Bu yöntem rutin bir şekilde patojenlerde antibiyotik hassasiyetini test etmek için kullanılmaktadır (Şahin, 2006; Madigan ve Martinko, 2010; Tekerlek, 2013).

1.10. Mantarların Radyoaktivite Özellikleri

Radyoaktivite veya radyoaktiflik kararsız nükleitlerin, parçalar ya da elektromanyetik ışınım (fotonlar) yayımlayarak kendiliğinden kütle yitirme özelliğidir. Değişik nitelikteki radyasyon kaynakları sürekli insan ve canlılar üzerinde etkili olmaktadır (Cooke, 1991; Akdoğan, 2010). Doğal ve yapay radyonüklitler, atmosferik, karasal ve sucul ortamlardaki çevresel radyasyonun kaynağını oluşturmaktadır. Bu radyonüklitler ve bunların bozunma ürünleri toprak, kayalar, gıda maddeleri, su ve hava gibi çevresel ortamlarda bulunmakta ve alfa, beta ve gama radyasyonları ile organizmaları ışınlamaktadır (TAEK, 2015).

İnsanlar için zehirli olan maddeler; ağır metaller, ağır metal bileşikleri, tabiatta çok zor bozulan organik bileşikler (Dioksinler, DDT, 2,4,5- Triklorfenoksiasetikasit vb.) bitkilerde ve hayvanlarda depo edilirler. Mantarlar ise civa, kadmiyum, kurşun, bakır, arsenik gibi ağır metalleri ve ^{137}Cs , ^{134}Cs gibi radyoaktif kalıntıları bünyelerinde toplayabilmesi dolayısıyla doğal sistem ekolojisi için çok önemli biyoindikatörler olarak düşünülürler (Kalac, 2001; Falandysza vd., 2003). Mantarlar hem insan kaynaklı hem de kendiliğinden oluşan radyonüklitleri bünyelerinde biriktirebilir. Özellikle radyoaktif kazalardan dolayı (örneğin Çernobil faciası) kontamine olmuş topraklarda yetişen mantarın içerdikleri bu maddeler sağlık için bir risk yaratabilir (Horyna, 1991; Mietelski ve Jasinska, 1996; Skuterud vd., 1997). İnsanların direk ya da dolaylı yoldan maruz kaldığı radyasyon seviyelerini kontrol etmek için, çevredeki ve gıda maddelerindeki radyoaktiviteyi belirlemek çok önemlidir. ^{137}Cs , ^{238}U , ^{232}Th ve ^{210}Pb gibi radyonüklitleri bünyelerinde bulunduran mantarların insanlar tarafından tüketilmesi söz konusu olduğu durumlarda bu konunun önemi daha da artmaktadır (Ruhm vd., 1997, Rosa vd., 2011). Bundan dolayı gıda maddelerinde izin verilen maksimum radyonüklit ve toksik element seviyelerinin belirlenmesi gereklidir. Buna rağmen mantarlardaki radyoaktif maddelerin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar henüz yeterli düzeyde değildir (Melquiades ve Appoloni, 2004).

1.10.1. Mantarlarda Bulunan ve Kendiliğinden Oluşan Radyonüklitler

Potasyum (K), uranyum (U), toryum (Th), radyum (Ra), kurşun (Pb), polonyum (Po) ve (Be) berilyumdur (Guillen ve Baeza, 2014).

K: Potasyum radyoizotopu, radyosezyum ile eş zamanlı ölçüldüğü için en çok üzerinde çalışılan kendiliğinden oluşan radyonüklittir. En fazla rapor edilen değerleri ise türe bağlı değişmekle birlikte 1000-2000 Bq / kg aralığındadır (Baeza vd., 2004). Mantar bölümlerinde ise potasyumun dağılımı homojen değildir. Şapka ve mantarın alt kısmında mantar sapından daha fazla oranda bulunmaktadır (Baeza vd., 2006).

Ur: Mantarların gelişimi için çok önemli olmayan uranyum, mantarlar tarafından potasyumdan daha az alınır (Mietelski vd., 2002). Sunulan verilerin çok az olmasından dolayı besinsel mekanizmalarının etkisi de rapor edilememiştir. Yapılan incelemeler sonucu ise uranyum, mantarın şapka ve sap kısmında gözlenmiştir (Baeza vd., 2006).

Sadece nükleer silah denemeleri ya da kazaları değil, insan kaynaklı da birçok olaydan dolayı radyonüklit seviyeleri önemli derecede artmaktadır. Uranyum madenciliği buna bir örnektir. Ayrıca mantarlar bu kendiliğinden oluşan radyonüklitler için biyomonitör olarak kullanılabilir (Campos ve Tejera, 2010; Borovic̆ka vd., 2011).

Ra: Radyum ile ilgili çok az veri vardır ve yapılan incelemeler sonucu ortaya çıkan veriler ise izin verilen doz miktarının altındadır (Kirchner ve Daillant, 1998).

Th: Toryum dünya kabuğunda oldukça geniş bir şekilde dağılmış, kendiliğinden oluşan radyonüklittir. Bu element, bölgelerdeki mineral formlarında, çok yüksek radyoaktivite seviyeleriyle bulunur (Sohrabi, 1998; Rosa vd., 2011).

Be: Berilyum, kozmik ışınlar ile atmosferin etkileşimi sonucu oluşan bir radyonüklittir. Mantardaki berilyum toplanmasının sebebi mantar oluşmadan önce yağmur ile atmosfere bırakılan radyonüklittir (Lönnroth vd., 2011).

Mantarlardaki radyoaktivite seviyesini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan bazıları; toprak, pH, miselin bulunduğu toprak katmanı ve mantar türüdür (Yoshida vd., 1994). Bunun yanında yağmur gibi atmosferik olaylar da mantarlardaki radyoaktivite seviyesini belirlemektedir (Castro vd., 2012).

1.10.2. Mantarların Bünyelerine Topladıkları İnsan Kaynaklı Oluşan Radyonüklitler

Sezyum, strontiyum, plutonyum, amerikum ve kısa ömürlü radyonüklitler (gümüş, antimon, rutenyum, iyot) mantarların bünyelerine topladıkları insan kaynaklı oluşan radyonüklitlerdir (Guillen ve Baeza, 2014).

Sz: Radyosezyum üzerinde en çok çalışılan insan kaynaklı radyonüklittir. ^{137}Cs gibi ^{134}Cs de çevreye yayılmıştır. ^{134}Cs 'nin üzerinde pek durulmaz çünkü ^{137}Cs 'nin yarılanma ömrü 30.1 yıl iken ^{134}Cs 'nin yarılanma ömrü 2.06 yıldır (UNSCEAR, 2000). Uzun ömürlü olması, su fazındaki maddelerde de mobilitesinin olması, potasyuma benzemesi ve bitki beslenmesi için temel maddelerden biri olması nedeniyle sezyumun depolanması üzerinde durulması gereken radyoaktif bir sorundur.

Mantarlardaki radyosezyum içeriklerine etki eden birkaç faktör vardır. Bunlardan ilki toprağa depolanan radyosezyum oranıdır. Ülkeler çernobil kazasından oldukça fazla miktarda etkilenmişlerdir (UNSCEAR, 2000). Oysa çernobil kazasından, yani 1986'dan önce insan kaynaklı radyonüklitin ana kaynağı küresel radyoaktif serpintilerdi (Kammerer vd., 1994). 1986'dan sonra toplanan tarihlerdeki mantar radyosezyum içeriği 1986 dan önce toplanan mantarlardaki radyosezyum içeriğinin on katına kadar çıkmıştır (Bem vd., 1990).

Mantarların sezyumu bünyelerinde toplamaları misellerin bulunduğu ortamı, beslenme mekanizmasının tipi, besinlerin alındığı toprak katmanı gibi faktörlere bağlı olduğu için kültür mantarlarındaki sezyum oranı doğada kendiliğinden yetişen mantarlardaki sezyum oranından çok daha düşüktür (Ban-Nai vd., 1997).

1.11. Çeşitli Mantar Analizleri Hakkında Son Yıllarda Yapılan Literatür Çalışmaları

1.11.1. Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein İçeriklerini Belirlemek Üzere Yapılan Çalışmalar

Aletor (1996), *Termitomyces robustus*, *Termitomyces microcarpus*, *Psathyrella antroumbonata*, *Lentinus subnudus*, *Auricularia auricula*, *Calvatia cyathiformis* ve *Schizophyllum commune* mantarlarının kimyasal bileşimine ve protein içeriklerini incelemiş ve 8.9 – 33.8 mg ham protein/100 gr kuru mantar olarak bildirmiştir.

Diez ve Alvarez (2001), İspanya'daki yabani iki mantar (*Tricholoma portentosum* ve *Tricholoma terreum*) türündeki besinsel ve kimyasal bileşimi incelemiş ve iki türün de benzer protein miktarına sahip (taze mantarın %16'sı) olduklarını bildirmişlerdir.

Manzi vd. (2001), İtalya'da en fazla tüketilen mantarların (*Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* ve *Boletus* türleri) pişmeden önce ve sonraki kimyasal bileşimini incelemiş, pişen mantarlardaki protein miktarının pişmemiş mantara nazaran daha fazla

olduğunu bildirmiştir. Bu protein miktarlarını 1.61- 6.77 g/100g taze mantar olarak raporlamıştır.

Sanmae vd. (2003), Tayland'ın kuzeyindeki popüler yabani mantarlarının (*Astraeus hygrometricus*, *Craterellus aureus*, *Craterellus odoratus*, *Heimiella retispora*, *Heimiella sp.*, *Lactarius glaucescens*, *Phaeogyroporus portentosus*, *Russula alboareolata*, *R. lepida*, *R. nigricans*, *R. virescens* ve *R. xerampelina*) besinsel değerlerini incelemiştir. Mantarların protein içeriklerinin % 14.0 - % 24.7 arasındaki değerlerde bulmuşlardır.

Yakupoğlu (2007) yapmış olduğu tez çalışmasında farklı yetiştirme ortamlarının *Ganoderma lucidum* (fr.) Karst. mantarının verim ve kalitesi üzerine etkilerini incelemiş ve yetiştirme ortamına göre verim ve kalitenin değiştiğini belirtmiş, mantarın protein değeri ortalamasını ise %19.75 olarak bildirmiştir.

Chen vd. (2010), *Russula griseocarnosa* mantarının kimyasal bileşimini ve antioksidan aktivitesini belirlemek üzere bir çalışma yapmışlar ve protein değerini mantar şapkasında 32.31 gr/ 100gr kuru mantar, mantar sapında ise 19.11 g/ 100 g kuru mantar olarak tespit etmişlerdir.

Reis vd. (2011), en çok kültürü yapılan mantarlardan *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Lentinula edodes* (Shiitake) ve *Flammulina velutipes* türlerinin kimyasal bileşimini ve besinsel değerlerini incelemişler ve protein içeriklerini 0.47- 1.23 g/ 100g mantar olarak bildirmişlerdir.

1.11.2. Mantarların Fenolik Bileşenlerini ve Antioksidan Özelliklerini Belirlemek Üzere Yapılan Çalışmalar

Matilla vd. (2001), kültür mantarlarının bazı fenolik bileşenleri, vitamin ve mineral madde içeriklerini belirlemişlerdir. Fenolik bileşenleri beyaz *Agaricus bisporus*'ta; tr-sinamik asit 20.7 mg/100 g yaş ağırlık ve 269 mg/100 g kuru ağırlık, p-hidroksi-benzoik asit 3.9 mg/100 g yaş ağırlık ve 51 mg/100 g kuru ağırlık, kafeik asit 6.3 mg/100 g yaş ağırlık ve 82 mg/100 g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Kahverengi *Agaricus bisporus*'ta; tr-sinamik asit 11.5 mg/100 g yaş ağırlık ve 147 mg/100 g kuru ağırlık, p-hidroksi-benzoik asit 50.3 mg/100 g yaş ağırlık ve 645 mg/100 g kuru ağırlık, kafeik asit 5.5 mg/100 g yaş ağırlık ve 71 mg/100 g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. *Lentinus edodes* mantarında ise tr-sinamik asit 13.4 mg/100 g yaş ağırlık ve 160 mg/100 g kuru ağırlık, p-hidroksi-benzoik

asit 66.4 mg/100 g yaş ağırlık ve 790 mg/100 g kuru ağırlık, kafeik asit <4.2 mg/100 gr yaş ağırlık ve <50 mg /100 g kuru ağırlık olarak bulunmuştur.

Mau vd. (2001), Tayvan'da ticari olarak satılan 5 çeşit kulak mantarının antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Metanol ile ekstrakte edilen mantar numunelerinde 5 g/ml üzerinden DPPH ve serbest radikal süpürme yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada toplam antioksidan miktarları siyah, kırmızı, jin, beyaz ve gümüş kulak mantarları için sırasıyla 15.69, 30.09, 27.83, 49.17 ve 31.70 mg/g olarak bulmuştur.

Mau vd., (2002a) bazı özel mantarların antioksidan özelliklerini incelemiştir. Metanol ile hazırlanan 1.2 g/ml konsantrasyonundaki numunelerin antioksidan özellikleri çoktan aza doğru şu şekilde sıralanmıştır; *Dictyophora indusiata* > *Hericium erinaceus* > *Grifola frondosa* > *Tricholoma giganteum*.

Mau vd. (2002b) tıbbi bazı mantarların antioksan özelliklerini incelemiştir. 0.6 g/ml olarak hazırlanan metanolik ekstraktlardan *Ganoderma lucidum* ve *tsugae* çok iyi antioksidan özellik göstermiştir. 4gr/ml'de indirgenme gücü sıralaması; *Ganoderma tsugae* (2.38) - *G. lucidum antler* (2.28) > *G. lucidum* (1.62) > *Coriolus versicolor* (0.79) şeklinde gerçekleşmiştir. 2,4 g/ml ve 0.64 g/ml'de de analizler yapılmış; *Ganoderma lucidum* ve *Ganoderma tsugae* mantarlarının toplam fenol, antioksidan özellik, indirgenme gücü, süpürme ve kısıtlayıcı özelliklerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Cheung vd. (2003) *Lentinus edodes* ve *Volvariella volvacea* mantarlarının antioksidan özelliklerini ve toplam fenol miktarlarını incelemiştir. Metanol ve su ile ekstrakte edilen örnekler β-carotene, linoleik asit sistemi ve DPPH yöntemleri ile analizler yapılmıştır. Her analiz için su ile hazırlanan *Lentinus edodes* ekstraksiyonunun en yüksek sonuçları gösterdiğini, toplam fenol miktarı ile antioksidan özelliğin bağlantılı ve doğrusal olduğunu bildirmişlerdir.

Song vd. (2003) *Phellinus linteus* mantarının anti-anjiyojenik, antioksidan ve ksantin oksidaz inhibisyon aktivitesini incelemişler, %70lik etanol ile oda sıcaklığında ekstraksiyon yapmışlardır. *P. linteus* mantarının güçlü bir anti-anjiyojenik etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Antioksidan analiz için iki farklı biyoanaliz kullanmışlar ve söz konusu mantar için C vitamini ile serbest radikal süpürme aktivitesinin karşılaştırılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Analizler sonucu antioksidan etkisinin de olduğu belirlenen *P. linteus* mantarının antitümör etkiden sorumlu olabileceğini ifade etmişlerdir.

Mau vd. (2004) *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* ve *Termitomyces albuminosus* misellerini metanol ile ekstrakte ettikten sonra antioksidan özelliklerini araştırmışlar ve aktivite sıralamasını *G. frondosa* >*T. albuminosus* >*M. esculenta* şeklinde bildirmişlerdir.

Valentao vd. (2005) *Cantharellus cibarius* mantarının saklanma şeklinin toplam fenol içeriğine ve organik asitlerine olan etkisini incelemişler, kurutarak, dondurarak, yağ içinde ve sirke içine konarak saklanmış mantarların sitrik, askorbik, malik, şikimik ve fumarik asitlerine sahip olduklarını bulmuşlar ve saklama şeklinin fenolik içerik ve karakterine etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Özellikle yağ içinde ve sirke içindeki depolamaya dikkat çekmişlerdir.

Lo ve Cheung (2005) *Agrocybe aegerita* mantarının metanol ile ekstraktlarının ve fraksiyonlarının antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Toplam fenol içeriğini Folin-Ciocalteu yöntemini kullanarak metanol ekstraktında 15.3 ± 0.24 , DCM fraksiyonunda 41.3 ± 0.30 , EA fraksiyonunda 51.2 ± 0.38 , bütanol fraksiyonunda 30.5 ± 0.71 ve su fraksiyonunda 12.9 ± 0.41 mg/g GAE olarak bulmuşlardır. Toplam fenol içeriği ile antioksidan etkisi arasında korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Sarıkürkçü vd. (2006), *Lycoperdon perlatum* Pers., *Agaricus bisporus* (Lge.) Imbach ve *Gomphus clavatus* s. F. Gray. mantarlarının çeşitli çözücü özütlerinin (petrol eteri, etil asetat, metanol ve su) antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Mantar örneklerinin tiyosiyanat yöntemiyle 2 mg/mL derişimdeki metanol özütlerinin %91.32–97.69; aynı derişimdeki su özütlerinin ise %92.65–98.48 arasında toplam antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. *L. perlatum*, *A. bisporus* ve *G. clavatus* metanol özütlerinin 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikalini %50 gideren özüt derişimleri (IC50) sırasıyla; 0.91, 1.12 ve 0.64 mg/mL iken; su özütlerinin 0.5 absorbans sağlayan (IC50) indirgeme gücü kapasiteleri sırasıyla; 1.05, 1.18 ve 1.19 mg/mL olarak bulunmuştur. Sökonusu mantar örneklerinin metanol ve su özütlerinin iyi bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu raporlanmıştır.

Choi vd. (2006), sıcaklığın Shiitake (*Lentinus edodes*) mantarının antioksidan ve polifenol içeriklerine etkisini araştırmışlardır. Serbest flavonoid içeriği 0.8 mg/100 gr Shiitake, 100°C 'de 15 ve 30 dakika ısı uygulandıktan sonra sırası ile 2.4 ve 2.5 mg/ 100 gr Shiitake olarak bulunmuştur. Sıcaklığın Shiitake mantarının serbest polifenolik ve flavanoid içeriklerini artırdığını bildirmişlerdir.

Puttaraju vd. (2006) Hindistan'daki 23 yerli mantarların antioksidan içeriklerini araştırmışlardır. Her analiz için yağ peroksidasyonu, indirgenme gücü, serbest radikal süpürme yeteneğini ölçmüşler, ayrıca toplam fenollerini hesaplamış ve HPLC'de fenolik asitlerin tanımlanmasını yapmışlardır. Araştırmacılar toplam fenolik içeriklerini su ve metanol ekstraktlarından sırasıyla *Termitomyces heimii* mantarında 37.0 ve 11.2mg/g; *Helvella crispa*'da 35.0 ve 4.0; *Termitomyces tylerance*'da 18.0 ve 7.8; *Lactarius sanguifluus*'da 17.8 ve 7.3; *Morchella conica*'da 16.9 ve 4.6; *Termitomyces mummiiformis*'de 19.2 ve 2.2; *Pleurotus sajor-caju*'da 14.3 ve 7.4; *Termitomyces shimperi*'de 15.2 ve 4.8; *Lentinus squarrulosus*'da 15.0 ve 4.0; *Boletus edulis*'de 10.2 ve 8.4; *Pleurotus djamor*'da 13.3 ve 3.6; *Macrolepiota procera*'da 10.2 ve 6.0; *Cantharellus clavatus*'da 13.5 ve 2.2; *Morchella angusticeps*'da 13.1 ve 2.6; *Termitomyces microcarpus*'da 7.0 ve 4.4; *Lactarius deliciosus*'da 7.4 ve 4.8; *Geastrum arinarius*'da 4.8 ve 5.5; *Hydnum repandum*'da 7.4 ve 2.6; *Pleurotus sajor-caju*'da 6.5 ve 3.0; *Sparassis crispa*'da 5.5 ve 1.7; *Russula brevipes*'de 5.5 ve 0.7; *Auricularia polytricha*'da 3.2 ve 2.3; *Cantharellus cibarius*'da 2.0 ve 2.8 mg/g olarak bulmuşlardır.

Gürsoy vd. (2009), *Morchella rotunda*, *M. crassipes*, *M. esculenta* var. *umbrina*, *M. deliciosa*, *M. elata*, *M. conica* ve *M. angusticeps* mantarlarının toplam fenol, flavanoid içeriklerini ve antioksidan aktivitelerini ve metal içeriklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda metanol ekstraktları üzerinden yapılan analizler sonrası ekstrakt konsantrasyonu arttıkça antioksidan aktivitenin de arttığı, *M.conica* mantarının en yüksek fenol içeriğine, *Morchella rotunda* mantarının ise en yüksek flavanoid içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Abah ve Abah (2010), antioksidan miktarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada DPPH ve hidroksil radikal süpürme yöntemleri kullanmıştır. Fenolik bileşen olarak kateşin, gallik asit, rutin ve kafeik asit miktarlarını sırasıyla 4.99, 0.06, 0.51 ve 2.11 mg/l olarak bulunmuştur. Bu çalışma sonucu *Agaricus bisporus* mantarının doğal bir anti oksidan ve antimikrobiyal özellikte olduğu belirtilmiş, kateşin bileşenin anti-kanser özelliği olduğu için bu mantarın da antikanser özellikte olabileceği vurgulanmıştır.

Kalyoncu vd. (2010), *Agaricus bresadolanus*, *Auricularia auricula judae*, *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* mantar misellerinin antioksidan aktivitelerini izlemişler, klorofom, etanol ve su ekstraktları üzerinden DPPH ve ABTS yöntemini kullanmışlardır. Analizler sonucu *O. olearius* mantarının en yüksek antioksidan seviyeye sahip olduğunu ve doğal bir antioksidan potansiyeli taşıdığını bildirmişlerdir.

Vaz vd. (2011), *Armillaria mellea*, *Calocybe gambosa*, *Clitocybe odora*, *Coprinus comatus* mantarlarının kimyasal yapısını ve antioksidan aktivitesini araştırmışlar ve bu mantarların içerdiği güçlü antioksidanlardan dolayı dengeli beslenme diyetlerinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Nagaraj vd. (2014), *Ganoderma applanatum* mantarının metanol ekstraktının antioksidan aktivitesini incelemişler, Folin-Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik içeriğini, aliminyum klorit yöntemi ile toplam flavanoid içeriğini belirlemişlerdir. Farklı antioksidan kapasite ölçme yöntemleriyle analiz yapılan ekstraktların yüksek fenol ve flavanoid içeriklerinin olduğunu ve önemli bir doğal antioksidan kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

1.11.3. Mantarların Antimikrobiyal Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Jonathan ve Fasidi (2003), *Lycoperdon pusillum* ve *L. giganteum* mantarlarının su, etanol ve metanol ekstraktlarının *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus* türlerine karşı antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. Etanol ekstraktlarının tüm türlere karşı inhibitör etkisinin olduğunu, kullanılan çözücünün antimikrobiyal aktiviteye etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Türkoğlu vd. (2006) *Morchella conica* mantarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini incelemişlerdir. Antioksidan özellik analizi için DPPH, β -karotene/linoleic asit, toplam fenol ve toplam flavanoid yöntemlerini kullanmışlardır. antimikrobiyal test için ise *Pseudomonas aeruginosa* (NRRL B- 23), *Salmonella enteritidis* (RSKK 171), *Escherichia coli* (ATCC 35218), *Morganella morganii* (clinical isolate), *Yersinia enterocolitica* (RSKK 1501), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 27736), *Proteus vulgaris* (RSKK 96026), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus aureus* Cowan I, *Micrococcus luteus* (NRRL B-4375), *Micrococcus flavus*, *B. subtilis* (ATCC 6633), *Bacillus cereus* (RSKK 863), *Candida albicans* (klinikal isolat) bakterilerini kullanmışlardır. Mantarın toplam fenol içeriğini 41.93 ± 0.29 $\mu\text{g}/\text{mg}$ pyrocatechol olarak

bulmuşlardır. Araştırmacılar antimikrobiyal analizler ışığında *Pseudomonas aeruginosa* NRRL B-23, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27736, *Candida albicans* türlerine karşı inhibitör etkisinin olmadığını diğer türlere karşı inhibitör etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Gezer vd. (2006) yabani ve yenilebilir olan *Ramaria flava* mantarının etanol ekstraktının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini incelemişler. Antioksidan özellik analizi için DPPH, β -carotene/linoleic asit, toplam fenol ve toplam flavanoid yöntemlerini kullanmışlardır. Antimikrobiyal test için ise *Pseudomonas aeruginosa* NRRL B-23, *Salmonella enteritidis* RSKK 171, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Morganella morganii* (klinikal isolat), *Yersinia enterocolitica* RSKK 1501, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27736, *Proteus vulgaris* RSKK 96026, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* Cowan I, *Micrococcus luteus* NRRL B-4375, *Micrococcus flavus*, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* RSKK 863, *Candida albicans* (klinikal isolat) türlerini kullanmışlardır. Toplam fenol içeriği (39.83 ± 0.32 $\mu\text{g}/\text{mg}$ pyrocatechol olarak bulmuşlardır. Sonuç olarak *Ramaria flava* mantar ekstaktının *Pseudomonas aeruginosa* NRRL B-23, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Morganella morganii*, *Proteus vulgaris* RSKK 96026 ve *Candida albicans* türlerine karşı inhibitör etkisinin olmadığı, diğer türlere karşı inhibitör etkisinin olduğu saptanmıştır.

Yaltırak vd. (2009), *Russula delica* mantarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada *Bacillus cereus* RSKK 867, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 29212, *Proteus vulgaris* RSKK 9626, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enteritidis* 171, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501, *Shigella sonnei* RSKK 8177 türleri kullanılmış ve tüm türlere inhibitör etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Altuner ve Akata (2010) tarafından yapılan çalışmada, *Infundibulicybe geotropa*, *Lactarius controversus*, *L. deliciosus* ve *Phellinus hartigii* mantarlarının *Candida albicans* ATCC 26555, *Escherichia coli* ETEC LM 63083, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* serotype Typhimurium SL 1344 ve *Shigella flexneri* (klinik izole) üzerine antimikrobiyal etkileri incelemiştir. *S. flexneri* üzerine bütün ekstraktların, *Phellinus hartigii* hariç diğer bütün ekstraktların *P. aeruginosa* üzerine antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir.

1.11.4. Mantarlardaki Radyoaktiviteyi Belirlemek Üzere Yapılan Çalışmalar

Sugiyama (2000), yapmış olduğu bir çalışmada 1996 yılında Japonya'nın farklı bölgelerinden topladığı *Pleurotus ostreatus* mantarındaki radyosezyum (^{137}Cs) miktarını belirlemiş ve analiz sonuçlarının 1.6 - 783 Bq/kg taze mantar aralığında bulunduğunu bildirmiştir.

Malinowska vd. (2006), Polonya'da yetişen *Xerocomus badius*'da ve bazı ticari mantarlardaki radyonüklit içeriklerini incelemişlerdir. *X. badius* mantarında ^{137}Cs miktarının 330–6670, ^{40}K miktarının 180–1520 ve ^{210}Pb miktarının 0.70–32.0 Bq/kg kuru ağırlık değerleri arasında değiştiği bulunmuştur. Oysa gıdalar için izin verilen maksimum seviye 1000 Bq/kg dir (IAEA, 1994).

Turhan vd. (2007), Türkiye'de yenebilen bazı mantarların radyoaktif seviyeleri üzerinde çalışmışlardır. Analiz yaptıkları mantarlar içerisinde en yüksek ^{137}Cs ve ^{40}K radyoaktif elementlere *Morchella esculenta* ve *Stropharia coronilla* türlerinde rastlanmıştır.

Kalac (2009), yapmış olduğu derleme çalışmada bünyesinde radyosezyum (^{137}Cs) bulundurma oranı en yüksek olan mantarların *Xerocomus badius*, *X. chrysenteron*, *Suillus variegatus*, *Cantharellus tubaeformis*, *C. lutescens*, *Rozites caperata*, *Hydnum repandum*, *Laccaria amethystina*, *Russula cyanoxantha* türleri olduğunu bildirmiştir. Düşük oranda radyosezyum bulunduran mantar türlerinin ise *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Macrolepiota procera*, *Armillariella mellea*, *Amanita rubescens*, *Laccaria laccata*, *Lycoperdon perlatum*, *Calocybe gambosa*, *Pleurotus ostreatus* olduğunu ifade etmiştir.

Rosa vd. (2009), Brezilya'da kendiliğinden oluşan radyoaktif maddelerin yüksek olduğu bölgedeki yenilebilen mantar türlerinde ^{228}Th , ^{232}Th ve ^{228}Ra seviyelerini ölçmüşlerdir. Araştırmacılar mantarlarda ^{228}Th seviyesinin ^{232}Th seviyesinden daha yüksek olduğunu, incelenen radyoaktif elementler içinde en yüksek birikimin ^{228}Ra olduğunu bulmuşlar ve mantarları çevreyi temizleyen iyi bir araç niteliğinde olduğunu belirtmişlerdir.

Changizi vd. (2012), tarafından İran, Tahran'da yetiştirilen kültür mantarı *Agaricus bisporus*'ta ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K miktarlarını çalışmışlardır. ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{137}Cs , ^{40}K ve ^{235}U birikimlerini sırasıyla 0.06 ± 0.03 - 0.7 ± 0.2 , 1.4 ± 0.7 , 0.1 ± 0.03 - 0.3 ± 0.1 ve 920 ± 400 - 1370 ± 900 Bq/kg kuru ağırlık olarak bulmuşlardır. Elde edilen değerlerin ölçülebilir

minimum seviyeye yakın olduğunu belirtmişler ve sağlık için bir tehlike yaratmadığını vurgulamışlardır.

Castro vd. (2012), Brezilya, Sao Paulo'da kendiliğinden yetişen yenilebilen mantar türlerinde doğal ve yapay radyonüklit seviyelerini çalışmışlardır. Çalışma sonucunda ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra ve ^{228}Ra için birikim miktarları $1.45 \pm 0.04 - 10.6 \pm 0.3$, $461 \pm 2 - 1535 \pm 10$, $14 \pm 3 - 66 \pm 12$, $6.2 \pm 0.2 - 54.2 \pm 1.7$ Bq/kg olarak bulunmuş ve ulusal yasalara göre belirlenen sınırların altında olduğu ifade edilmiştir.

Guillen ve Baeza (2014), mantarlardaki radyoaktivitenin sağlık için bir tehdit olup olmadığını sorgulayan bir derleme çalışma yapmışlar ve özellikle radyoaktif element içeren mantarları tüketen insanlarda bir sağlık sorunu olabileceğini vurgulamışlardır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, doğada kendiliğinden yetişen (ağaçta, toprakta) mantarlar ile kültür ortamında üretilen bazı mantar türlerinin biyoaktif özellikleri ve radyoaktif madde içerikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 3 tanesi Kastamonu ilinden (*Amanita caeserea*, *Fistulina hepatica*, *Meripilus giganteus*), 1 tanesi Erzurum ilinden (*Agaricus campestris*) temin edilen, beş tanesi ise [*Agaricus bisporus* (4 farklı işletme), *Pleurotus ostreatus*] Trabzon'da ticari olarak satılan kültür mantarı türlerinden oluşmak üzere toplam 9 adet mantar ile çalışılmıştır. Temin edilen mantarlar; kimyasal bileşimleri, protein değerleri, toplam fenolik miktarları, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri ve içerdikleri radyoaktif elementler bakımından analiz edilmiştir.

2.1. Deneme Materyali

Fotoğrafları çekilen mantarların teşhisleri KTÜ Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Sistematik Mikoloji uzmanı Prof. Dr. Ertuğrul Sesli tarafından morfolojik olarak yapılmıştır. Mantarların türleri ve temin edildiği yerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Mantar türleri ve temin edildiği yerler

Mantar Türü	Temin Edildiği Yer
<i>Agaricus campestris</i>	Tekman İlçesi, Erzurum
<i>Amanita caeserea</i>	Doğanyurt İlçesi, Gökçe Köyü, Kastamonu
<i>Fistulina hepatica</i>	Doğanyurt İlçesi, Gökçe Köyü, Kastamonu
<i>Meripilus giganteus</i>	Doğanyurt İlçesi, Gökçe Köyü, Kastamonu
<i>Agaricus bisporus</i> (A)*	A ticari işletmesi, Trabzon
<i>Agaricus bisporus</i> (B)*	B ticari işletmesi, Trabzon
<i>Agaricus bisporus</i> (C)*	C ticari işletmesi, Trabzon
<i>Agaricus bisporus</i> (D)*	D ticari işletmesi, Trabzon
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Ticari işletme, Trabzon

*: Etik anlayışı gereği ticari firmaların isimleri kodlandırılarak anılmıştır.

2.1.1. Doğadan Toplanan Mantar Örnekleri

2.1.1.1. *Agaricus campestris*

Erzurum'daki yöresel adı 'çayır mantarı'dır. Bazı yörelerde kara dolaman olarak bilinir. Yenebilen bir tür olmasına rağmen, yöre tarafından zehirli olduğu kaygısı ile pek tüketilmemektedir. Şapka 3-10 cm çapında, genç mantarlarda yarım küre şeklinde, gelişmişlerde konveks, üzerinde küçük kahverengi pullar bulunmaktadır. Genellikle kirli beyaz ya da krem sarısı renkte, kenarlarında velum artıkları görülür. Lameller koyu pembemsi, zamanla çikolata veya koyu kahverengi, serbest, sık ve geniştir (Şekil 3).



Şekil 3. *Agaricus campestris* mantarı

Spor izi siyahımsı kahverengi, sporlar eliptik, düz, morumsu kahverengi, 7-8 x 4-5 µm dır. Sap 3-10 cm boyunda, silindirik, tabana doğru gittikçe incelik. Önceleri beyaz olan renk daha sonra dökülen spor tozlarından dolayı açık kahverengidir. Halkası beyaz, ince ve belirgindir. Etli kısmı beyaz, bol ve az suludur.

Genellikle orman içi açıklıklarında, çayır ve meralarda ilkbahar ve sonbahar aylarında görülmektedir. Bu mantar örneği Erzurum, Tekman ilçesinden toplanmıştır.

2.1.1.2. *Amanita caesarea*

Kastamonu ilindeki yöresel adı 'duvaklıca mantarı'dır. Yenebilen ve oldukça lezzetli olduğu söylenen bir türdür. Şapkası 7-15 cm, önce yarı küresel sonra konveks, en sonunda

da tamamen düzleşen bir formdadır. Portakal sarısı renginde ve üzerinde yama şeklinde beyaz velum artıkları taşır (Şekil 4). Bu artıklar yağmur sebebiyle kaybolabilir. Tamamen kuruyan şapkalar ipeksi bir parlaklık kazanır ve uzak mesafelerden fark edilebilir.



Şekil 4. *Amanita caesarea* mantarı

Lameller sık ve sarı renkli şapkaya göre daha açık renklidir. Sap 5-10 x 1.5-2 cm boyutlarında, silindirik, sarı renkli, belirgin halkası ve volvası vardır. Etli kısım bol sulu, beyaz veya sarımsıdır. Tadı ve kokusu oldukça hoştur. Sporlar 10-13 x 6- 10 µm, elips şeklindedir. Spor tozları beyazdır.

A. caesarea, meşe ile karışık ormanlarda tek tek ya da gruplar halinde yetişir (Breitenbach ve Kränzlin, 1995) ve meşe ormanlarının silisli topraklarında yaygındır (Erdem, 2008). Zehirli olan *Amanita* türleri ile karıştırılabilir. Bu nedenle toplayıcıların deneyimli olması, mantarı çok iyi tanınması gerekir. Aksi takdirde sakınılmalıdır. Bu mantar örneği Kastamonu, Doğanyurt ilçesinden toplanmıştır.

2.1.1.3. *Fistulina hepatica*

Mantar örneğinin alındığı yörede (Kastamonu-Doğanyurt) zehirli olarak bilinen dolayısıyla tüketilmeyen bir mantar türüdür. Oysa ki, *Fistulina hepatica* yenen bir tür olup, hatta tıbbi özellik taşıyan mantarlar arasındadır. Genç ve taze iken yenir, şekli çiğ eti andırıldığından (Şekil 5) ve kesildiği zaman kırmızı bir sıvı çıkardığından biftek mantarı ismini almıştır. Fransa'da pazarlarda halen satıldığı bildirilmektedir. Tadı, ekşimsi ve hafif asidiktir. Genelde canlı ve çürümüş ağaçlarda yetişir. Çınar ve kestane ormanlarında

oldukça sık rastlanır. Avustralya'da okaliptüs ağaçlarının yaralanmış yerlerinde yetişir (URL-8, 2015). Odunda kahverengi çürüklük yapmaktadır (Knudsen ve Vesterholt, 2008). Bu mantar örneği Kastamonu ili Doğanyurt ilçesinden toplanmıştır.



Şekil 5. *Fistulina hepatica* mantarı

2.1.1.4. *Meripulus giganteus*

Yöresel adı 'karakız mantarı' olan, oduna arız olan ve yenebilen bir mantar türüdür. Sonbahar başlarında yetişir. Odunda beyaz çürüklük yapar. Kayın ağacı başta olmak üzere, göknar, ladin, meşe ve karaağaç ağaçlarına arız olduğu görülür (URL-9, 2015). Şapkası gül şeklinde, rengi ise kahverengi ve tonlarından oluşmaktadır (Şekil 6). Yetiştirme mevsimi özellikle sonbahar başlarıdır. Uzun bir pişirme süresine ihtiyaç duyulmasına rağmen lezzetli olduğu için yörede bolca toplanan ve tüketilen bir türdür. Kastamonu ili Doğanyurt ilçesinden toplanan bu mantarın sistematığıne ait bilgiler Tablo 4'de gösterilmektedir.



Şekil 6. *Meripulus giganteus* mantarı

2.1.2. Kültür Mantarı rnekleri

Doğada kendiliğinden yetişen mantarların protein içerikleri, kalite özellikleri, radyoaktif element miktarları ve diğer biyolojik aktivite özelliklerini kültür ortamında yetişen mantarlarla ile karşılaştırabilmek adına Trabzon'daki ticari işletmelerden temin edilen *Agaricus bisporus* ve *P. ostreatus* türlerinde de benzer analizler yapılmıştır.

2.1.2.1. *Agaricus bisporus*

Agaricus bisporus, Türkiye'de en çok bilinen ve kültür mantarı olarak adlandırılan bir mantar türüdür. Ticari olarak pastörizasyon işleminden geirilmifş kompost üzerinde yetiştirilir. Kompost içerisinde sap-saman artıkları, at gübresi, buğday sapı bulunabilmektedir. Diğer adı da şapkalı mantarlardır (URL-10, 2015).

Çalışma materyali olarak seçilen *Agaricus bisporus* mantarı Trabzon'daki marketlerden 4 faklı ticari firmanın ürününün satın alınması suretiyle temin edilmiştir (şekil 7).



şekil 7. *Agaricus bisporus* mantarı

2.1.2.2. *Pleurotus ostreatus*

Pleurotus türlerinin çok çeşitli lignoselülozik tarımsal ve endüstriyel artıkları geniş enzim sistemiyle parçalayabilmesi ve bu artıklar üzerinde kolonizasyonu başarabilmesinden dolayı mantar türleri arasında en marifetli grubu oluşturmaktadır (Patrabanş ve Madan, 1997). Özellikle kayın ağacında bulunan bu mantar beyaz-yumuşak çürüklük yapmaktadır (URL-11, 2015). *Pleurotus ostreatus* mantarı Trabzon'da ticari bir firmadan temin edilmiştir. Bu mantarların yetiştirme ortamları %50 kayın talaşı + %50 saman karışımından oluşturulmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. *Pleurotus ostreatus* mantarı

2.1.3. Antimikrobiyal Test Mikroorganizmaları

Bu çalışmada antimikrobiyal aktivite çalışmasında kullanılan mikroorganizmalar K.T.Ü Tıp Fakültesi, Moleküler Biyoloji Laboratuvarları'ndan temin edilmiştir. Kullanılan türler ve kodları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Antimikrobiyal test için kullanılan türler ve kodları

Bakteri ve maya türleri	Tür kodu
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922
<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212
<i>Candida albicans</i> (maya)	ATCC 10231
<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	ATCC 19002
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 13883
<i>Salmonella typhimurium</i>	ATCC 14028
<i>Proteus mirabilis</i>	ATCC 7002

2.1.3.1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcaceae familyasından bir bakteridir. Yaklaşık 20 türü bulunur. Nozokomiyal (hastane enfeksiyonu) etkenidir. İnsan cilt florasında kommensal olarak da bulunur. Koyun kanlı agarda altın sarısı koloniler üretir. Bu yüzden tür adı, altın anlamına gelen Latince “*aureus*”dan türetilmiştir. Çeşitli yüzeylerde glikokaliks denen oluşumlar üretir. Bakterinin bunu yayılma ve bulaşma için kullandığı düşünülmektedir. İmmün sistemi zayıflamış kişilerde, asıl enfeksiyon etkeniyle beraber görülmesi, iyileşmeyi geciktirir (süper enfeksiyon) (URL-12, 2015). Kültürleri 4°C’de ve oda ısısında tutulduklarında aylarca canlılıklarını korurlar. Bu yüzden; tozda, toprakta, eşya üzerinde insan ve hayvanın deri, ağız ve nazofarinks florasında yaygın şekilde bulunurlar. *Staphylococcus*’lara bağlı deri enfeksiyonları insanlarda karşılaşılan *Staphylococcus* hastalıklarının en sık görülenleridir (Erecevit, 2007).

2.1.3.2. *Pseudomonas aeruginosa*

Doğada oldukça yaygındır. İnsan ve hayvan bağırsağında bulunmaktadır. Fırsatçı patojen bir bakteri olduğundan uygun şartlar altında özellikle direnci kırılmış konakçılarda

yanık ve yara enfeksiyonları, idrar yolu enfeksiyonları, menenjit, göz enfeksiyonları, septisemi, bronşit ve bronkopnömoni gibi çeşitli hastalıklara yol açar. Bu mikroorganizma yaygın olarak kullanılan birçok antibiyotiğe karşı doğal olarak dirençlidir (Hacıoğlu, 2005).

2.1.3.3. *Escherichia coli*

Soğuğa karşı dirençli fakat dezenfektanlara karşı dirençsizdir. Bakteriden bakteriye kolayca geçebilen direnç plazmitleri taşıdıklarından duyarlı oldukları kemoterapötiklere direnç kazanabilmektedirler. Aslında normal bağırsak florasında bulunup, burada denge altında kaldığı sürece hastalık yapmaz. Ancak belirli koşullar altında bağırsak kanalı dışına bile çıkıp diğer dokulara yerleşerek enfeksiyonlar meydana getirirler (Tatçı, 1999).

2.1.3.4. *Enterococcus faecalis*

İnsan kalın bağırsağında bu bakteriye çok sık rastlanmaktadır. Hastaneyle ilgili enfeksiyonlara neden olan bakteriler içinde ön sıralarda yer almaktadır. Karın ameliyatlarından sonra bu bakterilerin neden olduğu enfeksiyonlara sık rastlanmaktadır. *E.faecalis* antibiyotiklerin çoğuna direnç gösteren bakteri olarak bildirilmektedir (URL-13, 2015).

2.1.3.5. *Candida albicans*

C. albicans'lar normal bireylerin deri ve mukoz zarlarının normal florasında yer almalarına rağmen organizmanın doğal direnci zayıfladığında enfeksiyonlar oluşturmaktadırlar (Tatçı, 1999). *C. albicans* vücudun diğer çevreye açık ve nemli dokularında (ağız, vajina, bebeklerde alt bezi bölgesi) da aşırı çoğalırsa kandidoza (pamukçuk) yol açabilir. Kandidoz kanda ve genital yolda da oluşabilir. Ağızda *C. albicans* enfeksiyonuna pamukçuk denir (URL-14, 2015)

2.1.3.6. *Acinetobacter haemolyticus*

Acinetobacter türleri hastanelerde hem kuru hem nemli olmak üzere çeşitli yüzeylerde canlı kalarak, hastane enfeksiyonlarının önemli bir kaynağını oluştururlar. Bu bakteriler doğal olarak pek çok antibiyotik sınıfına karşı dirençlidirler. Bu türler ayrıca biyoteknolojik amaçlar için kullanıma çok elverişlidir (Gerischer, 2008).

2.1.3.7. *Klebsiella pneumoniae*

Memelilerde üst solunum yolu ve dışkı florasında bulunan bir bakteri olduğu için patojenliği uygunsuz koşullarda fırsatçı patojen olarak açığa çıkar. *Klebsiella* özellikle 2 yaş altı ve 40 yaş üstü kişilerde vücut direncinin kırılması, virutik üst solunum yolu enfeksiyonları sırasında pnömonilere neden olur (URL-15, 2015).

2.1.3.8. *Salmonella typhimurium*

Salmonella typhimurium tifoya neden olur (Ryan ve Ray, 2004). Gıda kaynaklı bir hastalık olarak *Salmonella*'nın önlenmesi için gıdalara temas eden yüzeylerin etkin bir şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Derinin mikroplardan arındırılması için alkol etkili bir maddedir (URL-16, 2015).

2.1.3.9. *Proteus mirabilis*

Proteus insan dışkısında normal flora elemanı olarak bulunur. Bu nedenle lağım sularında sıklıkla görülür. İnsanda uygun koşullar oluştuğunda enfeksiyonlara neden olur. Özellikle, hastahane enfeksiyonları olan idrar yolları ve yara enfeksiyonlarında rastlanır. Genellikle hastahanelerde diğer bakterilerle beraber ortak enfeksiyona sebep olurlar (URL-17, 2015).

2.2. Metot

Mantarların kimyasal bileşimleri, protein miktarları, biyoaktif özellikleri ve radyoaktif madde içeriklerini belirlemede kullanılan test yöntemlerine ait detaylı bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

2.2.1. Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Miktarı

Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar numuneleri tamamen toz haline getirildikten sonra analizler Giresun Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda Costech ECS 4010 Elemental Analiz Cihazı (Şekil 9) kullanılarak yapılmıştır. Bu cihaz 1020-1050 °C yüksek sıcaklıkta katı veya sıvı organik bileşiği yakma yoluyla örnekteki element yüzdelerini tayin etmektedir. Cihazda taşıyıcı gaz olarak Helyum gazı (He), yakıcı gaz olarak ise Oksijen gazı (O₂) kullanılmaktadır.



Şekil 9. Costech ECS 4010 elemental analiz cihazı

Elementel analiz için örneklerin tozları 0.500 ile 0.700 mg tartılarak 5x9 mm'lik kalay kapsüller içerisine dökülmüş ve ağzı kapatılarak prizma haline getirilmiştir (Şekil 10). Kapsüller cihaza yerleştirilip numunelerin yakılması suretiyle Karbon (C), Hidrojen (H), Azot (N) ve Kükürt (S) oranları aynı anda ölçülmüştür. Numunelerin yaptığı pikler Costech 4010 programında okunmuştur. Protein miktarı ise bulunan azot oranınının 4.38 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (Crisan ve Sands, 1978).



Şekil 10. Kalay kapsüller içine dökülmüş mantar tozlarının dikdörtgen prizma hali

2.2.2. Mantarlardaki Toplam Fenol ve Antioksidan Aktivite

Bu analizler Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

2.2.2.1. Ekstraktların Hazırlanışı

Mantar örnekleri teşhisi yapıldıktan sonra hava sirkülasyonlu bir kurutma düzeneğinde kurutulmuştur. Kurutulan mantar numuneleri öğütülmüş ve 4 gram toz numune üzerine 40 ml metanol eklenerek (Şekil 11), 180 rpm hızda, 24 saat boyunca çalkalanmıştır. 24 saat sonra ekstraktlar, ilk olarak Whatman no: 1 filtre kağıdından (Şekil 12) daha sonra da enjektörlü filtreden geçirilmiş ve analizler yapılana kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 11. Hazırlanan ekstraktlar



Şekil 12. Ekstraktların süzülmesi

2.2.2.2. Toplam Fenol Miktarı Belirleme Tayini

Slinkard ve Singleton (1977), tarafından ileri sürülen metoda göre numunedeki toplam çözülebilir fenolik madde, Folin-Ciocalteu reaktifi ile 760 nm de maksimum absorbands veren renkli bir kompleks oluşturur. Buna göre; gallik asit ile standart çalışma grafiği hazırlanarak tayin yapılmıştır. Tablo 3’de toplam fenolik madde tayini için deney şartları, Şekil 23’de ise toplam fenolik kalibrasyon eğrisi verilmiştir.

Tablo 3. Toplam fenolik madde tayini için deney şartları (Slinkard ve Singleton, 1977)

	Reaktif kör	Standart	Deney
Standart (değişik konsantrasyonlarda)	-	20 µL	-
Numune (3)	-	-	20 µL
Destile su (1)	700 µL	680 µL	680 µL
0,5 N Folin reaktifi (2)	400 µL	400 µL	400 µL
Tüpler vorteks ile karıştırılır.			
% 10 Na ₂ CO ₃ (4)	400 µL	400 µL	400 µL
760 nm'de tanık deneye karşı absorbands okunur.			

2.2.2.3. Antioksidan Aktivite Belirleme Tayini

Bu çalışmada antioksidan aktivite tayini için FRAP metodu kullanılmıştır. FRAP metodu (Fe (III)-TPTZ-2,4,6-tris (2-pyridily)-S-triazin) kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe (II)-TPTZ oluşması ve bu kompleksin 593 nm’de maksimum absorbans vermesi esasına dayanır (Benzie ve Strain, 1999). Bu amaçla 3 mL FRAP reaktifi [300 mM pH 3.6 asetat tamponu: 10 mM TPTZ: 20 mM FeCl₃ (10: 1: 1)] ile 100 µL numune karıştırılmış ve 4 dakika sonra 593 nm’de absorbans okunmuştur. Sonuçlar standart antioksidan FeSO₄ ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çözücüden ve numuneden gelen renklilik absorbansını belirleme ve bunları numune absorbansından çıkarma amacıyla tanık deneyler yapılmıştır. Tablo 4’te FRAP yöntemi için deney şartları verilmiştir.

Tablo 4. FRAP yöntemi için deney şartları

	Reaktif kör	Standart	Numune
FRAP reaktifi	3 mL	3 ml	3 mL
Numune	-	-	100 µL
FeSO ₄ .7H ₂ O	-	100 µL	-
Metanol	100 µL	-	-

2.2.3. Mantarlardaki Antimikrobiyal Aktivite

2.2.3.1. Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması

Bakteri kültürleri için besiyeri olarak Nutrient agar kullanılmıştır. Steril edilen besiyerleri steril petri kaplarına 20 mL olacak şekilde dökülmüştür. Bakteri kültürlerinin üremesi için petri kapları 37 °C sıcaklığındaki etüvde, 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır.

2.2.3.2. Kuyucuk Difüzyon Yöntemi

Mantarların antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek için kuyucuk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde metanol ile hazırlanmış 0.1 g/ml konsantrasyonundaki ekstraktlar kullanılmıştır. Mikroorganizmaların katı besiyerlerinde üretilmiş 20-24 saatlik taze kültürlerinden öze ile alınan koloniler serum fizyolojik içinde süspanse edilmiş ve 0.5 McFarland bulanıklık tüpleriyle kıyaslanarak 10^8 CFU/mL dilüsyon hazırlanmıştır. Her petride ortadan ikiye bölünmüş bir pipet yardımı ile kuyucuklar açılmıştır. Agar içeren petrilerin yüzeyine eküvyon çubuğu kullanılarak bakteri dilüsyonundan steril pipet yardımıyla 50 µl ekilmiştir. Deney sisteminin doğruluğunu ispatlamak açısından her bakteri türüne karşı o türün inhibitörü olan antibiyotiklerden de 50 µl eklenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Bakteri ve maya suşları ve pozitif kontrolleri

Bakteri ve maya suşları	Pozitif kontrol
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Ampisilin
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Ampisilin
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Gentamisin
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	Ampisilin
<i>Candida albicans</i> * ATCC 10231	Amfoterisin B
<i>Acinetobacter haemolyticus</i> ATCC 19002	Gentamisin
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	Gentamisin
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	Ampisilin
<i>Proteus mirabilis</i> ATCC 7002	Sefotaksim

*: Maya

Açılan kuyuculara numara verilerek mantar ekstraktlarından da 50 µl eklendikten sonra 24 saat süreyle 37 °C’de etüvde inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda sonuçları okunmuştur.

2.2.4. Mantarlarda Radyoaktivite

2.2.4.1. Numunelerin Hazırlanması

Toplanan ve teşhisi yapılan mantarlar temizlenip, kesilmiş ve blender yardımıyla küçük parçalara ayrılmıştır. Parçalara ayrılan mantarlar, 20-24 saat süre ile 105°C’de kontrollü olarak kurutulmuş ve sonra 40 meshlik eleklerden geçirilmiştir. Bu mantar numuneleri silindirik, çapı 6 cm ve yüksekliği 5 cm olan plastik kaplara konarak (Şekil 13) 1 ay süreyle bekletilmiştir. Böylece ^{238}U ve ^{232}Th ürünleri arasındaki radyoaktif dengenin oluşması sağlanmış ve numuneler sayıma hazır hale getirilmiştir.



Şekil 13. Ağzı kapaklı kaplarda bekletilen kurutulmuş ve öğütülmüş mantarlar

Mantarların yetiştiği ortamlardaki radyoaktiviteyi belirlemek ve bu radyoaktif elementleri ne derecede bünyelerinde bulduklarını tespit etmek için, her mantarın yetiştiği ortamdan da örnekler alınmıştır. Doğada kendiliğinden yetişen tür için toprak örneği, ağaç kabukları üzerinde yetişen mantarlar için kabuk örnekleri, kültür ortamında yetişen mantarlar için kompost numuneleri de benzer ön hazırlık işlemlerinden geçirilmiştir. Ağzı kapaklı kutularda 1 ay bekleme süresinden sonra örneklerin radyoaktivite analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.2.4.2. Deneysel Sistem ve Metot

Radyoaktivite analizleri Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü Araştırma Laboratuvarında bulunan, 1332.5 keV'de 1.9 keV' lik rezölüsyona ve % 15'lik relatif verime sahip olan Canberra, GC 1519 model HPGe gama dedektörü (Şekil 14) kullanılarak ölçülmüştür. Gama spektroskopisi sistemleri ile radyoaktivite analizinde enerji ve verim kalibrasyonlarının periyodik olarak yapılması önemli bir aşamayı oluşturmaktadır. Enerji kalibrasyonunun yapılabilmesi için önceden enerjileri bilinen çekirdeklerden oluşmuş standart bir kaynağa (kaynaklara) ihtiyaç vardır. Verim kalibrasyonları için enerjileri 80-1400 keV arasında değişen ^{109}Cd , ^{57}Co , ^{133}Ba , ^{22}Na , ^{137}Cs , ^{54}Mn ve ^{60}Co radyoizotop standart nokta kaynaklar kullanılmıştır. Verim kalibrasyonu için enerjileri ve aktiviteleri önceden bilinen kaynaklar kullanılmıştır. Ancak burada enerji kalibrasyonuna göre karşılaşılan en büyük sorun standart kaynağın ölçülecek olan numune ile benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması zorunluluğudur. Bundan dolayı, gamma dedektörünün verim kalibrasyonu için Uluslararası Atom Enerji kurumunun (IAEA- 375) nolu referans materyali ve Gamma Acquisition & Analysis programı kullanılmıştır.



Şekil 14. HPGe Gama spektrometre sisteminin genel görünüşü

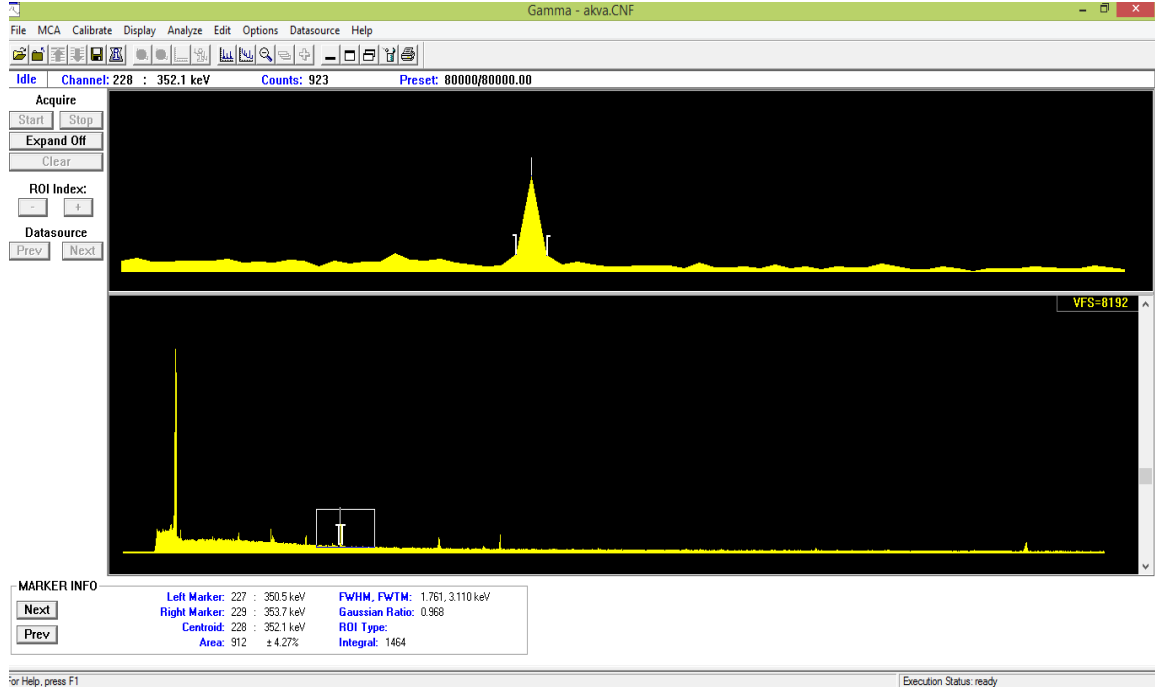
Numuneler ve gama spektroskopisi sistemi (enerji ve verim kalibrasyonları yapılarak) ölçüme hazır hale getirildikten sonra, her numunenin radyoaktivite analizi 80.000 s süre ile gerçekleştirmiştir. Bu süre sonunda numunelerden yayınlanan radyoaktif izotoplara ait piklerin oluşturacağı spektrumlar elde edilmiştir.

Radyoaktif bozunum (alfa veya beta) yapmış veya bir nükleer reaksiyondan sonra ortaya çıkan ürün çekirdek, genellikle, uyarılmış enerji seviyesinde kalır. Bu durumdaki çekirdek ikinci bir bozunum ile bir foton yayınlayarak daha düşük enerji seviyesine ve sonunda taban enerji seviyesine düşer. Bu şekilde, çekirdeğin uyarılmış enerji seviyesinden temel enerji seviyesine düşerken yayınladığı fotonlara gama ışını denir. Radyoaktif elementlerin ve dönüşüm yaptıkları zaman yaydıkları pik enerjileri Tablo 6’da verilmiştir.

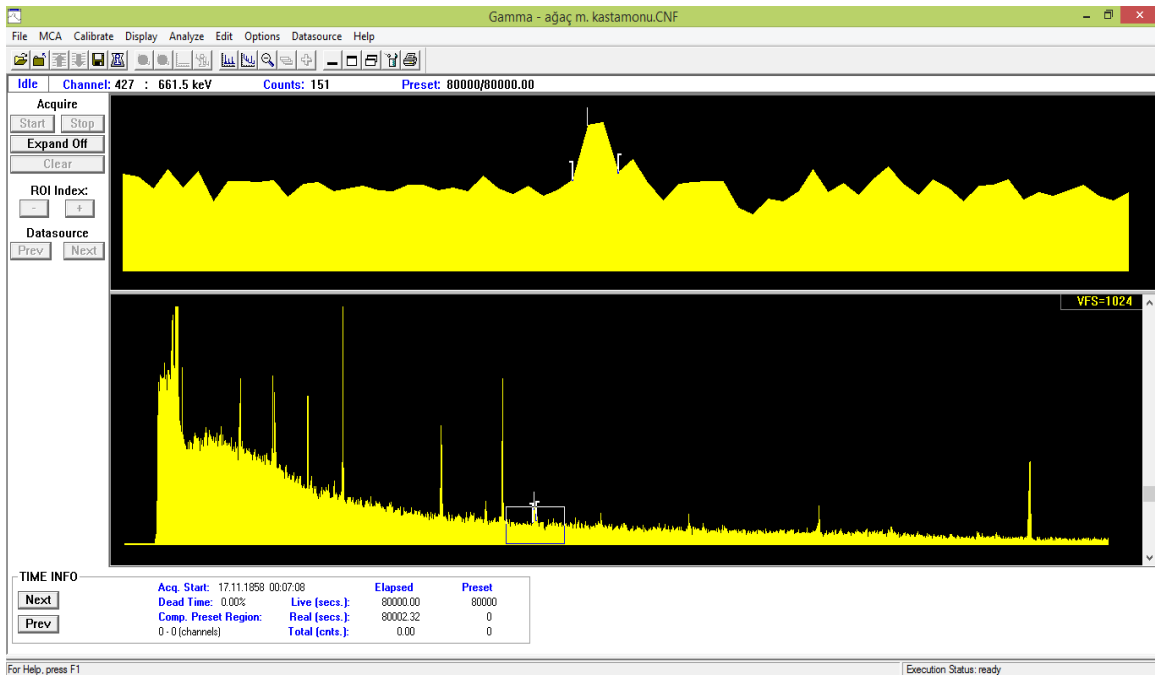
Tablo 6. Aktivitesi hesaplanan radyoaktif çekirdekler ve salma hızları

Radyoaktif element	Dönüştüğü element	Yayıdığı pik enerjisi	Salma Hızları(%)
²³⁸ U	²¹⁴ Pb	295.2 keV	18.2
	²¹⁴ Pb	352.0 keV	35.1
	²¹⁴ Bi	609.4 keV	44.6
²³² Th	²¹² Pb	238.6 keV	43.5
	²⁰⁸ Tl	583.1 keV	30.0
	²²⁸ Ac	911.1 keV	26.6
¹³⁷ Cs		661 keV	85.0
⁴⁰ K		1460 keV	10.7

80.000 saniye saydırılan tüm numunelere ait piklerin alanları yukarıda verilen tablodaki enerji değerleri baz alınarak hesaplanmıştır. Örnek gösterim bakımından Şekil 15’de *Pleurotus ostreatus* mantarının 352.0 keV’de yaptığı pikin alan hesaplaması, Şekil 16’da ise *Fistulina hepatica* mantarının 661 keV’de yaptığı pikin alan hesaplaması gösterilmiştir.



Şekil 15. *Pleurotus ostreatus* mantarının 352.0 keV’de yaptığı pikin alan hesaplaması



Şekil 16. *Fistulina hepatica* mantarının 661 keV’de yaptığı pikin alan hesaplaması

Numunelerden yayınlanan radyoaktif izotoplara ait piklerin oluşturacağı spektrumlar elde edildikten sonra aktivite hesabı için dedektör verimi de hesaba katılarak,

$$A = \frac{S}{(I_{\gamma}).w.t.\varepsilon} \quad (2)$$

bağıntısı kullanılmıştır.

Burada A (Bq/kg); aktivite, S; ilgili pikin altında net alan, I_{γ} ; gama ışınının salma hızı, w; kg olarak numune miktarı, ε ilgili enerjideki dedektör verimi (Şekil 29) ve t (s) ise ölçüm süresini ifade etmektedir.

2.2.4.3. Efektif Doz

İnsan vücudunun radyasyona maruz kalmasının açıklanması için kullanılan temel nicelik, birimi Gray olan absorplanmış dozdur. Bununla birlikte, absorplanmış dozun her biriminin etkisi, radyasyona maruz kalan vücut kısmı ve radyasyon türü ile değişir. Bu değişimleri hesaba katmak için, birimi Sievert olan ve efektif doz olarak isimlendirilen ağırlıklı nicelik kullanılır (İlter, 2012).

Herhangi bir madde saniyede bir parçalanma veriyorsa bu maddenin aktivitesi 1 Becquerel'dir. Genel olarak yasal radyoaktivite limiti gıdalar için bir kilogram taze gıdada 600 Bq'dir. Örneğin 1 kilogram mantarda yenilebilmesi için izin verilen en yüksek radyoaktif madde miktarı 600 Bq'dir. Buna karşılık Çernobil'den sonra Avrupa Toplulukları, gıdalarda izin verilen maksimum radyoaktivite sınırlarını açıklamak için 1987 yılında Konsey Yönetmeliğini (CEC, 1987) yayınlamış ve bu yönetmeliğe göre gıdalarda örneğin mantarlarda izin verilen maksimum radyosezyum (^{137}Cs) sınırını bir kilogram taze mantarda 1250 Bq olarak açıklamıştır. Bir benzer limit de Uluslararası Atomik Enerji Kurumu (IAEA, 1994) tarafından 1000 Bq/1 kg taze gıda olarak açıklanmıştır

İnsan sağlığı için radyoaktivitenin muhtemel riski bir yılda alınan ve birimi mSV (milisievert) olan efektif doz (E) ile açıklanır. Bir yetişkin birey için yıllık izin verilen radyoaktivite miktarı Uluslararası Radyasyondan Koruma Komisyonu'na göre 5 mSV

olmalıdır. Bir yılda mantarlardan alınan efektif doz bir yetişkin birey için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (ICRP, 1996).

$$E = Y \times Z \times d_k \quad (3)$$

Y = Bir yılda tüketilen mantar (kg/kişi), Z = Radyonüklitin aktivite konsantrasyonu (Bq/kg), d_k = Çevirme faktörü, Çevirme faktörü ^{238}U için 0.045, ^{232}Th için 0,23, ^{137}Cs için 1.3×10^{-2} , ^{40}K için ise $6.2 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/Bq}$ dir (İlter, 2012).

Bu çalışmada mantar tüketimi 0,5 kg/ay olarak alınmıştır (Uysal, 2014). Bu veri, formülde yerine konmuş ve mantarların efektif dozları her bir radyonüklit için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Değerleri

Mantarların kimyasal bileşenleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Mantarların kimyasal bileşimi

Mantar türü	(N) (%)	(H) (%)	(C) (%)
<i>Agaricus campestris</i>	8.61	5.30	36.53
<i>Amanita caeserea</i>	3.46	6.41	38.95
<i>Fistulina hepatica</i>	2.67	6.28	40.72
<i>Meripilus giganteus</i>	5.75	6.36	43.30
<i>Agaricus bisporus</i> (A)	3.68	6.31	36.94
<i>Agaricus bisporus</i> (B)	4.22	5.98	38.23
<i>Agaricus bisporus</i> (C)	4.03	6.33	38.44
<i>Agaricus bisporus</i> (D)	3.98	6.18	39.46
<i>Pleurotus ostreatus</i>	2.42	6.37	38.15

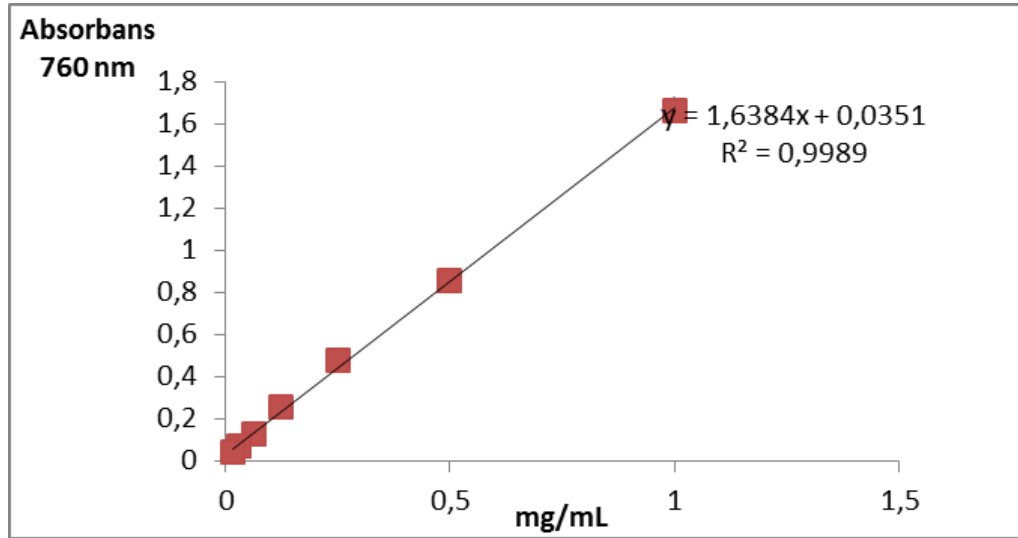
Mantarların protein değerleri Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Mantarların protein değerleri

Mantar Türü	Protein (%)
<i>Agaricus campestris</i>	37.71
<i>Amanita caeserea</i>	15.15
<i>Fistulina hepatica</i>	11.70
<i>Meripilus giganteus</i>	25.19
<i>Agaricus bisporus</i> (A)	16.11
<i>Agaricus bisporus</i> (B)	18.48
<i>Agaricus bisporus</i> (C)	17.65
<i>Agaricus bisporus</i> (D)	17.43
<i>Pleurotus ostreatus</i>	11.00

3.2. Mantarlardaki Toplam Polifenol ve Antioksidan Aktiviteye Ait Bulgular

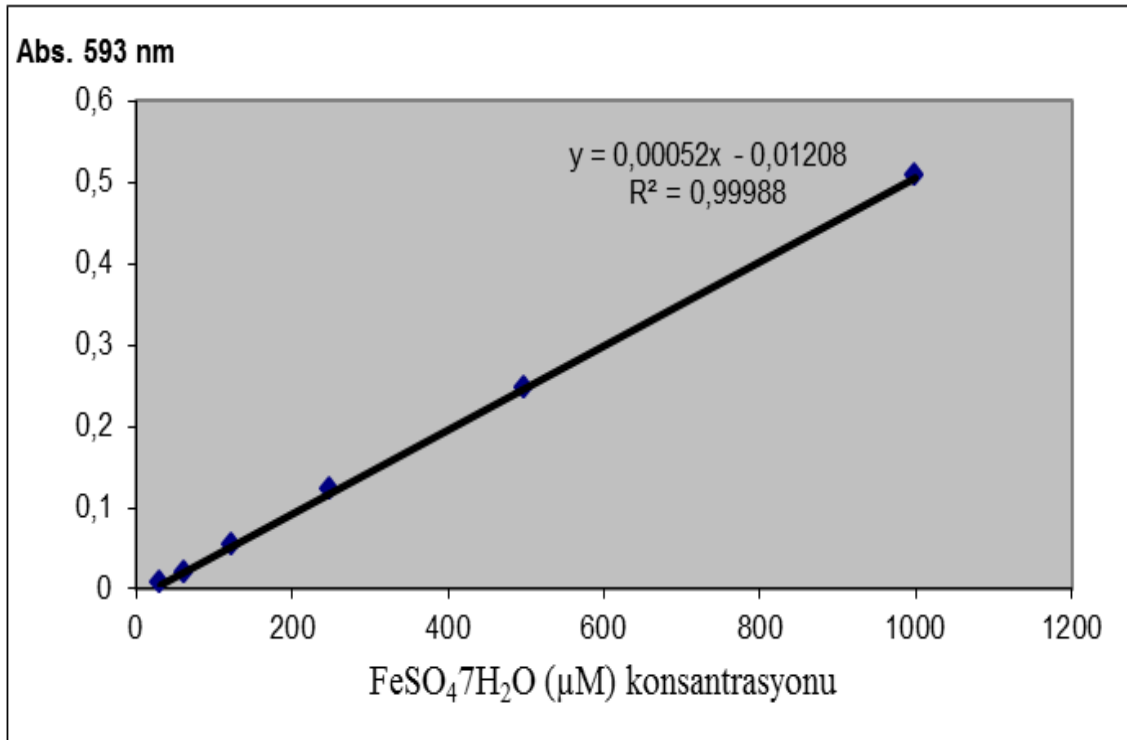
Toplam polifenol kalibrasyon grafiği Şekil 17’de, mantarlardaki toplam polifenol miktarlarını Tablo 9’da verilmiştir. FRAP kalibrasyon grafiği Şekil 18’de, FRAP yöntemine göre belirlenmiş olan mantarların antioksidan aktiviteleri ise Tablo 10’ özetlenmiştir.



Şekil 17. Toplam polifenol kalibrasyon grafiği

Tablo 9. Mantarlardaki toplam fenol miktarları

Mantar Türü	Toplam polifenol (mgGAE/g)
<i>Agaricus campestris</i>	3.687±0.112
<i>Amanita caeserea</i>	2.979±0.039
<i>Fistulina hepatica</i>	3.101±0.009
<i>Meripilus giganteus</i>	1.111±0.017
<i>Agaricus bisporus</i> (A)	2.662±0.035
<i>Agaricus bisporus</i> (B)	3.858±0.130
<i>Agaricus bisporus</i> (C)	2.442±0.078
<i>Agaricus bisporus</i> (D)	1.300±0.052
<i>Pleurotus ostreatus</i>	1.276±0.065



Şekil 18. FRAP kalibrasyon grafiği

Tablo 10. Mantarların antioksidan aktiviteleri

Mantar Türü	FRAP ($\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$)
<i>Agaricus campestris</i>	6.108 \pm 0.028
<i>Amanita caeserea</i>	5.228 \pm 0.063
<i>Fistulina hepatica</i>	8.141 \pm 0.008
<i>Meripilus giganteus</i>	3.088 \pm 0.031
<i>Agaricus bisporus</i> (A)	7.148 \pm 0.013
<i>Agaricus bisporus</i> (B)	9.340 \pm 1.069
<i>Agaricus bisporus</i> (C)	7.608 \pm 0.014
<i>Agaricus bisporus</i> (D)	4.144 \pm 0.012
<i>Pleurotus ostreatus</i>	1.528 \pm 0.042

3.3. Mantarların Antimikrobiyal Özelliklerine Ait Bulgular

Mantar ekstraktlarının, mikroorganizmaların bulunduğu petri kaplarına eklenmesinden 24 saat sonra mantarların inhibitör etkisinin olup olmadığı incelenmiştir ve inhibitör etkisi olanlar (+), inhibitör etkisi olmayanlar (-) olarak ifade edilmiştir. Doğada kendiliğinden yetişen mantar türlerinin antimikrobiyal aktiviteleri Tablo 11’de kültür mantarı türlerinin antimikrobiyal aktiviteleri ise Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Doğada kendiliğinde yetişen mantar türlerinin antimikrobiyal aktiviteleri

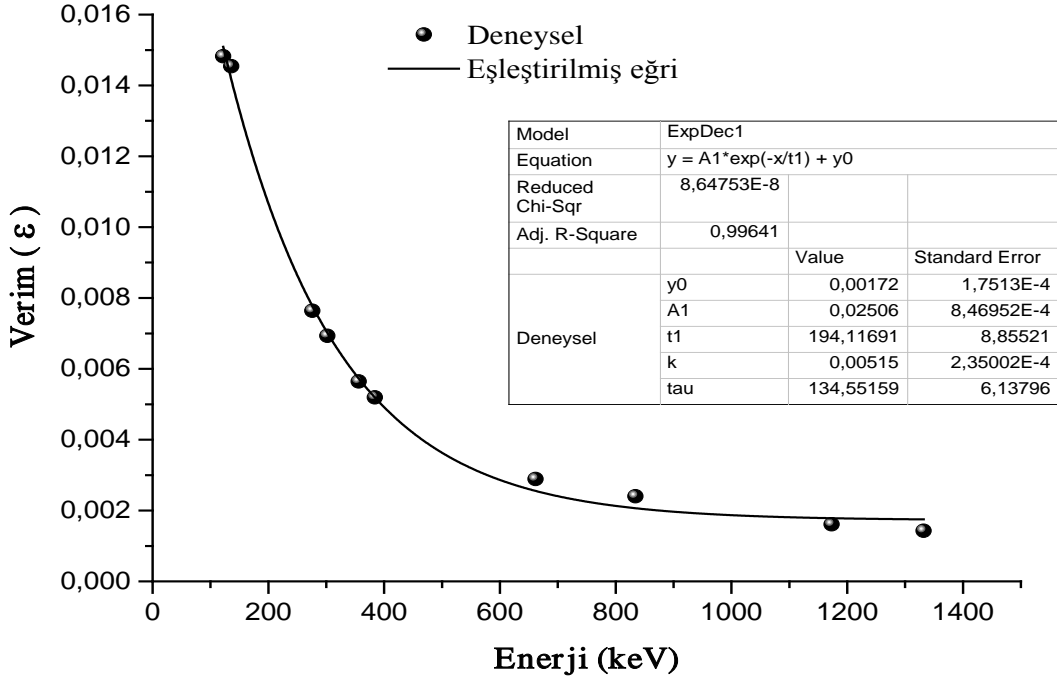
Bakteri ve Maya Türü	<i>Agaricus campestris</i>	<i>Amanita caeserea</i>	<i>Fistulina hepatica</i>	<i>Meripilus giganteus</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	-	-
<i>Candida albicans</i>	-	-	-	-
<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	-	-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+	-	-	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	-	-

Tablo 12. Kltr mantarlarının antimikrobiyal aktiviteleri

Bakteri ve Maya Tr	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Agaricus bisporus(A)</i>	<i>Agaricus bisporus(B)</i>	<i>Agaricus bisporus(C)</i>	<i>Agaricus bisporus(D)</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	-	-	-
<i>Candida albicans</i>	-	-	-	-	-
<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	-	-	-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	-	-	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-	-
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	-	-	-

3.4. Mantarların Radyoaktivite zellikleri

Şekil 19’da dedektr verim grafiği, Tablo 13’te mantarlardaki radyoaktivite konsantrasyonu, Tablo 14’te ise yetişme yeri (toprak, ağağ kabuğu, kompost) radyoaktivite konsantrasyonu verilmiştir.



Şekil 19. Dedektör verimi grafiği

Tablo 13. Mantardaki radyoaktivite konsantrasyonu (Bq/kg)

ÖRNEKLER		²³⁸ U	²³² Th	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
MANTARLAR	<i>Agaricus campestris</i>	12.1 ± 0.8	11.7 ± 0.9	ND	497.7 ± 17.8
	<i>Amanita caesarea</i>	13.4 ± 0.5	5.2 ± 0.5	13.3 ± 0.4	391.4 ± 14.7
	<i>Fistulina hepatica</i>	18.7 ± 2.1	13.6 ± 0.5	48.9 ± 3.1	594.7 ± 18.5
	<i>Meripilus giganteus</i>	29.9 ± 2.2	2.8 ± 0.3	ND*	350.4 ± 10.4
	<i>Agaricus bisporus</i> (A)	22.4 ± 1.3	2.1 ± 0.2	ND	739.7 ± 25.2
	<i>Agaricus bisporus</i> (B)	23.2 ± 1.6	6.4 ± 0.4	ND	528.4 ± 27.2
	<i>Agaricus bisporus</i> (C)	17.5 ± 0.9	2.9 ± 0.3	ND	530.2 ± 22.4
	<i>Agaricus bisporus</i> (D)	26.6 ± 1.8	7.1 ± 0.5	ND	486.5 ± 24.1
	<i>Pleurotus ostreatus</i>	14.6 ± 1.3	9.2 ± 0.7	ND	330.4 ± 18.3
	ORTALAMA	20.79 ± 1.4	6.8 ± 0.5	31.1 ± 1.8	494.4 ± 19.8

*: Sistem tarafından ölçülemedi

Tablo 14. Mantarların yetiştirme yerlerindeki radyoaktivite konsantrasyonu (Bq/kg)

ÖRNEKLER		²³⁸ U	²³² Th	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
YETİŞME ORTAMI	<i>Amanita caesarea</i> Toprak	17.2 ± 0.7	24.6 ± 0.4	ND	86.2 ± 3.4
	<i>Fistulina hepatica</i> Ağaç kabuğu	36.1 ± 2.3	16.5 ± 0.7	8.3 ± 0.4	38.8 ± 1.6
	<i>Meripilus giganteus</i> Ağaç kabuğu	69.6 ± 2.8	8.6 ± 0.4	12.1 ± 0.5	32.3 ± 1.3
	<i>Agaricus bisporus</i> Kompost	45.1 ± 2.7	11.0 ± 0.6	ND	304.5 ± 12.7
	<i>Pleurotus ostreatus</i> Kompost	27.8 ± 1.2	19.1 ± 0.9	ND	126.7 ± 5.2
	<i>Agaricus campestris</i> Toprak	32.6 ± 1.7	22.2 ± 0.9	58.8 ± 3.2	170.6 ± 6.8
	1 km uzaklık – Toprak	17.4 ± 0.7	13.4 ± 0.5	22.3 ± 1.1	129.3 ± 5.2
	1 km uzaklık – Toprak	19.3 ± 0.9	14.7 ± 0.7	20.1 ± 1.1	138.3 ± 6.9
	ORTALAMA	33.1 ± 1.6	16.3 ± 0.6	13.5 ± 0.7	128.3 ± 5.4

3.4.1. Efektif Doz

Mantar tüketimi 0.5 kg/ay olarak alınmıştır (Uysal, 2014). Bu veri, formülde yerine konmuş ve mantarların efektif dozları her bir radyonüklit için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 15).

Tablo 15. Mantarların efektif dozları

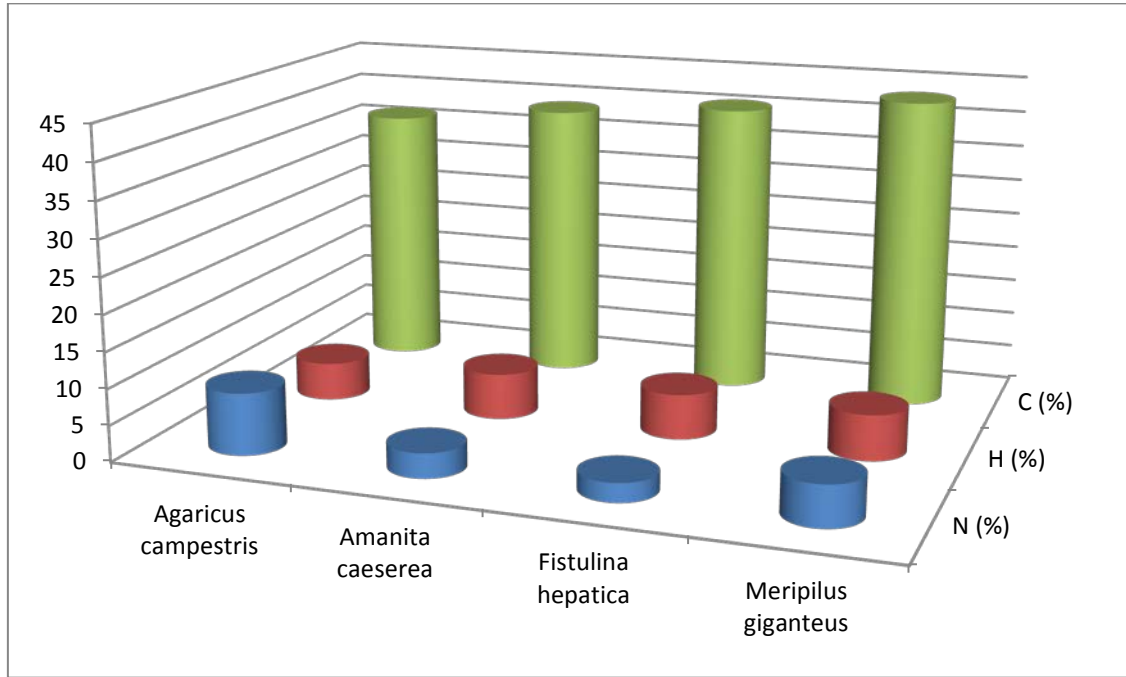
Radyonüklit	Alınan etkin doz (µSv/y)		
	Ortalama	En Düşük	En yüksek
²³⁸ U	5.6 ± 0.4	3.3 ± 0.2	8.1 ± 0.6
²³² Th	9.4 ± 0.7	2.9 ± 0.3	18.8 ± 0.7
¹³⁷ Cs	2.4 ± 0.1	1.1 ± 0.3	3.8 ± 0.3
⁴⁰ K	16.2 ± 0.6	10.8 ± 0.6	24.2 ± 0.2

4. TARTIŞMA

4.1. Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Değerleri

Çalışma materyali olarak kullanılan ve doğada kendiliğinden yetişen mantarların kimyasal bileşimleri Şekil 40'da, kültür mantarlarının kimyasal bileşimleri ise Şekil 20'de verilmektedir. Ele alınan her bir mantar türünün içerdiği Karbon (C), Hidrojen (H) ve Azot (N) miktarlarının farklı olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda (Yaralı, 2014; Çavaş, 2011) proteinlerin yaklaşık % 16'sının Azot (N), geri kalan bölümünün Potasyum (K), Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijen' den (O) ibaret olduğu saptanmıştır. Bu yöntemle yapılan protein tayininde, önce gıdanın içerisindeki N miktarı bulunur ve bu değer bir faktör (P) ile çarpılarak protein miktarı hesaplanır. Ancak, gıda maddelerinin N oranı değişebildiği gibi gıda içerisinde bulunan diğer bazı azotlu maddelerin oranı da farklı olabilir. Mantarların protein değerleri azot miktarının 4.38 ile çarpılması ile bulunmuştur.



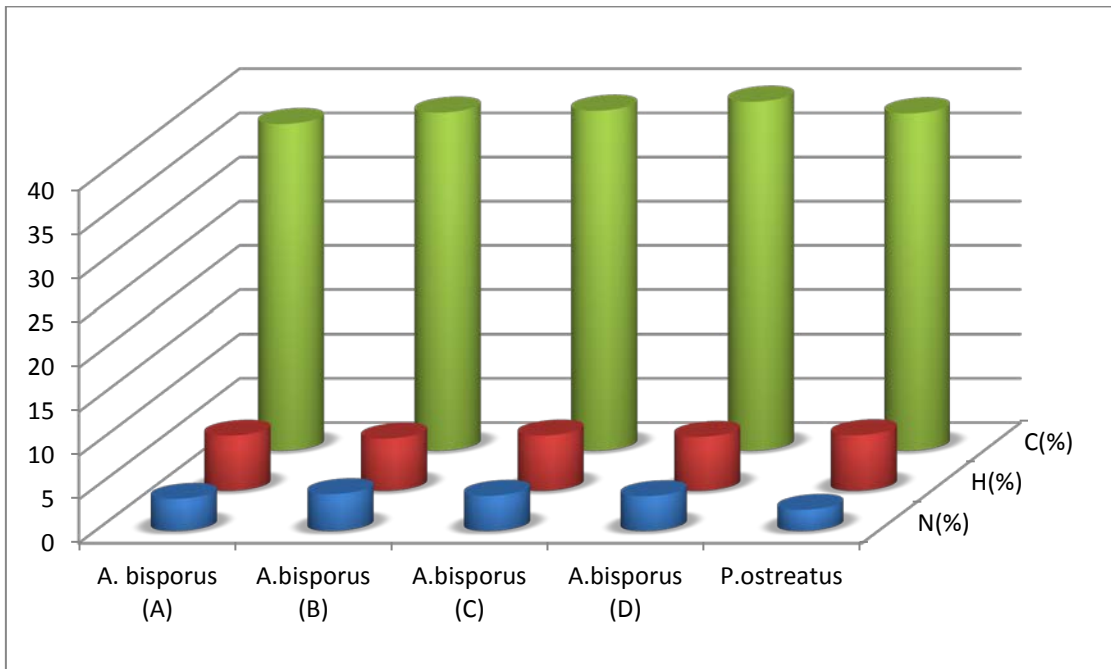
Şekil 20. Doğada yetişen mantarların kimyasal bileşimi

Doğada yetişen mantarların kimyasal bileşimine bakıldığında C yüzdesi en fazla olan mantar % 43.30 ile *Meripilus giganteus* olmuş ve bu mantarı sırasıyla % 40.72, % 38.95, % 36.53 ile *Fistulina hepatica*, *Amanita caeserea* ve *Agaricus bisporus* türleri izlemiştir.

Şekil 40 incelendiği zaman H oranlarının genelde birbirlerine yakın değerler olduğu gözlenmektedir. En fazla hidrojen H oranı % 6.41 ile *Amanita caeserea* (% 6.41) türünde, en düşük ise *Agaricus campestris* (% 5.30) türünde tespit edilmiştir.

Doğada kendiliğinden yetişen mantarların N oranları çoktan aza doğru sıralandığında % 8.61, % 5.75, % 3.46, % 2.67 oranları ile sırasıyla *Agaricus campestris*, *Meripilus giganteus*, *Amanita caeserea* ve *Fistulina hepatica* türleri ile eşleştiği görülmektedir. Mantarların protein içerikleri N oranı üzerinden gidildiği için en yüksek Azot (N) oranına sahip mantarın, protein bakımından da en yüksek içeriğe sahip olacağı ortadadır. Pekşen vd. (2007) yapmış oldukları bir çalışmada yenilebilir bazı *Lactarius* türlerinin morfolojik özelliklerini, protein ve mineral içeriklerini belirlemiştir. Araştırmacılar *L. pyragalus*, *L. controversus* ve *L. semisanguifluus* türleri için sırasıyla N oranlarını sırasıyla % 3.97±0.09, % 2.82±0.14 ve % 3.24±0.07 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar her mantarın kimyasal bileşiminin tür, yetiştirme yeri gibi birçok faktörden etkilendiğini göstermektedir.

Şekil 21'de kültüre alınmış ve ticari olarak satılan mantarların kimyasal bileşimi verilmiştir.



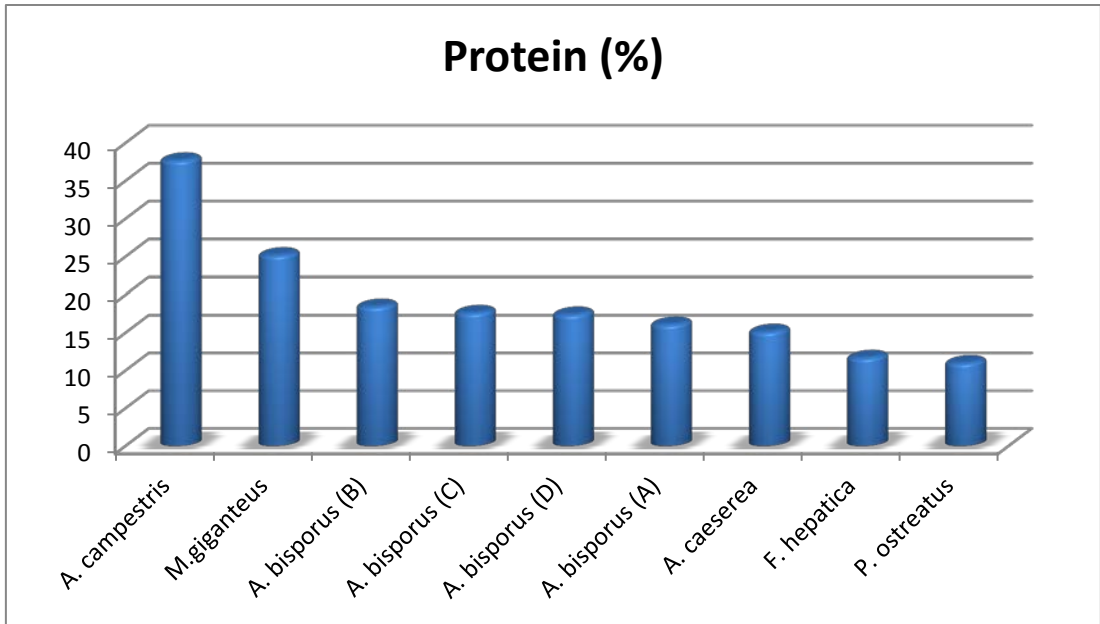
Şekil 21. Kültür mantarlarının kimyasal bileşimi

Şekil 21 incelendiğinde aynı tür olmasına rağmen, yetiştirme yeri farklı olan 4 farklı işletmeden temin edilen *Agaricus bisporus* mantarlarında kimyasal içerik açısından farklar olduğu görülmektedir.

C içerikleri çoktan aza doğru % 39.46 , % 38.44, % 38,23 , % 38,15 ve % 36,94 oranları ile sırasıyla *A.bisporus* (D) > *A. bisporus* (C) > *A. bisporus* (B) > *P. ostreatus* > *A. bisporus* (A) türleri ile eşleşmiştir. H içerikleri ise yine birbirlerine yakın değerler olmak üzere sırasıyla % 6.37, % 6.33, % 6.31, % 6.18, % 5.98 oranları ile *P. ostreatus* > *A. bisporus* (C) > *A. bisporus* (A) > *A. bisporus* (D) > *A. bisporus* (B) mantarlarına karşılık gelmiştir.

N içerikleri arasındaki fark dikkat çekicidir ve yetiştirme yerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarmaktadır. N içerikleri arasında çok fark yokmuş gibi görünse de çevirme faktörü katsayısı ile protein içeriğine dönüştürüldüğü zaman aradaki fark belirgin bir şekilde gözükmemektedir. N içeriği en fazla (% 4,22) B firmasından alınan *A. bisporus* mantarında gözlenmiştir. En az N (% 2,42) ise *P. ostreatus* mantarında kaydedilmiştir.

Doğada kendiliğinden yetişen mantarlar ile kültür ortamında yetişen mantarların protein içerikleri Şekil 22’de gösterilmektedir.



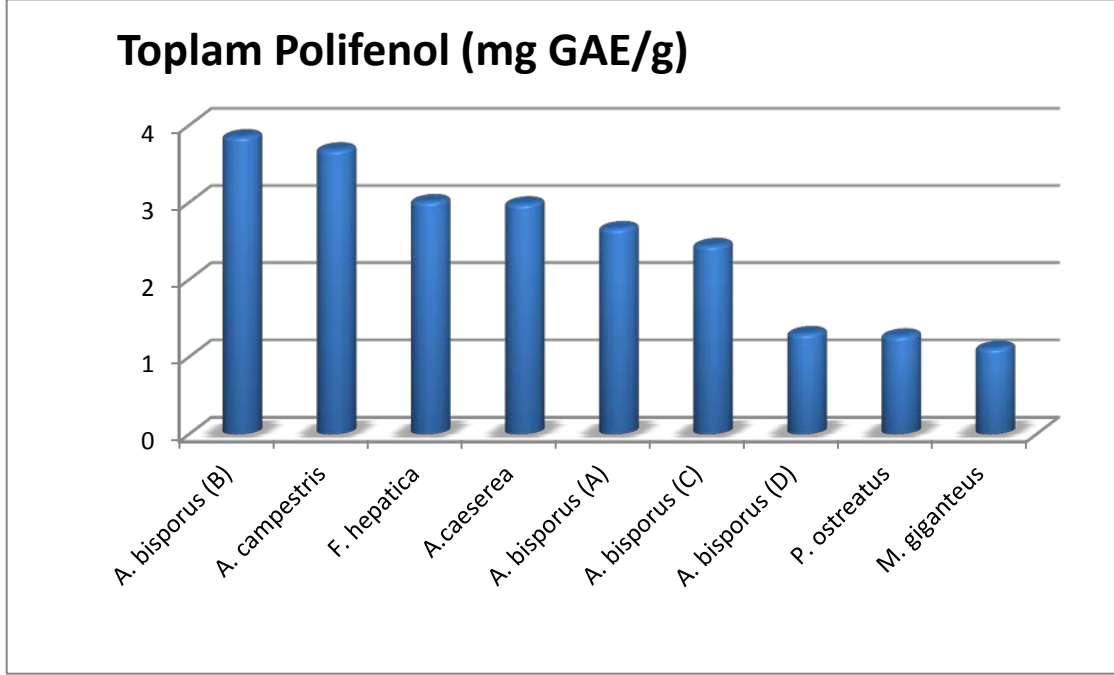
Şekil 22. Doğada kendiliğinden yetişen mantarlar ile kültür ortamında yetişen mantarların protein içerikleri

Tüm mantarlar arasında en fazla proteine sahip tür *Agaricus campestris* mantarı iken, en düşük proteine sahip mantar türü *Pleurotus ostreatus*'tur. En yüksek ikinci proteine sahip mantar türü ise aynı zamanda odun zararlısı olan *Meripilus giganteus* türüdür. Yıldız vd. (2005) Güneydoğu Anadolu'da bazı makrofungusların organik element ve protein miktarlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, mantarlarda protein içeriklerinin yetiştirme bölgesi ve türlere göre değişebileceği, yetiştirme bölgelerinin fiziksel ve kimyasal farklılıklarından ve türlerin genetik yapısından bu değişikliklerin artabileceğini belirtmişlerdir. Bu değişiklik yapılan çalışmada da belirgin bir şekilde görülmektedir. Küçükomuzlu (2003) yapmış olduğu çalışmada sterilizasyon ve formaldehit uygulamaları ile torba ağırlıklarının örtü altında yetiştirilen *P. ostreatus*, *P. sajor-kaju* ve *P. sapidus* türlerinin verim ve kalitesini özelliklerini belirlemiştir. Üç farklı torba ağırlığından aldığı *P. ostreatus* türü için protein değerlerini % 17.04, % 21.37 ve % 18.17, *P. sajor-kaju* için % 20.15, % 18.62 ve % 20.07, *Pleurotus sapidus* mantarı için % 25.63, % 23.28 ve % 26.51 bulmuştur ve ortam ağırlığının bile protein değerini etkileyebileceğini ortaya koymuşlardır. 4 farklı işletmeden alınan mantarların protein değerleri arasındaki farklarının kültüre alındığı ortam şartlarına bağlı olduğu söylenebilir.

Yapılan birçok çalışma; mantarları, protein desteği için özellikle de vejetaryen beslenenlerin protein açığını kapatmak için alternatif bir besin kaynağı olarak işaret etmektedir (Akyüz ve Kırbağ, 2007; Pekşen vd., 2007). Çeşitli sebze ve meyvelerin taze haldeki 100 gramında var olan protein miktarı literatürde domateste % 1.1, havuçta % 1.1, portakalda % 1.0, kirazda % 1.3, elmada % 0.2, üzümde % 0.6, yağlı sütte % 3.3, tam yağlı yoğurttan % 3.5, mantarda % 2.7 (MEGEP, 2007). Görüldüğü üzere mantar birçok besin ögesinden daha fazla bir protein değerine sahiptir. Tez çalışmasında protein değerleri yüzde (%) olarak hesaplanmış olup kuru örnek ağırlığı üzerinden analiz edilmiştir. Mantarın %90-95'inin su olduğu göz önüne alındığında, protein değeri geri kalan % 5-10'luk kuru maddede bulunan miktardır. Yani mantarın 100 gram taze ağırlığındaki % 2.7'lik protein değeri ile 10 gram kuru ağırlığındaki % 27'lik protein değeri aynı miktara tekabül etmektedir.

4.2. Mantarların Toplam Fenol Miktarları ve Antioksidan Aktiviteleri

Şekil 23’de doğada kendiliğinden yetişen mantarlar ile kültür ortamında yetişen mantarların toplam polifenol içerikleri verilmiştir.



Şekil 23. Mantarların toplam polifenol miktarları

Analiz sonuçlarına bakıldığı zaman, en yüksek toplam fenolik madde miktarı 3.858 ± 0.130 mg GAE/g ile B firmasından alınan *A. bisporus* mantarında, en düşük toplam fenolik madde içeriği ise 1.111 ± 0.017 mg GAE/g ile *M. giganteus* mantarında bulunmuştur. Ağaca arız olan ve yenebilen türler arasında ise yörede zehirli olarak bilinen *F. hepatica* mantarında 3.101 ± 0.009 mg GAE/g bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı içerikleri çoktan aza doğru şu şekilde sıralanabilir; *A. bisporus* (B) > *F. hepatica* > *A. caeserea* > *A. bisporus* (A) > *A. bisporus* (C) > *A. bisporus* (D) > *Pleurotus ostreatus* > *Meripilus giganteus*.

Palacios vd. (2011) *Agaricus bisporus*, *Boletus edulis*, *Calocybe gambosa*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *Hygrophorus marzuolus*, *Lactarius deliciosus* ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarının fenolik bileşenlerinin antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Folin–Ciocalteu yöntemine göre mantarlardaki toplam fenol içeriğini *A. bisporus*, *B. edulis*, *C. cibarius*, *C. cornucopioides*, *C. gambosa*, *H. marzuolus*,

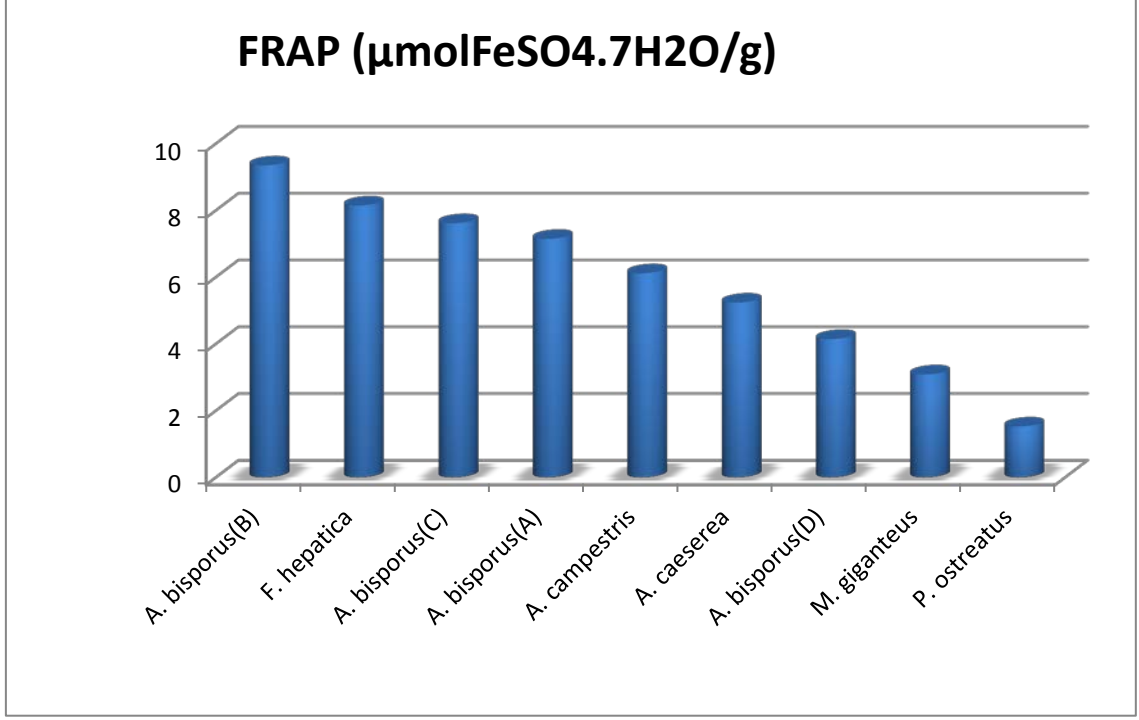
L. deliciosus ve *P. ostreatus* mantarları için sırasıyla 3.4, 5.5, 2.5, 1.6, 1.9, 0.9, 1.5, 1.7 mg GAE/g kuru mantar olarak bulmuşlardır. Yapılan tez çalışmasında *P. ostreatus* mantarı toplam fenolik içeriği 1.78 mg GAE/g bulunmuş, *A. bisporus* türünde 2,42-3,89 mg GAE/g olup çalışmaların birbirini destekler niteliktedir.

Agaricus bisporus mantarları arasında en yüksek toplam fenolik madde içeriği 3.858 ± 0.130 mg GAE/g ile B firmasından alınan örneklerde, en düşük içerik ise 1.300 ± 0.052 mg GAE/g ile D firmasından alınan örneklerde bulunmuştur. Burada da yine etkili olan faktörün besin ortamı ve yetiştirme yeri koşulları olduğu söylenebilir.

Uyar vd. (2013) toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik miktarlarını saptamak üzere bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar toplam fenolik miktarları dereotu, nane, semizotu, maydanoz, kuzukulağı, roka, tere ve radika için sırasıyla 186.58, 420.18, 131.93, 182.63, 160.53, 155.26, 126.14 ve 109.12 mg GAE /100 g bulmuşlardır. Yapılan tez çalışmasında değerler 1 g'da bulunan toplam fenolik miktarı cinsinden verilmiştir. Sonuçlar tez çalışmasında kullanılan mantarlardaki toplam fenolik madde miktarlarının sıklıkla kullanılan bazı bitkilerdekinden daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Fenolik bileşiklere beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle biyoflavonoid adı da verilmektedir. Son yıllarda, fenolik maddelerin elde edilmesi ve bunların antioksidan özellikleri nedeniyle gıda sanayinde kullanılabilme olanaklarının araştırılması üzerine yapılan çalışmaların hız kazandığı, sentetik antioksidanların toksik ve kanserojen etkileri nedeniyle doğal antioksidan özellik gösteren fenolik bileşiklere olan ilginin her geçen gün arttığı bildirilmektedir. Bulduğu besin maddesinin rengi, lezzeti ve dayanıklılığı üzerine etkili olan fenolik maddeler, antioksidan özelliklerine bağlı olarak antikanserojen, antimutajen ve antimikrobiyal aktivite göstermeleri bakımından insan sağlığı ile yakından ilişkilidir. Antioksidan olarak fenolik bileşiklerin kanser, kalp hastalıkları, katarakt, göz hastalıkları, yaşlılık hastalıkları vb. birçok hastalığı engelleyebildiği ifade edilmektedir. Bu nedenle fenolik madde içeriği yüksek olan gıda tüketimi hastalıklara yakalanma riskini azaltmakta ve sağlık üzerine olumlu etkilerde bulunmaktadır (Nizamlioğlu ve Nas, 2010).

Şekil 24'de doğada kendiliğinden yetişen mantarlar ile kültür ortamında yetişen mantarların FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan aktiviteleri verilmiştir.



Şekil 24. Mantarların FRAP yöntemine göre belirlenen antioksidan aktiviteleri

Şekil 24'e göre en yüksek antioksidan aktiviteye sahip mantar türünün 9.340 ± 1.069 $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$ ile B firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarı olduğu, en düşük antioksidan aktiviteye sahip olan mantar türünün ise 1.528 ± 0.042 $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$ değeri ile *Pleurotus ostreatus* olduğu belirlenmiştir. Mantarların sahip olduğu antioksidan aktivite çoktan aza doğru şu şekilde sıralamak mümkündür; ; *A. bisporus* (B) > *F. hepatica* > *A. bisporus* (C) > *A. bisporus* (A) > *A. caeserea* > *A. bisporus* (D) > *M. giganteus* > *P. ostreatus*.

Bütün mantar türleri arasında üstelik de kültür mantarı olarak en yüksek toplam polifenol ve antioksidan aktiviteye sahip olan *Agaricus bisporus* (B) mantarı dikkat çekici bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Ticari firmalar arasındaki bu farklılaşma firmaların kullanmış olduğu komposttan, misele, yetiştirme ortamının her türlü fiziki koşullarından, hijyene kadar mantar kalitesine etki eden birçok faktörün önemine vurgu yapmaktadır.

Oduna arız olan *Fistulina hepatica* mantarının en yüksek 2. antioksidan aktiviteyi göstermesi dikkat çekici bulunmuştur. Bu mantar türü bulunduğu yörede zehirli olarak bilinen ve tüketilmeyen bir türdür; oysaki bulunduğu yöreden toplanan diğer mantarlardan çok daha yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu ortadadır. Bu sonuç; söz konusu mantarın tıp, farmakoloji gibi ilgili birçok disiplin için yeni bir hammadde kaynağı

olabileceğine işaret etmektedir. Uzman mikologların, belediyelerin, muhtarlıkların bu değerli mantar türü hakkında halkı bilinçlendirilmesi yerinde bir hamle olacaktır.

Y vd. (2012), *Agaricus bisporus* mantarının etanol ekstraksiyonunun antioksidan aktivitesini hem in vitro hem de in vivo şartlarda araştırmış, radikal süpürücü kapasitesi, oksiradikal söndürme, yağ peroksidasyonu, indirgenme gücü ve serbest radikal süpürme yeteneğinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Fareler üzerinde yapılan 30 günlük çalışmalar sonrasında ise, farelerin antioksidan enzimlerini yükselttiğini ortaya koymuşlardır. Farklı işletmelerden alınan ama aynı türe sahip *Agaricus bisporus* mantarlarının antioksidan aktiviteleri arasındaki farklar belirgin bir şekilde görülmektedir.

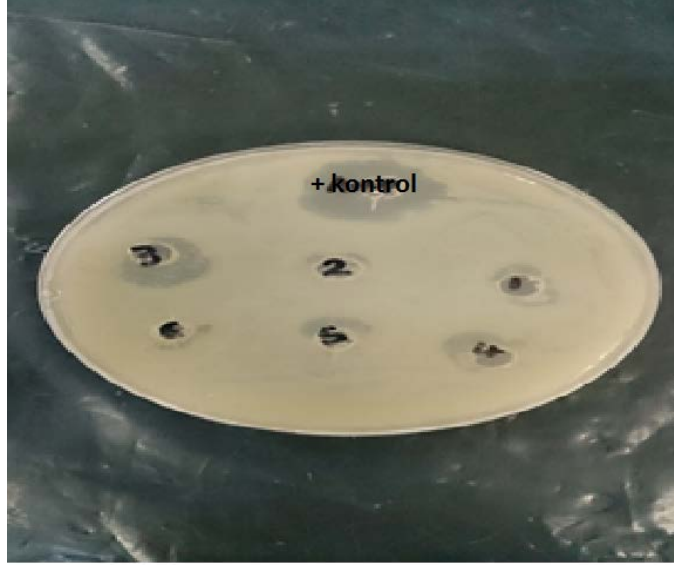
Fu vd. (2002) Tayvan'daki ticari olarak satılan bazı mantarların antioksidanlarına ve serbest radikal süpürme etkilerine bakmışlardır. Metanol ile ekstrakte edilen numunelere 0.4 g/ml konsantrasyonda hazırlanmış ve DPPH yöntemine göre analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre aktivite sıralamaları şu şekilde gerçekleşmiştir; *Agaricus bisporus* > *Hypsizygus marmoreus* > *Volvariella volvacea* > *Flammulina velutipes* > *Pleurotus eryngii* > *Pleurotus ostreatus* > *Hericium erinaceus* > *Lentinula edodes*. Yapılan çalışmada da *Agaricus bisporus* mantarının antioksidan aktivitesi *Pleurotus ostreatus*'un aktivitesinden daha yüksek çıkmış olup, çalışmalar birbirini destekler niteliktedir.

Şekil 24'te görüldüğü üzere *Pleurotus ostreatus* mantarının antioksidan seviyesinin en düşük seviyede çıkması bu türün değersiz olduğunu göstermemektedir. Yang vd. (2002) bazı ticari mantarların antioksidan özelliklerini araştırmışlar, metanol ile ekstraktları hazırlayıp farklı konsantrasyonlarda analizler yapmışlardır. Toplam fenol içeriklerini *Flammulina velutipes* (beyaz), *Flammulina velutipes* (sarı), *Lentinula edodes* (271), *Lentinula edodes* (Tainung 1), *Pleurotus cystidiosus* ve *Pleurotus ostreatus* için sırası ile 8.38 ± 0.22 , 9.26 ± 0.04 , 6.27 ± 0.02 , 9.11 ± 0.07 , 10.24 ± 0.04 ve 15.7 ± 0.10 mg/g olarak bulmuşlardır. *Pleurotus* türlerinin çalışmada kullanılan diğer mantarlardan daha fazla miktarda toplam fenole sahip olduğu, daha çok antioksidan özellik, indirgenme kapasitesi ve süpürme özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir.

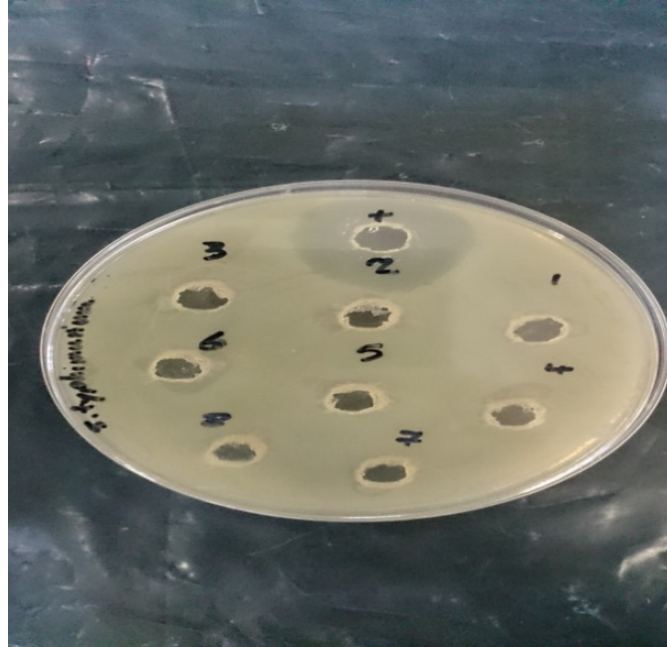
4.3. Mantarların Antimikrobiyal Aktiviteleri

Yapılan çalışmada metanol ile hazırlanan mantar ekstratların antimikrobiyal analiz sonuçlarına göre *Agaricus campestris* mantarının *Klebsiella pneumoniae* bakterisinin üremesine karşı inhibitör (engelleyici) etki gösterdiği (Şekil 25), diğer mantar türlerinin

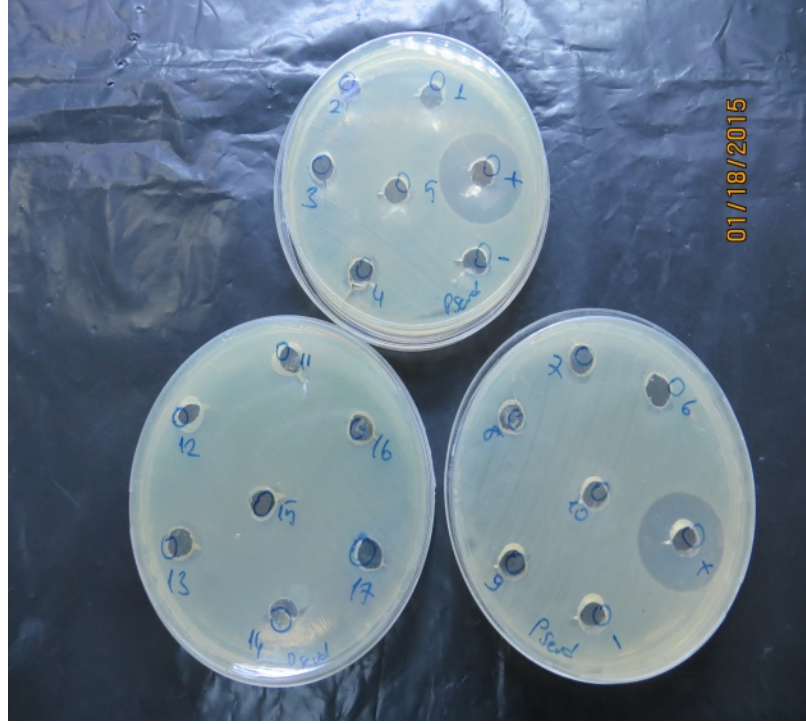
kullanılan mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal özellik göstermediği (Şekil 26, 27, 28) tespit edilmiştir.



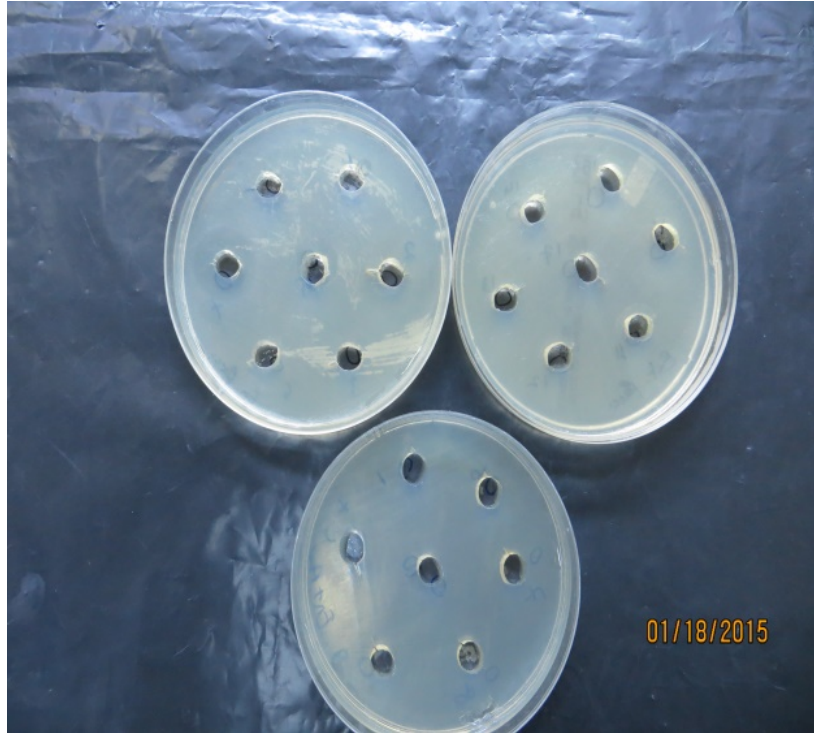
Şekil 25. *Agaricus campestris* mantarının inhibitör etkisi



Şekil 26. *Salmonella typhimurium* bakterisi kullanılan petri



Şekil 27. *Pseudomonas aeruginosa* bakterisi kullanılan petri



Şekil 28. *Proteus mirabilis* bakterisi kullanılan petri

Bu sonuçlar diğer mantarların antimikrobiyal etkisinin olmadığını ispatı değildir; çünkü Giri vd. (2012), batı Bengal (Hindistan)'deki bazı yabancı mantarların şapkalarının antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada *Agaricus campestris*, *Amanita vaginata*, *Armillaria mellea*, *Astraeus hygrometricus*, *Auricularia auricula*, *Auricularia* sp., *Calocybe indica*, *Fistulina hepatica*, *Hygrophorus miniatus*, *Lepiota procera*, *Lepiota* sp., *Pleurotus djamor* var. *djamor*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju*, *Lentinus squarrosulus*, *Polyporus grammacephalus*, *Ramaria botrytis*, *Russula albonigra*, *Russula delica*, *Russula laurocerasi*, *Russula lepida*, *Schizophyllum commune*, *Termitomyces clypeatus*, *Termitomyces eurhizus*, *Termitomyces microcarpus*, *Tricholoma giganteum*, *Tricholoma lobayense*, *Tricholoma* sp., *Tricholoma crassum* ve *Volvariella volvacea* mantarlarının metanol ekstraktlarını *Staphylo coccus aureus* MTCC kodu 96, *Proteus vulgaris* MTCC kodu 426, *Candida albicans* MTCC kodu 183, *Bacillus cereus* MTCC kodu 1306, *Escherichia coli* MTCC kodu 68, *Pseudomonas aeruginosa* MTCC kodu 8158, *Bacillus subtilis* MTCC kodu 736 mikroplarına karşı test etmişlerdir. Mikropların bu 21 mantara karşı toplamda gösterdiği duyarlılık *P. vulgaris* > *P. aeruginosa* > *E. coli* > *B. cereus* > *C. albicans* > *B. subtilis* = *S. Aureus* şeklinde gerçekleşmiştir.

Yapılan tez çalışmasında 0,1 g/ml konsantrasyondaki *Agaricus bisporus* mantarlar ekstraktlarından hiçbirinin inhibitör etkisi gözlemlenmemiştir. Abah ve abah (2010), *Agaricus bisporus* mantarının antimikrobiyal özelliklerini incelemişler, antimikrobiyal test için *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Shigella flexneri* 004, *Shigella dysenterae* 006, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhi*, *Candida albicans* ve *Listeria monocytogenes* türlerini kullanarak analiz yapmışlardır. Metanol ile 100, 200 ve 300 mg/ml konsantrasyonlar hazırlanmış ve tüm konsantrasyonların kullanılan bakteri türlerinin hepsine karşı inhibitör etkisi olduğunu bulmuşlardır. Yapılan bir diğer çalışmada ise Tambekar vd., (2010) *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus sajor-caju* mantarlarının antibakteriyel özelliklerini incelemişler, % 5, 10, 20 ve 50 oranında farklı çözücülerle (etanol, metanol, eter, xylene, benzen ve aseton) seyreltilmiş mantar numuneleri *Enterobacter aerogenes* 111, *Escherichia coli* 390, *Escherichia coli* 739, *Klebsiella pneumoniae* 109, *Proteus vulgaris* 426, *Pseudomonas aeruginosa* 424, *Salmonella typhi* 733, *Salmonella typhimurium* 98, *Staphylococcus aureus* 96, *Staphylococcus epidermis* 435 bakterilerini kullanmışlar ve iki mantar türünün de konsantrasyonların hepsinin kullanılan bakteriler karşı inhibitör etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

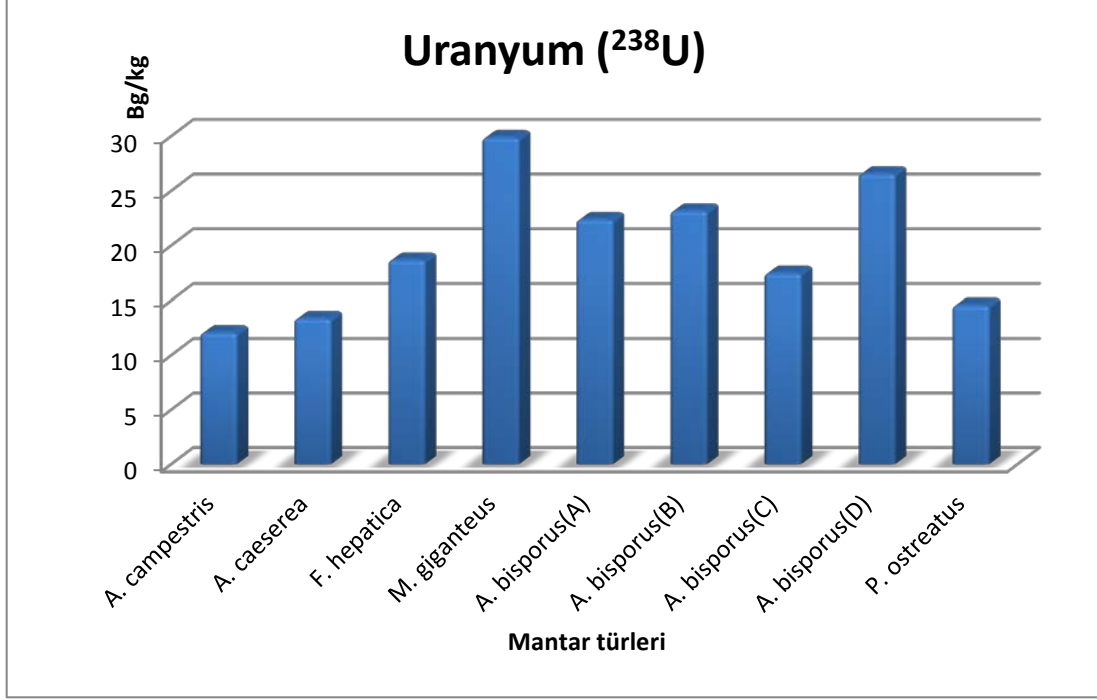
Bu sonuçlar analiz için kullanılan ekstrakt konsantrasyonunun antimikrobiyal aktiviteyi etkilediğini göstermektedir.

Nwachukwu ve Uzoeto (2010), *Russula vesca*, *Auricularia auricular*, *Pleurotus squarrosulus*, *Volvariella vulvae* mantarlarının metanol, sıcak ve soğuk su ekstraktlarının *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella typhi*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* bakterilerine ve *Candida albicans* maya türüne karşı antimikrobiyal aktivitesini incelemiştir. *Russula vesca* mantarı sıcak su ekstraktının *E. coli*, *S. typhi*, *P. Mirabilis* ve *C. albicans* türlerinin gelişimini engellediğini, *A. Auricular* mantarı etanol ekstraktının *S. typhi*, *P. Aeruginosa*, *P. squarrosulus* türleri hariç çalışmada kullanılan tüm türlere inhibitör etkisi gösterdiğini, *P. squarrosulus* mantarı etanol ekstraktının en etkili sonuçları gösterdiğini bildirmiştir. Bu çalışma ile de ekstrakt yapımında kullanılan çözücünün tipinin de antimikrobiyal aktiviteyi etkilediği görülmektedir.

Bu sonuçlara göre, mantarların bakterilere ve mayalara karşı antimikrobiyal özellik gösteren doğal ajanlar olduğu söylenebilir. Yapılan bu tip çalışmalarda halkın tükettiği bir antagonistik madde deposu durumunda doğal bir besin olan makrofungusların yaygın bir tarzda taranarak kullanım alanlarının belirlenmesi ve bunlardan izole edilecek antimikrobiyal maddelerin tanılanması, tıp ve endüstride kullanılabilme imkanlarının araştırılmasıyla onlardan gerektiği gibi yararlanılması mümkün olacaktır.

4.4. Mantarların Radyoaktivitesi

Doğada kendiliğinden yetişen mantarlar ile kültür ortamında yetişen mantarların ve ayrıca bu mantarların yetiştiği ortamların içerdikleri uranyum, toryum, potasyum ve sezyum miktarları çoktan aza doğru sıralanarak Şekil 29-32'de verilmiştir.



Şekil 29. Mantar örneklerinin ^{238}U aktivite konsantrasyonları

Şekil 29 incelendiğinde en yüksek ^{238}U konsantrasyonu 29.9 ± 2.2 Bq/kg ile odun çürükçül mantarlarından Kastamonu yöresinden temin edilen *Meripilus giganteus* mantarında, en düşük ^{238}U konsantrasyonu ise 12.1 ± 0.8 Bq/kg ile yine Erzurum yöresinden temin edilen *Agaricus campestris* mantarında bulunmuştur. Aynı yöredeki mantarlarda uranyum konsantrasyonu farklı gözlendiği için burada mantar türüne göre bir farklılaşmadan söz etmek doğru bir yaklaşım olabilir. Ayrıca *Meripilus giganteus*'un odunda, *Agaricus campestris* mantarının ise toprakta yetiştiği ayrımını unutmamak gerekir. Uranyumun, konukçusu odun olan mantarda, konukçusu toprak olan mantara göre daha fazla birikmesi, mantarın geliştiği ortamı önemli hale getirmektedir. Mantar türü bazında ^{238}U aktivite konsantrasyonlarını çoktan aza şu şekilde sıralamak mümkündür; *M. giganteus* > *A. bisporus* (D) > *A. bisporus* (B) > *A. bisporus* (A) > *F. hepatica* > *A. bisporus* (C) > *P. ostreatus* > *A. caeserea* > *A. campestris*.

Guillén ve Baeza (2014), yapmış oldukları derleme çalışmada şimdiye kadar mantarlardaki radyoaktivite ile ilgili çalışmalarda uranyum aktivite konsantrasyonunu 0.001-259 Bq/kg arasında değiştirdiğini bildirmişlerdir.

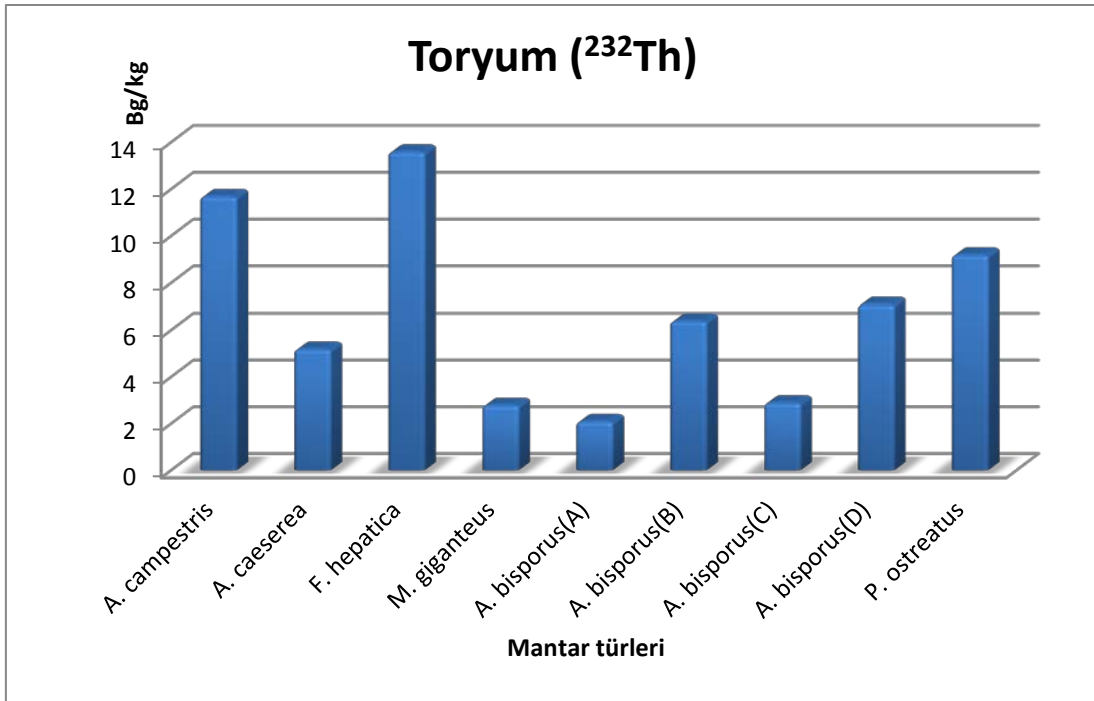
İlter (2012) yapmış olduğu tez çalışmasında antikanserojen özelliği olan şifalı bitkilerin radyoaktivitesini araştırmış ve analiz yaptığı 12 şifalı bitki türünde 1.78 ± 0.29 - 30.53 ± 3.60 Bq/kg arasında ^{238}U aktivite konsantrasyonu bulmuştur. Bu çalışmada

kullanılan mantarların değerlerinin birçoğunun İter (2012)'in bulmuş olduğu sonuçlardan daha yüksek çıktığı görülmektedir.

Doğal ortamda yetişenlerden her ne kadar daha az olmakla birlikte kültür ortamında yetişen mantarlarda da özellikle D firmasından elde edilen başta olmak üzere kayda değer uranyum miktarı tespiti dikkat çekici bulunmuştur. Ticari firmaların bu anlamda biraz daha duyarlı bir yetiştiricilik modeli benimsemeleri gerekmektedir.

Uranyum madenciliği de mantarlardaki uranyum miktarını artıran faktörlerden biridir. Özellikle gıdalardaki uranyum miktarının belirlenmesi önemlidir çünkü doğal uranyum bileşiklerinin farklı kaynaklardan fazla miktarlarda alınması zehirlenmelere sebep olur. Büyük dozlarda teneffüs veya yenmesi, birkaç gün için yorgunluk, iştah kaybı, baş dönmesi, baş ağrısı yaparken birkaç saat sonra, özellikle böbrek hasarına yol açabilir (URL-18). Her ne kadar Kastamonu'da uranyum madenciliği yapılmassa da, uranyum madenciliğinin olduğu yerlerde yetişen mantarları tüketirken biraz daha dikkatli olunmalıdır.

Şekil 30'da her bir mantar örneğine ait toryum (^{232}Th) aktivite konsantrasyonları gösterilmektedir.



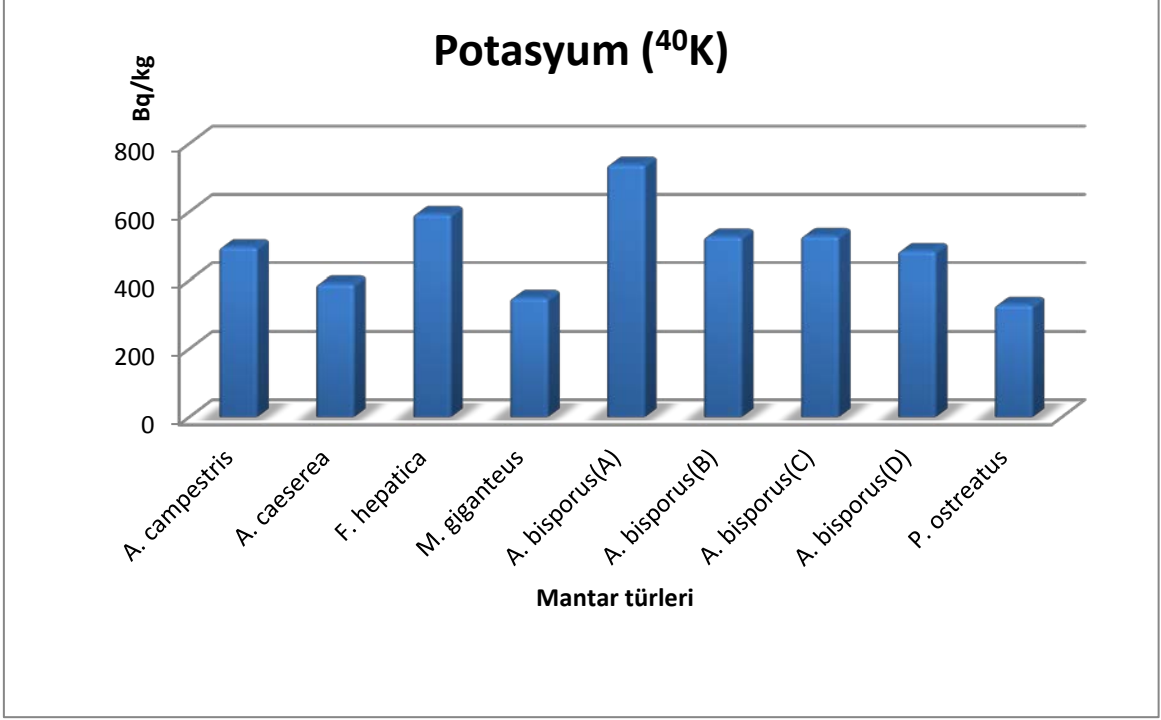
Şekil 30. Mantar örneklerinin ^{232}Th aktivite konsantrasyonları

Şekil 30 incelendiğinde en yüksek ^{232}Th aktivite konsantrasyonunun 13.6 ± 0.5 Bq/kg ile Kastamonu yöresinden temin edilen ve oduna arız olan *Fistulina hepatica* mantarında, en düşük ^{232}Th aktivite konsantrasyonunun ise 2.1 ± 0.2 Bq/kg ile A firmasından elde edilen *Agaricus bisporus* mantarında olduğu görülmektedir. Mantar türleri bazında ^{232}Th aktivite konsantrasyonu çoktan aza şu şekilde sıralamak mümkündür; *F. hepatica* > *A. campestris* > *P. ostreatus* > *A. bisporus* (D) > *A. bisporus* (B) > *A.caeserea* > *A. bisporus* (C) > *M. giganteus* > *A. bisporus* (A).

D ve B firmaları başta olmak üzere ticari ortamda yetişen mantarlarda, doğal ortamda yetişen *M. giganteus*'a göre daha fazla toryum içeriğine rastlanmıştır. Her ne kadar çok yüksek miktarlarda değilmiş gibi gözükse de bu durum ticari firmaların gerek kullandıkları kompost içeriklerini gerekse de ortam hijyenini sağlamak için tercih ettikleri kimyasalları ve konsantrasyonlarını sorgulamalarını gerektiren bir sonuç olarak da değerlendirilebilir.

İlter (2012)'in antikanserojen bitkilerle yapmış olduğu çalışmada ^{232}Th aktivite konsantrasyonlarını $1.46 \pm 0.34 - 65.25 \pm 5.2$ Bq/kg arasında değiştiğini bulmuştur Bu çalışmada kullanılan mantar örneklerinin konsantrasyonlarının daha az olduğu söylenebilir. Rosa vd. (2011) yapmış oldukları çalışmada Brezilya'nın yüksek radyoaktif bölgelerindeki bazı mantarlarda radyoaktiviteyi incelemiş, ^{232}Th aktivite konsantrasyonunu en yüksek 142 ± 7 Bq/kg olarak bulmuşlardır. Yapılan tez çalışmasında kullanılan mantarların alındığı bölge yüksek radyoaktif bölgesi olmadığı için sonuçların daha düşük çıkması beklenen bir durumdur.

Şekil 31'de her bir mantar örneğine ait potasyum (^{40}K) aktivite konsantrasyonları gösterilmektedir



Şekil 31. Mantar örneklerinin ^{40}K aktivite konsantrasyonları

Şekil 31 incelendiğinde en yüksek ^{40}K aktivite konsantrasyonunun 739.7 ± 25.2 Bq/kg ile ticari bir işletmeden temin edilen *Agaricus bisporus* mantarında, en düşük ^{40}K aktivite konsantrasyonunun ise 330.4 ± 18.3 Bq/kg ile Kastamonu yöresinden *Pleurotus ostreatus* mantarında olduğu görülmektedir. Mantar türleri bazında ^{40}K aktivite konsantrasyonu çoktan aza şu şekilde sıralamak mümkündür; *A. bisporus* (A) > *F. hepatica* > *A. bisporus* (C) > *A. bisporus* (B) > *A. campestris* > *A. bisporus* (D) > *A. caeserea* > *M. giganteus* > *P. ostreatus*.

Guillén ve Baeza (2014), yapmış oldukları derleme çalışmada şimdiki mantarlardaki radyoaktivite ile ilgili çalışmalarda K aktivite konsantrasyonunu 70-3250 Bq/kg arasında olduğunu bildirmiştir.

Toprakta yetişen ve potasyum, fosfor gibi elementler içeren her gıda maddesi doğal olarak radyoaktiftir. Bunun sonucu olarak, meselâ 70 kiloluk bir insanın vücudunda sürekli olarak 17 miligram kadar radyasyon yayınlayan bir radyoaktif element deposu bulunur (Özemre vd., 2000).

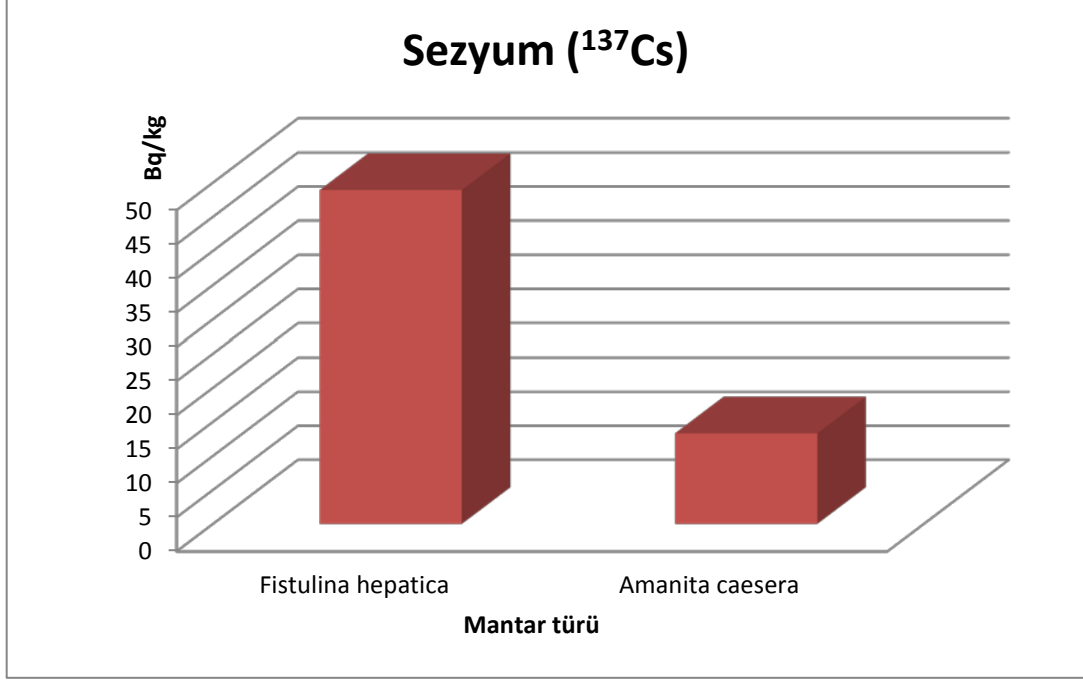
Çevreye salınan yapay radyonüklitler toprak kirlenmesinin de kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Bu radyonüklitlerden; stronsiyum-90, toprakta kalsiyuma benzer şekilde davranışlar göstermektedir. Bu radyoaktif madde atmosferden toprağa çözünebilir

formlarda ulaşmakta ve toprak tarafından soğurularak, kalsiyum gibi, bitkiler tarafından alınabilir durumda bulunmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1998)

Wang vd. (1998) yapmış oldukları bir çalışmada Tayvan'dan toplanan bazı makrofunguslarda ^{137}Cs ve ^{40}K aktivite konsantrasyonlarını 93 ± 7 (*Agaricus bitorquis*) ile 1230 ± 49 (*Flamulina velutipes*) Bq/kg değerleri arasında bulmuşlardır. Bu çalışma ile kıyaslandığı zaman, bazı mantar örneklerinin (*Agaricus campestris*) ^{40}K aktivite konsantrasyonunun daha yüksek olduğu görülmektedir. Castro vd. (2012) Brezilya'dan topladıkları bazı makrofunguslardaki doğal ve yapay radyoaktiviteyi araştırmışlar ve ^{40}K aktivitesini 461 ± 2 ile 1535 ± 10 Bq/kg arasında değerler bulmuşlardır. Türkiye'den toplanan bazı makrofunguslar ile Brezilya'dan toplanan bazı makrofungus örnek ^{40}K aktivitelerinin benzer olduğu anlaşılmaktadır.

Hücrelerin içinde bol olan potasyum (K) hücre dışı bölümde çok azdır. Sodyum (Na) için durum tam tersidir. Bu iki maddenin hem yeterli hem de dengede olması sağlık için çok önemlidir. Potasyumla sodyum arasındaki hassas denge bozulacak olursa vücudun düzeni allak bullak olur. Sinirler beynin yolladığı uyarıları gerektiği gibi taşıyamazlar, kalbin elektrik sistemi yoldan çıkar, kasların kasılmasında sorunlar oluşur. Vücutta potasyumun azaldığını anlamak kolay değildir. Yorgunluk ve halsizlik ilk belirtilerdir. Kas zayıflığı bacaklarda başlar giderek tüm vücuda yayılır. Kandaki potasyumun azalması sinirlerde uyarı iletimini yavaşlattığı ve kas kasılmasını zayıflattığı için bu belirtiler ortaya çıkar. Potasyumun az olması gibi vücutta fazla olması da hastalık etmenidir; böbrekler iyi çalışmazsa vücuttaki fazla potasyum idrarla atılamayacağı için kandaki düzeyi yükselir. Böbrekler normal çalışsa bile potasyumun atılmasını önleyen ilaçlar da aynı sonucu doğurabilir (URL-19).

Mantarların sezyum aktivite konsantrasyonu Şekil 32'de verilmiştir.



Şekil 32. Mantarlardaki ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu

Yarılanma ömrü uzun (30.1y) olan insan kaynaklı radyonüklitlerden Sezyum (^{137}Cs) çalışma yapılan mantar türlerinden iki tanesinde görülmüştür. Bunlardan ikisi de Kastamonu yöresinden temin edilen *Fistulina hepatica* (48.9 Bq/kg) ile *Amanita caesera* (13.3 Bq/kg)dır. Odun çürükçül mantarlarından olan *Fistulina hepatica* mantarında radyosezyumun görülmesi, oduna arız olan mantarlardaki radyoaktivite araştırmalarının artması gerektiğini göstermektedir. Burada; ağacın, kökleri ile radyosezyumu bünyesine aldığı ve bunun da oduna arız olan ve üstelik de yenebilen bir tür olan *Fistulina hepatica* mantarına geçtiği ifade edilebilir. Kalac (2009), yapmış olduğu derleme çalışmada bünyesinde radyosezyum (^{137}Cs) bulundurma oranı en yüksek olan mantarların *Xerocomus badius*, *Xerocomus chrysenteron*, *Suillus variegatus*, *Cantharellus tubaeformis*, *Cantharellus lutescens*, *Rozites caperata*, *Hydnum repandum*, *Laccaria amethystina*, *Russula cyanoxantha* türleri olduğunu bildirmiştir. Düşük oranda radyosezyum bulunduran mantar türlerinin ise *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Macrolepiota procera*, *Armillariella mellea*, *Amanita rubescens*, *Laccaria laccata*, *Lycoperdon perlatum*, *Calocybe gambosa*, *Pleurotus ostreatus* olduğunu ifade etmiştir.

Guillén ve Baeza (2014), yapmış oldukları derleme çalışmasında mantarlardaki radyoaktivite ile ilgili çalışmalardaki ^{40}K aktivite konsantrasyonunu 0.4-50,700,000 Bq/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Mantarların beslenme mekanizması da sezyum birikmesinde etkili bir faktördür. Ağaçların kökleri ile simbiyotik yaşayan mantarlarda radyosezyum oranı, saprofit ya da parazit mantarlara oranla daha yüksektir (Baeza vd., 2004). Bu sonuç literatürle uyuşmaktadır zira ağaç kökleri ile simbiyotik yaşayan *Fistulina hepatica* mantarının sezyum oranı, toprakta yetişen *Amanita caeserea* mantarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanında mantarların bünyelerinde topladıkları radyosezyumun homojen şekilde dağılım göstermediği bildirilmektedir. Olgun mantarların alt kısmında, şapka ve saptan daha fazla biriktiği gözlenirken; en yüksek oranda radyosezyumun genç mantarların şapkasında olduğu rapor edilmiştir (Baeza vd., 2006).

Mantarların sezyumu bünyelerinde toplamaları misellerin bulunduğu ortam, beslenme mekanizmasının tipi, besinlerin alındığı toprak katmanı gibi faktörlere bağlı olduğu için kültür mantarlarındaki sezyum oranı doğada kendiliğinden yetişen mantarlardaki sezyum oranından çok daha düşüktür (Ban-Nai vd., 1997).

Özellikle Çernobil'den sonra insan popülasyonundaki radyonüklit miktarının mevsimsel olarak arttığı ve sonbaharda daha yüksek seviyelerde olduğunu, bunun sebebinin ise sonbaharda çıkan mantarlarla ilişkili olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Skuterud vd., 1997). Bu bağlamda tez çalışmasında irdelenen ve sezyum tespit edilen *Fistulina hepatica* ve *Amanita caesera* mantarların sonbaharda toplandığını vurgulamak yerinde olacaktır.

Bazı kirleticilerin hava, su ve toprakta düşük miktarlarda bulunmalarına karşın, besin zincirlerinin birbirini izleyen halkalarındaki tüketicilerde giderek artan yoğunluklarda bulunmasına biyolojik birikim denilmektedir. Biyobirikim olayı; radyonüklitin fiziksel ve kimyasal formu, organizmanın büyüklüğü, fizyolojisi, yeme alışkanlığı gibi birçok çevresel ve biyolojik faktör tarafından kontrol edilmektedir. Biyobirikimi saptanan radyonüklitler bazı tüketicilerde onları ciddi bir biçimde etkileyecek konsantrasyona erişebilmektedir. Organizmalarda biyolojik birikimi gözlenen stronsiyum-90, sezyum- 137, iyot-131 gibi radyoaktif maddeler dokular tarafından seçici olarak alınıp biriktirmektedir. Örneğin, sezyum-137 kas ve bazı iç organlarda, stronsiyum- 90 kemiklerde, iyot-131 ise tiroitte biriktirmektedir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 1994; Arıkan, 2007). Organizmalar radyonüklitleri içinde yasadıkları ortamdan, sudan, besinden veya hem su ve hem de besinden biriktirebilmektedirler. Bazı sucul organizmalar radyonüklitleri sudaki konsantrasyonuna göre 10, 100, 1000, 10.000 kere daha fazla biriktirebilmektedir. Örneğin, nükleer santral artıklarıyla göl suyuna karışan stronsiyum-90'ın, bu göldeki birkaç

halkalı bir besin zincirinin en üst halkasındaki etobur balığın kemiklerinde 3000 kata ulaştığı bildirilmektedir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 1994).

Dolayısıyla sezyumun öncelikle belli başlı bazı mantarda daha sonra da mantarı düzenli bir şekilde tüketen insan ve belki başka canlılarda, zaman içerisinde birikme ve toksik seviyenin üst sınırlarını geçme gibi bir potansiyel tehlike taşıdığına dikkat çekmek gerekir.

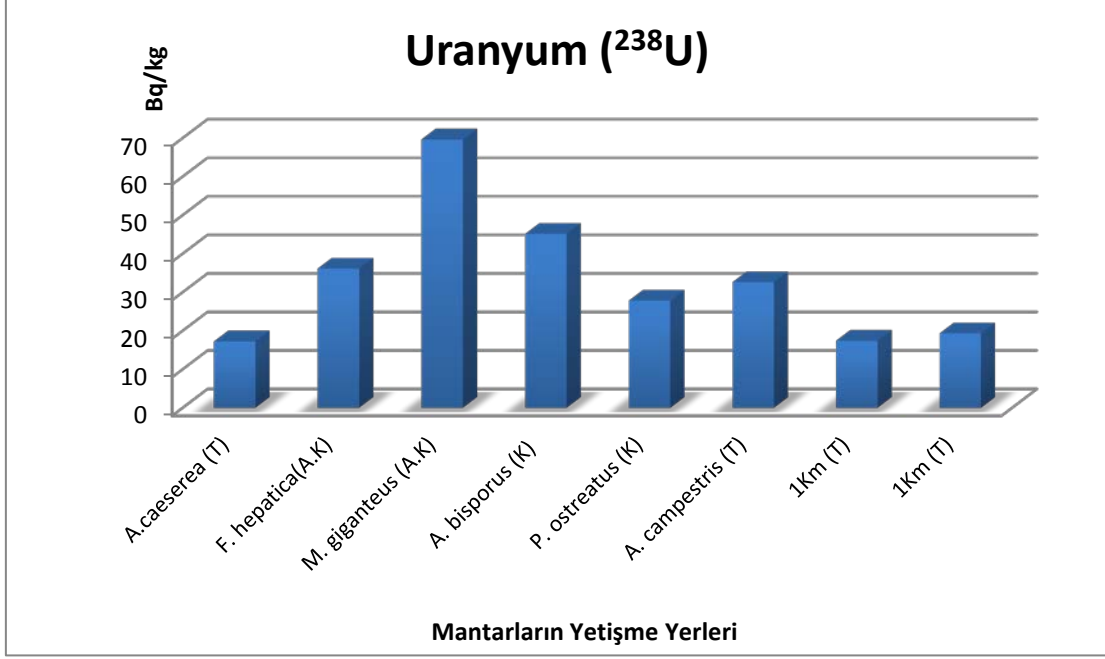
Yapılan tüm analiz sonuçlarına göre mantarlarda doğal ve yapay radyonüklitlerin varlığının söz konusu olduğu gözlemlenmiştir. Rosa vd. (2009), Brezilya’da kendiliğinden oluşan radyoaktif maddelerin yüksek olduğu bölgedeki yenilebilen mantar türlerinde ^{228}Th , ^{232}Th ve ^{228}Ra seviyelerini ölçmüşlerdir. Mantarlarda ^{228}Th seviyesinin ^{232}Th seviyesinden daha yüksek olduğunu, ^{228}Ra birikiminin en yüksek olduğunu bulmuşlar ve bu mantarların çevreyi temizleyen iyi bir araç niteliğinde olduğunu belirtmişlerdir. Bir taraftan çevreyi temizleme özelliği ile biyoindikatör olarak kullanılabilme potansiyeli olan mantarlar, diğer taraftan besin maddesi olarak vücuda alındığında bünyelerinde bulunan ağır metaller ve radyoaktif maddeler nedeni ile ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedirler.

Guillen ve Baeza (2014), mantarlardaki radyoaktivitenin sağlık için bir tehdit olup olmadığını sorgulayan bir derleme çalışma yapmışlar ve özellikle radyoaktif element içeren mantarları tüketen insanlarda bir sağlık sorunu olabileceğini vurgulamışlardır.

1995’ten sonra Avrupa mantar radyoaktivitesinin verileri sınırlıdır. Ne kadar aktif dozun mantarlar aracılığıyla alındığını belirlemek kolay değildir çünkü özellikle de doğadan toplanıp tüketilen mantarlar başta olmak üzere mantarların tüketimi ile ilgili çok az sayıda güvenilir veri vardır.

4.4.1. Mantarların Yetiştirme Ortamlarının Radyoaktivitesi

Doğada kendiliğinden yetişen mantarlar ile kültüre edilen mantarların yetiştiği ortamların içerdikleri uranyum, toryum, potasyum ve sezyum miktarları sırasıyla Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35 ve Şekil 36’da gösterilmiştir. Ticari olarak temin edilen *Agaricus bisporus* mantarlarından bütün çabalara rağmen ne yazık ki sadece D firmasının kompostu temin edilebilmiştir.



Şekil 33. Mantarların yetiştirme yerlerinin ²³⁸U aktivite konsantrasyonları¹

Şekil 33 incelendiğinde en yüksek ²³⁸U aktivite konsantrasyonunun 69.6 ± 2.8 Bq/kg ile Kastamonu yöresinden temin edilen *Meripilus giganteus* mantarının yetiştirme ortamı olan ağaç kabuğunda, en düşük ²³⁸U aktivite konsantrasyonunun ise 17.2 ± 0.7 Bq/kg ile *Amanita caeserea* mantarının yetiştirme yeri olan toprakta olduğu görülmektedir. Mantarın yetiştirme yerleri bazında ²³⁸U aktivite konsantrasyonunu çoktan aza şu şekilde sıralamak mümkündür; *M. giganteus* (Ağaç Kabuğu) > *A. bisporus* (Kompost) > *F. hepatica* (Ağaç Kabuğu) > *A. campestris* (Toprak) > *P. ostreatus* (Kompost) > 1Km mesafe (Toprak) > 1Km mesafe (Toprak) > *Amanita caeserea* (Toprak).

Bütün bu sonuçlar; radyonüklitin mantara sadece ağaç kabuğu veya toprak yoluyla intikal etmediğini, dış ortamda varsa eğer nehir/su kaynaklarından, odunsu/otsu bitkilerden ya da liken, karayosunu gibi ortamlardan da radyonüklit geçişi olabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla daha kesin sonuçlara varmak için yukarıda sayılan ortamlarda da benzer ölçümleri yapmak yerinde bir yaklaşım olabilir.

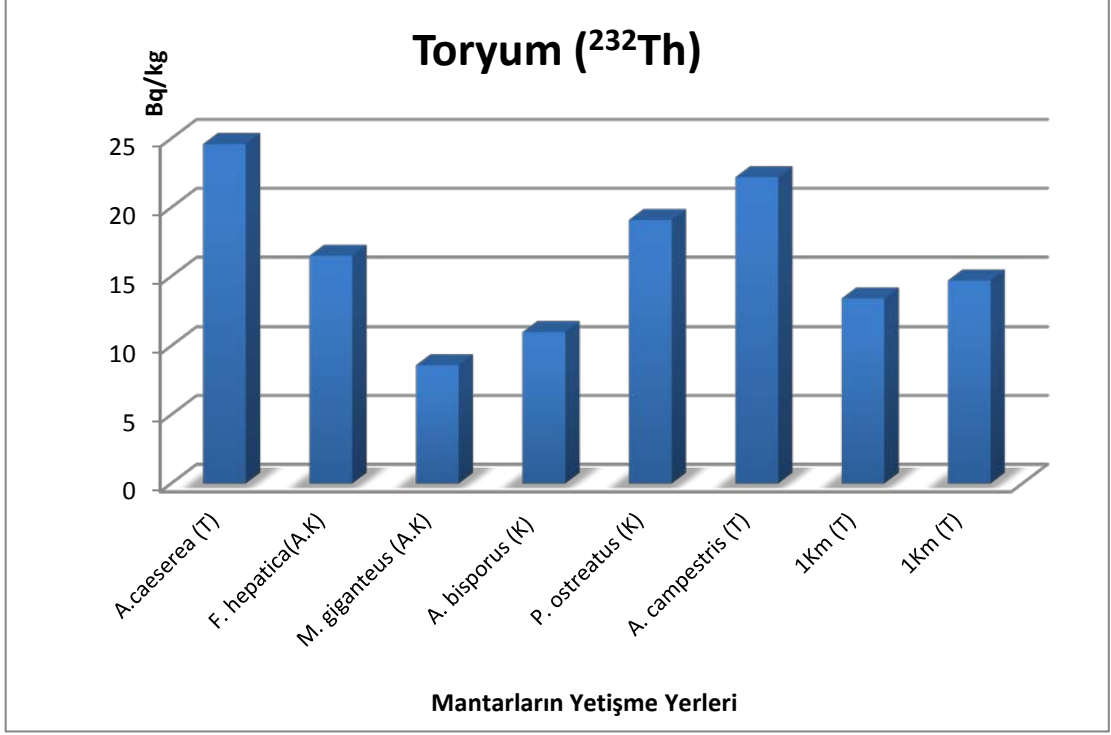
1

A.K: Ağaç kabuğu örneği, K: Kompost örneği, T: Toprak örneği, 1Km(T): Kastamonu'dan alınan mantarların yetiştiği ortamın 1 kilometrelik mesafelerinden alınan toprak örneği

Ayrıca mantarların türe ve ortam koşullarına göre radyoaktif madde absorplama kapasitelerinin değişebileceğini de unutmamak gerekir.

Mantarın toprakla ilintili olduğu toprak örneği ile mantarın yetiştiği yerin 1 km civarı mesafelerden alınan numuneler karşılaştırıldığında uranyum miktarının 17.4 - 19.3 Bq/kg arasında değiştiği görülmektedir. Hatta mantarın çıkarıldığı toprak örneğinin içerdiği uranyum miktarının 1 km uzak mesafedeki toprak örneğinkinden çıkarılan uranyumdan daha düşük çıktığı tespit edilmiştir. Bu durum seçilen toprak örneğinin noktasal konumunun sonuca tesir edebileceğini düşündürmektedir. Bu durum topraktaki uranyumun mantara transfer olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Ya da seçilen toprak örneğinin noktasal konumunun sonuca tesir edebileceği düşünülebilir.

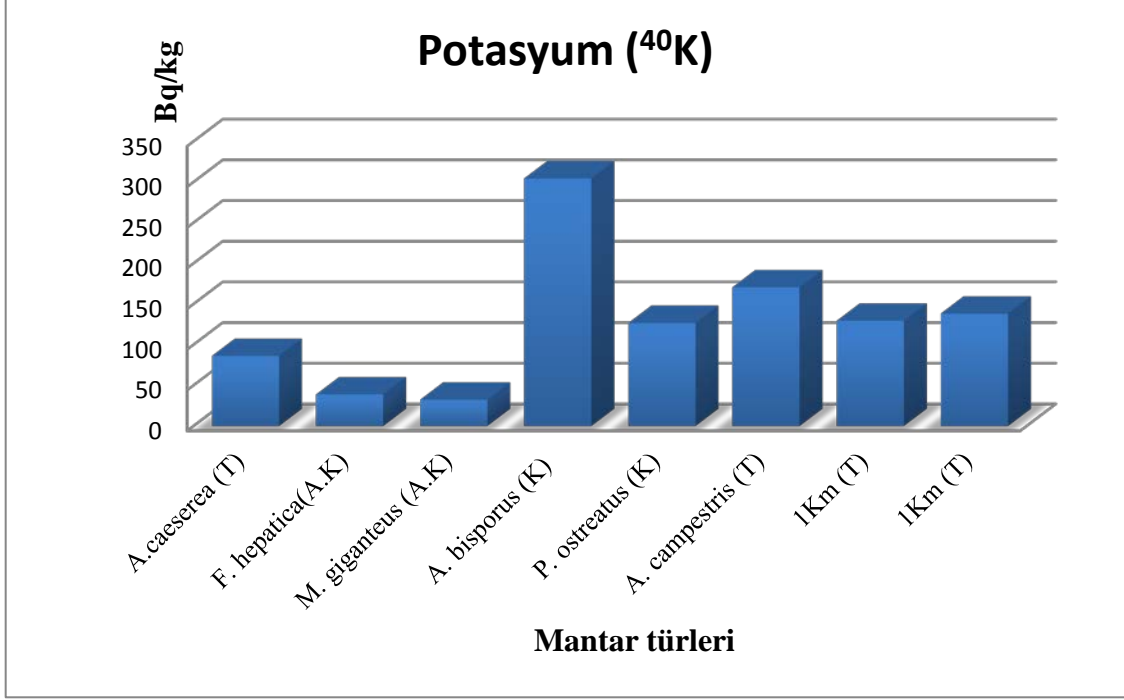
Bakkal (2012) yapmış olduğu tez çalışmasında Kilis ilinden toprak örnekleri alıp radyoaktivite konsantrasyonlarına bakmıştır ve aldığı toprakların aktivitelerini 87.0 ± 8.2 Bq/kg ile $340.1 \pm 10,8$ Bq/kg değerleri arasında bulmuştur. Bu çalışmada ise Kastamonu'dan alınan toprak örneklerindeki ^{238}U aktivite konsantrasyonları 13.6 ± 0.5 - 22.3 ± 1.1 Bq/kg bulunurken, Erzurum'dan alınan topraktaki ^{238}U aktivite konsantrasyonu 17.4 ± 0.7 Bq/kg bulunmuştur. Ağaç kabuklarının ^{238}U aktivite konsantrasyonu bakımından diğer tüm yetiştirme yerlerinden yüksek çıkması dikkat çekicidir. Toprak örneklerinin ^{238}U aktivite konsantrasyonlarının dünya ortalamasının (45 Bq/kg) (UNSCEAR, 2000) oldukça altında bulunması uranyumun ağaç kabuğuna, toprak dışında başka konukçulardan (atmosfer, yağmur, toz bulutu vb.) da transfer olabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 34. Mantarların yetiştirme yerlerinin ²³²Th aktivite konsantrasyonları

Şekil 34 incelendiğinde en yüksek ²³²Th aktivite konsantrasyonunun 24.6 ± 0.4 Bq/kg ile *Amanita caeserea* mantarının yetiştirme ortamı olan toprakta, en düşük ²³²Th aktivite konsantrasyonunun ise 8.6 ± 0.4 Bq/kg ile *Meripilus giganteus* mantarının yetiştirme yeri olan ağaç kabuğunda olduğu görülmektedir. Mantarın yetiştirme yerleri bazında ²³²Th aktivite konsantrasyonunu çoktan aza şu şekilde sıralamak mümkündür; *A. caeserea* (Toprak) > *A. campestris* (Kompost) > *P. ostreatus* (Kompost) > *F. Hepatica* (Ağaç Kabuğu) > 1 Km mesafe (Toprak) > 1 Km mesafe (Toprak) > *A. bisporus* (Kompost) > *M. giganteus* (Ağaç Kabuğu).

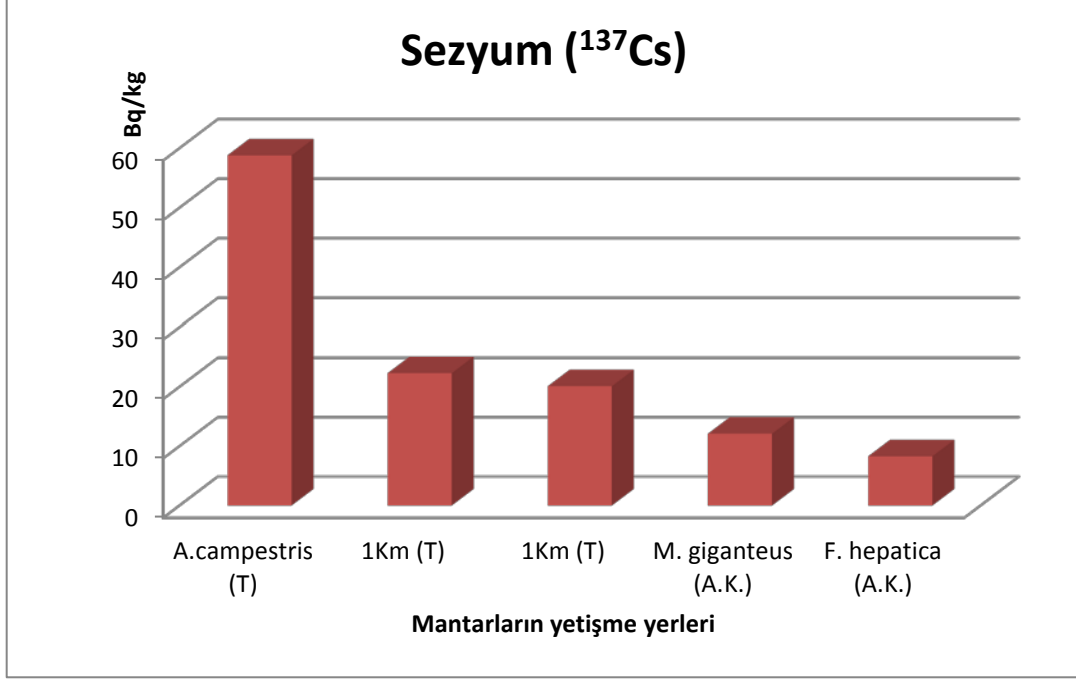
Toprakların ²³²Th aktivite konsantrasyonu dünya ortalamasının (45 Bq/kg) (UNSCEAR, 2000) altında bulunmuştur.



Şekil 35. Mantarların yetiştirme yerlerinin ^{40}K aktivite konsantrasyonları

Şekil 35 incelendiğinde en yüksek ^{40}K aktivite konsantrasyonunun 304.5 ± 12.7 Bq/kg ile *Agaricus bisporus* mantarının yetiştirme ortamı olan kompostta, en düşük ^{40}K aktivite konsantrasyonunun ise 32.3 ± 1.3 Bq/kg ile *Meripilus giganteus* mantarının yetiştirme yeri olan ağaç kabuğunda olduğu görülmektedir. Mantarın yetiştirme yerleri bazında ^{40}K aktivite konsantrasyonunu çoktan aza şu şekilde sıralamak mümkündür; *A. bisporus* (Kompost) > *A. campestris* (Toprak) > 1 Km mesafe (Toprak) > 1 Km mesafe (Toprak) > *P. ostreatus* (Kompost) > *A. caeserea* (Toprak) > *F. hepatica* (Ağaç Kabuğu) > *M. giganteus* (Ağaç Kabuğu).

Bakkal (2012)'in yapmış olduğu tez çalışmasında Kilis ilinde, farklı yerlerden aldığı topraklardaki ^{40}K aktivite konsantrasyonlarını 87.0 ± 8.2 ile 340.1 ± 10.8 Bq/kg değerleri arasında bulmuştur. Çalışmalar birbirini destekler niteliktedir. Ayrıca hem Erzurum'dan hem de Kastamonu'dan alınan toprak örneklerinin ^{40}K aktivite konsantrasyonu dünya ortalamasının (400 Bq/kg) altında bulunmuştur.



Şekil 36. Mantarların yetiştirme yerlerinin ¹³⁷Cs aktivite konsantrasyonları

Şekil 36 incelendiğinde en yüksek ¹³⁷Cs aktivite konsantrasyonunun 58.8 ± 3.2 Bq/kg ile *Agaricus campestris* mantarının yetiştirme ortamı olan toprakta, en düşük ¹³⁷Cs aktivite konsantrasyonunun ise 8.3 ± 0.4 Bq/kg ile *Fistulina hepatica* mantarının yetiştirme yeri olan ağaç kabuğunda olduğu görülmektedir. Mantar türleri bazında ¹³⁷Cs aktivite konsantrasyonunu çoktan aza şu şekilde sıralamak mümkündür; *Agaricus campestris* (Toprak) > 1 Km mesafe (Toprak) > 1 Km mesafe (Toprak) > *Meripilus giganteus* (Ağaç Kabuğu) > *Fistulina hepatica* (Ağaç Kabuğu).

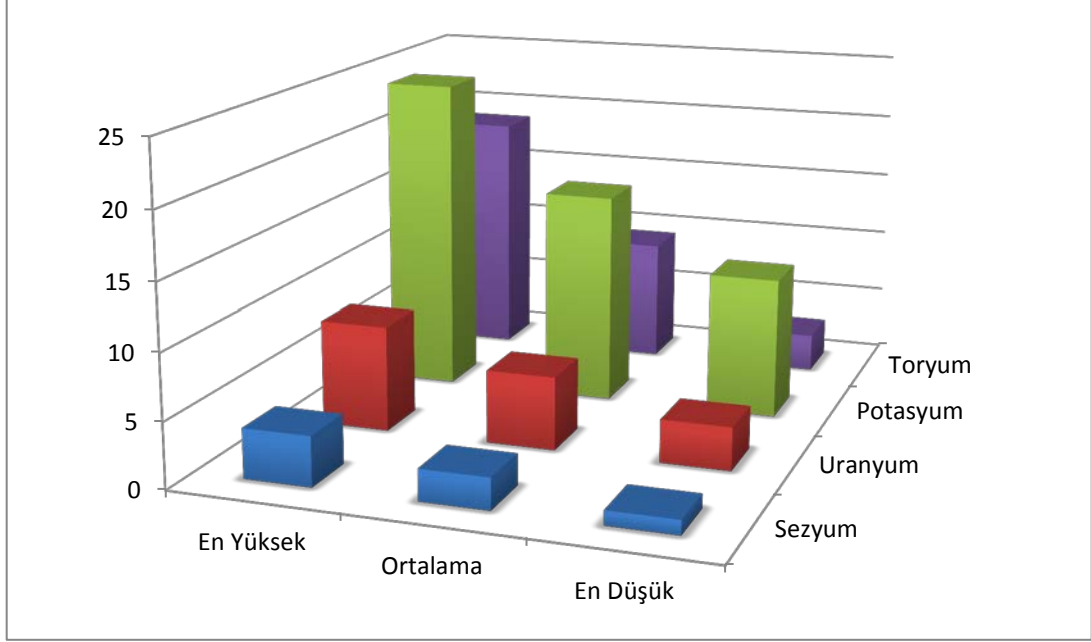
Agaricus campestris mantarı; yetiştirme ortamının uranyum miktarı açısından değerlendirildiğinde son sırada yer almak dışında gerek mantarın kendisinde ve gerekse de diğer yetiştirme ortamlarının tamamında, diyagram gösterimlerinde daima ilk iki sütundan birinde yer almıştır. Yani toryum, potasyum ve sezyum açısından en çok pik yapan ya ilk ya da ikinci mantar olmuştur. Ayrıca, *Agaricus campestris* mantarının *Salmonella typhimurium* bakterisinin üremesine karşı inhibitör (engelleme) etki gösterdiği de ortaya çıkan bir başka sonuçtur. Kastamonu'dan toplanan diğer mantarlardan farklı olarak Erzurum'dan toplanmış olması bu sonuca katkı sağlamış olabilir. Bütün bu veriler topluca değerlendirildiğinde söz konusu mantarın diğer birçok analizlerle de desteklenerek daha ayrıntılı bir biçimde irdelenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

İçinde bulunduğumuz çevre, hastalıklar için zemin hazırlayan, doğrudan hastalık nedeni olabilen, bazı hastalıkların gidişini ve sonucunu etkileyen, bazı hastalıkların da yayılmasını kolaylaştıran bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Çevredeki olumsuzluklar her dört etkiyi de aynı anda tetikleyebilir. Hava, su ve toprak kirlenmeleri doğrudan hastalık nedeni olabildiği gibi bir kısım hastalıkların yayılımını kolaylaştırabilir ya da bir kısım hastalığın gidişini etkileyebilir. Topraklar radyoaktif maddeler için geniş kapsamlı ve kapasiteli bir alıcı görevi yapmaktadır. Radyoaktif maddelerin tarımsal açıdan zararlı olan hali genellikle nükleer haldeki formlarıdır. Bu durum her zaman olan bir olay değildir. Çünkü bir savaş halinde nükleer silahların kullanılması veya bir nükleer reaktörün kaza sonucu patlaması, yanması ya da sızıntı yapması sonucu radyoaktif maddeler toprağa intikal etmektedir. Bu gibi olaylarda iyi bir radyoaktif madde alıcısı olan topraklar geniş oranda kirlenmektedir. Bu kirlilik uzun süre kalıcı olmaktadır. Bu tür kirlilik her türlü canlı ve özellikle de insanlar için tehlikeli ve öldürücü olabilmekte, radyasyon etkisi kansere yol açabilmektedir. Radyoaktif maddeler topraktan bitkilere, besin zinciri yoluyla da insanlara geçmektedir. En son büyük kirlenme olayı Çernobil kazası ile yaşanmıştır (MEB, 2012)

Özellikle Çernobil'den sonra birçok ülkede birçok gıda üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Ağır metalleri ve radyoaktif elementleri bünyesinde bulundurabilmesi özelliği dolayısıyla mantarlarla çalışmalara ayrı bir ilgi olmuştur. Bizim ülkemizde de bazı çalışmalar yapılmış olsa da yeterli olmadığı açıktır. Yapılan analizler sonucunda izin verilen maksimum radyonüklit içerik sınırını aşan herhangi bir mantar bulunmamış, sonuçlar olması gereken aralıklarda çıkmıştır. Fakat başlangıçta çok az gibi görünen bu zehirli maddelerin konsantrasyonu, depolanmadan dolayı zamanla artmaktadır. Gerek bitkileri, gerekse hayvanları tüketerek besin piramidinin tavanında yer alan canlıların insan olduğu düşünüldüğünde, insanın bu zararlı atıklardan ne derece etkilenebileceğini de tahmin etmek zor olmayacaktır. Türk Atom Enerjisi Kurumu tarafından yapılan toprak analizlerinde ise uzun ömürlü ve en zararlı radyonüklitlerden biri olan ¹³⁷Cs içeriğinin Doğu Karadeniz Bölgesi ve Trakya topraklarının bir bölümünde en yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma radyoaktif bulutlarla taşınan yağmurların yol açtığı bildirilmektedir. ¹³⁷Cs içeriği oldukça yüksek olan bu bölgelerde yetişen mantarlar üzerinde daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmekte, konunun öneminin ilgili bütün disiplinlere ve kamuya kavratılması gerektiğine inanılmaktadır.

4.4.2. Efektif Doz

^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs için efektif doz değerleri Şekil 37’de gösterilmiştir.



Şekil 37. ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs için efektif doz değerleri

Şekil 37 incelendiği zaman anket çalışması sonuçları baz alınarak yapılan hesaplamalara göre toryumdan dolayı alınan efektif doz ortalama $9.4 \pm 0.7 \mu\text{Sv/y}$ en düşük 2.9 ± 0.3 ; en fazla ise $18.8 \pm 0.7 \mu\text{Sv/y}$ olarak belirlenmiştir. Uranyumdan dolayı alınan efektif doz ortalama $5.6 \pm 0.4 \mu\text{Sv/y}$ en düşük 3.3 ± 0.2 ; en fazla ise $8.1 \pm 0.6 \mu\text{Sv/y}$ olarak belirlenmiştir. Potasyumdan alınan efektif doz ortalama $16.2 \pm 0.6 \mu\text{Sv/y}$ en düşük 10.8 ± 0.6 ; en fazla ise $24.2 \pm 0.2 \mu\text{Sv/y}$ olarak belirlenmiştir. Sezyumdan alınan efektif doz ortalama $2.4 \pm 0.1 \mu\text{Sv/y}$ en düşük $1,1 \pm 0.3$; en fazla ise $3.8 \pm 0.3 \mu\text{Sv/y}$ olarak belirlenmiştir.

Çalışılan örneklemeler üzerinde tesiri en çok olan elementler çoktan aza doğru sıralandığında; potasyum > toryum > uranyum > sezyum sonucuna varmak mümkündür.

Efektif doz, tüketilen mantarın miktarıyla doğru orantılı olduğundan, Kastamonu’da bu mantarlardan dolayı alınan efektif dozun biraz daha fazla, Erzurum’da ise daha az olma ihtimali söz konusudur.

Radyoaktif elementler içerisinde, depolama özelliğinden dolayı en tehlikelilerden biri olarak değerlendirilen sezyumun, diğerlerine oranla çok daha düşük seviyelerde efektif doz içermesi memnuniyet verici bir sonuç olarak nitelendirilebilir.

Çalışılan mantar örneklerinin halk tarafından tüketilmesi ile alabilecekleri etkin doz toplamı yılda 33,6 μSv olarak hesaplanmıştır. Bu değer, dünya ortalaması olarak kabul edilen 290 μSv 'den küçüktür ve halk sağlığı için herhangi bir tehlike arz etmemektedir.

5. SONUÇLAR

5.1. Mantarların Kimyasal Bileşimi ve Protein Değerleri

5.1.1. Mantarların Kimyasal Bileşimi

En yüksek N oranı *Agaricus campestris* (% 8.61) mantarında, en yüksek H oranı *Amanita caeserea* (% 6.41) mantarında, en yüksek C oranı ise *Meripilus giganteus* (% 43.30) mantarında kaydedilmiştir. Herbir mantarın kimyasal bileşimine ait veriler aşağıda detaylandırılarak izah edilmiştir.

1. *Agaricus campestris* mantarında % 8.61 N, % 5.30 H, % 36.53 C bulunmuştur.
2. *Amanita caeserea* mantarında % 3.46 N, % 6.41 H, % 38.95 C bulunmuştur.
3. *Fistulina hepatica* mantarında % 2.67 N, % 6,28 H, % 40.72 C bulunmuştur.
4. *Meripilus giganteus* mantarında % 5.75 N, % 6,36 H, % 43.30 C bulunmuştur.
5. A firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarında % 3.68 N, % 6.31 H, % 36.94 C bulunmuştur.
6. B firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarında % 4.22 N, % 5.98 H, % 38.23 C bulunmuştur.
7. C firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarında % 4.03 N, % 6.33 H, % 38.44 C bulunmuştur.
8. D firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarında % 3.98 N, % 6.18 H, % 39.46 C bulunmuştur.
9. *Pleurotus ostreatus* mantarında % 2.42 N, % 6.37 H, % 38,15 C bulunmuştur.

5.1.2. Mantarların Protein Değerleri

1. En yüksek protein içeriği (% 37.71) Erzurum yöresinden alınan *Agaricus campestris* mantarında bulunmuştur.
2. En yüksek 2. Protein içeriği (% 25.19) Kastamonu yöresinden alınan ve oduna arız olan *Meripilus giganteus* mantarında bulunmuştur.

3. En düşük protein değeri (% 11) ticari bir işletmeden satın alınan *Pleurotus ostreatus* mantarında bulunmuştur.
4. *Amanita caeserea* mantarının protein içeriği % 15.15 bulunmuştur.
5. *Fistulina hepatica* mantarının protein içeriği % 11.70 bulunmuştur.
6. Ticari olarak satın alınan *Agaricus bisporus* türleri arasında en yüksek protein değeri (% 18.48) B firmasından temin edilen mantarda bulunmuştur.
7. Ticari olarak satın alınan *Agaricus bisporus* türleri arasında en düşük protein değeri (% 16.11) A firmasından temin edilen mantarda bulunmuştur.
8. C firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının protein içeriği % 17.65 bulunmuştur.
9. D firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının protein içeriği % 17.43 bulunmuştur.

5.2. Mantarlardaki Toplam Polifenol Miktarı ve Antioksidan Aktivite

5.2.1. Mantarlardaki Toplam Polifenol Miktarı

1. Toplam polifenol miktarı en yüksek (3.858 ± 0.130 mg GAE/g) B firmasından satın alınan *Agaricus bisporus* mantarında bulunmuştur.
2. Toplam polifenol miktarı en düşük (1.111 ± 0.017 mg GAE/g) *Meripilus giganteus* mantarında bulunmuştur.
3. *Amanita caeserea* mantarının toplam polifenol miktarı 2.979 ± 0.039 mg GAE/g bulunmuştur.
4. *Fistulina hepatica* mantarının toplam polifenol miktarı 3.101 ± 0.009 mg GAE/g bulunmuştur.
5. Ticari olarak satın alınan *Agaricus bisporus* türleri arasında en yüksek toplam polifenol miktarı (3.858 ± 0.130 mg GAE/g) B firmasından temin edilen mantarda bulunmuştur.
6. Ticari olarak satın alınan *Agaricus bisporus* türleri arasında en düşük toplam polifenol miktarı (1.300 ± 0.052 mg GAE/g) D firmasından temin edilen mantarda bulunmuştur.
7. A firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının toplam polifenol miktarı 2.662 ± 0.035 mg GAE/g bulunmuştur.

8. C firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının toplam polifenol miktarı 2.662 ± 0.035 mg GAE/g bulunmuştur.

9. *Pleurotus ostreatus* mantarının toplam polifenol miktarı 1.276 ± 0.065 mg GAE/g bulunmuştur.

5.2.2. Mantarların Antioksidan Aktiviteleri

1. Çalışılan mantar türleri arasında en yüksek antioksidan aktivite (9.340 ± 1.069 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) B firmasından satın alınan *Agaricus bisporus* mantarında bulunmuştur.

2. En yüksek 2. Antioksidan aktivite (8.141 ± 0.008 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) Kastamonu'da zehirli olarak bilinen; oysa tıbbi bir tür olup, oduna arız olan *Fistulina hepatica* mantarında bulunmuştur.

3. En düşük antioksidan aktivite (1.528 ± 0.042 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) ticari bir firmadan satın alınan *Pleurotus ostreatus* mantarında bulunmuştur.

4. *Amanita caeserea* mantarının antioksidan aktivitesi 5.228 ± 0.063 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ bulunmuştur.

5. *Meripilus giganteus* mantarının antioksidan aktivitesi 3.088 ± 0.031 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ bulunmuştur.

6. Ticari olarak satın alınan *Agaricus bisporus* türleri arasında en düşük antioksidan aktivite (4.144 ± 0.012 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$) D firmasından temin edilen mantarda bulunmuştur.

7. A firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının antioksidan aktivitesi 7.148 ± 0.013 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ bulunmuştur.

8. C firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının antioksidan aktivitesi 7.608 ± 0.014 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ bulunmuştur.

9. D firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının antioksidan aktivitesi 4.144 ± 0.012 $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ bulunmuştur.

5.3. Mantarların Antimikrobiyal Aktiviteleri

1. *Agaricus campestris* mantarının *Klebsiella pneumoniae* bakterisine karşı inhibitör etkisi bulunmuştur.
2. Çalışılan diğer mantar türleri arasında kullanılan bakterilere karşı inhibitör etki gözlemlenmemiştir.

5.4. Mantarların Radyoaktivite Özellikleri

1. Mantarlardaki ^{238}U aktivite konsantrasyonu ortalaması 20.79 ± 1.4 Bq/kg bulunmuştur.
2. ^{238}U aktivite konsantrasyonu en yüksek (29.9 ± 2.2 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan *Meripilus giganteus* mantarında bulunmuştur.
3. ^{238}U aktivite konsantrasyonu en düşük (12.1 ± 0.8 Bq/kg) Erzurum yöresinden alınan ve toprakta yetişen *Agaricus campestris* mantarında bulunmuştur.
4. Farklı ticari işletmelerden satın alınan *Agaricus bisporus* mantarları arasında ^{238}U aktivite konsantrasyonu en yüksek (26.6 ± 1.8 Bq/kg) D firması mantarında bulunmuştur.
5. Farklı ticari işletmelerden satın alınan *Agaricus bisporus* mantarları arasında ^{238}U aktivite konsantrasyonu en düşük ($17,5 \pm 0,9$ Bq/kg) C firması mantarında bulunmuştur.
6. Mantarlardaki ^{232}Th aktivite konsantrasyonu ortalaması 6.8 ± 0.5 Bq/kg bulunmuştur.
7. ^{232}Th aktivite konsantrasyonu en yüksek (13.6 ± 0.5 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan ve oduna arız olan *Fistulina hepatica* mantarında bulunmuştur.
8. ^{232}Th aktivite konsantrasyonu en düşük (2.1 ± 0.2 Bq/kg) ticari bir işletmeden satın alınan *Agaricus bisporus* mantarında bulunmuştur.
9. Farklı ticari işletmelerden satın alınan *Agaricus bisporus* mantarları arasında ^{232}Th aktivite konsantrasyonu en düşük (2.1 ± 0.2 Bq/kg) A firması mantarında bulunmuştur.
10. Farklı ticari işletmelerden satın alınan *Agaricus bisporus* mantarları arasında ^{232}Th aktivite konsantrasyonu en yüksek (7.1 ± 0.5 Bq/kg) D firması mantarında bulunmuştur.
11. Mantarlardaki ^{40}K aktivite konsantrasyonu ortalaması 494.4 ± 19.8 Bq/kg bulunmuştur.

12. ^{40}K aktivite konsantrasyonu en yüksek (739.7 ± 25.2 Bq/kg) ticari bir işletmeden alınan *Agaricus bisporus* mantarında bulunmuştur.

13. ^{40}K aktivite konsantrasyonu en düşük (330.4 ± 18.3 Bq/kg) ticari bir işletmeden alınan *Pleurotus ostreatus* mantarında bulunmuştur.

14. Farklı ticari işletmelerden satın alınan *Agaricus bisporus* mantarları arasında ^{40}K aktivite konsantrasyonu en yüksek (739.7 ± 25.2 Bq/kg) A firması mantarında bulunmuştur.

15. Farklı ticari işletmelerden satın alınan *Agaricus bisporus* mantarları arasında ^{40}K aktivite konsantrasyonu en düşük (486.5 ± 24.1 Bq/kg) D firması mantarında bulunmuştur.

16. ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu *Amanita caeserea* ve *Fistulina hepatica* mantarlarında bulunmuştur.

17. Mantarlardaki ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu ortalaması 31.1 ± 1.8 Bq/kg bulunmuştur.

18. ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu en yüksek (48.9 ± 3.1 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan ve oduna arız olan *Fistulina hepatica* mantarında bulunmuştur.

19. ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu en düşük (13.3 ± 0.4 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan ve toprakta yetişen *Amanita caeserea* mantarında bulunmuştur.

5.4.1. Mantar Yetiştirme Yerlerinin Radyoaktivite Özellikleri

1. Mantarların yetiştirme yerlerindeki (ağaç kabuğu, toprak, kompost) ^{238}U aktivite konsantrasyonu ortalaması 33.1 ± 1.6 Bq/kg bulunmuştur.

2. ^{238}U aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en yüksek (69.6 ± 2.8 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan *Meripilus giganteus* mantarının yetiştirme ortamı olan ağaç kabuğunda bulunmuştur.

3. ^{238}U aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en düşük (17.2 ± 0.7 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan *Amanita caeserea* mantarının yetiştirme ortamı olan toprakta bulunmuştur.

4. Mantarların yetiştirme yerlerindeki (ağaç kabuğu, toprak, kompost) ^{232}Th aktivite konsantrasyonu ortalaması 16.3 ± 0.6 Bq/kg bulunmuştur.

5. ^{232}Th aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en yüksek (24.6 ± 0.4 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan *Amanita caeserea* mantarının yetiştirme ortamı olan toprakta bulunmuştur.

6. ^{232}Th aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en düşük (8.6 ± 0.4 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan *Meripilus giganteus* mantarının yetiştirme ortamı olan ağaç kabuğunda bulunmuştur.

7. Mantarların yetiştirme yerlerindeki (ağaç kabuğu, toprak, kompost) ^{40}K aktivite konsantrasyonu ortalaması 128.3 ± 5.4 Bq/kg bulunmuştur.

8. ^{40}K aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en yüksek (304.5 ± 12.7 Bq/kg) D firmasından alınan *Agaricus bisporus* mantarının yetiştirme yeri olan kompostta bulunmuştur.

9. ^{40}K aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en düşük (32.3 ± 1.3 Bq/kg) oduna arız olan *Meripilus giganteus* mantarının yetiştirme yeri olan ağaç kabuğunda bulunmuştur.

10. Mantarların yetiştirme yerlerindeki (ağaç kabuğu, toprak, kompost) ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu ortalaması 13.5 ± 0.7 Bq/kg bulunmuştur.

11. ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en yüksek (58.8 ± 3.2 Bq/kg) Erzurum yöresinden alınan *Agaricus campestris* mantarının yetiştirme yeri olan toprakta bulunmuştur.

12. ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu yetiştirme yerleri içinde en düşük (8.3 ± 0.4 Bq/kg) Kastamonu yöresinden alınan *Fistulina hepatica* mantarının yetiştirme ortamı olan ağaç kabuğunda bulunmuştur.

5.4.2. Efektif Doz

1. Mantarlar kaynaklı alınan efektif doz ^{238}U radyonükliti için en yüksek 8.1 ± 0.6 , en düşük 3.3 ± 0.2 ve ortalama 5.6 ± 0.4 $\mu\text{Sv/y}$ bulunmuştur.

2. Mantarlar kaynaklı alınan efektif doz ^{232}Th radyonükliti için en yüksek 18.8 ± 0.7 , en düşük 2.9 ± 0.3 ve ortalama 9.4 ± 0.7 $\mu\text{Sv/y}$ bulunmuştur.

3. Mantarlar kaynaklı alınan efektif doz ^{40}K radyonükliti için en yüksek 24.2 ± 0.2 , en düşük 10.8 ± 0.6 ve ortalama 16.2 ± 0.6 $\mu\text{Sv/y}$ bulunmuştur.

4. Mantarlar kaynaklı alınan efektif doz ^{137}Cs radyonükliti için en yüksek 3.8 ± 0.3 , en düşük 1.1 ± 0.3 ve ortalama 2.4 ± 0.1 $\mu\text{Sv/y}$ bulunmuştur.

5. Tüm radyonüklitlerin efektif doz toplamı ortalama olarak 33.6 $\mu\text{Sv/y}$ olarak bulunmuştur; bu değere dünya ortalaması olarak kabul edilen 290 μSv 'den küçüktür ve halk sağlığı için tehlikesi yoktur.

6. ÖNERİLER

Doğada ve kültür ortamında yetişen mantarların biyoaktif özelliklerinin ve radyoaktif madde rezervlerinin incelendiği bu çalışmadan edinilen çıktılara göre üzerinde durulması gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir.

Mantarlar halk arasında yenebilen bir besin alternatifi olması dışında başka özellikleriyle pek fazla bilinmemektedir. Oysa yapılan çalışmalar, gıda endüstrisi ve bu endüstrinin alt kollarında, ilaç ve kozmetik sanayinde mantarların farklı birçok amaç için kullanılabilmesini göstermektedir. Hatta bazı mantar türü ekstraktlarının reaktif ara ürünlerin oluşumunu engelleyerek ürünlerin raf ömrünü uzatmak açısından kullanılabilir bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

Günümüzde daha uzun süreli depolama açısından gıda ve ilaç sanayiinde yapay antioksidanların yaygın bir kullanıma sahip olduğu bilinmektedir. Gıda sanayiinde özellikle, yağlı gıda mamullerinin oksidasyonu ve lipit peroksidasyonunu önlemek amacıyla kullanılmakta olan butillenmiş hidroksi tolüen (BHT), butillenmiş hidroksi anisol (BHA), gallat türevleri ve tert-butil hidrokinon (TBHQ) gibi antioksidant maddelerinin toksik etkilerinden şüphelenilmektedir. Bu tür katkı maddelerinin toksik, kanserojen ve gastrit yapıcı özelliklerinden dolayı bebek mamaları ve çocuk gıdalarında kullanılmasına izin verilmemektedir. Bundan dolayı doğal antioksidan kaynağı olarak mantarlar önemli bir konuma gelmektedir. Tez kapsamında yapılan analizlerden de anlaşıldığı üzere çalışılan mantarların genellikle iyi bir fenolik içeriğe sahip oldukları ve dolayısıyla önemli bir doğal antioksidan kaynağı olarak farmakoloji, gıda gibi farklı birçok sanayide yapay antioksidanlar yerine değerlendirilebileceklerini unutmamak gerekir.

Artan hastalıklarla birlikte hastalık dirençleri de artmaktadır. Bu bağlamda antimikrobiyal aktiviteye sahip doğal ajanların araştırılması ve kullanılması kaçınılmaz bir hal almıştır. Çoğu mantar sahip olduğu antimikrobiyal özellikleri sayesinde bu alandaki ihtiyacı kapatma potansiyeline doğal olarak sahiptir. Bu gerçek göz önünde bulundurularak gerek halk tarafından bilinmeyen-tüketilmeyen mantarların gerekse de halkın zaten tükettiği makrofungusların yaygın bir şekilde taranarak özelliklerinin ortaya çıkarılması, bu tip mantarlardan izole edilecek antimikrobiyal maddelerin tanımlanarak tıp ve endüstride kullanılabilme imkânlarının araştırılması, ümit vadedenlerin katma değeri yüksek ürün formlarına dönüştürülmesi ve böylelikle de kullanım alanlarının genişletilmesi gerekmektedir.

Mantarların protein içeriklerine bakıldığında da, bitkisel kaynaklı besinler arasında önemli bir yere sahip oldukları görülmektedir. Obezite ile mücadelede diyetik bir besin alternatifi olan mantarların, vejeteryenler için de ciddi bir protein kaynağı olduklarını unutmamak gerekir. Bu konuda vatandaşların medya, yazılı ve görsel basın, eğitim seminerleri vb. yoluyla daha fazla bilinçlendirilmesi ve mantar tüketimlerinin teşvik edilmesi gerektiğine inanılmaktadır.

Agaricus campestris mantarı; meyvesi üzerinden çalışıldığında en fazla N, en fazla protein, en yüksek potasyum oranına sahip olması, yetiştiği kompost üzerinden çalışıldığında ise tehlike sınırının altında kalmakla birlikte en yüksek toryum ve sezyum oranına sahip olması, ayrıca *Salmonella typhimurium* bakterisinin üremesine karşı inhibitör (engelleyici) etki göstermesi itibarıyla diğer mantarlara oranla daha fazla öne çıkmıştır. Dolayısıyla bu mantarın daha ileri ve incelikli analizlerle tetkik edilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Bütün mantar türleri için daha ileri -disk difüzyon yöntemi gibi- analizler yapılmalıdır. Ayrıca bütün türler arasında üstelik de kültür mantarı olarak en yüksek toplam polifenol ve antioksidan aktiviteye sahip olan *Agaricus bisporus* (B firması) mantarı dikkat çekici bir diğer sonuçtur. Ticari firmalar arasındaki bu farklılaşma firmaların kullanmış olduğu komposttan, misele, yetiştirme ortamının her türlü fiziki koşullarından, hijyene kadar mantar kalitesine etki eden birçok faktörün önemine vurgu yapmaktadır. *Agaricus campestris* mantarına benzer şekilde B firmasından temin edilen *Agaricus bisporus* mantarı da hem meyvesi hem substratı hem de üretim koşulları açısından çok yönlü yaklaşımlarla ve rafine analizlerle irdelenmeli diye düşünülmektedir.

Farklı ticari işletmelerden alınan mantarların kalite analizlerine göre her bir ticarethanenin ürettiği mantarların farklı besinsel kaliteye sahip oldukları gözlenmiştir. Ayrıca, mantar yetiştirme yerleri; üretim teknikleri, hijyen önlemleri, yapılan ilaçlama işlemleri vb. hususlar mantarın tüm özelliğini etkilediği için bu konuda ticarethanelere çalışma ruhsatı veren kurumların denetimleri büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle sertifikasyon çalışmalarını önemsemeli, denetim mekanizmasını etkin bir şekilde işletilmelidirler.

Oduna arız olan mantarların birçoğu zehirli olduğu düşüncesi ile tüketilmemektedir. Yenilebilir hatta tıbbi özelliği bulunan *F. hepatica* türünün bazı yörelerde zehirli olduğu düşüncesiyle yenmediği görülmektedir. Tezde bu mantar türünün özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Fransa'nın pazarlarında önemli bir yer işgal eden bu mantarların önemi yöre halkına anlatılmalıdır. Bu ve buna benzer mantarların ihraç edilmesi ve ülke ekonomisine kazandırılması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle mantarların yoğun yetiştiği

yerlerde, mantar konusunda çalışan uzman kişiler halkı bilinçlendirmelidir. Mantar tüketiminin yaygınlaştırılması eylem planı projesi halinde hayata geçirmelidirler.

Mantarlar, ekosistem için doğal biyoindikatörler olarak bilinirler. Yetiştikleri ortamdaki ağır metalleri, doğal ve yapay radyoaktif maddeleri bünyelerinde bulundurabilirler. Çevreyi temizlemeleri açısından bu çok güzel bir özellik olsa da, besin olarak tüketildiği zaman bu durumun problem yaratabilme potansiyeli mevcuttur. Bu yüzden mantarlar tek yönlü çalışılmamalı, her yönüyle değerlendirilip maksimum faydayı sağlayacak şekilde kullanılmalıdır. Örneğin hem antioksidan kapasitesi yüksek olan hem de bünyesinde bulundurduğu metaller dolayısıyla zararlı olabilecek konumda olan bir mantar türünün antioksidanlarının izole edilip kullanılması yoluna gidilmelidir.

Besin zinciri yoluyla mantardan insana taşınabilen kirleticilerin toksik etki yaratma ve insan sağlığını tehdit etme potansiyelleri göz önünde bulundurulduğunda özellikle yenen mantarlara ait bulguların, hayati önem taşıdığı aşikardır. Radyoaktif kazalardan dolayı (örneğin Çernobil faciası) kontamine olmuş topraklarda veya ağaçlarda yetişen her tür yenebilen gıda maddesinde biriken radyoaktif elementler insan, hayvan ve çevre sağlığı açısından ciddi bir risk oluşturabilmektedir. Her ne kadar tez kapsamında çalışılan mantarlarda ciddi bir tehdit gözlenmese de Çernobil faciasına olan yakınlığı dolayısıyla öncelikle Türkiye'nin doğusunda yetişen mantarlarda radyosezyum (^{137}Cs), Uranyum (^{238}U), Toryum (^{232}Th) ve Potasyum (^{40}K) gibi radyonüklitler araştırılmalıdır. Bu konunun önemi ve halen güncelliğini sürdürmeye devam ettiği 30 Nisan 2015 tarihli Birgün Gazetesi'nin haberi ile de teyit edilmiştir. Habere göre; 1986 yılında yaşanan felaket nedeniyle Çernobil Nükleer Santrali'ni çevreleyen ve yüksek düzeyde radyasyon bulunan bölgede büyük bir orman yangını çıkmıştır. 1992'den bu yana yaşanan en büyük orman yangını olarak nitelendirilen, 400 hektarlık ormanlık arazide kuvvetli rüzgârla yayılan ve Çernobil santraline 20 km. kadar yaklaşan yangının kontrole alındığı bildirilmiştir. 2015 yılı şubat ayında uluslararası bilim insanlarından oluşan bir uzman heyet Çernobil Nükleer Santrali'nin çevresinde incelemelerde bulunmuş ve bölgede hala son derece radyoaktif ve tehlikeli izotoplar olduğunu belirtmişlerdir. Uzman heyeti ayrıca bu izotopların yangınlarla yayılabileceği konusunda da uyarılarda bulunmuştur. Dolayısıyla bu konuda irdelenmesi ve önlem alınması gereken pek çok şey vardır. Faciaya yakın bütün coğrafyalarda yetişen, tüm gıda maddelerinde, tezin odak materyali olması itibarı ile de özellikle yenebilen mantarlarda ayrıntılı tetkiklerin gerçekleştirilmesi halk sağlığı ve güvenliği açısından son derece önemlidir. Radyoaktivite oranı yüksek olan mantarların yetiştiği ve tüketildiği bölgelerde sağlık tedbirlerinin alınması ve artırılması yönünde acil bir eylem planı oluşturulması gerekmektedir. Madalyonun bir

diğer yüzünden bakıldığında da bu tip mantarlar bir nevi biyoindikatör olarak nitelendirilip özellikle ağır sanayi bölgelerinde kirlenen doğayı temizleme ajanı olarak da düşünölebilmelidir.

Orman endüstrisi mühendisliğı disiplininden bakıldığı zaman kıymetli bir orman yan ürünü olarak, mantarların çok yönlü çalışılması, daha birçok farklı mantar türlerinin teşhisi, tespiti, kimyasal, biyokimyasal, besinsel analizleri gerçekleştirilmesi, kayda-değer özellik sergileyenlerin tanıtımları ve onlara yeni kullanım yeri olanaklarının tanınması oldukça önemlidir. Öne çıkan türler gerek yerli gerekse de yabancı pazarlarda, farklı endüstri kollarında işlenerek ülke ekonomisine katkı sağlanmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Abah, S.E., Abah, G., 2010. Antimicrobial and Antioxidant Potentials of *Agaricus bisporus*, Advances in Biological Research, 4, 5, 277-282.
- Ağaoğlu, Y.S., İlbay, M.E. ve Uzun, A., 1992. Değişik Talaş+ Kepek Karışımlarının *Pleurotus Sajor-Caju*'nun Verimi Üzerine Etkileri, Türkiye IV. Yemeklik Mantar Kongresi, Kasım, Yalova, Bildiriler Kitabı, 111-119.
- Akbaş, G., 2010. *Amanita caesarea* (Scop.:Fr.) Pers.'nin Antioksidan, Antimikrobiyal Etkilerinin ve Yağ Asiti Kompozisyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akdoğan, Ç., 2010. Radon Kirliliği ve Halk Sağlığı İlişkisi, Bitirme Tezi, Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İzmir.
- Akyüz, E., 2007. *Polygonum bistorta* Ssp. Carneum Bitki Ekstraktının Kromatografik Yöntemlerle Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi ve Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktiviteleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akyüz, M. ve Kırbağ, S., 2007. Ülkemizde Sebze ve Meyvelerin Yanısıra Alternatif Besin Kaynağı: Yabani Mantar (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8, 1, 26-36.
- Aletor, V. A., 1995. Compositional Studies on Edible Tropical Species of Mushrooms, Food Chemistry, 54, 265-268.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. ve Blackwell, M., 1996. Introductory Mycology, John Wiley and Sons, New York.
- Altuner, E.M. ve Akata, I., 2010. Antimicrobial Activity of Some Macrofungi Extracts, SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 14, 1, 45-49.
- Arıkan, İ.H., 2007, Çevresel Radyasyonun Canlılığın Sürdürülebilirliğine Etkileri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Arts M.J.T.J., Haenen G.R.M.M., Voss H.P. ve Bast A., 2001. Masking of Antioxidant Capacity by the Interaction of Flavonoids with Protein, Food and Chemical Toxicology, 39, 787-79.
- Arts M J. T. J., Haenen G R. M. M., Wilms L. C., Beetstra S. A. J. N., Heijnen C G. M., Voss H. ve Bast A., 2002. Interactions between Flavonoids and Proteins: Effect on the Total Antioxidant Capacity, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 1184-1187.

- Athanasakis, G., Aligiannis, N., Zagou, Z.G., Skaltsounis, A.L. ve Fokialakis, N., 2013. Antioxidant Properties of the Wild Edible Mushroom *Lactarius salmonicolor*, Journal of Medicinal Food, 16,8, 760-764.
- Audesirk, T., Audesirk, G. ve Byers, B.E., 2008. Biology: Life on Earth. Pearson International Edition, NewYork.
- Baeza, A., Hernández, S., Guillén, F. J., Moreno, G., Manjón, J. L. ve Pascual, R., 2004. Radiocaesium and Natural Gamma Emitters in Mushrooms Collected in Spain, Science of the Total Environment, 318, 59–71.
- Baeza, A., Guillén, F. J., Salas, A. ve Manjón, J. L., 2006. Distribution of Radionuclides in Different Parts of a Mushroom: Influence of the Degree of Maturity, Science of the Total Environment, 359, 255–266.
- Bakkal, S., 2012. Kilis İli Toprak Örneklerinde ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs Radyoaktivite Konsantrasyonlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.
- Ban-Nai, T., Muramatsu, Y. ve Yoshida, S., 1997. Concentrations of ^{137}Cs and ^{40}K in Edible Mushrooms Collected in Japan and Radiation Dose Due to Their Consumption. Health Physics, 72, 3, 384–389.
- Bem, H., Lasota, W., Kus'mierek, E., & Witusik, M., 1990. Accumulation of ^{137}Cs by mushrooms from Rogozno area of Poland over the period 1984–1988. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 145, 1, 39–46.
- Benzie I.F.F. ve Strain J. J., 1999. Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay: Direct Measure of Total Antioxidant Activity of Biological Fluids and Modified Version for Simultaneous Measurement of Total Antioxidant Power and Ascorbic Acid Concentration. Methods in Enzymology, 299, 15–27.
- Boa, E., 2004. Wild Edible Fungi a Global Overview of Their Use and Importance to People, Non-Wood Forest Products 17, Fao Press, Rome, Italy.
- Bobek, P., Ginter, E., Jurcovicova, M. ve Kuniak, L., 1991. Cholesterol-lowering Effect of the Mushroom *Pleurotus ostreatus* in Hereditary Hypercholesterolemic Rats, Annals of Nutrition and Metabolism, 35, 191–195.
- Borovic'ka, J., Kubrová, J., Rohovec, J., Randa, Z. ve Dunn, C. E., 2011. Uranium, Thorium and Rare Earth Elements in Macrofungi: What are the Genuine Concentrations?, Biomaterials, 24, 837–845
- Boztok, K., 1990. Mantar Üretimi Tekniği, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Breitenbach, J. ve Kranzlin, F., 1995. Fungi of Switzerland; Vol.1-5, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

- Campos, J. A. ve Tejera, N. A., 2010. Bioconcentration Factors and Trace Elements Bioaccumulation in Scorocaprs of Fungi Collected from Quartzite Acidic Soils, Biological Trace Element Research, 143, 1, 540–554.
- Carris, L.M., Little, C.R. ve Stiles, C.M., 2012. Introduction to fungi DOI:10.1094/PHI-I-2012-0426-01
- Castro, L.P., Maihara, V.A., Silva, P.S.C. ve Figueira, R.C.L., 2012. Artificial and Natural Radioactivity in Edible Mushrooms from Sao Paulo, Brazil, Journal of Environmental Radioactivity, 113, 150-154.
- CEC (Council Regulation), 1987. EURATOM No. 3954/87, Laying Down Maximum Permitted Levels of Radioactive Contamination of Foodstuffs and of Feedingstuffs Following a Nuclear Accident or Any Case of Radiological Emergency. Official Journal of the European Communities, 371, 11–13.
- Changizi, V., Angaji, M., Zare, M.R. ve Abbasnejad, K., 2012. Evaluation of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs and ^{40}K Agaricus Bisporus Activity in Cultivated Edible Mushroom Formed in Tehran Province- Iran , Iranian Journal of Medical Physics, 9,4, 239-244.
- Chen, X., Xia, L., Zhou, H. ve Qiu, G., 2010. Chemical Composition and Antioxidant Activities of *Russula griseocarnosa* sp. nov., J. Agric. Food Chem., 58, 6966–6971.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C.K. ve Ooi, V.E.C., 2003. Antioxidant Activity and Total Phenolics of Edible Mushroom Extracts, Food Chemistry, 81, 249–255.
- Choi, Y., Lee, S.M., Chun, J., Lee, H.B. ve Lee, J., 2006. Influence of Heat Treatment on the Antioxidant Activities and Polyphenolic Compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom, Food Chemistry, 99, 381–387.
- Cooke, B., T.F., 1991. Indoor Air Pollutants, A Literature Rewiev, Reviews of Environmental Health, 9, 3.
- Crisan, E. V. ve Sands, A., 1978. Nutritional value. In S. T. Chang and W. A. Hayes (Eds.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, Academic Pres, New York.
- Çavaş, L., 2011. Besin Kimyasında Proteinler ve Reaksiyonları, Basılmamış Ders Notları, 3, İzmir.
- Demir, G., Özcan, H. K., Elmaslar, E. ve Borat, M., 2004. Decolorization of Azo Dyes by the White Rot Fungus *Phanerochaete chrysosporium*, Fresenius Environmental Bulletin, 13, 10, 979-984.
- Demirbucker Kavak, D., 2010. Gıda Antioksidanlarının Etkileşimleri: Polifenol-Protein Etkileşimleri, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5, 3, 9-16.

- Diez, V.A. ve Alvarez, A., 2001. Compositional and Nutritional Studies on Two Wild Edible Mushrooms from Northwest Spain, Food Chemistry, 75, 417–422.
- Duman, H., Doğan, H.H. ve Ateş, A., 2003. *Morchella conica* (Pers.) Boudier ve *Suillus luteus* (L.) S. F., Gray Makrofunguslarının Antimikrobiyal Aktiviteleri, S.Ü. Fen Ed. Fak. Fen Derg., 22, 19-24.
- Erdem, Ö., 2008. Hatila Vadisi Milli Parkı'nda (Artvin) Yetişen Yenen ve Zehirli Mantarlar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Erecevit, P., 2007. Tıbbi Amaçlar için Kullanılan Bazı Bitki Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Erkan, E., Pekşen, A., 2014. Türkiye'de Kültür Mantarı Üretimi, Sorunları ve Çözüm Yolları, 1. Mikoloji Günleri, Erzurum, Bildiriler Kitabı, 29.
- Erkel, İ., 1992. Dünyada ve Türkiye'de Kültür Mantarcılığının Durumu, Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Kasım, Yalova, Bildiriler Kitabı, 2-8.
- Falandysza, J., Kawano, M., Swieczkowski, A., Brzostowski, A. ve Dadej, M., 2003. Total Mercury in Wild-grown Higher mushrooms and Underlying Soil From Wdzydze Landscape Park, Northern Poland., Food Chem., 81, 21–26.
- Fang, Y. Z., Yang, S. ve Wu, G., 2002. Free Radicals, Antioxidants and Nutrition, Nutrition, 18, 872-879.
- Fu, H., Shieh, D. ve Ho, C., 2002. Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Edible Mushrooms, Journal of Food Lipids, 9, 35-46.
- Gerischer U., 2008. *Acinetobacter Molecular Biology* (1st ed. bas.). ISBN 978-1-904455-20-2.
- Gezer, K., Duru, M.E., Kıvrak, I., Türkoğlu, A., Mercan, N., Türkoğlu, H. ve Gülcan S., 2006. Free-radical Scavenging Capacity and Antimicrobial Activity of Wild Edible Mushroom from Turkey, African Journal of Biotechnology, 5, 20, 1924-1928.
- Giri, S., Biswas, G., Pradhan, P., Mandal, S.C. ve Acharya, K., 2012. Antimicrobial Activities of Basidiocarps of Wild Edible Mushrooms of West Bengal, India, Int.J.PharmTech Res.,4,4.
- Guillen, J. ve Baeza, A., 2014. Radioactivity in Mushrooms: A Health Hazard?, Food Chemistry, 154 , 14–25.
- Günay, A., 2000. Mantar Yetiştiriciliği, İlke yayınları, Ankara.

- Gürsoy N., Sarıkürkçü, C., Cengiz, M. ve Solak, M.H., 2009. Antioxidant Activities, Metal Contents, Total Phenolics and Flavonoids of Seven Morchella Species, Food and Chemical Toxicology, 47, 2381–2388.
- Hacıoğlu, Ö., 2005. Achillea (Anthemideae) Cinsi Filipendulinae ve Santolinoidea Seksiyonlarına Ait Yedi Türün Uçucu Yağ Kompozisyonları ve Antimikrobiyal Aktivite Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Haktanır, K. ve Arcak, S., 1998. Çevre Kirliliği, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1503, Ankara.
- Hallivel, B. ve Aruoma, O. I., 1991. DNA Damage by Oxygen-Derived Species: Its Mechanisms and Measurement in Mammalian Systems, FEBS Lett, 281, 9-19.
- Halliwell, B., Aeschbach, R., Löliger, J. ve Aruoma, O.I., 1995, The Characterization of Antioxidants, Food and Chemical Toxicology, 33, 601-617.
- Heleno, S.A., Barros, L., Sousa, M.J., Martins, A. ve Ferreira, I.C.F.R., 2009. Study and Characterization of Selected Nutrients in Wild Mushrooms from Portugal by Gas Chromatography and High Performance Liquid Chromatography, Microchemical Journal 93, 195-199.
- Hobbs, C., 1995. Medicinal Mushrooms, Botanica Press, 10226 Empire Grade, Santa Cruz, CA 95060.
- Horyna, J., 1991. Wild Mushrooms – The Most Significant Source of Internal Contamination. Isotopenpraxis, 27,1, 23–24.
- Hwang, H.J., Kim, S. W., Choi, J.W. ve Yun, J.W., 2003. Production and Characterization of Exopolysaccharides from Submerged Culture of *Phellinus linteus* KCTC 6190, Enzyme and Microbial Technology, 33, 309-319.
- ICRP (International Commission on Radiological Protection), 1996. Radiological Protection and Safety in Medicine.
- IAEA (International Atomic Energy Agency), 1994. Intervention criteria in a Nuclear or Radiation Emergency, Safety Series No. 109.
- İlbay, M.E., Günay, A., 1992. Sterilizasyon, talaş ve *Pleurotus sajor-caju*. I. Ulusal Orman Ürünleri Kongresi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, 229-240, Trabzon.
- İlter, S., 2012. Antikanserojen Aktivitesi Bilinen Bazı Şifalı Bitkilerdeki Radyoaktivite Konsantrasyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.

- Jonathan S.G. ve Fasidi, I.O., 2003. Antimicrobial Activities of Two Nigerian Edible Macro-Fungi-*Lycoperdon pusillum* (Bat. Ex) and *Lycoperdon giganteum* (Pers.), African Journal of Biomedical Research, 6, 85-90.
- Kalac, P., 2001. A Review of Edible Mushroom Radioactivity, Food Chem., 75, 29–35.
- Kalac, P., 2009. Chemical Composition and Nutritional Value of European Species of Wild Growing Mushrooms: A review, Food Chemistry, 69, 273–281.
- Kalyoncu, F., Oskaya, M. ve Kayalar, H., 2010. Antioxidant Activity of the Mycelium of 21 Wild Mushroom Species, Mycology, 1, 3, 195–199.
- Kammerer, L., Hiersche, L. ve Wirth, E., 1994. Uptake of Radiocaesium by Different Species of Mushrooms, Journal of Environmental Radioactivity, 23, 135–150.
- Karaman İ., Şahin F., Güllüce M., Ögütçü H., Şengül M. ve Adıgüzel A., 2003. Antimicrobial Activity of Aqueous and Methanol Extracts of *Juniperus oxycedrus* L, Journal of Ethnopharmacology, 85 , 231–235.
- Kışlalıoğlu, M. ve Berkes, F., 1994. Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Kirchner, G. ve Daillant, O., 1998. Accumulation of ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra and Radioactive cesium by Fungi, The Science of the Total Environment, 222, 63–70.
- Knudsen, H. ve Vesterholt, J., 2008. Funga Nordica, Copenhagen, Nordsvamp. 40-250.
- Kolaylı, S., 2014. Biyolojik Aktivite, Basılmamış Ders Notları.
- Küçükumuzlu, B., 2003. Sterilizasyon ve Formaldehit Uygulamaları ile Torba Ağrılıklarının Örtü Altında Yetiştirilen Pleurotus Mantar Türlerinin Gelişme, Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Lescey, K. M. W., Lisa, G. W. ve Manohar, L. G., 2006. Methodology for the Determination of Biological Antioxidant Capacity in Vitro: A Review, Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 2046-2056.
- Linnaeus, C., 1753. Species Plantarum, Holmiae.
- Liu, J., Jia, L., Kan, J. ve Jin, C., 2013. In Vitro and in Vivo Antioxidant Activity of Ethanolic Extract of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*), Food and Chemical Toxicology, 51, 310–316.
- Lo, K.M. ve Cheung, P.C.K., 2005. Antioxidant Activity of Extracts From the Fruiting Bodies of *Agrocybe aegerita* var. *alba*, Food Chemistry, 89, 533–539.
- Lönnroth, T., Lill, J.O., Björkholm, A., Haavisto, T. ve Slotte, J. M. K., 2011. Activities of the ⁷Be and ¹³⁷Cs Nuclides in Mushrooms from Southern and Western Finland, Proceedings Radiochimica Acta, 1, 233–235.

- Madigan T.M. ve Martinko, M.J., 2010. Mikroorganizmaların Biyolojisi, 11. bas., Cumhuriyet Yayınları, Ankara.
- Malinowska, E., Szefer, P. ve Bojanowski, R. 2006. Radionuclides Content in *Xerocomus Badius* and Other Commercial Mushrooms from Several Regions of Poland, Food Chemistry, 97, 19–24.
- Manzi, P., Aguzzi, A. ve Pizzoferrato, L., 2001. Nutritional Value of Mushrooms Widely Consumed in Italy, Food Chem., 73, 321-325.
- Mattila, P., Outila, T., Piironen, V. ve Lamberg-Allardt, C., 1999. Bioavailability of Vitamin D from Edible Mushrooms (*Chanterellus tubaeformis*) as Measured with Human Bioassay, Am.J.Clin.Nutr., 69, 94-98.
- Mattila, P., Konko, K., Euroala, M., Pihlava, J., Astola, J., Vahteristo, L., Hietaniemi, V., Kumpulainen, J., Valtonen M. ve Piironen, V., 2001. Contents of Vitamins, Mineral Elements and Some Phenolic Compounds in Cultivated Mushrooms, J. Agric. Food Chem., 49, 2343-2348.
- Mau, J., Chao, G. ve Wu, K., 2001. Antioxidant Properties of Methanolic Extracts from Several Ear Mushrooms, J. Agric. Food Chem., 49, 11.
- Mau, J., Lin, H. ve Song, S., 2002a. Antioxidant Properties of Several Specialty Mushrooms, Food Research International, 35, 519–526.
- Mau, J., Lin, H. ve Chen, C., 2002b. Antioxidant Properties of Several Medicinal Mushrooms, J. Agric. Food Chem., 50, 6072-6077.
- Mau, J., Chang, C., Huang, S. ve Chen, C., 2004. Antioxidant Properties of Methanolic Extracts from *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* and *Termitomyces albuminosus* Mycelia, Food Chemistry, 87, 111–118.
- Mauro, A.D., Fallico B., Passerini A., Rapisarda P. ve Maccarone E., 1999. Recovery of Hesperidin from Orange Peel By Concentration of Extract on Strenedivinylbenzene Resin, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47, 4391-4397.
- MEB (Millî Eğitim Bakanlığı), 2012, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Aile Ve Tüketici Hizmetleri Toprak Kirlilik Kaynakları, 850CK0076, Ankara.
- MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), 2007. Gıda Teknolojisi, Gıdalarda Ham Protein Tayini, Ankara.
- Melquiades, F.L. ve Appoloni, C.R., 2004. Natural Radiation Levels in Powdered Milk Samples. Ciência. Tecnologia de Alimentos, 24, 4, 501-504.
- Metin, İ., Güngör, H. ve Çolak, Ö.F., 2013. Ülkemizdeki Bazı Mantar ve Mantar Ürünlerinin Dış Ticareti Üzerine Bir Araştırma ve Küresel Pazarlanmasına Yönelik Öneriler, Mantar Dergisi/ The Journal of Fungus, 4, 2, 1-9.

- Mietelski, J. W. ve Jasinska, M., 1996. Radiocesium in Billberries from Poland: Comparison with Data for Mushroom Samples, Journal of Radioecology, 4, 15–25.
- Mietelski, J. W., Baeza, A. S., Guillen, J., Buzinny, M., Tsigankov, N. ve Gaca, P., 2002. Plutonium and Other Alpha Emitters in Mushrooms from Poland, Spain and Ukraine. Applied Radiation & Isotopes, 56, 717–729.
- Nagaraj, K., Mallikarjun, N., Naika, R. ve Venugopal T.M., 2014. Antioxdative Activities of Wild Macro Fungi *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., Asian J Pharm Clin Res, 7, 2, 166-171.
- Nizamlıoğlu, N.M., Nas, S., 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5, 1, 20-35.
- Özemre, A.Y., Bayülken, A. ve Gençay, Ş., 2000. 50 Soruda Türkiye'nin Nükleer Enerji Sorunu Kitapçığı, İstanbul.
- Öztürk Demirata, B., 2012. Proje Danışmanlığı Eğitim Çalıştayı Sunumu, Çanakkale.
- Nwachukwu, E. ve Nwachukwu, H.O., 2010. Antimicrobial Activity of Some Local Mushrooms on Pathogenic Isolates, Journal of Medicinal Plants Research, 4, 23, 2460-2465.
- Palacios, I., Lozano, M., Moro, C., D'Arrigo, M., Rostagno, M.A., Martínez J.A., García-Lafuente, A., Guillamón, E. ve Villares, A., 2011. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds Occurring in Edible Mushrooms, Food Chemistry, 128, 674-678.
- Patrabansh, S. ve Madan, M., 1997. Studies on Cultivation, Biological Efficiency and Chemical Analysis of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer on Different Bio-wastes, Acta Biotechnologica, 17, 2, 107-122.
- Pekşen, A., 2013. Mantarların İnsan Hayatı ve Sağlığındaki Yeri, Bahçe Haber, 2, 1, 10-15.
- Pekşen, A., Kibar, B. ve Yakupoğlu, G., 2007. Yenilebilir Bazı *Lactarius* Türlerinin Morfolojik Özelliklerinin, Protein ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 22,3, 301-305.
- Puttaraju, N.G, Upparahalli, S., Venkatesharah, Dharmesh, S.M., Urs, S.M.N. ve Somasundaram, R., 2006. Antioxidant Activity of Indigenous Edible Mushrooms, J. Agric. Food Chem.,54, 9764-9772.
- Reis, F. S., Barros, S., Martins, A., Ferreira, I.C.F.R., 2011. Chemical Composition and Nutritional Value of The Most Widely Appreciated Cultivated Mushrooms: An Inter-Species Comparative Study, Food and Chemical Toxicology, 50, 191–197.

- Rosa, M. M. L., Maihara, V.A., Taddei, M.H.T., Silva, M.A. ve Ferreira, M.T., 2011. Determination of ^{228}Th , ^{232}Th ve ^{228}Ra in Wild Mushroom from a Naturally High Radioactive Region in Brazil, 2011 International Nuclear Atlantic Conference, Belo Horizonte, MG, Brazil, October 24-28.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M. L., Wasserman, S.A., Minorsiky, P.V. ve Jackson, R.B., 2013. Biyoloji, (Çev: Gündüz, E. ve Türkan, İ.), Palme Yayıncılık, Ankara.
- Rosa, M.M.L., Maihara, V.A., Taddei, M.H.T. ve Dias, F.F., 2009. Sequential Determination Of U and Th Isotopes, ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Pb and ^{210}Po in Mushroom, International Nuclear Atlantic Conference - INAC , Rio de Janeiro,RJ, Brazil, September 27 -October 2.
- Rosa, M. M. L., Maihara, V.A., Taddei, M.H.T., Silva, M.A. ve Ferreira, M.T., 2011. Determination of ^{228}Th , ^{232}Th and ^{228}Ra in Wild Mushroom from a Naturally High Radioactive Region in Brazil, International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2011,Belo Horizonte,MG, Brazil, October 24-28.
- Ruhm, W., Kammere, L., Hiersche, L. ve Wirth, E., 1997. The $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$ Ratio in Fungi As Indicator of The Major Mycelium Location in Forest Soil, Journal of Environmental Radioactivity, 35, 2, 129-148.
- Ryan, K.J., Ray, C.G., 2004. Sherris Medical Microbiology (4th ed. bas.). ISBN 0-8385-8529-9.
- Sanmae, R., Dell, B., Lumyong, P., Izumori, K., Lumyong, S., 2003. Nutritive Value of Popular Wild Edible Mushrooms from Northern Thailand, Food Chemistry, 82, 527-532.
- Sarıkürkçü, C., Semiz, D.K. ve Solak, M.H., 2006. *Lycoperdon perlatum* Pers., *Agaricus bisporus* (Lge.) Imbach ve *Gomphus clavatus* S. F. Gray. Mantarlarının Çeşitli Çözücü Özütlelerinin in vitro Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Mayıs, Bolu, Bildiriler Kitabı, 961-962.
- Slinkard, K. ve Singleton, V.L., 1977. Total Phenol Analyses: Automation and Comparison with Manual Methods, American Journal of Enology and Viticulture, 28, 49-55.
- Skuterud, L., Travnikova, I.G., Balonov, M.I., Strand, P. ve Howard, B.J., 1997. Contribution of Fungi to Radiocaesium İntake by Rural Populations in Russia, Science of the Total Environment, 193, 237-242.
- Sohrabi, M., 1998. The State-of-the-Art on Worldwide Studies in Some Environments with Elevated Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM), Applied Radiation and Isotopes, 49,3, 169-188.
- Song, Y.S, Kimb, S., Sa, J., Jin, C., Limd, C. ve Park, E., 2003. Anti-angiogenic, Antioxidant and Xanthine Oxidase Inhibition Activities of the Mushroom *Phellinus linteus*, Journal of Ethnopharmacology, 88, 113-116.

- Sugiyama, H., Terada, H., Shibata, H., Morita, Y. ve Katod, F., 2000. Radiocesium Concentrations in Wild Mushrooms and Characteristics of Cesium Accumulation by the Edible Mushroom (*Pleurotus ostreatus*), Journal of Health Science, 46, 5, 370–375.
- Sümer, S., 2000. Genel Mikoloji, Nobel Basımevi: Ankara, 1.
- Şahin, G., 2006. Türkiye’den Toplanan Bazı Paeonia Türlerinin Antibakteriyel Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şen, C., 2011. *Hibiscus sabdariffa* L. Bitkisinin Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Edirne Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu), 2007. Türkiye İçin Doz Değerlendirmeleri, ISBN 975-8898-19-1, Çernobil Serisi No: 7, 2. Basım, Ankara.
- Tambekar D.H., Sonar T.P., Khodke, M.V. ve Khante B.S., 2006. The Novel Antibacterials from Two Edible Mushrooms, *Agaricus bisporus* and *Pleurotus sajor-kaju* , International Journal of Pharmacology, 2, 5, 584-587.
- Tamer, A.Ü., Gücin, F., 2005. Mikolojiye Giriş.
- Tatçı, Ç., 1999. Bazı Bitki Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Tekerlek, P., 2013. Bazı Bryofit Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Niğde.
- Toprak, İ., Şenol, Ş., Yüksel, B., Özer, H., Çakır, B., Bideci, E., 2002. Toplumun Beslenmede Bilinçlendirilmesi, Saha Personeli İçin Toplum Beslenmesi Programı Eğitim Materyali, Ankara.
- Toth, B., 1995. Mushroom Toxins and Cancer (review), Int. J. Oncol., 6, 1, 45-137.
- Turhan, Ş., Köse, A. ve Varınlıoğlu, A., 2007. Radioactivity Levels in Some Wild Edible Mushroom Species in Turkey, Isotopes in Environmental and Health Studies, 43, 3, 249–256.
- Türkoğlu, A. ve Gezer K., 2008. Buldan Yöresi Makrofungusları, Buldan Sempozyumu. Kasım, Buldan, Bildiriler Kitabı, 377-388.
- Türkoğlu, A., Kıvrak, I., Mercan, N., Duru M.E., Gezer, K. Ve Türkoğlu, H., 2006. Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Morchella conica* Pers., African Journal of Biotechnology, 5, 11, 1146-1150.

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), 2000. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, New York.

URL-1 : http://tr.wikipedia.org/wiki/Mantarlar#cite_ref-t_3-0 30 Aralık 2014.

URL-2 : <http://tr.wikipedia.org/wiki/Chytridiomycota> 30 Aralık 2014.

URL-3: http://cnx.org/contents/b95751e9-54aa-43b99bb0406671635905@7/Kingdom_Fungi 05 Şubat 2015.

URL-4: <http://cnx.org/contents/m47343/latest/?collection=col11569/1.10> 05 Şubat 2015.

URL-6 : www.klimik.org.tr/wp-content/uploads/2012/.../1282011115036-41.pdf 05 Şubat 2015.

URL-7:

<http://www.tzob.org.tr/Bas%C4%B1nOdas%C4%B1/Haberler/ArtMID/470/ArticleID/718/199ift231i-i231in-yeni-f%C4%B1rsat-kap%C4%B1s%C4%B1-k252lt252r-mantar%C4%B1-252retimi%E2%80%A6> 05 Nisan 2015.

URL-8 : http://tr.wikipedia.org/wiki/Biftek_mantar%C4%B1 05 Şubat 2015.

URL-9 : http://en.wikipedia.org/wiki/Meripilus_giganteus 05 Şubat 2015.

URL-10 : http://tr.wikipedia.org/wiki/Agaricus_bisporus 05 Mart 2015

URL-11 : http://en.wikipedia.org/wiki/Pleurotus_ostreatus 05 Şubat 2015.

URL-12 : http://tr.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus_aureus 05 Şubat 2015.

URL-13 : web.mst.edu/microbio/BIO221-205 05 Şubat 2015.

URL-14 : http://tr.wikipedia.org/wiki/Candida_albicans 05 Şubat 2015.

URL-15

<http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFA AF6AA849816B2EF26F852CBE7BDEC0D> 05 Şubat 2015.

URL-16 : <http://tr.wikipedia.org/wiki/Salmonella> 05 Şubat 2015.

URL-17

<http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFA AF6AA849816B2EF26F852CBE7BDEC0D> 05 Şubat 2015.

URL-18 : http://tr.swewe.net/word_show.htm/?342026_1&Uranyum_Zehirlenme 12 Nisan 2015.

- URL-19:<http://www.milliyet.com.tr/potasyumun-azi-da-cogu-da-tehlikeli/gundem/ydetay/1726788/default.htm> 12 Nisan 2015.
- Uyar, B.B., Karadağ, M.G., Şanlıer, N., Günyel, S., 2013. Toplumumuzda Sıklıkla Kullanılan Bazı Bitkilerin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Saptanması, Gıda, 38, 1, 23-29.
- Uysal, E., 2014. Türkiye’de Mantar Piyasası Ve Hanehalkı Mantar Tüketim Davranışları (Antalya İli Kentsel Alan Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Valentao, P., Andrade, P.B., Rangel, J., Ribeiro, B., Silva, M. B., Baptista, P. ve Seabra, R.M., 2005. Effect of the Conservation Procedure on the Contents of Phenolic Compounds and Organic Acids in Chanterelle (*Cantharellus cibarius*) Mushroom, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 4925-4931.
- Vaz Josiana, Barros, L., Martins, A., Santos-Buelga C., Vasconcelos, M.H. ve Ferreira, I.C.F.R., 2011. Chemical Composition of Wild Edible Mushrooms and Antioxidant Properties of Their Water Soluble Polysaccharidic and Ethanolic Fractions, Food Chemistry, 126, 610–616.
- Voigt, K., Vaas, L., Stielow, B. ve De Hoog, G.S., 2013. The Zygomycetes in A Phylogenetic Perspective, Personnia, 30, 1-4.
- Yaralı, E., 2014. Gıda Kimyası, Basılmamış Ders Notları, 63.
- Yakupoğlu, G., 2007. Farklı Yetiştirme Ortamlarının *Ganoderma Lucidum* (Fr.) Karst. Mantarının Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü, Samsun.
- Yaltırak, T., Aslım, B., Öztürk, S. ve Allı, H., 2009. Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Russula delica* Fr., Food and Chemical Toxicology, 47, 2052–2056.
- Yang, J., Linb, H. ve Maub, J., 2002. Antioxidant Properties of Several Commercial Mushrooms, Food Chemistry, 77, 229–235.
- Yoshida, S., Muramatsu, Y. ve Ogawa, M., 1994. Radiocesium Concentrations in Mushrooms Collected in Japan, Journal of the Environmental Radioactivity, 22, 141-154.
- Yıldız, S., 2000. Mikoloji Laboratuar Teknikleri, Basılmamış Yüksek Lisans Ders Notu, Trabzon.
- Yıldız, A., Yeşil, Ö.F., Yavuz, Ö., Karakaplan, M., 2005. Organic Elements and Protein in Some Macrofungi of Southeast Anatolia in Turkey. Food Chemistry, 89, 605– 609.
- Wang, J., Wang, C., Lai, S. ve Lin, Y., 1998. Radioactivity Concentrations of ¹³⁷Cs and ⁴⁰K in Basidiomycetes Collected in Taiwan, Appl. Radiat. Isot., 49, 29-34.

Whittaker R.H., 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. Science, 163, 150–160.

ÖZGEÇMİŞ

15.10.1990 yılında Adıyaman'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adıyaman'da tamamladı. 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2012 yılında lisans eğitimini tamamladı ve Orman Endüstri Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 2012 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 15-30.11.2014 tarihinde MUSİAD tarafından düzenlenen DOKA destekli projenin eğitim seminerinde kayın mantarı yetiştiriciliği konusunda uzman sertifikası almaya hak kazanmıştır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

ESERLER

- 1) Okan, O.T., Yıldız, S., **Yılmaz, A.**, Barutçuyan, J., Deniz, İ., 2013. Wild Edible Mushrooms Having an Important Potential in East Black Sea Region, International Causian Forestry Symposium, 24-26 October, Artvin.
- 2) **Yılmaz, A.**, Okan, O.T., Yıldız, S., Deniz, İ., 2014. Doğal Olarak Yetişen ve Yenebilen Bazı Mantar Türlerinde Radyoaktif Kirliliğinin İncelenmesi, 1.Mikoloji Günleri, 01-04 Eylül, Erzurum.
- 3) **Yılmaz, A.**, Yıldız, S., Tabbouche, S., Kılıç, A.O., Can, Z., 2015. Ihlamur (*Tilia tomentosa*) Yapraklarında Yetiştirilen *Pleurotus ostreatus* Mantarının Toplam Polifenol, Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi, Ekoloji Sempozyumu, 06-09 Mayıs, Sinop.
- 4) **Yılmaz, A.**, Yıldız, S., Yıldız, Ü.C. 2015. 'Antibakteriyel ve Antioksidan Aktiviteye Sahip Bazı Mantarların Farklı Endüstrilerde Değerlendirilme Olanakları' adlı çalışma ile 21-22.05.2015 tarihinde İzmir'de gerçekleştirilmiş olan 3. Gıda Ar-Ge Proje Pazarı'nda 450 proje arasından ilk 60'a girerek sunum yapmaya hak kazanmıştır.
- 5) **Yılmaz, A.**, Yıldız S. 2014. 'Modaya Tasarruflu Uyum Sağla' adlı çalışma ile 22-23.12.2014 tarihinde Mersin'de gerçekleştirilmiş olan 2. Mobilya Ar-Ge proje pazarında ilk 30'a girerek finalist olmuş ve özel sunum yapmaya hak kazanmıştır.