

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BAZI YENİR ÖZELLİKTEKİ MAKROFUNGUSLARIN
BİYOKİMYASAL VE ANTİOKSİDAN PROFİLLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Nergiz DEMİRTAŞ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2021**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI YENİR ÖZELLİKTEKİ MAKROFUNGUSLARIN BİYOKİMYASAL VE ANTİOKSİDAN PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ

Nergiz DEMİRTAŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özlem YILDIRIM

Yenilebilir makrofungusların besinsel ve fizyolojik açıdan yararlı sağlıklı gıdalar oldukları bilinmektedir. Bu çalışmada ülkemiz makrofungus bakımından zengin bölgelerinden toplanan altı örneğin temel bileşenleri, besin değerleri, biyokimyasal ve antioksidan içerikleri araştırılarak sahip olduğu potansiyeller ortaya çıkarılmıştır. Tüm örneklerin düşük yağ içerikleri, çoğunlukla; linoleik, oleik, palmitik, stearik asit ile ergosterol, ergosta ve lanosta tip sterollerden oluşmaktadır. Protein içeriği 6.44 ± 0.90 - 55.05 ± 1.65 g/100g kuru-ağırlık, en yüksek *Lepista nuda* örneğinde, diyet lif miktarı 16.54 ± 1.16 - 54.82 ± 3.84 g/100g kuru-ağırlık en yüksek *Heridium corallaides* örneğinde tespit edilmiştir. Tüm örneklerin FTIR spektroskopisinde en baskın özellikleri oligosakkarit yapıları: β glukanlar olmuştur. Etanol özütlerinin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları sırasıyla; 5.73-19.34 GAE mg/g, 4.62-23.54 RE mg/g'dır. En yüksek antioksidan aktivite DPPH IC₅₀ değeri 4.13 mg/g *Suillus collinitus* örneğindedir. UPLC yöntemi ile tespit edilen; şekerler arabinoz, fruktoz, glukoz, mannitol ve trehaloz olurken iki örnekte organik asitlerden oksalik asit ve şikimik asit miktarları oldukça yüksektir. Fenolik bileşiklerden siringiç, trans-sinamik, elagik asit, kateşin, mirsetin, rutin ve kuersetin bulunmuştur. Özütlerin tümü antioksidan savunma enzimlerinden GST ve GPx aktivitesini, beş örnek özütü invitro SOD aktivitesini arttırmıştır. UPLC cihazında C₁₈ kolonda yürütüldükten sonra fraksiyon kollektör ünitesinde ayrılan *Suillus collinitus* özütüne ait fenolik fraksiyonların analizleri ile bu etkilerini sırasıyla; siringiç asit, rutin ve kuersetin fenolikleri ile sağlayabildiği gösterilmiştir. Böylece antioksidan mekanizmayı, içeriğindeki fenolik ve flavonoidlerle aktive ettiği ancak özüt bileşemindeki aktivasyon ve inhibisyon oluşturan birçok maddenin buna katkısı olduğu düşünülmüştür.

Haziran 2021, 107 sayfa

Anahtar Kelimeler: Makromantarlar, Besin Değeri, Polifenol, HPLC yöntemi, Fraksiyon Kolektör, Oksalik asit, Şikimik asit, Siringiç asit, Rutin, Kuersetin, *Suillus collinitus*.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

BİOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTİOXİDANT CONTENTS OF SOME EDİBLE MACROFUNGİ

Nergiz DEMİRTAŞ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof.Dr. Özlem YILDIRIM

Edible macrofungi are known to be nutritionally and physiologically beneficial healthy foods. In this study; nutritional values, biochemical and antioxidant contents of six samples were investigated and their potentials were revealed. Although all samples contain low fat, mostly; It consists of linoleic, oleic, palmitic, stearic acid and ergosterol, ergosta and lanosta type sterols. The protein content was 6.44 ± 0.90 - 55.05 ± 1.65 g/100g dry-weight; the highest *Lepista nuda* sample, dietary fiber amount 16.54 ± 1.16 - 54.82 ± 3.84 g/100g dry-weight; at the highest was detected in *Herichium corallaides* sample. The most dominant features of all samples in FTIR spectroscopy were oligosaccharide structures: β glucans. Total phenolic and flavonoid substance amounts of ethanol extracts were respectively; 5.73-19.34 GAEmg/g, 4.62-23.54 REmg/g. The highest antioxidant activity DPPH IC₅₀ value is 4.13 mg/g in *Suillus collinitus* sample. Detected by UPLC method; While the free sugars are arabinose, fructose, glucose, mannitol and trehalose, the amounts of oxalic acid and shikimic acid from organic acids are quite high in two samples. Syringic, trans-cinnamic, ellagic asit, catechin, myrcetin, rutin and quercetin were determined among phenolic compounds. All of the extracts increased GST and GPx activity of antioxidant defense enzymes, and five extracts increased SOD activity in vitro. With the phenolic fractions of the *Suillus collinitus* extract separated in the fraction collector unit after running in the C₁₈ column, it has been shown that it can achieve these effects respectively with syringic acid, rutin and quercetin. Thus, it is thought that it activates the antioxidant mechanism with the phenolic and flavonoids it contains, but many substances contribute to this.

June 2021, 107 pages

Keywords: Mushroom, Nutritional Value, Polyphenol, HPLC Method, Fraction Collector, Oxalic acid, Shikimic acid, Syringic acid, Rutin, Quercetin, *Suillus collinitus*.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında ülkemiz doğal zenginliklerinden olan yabani makrofungusların besin ve antioksidan özelliklerine dikkat çekilmiştir. Çalışma biyokimya ve gıda bilimleri açısından çok yönlü olarak ortaya konmuştur.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini, güler yüzünü ve samimiyetini esirgemeyen her zaman olumlu ve anlayışlı yaklaşımlarıyla gelişimime çok büyük katkıları olan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Özlem YILDIRIM'a teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum. Çalışmam boyunca her zaman yol gösteren ve eksiklerimi tamamlamamı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Arzu ÇÖLERİ CİHAN ve Prof. Dr. Ece KONAÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Makrofungus türlerin teşhisi sürecinde yardımlarını esirgemeyen hocam Doç. Dr. Ilgaz AKATA'ya, biyokimya laboratuvarımızda çalışma arkadaşlarım olan Dr. Naznosh Shomali ve Okan ONAR'a, Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünde beraber çalıştığım başta Melike AYZATEK, Dr. Serap BİLGİN ÇINAR ve saygıdeğer müdürüm Yusuf VARLIK'a katkılarından ve anlayışlarından ötürü çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen annem Aynur ÖZGÜÇ'e ve makrofungus türlerinin toplanmasında da büyük emeği olan sevgili babam Mehmet ÖZGÜÇ'e, bu hayattaki en büyük şansım olan eşim Utku DEMİRTAŞ, oğlum Utkan, kızım Melisa ve tüm aileme her zaman yanımda oldukları için en derin duygularla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, “Bazı Yenir Özellikteki Makrofungusların Biyokimyasal ve Antioksidan Profillerinin Belirlenmesi” başlıklı, 18L0430002 nolu, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Nergiz DEMİRTAŞ
Ankara, Haziran 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Makrofungusların Yapısal ve Fizyolojik Özellikleri	2
1.2 Mantarların Besinsel ve Tıbbi Özellikleri.....	4
1.3 Makrofunguslardaki Antioksidan Özellik Gösteren Bileşikler.....	8
2. KAYNAK ÖZETLERİ ve KURAMSAL TEMELLER.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1 Materyal.....	26
3.1.1 Makrofungus örneklerinin toplanması ve tespiti	26
3.1.2 Makrofungus örneklerinin saklanması ve analize hazırlanması.....	28
3.2 Yöntem	29
3.2.1 Makrofungus özütlerinin hazırlanması.....	29
3.2.2 Temel bileşenlerin tespiti	29
3.2.3 FTIR analizi ile makromoleküllerin tespiti.....	30
3.2.4 Diyet lif içeriğinin tespiti ve besin değerlerinin hesaplanması	32
3.2.5 Şekerlerin UPLC ile tespiti	33
3.2.6 Toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarının belirlenmesi.....	33
3.2.7 Organik asitlerin UPLC ile belirlenmesi.....	34
3.2.8 Fenolik bileşikler ve flavonoidlerin UPLC ile tespit edilmesi.....	34
3.2.9 Yağ asidi ve sterol kompozisyonlarının GC ile belirlenmesi	35
3.2.10 Toplam antioksidan miktarı DPPH yöntemi	35
3.2.11 Makrofungus özütlerinin glutatyon-S-transferaz (GST) enzim aktivitesine etkileri analizi ..	36
3.2.12 Makrofungus özütlerinin glutatyon peroksidaz (GPx) enzim aktivitesine etkilerinin analizi	36
3.2.13 Makrofungus özütlerinin katalaz (KAT) enzim aktivitesine etkilerinin analizi	37
3.2.14 Makrofungus özütlerinin süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesine etkilerinin analizi	37
3.2.15 <i>Suillus collinitus</i> özütün fraksiyon kollektör ile fraksiyonlara ayrılması	38
3.2.16 Fraksiyonların GST, GPx ve SOD analizleri	39
3.2.17 İstatistiksel Analiz	39
4. ANALİZ VE BULGULAR	40
4.1 <i>Hericium coralloides</i> Bulguları	40
4.2 <i>Sparassis crispa</i> Bulguları	45
4.3 <i>Suillus granulatus</i> Bulguları.....	50
4.4 <i>Macrolepiota procera</i> Bulguları.....	55

4.5 <i>Lepista nuda</i> Bulguları	60
4.6 <i>Suillus collinitus</i> Bulguları.....	65
4.7 Makrofungus Örneklerinden Elde Edilen Tüm Verilerin Kıyaslanması	71
4.8 <i>Suillus Collinitus</i> 'a Ait Fraksiyonların GST, GPx ve SOD Analiz Sonuçları	78
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR.....	91
EK 1 Şeker bileşenleri ve organik asitler UPLC kromatogram örnekleri	104
EK 2 Yağ asidi ve sterol kompozisyonu GC kromatogram örnekleri	105
EK 3 Fenolik ve flavonoid bileşikler UPLC kromatogram örneği.....	106
ÖZGEÇMİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat
Al ₂ Cl ₄	Alüminyum klorür
H ₂ SO ₄	SülfirikAsit
NaOH	Sodyumhidroksit
NH ₄	Amonyum
Nm	Nanometre
Rpm	Dakikada Devir

Kısaltmalar

ACE	Hipolipidemik
ARE	Antioksidan yanıt elemanı
DPPH	2- difenil-1-pikrilhidrazil
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GC	Gaz Kromatografisi
GPx	Glutasyon Peroksidaz enzimi
GSH	Glutasyon
GSSG	Yükseltgenmiş Glutasyon
GST	Glutasyon S Transferaz enzimi
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
KAT	Katalaz enzimi
KH	Karbonhidrat
KM	Kuru Madde
Nrf ₂	NF-E ₂ ile ilgili faktör 2
OH	Hidroksil
RE	Rutin eşdeğeri
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
RSA	Radical Scavenging Activity
SOD	Süper Oksit Dismutaz enzimi
UPLC	Ultra Performance Liquid Chromatography
UV	Ultraviyoleışık

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Mantar yapıları şematik gösterimi ve misel yapısı makroskopik görüntüsü	3
Şekil 1.2 Polisakkarit, β -glukan bağlarının yapısı	9
Şekil 1.3 Ergosterol kimyasal yapısı	11
Şekil 1.4 Antioksidan sistem ve antioksidan moleküller şematik gösterimi	12
Şekil 1.5 Fenolik Asitler a) Hidroksibenzoik asitler b) Hidroksisinamik asitler	15
Şekil 1.6 Flavonoidlerin yapısal formülleri	16
Şekil 3.1 Makrofungus örneklerinin toplandığı bölgenin uydu fotoğrafı	26
Şekil 3.2 <i>Macrolepiota procera</i> 'ya ait yetiştirme alanı, şapka, yüzük, sap fotoğrafları	26
Şekil 3.3 <i>Lepista nuda</i> 'ya ait farklı açılardan çekilmiş fotoğraflar	27
Şekil 3.4 Toplanan makrofunguslara ait spor izi görüntüsü örneği	28
Şekil 3.5 Toplanan makrofunguslara ait mikroskopik görüntüler, spor şekilleri	28
Şekil 3.6 FTIR Spektrumu Spektral bölgeler (Meenu ve Xu 2019)	31
Şekil 3.7 Fraksiyonlama yöntemi; UPLC kromatogramı üzerinde gösterimi	39
Şekil 4.1 <i>Hericium coralloides</i> fotoğrafı	40
Şekil 4.2 <i>Hericium coralloides</i> FTIR spektrumu	41
Şekil 4.3 <i>Hericium Corallaides</i> GST enzim aktivitesi grafiği	43
Şekil 4.4 <i>Hericium Corallaides</i> GPx enzim aktivitesi grafiği	43
Şekil 4.5 <i>Hericium Corallaides</i> KAT enzim aktivitesi grafiği	44
Şekil 4.6 <i>Hericium Corallaides</i> SOD enzim aktivitei grafiği	44
Şekil 4.7 <i>Sparassis crispa</i> fotoğrafı	45
Şekil 4.8 <i>Sparassis crispa</i> FTIR spektrumu	46
Şekil 4.9 <i>Sparassis crispa</i> GST enzim aktivite grafiği	48
Şekil 4.10 <i>Sparassis crispa</i> GPx enzim aktivite grafiği	48
Şekil 4.11 <i>Sparassis crispa</i> KAT enzim aktivite grafiği	49
Şekil 4.12 <i>Sparassis crispa</i> SOD enzim aktivite grafiği	49
Şekil 4.13 <i>Suillus granulatus</i> fotoğrafı	50
Şekil 4.14 <i>Suillus granulatus</i> FTIR spektrumu	51
Şekil 4.15 <i>Suillus granulatus</i> enzim aktivitesi grafiği	53
Şekil 4.16 <i>Suillus granulatus</i> enzim aktivitesi grafiği	53
Şekil 4.17 <i>Suillus granulatus</i> KAT enzim aktivitesi grafiği	54
Şekil 4.18 <i>Suillus granulatus</i> SOD enzim aktivitesi grafiği	54
Şekil 4.19 <i>Macrolepiota procera</i> fotoğrafı	55
Şekil 4.20 <i>Macrolepiota procera</i> FTIR spektrumu	56
Şekil 4.21 <i>Macrolepiota procera</i> GST enzim aktivitesi grafiği	58
Şekil 4.22 <i>Macrolepiota procera</i> GPx enzim aktivitesi grafiği	59
Şekil 4.23 <i>Macrolepiota procera</i> KAT enzim aktivitesi grafiği	59
Şekil 4.24 <i>Macrolepiota procera</i> SOD enzim aktivitesi grafiği	60
Şekil 4.25 <i>Lepista nuda</i> fotoğrafı	60
Şekil 4.26 <i>Lepista nuda</i> FTIR spektrumu	61

Şekil 4.27 <i>Lepista nuda</i> GST enzim aktivitesi grafiği.....	63
Şekil 4.28 <i>Lepista nuda</i> GPx enzim aktivitesi grafiği	64
Şekil 4.29 <i>Lepista nuda</i> KAT enzim aktivitesi grafiği	64
Şekil 4.30 <i>Lepista nuda</i> SOD enzim aktivitesi grafiği	65
Şekil 4.31 <i>Suillus collinitus</i> fotoğrafı.....	65
Şekil 4.32 <i>Suillus collinitus</i> FTIR spektrumu.....	66
Şekil 4.33 <i>Suillus collinitus</i> GST enzim aktivitesi grafiği.....	69
Şekil 4.34 <i>Suillus collinitus</i> GPx enzim aktivitesi grafiği	69
Şekil 4.35 <i>Suillus collinitus</i> KAT enzim aktivitesi grafiği	70
Şekil 4.36 <i>Suillus collinitus</i> SOD enzim aktivitesi grafiği	70
Şekil 4.37 Antioksidan aktivite RSA (Radical Scavenging Activity) % değerleri grafiği	73
Şekil 4.38 Tüm örneklere ait glutatyon peroksidaz enzim aktivite değerleri	76
Şekil 4.39 Tüm örneklere ait glutatyon-S-transferaz enzim aktivite değerleri	76
Şekil 4.40 Tüm örneklere ait süperoksit dismutaz enzim aktivite değerleri.....	77
Şekil 4.41 Tüm örneklere ait katalaz enzim aktivite değerleri	77
Şekil 4.42 GST <i>Suillus collinitus</i> fenolik fraksiyonlarına ait enzim aktivite grafiği	78
Şekil 4.43 GPx <i>Suillus collinitus</i> fenolik fraksiyonlarına ait enzim aktivite grafiği	78
Şekil 4.44 SOD <i>Suillus collinitus</i> fenolik fraksiyonlarına ait enzim aktivite grafiği.....	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4. 1 <i>Hericium Corallaides monasakkarit</i> ve organik asit bileşenleri.	40
Çizelge 4. 2 <i>Hericium Corallaides monasakkarit</i> ve organik asit bileşenleri.	41
Çizelge 4. 3 <i>Hericium corallaides</i> yağ asidi ve sterol kompozisyonları.	42
Çizelge 4. 4 <i>Hericium Corallaides</i> antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşikler.	42
Çizelge 4. 5 <i>Sparassis crispa</i> türüne ait temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri.	45
Çizelge 4. 6 <i>Sparassis crispa</i> şeker ve organik asit bileşenleri.	46
Çizelge 4. 7 <i>Sparassis crispa</i> yağ asidi ve sterol kompozisyonları.	47
Çizelge 4. 8 <i>Sparassis crispa</i> antioksidan özellikler ile fenolik ve flavonoid bileşikler.	47
Çizelge 4. 9 <i>Suillus granulatus</i> temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri.	50
Çizelge 4. 10 <i>Suillus granulatus</i> şeker ve organik asit bileşenleri.	51
Çizelge 4. 11 <i>Suillus granulatus</i> yağ asidi ve sterol kompozisyonları.	52
Çizelge 4. 12 <i>Suillus granulatus</i> antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşikler.	53
Çizelge 4. 13 <i>Macrolepiota procera</i> temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri.	55
Çizelge 4. 14 <i>Macrolepiota procera</i> şeker ve organik asit bileşenleri.	56
Çizelge 4. 15 <i>Macrolepiota procera</i> yağ asidi ve sterol kompozisyonları.	57
Çizelge 4. 16 <i>Macrolepiota procera</i> antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşikler.	58
Çizelge 4. 17 <i>Lepista nuda</i> temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri.	60
Çizelge 4. 18 <i>Lepista nuda</i> şeker ve organik asit bileşenleri.	62
Çizelge 4. 19 <i>Lepista nuda</i> yağ asidi ve sterol kompozisyonları.	62
Çizelge 4. 20 <i>Lepista nuda</i> antioksidan özellikleri, fenolik ve flavonoid bileşikler.	63
Çizelge 4. 21 <i>Suillus collinitus</i> temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri.	66
Çizelge 4. 22 <i>Suillus collinitus</i> şeker ve organik asit bileşenleri.	67
Çizelge 4. 23 <i>Suillus collinitus</i> yağ asidi ve sterol kompozisyonları.	67
Çizelge 4. 24 <i>Suillus collinitus</i> antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşikler.	68
Çizelge 4. 25 <i>Suillus collinitus</i> bileşimi ve enzim aktivite değerleri.	71
Çizelge 4. 26 Tüm türlere ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değerleri.	72
Çizelge 4. 27 Tüm türlere ait toplam fenolik, flavonoid ve IC50 değerleri.	72
Çizelge 4. 28 Tüm örneklere ait şeker ve organik asit bileşenleri.	73
Çizelge 4. 29 Tüm örneklere ait yağ asidi ve sterol kompozisyonları yüzde dağılımları.	74
Çizelge 4. 30 Tüm örneklere ait fenolik bileşiklere ait değerler.	75
Çizelge 4. 31 <i>Suillus collinitus</i> fenolik fraksiyonlarının GST, GPx ve SOD enzim aktiviteleri.	79

1. GİRİŞ

Yenilebilen makrofunguslar yaygın olarak kullanılan adıyla mantarlar, sağlıklı yaşamı desteklemek ve ömrü uzatmak amacı ile tarihi uygarlıklardan günümüze kadar kullanılagelmıştır (Lin vd. 2013, Valverde vd. 2015). İnsanlık kültürünün bir parçası olan makrofunguslar, çeşitli uygarlıkların tarihinde; halüsinojenik, tedavi edici ve lezzetli olmaları açısından duyuşal özellikleriyle büyük ilgi toplamışlardır (Wasser ve Weis 1999, Manzi ve Pizzoferrato 2000). Günümüzde mantarlar, düşük kalori ve yağ içermeleri ve bunun yanında, protein, mineral ve diyet lif içerikleri açısından zengin olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler (Lu vd. 2020, Rizzo vd. 2021).

Dünya çapında bulunduğı tahmin edilen 140,000 in üzerindeki mantar türünden günümüzde yaklaşık 14,000'i bilinmektedir ve bunlar içinde de 2000 tür yenilebilir olarak kaydedilmiştir (Lallawmsanga vd. 2018, Meenu ve Xu 2019). Şimdiye kadar yaklaşık 35 yenilebilir mantar türü ticari olarak yetiştirilirken, 200 yabancı tür tıbbi amaçlar için kullanılmıştır (Rathore vd. 2017). Kültüre alınan türler; organoleptik özellikler, tıbbi özellikler ve ekonomik önemine göre seçilmektedir. Doğal mantarların bazı türleri kültüre alınmışken diğer türler üzerinde çalışmalar devam etmekte ve kültüre alınamayan türler genellikle doğadan toplanarak tüketilmektedir (Lu vd. 2020). Kültür mantarı üretimi yıldan yıla artmaktadır (Chang 1999b). Kültür mantarı üretiminde Çin dünyada birinci sırada yer almaktadır (Pan vd. 2019). Bununla birlikte, yabancı mantarlar besinsel, lezzet ve özellikle farmakolojik özellikleri açısından daha önemli olmaya başlamıştır. Çünkü birçok yenilebilen tür terapötik özelliğe sahip olduğı gibi, birçok tıbbi mantar da yenilebilir özellikte bulunmaktadır (Chang 1999a, Beulah vd. 2013).

Yüzyıllar boyunca, yetiştirilen türlerin sayısı sadece mutfaklarda değil, tıpta da çeşitli uygulamalarla birlikte büyümektedir (Mussak ve Bechtold 2009, Öztürk v.d. 2011). Günümüzde mantarlar, pişmiş yemeklerin, çorbaların, içeceklerin ve paketli gıdaların bileşenleri haline gelmiştir (Singh vd. 2018, Shu vd. 2019, Wang vd. 2020). Alkol üretmek için de kullanılmaya başlamış farklı sektörlerde de mantarlara talep yaygınlaşmıştır (Lin vd. 2013). Mantarların yapay boyaların keşfinden önce küçük bir kısmının da tekstilde boya olarak kullanıldığı bilinmektedir. Mantarlarda bulunan kromoforlar farklı birçok boya içeriğine sahiptirler. Bu pigmentlerin UV ışık zararlarından organizmayı koruduğı ve böcekler için önemli rol oynadığı

düşünülmektedir. Bu konudaki araştırmalar günümüzde de devam etmektedir (Velisek ve Cejpek 2011).

1.1 Makrofungusların Yapısal ve Fizyolojik Özellikleri

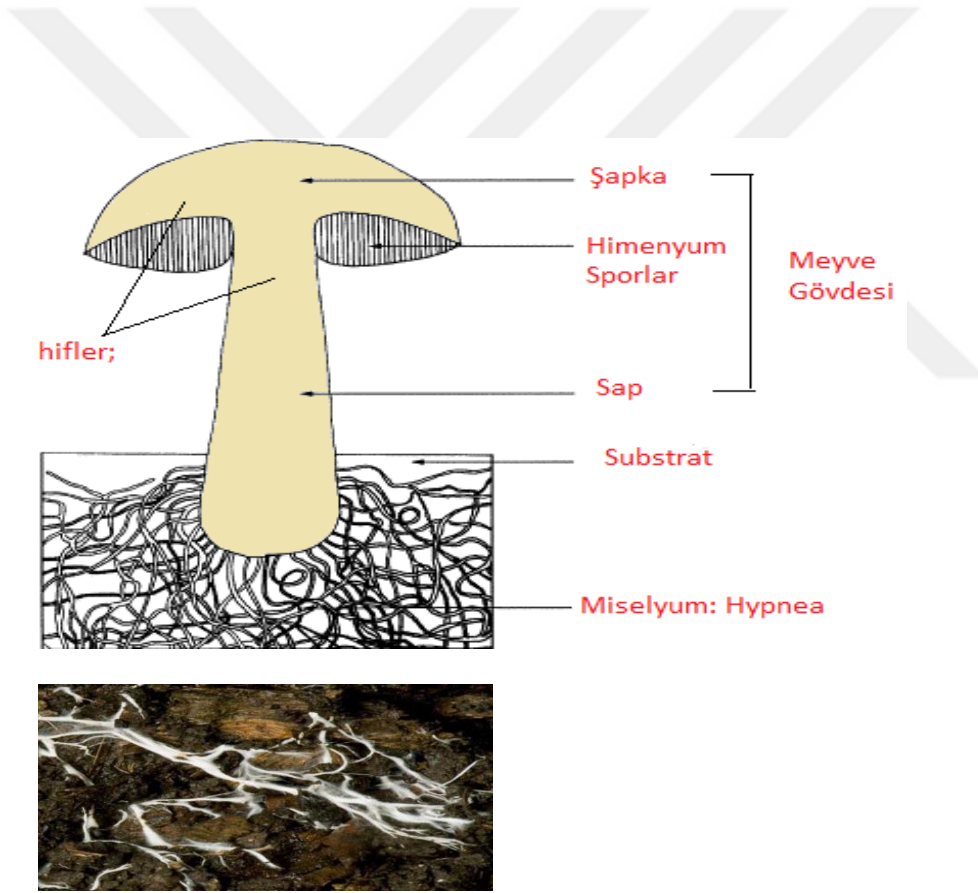
Funguslar ökaryotik canlılardır, klorofilleri bulunmadığından fotosentez yapamazlar (heterotropik), çoğunlukla çok hücrelidirler, mikroskopik küf, maya türleri ve makrofunguslardan oluşurlar (Azeem vd. 2020). Burada ele aldığımız makrofunguslar (yüksek mantarlar), Eumycophyta (gerçek mantarlar) aittirler. Kingdom: Fungi, Phylum: Basidiomycota'dır (Lu vd. 2020). Karasal saprotrof türler, bitki ve hayvanların organik bileşiklerinden besinlerini sağlarlar (Chang ve Miles 1992). Monosakkaritler, aminoasitler ve organik asitler gibi küçük organik molekülleri hücre membranlarından içeri alabilirler (Cheng vd. 2008). Buna karşın, disakkaritler, polisakkaritler, polipeptit ve proteinler gibi makro moleküller ise dışarıda ayrıştırıldıktan ve membrandan geçebilecek seviyeye indikten sonra içeri alınabilirler (Chang vd. 2001). Miksomisetler ise gıdalarını fagositoz veya endositoz yolu ile alabilirler (Chang ve Miles 2004). Makrofunguslar gıdalarının bir kısmını kendileri sentezleyebilirler büyük bir bölümünü dışardan alır, hücre dışında bulunan makromoleküller ve polimerler membrandan hücre dışı enzimler sayesinde içeri alınır (Lallawmsanga vd. 2016). Yabani mantarların çoğu enerji için bitkisel substratlardan yararlanır ve glikoz, sukroz, maltoz ve nişastayı ayrıştırabilirler. Bazıları da yağ asitlerini, organik asitleri, gliserolü, üronik asiti ve şeker alkollerini de enerji kaynağı olarak kullanabilirler (Chang ve Buswell 2008).

Makrofunguslar parazit, saprofit ve mikorhizal olarak yaşayabilirler. Bazı parazit türler ölü dokularda yaşamlarını sürdüremezler (Lallawmsanga vd. 2018). Saprofit türler ise canlı organizmada gelişemez, bozunmaya başlamış, çürümüş dokular üzerinde yaşayabilirler. Bazı türler ise üzerinde bulundukları canlılarla ortaklaşa (simbiyoz) yaşam sürerler (Kalac 2009). Ektomikorhizal türlerin miselleri bitki kökleri ile birlikte simbiyotik bir yaşam sürer, karşılıklı birbirlerinden yararlanırlar (Matinez-Pena vd. 2012).

Mantar filamentleri hif olarak adlandırılır (hypnea) ve mayalar hariç çoğu hifsi yapıdadır (Sanchez 2017). Bu hifler oldukça uzun, ince iplikler şeklinde biraraya gelerek miselleri bunlarda birleşerek tallus yapısını oluştururlar (Conceicao vd. 2018). Misel, hiflerin

çıplak gözle görülebilir halidir. Bazı hifler septa denilen kesitlerle bölünmüş olabilir. Şapkanın alt kısmında yatay uzanan bölmeler halindeki yapılara lamel adı verilir. Sporlar bu lamellerin üzerinde yer alır ve üremeden sorumludurlar (Lu vd. 2020). Sap ve şapkanın yapı taşı misellerdir. Mantarın toprak dışındaki hif yapıları, toprağın altındaki organları oluşturan miselleridir. Mantar meyve gövdesinin iç kısmında bulunur ve üreme organlarının olduğu himenyumu oluşturur (Reece vd. 2010).

Mantar terimi genellikle toprak üstü yenen kısmı (şapka ve sap) için kullanılır. Şekil 1.1 de gösterildiği gibi meyve kısmı üreme organlarından, misel yapıları hiflerden yeraltında şekillenir. Meyve gövdesinin ömrü yaklaşık 10-14 gündür (Sanchez 2017, Lallawmsanga vd. 2018).



Şekil 1.1 Mantar yapıları şematik gösterimi ve misel yapısı makroskopik görüntüsü (Kalac 2001)

1.2 Mantarların Besinsel ve Tıbbi Özellikleri

Mantarların insanlar için zararlı ve zehirli etkileri de olmasına rağmen, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar mantarlar tarafından üretilen bileşenlerin yararlı ve tedavi edici özelliklerinin daha fazla olduğunu göstermektedir (Kim vd. 2008, Chan vd. 2009, Vaz vd. 2011).

Makrofunguslar besinsel olarak yenebilen, yenilmeyen ve zehirli olmak üzere 3 grupta toplanabilirler (Lin vd. 2015). Yenilebilir mantarlar grubu; geleneksel olarak halkın doğadan topladıkları lezzet, duyuşal özellikleri, aroma ve tatları bakımından tercih edilmektedir (Akata 2010, Lu vd. 2020). Mantarların içeriğinde yer alan çok sayıdaki uçucu bileşik, mantarın aromasından sorumlu moleküllerdir. Özellikle lezzeti öne çıkan türlerde monosodyum glutamat ve 5'ribonükleotitler gibi aroma bileşenleri yüksek oranda bulunmaktadır (Villares v.d. 2012a). Doymamış yağ asitleri, esansiyel aminoasitler, önemli mineraller (selenyum, potasyum), riboflavin, niasin, vitamin D, proteinler, lif, polisakkaritler ve bazı terpen yapılarının farklı tıbbi etkileri ile de lezzetinin yanı sıra birçok önemli bileşiği barındırmaktadır (Öztürk ve Çopur 2009, Beluhan vd. 2011, Villares vd. 2012 b, Sanchez 2017).

Kompozisyonunda yer alan çok çeşitli bileşiklerle mantarlar, önemli bir gıda kaynağı olmasının yanında, tamamlayıcı tıpta da önemlidir (Cheung vd. 2003, Kalac 2013). Bu bileşiklerin birçoğunun hastalıkların tedavilerindeki etkileri tanımlanmış durumdadır (Hana vd. 2019). İkincil metabolitleri ve biyoaktif bileşikleri nörodejeneratif hastalıkların da başlamasından sorumlu reaktif oksijen türleri (ROS) oluşumunu önleyebilmektedir (Uttara vd. 2009, Sabaratnam vd. 2013). Bununla birlikte, vücut enerji homeostazisini sürdürmek için oksidan ve antioksidan dengesi önemlidir. Bozulmuş oksidan/antioksidan dengesi nörodejeneratif hastalıklar da dahil bir çok hastalığın ilerlemesine neden olmaktadır (Xu ve Beelman 2015). Bu sebeple tamamlayıcı tıpta Parkinson, Alzheimer, hipertansiyon ve inme riski olanlarda önleyici ve tedavi edici amaçla gıda takviyesi olarak mantarlar önerilebilmektedir (Uttara vd. 2009, Sabaratnam vd. 2013, Lee vd. 2019, Rai vd.2021).

Ganoderma lucidum çok eskiden günümüze, Çin ve Japon halkı tarafından sağlık için ve ömrü uzatmak düşüncesi ile kullanılmagelmıştır. Genellikle; karaciğer yetmezliği, solunum

yolu hastalıkları, kanser, kalp ve damar rahatsızlıklarının doğal tedavisinde kullanılmıştır (Wasser vd. 2002, Sullivan vd, 2006, Wachtel vd. 2011, Midoh vd. 2013, Lin vd. 2015, Norhaizan vd. 2018). *Auricularia auricula*'nın kanın pıhtılaşmasını önlemede, Lycoperdon ve bazı Polyporus türlerinin, yenidoğanlarda ve nasal kanamalarda, *Laricifomes officinalis*'in anne sütü salgısını düzenlemede ve *Lactarius piperatus*' un siğil benzeri cilt hastalıklarında uygulandığı bildirilmiştir (Roberts vd. 1930, Arora vd. 1986, Ying vd. 1987, Akata 2004, Valverde vd. 2015). Mantarlar, farklı tipte ikincil metabolitlerin varlığı nedeniyle tıbbi özelliklere sahiptir. Bu ikincil metabolitler, strese yanıt olarak üretilen, sinyal ve savunma yoluyla hayatta kalmasına yardımcı olan, ancak genellikle normal büyümeleri ve çoğalmaları için gerekli olmayan bileşiklerdir (Chaturvedi vd. 2018, Hana vd. 2019). Makrofunguslardan günümüzde de, kanserin invazif ve metastatik etkileri azaltılması için antitümör etki oluşturmak amacıyla, antibakteriyel, immun sistem arındırıcı ve kolesterol düşürücü ajan olarak faydalandığı rapor edilmiştir (Kidd 2000, Ohno vd. 2001, Chang ve Bussel 2003, Zhang vd. 2007, Rahar vd. 2011, Sanchez, 2017). Bu özelliklerinden yararlanmak maksadıyla bazı mantar özütleri sağlık desteği ve gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır (Lee vd. 2008, Correa vd. 2016).

Zehirli etki göstermemesine rağmen bazı mantar türleri sert yapısı, kokusu ve tadı nedeniyle gıda olarak tüketilemezler. Bu türlerin insanlar tarafından sindirimi zordur. (Valverde v.d. 2015). Zehirli mantarlar ise hafif veya ciddi sağlık sorunlarına ve hatta ölüme neden olabilirler (Jo vd. 2014, Govorushko vd. 2019). Zehirli mantarların; amanitin, alloviroidin, krustilinol, dermosibin, giyromitrin, ibotenik asit, illudin, involitin, koprin, muskarin, muskimol, muskozon, naemotolin, orellanin, falloidin, fallisin, pistillarin, virodin, kserokomik asit gibi toksik bileşikleri içerdiği bildirilmiştir (Lin ve Wang 2004, Akata 2010, Jo vd. 2014).

Mantarlar meyve gövdesi kuru ağırlık olarak ortalama; % 25 protein, % 57 karbonhidrat (KH), % 5,7 yağ ve % 12,5 kül içermektedirler (Beluhan v.d. 2011, Villares v.d. 2012a, Lu vd. 2020). Bunların ana komponentlerini yapısal polisakkaritler ve proteinler oluşturmaktadır (Rizzo vd. 2021). Enerji değerleri 87-155 kJ /100g arasında, su içeriği çok yüksek olduğundan kuru ağırlığı 100 g/kg civarındadır (Sanchez 2017, Lu vd. 2020). Su aktivitesinin yüksekliğinden dolayı raf ömrü kısa olan mantarlarda, mineral maddelerin oluşturduğu kül değerleri (inorganik içerik) kuru madde dikkate alındığında

yaklaşık % 5-12 arasında değişmekte ve temel olarak K, P, Mg, Ca, Zn, Fe, Cu minerallerini bulundurmaktadırlar (Pan vd. 2019). Majör elementler olarak Na, K, Ca, Mg başta gelmektedir. K miktarı meyve gövdesinde eşit şekilde dağılmamakla birlikte, mantarın toprak üstünde bulunan kısımda 20-30 daha fazla yer almaktadır. P açısından ektomikhorhizal türler ile saprofit türler arasında farklılıklar bulunmaktadır. S, mantarlarda çoğu meyveden daha yüksek oranda bulunabilmektedir (Lu vd. 2020, Manzi v.d. 1999). Türkiye’de yapılan bir çalışma ile *Suillus granulatus*’un 3091,3 mg/kg P, 2250,3 mg/kg K ve 1132,6 mg/kg Mg elementlerinin oldukça yüksek miktarda bulunduğu gösterilmiştir (Tel vd. 2014). Birçok mantar türünde yapılan çalışmalarda eser elementlerden Se bulunduğu bildirilmiştir (Krittawong vd, 2020). *Boletus edulis* türünde selenyum 20-70 µ/g kuru maddede oldukça yüksek oranda olduğu bildirilmektedir (Falandysz 2008). Kültür mantarı üretiminde selenit (inorganik Se) ilavesi ile organik Se zenginleştirilmesi mümkün olmaktadır (Dong vd. 2020). Karbonhidratlar şapka ve sap kısmında (meyve organları) bol miktarda, çoğunlukla, kitin, glikojen, glukoz, trehaloz, mannitol olarak bulunmaktadır (Hayner vd. 2017). Bunun yanında yüksek oranda lif içerirler (Goyal vd. 2015). Bunlar; hücre duvarının % 80-90’ı oluşturan polisakkarit yapısında; kitin, mannan, β-glukan vb. bileşiklerdir (Barros v.d. 2007). Kitin N-asetil glukozamin monomerlerinin birbirlerine β 1-4 bağları ile bağlanması ve düz bir zincir halinde polimerleşmesi ile oluşmuştur (Cheng vd. 2008). Kitin insanlar tarafından sindirilemeyen, suda çözünmeyen bir karbonhidrat türevidir ve mantarda kitin yapısı kuru madde de % 6,8-10,2 oranında yer almaktadır. Mantarın içeriğindeki kitin diğer bileşenlerinin vücut tarafından kullanılabilirliğini de azaltabilir (Manzi ve Pizzoferrato 2000). Polisakkarit depo görevindeki rezervleri bitkilerdeki nişastanın yerine mantarlarda glikojendir. Kuru madde de (KM) glikojen % 5,3-13,4 oranlarındadır. Beslenmede yenilebilir mantarlar, lif içeriğinin % 4-55 KM’de olması nedeniyle, diyet lif kaynağı olarak düşünülmektedirler. Yüksek oranda çözünebilir lif içermesi, mantarları besinsel açıdan önemli kılmaktadır (Manzi ve Pizzoferrato 2000, Barros v.d. 2008c). Esansiyel aminoasitler yüksek oranda bulunurlar. Lösin, valin, glutamin, glutamik ve aspartik asit en fazla görülen aminoasitleridir (Kalac 2009, Phillips ve Rasor 2016).

Mantarlarda şimdiye kadar; polisakkaritler, proteinler, peptitler, glikoproteinler, glikozitler, alkaloitler, fenolikler, flavonoidler, lipidler, esansiyel yağasitleri, triterpenler,

tokoferoller, karotenler, vitaminler ile hidrolitik ve oksidatif enzimler gibi sayısız biyoaktif bileşik tanımlanmıştır (Chang ve Bussel 2003, Heleno vd. 2010 Zheng vd. 2010, Ren vd. 2012, Xia vd. 2014, Lin vd. 2015, Rathore vd. 2017, Alzorqi vd. 2017, Sanchez 2017, Lu vd. 2020, Zhou vd. 2020). Bu bileşiklerden bazıları moleküler çalışmalarda; özellikle kanserde, tümörögenез ve metastazik hücrelerde kullanılmış ve biyokimyasal sinyallere karşı yeni moleküller keşfedilmesine de olanak sağlamıştır (Zhang vd. 2007, Napolitano vd. 2010, Valverde vd. 2015, Kim vd. 2018, Gao vd. 2019). Mantarlar tarafından üretilmekte olan biyoaktif maddeler çok sayıda medikal uygulamada yer almış ve günümüzde de kullanılmaktadır (Chang ve Bussel 2003, Zhang vd. 2007, Öztürk v.d. 2011, Hana vd. 2019).

Bu bileşiklerin; antioksidan, antikanser, antidiabetik, antialerjik, immunomodülatör, kardiyovasküler koruyucu, antikolesterolemik, antiviral, antibakteriyel, antiparazitik, antifungal, antienflamatuar özellikleri ve detoksifikasyonda, karaciğer koruyucu etkileri ile tümör büyümesine karşı etkileri bulunmaktadır (Chang ve Bussel 2003, Moradali vd. 2007, Zheng vd. 2010, Alves vd. 2014, Xu ve Beelman 2015, Lin vd. 2015, Kwak vd. 2016, Alzorqi vd. 2017, Zhou vd. 2020). Bu biyoaktif birleşikler mantarların genellikle meyve organlarında, kültür misellerinde ve kültür sıvısında bulunabilirler (Chang ve Miles 2004).

Makrofunguslardan sentezlenen, fenolik bileşikler, bazı protein veya aminoasitler, kuinonlar, triterpenler ve bunların türevleri gibi maddeler antimikrobiyal etkilerini sağlamaktadır (Manzi vd. 1999, Kitzberger vd. 2007, Kwak vd. 2016, Lallawmsanga vd. 2016, Shomali vd. 2019a). Antiviral bileşiklerden olup, kansere karşı etkili olan yalnız mantarlarda üretilen, bazı mantar toksinleri ile polisakkarit yapıları mevcuttur (Dülger ve Şen 1999, Kidd 2000, Ohno vd. 2001, Alves vd. 2014).

Biyoaktif moleküllerin yüksek moleküler ağırlıktaki bileşikleri polisakkaritler, küçük peptitler ve proteinler, düşük molekül ağırlıklı bileşiklerini ise, terpenler, yağ asiti esterleri, polifenoller oluşturmaktadır (Zheng vd. 2010, Rahar vd. 2011, Kim vd. 2013, Qiaoa vd. 2015, Valverde v.d. 2015, Zhou vd. 2020).

1.3 Makrofunguslardaki Antioksidan Özellik Gösteren Bileşikler

Biyoaktif proteinler, mantardaki fonksiyonel bileşikler içinde önemli rol oynamaktadır ve farmasötik açıdan da oldukça değerlidir (Moradali vd. 2007). Mantarlar ilginç biyolojik aktivitesi olan çok sayıda protein ve peptit üretmektedirler. Bunlara örnek olarak; lektinler, fungal immünomodülatör proteinler, ribozom inaktive edici proteinler, antimikrobiyal proteinler, ribonükleazlar ve lakkazlar gösterilebilir (Chang vd. 2007, Tong vd. 2008, Zheng vd. 2010, Zhou vd. 2020). Hepatoma Hep G2 hücrelerinin proliferasyonu ve meme kanseri MCF-7 hücrelerinin inhibisyonuna karşı büyük bir potansiyel gösterirler (Xu ve Beelman, 2015). Birçok biyoaktif peptit 2-20 aminoasit içerir, ancak 20'den fazla aminoasit içerenleri de vardır (Zhoua vd. 2020). Yapılan çalışmalarda sülfür içeren ergotionein aminoasitlerinin biyoyararlılığının yüksek olduğu bildirilmiştir (Feeney 2014). Lektinler immün kökeni olmayan hücre yüzey karbohidratlarına bağlı glikoproteinlerdir (Wang vd. 1998). Özellikle son yıllarda mantarda birçok farmakolojik etkisi keşfedilmiştir (Ismaya vd. 2020). *Agaricus bisporus*'tan izole edilen lektin proteinlerinin yüksek sıcaklık ve donma direnci, alkali ve asit toleransları ile dehidratasyon tedavilerine uygun nutrasötik etkili ve immün uyarıcı oldukları fonksiyonel gıdalara işlenebilirliği bildirilmiştir (Chang vd. 2007). *Ganoderma lucidum* ile yapılan çalışmada biyoaktif özellikleri olan yeni fungal immunomodülatör proteinler izole edilmiştir (Tong vd. 2008).

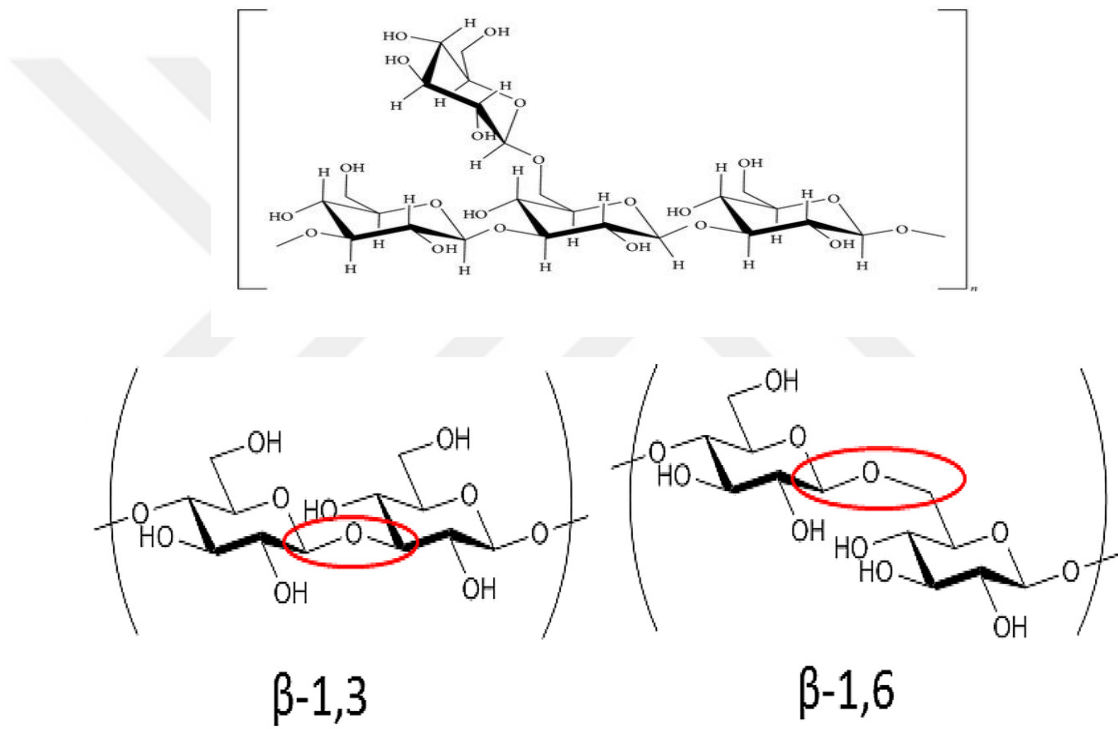
Cordyceps sinensis ve *Clitocybe sinopica* den izole edilen antibakteriyel proteinler, *Pleurotus sajor-caju*'dan izole edilen ribonükleaz birçok bakteri üzerinde etkilidir. (Zheng vd. 2006, Zheng vd. 2010).

Pseudoplectania nigrella'dan izole edilen peptitlerden; bir makromolekül olan plektasin, çok geniş antimikrobiyel etki gösterir (Mygind vd. 2005). Boletus türlerinden elde edilen peptitler *Bacillus subtilis*'e, *Pycnoporus sanguineus*'dan izole edilen peptit *S. aureus* ve Streptokoklara etkilidir (Alves 2012).

Yenilebilir mantarlar önemli işlevsel polisakkarit bileşikler içerirler ve D-glukan kaynaklarıdır (Sanchez 2017). Bu homopolisakaritlerin çoğu insan enzimleri tarafından sindirilmemezler, bağırsak hareketliliğine yardımcı olup, toksik ve kanserojen emilimleri azaltarak, kanser insidansının azalmasına neden olan lifler olarak değerlendirilirler

(Synytsya ve Novak, 2013). Polisakkaritler, piranosidik veya furanosidik konformasyonları farklı monosakkaritlerden oluşabilirler (Tada vd. 2007).

Polisakkarit moleküllerinin yapısal formları ve düzenlenmelerinin biyolojik aktivitede önemli olduğu bilinmektedir (Villares vd. 2012, Ruthes vd. 2015). Mantarlardan izole edilmiş farklı polisakkaritlerin çoğu çözünabilir diyet liflerinden biri olduğu gösterilen beta bağlı glukanları içermektedir (Synytsya ve Novak 2013, Sanchez 2017). Özellikle β -glukanlar (Şekil 1.2) ile homoglukan ve heteroglukanların tıbbi etkileri açısından önemli olduğu bildirilmiştir (Rahar vd. 2011, Aguayo vd. 2017).



Şekil 1.2 Polisakkarit, β -glukan bağlarının yapısı (Tada vd. 2007)

Bu fonksiyonel polisakkaritlerin bağışıklığı düzenleyici, kan kolesterolü düşürücü, gıdalarda glisemik indeksi düşürücü, antikanser, kardiyovasküler hastalıkları önleyici, antiviral ve antimikrobial etkileri bildirilmiştir (Manzi v.d. 1999, Villares vd. 2012, Rathore vd. 2017, Sanchez 2017). (1-3)-(1-6) bağlı β -glukanlar ve (1-3) α -glukanların antikanser ve antimikrobial etkileri çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Zheng vd. 2010, Shu vd. 2019). Bunlara; *Lentinus edodes* den izole edilmiş lentinan, *Pleurotus* türlerinden elde edilen pleuran, *Schizophyllum commune*'den şizofillan, *Calocybe indica*'dan elde

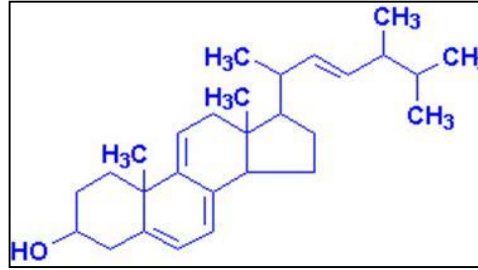
edilen kalosiban, *Ganoderma lucidum*'dan elde edilen ganopoli polisakkaritleri örnek olarak gösterilebilir (Kidd 2000, Manzi ve Pizzoferrato 2000, Rathore vd. 2017).

Mantarlar düşük oranda yağ içerir ve bu yağın yaklaşık % 75 kadarı çoklu doymamış; linoleik asit (C18:2), tekli doymamış; oleik asit (C18:1), doymuş yağ asidi; palmitik asit (C16:0) 'den oluşmaktadır (Vaskowsky 1998, Pedneault v.d. 2006, Barros vd. 2007a). Nadir olarak alfa linoleik asit ve stearik asit bulunabilmektedir. Trans yağ asidi bildirilmemiştir (Barros v.d. 2008a). Esansiyal yağ asitlerinden linoleik asitin insanlar için kardiyovasküler hastalıkları, trigliserit seviyelerini, kan basıncını ve artriti azaltması gibi fizyolojik etkileri görülmektedir (Pedneault v.d. 2006, Genser vd. 2012, Goyal vd. 2015). Major fosfolipit, fosfotidil kolin olarak bulunmaktadır (Vaz vd. 2011).

Yağ asitleri mantarların önemli bileşenlerindendir. Düşük kalorili ve düşük yağlı beslenmeyi desteklemesi açısından, yüksek kan kolesterolü olanlarda arterosklerozu önlemesi nedeniyle tercih edilmektedir (Goyal vd. 2015, Krittanawong vd, 2020). Yağ asitlerinin, özellikle çoklu doymamış olanları omega-3 ve -6 serilerinin hipertansiyon, koroner arter hastalığı, diyabet, osteoporoz, artrit, kanser, diğer enflamatuar ve otoimmün bozuklukların önlenmesi ve tedavisi için olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Vaskowsky 1998, Barros vd. 2007a, Feeney vd. 2014, Genser vd. 2012, Goyal vd. 2015). Yapılan çalışmalarda mantarların yağ asitleri bileşiminin; büyüme aşaması yettiği ortam, pH ve sıcaklık gibi çevresel koşullara yanıt olarak oldukça değişken olabileceği söylenmektedir (Pedneault vd. 2006). Özellikle, linoleik asit (18:2) ve linolenik asit (18:3), insan diyetlerinde temel olan çoklu doymamış asitlerdir aynı zamanda linoleik asit araşidonik asidin öncüsüdür, prostaglandinlerin biyosentezinde rol oynar (Goyal vd. 2015).

Baskın sterol; antioksidan, antienflamatuar etkileri olan ve Vitamin D öncülü olan Şekil 1.3 'de kimyasal yapısı gösterilen ergosteroldür (Papoutsisa vd, 2020). Ek olarak ergostaenol ve ergostadienol sterollerini de bulundurlar (Jiang vd, 2020). Ergosterolün antienflamatuar aktivitesinin TNF-alfa, IL-1beta ve IL-6 ile beraber inflamatuvar öncül sitokinlerin baskılanması ile gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Huan vd, 2017). Steroller kolesterol ile benzer yapıya sahip oldukları için kolesterol emilimini azaltarak, kandaki yüksekliği kalp ve damar hastalıklarına neden olan total-kolesterol ve LDL'nin azaltılmasında etkilidir. Bu sebeple kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde, diyetin

sterollerden zengin olması istenmektedir (Genser vd, 2012, Klupp vd, 2015, Krittanawong vd. 2021). Doğal antioksidanlardan serbest peroksil radikallerini süpürme özelliği olan tokoferoller de lipidik fraksiyonlar içinde bulunmaktadır (Heleno vd. 2010).

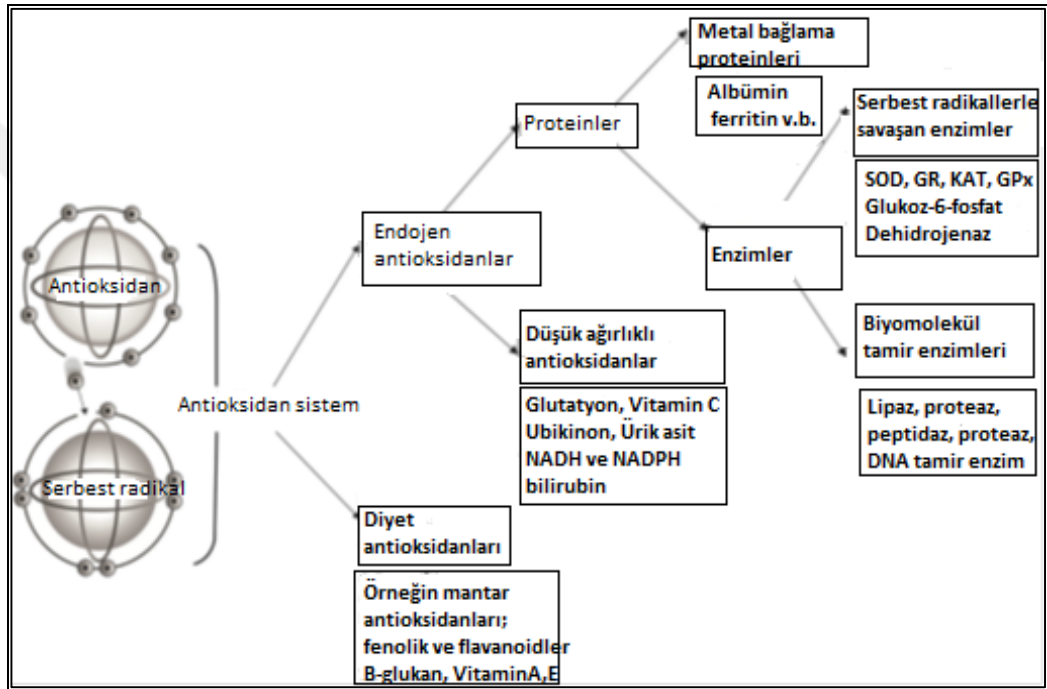


Şekil 1.3 Ergosterol kimyasal yapısı

Yapılan birçok çalışmada içeriğinde bulunan, ürettikleri bazı kimyasalların ve bazı toksik bileşiklerin engelleyici ve uyarıcı etkileri gösterilmiştir (Papoutsisa vd, 2020). İçerdikleri triterpenler sitotoksik, hepatoprotektif ve hipolipidemik (ACE) etki gösteren maddelerdir (Kim ve Kim, 2002, Xia vd. 2014, Qiaoa vd. 2015). Kan damarlarında anjiotensin enzim inhibisyonu ile kinin-kalikrein yolunu uyarır ve histaminin serbest kalması sağlanmış olur (Genser vd. 2012, Huan vd, 2017). Farklı triterpenler farklı tıbbi özellikler göstermektedir (Kim ve Kim, 2002, Kim ve Kim, 2012).

Oksijenin insanlardaki zararlı etkilerinden, oksijenin metabolizması sırasında oluşan reaktif çeşitlerinden meydana gelen oksijen radikalleri denilen maddeler sorumludur (Ma, 2010, Tan vd. 2018). Serbest radikaller genellikle, oksijenden oluşmuş; süperoksit, H_2O_2 , HPO_4 , NO_2 , radikal halde hidroksil, ozon, lipid peroksit gibi moleküllerdir (Halliwell ve Gutteridge 2001, Sanchez 2017). Oksijen atomunun dış yörüngesinde bir veya daha fazla tek elektron (eşlenmemiş) katılmasıyla molekül toksik bir bileşiğe dönüşür, oksijen radikali bu şekilde oluşur (Valko vd. 2007). Radikal bileşikler yörüngelerinde çiftlenmemiş elektron bulundurdıklarından başka moleküllerle kolayca reaksiyona girer ve dokularda hasar oluşturur (Ma, 2010, Alzorqi vd. 2017). Oksijenin bir çeşit redüksiyonu ile oluşan bu reaktif oksijen türleri (ROS) hücre yapıları için önemli birer tehdittir (Halliwell ve Gutteridge 2001). Oksijenli solunum gereği olan bu reaksiyonlar kaçınılmazdır, oluşan ROS elemanları; protein, karbonhidrat, yağ ve genetik materyal gibi büyük hücre bileşenlerine kolayca bağ yaparak yapısını bozarlar (Sanchez 2017, Tan

vd. 2018). Bu sebeplerle hücre için her zaman bir tehdit oluşturur ve yarattığı bu etkilere, oksidatif stres denilir (Napolitano vd. 2010). Reaktif oksijen türleri (ROS) bitki ve hayvan türlerinin normal hücre metabolizması sırasında oluşmakta ve ROS öncüllerinin fazla miktarları hücrede oksidatif stresi oluşturmaktadırlar (Sanchez 2017). Oksidatif stres DNA hasarı ile sonuçlanan çok sayıda bozukluğun sebebidir. Örneğin; kardiyovasküler damar sertliği, reperfüzyon hasarı, romatoid artrit, enfeksiyon hastalıkları, kanser gibi patojenite ile sonuçlanabilirler (Zheng vd. 2010, Alves vd. 2014, Alzorqi vd. 2017, Zhou vd. 2020, Wang vd. 2020).



Şekil 1.4 Antioksidan sistem ve antioksidan moleküller şematik gösterimi (Sanchez 2017)

Çevre kirliliği, ilaçlar, sigara, alkol, radyasyon, oksijen fazlalığı, toksin atıklar, kimyasallar, işlenmiş gıdalar gibi faktörler, serbest radikallerin oluşumuna neden olmaktadır (Kalac 2009, Sanchez 2017). Aynı zamanda doğal enerji metabolizmamızda mitokondride bu radikaller oluşmakta, aynı zamanda bağışıklık sisteminin bir savunma aracı olarak bunlar üretilmekte ve kullanılmaktadır (Valko vd. 2007).

Şekil 1.4 'de özetlendiği gibi bu serbest radikallerin vücut tarafından temizlenmesi için üç farklı sistem işlemektedir. Birincisi hücre içi iş gören enzim sistemleri, ikincisi hücre

dışı savunma hattı ve üçüncüsü ise vücuda alınan besinler ile antioksidan maddeler ile oluşan sistemdir. (Halliwell ve Gutteridge 2001, Sanchez 2017).

Antioksidan savunma sistemi birincil basamağı enzimatik olarak gerçekleşmektedir (Pastore vd. 2003). Hücre dışı enzimler; süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz ve katalaz bu sistemde önemli rol oynamaktadırlar (Valko vd. 2007, Shomali 2019a). Bir diğer adım antioksidan savunma hattı olarak bilinmektedir (Kalac 2009, Halliwell ve Gutteridge 2001). Vitaminler (E, C), karotenler, koenzim Q₁₀ antioksidan savunma hattı elemanlarındandır (Barros vd. 2008b, Alzorqi vd. 2017).

Mantarların antioksidan kapasitelerini çoğunlukla içerdikleri vitaminler ve fenolik bileşikler arttırmaktadır (Reis vd. 2012). Yüksek miktarlarda riboflavin (B₂), niasin, folatlar ile C, B₁, B₁₂, D ve E vitamini olarak bilinen tokoferollerin benzer etkiler gösteren α , β , γ , δ olmak üzere dört formuda bulunabilmektedir (Kalac 2009, Heleno vd. 2010). Eser miktarda A vitamini ve B₃, B₅ vitaminlerini içerdiği de belirlenmiştir. Bu bileşiklerin serbest radikallerin dokuya verebileceği zararlara karşı önleyici etkileri olduğu bilinmektedir (Barros vd. 2008b).

D vitaminin doğadaki iki ana kaynağı; D₂ ergokalsiferol ve D₃ kolekalsiferol den D₃ yalnız hayvansal kaynaklardan alınabilirken D₂ sınırlı bitki kaynaklarında ve bol miktarda mantarlarda bulunur (Phillips vd. 2011). Mantarlar vitamin D'nin hayvansal olmayan kaynağı olduğundan, vejeteryanlar için önemli bir besindir (Papoutsisa vd, 2020). Mantarlar sahip oldukları ergosterolü UV ışıkla vitamin D₂ ye dönüştürürler (Jiang vd, 2020). Kültür mantarları genellikle karanlıkta büyütüldüğünden vitamin D₂ üretebilmek için UV-B ışınlarına ihtiyaç duyarlar bu sebeple yabani mantarlar kültür mantarlarına oranla daha yüksek miktarlarda ergokalsiferol içermektedirler (Rathore vd. 2017, Papoutsisa vd, 2020).

Vitamin E; peroksil radikallerinin en yaygın ve en iyi temizleyicilerindendir. Aynı zamanda membran proteinlerinin ve lipoproteinlerin zincir reaksiyonlarında lipit peroksidasyonunun engelleyicisidir (Barros vd. 2007b).

Askorbikasit (C vitamini); Güçlü bir antioksidandır, kolay reaksiyona girerek etkili rol oynar. Peroksil radikalleriyle tepkimeye girerek onların temizleyicisi rolü oynar (Vaz vd. 2011).

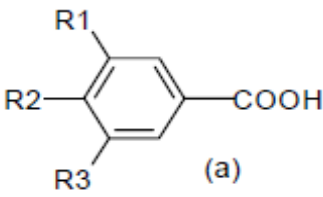
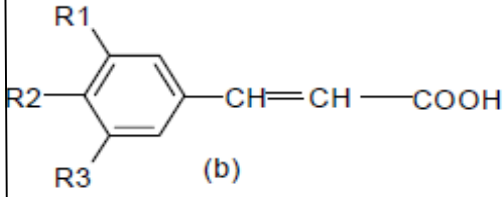
Fenolik bileşikler mantarların sekonder metabolitlerindendir. Bir aromatik halka ve hidroksil gruplarından oluşmuş basit bir fenolik molekülü şeklinde olabilirken, kompleks bir polimer şeklinde de olabilirler (Saldamlı, 2007). Bitki ve hayvan zararlılarına karşı mantarları korudukları düşünülmektedir (Wright vd. 2001).

Fenolik bileşiklerin en geniş iki grubu fenolik asitler ve flavonoidlerdir. Molekül yapılarındaki farklılıklarıyla binlerce farklı fenolik bileşik bulunmaktadır (Iwashina 2000). Elde edilen gıda ürünlerinde dönüşümlere uğrayarak oluşan farklı fenolikler acı ve kekremsi tatlara sebep olabilirler. Flavonoidlerin alt gruplarından antosiyaninler bitki ve mantarlarda renk özelliklerini sağlarlar (Junior vd. 2019). Fenolik bileşikler; serbest radikal giderici, tekli oksijen kapatıcı ve metal iyonu kenetleyici özellikleri vardır (Kim vd. 2008, Sanchez 2017). Bu özellikleri ile serbest radikallerin veya kanserojen ajanların neden olduğu reaksiyonları durdurarak veya engelleyerek DNA hasarlarını önlemiş olurlar (Vaz vd. 2011, Reis vd. 2012). Antialerjik, antiaterojenik, antienflamatuar, antimikrobiyal, antitrombotik, kardiyoprotektör ve vasodilatör özellik göstermektedirler (Chang ve Bussel 2003, Davalos vd. 2006, Visioli vd. 2009, Wang vd. 2020). Beyin fonksiyonlarını koruyucu ve dejeneratif olmalarının yanı sıra kanser ve kardiyovasküler hastalıkları önleyici etkileri bulunmaktadır (Lee vd. 2008, Lin vd. 2015).

Polifenoller vücut tarafından ksénobiyotikler olarak da işlenmekte antioksidan etkilerinin ötesine geçen çeşitli ve karmaşık olaylara sebep olabilmektedirler (Chiva-Blanch ve Visioli 2012). Oksidatif strese hücre koruyucu proteinleri kodlayan genlerin ekspresyonunun artmasına neden olan hücre sinyal yollarını uyarırlar (Ma 2010). Polifenoller büyük olasılıkla savunma mekanizmalarını tetiklediğinde, dolaylı bir antioksidan etkiye sahip olabilmektedir (Davalos vd. 2006). Nrf2'de antioksidan yanıt elemanının (ARE) aktivasyonuna yol açan hücre stres ile ilgili sinyal yollarını aktive eder (Visioli vd. 2009). Antioksidan fonksiyonlarda veya detoksifikasyonda yer alan enzimleri düzenleyen bir transkripsiyon faktörü olan ARE, Faz II enzimlerinin ve antioksidanların, aynı zamanda glutatyonun (GSH) üretimini uyarır (Ma 2013). Bu nedenle, polifenoller, doğrudan antioksidanlar olmaktan ziyade, ksénobiyotikler olarak

hareket eder ve daha yüksek endojen antioksidan üretimine yol açan hermetik hücresel yanıtı uyarır (Chiva-Blanch ve Visioli 2012).

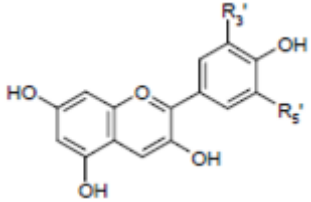
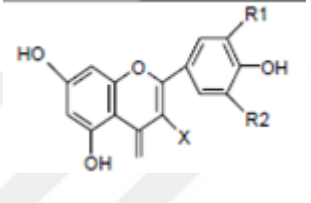
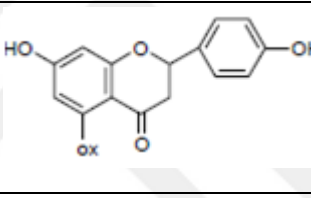
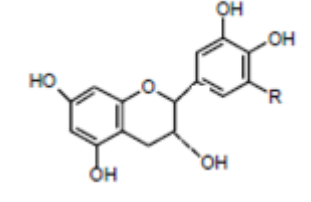
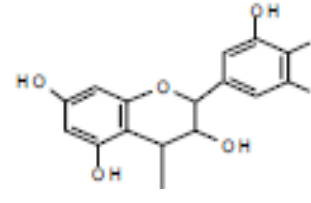
Fenolik Asitler; Şekil 1.5 'de görüldüğü gibi hidroksibenzoik ve hidroksisinamik asitler olarak iki grupta incelenir. Hidroksibenzoik asitler fenilmetan (C6-C1) gallik asit, salisilik asit, hidroksibenzoik asit ve vanilik asit bunlara örnektir (Saldamlı, 2007). Genellikle hidrolize edilebilir bağlı formda eser miktarda bulunurlar. Organik asitler, tanenler ve şekerlerle esterleşmiş halde bulunabilmekte p-hidroksibenzoik asit, salisilik asit, protokateşik, vanillik ve siringic asit glikozid formları bunlara örnek olabilir (Wang vd. 2020). Hidroksisinamik asitler ise fenilpropan (C6-C3) yapısındadırlar. Fenilpropan halkasına bağlanan OH ve metil gruplarının değişkenliğine göre farklılaşır ferulik asit, kafeik asit, p-kumarik asit ve o-kumarik asit bunlara örnek olarak verilebilir (Balasundram 2007, Chouhan vd, 2020).

 (a)				 (b)			
Asit	R1	R2	R3	Asit	R1	R2	R3
<i>p</i> -Hidroksibenzoik	H	OH	H	<i>p</i> -Kumarik	H	OH	H
Pirokateşik	H	OH	OH	Kafeik	H	OH	OH
Vanilik	CH ₃ O	OH	H	Ferulik	CH ₃ O	OH	H
Siringik	CH ₃ O	OH	CH ₃ O	Sinapik	CH ₃ O	OH	CH ₃ O
Gallik	OH	OH	OH				

Şekil 1.5 Fenolik Asitler a) Hidroksibenzoik asitler b) Hidroksisinamik asitler (Shahidi ve Naczki 1995)

Flavonoidler; Şekil 1.6 'da gösterildiği gibi difenilpropan (C6-C3-C6) yapısında iki fenil halkasının propan zinciri ile birleşmesinden oluşan en yaygın bulunan polifenollerdir (Iwashina 2000). Yapısındaki OH grupları, reaktif özelliklerinden dolayı kolaylıkla

glikozitlenmekte yaklaşık 6500 farklı flavonoid bilinmektedir (Saldamlı, 2007, Junior vd. 2019).

Favonoidler	
Antosiyanidinler (siyanidin,delfinidin)	
Flavonlar ve flavonoller (apigenin, luteolin, kamferol, kuersetin, mirsetin)	
Flavononlar (naringin, naringenin, hesperedin)	
Kateşinler ve lökoantosiyandinler (kateşin, epikateşin, gallokateşin, epigallokateşin)	
Proantosiyandinler (prosiyanidin,prodelfinidin)	

Şekil 1.6 Flavonoidlerin yapısal formülleri

Mantarlarda şimdiye kadar farklı metotlarla gerçekleştirilen çalışmalarda çok sayıda fenolik bileşik tespit edilmiştir. Apigenin, kafeik asit, klorojenik asit, gallik asit, gentisik asit, hidroksisinamik asit, homogentisik asit, rutin, sinamik asit, sinapik asit, sirinç asit, protokateşuik asit, p-hidroksibenzoik asit, kuersetin, mirsetin, kateşin, p-kumarik asit, ferulik asit, vanilik asit gibi fenolik bileşikler bunlar arasında yer almaktadır (Xu ve

Chang 2007, Kim vd. 2008, Vaz v.d. 2011, Reis vd. 2012, Kalogeropoulos vd. 2013, Woldegiorgis vd. 2014, İslam vd. 2016, Junior vd. 2019, Shomali vd. 2019b, Chouhan vd, 2020). Fenolik bileşiklerle in-vitro veya in-vivo olarak yapılan çeşitli çalışmalarda; p-kumarik asit, kuersetin ve resveratrolün SOD, GSH, GPx ve GST düzeylerini arttırdığı, gallik asitin GSSG yi azalttığı, GSH, GPx ve GST seviyelerini arttırdığı tespit edilmiştir (Kim vd. 2008, Lin v.d. 2015, Kaewnarin 2016, Chouhan vd, 2020).

Kemoteropatik ilaçlara oluşan direnç, büyük bir sorun oluşturmakta, yeni antimikrobiyal ve antioksidan içerikli, makrofunguslar gibi doğal ürünlerin araştırılmasındaki ihtiyaç kaçınılmazdır (Himanshi vd. 2017). Bunun yanı sıra yeni alternatif antimikrobiyal bileşenlerin keşfi için birçok çalışma yürütülmektedir (Alves vd. 2014). Doğadan elde edilen maddeler enfeksiyon veya cilt hastalıkları tedavisi için saf bileşenler veya standardize edilmiş ham özütler halinde, yeni nesil ilaçların oluşturulmasına imkan sağlamaktadır (Clardy ve Walsh, 2004).

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nin Bolu ve Kastamonu illerinden halk tarafından bilinen ve tüketilen yenir özellikteki makrofungus türleri toplanmıştır.

Bu türler arasından;

- *Hericium corallides*,
- *Sparassis crispa*,
- *Suillus granulatus*,
- *Macrolepiota procera*,
- *Lepista nuda* ve
- *Suillus collinitus* 'çalışmada kullanılmak için belirlenmiştir.

Öncelikle belirlenen örneklerinin temel bileşenleri ve besinsel öğelerini analiz etmek hedeflenmiştir. Elde edilen verilerle bu mantarların besin değerlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi sağlanmıştır. Makrofunguslardan etanol ekstraksiyonu ile özütler elde edilip bu özütlerin spektrofotometrik yöntem ile fenolik ve flavonoid madde miktarları toplam olarak belirlenmiş daha sonra UPLC yöntemi ile de organik asitler, fenolik ve flavonoid bileşiklerinin içerikleri ayrı ayrı tespit edilmiştir. Makrofungus özütlerinde belirlenen biyoaktif maddelerin antioksidan aktiviteleri 2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemi

kullanılarak toplam olarak analiz edildikten sonra, bu antioksidan maddelerin UPLC cihazında C₁₈ kolonda ayrılarak elde edilen fraksiyonlarının antioksidan potansiyelleri araştırılmak amacıyla önemli antioksidan enzimler glutatyon peroksidaz (GPx), katalaz (KAT), süperoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri üzerine etkileri ile ilaç metabolizmasında önemli yeri olan glutatyon-S-transferaz (GST) üzerine olası etkileri araştırılmıştır. Elde edilen antioksidan maddelerin bu enzimlerin aktivite ve düzeyleri üzerine olan etkileri dolayısı ile hücrel oksidatif savunma ve ksenobiyotik detoksifikasyon mekanizmalarındaki rolleri incelenmiştir.

Bu çalışmada ülkemiz makrofungus çeşitliliği bakımından zengin bölgelerimizde yetişen türlerin; temel bileşenleri, besin değerleri, biyokimyasal ve antioksidan içerikleri araştırılarak sahip olduğu potansiyelleri ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Tüm bu çalışmalar neticesinde elde edilen verilerle, uygun özellikteki ve besin içeriği yüksek türleri literatüre kazandırmak, ülkemiz sınırları içinde yetişen bu makrofungusların hem besinsel hem de tıbbi açıdan, yeni fonksiyonel gıda, antioksidan etkili özüt, gıda takviyesi veya katkı maddesi üretiminde kullanılabilmek özelliklerini gösterebilmek hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ ve KURAMSAL TEMELLER

Makrofunguslar birçok besin öğesini içermeleri, az kalorili ve düşük karbonhidrat, yağ, kolesterol, sodyum içeriğine sahip olmaları açısından da önemlidirler (Villares vd. 2012 b, Beluhan 2011). Bununla birlikte makrofunguslar, selenyum, potasyum, riboflavin, niasin, vitamin D ve proteinler gibi önemli mineral ve besinsel içeriğe de sahiptirler (Sanchez 2017, Krittanawong vd, 2020). Mantarlar bir yetişkinin ihtiyacı olan esansiyel aminoasitleri ve çok çeşitli proteinleri içerdiklerinden vejeteryan beslenmesine de uygun bir gıda maddesidir aynı zamanda biyoaktif içerikleri nedeniyle de fonksiyonel gıdadırlar (Moradali vd. 2007, Papaotsisa vd, 2020). Sahip oldukları biyoaktif olarak bilinen sayısız birleşikten; polisakkaritler, proteinler, yağlar, mineraller, glikositler, alkaloidler, uçucu yağlar, terpenler, tokoferoller, fenolikler, flavonoidler, karotenler, folatlar ve lektinlerin, özellikle oksidatif strese karşı serbest radikalleri süpürmede ve çeşitli dejeneratif hastalık türlerini önlemede etkili oldukları gösterilmiştir (Mussak ve Bechtold 2009, Villares 2012a, Qiaoa vd. 2015, Valverde v.d. 2015, Zhou vd. 2020). Bu bölümde tezde kullanılan makrofungus türleri ile daha önce yapılmış olan çalışmalara yer verilmiştir.

Hericiaceae familyasına ait *Hericium corallaides* Kore ve Çin'de insanlar tarafından geleneksel yiyecek ve ilaç olarak kullanılmakla beraber esas olarak Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da yayılım göstermektedir. 2012 yılında yapılan bir çalışmada yeni bir lakkazın saflaştırıldığı bildirilmiştir. Gıda, tekstil gibi endüstriyel ve biyoteknolojik alanlarda kullanılabilecek olan enzimin çeşitli substratlara karşı etkili oldukları gösterilmiştir (Zou vd. 2012). *Hericium corallaides*'den son yıllarda etken maddelerden corallocin A – C, sinir büyüme faktörü indükleyicileri ve beyin kaynaklı nörotrofik faktör, nematisidal yağ asitleri ve yeni lakkazlar izole edilmiş, antioksidan aktiviteleri bilinen bir bileşik olan spirobenzofuran ile üç yeni antioksidan madde izolasyonu ve yapı tayini yapılmıştır (Wittstein vd. 2016). Bir başka çalışmada *Hericium corallaides* kültür suyundan elde edilen metabolitlerin önemli ölçüde serbest radikal temizleyici etki gösterdiği bildirilmiştir (Kim vd. 2018). Yakın zamanda yapılan bir başka çalışmada, *Hericium corallaides*'den izole edilen petrol eteri, etilasetat ve etanol özütlerinin in-vitro antioksidan etkileri araştırılmıştır. Genel olarak, *Hericium corallaides*'in (HcEAE) etilasetat özütü *Hericium corallaides*'in petrol eteri ve etanol özütlerinden (sırasıyla HcPEE ve HcETE) in vitro olarak daha iyi antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

HcEAE'nin; in-vitro hidroksil, ABTS⁺, süperoksit (O₂⁻) ve DPPH radikallerine karşı hesaplanan IC₅₀ değerleri sırasıyla: 0.93, 1.84, 1.59 ve 0.6 mg/ml bulunarak yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. İn vivo antioksidan aktiviteyi değerlendirmek için, D-galaktoz ile indüklenen yaşlı fare modelinde oral olarak üç farklı HcEAE dozu uygulanmış, doza bağlı bir şekilde süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerini önemli ölçüde arttırdığı ve fare beyinlerinde ve serumlarındaki malondialdehit (MDA) seviyelerini düşürdüğü söylenmiştir. Bu sonuçlar, HcEAE'nin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ve serbest radikallerle ilişkili yaşa bağlı bozuklukların oluşumunu en aza indirebileceğini göstermektedir (Zhang vd. 2019).

Karnabahar mantarı olarak da bilinen *Sparassis crispa*, immün, anti-diyabet, anti-kanser ve anti-enflamatuar etkiler gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir (Wasser ve Weiss 1999, Kimura ve Dombo 2005). Özellikle β -glukan yapılarının biyoaktif özellikleri birçok çalışmada gösterilmiştir (Ohno vd. 2000, Yamamoto vd. 2009, Lee vd. 2010). *Sparassis crispa*'dan elde edilmiş dallanmış bir 1,3- β -D-glukan (SCG) ve soya yağı flavon aglikonları (IFAs) ile yapılan ilk çalışmada; hem oral hem de intraperitoneal SCG uygulamasının siklofosfamid (CY) kaynaklı lökopenik farelerde hematopoetik yanıtı arttırdığı görülmüştür. İkinci çalışmada SCG ile birlikte IFA'NIN oral uygulaması sinerjik olarak beyaz kan hücrelerinin sayısını ve dalak ağırlığını ve dalaktaki monosit ve granülosit sayısını arttırdığı tespit edilmiştir (Harada vd. 2005, Susumu 2005). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada *Sparassis crispa*'nın glukan içeriğinden faydalanılarak oral uygulamasının diabetes mellitusta bozulmuş yara iyileşmesini iyileştirip iyileştiremeyeceği araştırılmıştır. Diyabetik sıçanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmada yara iyileşmesinin önemli ölçüde hızlandığı görülmüştür. Bu etki makrofajların ve fibroblastların göçünde bir artış ve doğrudan tip I kollajen sentezi ile mümkün olduğu düşünülmüştür. *Sparassis crispa* kullanımı klinik ortama genişletilebileceği ve diyabetli hastalarda etkili bir yara iyileşmesi destekleyicisi olabileceği gösterilmiştir (Kwon v.d, 2009). *Sparassis crispa*'dan izole edilen alkalifilik esteraz enzimi ile ilgili çalışma sonucunda; saflaştırılan esterazların seçiciliğinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Esterazlar, ester bileşiklerin hidrolizini ve sentezini katalize eder. Lipaz trigliseridleri hidrolize ederken esterazlar genellikle kısa zincirli yağ asitlerini hidroliz etmeyi tercih ederler. Şu anda birçok sektörde örneğin; gıda, katı yağ, sıvı yağ ve ilaç endüstrisinde

kiral ilaçların ve organofosforlu bileşiklerin üretilmesinde esterazlar kullanılmakta ve farklı kaynakları aranmaktadır (Chandrasekaran vd. 2011). Başka çalışmalarda sahip olduğu polisakkaritlerin homopolisakkarit yapısında olduğu ve lipid peroksidasyonunu inhibe edici etkisi olduğu bildirilmiştir (Kwon vd. 2009, Lakhanpal vd. 2016). Yakın zamanda yapılan bir diğer çalışmada, *Sparassis crispa*'nın (SCF4) su-organik çözücü karışımları ve preparatif yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanılarak (HPLC) metanol özütünden ayrılan susuz fraksiyonlar izole edilmiştir. Bu çalışmada, Lipopolisakkariler (LPS) ile uyarılan RAW264.7 makrofaj hücrelerinde SCF4 antienflamatuar aktivitesi ve TLR aracılı NF- κ B ve MAPK sinyal yolları arasındaki ilişki gösterilmiştir. *Sparassis crispa*'nın sulu olmayan özütünün iltihaplı hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde ümit verici bir doğal ürün olarak uygulanabileceğini düşünülmüştür (Hana vd. 2019).

Suillus granulatus türü üzeri kahverengi kaygan yapıda olduğu için kaygan mantar olarak bilinmektedir. Farklı koku ve güçlü bir aromaya sahiptir. *Suillus* türlerinden elde edilen cyclopenta benzofuran yapısında bir madde olan suillisin'in *in vitro* ve *in vivo* faaliyetleri belirlenmiştir. Suillusinin antioksidatif aktivitesi, DPPH radikal temizleyicisi ile değerlendirilmiş ve iyi bilinen antioksidanlar ile karşılaştırılmıştır. Suillusin, BHA (%76) ve E vitamininden (%73) daha az etkili olmasına rağmen DPPH radikal süpürücü etkisi 100 μ g/mL'de % 30 olarak tespit edilmiştir. Suillusin ayrıca UACC62 melanomu ve SW620 kolon hücre hatlarına karşı, IC₅₀ değerleri 12 ve 20 μ g/mL olan bazı sitotoksik etkiler gösterirken, 30 μ g/mL konsantrasyonda HCT15 kolon, A549 akciğer, SK-OV-3 yumurtalık ve PC-3 prostat hücre hattına karşı hafif toksisite gösterdiği söylenmiştir (Yun vd. 2001).

Bir diğer çalışma, *Suillus granulatus*'un metanolik özütlerinin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini sunmanın yanı sıra, kimyasal karakterizasyonunu özetlemektedir. Çalışma, mantarların geliştikleri ortamdan güçlü bir şekilde etkilenmesine rağmen, farklı bölgelerden alınan aynı türlerin belli bir kimyasal profile sahip olduklarını kanıtlamak amaçlanmıştır. İncelenen türlerin, yağ oranı düşük ve protein ve karbonhidrat bakımından zengin, mannitol (3.33 ± 0.10 - 3.18 ± 0.14 g/100g KM) ve trehalozun (4.86 ± 0.06 - 2.57 ± 0.13 g/100g KM) tespit edilen ana serbest şekerler olduğu gösterilmiştir. Ayrıca organik ve fenolik asitlerin yanı sıra mono ve çoklu

doymamış yağ asitleri ve tokoferollerin de kaynağı olduklarını bildirmişlerdir. Tespit edilen en yüksek değerler; oksalik 3.35 ± 0.16 , kuinik 0.36 ± 0.02 , malik 0.94 ± 0.16 , sitrik 1.77 ± 0.25 ve fumarik 0.92 ± 0.01 g/100g KM, gallik asit 0.11 ± 0.01 , p-hidroksibenzoik asit 0.48 ± 0.01 , sinamik asit 0.13 ± 0.01 mg/100g KM olarak bildirilmiştir. Farklı bölgelerden alınan örneklerin farklı antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelleri olduğu gösterilmiştir. *Suillus granulatus*'un polisakkarit yapısının lenfosit proliferasyonuna sahip olduğu gösterilmiştir (Reis vd. 2014). Variegatik asit, variegatorubin, suillin, grevilin, 3-hidroksipulvinon, teleforik asit gibi farklı fenolik bileşikler ürettiği bildirilmiş ve bu bileşiklerin izolasyonu, yapısal aydınlatması ve biyolojik aktivitesi yapılan bir çalışma ile açıklanmaya çalışılmıştır. *Suillus granulatus*'un taze meyve gövdeleri MeOH ile ekstrakte edilmiş ve etil asetat ile H₂O arasında fraksiyonlara bölünmüştür. Bu özütler, silika jel ve Sephadex LH-20 flaş sütunları ve HPLC üzerinde bir bileşik elde etmek için ardışık olarak saflaştırılması sağlanmıştır. Doğal ürünlerden elde edilen benzofuran türevlerinin antioksidan aktiviteleri ve antioksidan ajanlar olarak moleküler yapı özellikleri bu konudaki son zamanlardaki çalışmaların odak noktası haline gelmiştir. Bu çalışmalarda sistematik olarak benzofuran-tabanlı bileşiklerin antioksidan ajan olarak antioksidan ilaçlara ikame bir model gibi bu türevlerin yapı aktivite ilişkileri geliştirilerek tıbbi faydalar sağlanabileceği bildirilmiştir (Chand vd. 2017).

Macrolepiota procera büyük yapısı ile şemsiyeyi andırdığından bu isimle anılmaktadır. Fenolik bileşiklerin analizi amaçlı fotodiyot dizi detektörü ve kütle spektrometresi ile birleştirilmiş yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC-DAD-ESI/MS) kullanılarak yapılan çalışmada: *Macrolepiota procera*'da flavonoid saptanamamış, sinamik asit (21.53 mg/kg) tespit edilmiştir (Barros vd. 2009). Gıda muhafaza teknikleri ile ilgili yapılan bir çalışmada *Macrolepiota procera*'nın kimyasal parametreleri ve antioksidan potansiyeli üzerindeki donma, kurutma ve gama ışınlama etkisi değerlendirilmiştir. Düşük enerji değerlerine sahip olduğu, temel bileşenlerinin nem ve karbonhidratlar olduğu belirtilmiş, linoleik, palmitik ve oleik asitler başlıca yağ asitlerini oluşturduğu söylenmiştir. D-tokoferol; taze, dondurulmuş ve ısıtılmış örneklerde, B-tokoferol ise kurutulmuş örneklerde baskındır. Taze ve ısıtılmış numunelerde şeker olarak trehaloz miktarı yüksek iken, dondurulmuş ve kurutulmuş numunelerde mannitolün baskın olduğu gösterilmiştir. Kurutulmuş numuneler daha yüksek DPPH süpürme aktivitesi ve β -karoten ağartma inhibisyonu vermiş; dondurulmuş ve ısıtılmış

örnekler daha yüksek indirgeme gücü ve TBARS oluşum inhibisyonu göstermiştir. Genel olarak; donma ve kurutma, kimyasal parametrelerde önemli farklılıklara neden olmuştur. Gama ışınlamanın, taze numunelerin kimyasal profilini korumak için potansiyeli yüksek bir metot olduğu bildirilmiştir (Fernandes vd. 2013). *Macrolepiota procera* metanolik özütünde toplam antioksidan aktivite IC_{50} 311.40 $\mu\text{g/mL}$ olarak hesaplanan çalışmada; insan epitel karsinomu HeLa hücreleri, insan akciğer karsinomu A549 hücreleri ve insan kolon karsinomu LS174 hücreleri üzerinde IC_{50} 19.01-80.27 mg/mL arasında değişen değerleri ile sitotoksik aktivite gösterdikleri ifade edilmiştir (Kosanovic vd. 2016). Bir diğer çalışmada; antioksidan içerikleri toplam fenolik (22.15 ± 0.11), toplam flavonoid (4.72 ± 0.02) ve toplam antioksidan aktivite (DPPH) %25.72 ile ifade edilmiştir (Buruleanu vd. 2017). *Macrolepiota procera* biyolojik birikim kapasiteleri değerlendirmeleri açısından yapılan çoğu çalışmada ağır metal içerikleri ortaya konmuş, yetiştiği bölge ve toprak özelliklerine göre değişiklik gösterdikleri ve çevre kirliliğinin göstergesi olduğu bildirilmiştir (Janco vd. 2019). Yakın zamanda yapılan çalışmada Fas ve Portekiz'den toplanan *Macrolepiota procera* örneklerinin kimyasal bileşimi, biyoaktif bileşikler ve antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Örneklerin meyve gövdesinin önemli ölçüde daha yüksek miktarda biyoaktif bileşik içerdiği ve toplandığı bölgeye göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Metanolik özlerinin güçlü bir antioksidan kapasite gösterdiği; DPPH serbest radikal süpürücü aktivite radikallerinin kullanılması (IC_{50} 1.19 mg/mL); β -karoten ağartma radikallerinin inhibisyonu (IC_{50} 0.09 ± 0.02 mg/mL); ve ferrosiyenid güçlü radikallerinin azaltılması (IC_{50} 0.96 ± 0.01 mg/mL) gösterilmiştir. GC-MS analizi ile türevlenmiş metanol özütlerinden toplam 35'ten fazla bileşik tanımlanmıştır. Fenolik bileşiklerin LC-MS analizi sonucunda; protokateşuik asidin (92.52 ± 0.45 $\mu\text{g/g}$ KM'de) baskın olduğu bildirilmiştir (Erbai vd. 2021).

Lepista nuda, önemli organoleptik niteliklere sahip lezzetli bir mantardır. Yapılan çalışmada; monosakkarit içeriğinin galaktoz (51.98 mg/kg) ve trehalozdan (22.48 mg/kg) oluştuğu, mineral maddelerden en yüksek oranda K ve Mg bulunduğu, valin (25.40 mg/kg), lösin (22.52 mg/kg) ve lizin (21.34 mg/kg) gibi esansiyel aminoasitleri içerdikleri bildirilmiştir (Lee vd. 2006a). Diğer çalışmada mikrodalga yöntemi ile elde edilen *Lepista nuda* etanol özütü kullanılarak; ksantin oksidaz ve tirozinaz üzerindeki %99.78 ve %30.30 konsantrasyonlarında en yüksek inhibitör aktivite değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Lee vd. 2006b). Başka bir çalışmada farklı habitatlarda yetişen ve kültür

ortamında üretilen örneklerinin kimyasal ve biyoaktif özellikleri karşılaştırılmıştır. Genel olarak, in-vitro kültür ortamında besinsel öğelerin daha yüksek oranlarda olduğu, diğer habitatlarda yetişenlerin ise kimyasal bileşimdeki çeşitliliği, biyoaktif bileşikleri, fenolik bileşikleri, organik asitleri ve antioksidan potansiyelleri açısından daha yüksek oranlarda oldukları gösterilmiştir (Pinto vd 2013). Yüksek oranda protein içerdikleri ($22.29 \text{ g}/100 \text{ g KM'de}$), serbest şekerlerinin; trehaloz ($6.23 \pm 0.17 \text{ g}/100 \text{ g KM'de}$) ve mannitol ($3.64 \pm 0.34 \text{ g}/100 \text{ g KM'de}$) olduğu, organik asitlerden; oksalik $2.22 \pm 0.02b$, kuinik $26.41 \pm 0.23a$, fumarik 0.24 ± 0.01 asit olduğu bildirilmiştir. Antioksidan aktiviteleri; toplam fenolik $27.34 \pm 0.63 \text{ GAE}$ ve DPPH aktivitesi 2.16 ± 0.13 olarak belirlenmiştir (Toledo vd. 2016). *Lepista nuda* sahip olduğu suda çözünen polisakkaritlerin ekstraksiyonunu amaçlayan bir çalışmada iki yeni polisakkarit (LNP-1, LNP-2) saflaştırılmıştır. LNP-1 polisakkarit içeriği % 87.7 esas olarak mannoz, glikoz, galaktoz, ksiloz, arabinoz ve fukozdan oluşurken, % 0.97 protein, %5.0 sülfürik içerik ve % 5.56 üronik asit, LNP-2 polisakkarit içeriği %81.2 mannoz, glikoz, galaktoz, arabinoz ve fukozdan , % 0.68 protein içeriği ile % 8.64 sülfürik ve % 6.80 üronik asit den oluştuğu tespit edilmiştir. Bu özütlerle gerçekleştirilen DPPH deneyi ile serbest radikalleri ve süperoksit anyonu temizlemede yüksek etki göstermişlerdir. Yüksek besin ve tıbbi değerde, özellikle yüksek antioksidan, antitümör ve antiviral aktiviteye sahip olduğu LNP'nin gıda endüstrisinde yeni bir etkinlik faktörü olarak geliştirilebileceği söylenmektedir (Shu vd. 2019).

Bu çalışmada; yapılan çok yönlü analizlerle makrofungusların antioksidan özelliklerinin hangi maddelerden kaynaklandığı ya da diğer moleküllerle sinerjik bir etki olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda; makrofungusların besin öğelerini belirlemek amacıyla nem, protein, yağ, karbonhidrat gibi temel bileşenleri analiz edildikten sonra FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) analizi ile de doğrulaması sağlanmıştır. Karbonhidrat içeriğinin çözünebilen polisakkaritler, çözünemeyen polisakkaritler olarak ayrı ayrı hesaplandıktan sonra serbest şeker içerikleri Ultra Performanslı Sıvı Kromatografi (UPLC) cihazı ile belirlenmiştir. Yağ içeriğinin; yağ asitleri ve sterol kompozisyonu gaz kromatografi (GC) cihazı ile belirlenmiş, özütleri etanol ekstraksiyonu ile elde edilmiştir. Makrofunguslardan elde edilen özütlerin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarları spektrofotometrik yöntem ile hesaplanmış, içerdikleri; organik asit, fenolik ve flavonoid bileşik dağılımları UPLC yöntemi ile belirlenmiştir. Özütlerin antioksidan aktiviteleri 2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)

yöntemi kullanılarak toplam olarak analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre ön plana çıkan; en yüksek oranda antioksidan aktiviteye ve aynı zamanda en yüksek miktarda fenolik ve flavonoide sahip olduğu belirlenen *Suillus collinitus* türünün, içeriğinde tespit edilen fenolik ve flavonoid maddeleri UPLC cihazında C₁₈ kolonda ayrılarak fraksiyonlar halinde elde edilmiştir. Özütle halinde yüksek aktivasyon gösteren glutatyon-S-transferaz (GST), glutatyon peroksidaz (GPx), superoksit dismutaz (SOD) enzimlerinin aktivite deneyleri elde edilen fraksiyonlar ile de gerçekleştirilmiştir.

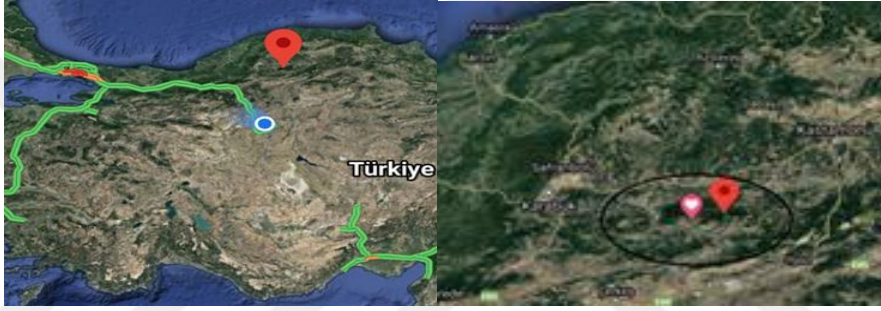
Çalışmada yeralan türler ile yapılan yukarıda özetlenen çalışmalarda göstermektedir ki bu türler birçok alanda kullanılabilmek özellikleri ile umut vadetmektedirler. Elde edilen maddelerin besin özellikleri, antioksidan, antitümör ve antiviral aktivitesinden yararlanılarak gıda endüstrisinde kullanımı ile ilgili araştırmalar devam etmektedir. Elde edilen yeni bileşikler ile yapılan farmakolojik, invitro ve invivo tıbbi çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmaktadır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Makrofungus örneklerinin toplanması ve teşhisi

Makrofungus örnekleri mantar çeşitliliği fazla olan Karadeniz Bölgesindeki Kastamonu ve Bolu illerinden uygun mevsim koşullarında toplanmıştır. Özellikle halk tarafından bilinen yenilebilen türler seçilmiştir. Bu çalışmada kullanılan makrofungus örnekleri; 2017-2018 yıllarında ekolojik şartların makrofungusların gelişmesine uygun olduğu dönemlerde Kastamonu ili, Araç ilçesine bağlı dağlık alan taranarak farklı lokalitelerde yapılan arazi çalışmaları ile toplanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Makrofungus örneklerinin toplandığı bölgenin uydu fotoğrafı

Makrofungus örneklerinin toplandığı konum merkez bilgileri; $41^{\circ}05'12.0''N$ $33^{\circ}11'52.0''E$, 41.086679,33.197784 olarak tespit edilmiştir.

Makrofungusların toplanmadan önce ve sonra, yayılış ve yetiştirme alanını da içerecek şekilde farklı açılardan renkli fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 3.2, Şekil 3.3).



Şekil 3.2 *Macrolepiota procera*'ya ait yetiştirme alanı, şapka, yüzük, sap fotoğrafları

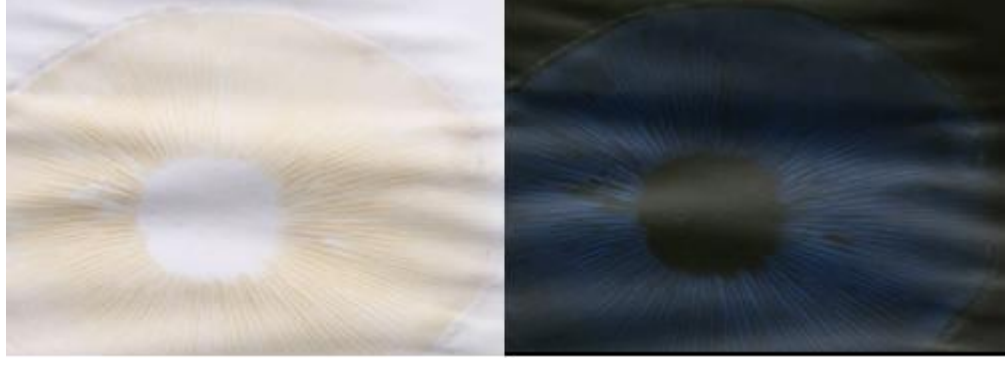
Toplanan makrofungusların yetişme dönemi, yetişme yeri, bazidyokarplarının şekil ve boyutları, etinin rengi, velum kalıntıları taşıyıp taşıması, himenyum tipi, rengi, sap bulunup bulunmaması, sapın özellikleri, sapın içyapısı, yüzük veya volva taşıyıp taşıması, kokusu gibi özelliklerinden türün teşhisinde yararlanılmıştır.



şekil 3.3 Lepista nuda'ya ait farklı açılardan çekilmiş fotoğraflar

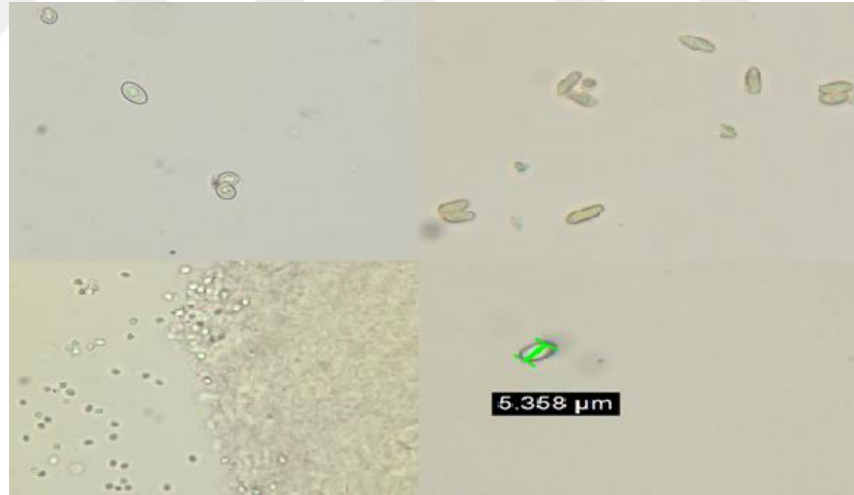
Toplanan mantarlar yerli halka gösterilerek, mantarın yörede yenilip yenilmediği ve yöresel ismi sorularak geleneksel bilgiler de araştırılmıştır. Mantarların morfolojik özellikleri ve arazi verileri kaydedildikten sonra toplanan mantarlar karton kutular içine yerleştirilmiştir.

Bu çalışmada mantar örnekleri seçilirken daha az çalışılmış türler tercih edilmiştir. Toplanan makrofungusların birer rneği seçilerek himenyum tabakalarının altına beyaz bir kağıt konulmak suretiyle bir gün bekletilerek spor baskıları elde edilmiştir (şekil 3.4). Kağıt zerine biriken sporların renklerinden teşhis için yararlanılmıştır. Spor baskı renklerinin belirlenmesinde çeşitli renk katalogları kullanılmıştır.



Şekil 3.4 Toplanan makrofunguslara ait spor izi görüntüsü örneği

Toplanan numunelerin sporları incelenirken mantarın himenyum tabakasından ince kesitler lamin üzerine alınarak, % 5 potasyum hidroksit ve % 10'luk amonyum hidroksit çözeltisi kullanılarak preparatlar hazırlanmıştır. Leica DM 2500 model mikroskop ile spor görüntüleri elde edilmiştir. Şekil 3.5 'de görüldüğü gibi sporların enleri ve boyları mikrometrik olarak ölçülüp boyutları tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler ile mevcut literatür karşılaştırılarak türlerin teşhisi yapılmıştır.



Şekil 3.5 Toplanan makrofunguslara ait mikroskopik görüntüler, spor şekilleri

3.1.2 Makrofungus örneklerinin saklanması ve analize hazırlanması

Örnekler toplandıktan sonra tür teşhisleri ve etiketlemeleri yapılmıştır. Arazi şartlarından kaynaklanan kirlilik giderildikten sonra örneklerin bir kısmı özütleme için sıvı azot ile dövüldükten sonra derin dondurucuya (-80°C) konulmuş, bir kısmı ise temel bileşen

analizleri için 60°C de kurutucu da kurutulup öğütüldükten sonra +4°C de saklanmıştır (Aguayo v.d 2017).

3.2. Yöntem

3.2.1 Makrofungus özütlerinin hazırlanması

Makrofungusların öncelikle su ile ekstraksiyonunda yüksek sıcaklıkta fenolik ve flavonoid maddeler azalabileceğinden ekstraksiyon düşük sıcaklıkta 60-80° sıcaklıkta denenmiştir. Bu yöntem ile özütlenme oranları düşük kaldığı için etanol ekstraksiyonu ile özütlemeye devam edilmiştir (Midoh vd. 2013, Chouhan vd. 2020).

Makrofungus özütlerinin elde edilmesi için; yaklaşık 8 gr öğütülmüş tüm örnekler tartılarak 150 mL %70 lik etanol ilave edilmiştir. Karışım 24 saat +4 °C de buzdolabında bekletilmiştir. Daha sonra örnekler oda sıcaklığında 200 rpm 12 saat çalkalanarak, whatman filtre kağıdından süzölmüştür. Kalıntı iki kez daha etanolle yıkandıktan sonra residü darası alınarak multievaporatör balonlarına aktarılmış, çalkalamalı multi evaporatörde 40-60°C'de uygun basınçta (337 mbar) rotary evaporatör yardımıyla çözücüsü uçurulmuştur. Evaporasyon sonrasında özütler sabit tartımlara geldikten sonra tartılarak özütlenme miktarları belirlenmiştir. DMSO yardımıyla çözölerek plastik santrifüj tüplerine aktarılmış ve deneylerde kullanılabileceği kadar -20 °C de saklanmıştır (Heleno 2015, Lin 2015, Shomali Moghaddam vd. 2015).

3.2.2 Temel bileşenlerin tespiti

Nem içeriğinin belirlenmesi; Makrofungusların temel bileşenlerinin miktarı kuru madde üzerinden yapılacağı için kurutma işlemi gerçekleştirilen örneklerin nem değeri de gravimetrik olarak ölçölmüştür. Mantarların nemi; 60 °C de sabit tartıma geldikleri noktadan hesaplanmıştır (Anonymous 1995).

Protein miktarı tayini; Protein miktarı tayini kurutulup öğütölmüş örnekler ile tam otomatik LECO azot / protein tayin cihazı ile yapılmıştır. Metod prensibi gereğı; cihaza örnek yüklendikten yakılan ürünün açığa çıkan azot miktarı üzerinden hesabı yapılmıştır. Daha sonra, örneklerdeki protein miktarı; sonuçların uygulanan yöntemde mantar için standart olarak belirlenmiş olan çarpanla çarpılması ile hesaplanmıştır (N ×4,38) (Anonymous 1995).

İnorganik madde miktarı; Kül analizi ile kurutulup öğütülmüş örneklerin 550°C de 3 saat yakılması ile yapılmıştır. Yanma sonucu kalan inorganik maddelerin miktarı gravimetrik olarak hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

Toplam yağ miktarı tayini; Toplam yağ miktarı, yağ asiti ve sterol kompozisyonu için yağ ekstraksiyonu kurutulup öğütülmüş örnekler ile soxhalet metodu uygulanarak yapılmıştır (Barreira vd. 2014). Bu metot tam otomatik yağ tayin cihazı ile çalışılmıştır.

Karbonhidrat (KH) miktarının hesaplanması; Toplam kuru madde içindeki hesaplanan diğer temel bileşenlerin (protein, yağ ve kül) toplam yüzdeden çıkarılması ile hesaplanmıştır (Aguilo-Aguayo v.d. 2017).

Toplam KH = 100-Protein-Lipit-Kül

3.2.3 FTIR analizi ile makromoleküllerin tespiti

Moleküllerin bağ titreşim enerjileri ile elde edilen spektrumda ilk önce serbest ve az bağ içeren moleküllerin daha sonra daha çok bağ içeren makro moleküllerin sırasıyla görülmesi ile ayırım sağlanmaktadır. Numune içindeki bileşenlerin madde yoğunlukları arttıkça kızıl ötesi bantların şiddeti de artmakta ve miktarı ile ilgilide bilgi sahibi olunmaktadır (Baltacioğlu v.d, 2017).

Bu çalışmada toz mantarların ve elde edilen özütlerin FTIR spektrumları alınıp sonuçlar karşılaştırılarak makro molekül içerikleri belirlenmiştir. Örneklerinin ana fonksiyonel grup ve kimyasalların türünü belirleyebilen kızılötesi spektrumları ile protein, karbonhidrat, yağ ve DNA gibi içerikleri belirlenmesine olanak sağlanmıştır.

Spektral Bölgeler	Spektral Alanlar	Dalga Sayısı Aralık cm^{-1}	İçerdiği Kimyasal Bağlar	Baskın Bileşenler
Fonksiyonel grup bölgesi	S1	3600-3000	O-H grup,	Serbest OH Gruplar, Alkol,
	S2	3000-2500	CH ₂ , CH ₃ , H-C=O, O-H C-H,S-H	Yağ Asitleri, Lipitler, Molekül İçi Alkol, Asitler, Alkin, Alken, Alkan, Aldehit, Tiyo Bileşikler
	S3	2400-2000	N=C=O,N=N=N,C=C=C , C=C=N	İzosiyanat,Azit,Allen,Ketenimi n Fonksiyonel Gruplar
	S4	2000-1650	CH	Aromatik Bileşikler
Protein bölge	S5	1700-1500	C=O, C=C, C-N, N-H Karboksil grupları, peptit bağları, Amid bölgesi; amid I ve amid II bantları	Proteinler ve Peptitler, Kitin, Fenolikler, Yağ asitleri
Karma bölge	S6	1500-1200	Karboksilik grupları, Esterbağları	Proteinler, Serbest aminoasitler, Polisakkaritler, Yağ asitleri, Fosfat taşıyan bileşenler, Fenolikler
	S7	1250-1200	Fosfodiester bağları, ester bağları, C-OH	RNA/DNA, Fosfolipitler, Pektik yapılar.
Polisakkarit bölge	S8	1200-900	C-O, C-OH yan grupları, C-O-C glikozit bağları	Polisakkarit bölge, Karbonhidrat parmak izi spektrumları, Şekerler, Seluloz, Glukanlar, Triterpen, Pektik yapılar.
	S9	<900	Tanımlanmamış bileşenler veya fonksiyonel gruplar	Polisakkarit yapılar, Bazı belirli spektral desenleri ifade eden parmak izi bölgesi

Şekil 3.6 FTIR Spektrumu Spektral bölgeler (Meenu ve Xu 2019)

Makrofungus FTIR spektrumlarında en yüksek bantlar proteinlere ve polisakkaritlere işaret eder. Polisakkaritlerinde karakteristik bantlar; α -glukanlar (1155, 1025, 930, 850 cm^{-1}) ve β -glukanların (1160, 1078, 1041.890 cm^{-1}) varlığını ortaya koymaktadır.

FTIR cihazı ile makrofungus örneklerinin ana fonksiyonel grup ve kimyasalların türünü belirleyebilen kızılötesi spektrumları elde edilerek; protein, karbonhidrat, yağ ve DNA gibi içerikleri belirlenmiştir. Makrofungus örneklerinin tümünde toz ve özüt örneklerinde 3600 cm^{-1} -600 cm^{-1} spektral bölgeler arası incelenmiş ve yorumlanmıştır.

3.2.4 Diyet lif içeriğinin tespiti ve besin değerlerinin hesaplanması

Diyet lif miktarları kurutulmuş öğütülmüş örnekler ile enzimatik-gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Örnekteki yağ uzaklaştırıldıktan sonra üzerine 40 ml MES/TRIS tamponu eklenip, 200 mL sıcaklığa dayanıklı amilaz eklendi ve 100 °C 'de 35 dakika beklemeye alınmıştır. Daha sonra 100 mL proteaz enzimi eklenecek ve 60°C 'lik su banyosunda yarım saat bekletildi. 300 mL amilo glukosidaz eklenerek tekrar 60°C 'lik su banyosunda yarım saat daha bekletilmiştir. Çözelti vakum altında gooch krozesinden (m_1) süzölmüştür. Çökelek 70°C sıcaklıkta 10 mL su ile iki kere yıkandıktan sonra kalıntıda çözünmeyen, ancak süzöntüde çözünen diyet lif analizi ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çözünmeyen diyet lif için; kalıntı, 10 ml %95 'lik etanolle iki kere ve son olarak 10 mL asetonla iki kere yıkanmış, krozede kalan kalıntı tartılıp kaydedilmiştir (m_2). Paralel olarak yürütölen deney sonucunda tartımları alınmış örneklere birinde kül (k), diğereinde protein (p) analizi yapılmıştır.

Çözönen diyet lif için; süzöntünün ağırlığı 80 g olana kadar üzerine saf su eklenmiştir. Önceden 60°C'ye ısıtılmış % 95 'lik 320 mL etanol eklenmiş, çökme işleminin tamamlanması için 1 saat bekledikten sonra, gooch krozesinden süzölmüştür. Kalıntı 20 mL %78 'lik etanolle 3 kere, 10 mL %95 'lik etanolle iki kere ve son olarak 10 ml asetonla iki kere yıkanmıştır. Krozede kalan kalıntı tartılıp kaydedilmiş (m_3), paralel olarak yürütölen deney sonucunda tartımları alınmış örneklere birinde kül (k), diğereinde ise protein (p) analizi yapılmıştır (Anonymous 2000, Manzi ve Pizzoferrato, 2000).

$$\% \text{ Çözünmeyen Diyet Lif} = [(m_2 - m_1) - (k + p) \times 100] / M$$

$$\% \text{ Çözönen Diyet Lif} = [(m_3 - m_1) - (k + p) \times 100] / M$$

Besin değerleri; gıdaların enerji üreten ana bileşenleri için belirlenmiş olan faktörler kullanılarak hesaplanmıştır. Mantarlar yüksek oranda lif içerdiklerinden insan vücudunun sindiremediği çözünemeyen diyet lifini kapsayan kısım toplam karbonhidrattan çıkarılarak Net Enerji olarak sonuca yansıtılmıştır (Anonymous 2014, Heleno vd, 2015, Alzorqi vd, 2017).

Enerji (kcal)= 4×(g protein) + 4x (g karbonhidrat-toplam diyetlif)+ 2.6x (çözünebilen diyet lifi) + 9× (g yağ)

3.2.5 Şekerlerin UPLC ile tespiti

Analiz; pompa, degaze ünitesi, oto örnekleyici, refraktif indeks dedektör (RID)'den oluşan UPLC sistemi ile yapılmıştır. Metot; analitik kolon 100-5NH₂, mobil faz asetonitril:su karışımı (80:20), akış hızı 1,3 ml/dk olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle monosakkaritler, oligosakkaritler ve şeker alkollerinden oluşan saf standartlar farklı konsantrasyonlarda hazırlanarak cihazda okutulup kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Bu analizde tespit limiti daha yüksek olduğu için makrofungus örneklerinin özütleri kullanılmıştır. Örneklerin içerikleri kalibrasyon grafiğine göre cihazın yazılım sistemi ile hesaplanmıştır (Heleno v.d, 2009).

3.2.6 Toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. Folin-Ciocalteu reaktifi, doğun sodyum karbonat çözeltisi ve standart olarak gallik asit (GA) kullanılmıştır. Gallik asit'in (0,5 mg/ml) stok çözeltisinden 0,015-0,055 mg/ml aralığında farklı konsantrasyonlardaki standart çözeltileri hazırlanmış ve 700 nm'de köre karşı ölçülen absorbans değerleri ile kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Fenolik madde miktarı tayini için 0,50 ml kör (sadece su), standart veya özütler içeren tüplere 0,50 mL Folin-Ciocalteu eklenip iyice karıştırılan numuneler oda ısısında 5 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda özüt, standart ve kör tüplerine 1 ml sodyum karbonat eklenmiş ve hacim distile su ile 3mL'ye tamamlanıp iyice karıştırılmıştır. Karışımların oda ısısında 30 dakikalık bekletilmesinin ardından, tüm solüsyonların absorbansları, 700 nm'de gerçekleştirilmiştir. Örnek özütlerindeki total fenolik madde değerleri gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965).

Total flavonoid miktarı alüminyum klorür (AlCl_3) kolorimetrik yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Alüminyum klorür (%10) çözeltisi, potasyum asetat (1 M) ve etil alkol çözeltileri (%95) ile flavonoid madde standardı olarak da rutin kullanılmıştır. Etil alkol (%80) içerisinde hazırlanmış olan rutin (1,0 mg/ml) stok çözeltisinden farklı konsantrasyonlarda 0,050-0,100 mg/mL aralığının da 1:3 seyreltme ile hazırlanan standart çözeltilerin 415 nm deki köre karşı okunan absorbans değerleriyle kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Flavonoid madde miktarı tayini için 0,50 mL kör (su), standart veya özütler 1,5 mL etil alkol (%95) ile seyreltilip, iyice karıştırıldıktan sonra sırasıyla 0,1 mL AlCl_3 (%10) ve 0,1 mL potasyum asetat eklenmiş ve tekrar karışması sağlanmıştır. Ardından; özüt, standart ve kör tüplerine 2,8 mL distile su eklenip, oda ısısında 30 dakikalık bekledikten sonra 415 nm’de kör’e karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak özütlerdeki toplam flavonoid madde miktarları Rutin eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (Woisky ve Salatino1998, Wright vd. 2001).

3.2.7 Organik asitlerin UPLC ile belirlenmesi

Analiz; pompa, degaze ünitesi, oto örnekleyici, photo diode array detektör (PDA)’dan oluşan ultra performanslı sıvı kromatografi sistemi (UPLC) ile yapılmıştır. Metot; analitik kolon ayırım için uygun ters faz C_{18} ile 285 nm dalga boyunda, mobil faz olarak pH 2.5 tamponlu su (sülfirik asit) karışımı kullanılarak akış hızı 1,0 ml/dk olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle organik asit saf standartları (tartarik, malik, sitrik, kuinik, şikimik, oksalik ve fumarik asit) farklı konsantrasyonlarda hazırlanarak cihazda okutulup kalibrasyon grafiği çizilmiş, örneklerin içerikleri bu grafiğe göre cihazın yazılım sistemi ile hesaplanmıştır (Reis v.d. 2012).

3.2.8 Fenolik bileşikler ve flavonoidlerin UPLC ile tespit edilmesi

Analiz; pompa, degaze ünitesi, oto örnekleyici, photo diode array detektör (PDA)’dan oluşan ultra performanslı sıvı kromatografi sistemi (UPLC) ile yapılmıştır. Metot; analitik kolon ayırım için uygun ters faz C_{18} ile, üç farklı dalga boyunda (285, 320 ve 360 nm), mobil faz olarak A: su:formik asit (19:1) ve B: Metanol kullanılarak pompa gradient yöntemi akış hızı 0.9 ml/dk olacak şekilde uygulanmıştır. Fenolik asit ve flavonoidlerden oluşan 20 bileşiğin saf standartları (gallik asit, kateşin, epikateşin, rutin, kuersetin, mirsetin, kamferol, hidroksibenzoik asit, apigenin, luteolin, p-kumarik asit, ferrulik asit,

elagik asit, kafeik asit, vanillik asit, klorojenik asit, trans-sinamik asit, sirinngiç asit, naringenin ve resvaratrol) farklı konsantrasyonlarda hazırlanarak cihazda okutulup kalibrasyon grafiğı çizilmiş, örneklerin içerikleri bu kalibrasyon grafiğine göre cihazın yazılım sistemi ile hesaplanmıştır (Reis v.d. 2012).

3.2.9 Yağ asidi ve sterol kompozisyonlarının GC ile belirlenmesi

Deneyler; yağ analizinde elde edilen yağ içeriğı kullanılarak yapılmıştır. Gaz kromatografisi cihazı (GC) split/splitless enjektör, alev iyonizasyon dedektör (FID) ve silika kılcal polar olmayan kolon (30 m x 0.25 id) ve uygun fırın programı ile gerçekleştirilmiştir.

Yağ asitleri kompozisyonu analizi: COI (International Olive Council) yöntemine göre yağ asitleri esterleştirildikten sonra organik çözücü, döner bir evaporatör ve düşük basınç altında uzaklaştırılmıştır. Elde edilen metil esterleri cihaza verilmiştir. Bu analizde FAME (Fatty acids methyl esters) 37'li standart cihaza tanımlandıktan sonra örnek içerikleri, yağ asitlerinin çıkış zamanına göre belirlenmiş ve yüzde dağılım olarak hesaplanmıştır (Heleno v.d, 2009, Anonymous 2010, Goyal v.d, 2015, Cayan ve Cayan 2017).

Sterol analizi; yağ asitleri esterleştirildikten ve ince tabaka kromatografisinde (TLC) ayırım sağlandıktan sonra (GC) split/splitless enjektör, alev iyonizasyon dedektör (FID) kullanılarak cihaza verilmiştir. Sterol standartları cihaza tanımlandıktan sonra örnek içerikleri; çıkış zamanına göre belirlenmiş ve yüzde dağılım olarak hesaplanmıştır (Anonymous 2013, Phillips vd. 2011).

3.2.10 Toplam antioksidan miktarı DPPH yöntemi

Elde edilen özütlerin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için, 2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, kararlı serbest radikal'in ortamda bulunan antioksidan kimyasallar tarafından temizlenmesi ile rengin gittikçe açılması prensibine dayanan spektrofotometrik bir tayindir. Farklı konsantrasyonlarda numune özütü ile 517 nm'de okunan absorbanslara göre çizilen grafikten yararlanılarak $y=ax+b$ denkleminde DPPH konsantrasyonunu yarıya düşüren numune miktarı $\mu\text{g/mL}$ cinsinden belirlenmiş, sonuçlar IC_{50} değeri olarak ifade edilmiştir (Reis vd. 2012).

3.2.11 Makrofungus özütlerinin glutatyon-S-transferaz (GST) enzim aktivitesine etkileri analizi

Glutatyon-S-transferaz, glutatyon peroksidaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin aktivitelerinin tayini için sıgır karaciğerinden elde edilen homojenat kullanılmıştır. Homejenat; karaciğer dokusu, 0.15 M potasyumklorür, 1 mM EDTA ve 1 mM ditiyotritol içeren 10 mM'lık potasyum fosfat tamponu (pH=7.0) eklenip eklenerek elde edilmiştir. Karışım 4 °C, 10.000rpm, 20 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı alınmış, tekrar 4 °C, 30.000rpm, 60 dakika santrifüj edilmiştir. Supernatantlar ependorflara bölündükten sonra kullanılabilecek kadar -80 °C'de saklanmıştır (Shomali Moghaddam vd. 2015).

Özütlerin glutatyon-S-transferaz (GST) enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini Habig vd. 1974 metodu bazı değişiklikler ile kullanılmıştır. 10 µL özüt, 80 µL 200 mM'lık fosfat tamponu (pH=6,5), 10 µL karaciğerden izole edilmiş GST enzimi (0,7826 mg/mL), 900 µL 50 mM'lık CDNB ve 200 mM'lık GSH içeren 100 mM fosfat tamponu ile 1mL'lik toplam hacimde gerçekleştirilmiştir. Kuarz küvet kullanılarak spektrofotometrede 4 dakika (kinetik fonksiyon) ve 340 nm dalga boyunda, köre karşılık farklı konsantrasyonlardaki özütlerin GST aktivitesine olan etkilerinin kıyaslanması ile aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$EA(IU/mL)=(OD340/dakika) \times (1/\epsilon_{340}) \times (\text{seyreltme faktörü})$$

ϵ = Sönümlenme Katsayısı CDNB için 9,60 nm⁻¹.cm⁻¹'dir.

3.2.12 Makrofungus özütlerinin glutatyon peroksidaz (GPx) enzim aktivitesine etkilerinin analizi

Makrofungus özütlerin GPx enzim aktivite tayini, glutatyon redüktaz (GR) içeren metot kullanılmıştır. Glutatyon ve hidrojen peroksidin GPx enzimiyle glutatyon (GSSG) yükseltgenmesi sonucu, GR'ın NADPH molekülünü NADP'ye oksitleme miktarının 340 nm'de izlenmesi prensibine dayanmaktadır. 10 µL kör, enzim kontrolü (sadece çözücü) ve makrofungus örneği içeren küvetlere sırayla 60 µL 0.5 mM'lık EDTA içeren TrisHCl (pH=8.0) tamponu, 10 µL sıgır karaciğer dokusundan elde edilen sitozol (0.9282 mg/mL) (enzim kontrolü hariç), 10 µL glutatyon redüktaz (20 U/mL) enzimi, 40 µL 20 mM'lık

GSH, 10 µL 10 mM'lık NADPH çözeltisi ve 800 µL 30 mM'lık kumil hidrojenperoksit içeren TrisHCl tamponu eklenerek karışımın toplam hacmi 1mL'e tamamlandı. Kuarz küvet kullanılarak spektrofotometrede 5 dakika (kinetik fonksiyon) ve 340 nm dalga boyundaki düşüş izlenerek, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Paglia ve Valentine 1967; Yıldırım ve Büyükbingöl 2003).

$$EA \text{ (IU/mL)} = (OD_{340}/\text{dakika}) \times (1/\epsilon_{340}) \times (\text{seyreltme faktörü})$$

NADPH için 340 nm'deki sönmleme katsayısı: (ϵ_{340}) 0,00622 nm⁻¹.cm⁻¹

3.2.13 Makrofungus özütlerinin katalaz (KAT) enzim aktivitesine etkilerinin analizi

Katalaz aktivite tayini, hidrojen peroksitin katalaz enzimi ile suya dönüştürülme reaksiyonu sonucunda peroksit miktarının azalması ve spektrofotometrik olarak 520 nm'de absorpsiyondaki düşüşün izlenmesi prensibi ile gerçekleştirilmiştir (Aebi 1984). 10 µL kör ve özüt içeren küvetlere sırasıyla 40µL (100.1 U/mL) katalaz enzimi, 50µL 50 mM'lık fosfat tamponu ve 100 µL 10 mM'lık H₂O₂ çözeltisi eklendikten sonra 2 dakika için inkübasyona bırakılmıştır. 100 µL 15 mM'lık sodyum azit (NaN₃) eklendikten sonra 5 dakika için karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. 4-aminoantipirin, 3,5 sodyum dikloro-2-hidroksi benzen sülfonat ve horseradish peroksidaz (HRP) enzimi (1mL:1mL:1µL) ile kromojen karışımı (günlük) hazırlanmıştır. Farklı bir küvete 100 µL örnek alınıp üzerine 900 µL kromojen karışımından ilave edilerek toplam hacim 1mL'e tamamlanmıştır. Karıştırıldıktan sonra karanlık ortamda 40 dakika için inkübasyona bırakıldıktan sonra H₂O₂ ile kromojenin reaksiyonu ile ortaya çıkan renge ait absorpsiyon değeri 520 nm'de okunarak enzim aktivitesi aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır (Yıldırım ve Büyükbingöl 2002).

$$EA \text{ (IU/mL)} = (\Delta H_2O_2/\text{dakika}) \times (\text{seyreltme faktörü})/\text{deney hacmi}$$

3.2.14 Makrofungus özütlerinin süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesine etkilerinin analizi

SOD enzim aktivitesinin tayini için; 0.3 mM ksantin, 25 mM nitro blue tetrazolyum (NBT) ve ksantin oksidaz içeren süperoksit radikalleri ile oluşan renk değişiminden yararlanılmıştır. Özütlerin SOD enzim aktivitesinin tespitinde bir örneğe karşılık kör ve

enzim kontrolü de çalışılmıştır. 10 µL kör, enzim kontrolü ve özüt bulunduran küvet içerisine; 10 µL sitozol (0.9282 mg/mL), 300 µL 0.6 mM'lık EDTA'lı sodyum karbonat (200 mM; pH=10.0), 150 µL ksantin (0.3 mM), 20 µL suyla hazırlanan NBT karışımı ve 0.139 U/mL XOD enziminden 10 µL eklendi. Oluşan reaksiyonların 550 nm dalga boyundaki absorbans değerleri izlenmiş, aşağıda verilen formül kullanılarak aktivite hesaplanmıştır (Yıldırım ve Büyükbingöl 2002).

$$EA(U/mL) = (OD_{kör} - OD_{test}) / (OD_{kör}) \times (\text{seyreltme faktörü})$$

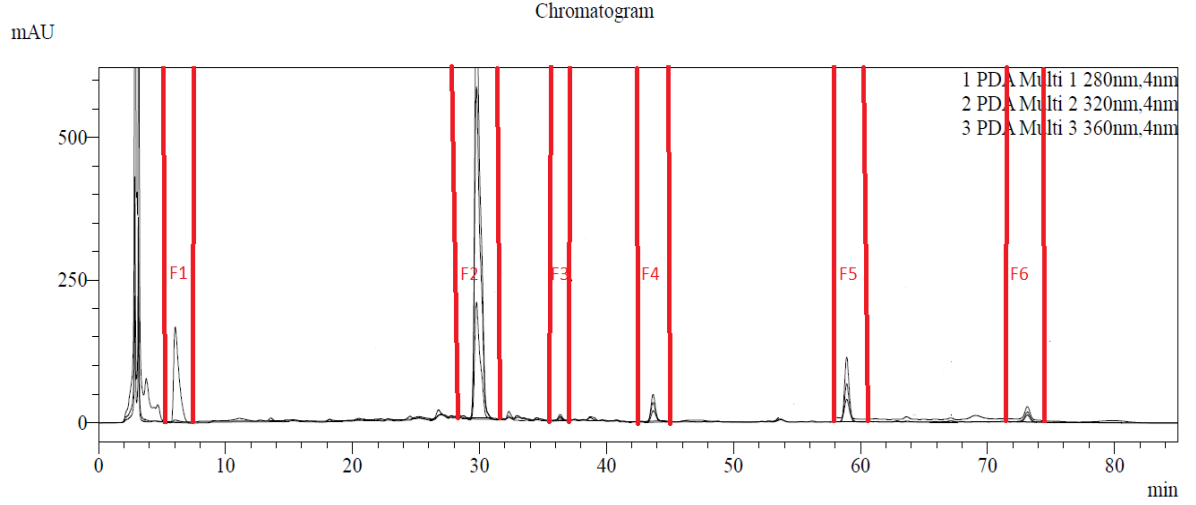
3.2.15 *Suillus collinitus* özütün fraksiyon kollektör ile fraksiyonlara ayrılması

Fenolik bileşiklerin antioksidan enzimlerinin aktivitelerine etkilerini ayrı ayrı belirlemek için izole edilmesi sağlanmıştır.

Çalışılan türler arasında en yüksek fenolik ve flavonoid içeriğine sahip *Suillus collinitus* ile gerçekleştirilmiştir. Fenolik bileşikler ve flavonoidlerin UPLC ile tespit edilmesi sırasında cihaza bağlanan fraksiyon kollektör ünitesi ile yapılmıştır.

Burada uygulanan HPLC cihazında fraksiyonladığımız maddelerin UV spektrumları ile maddelerin özgülükleri doğrulanmıştır. Kromatogramda görünen piklerin yüksek saflıkta toplanması için metot üzerinde bazı komutlar oluşturularak düzenlenip uygun metot belirlenmiştir. Fraksiyon toplayıcının kromatogramda görünen pikin çıkış ve bitiş zamanları arasında kalan bölgenin toplanması sağlanmış, ayrıca fraksiyonlanan her pikin tanımlanan madde ile spektrum özellikleri karşılaştırılarak kontrol edilmiştir.

Cihaza enjekte olan örnek C₁₈ analitik kolondan bileşiklerine ayrılarak geçtikten sonra dedektör çıkışına bağlanan kollektöre gelerek ayrılan bileşikler farklı tüplerde ayrı ayrı toplandı böylece fraksiyonlara bölündü. Spektrofotometrik analizler de yeterli madde miktarını elde etmek için daha yoğun olarak hazırlanıp cihaza verilmiş ve örnek özütünden 4 kez enjeksiyon yaptırıp aynı yerde toplandı. Böylece her bir fraksiyonun özüt yoğunluğu 8 mg/mL olacak şekilde ayarlanarak ve F1, F2, F3, F4, F5 ve F6 olarak numaralandırılmıştır. Şekil 3.7 'de özüte ait fenolik ve flavonoidlere ait kromatogram üzerinde fraksiyonlamanın nasıl yapıldığı gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Fraksiyonlama yöntemi; UPLC kromatogramı üzerinde gösterimi

3.2.16 Fraksiyonların GST, GPx ve SOD analizleri

F1, F2, F3, F4, F5 ve F6 olarak numaralandırılan fraksiyonları ve özütün aynı konsantrasyonda hazırlandıktan sonra yukarıda 1. 2. ve 3. bölümde anlatılan metot ve formüller kullanılarak GST, GPx ve SOD analizleri gerçekleştirildi. Mantar özütleri olmadan sadece enziminin oluşturduğu aktivite % 100 enzim aktivitesi olarak belirlenmiş ve örneklerin enzimin aktivitesi belirlenen değere göre elde edilmiştir. Çalışılan herbir özüt konsantrasyonu için hesaplanan değerler grafikte gösterildi.

3.2.17 İstatistiksel Analiz

Deneyler her mantar türünden üç tekerrür halinde gerçekleştirildi. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından $\alpha=0.05$ Tukey HSD ile analiz edildi. Sonuçlar ortalama değer $\pm$ standart sapması (SD) olarak ifade edildi. İstatistiksel olarak fark görülen sonuçlar ($p<0,05$) fark şiddetini gösterecek şekilde a,b,c,d harfleriyle ifade edildi. Bu analiz SPSS v.22.0 programı (IBM Corp., ABD) kullanılarak gerçekleştirildi.

4. ANALİZ VE BULGULAR

4.1 *Hericium coralloides* Bulguları

Tür Anahtarı;

Bölüm: Basidiomycota

Sınıf: Homobasidiomycetes

Takım: Polyporales

Familiya: Hydnaceae

Cins: *Hericium*

Tür: *Hericium coralloides*



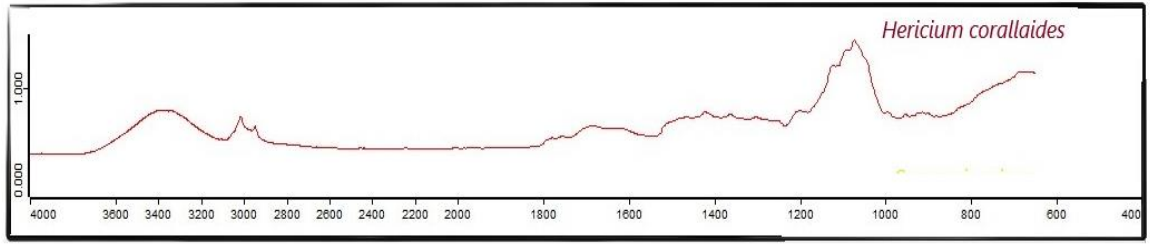
Şekil 4.1 *Hericium coralloides* fotoğrafı

Hericium coralloides türüne ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değeri aşağıda Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1 *Hericium coralloides* temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri.
($P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3))

Yaş Mantar Kuru Madde g/100g	7,14 ±0,11
Kuru-toz mantar g/100g KM’ de	92,38 ±1,39
Protein g/100g KM’ de	6,44 ±0,19
Kül g/100g KM’ de	9,82 ±0,20
Toplam Yağ g/100g KM’ de	3,66 ±0,16
Karbonhidrat g/100g KM’ de	80,08±1,80
Çözünmeyen Diyet Lif g/100g KM’ de	50,60 ±3,54
Çözünen Diyet Lif g/100g KM’ de	4,22 ±0,30
Toplam Diyet Lif g/100g KM’ de	54,82 ±3,84
Net ENERJİ kcal	170,71±4,25

Örneğe ait 4000 cm^{-1} - 600 cm^{-1} aralığında FTIR spektrum görüntüsü Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Hericim corallaides FTIR spektrumu

FTIR spektrumu; *Hericium corallaides* örneğinin toz ve özüt örneklerin ikisinde de; 3600 cm^{-1} - 3000 cm^{-1} aralığında hidroksil gruplarının (O-H) varlığını gösteren geniş ve yoğun bir pik gözlenmiştir. Toz örnekte 2900 cm^{-1} - 2800 cm^{-1} aralığında C-H gerilme titreşimlerinden oluşan iki adet bant gözlenirken, özüt halde bu bantların şiddetinde bir düşüş görülmüştür. Toz örnekte; 1700 cm^{-1} -1500 cm^{-1} aralığında C=O, C=C karboksil ve peptit bağlarının görüldüğü bölgede zayıf iki bant elde edilmiştir. Aynı aralıkta özüt örneklerde bant kaybolmuştur. Toz örneklerde 1200 cm^{-1} -950 cm^{-1} arasında C-OH yan grupların halka titreşimleri ile piranoz tip şekerlerin varlığını gösteren C-O-C glikozidik bant çakışmaları; şiddetli geniş bantlar olarak görülürken, özüt örneklerde şiddette düşüş ve bant sayısında artış görülmüştür. 800 cm^{-1} -600 cm^{-1} arasında karakteristik bant şekli farklı tip glikozidik bağların varlığını göstermektedir.

Örneğe ait çözünmüş şeker ve organik asit bileşenleri Çizelge 4.2 ve yağ asidi ve sterol kompozisyonları 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4. 2 *Hericium Corallaides* monasakkarit ve organik asit bileşenleri. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Şeker Bileşenleri (g/100g KM’de)	
Arabinoz	15,61±0,78
Glukoz	0,86±0,04
Mannitol	0,20±0,01
Organik Asitler (mg/100g KM’de)	
Oksalik asit	0,54±0,04
Malik asit	5,62±0,45
Şikimik asit	175,36±14,02
Fumarik asit	1,84±0,14

Çizelge 4. 3 *Hericium corallaides* yağ asidi ve sterol kompozisyonları. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

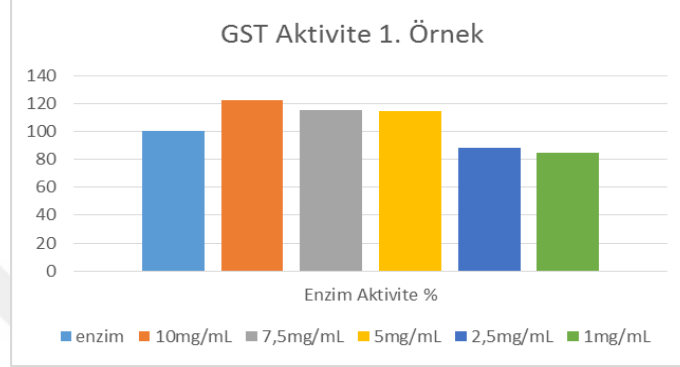
Yağ asidi ve sterol kompozisyonu (% dağılım)	
Palmitik asit	29,4±2,06
Palmitoleik asit	0,65±0,04
Stearik asit	9,84±0,69
Oleik asit	37,50±2,63
Linoleik asit	21,07±1,48
Linolenik asit	0,14±0,01
Ergosterol	85,94±6,02
Kampestrol	1,74±0,12
Ergosta enol	1,03±0,07
Ergosta dienol	0,53±0,04
Fungisterol	2,12±0,15
Metil lanosterol	8,10±0,57
Fitosterol	0,45±0,03

Örneğe ait antioksidan özellikler ile fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 4 *Hericium Corallaides* antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

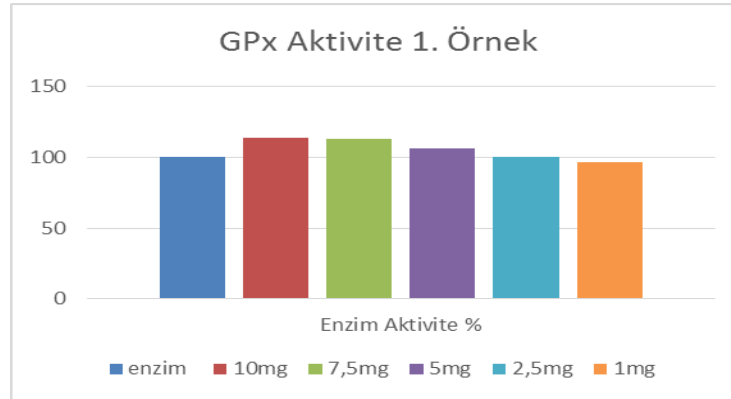
Antioksidan özellikleri	
Toplam Fenolik Madde Miktarı Gallik Asit Eşdeğeri (GAE)	5.73 ±0.09 mg/g
Toplam Flavonoid Madde Miktarı Rutin Eşdeğeri (RE)	4.62±0.25 mg/g
AntioksidanAktivite IC50 değeri	35.67±3.61 mg/g
Fenolik ve Flavonoidler mg/g	
Rutin	1.17±0.09
Mirsetin	0.09±0.007
Trans-sinamik	0.01±0.001
Kuersetin	1.96±0.15
Kamferol	0.04±0.003
Apigenin	0.05±0.004

Özütler beş farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GST enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.3’de verilmiştir. 1mg/mL’lik ve 2.5mg/mL özütlerde glutatyon-S-transferaz aktivitesinde artış görülmemişken, 5mg/mL, 7.5mg/mL ve 10mg/mL ‘lik özütlerde sırasıyla %14, %15 ve % 22 lik aktivite artışı olmuştur.



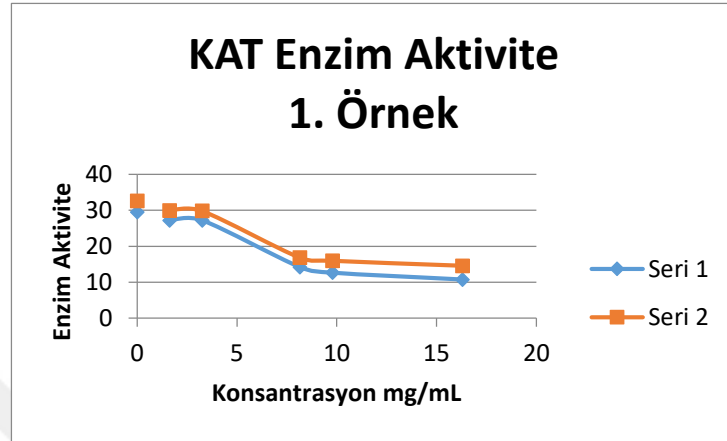
Şekil 4.3 *Hericium Corallaides* GST enzim aktivitesi grafiği

GPx enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GPx enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Glutatyon peroksidaz enzimi aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.4’de verilmiştir. 5mg/mL, 7.5mg/mL ve 10mg/mL ‘lik özütler sırasıyla %6, %12 ve %14’lik aktivite artışı sağlarken, 1mg/mL ve 2.5mg/mL’lik özütlerde aktivite artışı olmamıştır.



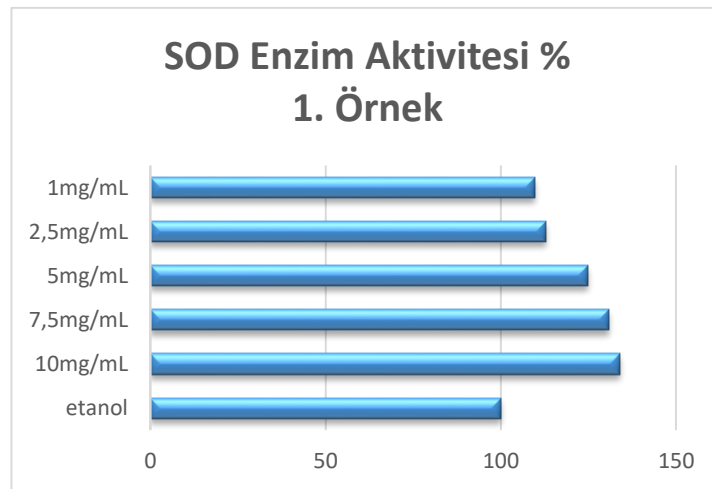
Şekil 4.4 *Hericium Corallaides* GPx enzim aktivitesi grafiği

Katalaz (KAT) enzim aktivite deneyinde 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanan özütlerin, aktivite grafiği Şekil 4.5’ de verilmiştir. Tüm konsantrasyonlarda katalaz enzim aktivite artışı görülmemiştir.



Şekil 4.5 *Hericium Corallaides* KAT enzim aktivitesi grafiği

SOD enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece SOD enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.6’de verilmiştir. Özütlere ait enzim aktivite grafiğinde sırasıyla % 10, %13, %25, %31 ve %34’lük artış görülmüştür.



Şekil 4.6 *Hericium Corallaides* SOD enzim aktivitei grafiği

4.2 Sparassis crispa Bulguları

Bölüm: Basidiomycota
Sınıf: Homobasidiomycetes
Takım: Polyporales
Familya: Thelephoraceae
Cins: Sparassis
Tür: *Sparassis crispa*



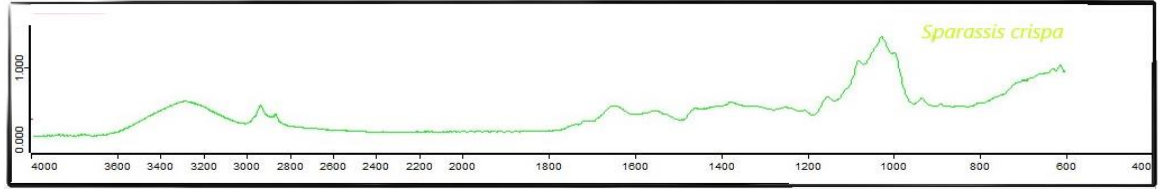
Şekil 4.7 Sparassis crispa fotoğrafı

Sparassis crispa türüne ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değeri aşağıda Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4. 5 Sparassis crispa türüne ait temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri. $P>0,05$ tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Yaş Mantar Kuru Madde g/100g	6,70 ±0,10
Kuru-toz mantar g/100g KM’ de	93,01 ±1,40
Protein g/100g KM’ de	15,20 ±0,46
Kül g/100g KM’ de	4,53 ±0,09
Toplam Yağ g/100g KM’ de	8,87±0,40
Karbonhidrat g/100g KM’ de	71,40±1.71
Çözünmeyen Diyet Lif g/100g KM’ de	40,19 ±2,81
Çözünen Diyet Lif g/100g KM’ de	2,17 ±0,15
Toplam Diyet Lif g/100g KM’ de	42,36 ±2,97
Net ENERJİ kcal/100g	262,43±11.67

Örneğe ait 4000 cm^{-1} - 600 cm^{-1} aralığında FTIR spektrum görüntüsü Şekil 4.8 ’de verilmiştir.



Şekil 4.8 *Sparassis crispa* FTIR spektrumu

FTIR spektrumları sonucu; *Sparassis crispa* örneğinin toz ve özüt örneklerin ikisinde de; 3600 cm⁻¹- 3000 cm⁻¹aralığında hidroksil gruplarının (O-H) varlığını gösteren geniş ve yoğun bir pik gözlemlendi. Toz örnekte 2900 cm⁻¹-2800 cm⁻¹aralığında C-H gerilme titreşimlerinden oluşan iki adet bant gözlenirken özüt halde bu bantların şiddetinde bir düşüş görülmüştür. Toz örnekte; 1700 cm⁻¹-1500 cm⁻¹aralığında C=O, C=C karboksil ve peptit bağlarının görüldüğü bölgede zayıf iki bant elde edilmiştir. Aynı aralıkta özüt örnekte bant kaybolmuştur. Toz örnekte 1200 cm⁻¹-950 cm⁻¹arasında C-OH yan grupların halka titreşimleri ile piranoz tip şekerlerin varlığını gösteren C-O-C glikozidik bant çakışmaları; şiddetli geniş bantlar olarak görülürken, özüt örnekte şiddette düşüş ve bant sayısında artış parçalanma görülmüştür. 800cm⁻¹ -600 cm⁻¹arasında karakteristik bant şekli farklı tip glikozidik bağların varlığını göstermektedir.

Şeker ve organik asit bileşenleri Çizelge 4.6, yağ asidi, sterol kompozisyonları Çizelge 4.7 fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı Çizelge 4.8' de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 6 *Sparassis crispa* şeker ve organik asit bileşenleri. P>0,05 tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Şeker Bileşenleri (g/100g KM'de)	
Arabinoz	8,47±0,42
Glukoz	0,31±0,02
Trehaloz	9,75±0,49
Organik Asitler (mg/100g KM'de)	
Tartarik asit	0,11±0,01
Kuinik asit	0,22±0,02
Malik asit	7,85±0,63
Şikimik asit	0,32±0,03
Sitrik asit	17,31±1,38
Fumarik asit	1,51±0,12

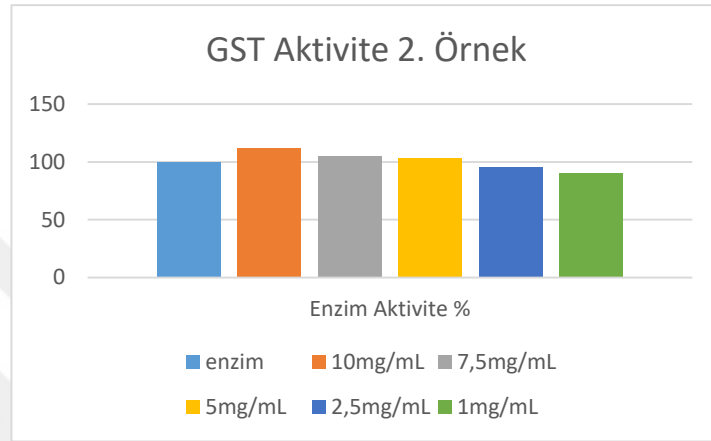
Çizelge 4. 7 Sparassis crispa yağ asidi ve sterol kompozisyonları. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Yağ asidi ve sterol kompozisyonu (% dağılım)	
Palmitic asit	9,48±0,66
Palmitoleik asit	0,22±0,02
Heptadekanoik	0,32±0,02
Stearik asit	4,51±0,32
Oleik asit	57,64±4,03
Linoleik asit	22,20±1,55
Gama linolenik	0,44±0,03
Araşidik	0,22±0,02
cis-11 eikosenoik	0,26±0,02
Ergosterol	39,69±2,78
Ergosta dienol	22,14±1,55
Fungisterol	2,41±0,17
Metil lanosterol	32,2±2,25
Fitosterol	3,28±0,23

Çizelge 4. 8 Sparassis crispa antioksidan özellikler ile fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

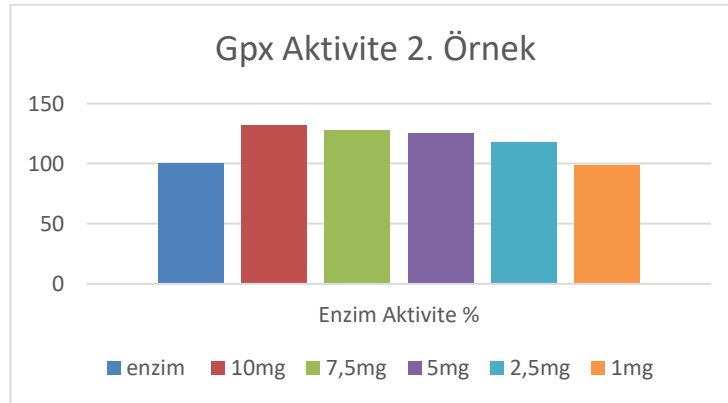
Antioksidan özellikleri	
Toplam Fenolik Madde Miktarı Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) mg/g	6,18±0,14
Toplam Flavonoid Madde Miktarı Rutin Eşdeğeri (RE) mg/g	8,11±0,22
AntioksidanAktivite IC50 değeri mg/g	20,78±1,29
Fenolik ve Flavonoidler mg/g	
Kateşin	0,24±0,02
Epikateşin	0,52±0,04
Siringiç	0,90±0,08
Rutin	1,57±0,12
Mirsetin	0,08±0,006
Ellagik	0,09±0,007
Naringenin	0,14±0,011

GST enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL,) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GST enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.9’da verilmiştir. 10mg/mL’lik özütün glutatyon-S-transferaz enzimi aktivitesine %12 arttırdığı görülürken, diğer konsantrasyonlarda artış görülmemiştir.



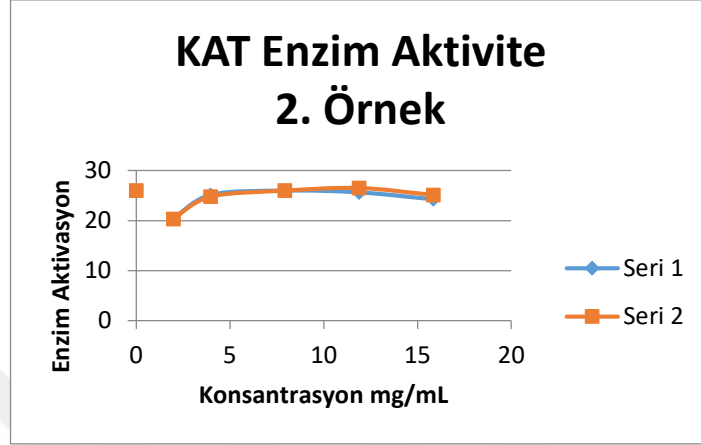
Şekil 4.9 *Sparassis crispa* GST enzim aktivite grafiği

GPx enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GPx enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.10’da verilmiştir. 5mg/mL, 7,5mg/mL ve 10mg/mL ‘lik özütler enzim aktivitesini sırasıyla %17, %25, %27 ve %32 arttırmışken, 1mg/mL’lik özütde artış görülmemiştir.



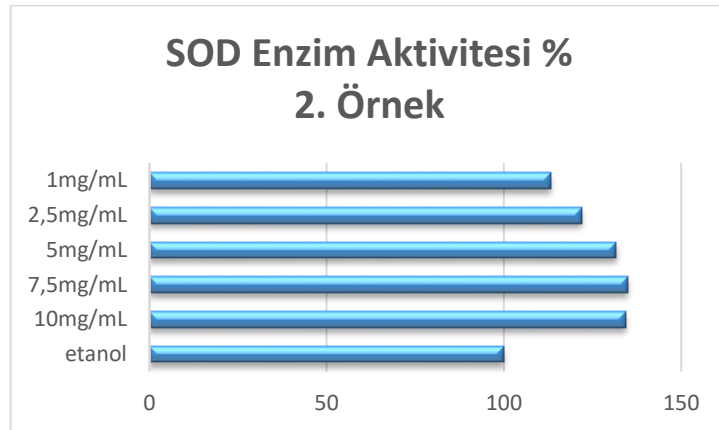
Şekil 4.10 *Sparassis crispa* GPx enzim aktivite grafiği

Katalaz (KAT) enzim aktivite deneyinde 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanan özütlerin, enzim aktivite grafiği Şekil 4.11’de verilmiştir. Tüm konsantrasyonlara ait enzim aktivite grafiğinde önemli bir değişim görülmemiştir.



Şekil 4.11 *Sparassis crispa* KAT enzim aktivite grafiği

SOD enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece SOD enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.12’de verilmiştir. 1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL’lik özütlerde sırasıyla %13, %22, %32, %34 ve %34’lük enzim aktivitesinde artış görülmüştür.



Şekil 4.12 *Sparassis crispa* SOD enzim aktivite grafiği

4.3 Suillus granulatus Bulguları

Bölüm: Basidiomycota

Sınıf: Homobasidiomycetes

Takım: Boletales

Familiya: Boletaceae

Cins: Suillus

Tür: *Suillus granulatus*



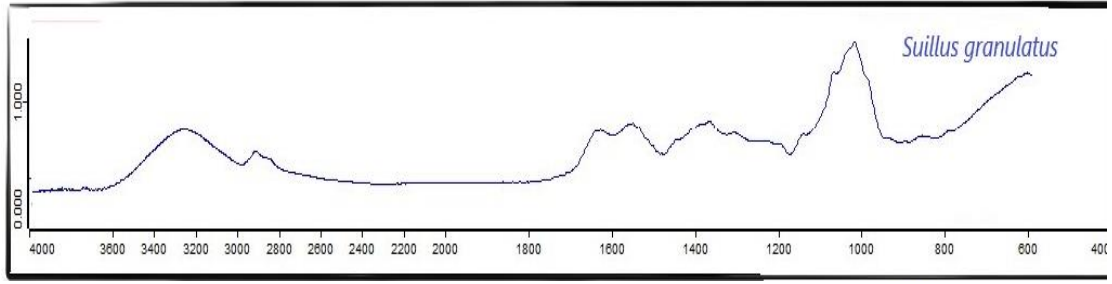
Şekil 4.13 *Suillus granulatus* fotoğrafı

Suillus granulatus türüne ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değeri aşağıda Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4. 9 *Suillus granulatus* temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Yaş Mantar Kuru Madde g/100g	10,97 $\pm$0,16
Kuru-toz mantar g/100g KM’ de	91,79 $\pm$1,38
Protein g/100g KM’ de	27,19 $\pm$0,82
Kül g/100g KM’ de	8,34 $\pm$0,17
Toplam Yağ g/100g KM’ de	4,18$\pm$0,19
Karbonhidrat g/100g KM’ de	60,28$\pm$1,27
Çözünmeyen Diyet Lif g/100g KM’ de	35,04$\pm$2,45
Çözünen Diyet Lif g/100g KM’ de	4,85 $\pm$0,34
Toplam Diyet Lif g/100g KM’ de	39,89 $\pm$2,79
Net ENERJİ kcal/100g	240,55$\pm$10,39

Örneğe ait 4000 cm^{-1} - 600 cm^{-1} aralığında FTIR spektrum görüntüsü Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14 *Suillus granulatus* FTIR spektrumu

FTIR spektrumları sonucu; *Suillus granulatus* örneğinin toz ve özüt örneklerin ikisinde de; 3600 cm⁻¹- 3000 cm⁻¹aralığında hidroksil gruplarının (O-H) varlığını gösteren geniş ve yoğun bir pik gözlemlendi. Makrofungus toz örnek te 2900 cm⁻¹-2800 cm⁻¹aralığının da C-H gerilme titreşimlerinden oluşan iki adet bant gözlenirken özüt halde bu bantların şiddetinde bir düşüş görülmüştür. Toz örneklerde; 1700 cm⁻¹-1500 cm⁻¹aralığında C=O, C=C karboksil ve peptit bağlarının görüldüğü bölgede orta şiddetli iki bant elde edilmiştir. Aynı aralıkta özüt örnekte şiddeti zayıflamış geniş tek bir banda dönüşmüştür. Toz örneklerde 1200 cm⁻¹-950 cm⁻¹arasında C-OH yan grupların halka titreşimleri ile piranoz tip şekerlerin varlığını gösteren C-O-C glikozidik bant çakışmaları; şiddetli geniş bantlar olarak görülürken, özüt örneklerde şiddette düşüş ve bant sayısında artış parçalanma görülmüştür. Tüm örneklerde 800cm⁻¹ -600 cm⁻¹ arasında karakteristik bant şekli farklı tip glikozidik bağların varlığını göstermektedir.

Örneğe ait şeker ve organik asit bileşenleri Çizelge 4.10 ve yağ asidi ve sterol kompozisyonları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4. 10 *Suillus granulatus* şeker ve organik asit bileşenleri. P>0,05; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Şeker Bileşenleri g/100g KM’de	
Arabinoz	1,38±0,07
Mannitol	0,14±0,01
Trehaloz	0,42±0,02
Organik Asitler mg/100g KM’de	
Kuik asit	0,76±0,06
Malik asit	1,63±0,13
Şikimik asit	41,29±3,3
Sitrik asit	3,05±0,24
Fumarik asit	0,65±0,05

Çizelge 4. 11 *Suillus granulatus* yağ asidi ve sterol kompozisyonları. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

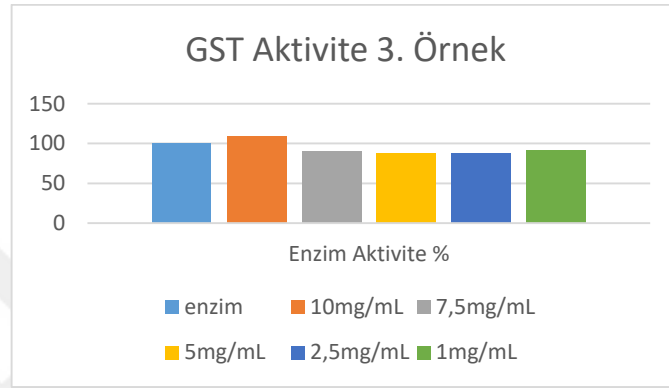
Yağ asidi ve sterol kompozisyonu % dağılımları	
Palmitik asit	10,36±0,72
Palmitoleik asit	0,55±0,04
Stearik asit	1,58±0,11
Oleik asit	22,49±1,57
Linoleik asit	56,33±3,94
Araşidik	0,07±0,01
cis-11 eicosenoik	0,08±0,01
cis-8. 11,14 eicosatrienoik	0,15±0,01
Ergosterol	42,66±2,98
Ergosta dienol	13,32±0,93
Kampestrol	2,05±0,14
Fungisterol	2,94±0,21
Lanosterol	2,62±0,18
Metil lanosterol	26,78±1,88
Fitosterol	8,28±0,58

Örneğe ait antioksidan özellikler ile fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 12 *Suillus granulatus* antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

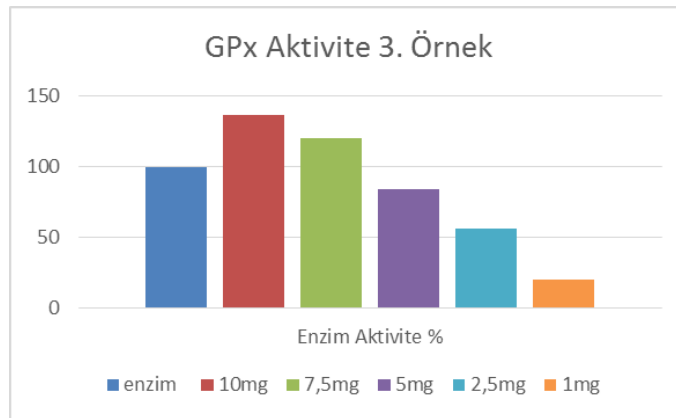
<i>Suillus granulatus</i> Antioksidan Özellikleri	
Toplam Fenolik Madde Miktarı Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) mg/g	8,55±0,08
Toplam Flavonoid Madde Miktarı Rutin Eşdeğeri (RE) mg/g	18,92±0,79
AntioksidanAktivite IC50 değeri mg/g	8,95±0,95
Fenolik ve Flavonoidler mg/g	
Kateşin	0,39±0,03
Mirsetin	0,22±0,02
Siringiç	0,32±0,02
Ellagik	0,45±0,04
Klorojenik	1,01±0,08
Kuersetin	0,51±0,04
Kamferol	0,12±0,01

GST enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GST enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.15’de verilmiştir. 10mg/mL ‘lık özüt %9 enzim aktivite artışı sağlarken, 1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL ve 7,5mg/mL’lik özütlerde aktivitede artış görülmemiştir.



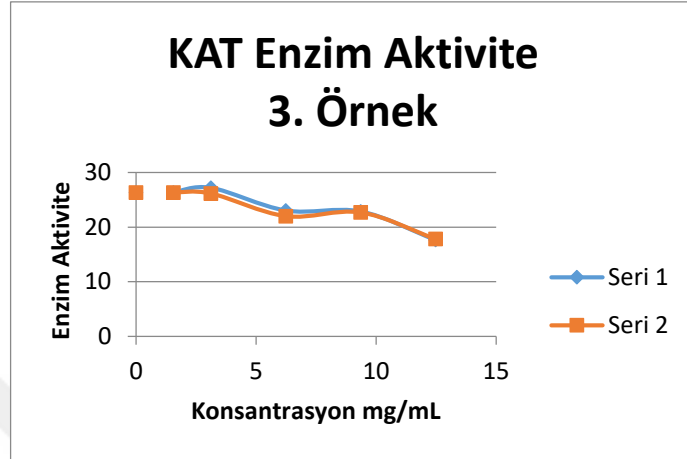
Şekil 4.15 *Suillus granulatus* enzim aktivitesi grafiği

GPx enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GPx enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.16’da verilmiştir. 7,5mg/mL ve 10mg/mL özütler sırasıyla %20, %36 enzim aktivite artışı sağlarken, 1mg/mL 2,5mg/mL ve 5mg/mL’lik özütlerde enzim aktivitesinde artış görülmemiştir.



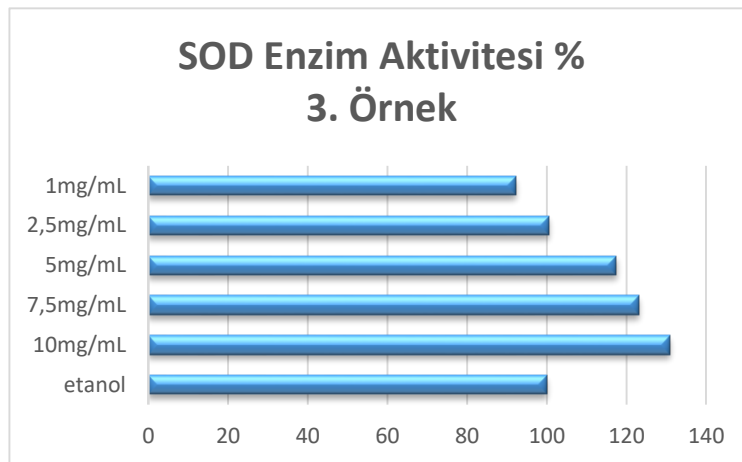
Şekil 4.16 *Suillus granulatus* enzim aktivitesi grafiği

Katalaz (KAT) enzim aktivite deneyinde 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanan özütün, enzim aktivite grafiği Şekil 4.17’de verilmiştir. Tüm konsantrasyonlara ait enzim aktivite grafiğinde önemli bir değişim görülmemiştir.



Şekil 4.17 *Suillus granulatus* KAT enzim aktivitesi grafiği

SOD enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece SOD enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.18’de verilmiştir. 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL özütler sırasıyla % 17, %23 ve %30 enzim aktivite artışı sağlarken, 1mg/mL ve 2.5mg/mL’lık özütler enzim aktivite artışı göstermemiştir.



Şekil 4.18 *Suillus granulatus* SOD enzim aktivitesi grafiği

4.4 Macrolepiota procera Bulguları

Bölüm: Basidiomycota

Sınıf: Homobasidiomycetes

Takım: Agaricales

Familya: Agaricaceae

Cins: Macrolepiota

Tür: *Macrolepiota procera*



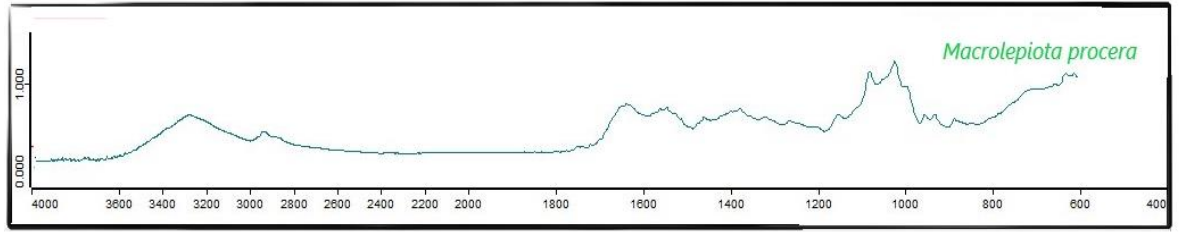
Şekil 4.19 *Macrolepiota procera* fotoğrafı

Macrolepiota procera türüne ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değeri aşağıda Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4. 13 *Macrolepiota procera* temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Yaş Mantar Kuru Madde g/100g	34,78±0,52
Kuru-toz mantar g/100g KM’ de	93,39 ±1,40
Protein g/100g KM’ de	40,42 ±1,21
Kül g/100g KM’ de	6,85 ±0,14
Toplam Yağ g/100g KM’ de	2,09 ±0,09
Karbonhidrat g/100g KM’ de	50,65±1,22
Çözünmeyen Diyet Lif g/100g KM’ de	15,79 ±1,11
Çözünen Diyet Lif g/100g KM’ de	0,75 ±0,05
Toplam Diyet Lif g/100g KM’ de	16,54 ±1,16
Net ENERJİ kcal/g	318,88±14,78

Örneğe ait 4000 cm^{-1} - 600 cm^{-1} aralığında FTIR spektrum görüntüsü Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.20 *Macrolepiota procera* FTIR spektrumu

FTIR spektrumları sonucu; *Macrolepiota procera* örneğinin toz ve özüt örneklerin ikisinde de; 3600 cm⁻¹- 3000 cm⁻¹aralığında hidroksil gruplarının (O-H) varlığını gösteren geniş ve yoğun bir pik gözlemlendi. Toz örnekte 2900 cm⁻¹-2800 cm⁻¹aralığında C-H gerilme titreşimlerinden oluşan iki adet bant gözlenirken özüt halde bu bantların şiddetinde bir düşüş görülmüştür. Özüt örnekte 2450 cm⁻¹- 2300 cm⁻¹aralığında zayıf bant görülmüştür. Toz örneklerde; 1700 cm⁻¹-1500 cm⁻¹aralığında C=O, C=C karboksil ve peptit bağlarının görüldüğü bölgede şiddetli iki bant elde edilmiştir. Aynı aralıkta özüt örneklerde şiddeti zayıflamış geniş tek bir banda dönüşmüştür. Toz örneklerde 1200 cm⁻¹-950 cm⁻¹arasında C-OH yan grupların halka titreşimleri ile piranoz tip şekerlerin varlığını gösteren C-O-C glikozidik bant çakışmaları; şiddetli geniş bantlarolarak görülürken, özüt örneklerde şiddette düşüş ve bant sayısında artış parçalanma görülmüştür. 800cm⁻¹ -600 cm⁻¹arasında karakteristik bant şekli farklı tip glikozidik bağların varlığını göstermektedir.

Örneğe ait şeker ve organik asit bileşenleri ile yağ asidi ve sterol kompozisyonları Tablo 4.14 ve 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4. 14 *Macrolepiota procera* şeker ve organik asit bileşenleri. P>0,05; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Şeker Bileşenleri g/100g KM’de	
Mannitol	7,88±0,39
Trehaloz	12,43±0,62
Organik Asitler mg/100g KM’de	
Tartarik asit	8,99±0,71
Malik asit	28,38±2,27
Sitrik asit	14,67±1,17
Fumarik asit	3,53±0,28

Çizelge 4. 15 *Macrolepiota procera* yağasidi ve sterol kompozisyonları. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

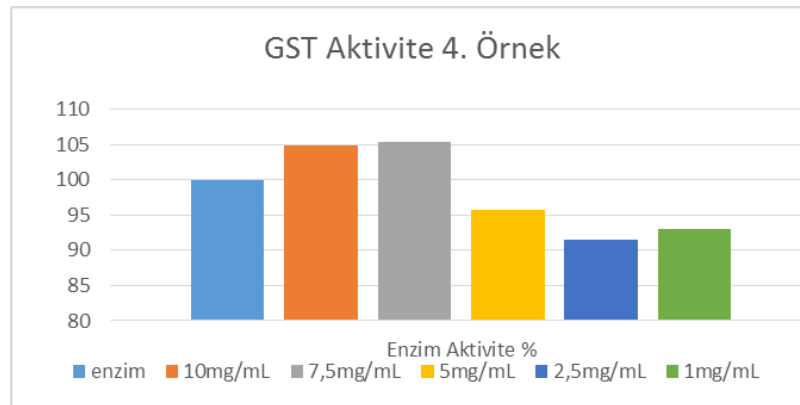
Yağ asidi ve sterol kompozisyonları % dağılımı	
Palmitik asit	13,22±0,93
Palmitoleik asit	1,47±0,10
Stearik asit	2,31±0,16
Oleik asit	15,51±1,09
Linoleik asit	64,61±4,52
Linolenik asit	0,11±0,01
Arachidik	0,10±0,01
cis-11 eicosenoik	0,10±0,01
cis-8. 11,14 eicosatrienoik	0,20±0,02
Behenik asit	0,25±0,02
Lignoserik asit	0,51±0,04
Dha	0,11±0,01
Ergosterol	77,17±5,40
Ergosta dienol	7,84±0,55
Kampestrol	0,30±0,02
Ergosta dienol	0,38±0,03
Ergosta enol	0,43±0,03
Fungisterol	2,12±0,14
Metil lanosterol	11,33±0,79
Fitosterol	0,37±0,03

Örneğe ait antioksidan özellikler ile fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4. 16 *Macrolepiota procera* antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

<i>Macrolepiota procera</i> Antioksidan Özellikleri	
Toplam Fenolik Madde Miktarı Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) mg/g	8,31±0,35
Toplam Flavonoid Madde Miktarı Rutin Eşdeğeri (RE) mg/g	5,44±0,42
Antioksidan Aktivite IC50 değeri mg/g	10,58±1,83
Fenolik ve Flavonoidler mg/g	
Gallik asit	0,03±0,002
Hidroksibenzoik	0,03±0,002
Kateşin	0,06±0,004
Siringiç	0,06±0,004
Rutin	0,62±0,050
Mirsetin	0,05±0,004
Trans-sinnamik	0,08±0,006
Ellagik	0,44±0,035
Kafeik asit	0,33±0,026

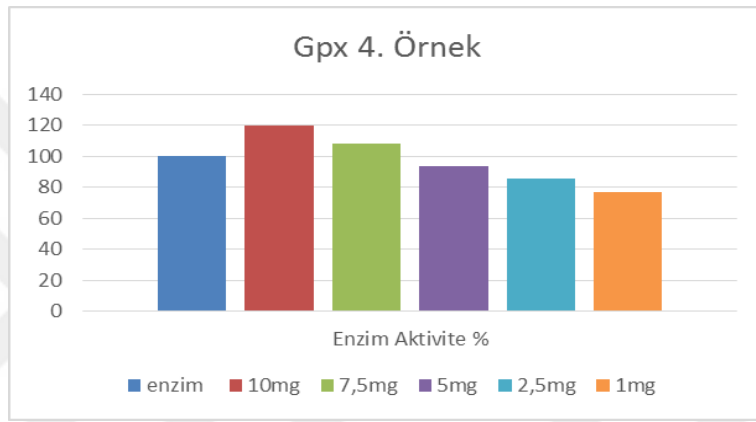
GST enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GST enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21 *Macrolepiota procera* GST enzim aktivitesi grafiği

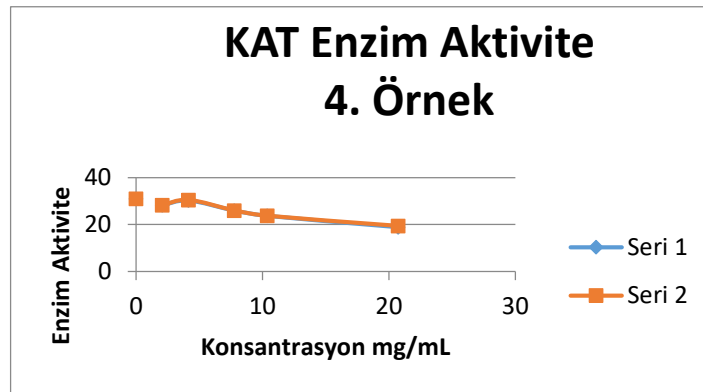
7,5mg/mL ve 10mg/mL özütlerde % 5'lik enzim aktivite artışı görülürken, diğer özütlerde enzim aktivite düşüşü görülmüştür.

GPx enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GPx enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.22'de verilmiştir. 7,5mg/mL ve 10mg/mL 'lik özütlerde sırasıyla %8 ve %20'lik enzim aktivite artışı görülürken, diğer özütlerde aktivasyonda düşüş olmuştur.



Şekil 4.22 *Macrolepiota procera* GPx enzim aktivitesi grafiği

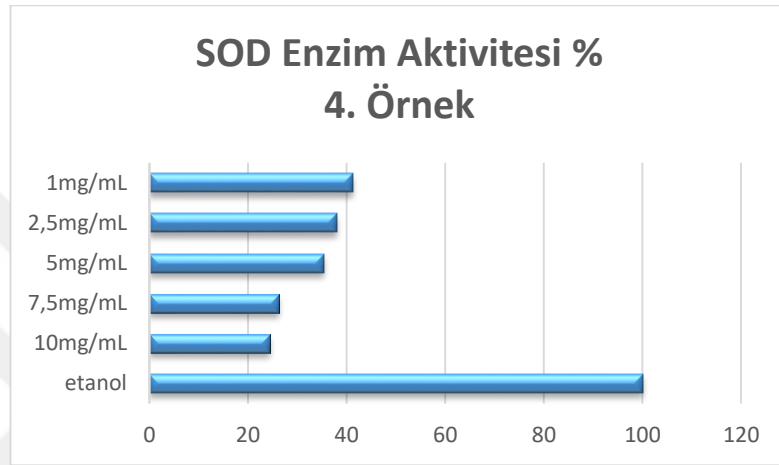
Katalaz (KAT) enzim aktivite deneyinde 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanan özütün, enzim aktivite grafiği Şekil 4.17'de verilmiştir. Tüm konsantrasyonlarda enzim aktivitesinde önemli bir değişim görülmemiştir.



Şekil 4.23 *Macrolepiota procera* KAT enzim aktivitesi grafiği

SOD enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece SOD oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.18’de verilmiştir.

1mg/mL, 2.5mg/mL, 5mg/mL, 7.5mg/mL, 10mg/mL’lık özütler sırasıyla süperoksit dismutaz enzim aktivitesinde %58, %62, %64, %73 ve %75’lik azalma görülmüştür.



Şekil 4.24 *Macrolepiota procera* SOD enzim aktivitesi grafiği

4.5 *Lepista nuda* Bulguları

Bölüm: Basidiomycota

Sınıf: Homobasidiomycetes

Takım: Agaricales

Familiya: Agaricaceae

Cins: *Lepista*

Tür: *Lepista nuda*



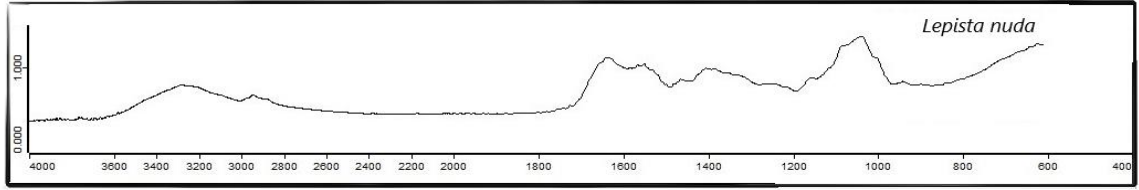
Şekil 4.25 *Lepista nuda* fotoğrafı

Lepista nuda türüne ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değeri aşağıda Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4. 17 *Lepista nuda* temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri $P>0,05$ tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Yaş Mantar Kuru Madde g/100g	15,89±0,24
Kuru-toz mantar g/100g KM' de	91,38 ±1,37
Protein g/100g KM' de	55,05 ±1,65
Kül g/100g KM' de	6,36 ±0,13
Toplam Yağ g/100g KM' de	2,93 ±0,13
Karbonhidrat g/100g KM' de	32,51±0,88
Çözünmeyen Diyet Lif g/100g KM' de	20,47 ±1,43
Çözünen Diyet Lif g/100g KM' de	0,76 ±0,05
Toplam Diyet Lif g/100g KM' de	21,23 ±1,49
Net ENERJİ kcal/ 100g	293,67± 7,10

Örneğe ait 4000 cm^{-1} - 600 cm^{-1} aralığında FTIR spektrum görüntüsü Şekil 4.26'de verilmiştir.



Şekil 4.26 *Lepista nuda* FTIR spektrumu

FTIR spektrumları sonucu; *Lepista nuda* örneğinin toz ve özüt örneklerin ikisinde de; 3600 cm^{-1} - 3000 cm^{-1} aralığında hidroksil gruplarının (O-H) varlığını gösteren geniş ve yoğun bir pik gözlemlendi. Makrofungus toz örnek te 2900 cm^{-1} - 2800 cm^{-1} aralığında C-H gerilme titreşimlerinden oluşan iki adet bant gözlenirken özüt halde bu bantların şiddetinde bir düşüş görülmüştür. Özüt örnekte 2450 cm^{-1} - 2300 cm^{-1} aralığında zayıf bant görülmüştür. Toz örneklerde; 1700 cm^{-1} - 1500 cm^{-1} aralığında C=O, C=C karboksil ve peptit bağlarının görüldüğü bölgede şiddetli iki bant elde edilmiştir. Aynı aralıkta özüt örneklerde şiddeti zayıflamış geniş tek bir banda dönüşmüştür. Toz örneklerde 1200 cm^{-1} - 950 cm^{-1} arasında C-OH yan grupların halka titreşimleri ile piranoz tip şekerlerin varlığını gösteren C-O-C glikozidik bant çakışmaları; şiddetli geniş bantlar olarak görülürken, özüt örneklerde şiddette düşüş ve bant sayısında artış parçalanma görülmüştür. 800 cm^{-1} - 600 cm^{-1} arasında karakteristik bant şekli farklı tip glikozidik

bağların varlığını göstermektedir. Örneğe ait şeker ve organik asit bileşenleri ile yağ asidi ve sterol kompozisyonları Çizelge 4.18 ve 4.19 de verilmiştir.

Çizelge 4. 18 *Lepista nuda* şeker ve organik asit bileşenleri ($P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3))

Şeker Bileşenleri g/100g KM'de	
Arabinoz	0,37±0,02
Fruktoz	0,13±0,01
Mannitol	2,28±0,11
Trehaloz	5,77±0,29
Organik Asitler mg/100g KM'de	
Oksalik asit	140,18±11,22
Tartarik asit	1,42±0,11
Kuinik asit	4,27±0,34
Malik asit	17,18±1,38
Sitrik asit	8,54±0,68
Fumarik asit	2,63±0,21

Çizelge 4. 19 *Lepista nuda* yağ asidi ve sterol kompozisyonları. $P>0,05$ tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

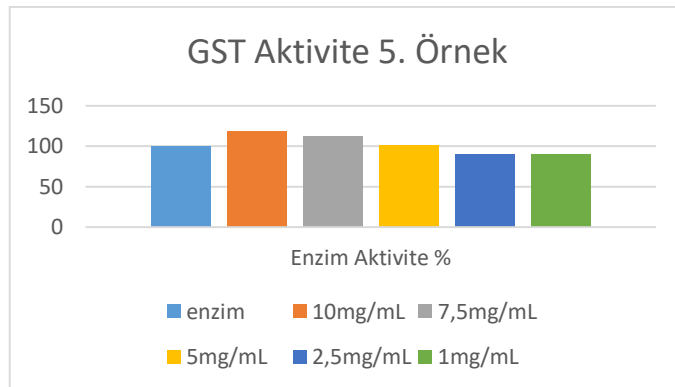
Yağ asidi ve sterol kompozisyonları % dağılım	
Palmitik asit	16,67±1,17
Palmitoleic asit	5,81±0,41
Stearik asit	2,31±0,16
Oleik asit	32,69±2,29
Linoleik asit	39,38±2,76
Linolenik asit	0,19±0,01
Arachidik	0,45±0,03
Behenik asit	0,57±0,04
Lignoserik asit	0,60±0,04
Ergosterol	49,71±3,47
Ergosta dienol	20,99±1,46
Ergosta dienol	0,28±0,02
Fungisterol	2,12±0,13
Metil lanosterol	11,33±1,45
Fitosterol	0,37±0,29

Örneğe ait antioksidan özellikler ile fenolik bileşikler Çizelge 4.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 20 *Lepista nuda* antioksidan özellikleri, fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

<i>Lepista nuda</i> Antioksidan Özellikleri	
Toplam Fenolik Madde Miktarı Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) mg/g	12,74±0,32
Toplam Flavonoid Madde Miktarı Rutin Eşdeğeri (RE) mg/g	9,44±0,23
Antioksidan Aktivite IC50 değeri mg/g	8,26±0,78
Fenolik ve Flavonoidler mg/g	
Kateşin	0,21±0,017
Siringiç	0,02±0,001
Ferulik	0,01±0,001
Mirsetin	0,05±0,002
Trans-sinamik	0,03±0,001
Ellagik	0,58±0,021
Klorojenik asit	1,01±0,081
Kafeic asit	0,04±0,003

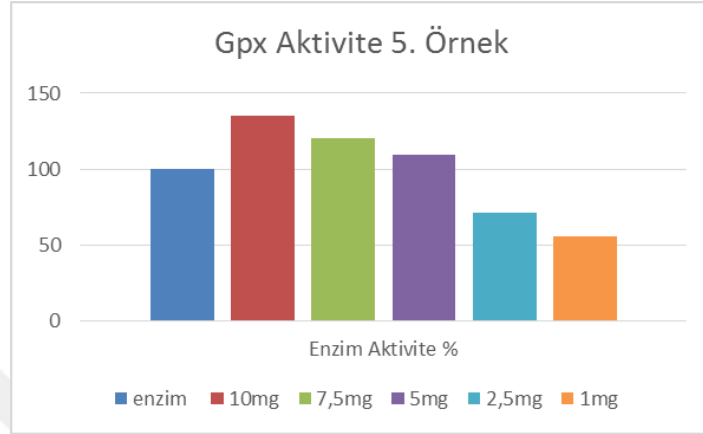
GST enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GST enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.27'de verilmiştir. 7,5mg/mL ve 10mg/mL özütler sırasıyla enzim aktivitesini %12 ve %18 arttırırken, diğer özütlerde enzim aktiviteinde artış görülmemiştir.



Şekil 4.27 *Lepista nuda* GST enzim aktivitesi grafiği

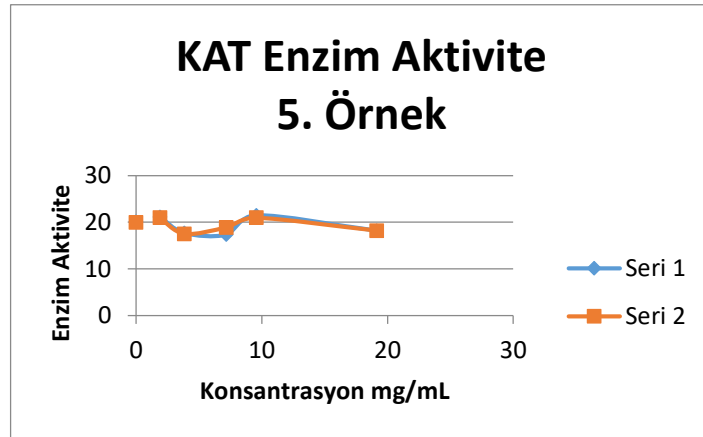
GPx enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GPx

enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.28’de verilmiştir. 1mg/mL ve 2,5mg/mL’lik özütler enzim aktivitesini arttırmamışken, 5mg/mL, 7,5mg/mL ve 10mg/mL ‘lik özütler sırasıyla enzim aktivitesini %9, %20 ve %35 arttırmıştır.



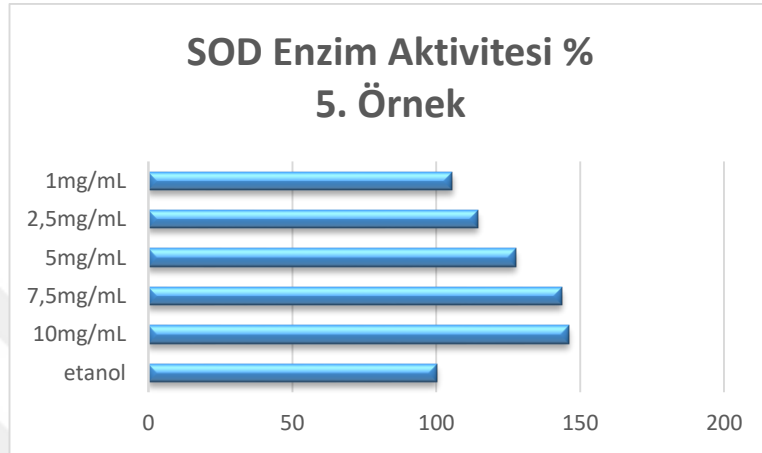
Şekil 4.28 *Lepista nuda* GPx enzim aktivitesi grafiği

Katalaz (KAT) enzim aktivite deneyinde 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanan özütün, enzim aktivite grafiği Şekil 4.29’da verilmiştir. Tüm konsantrasyonlarda enzim aktivitesinde önemli bir değişim görülmemiştir.



Şekil 4.29 *Lepista nuda* KAT enzim aktivitesi grafiği

SOD enzim aktivite deneyinde 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece SOD enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.30'da verilmiştir. Özütlər sırasıyla enzim aktivitesini % 5, %14, %27, %43 ve %45 oranlarında arttırmıştır.



Şekil 4.30 Lepista nuda SOD enzim aktivitesi grafiği

4.6 Suillus collinitus Bulguları

Bölüm: Basidiomycota
Sınıf: Homobasidiomycetes
Takım: Boletales
Familiya: Boletaceae
Cins: Suillus
Tür: *Suillus collinitus*



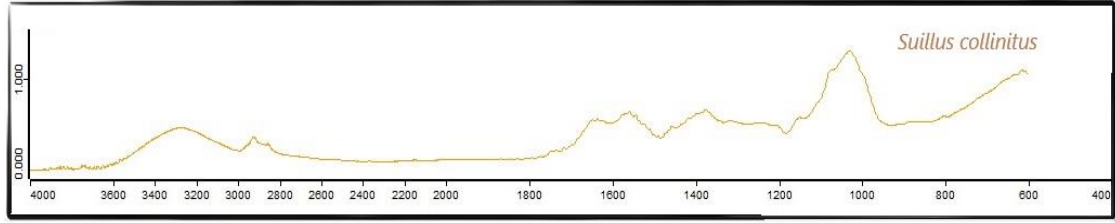
Şekil 4.31 Suillus collinitus fotoğrafı

Suillus collinitus türüne ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değeri aşağıda Çizelge 4.21'da verilmiştir.

Çizelge 4. 21 *Suillus collinitus* temel bileşenleri, diyet lif içeriği ve enerji değeri. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Yaş Mantar Kuru Madde g/100g	12,95±0,19
Kuru-toz mantar g/100g KM' de	93,91 ±1,41
Protein g/100g KM' de	23,05 ±0,69
Kül g/100g KM' de	9,29 ±0,19
Toplam Yağ g/100g KM' de	5,85 ±0,26
Karbonhidrat g/100g KM' de	61,81±1,36
Çözünmeyen Diyet Lif g/100g KM' de	34,33 ±2,40
Çözünen Diyet Lif g/100g KM' de	3,20 ±0,22
Toplam Diyet Lif g/100g KM' de	37,53 ±2,63
Net ENERJİ kcal/100g	250,29 ±7,19

Örneğe ait 4000 cm^{-1} - 600 cm^{-1} aralığında FTIR spektrum görüntüsü Şekil 4.32'de verilmiştir.



Şekil 4.32 *Suillus collinitus* FTIR spektrumu

FTIR spektrumları sonucu; *Suillus collinitus* örneğinin toz ve özüt örneklerin ikisinde de; 3600 cm^{-1} - 3000 cm^{-1} aralığında hidroksil gruplarının (O-H) varlığını gösteren geniş ve yoğun bir pik gözlemlendi. Makrofungus toz örnek te 2900 cm^{-1} - 2800 cm^{-1} aralığında C-H gerilme titreşimlerinden oluşan iki adet bant gözlenirken özüt halde bu bantların şiddetinde bir düşüş görülmüştür. Özüt örnekte 2450 cm^{-1} - 2300 cm^{-1} aralığında zayıf bant görülmüştür. Toz örnekte 1700 cm^{-1} - 1500 cm^{-1} aralığında C=O, C=C karboksil ve peptit bağlarının görüldüğü bölgede orta şiddette iki bant elde edilmiştir. Aynı aralıkta özüt örnekte şiddeti zayıflamış geniş tek bir banda dönüşmüştür. Toz örneklerde 1200 cm^{-1} - 950 cm^{-1} arasında C-OH yan grupların halka titreşimleri ile piranoz tip şekerlerin varlığını gösteren C-O-C glikozidik bant çakışmaları; şiddetli geniş bantlar olarak görülürken, özüt örneklerde şiddette düşüş ve bant sayısında artış parçalanma görülmüştür. 800 cm^{-1} - 600 cm^{-1} arasında karakteristik bant şekli farklı tip glikozidik bağların varlığını göstermektedir.

Örneğe ait şeker ve organik asit bileşenleri ile yağ asidi ve sterol kompozisyonları Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23' de verilmiştir.

Çizelge 4. 22 *Suillus collinitus* şeker ve organik asit bileşenleri. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

Şeker Bileşenleri g/100g KM'de	
Arabinoz	8,83±0,44
Glukoz	0,92±0,05
Mannitol	1,05±0,05
Trehaloz	4,47±0,22
Organik Asitler mg/100g KM'de	
Oksalik asit	0,53±0,04
Tartarik asit	1,07±0,09
Malik asit	22,47±1,80
Şikimik asit	1,38±0,11
Sitrik asit	5,22±0,42
Fumarik asit	12,57±1,01

Çizelge 4. 23 *Suillus collinitus* yağ asidi ve sterol kompozisyonları. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

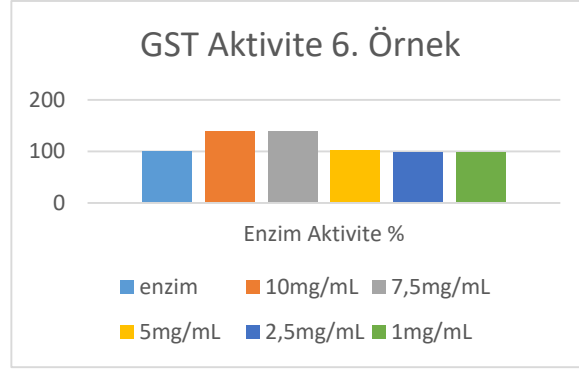
Yağ asidi ve sterol kompozisyonları % dağılım	
Palmitik asit	10,56±0,74
Palmitoleik asit	0,67±0,05
Stearik asit	1,61±0,11
Oleik asit	41,30±2,89
Linoleik asit	42,50±2,98
Linolenik asit	0,24±0,01
Ergosterol	85,68±5,99
Kampestrol	2,22±0,16
Ergosta dienol	1,18±0,08
Fungisterol	6,58±0,46
Lanosterol	0,91±0,06
Metil lanosterol	3,03±0,21
Fitosterol	0,32±0,02

Örneğe ait antioksidan özellikler ile fenolik bileşikler Çizelge 4.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 24 *Suillus collinitus* antioksidan özellikler, fenolik ve flavonoid bileşiklerin dağılımı. $P>0,05$; tekerrürler arasında önemli fark olmadığı tespit edilmiştir. (n=3)

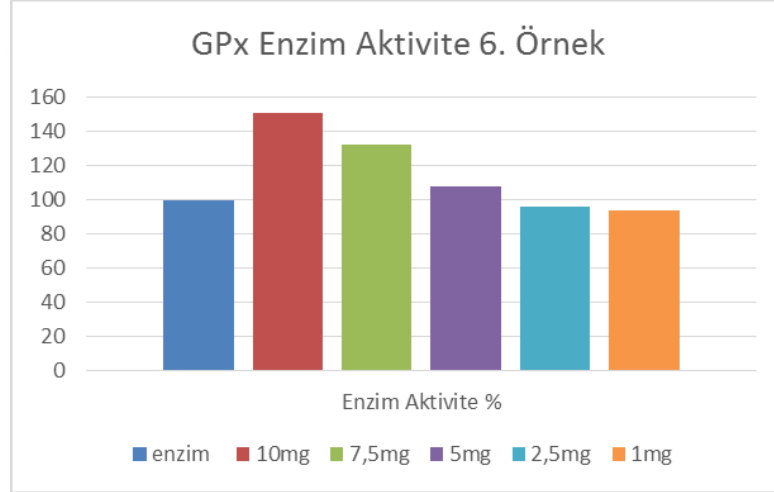
<i>Suillus collinitus</i> Antioksidan özellikleri	
Toplam Fenolik Madde Miktarı Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) mg/g	19,34±0,30
Toplam Flavonoid Madde Miktarı Rutin Eşdeğeri (RE) mg/g	23,54±1,33
Antioksidan Aktivite IC50 değeri mg/g	4,13±1,01
Fenolik ve Flavonoidler mg/g	
Gallik asit	0,24±0,019
Kateşin	0,83±0,066
Siringiç	1,11±0,088
Ferulik	0,06±0,005
Mirsetin	0,09±0,007
Trans-sinamik	0,01±0,001
Rutin	3,41±0,272
Klorojenik asit	0,90±0,072
Kuersetin	5,36±0,428
Kamferol	0,07±0,006
Lüteolin	0,03±0,002

GST enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GST enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.33’de verilmiştir. 1mg/mL ve 2,5mg/mL ‘lik özütlerde enzim aktivite artışı görülmemişken, 5mg/mL, 7,5mg/mL ve 10mg/mL ‘lik özütler sırasıyla enzim aktivasyonunu %2, %37 ve %39 lik oranlarda arttırmıştır.



Şekil 4.33 *Suillus collinitus* GST enzim aktivitesi grafiği

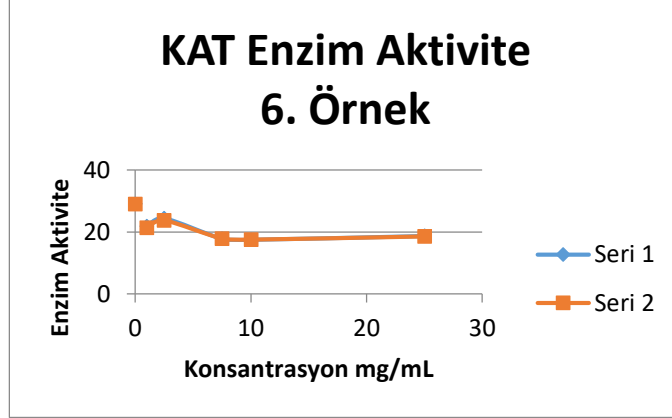
GPx enzim aktivite deneyinde özüt 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg /mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece GPx enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.34’de verilmiştir. 1mg/mL ve 2,5mg/mL’lik özütlerde enzim aktivite artışı görülmemişken, 5mg/mL, 7,5mg/mL ve 10mg/mL ‘lik özütler sırasıyla %8, %32 ve %51 oranlarda arttırmıştır.



Şekil 4.34 *Suillus collinitus* GPx enzim aktivitesi grafiği

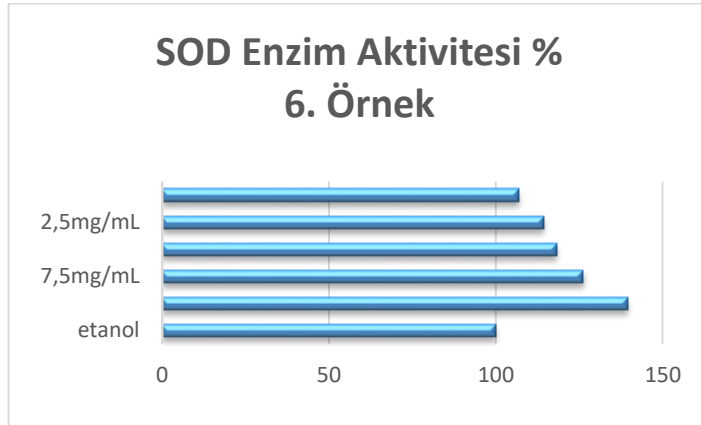
Katalaz (KAT) enzim aktivitesinin belirlenebilmesi için farklı konsantrasyonlarda hazırlanan H₂O₂ absorbans değerleri ile çizilen kalibrasyon eğrisi hesaplamada kullanılmıştır. KAT enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Enzim aktivite grafiği Şekil

4.35’da verilmiştir. Tüm konsantrasyonlarda enzim aktivitesinde önemli bir değişim görülmemiştir.



Şekil 4.35 *Suillus collinitus* KAT enzim aktivitesi grafiği

SOD enzim aktivite deneyinde özütler 5 farklı konsantrasyonda (1mg/mL, 2,5mg/mL, 5mg/mL, 7,5mg/mL, 10mg/mL) hazırlanmıştır. Örnek bulunmayan sadece SOD enziminin oluşturduğu aktivite değeri % 100 aktivite olarak belirlenmiş ve bu değere göre hesaplanmıştır. Enzim aktivite değişimlerine ait grafik Şekil 4.36’da verilmiştir. Özütlerde sırasıyla enzim aktivitesinde % 6, %14, %18, %26 ve %39 artış görülmüştür.



Şekil 4.36 *Suillus collinitus* SOD enzim aktivitesi grafiği

Çizelge 4.25’de *Suillus collinitus* örneğine ait elde edilen tüm veriler özetlenmiştir.

Çizelge 4.25 *Suillus collinitus* bileşimi ve enzim aktivite değerleri. (n=3)

<i>Suillus Collinitus</i> Bileşimi ve Enzim Aktivite Değerleri					
Yaş Mantar g/100g	12,95±0,19	Palmitik asit	10,56±0,74	Toplam Fenolik Madde Miktarı Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) mg/g	19,34±0,30
Kuru-toz mantar g/100g	93,91 ±1,41	Palmitoleik asit	0,67±0,05	Toplam Flavonoid Madde Miktarı Rutin Eşdeğeri (RE) mg/g	23,54±1,33
Protein g/100g	23,05 ±0,69	Stearik asit	1,61±0,11	AntioksidanAkti vite IC50 değeri mg/g	4,13±1,01
Kül g/100g	9,29 ±0,19	Oleik asit	41,30±2,89	Gallik asit	0,24±0,019
Toplam Yağ g/100g	5,85 ±0,26	Linoleik asit	42,50±2,98	Kateşin	0,83±0,066
Karbonhidrat g/100g	61,81±1,36	Linolenik asit	0,24±0,01	Siringiç	1,11±0,088
Çözünmeyen Diyet Lif g/100g	34,33 ±2,40	Araşidik	0,12±0,01	Ferulik	0,06±0,005
Çözünen Diyet Lif g/100g	3,20 ±0,22	cis-11 eicosenoik	0,20±0,01	Mirsetin	0,09±0,007
Toplam Diyet Lif g/100g	37,53 ±2,63	cis-8. 11,14 eicosatrienoik	0,11±0,01	Trans-sinnamik	0,01±0,001
Net ENERJİ kcal/100g	250,29 ±7,19	cis-11,14,17 eicosatrienoik	0,30±0,02	Rutin	3,41±0,272
Arabinoz	8,83±0,44	Behenik asit	0,13±0,01	Klorojenik asit	0,90±0,072
Glukoz	0,92±0,05	Erusik asit	0,15±0,01	Kuersetin	5,36±0,428
Mannitol	1,05±0,05	Dha	0,21±0,02	Kamferol	0,07±0,006
Trehaloz	4,47±0,22	Ergosterol	85,68±5,99	Lüteolin	0,03±0,002
Oksalik asit	0,53±0,04	Kampestrol	2,22±0,16	Özüt 10mg	GST%39
Tartarik asit	1,07±0,09	Ergosta dienol	1,18±0,08	Özüt 10mg	GPX%51
Malik asit	22,47±1,80	Fungisterol	6,58±0,46	Özüt 10mg	SOD%39
Şikimik asit	1,38±0,11	Lanosterol	0,91±0,06	Özüt 7,5mg	GST%37
Sitrik asit	5,22±0,42	Metil lanosterol	3,03±0,21	Özüt 7,5mg	GPX%32
Fumarik asit	12,57±1,01	Fitosterol	0,32±0,02	Özüt 7,5mg	SOD%26

4.7 Makrofungus Örneklerinden Elde Edilen Tüm Verilerin Kıyaslanması

Bu bölümde çalışmada yeralan makrofunguslardan elde edilen analiz sonuçlarının birbirleriyle kıyaslanması gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.26’da çalışılan 6 türe ait temel bileşen ve enerji miktarları, Çizelge 4.27’de fenolik, flavonoid ve IC₅₀ değerleri belirtilmiştir.

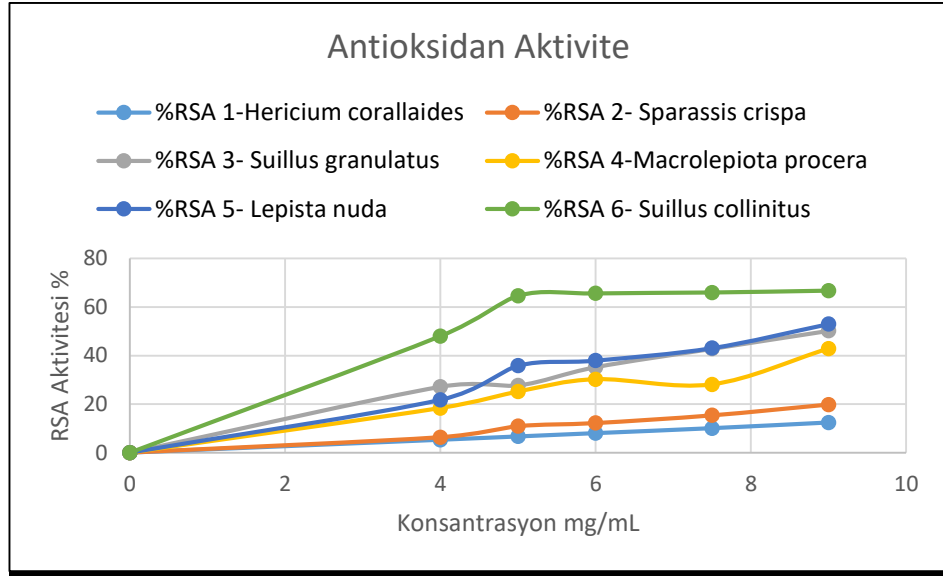
Çizelge 4. 26 Tüm türlere ait temel bileşenler, diyet lif ve enerji değerleri (ortalama $\pm$ SD) olarak gösterilmiş, türlerin oluşturduğu her satırda belirtilen harfler farklılıkların seviyesini göstermektedir (p <0.05). (n=3)

	<i>Hericium corallaides</i>	<i>Sparassis crispa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Macrolepiota procera</i>	<i>Lepista nuda</i>	<i>Suillus collinitus</i>
Kuru Madde %	7.14 $\pm$ 0.11c	6,7 $\pm$ 0.10c	10,97 $\pm$ 0.16b	34,78 $\pm$ 0.52a	15,89 $\pm$ 0.24b	12,95 $\pm$ 0.19b
Su oranı %	92.86 $\pm$ 0.84a	93.3 $\pm$ 0.84a	89.03 $\pm$ 0.80b	65.22 $\pm$ 0.59c	84.11 $\pm$ 0.76b	87,05 $\pm$ 0.80b
Protein KM'de %	6.44 $\pm$ 0.19d	15,2 $\pm$ 0,46c	27,19 $\pm$ 0.82c	40,42 $\pm$ 1.21b	55,05 $\pm$ 1.65a	23,05 $\pm$ 0.69c
Kül KM'de %	9.82 $\pm$ 0.20a	4,53 $\pm$ 0.09d	8,34 $\pm$ 0.17b	6,85 $\pm$ 0.14c	6,36 $\pm$ 0.13c	9,29 $\pm$ 0.19a
Yağ KM'de %	3.66 $\pm$ 0.16c	8,87 $\pm$ 0.40a	4,18 $\pm$ 0.19c	2,09 $\pm$ 0.09d	2,93 $\pm$ 0.13c	5,85 $\pm$ 0.26b
Karbonhidrat KM'de %	80.08 $\pm$ 1.80a	71,4 $\pm$ 1.71b	60.28 $\pm$ 1.27c	50.65 $\pm$ 1.22c	32.51 $\pm$ 0.88d	61,81 $\pm$ 1.36c
Çözünmeyen Diyet Lif KM'de %	50.6 $\pm$ 3.54a	40,19 $\pm$ 2.81b	35,04 $\pm$ 2.45b	15,79 $\pm$ 1.11d	20,47 $\pm$ 1.43c	34,33 $\pm$ 2.40b
Çözünen Diyet Lif KM'de %	4,22 $\pm$ 0.30a	2,17 $\pm$ 0.15c	4,85 $\pm$ 0.34a	0,75 $\pm$ 0.05d	0,76 $\pm$ 0.05d	3,20 $\pm$ 0.22b
Toplam Diyet Lif KM'de %	54,82 $\pm$ 3.84a	42,36 $\pm$ 2.97b	39,89 $\pm$ 2.79b	16,54 $\pm$ 1.16d	21,23 $\pm$ 1.49c	37,53 $\pm$ 2.63b
Net ENERJİ kcal/ 100 g	170 $\pm$ 4,25c	262,43 $\pm$ 11,67b	240,55 $\pm$ 10,39b	318,88 $\pm$ 14,78a	293,66 $\pm$ 7,10a	250,29 $\pm$ 7,19b

Çizelge 4. 27 Tüm türlere ait toplam fenolik, flavonoid ve IC50 değerleri (ortalama $\pm$ SD) olarak gösterilmiş, türlerin oluşturduğu her satırda belirtilen harfler farklılıklar seviyesini göstermektedir (p <0.05). (n=3)

	<i>Hericium corallaides</i>	<i>Sparassis crispa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Macrolepiota procera</i>	<i>Lepista nuda</i>	<i>Suillus collinitus</i>
Toplam Fenolik mg/mL	5,73 $\pm$ 0,09d	6,14 $\pm$ 0,14d	8,54 $\pm$ 0,08c	8,34 $\pm$ 0,35c	12,73 $\pm$ 0,32b	19,31 $\pm$ 0,30a
Toplam Flavonoid mg/mL	4,59 $\pm$ 0,25d	8,13 $\pm$ 0,22	18,87 $\pm$ 0,79b	5,45 $\pm$ 0,42d	9,44 $\pm$ 0,23c	23,49 $\pm$ 1,33a
IC50 değeri mg/mL	35,67 $\pm$ 3,61a	20,78 $\pm$ 1,29b	8,94 $\pm$ 0,95c	10,58 $\pm$ 1,83c	8,24 $\pm$ 0,78c	4,13 $\pm$ 1,01d

Şekil 4.37’de çalışılan 6 türe ait antioksidan aktivite, Çizelge 4.28’de şeker ve organik asit bileşenleri, Çizelge 4.29’da yağasiti ve sterol kompozisyonları yüzde dağılımları, Çizelge 4.30’da fenolik bileşiklere ait veriler özetlenmiştir.



Şekil 4.37 Antioksidan aktivite RSA (Radical Scavenging Activity) % değerleri grafiği

Çizelge 4.28 Tüm örneklerle ait şeker ve organik asit bileşenleri. (ortalama $\pm$ SD) olarak gösterilmiş, türlerin oluşturduğu her satırda belirtilen harfler farklılık seviyesini göstermektedir ($p < 0.05$). (n=3)

	<i>Hericium corallaides</i>	<i>Sparassis crispa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Macrolepiota procera</i>	<i>Lepista nuda</i>	<i>Suillus collinitus</i>
Şeker Bileşenleri g/100g KM'de						
Arabinoz	15,61 $\pm$ 0,78a	8,47 $\pm$ 0,42b	1,38 $\pm$ 0,07c	TE	0,37 $\pm$ 0,02d	8,83 $\pm$ 0,44b
Fruktose	TE	TE	TE	TE	0,13 $\pm$ 0,01	TE
Glucose	0,86 $\pm$ 0,04a	0,31 $\pm$ 0,02b	TE	TE	TE	0,92 $\pm$ 0,05a
Mannitol	0,20 $\pm$ 0,01d	TE	0,14 $\pm$ 0,01d	7,88 $\pm$ 0,39a	2,28 $\pm$ 0,11b	1,05 $\pm$ 0,05c
Trehalose	TE	9,75 $\pm$ 0,49b	0,42 $\pm$ 0,02d	12,43 $\pm$ 0,62a	5,77 $\pm$ 0,29c	4,47 $\pm$ 0,22c
Organik asitler mg/100 g KM de						
Oksalik	0,54 $\pm$ 0,04b	TE	TE	TE	140,18 $\pm$ 11,22a	0,53 $\pm$ 0,04b
Tartarik	TE	0,108 $\pm$ 0,01c	TE	8,99 $\pm$ 0,71a	1,423 $\pm$ 0,11b	1,065 $\pm$ 0,09b
Quinik	TE	0,215 $\pm$ 0,02c	0,763 $\pm$ 0,06b	TE	4,268 $\pm$ 0,34a	TE
Malik	5,62 $\pm$ 0,45c	7,849 $\pm$ 0,63c	1,634 $\pm$ 0,13d	28,376 $\pm$ 2,27a	17,181 $\pm$ 1,38b	22,47 $\pm$ 1,80a
Şikimik	175,36 $\pm$ 14,02a	0,32 $\pm$ 0,03d	41,29 $\pm$ 3,3b	TE	TE	1,38 $\pm$ 0,11c
Sitrik	TE	17,31 $\pm$ 1,38a	3,05 $\pm$ 0,24d	14,67 $\pm$ 1,17a	8,536 $\pm$ 0,68cb	5,22 $\pm$ 0,42c
Fumarik	1,84 $\pm$ 0,14c	1,51 $\pm$ 0,12c	0,65 $\pm$ 0,05d	3,53 $\pm$ 0,28b	2,63 $\pm$ 0,21b	12,57 $\pm$ 1,01a

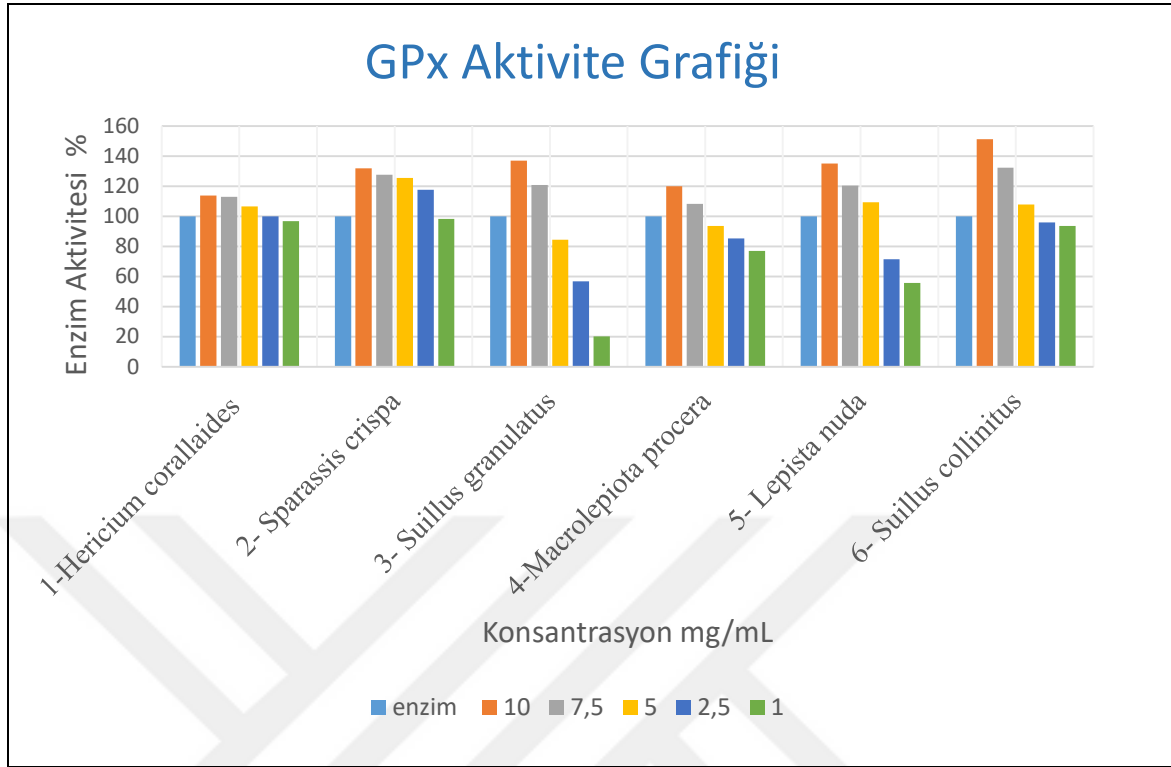
Çizelge 4.29 Tüm örneklerle ait yağasiti ve sterol kompozisyonları yüzde dağılımlarına ait değerler (ortalama $\pm$ SD) verilmiştir, türlerin oluşturduğu her satırda belirtilen harfler farklılık seviyesini göstermektedir (p <0.05). T.E-Tespitedilemedi. (n=3)

	<i>Hericium corallaides</i>	<i>Sparassis crispa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Macrolepiota procera</i>	<i>Lepista nuda</i>	<i>Suillus collinitus</i>
Yağ asitleri kompozisyonu % dağılımı						
C16:0 (palmitik)	29,4 $\pm$ 2,06a	9,48 $\pm$ 0,66d	10,36 $\pm$ 0,72d	13,22 $\pm$ 0,93c	16,67 $\pm$ 1,17b	10,56 $\pm$ 0,74d
C16:1n7 (palmitoleik)	0,65 $\pm$ 0,04c	0,22 $\pm$ 0,02e	0,55 $\pm$ 0,04d	1,47 $\pm$ 0,10b	5,81 $\pm$ 0,41a	0,67 $\pm$ 0,05c
C18:0 (stearik)	9,84 $\pm$ 0,69a	4,51 $\pm$ 0,32b	1,58 $\pm$ 0,11d	2,31 $\pm$ 0,16c	2,31 $\pm$ 0,16c	1,61 $\pm$ 0,11d
C18:1n9 (oleik)	37,50 $\pm$ 2,63b	57,64 $\pm$ 4,03a	22,49 $\pm$ 1,57d	15,51 $\pm$ 1,09e	32,69 $\pm$ 2,29c	41,30 $\pm$ 2,89b
C18:2n6 (linoleik)	21,07 $\pm$ 1,48	22,20 $\pm$ 1,55	56,33 $\pm$ 3,94	64,61 $\pm$ 4,52	39,38 $\pm$ 2,76	42,50 $\pm$ 2,98
C18:3n6 (gama linolenik)	T.E.	0,44 $\pm$ 0,03	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
C18:3n3 (alfa linolenik)	0,14 $\pm$ 0,01c	0,12 $\pm$ 0,01c	0,12 $\pm$ 0,01c	0,11 $\pm$ 0,01c	0,19 $\pm$ 0,01b	0,24 $\pm$ 0,01a
C24:0 (lignoserik)	T.E.	T.E..	T.E.	0,51 $\pm$ 0,04b	0,60 $\pm$ 0,04a	T.E.
Sterol kompozisyonu % dağılımı						
Ergosterol	85,94 $\pm$ 6,02a	39,69 $\pm$ 2,78d	42,66 $\pm$ 2,98d	77,17 $\pm$ 5,40b	49,71 $\pm$ 3,47c	85,68 $\pm$ 5,99a
Ergosta7,22 dienol	T.E.	22,14 $\pm$ 1,55a	13,32 $\pm$ 0,93b	7,84 $\pm$ 0,55c	20,99 $\pm$ 1,46a	T.E.
Campesterol	1,74 $\pm$ 0,12b	T.E.	2,05 $\pm$ 0,14a	T.E.	0,22 $\pm$ 0,02c	2,22 $\pm$ 0,16a
Ergosta 8,24 dienol	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	0,28 $\pm$ 0,02	1,18 $\pm$ 0,08a
Ergosta 8 enol	1,03 $\pm$ 0,07a	T.E.	T.E.	0,43 $\pm$ 0,03b	T.E.	T.E.
Ergosta 5.7 dienol	0,53 $\pm$ 0,04	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.
Fungisterol (Ergosta 7enol)	2,12 $\pm$ 0,15c	2,41 $\pm$ 0,17c	2,94 $\pm$ 0,21b	2,12 $\pm$ 0,14c	1,81 $\pm$ 0,13d	6,58 $\pm$ 0,46a
Lanosterol	T.E.	T.E.	2,62 $\pm$ 0,18a	T.E.	T.E.	0,91 $\pm$ 0,0b
Methyl lanosterol	8,10 $\pm$ 0,57e	32,2 $\pm$ 2,25a	26,78 $\pm$ 1,88b	11,33 $\pm$ 0,79d	20,71 $\pm$ 1,45c	3,03 $\pm$ 0,21e
Phytosterol	0,45 $\pm$ 0,03d	3,28 $\pm$ 0,23c	8,28 $\pm$ 0,58a	0,37 $\pm$ 0,03d	4,13 $\pm$ 0,29b	0,32 $\pm$ 0,02d

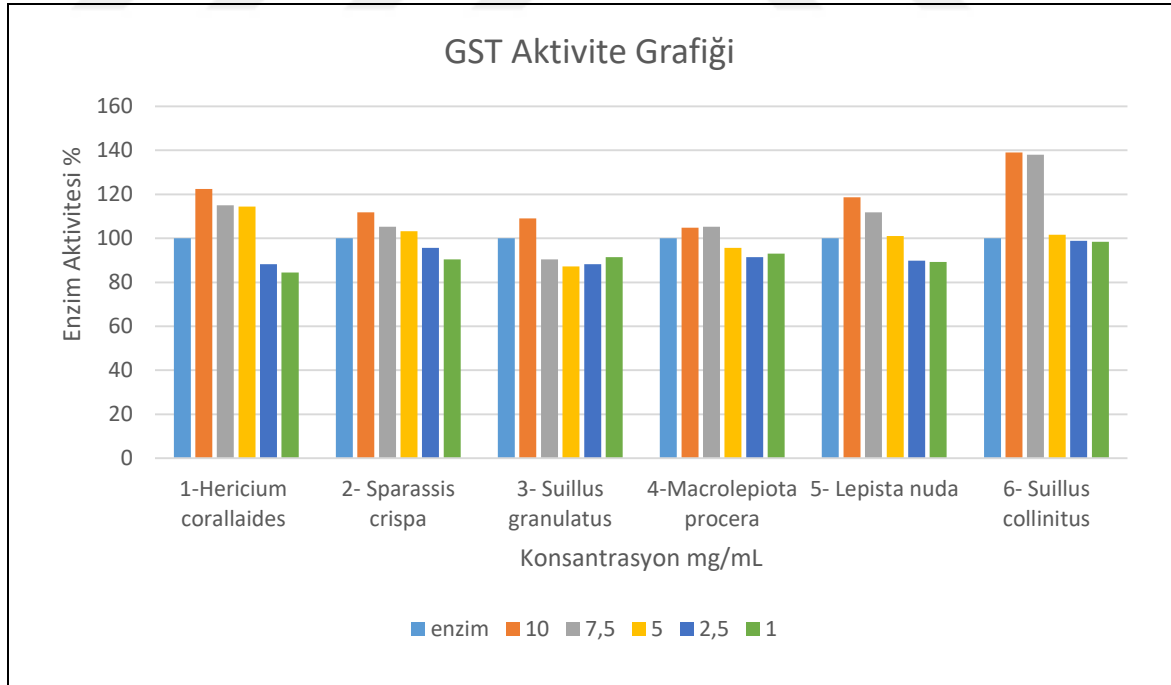
Çizelge 4.30 Tüm örneklerle ait fenolik bileşiklere ait değerler (ortalama $\pm$ SD) verilmiştir, türlerin oluşturduğu her satırda belirtilen harfler farklılık seviyesini göstermektedir ($p < 0.05$). T.E-Tespit edilemedi. (n=3)

Fenolik Bileşikler mg/g	<i>Hericium corallaides</i>	<i>Sparassis crispa</i>	<i>Suillus granulatus</i>	<i>Macrolepiota procera</i>	<i>Lepista nuda</i>	<i>Suillus collinitus</i>
Gallik	TE	TE	TE	0,03 $\pm$ 0,002b	TE	0,24 $\pm$ 0,019a
Hidroksi benzoik	TE	TE	TE	0,03 $\pm$ 0,002	TE	TE
Kateşin	TE	0,24 $\pm$ 0,02c	0,39 $\pm$ 0,03b	0,06 $\pm$ 0,004d	0,21 $\pm$ 0,017c	0,83 $\pm$ 0,066a
Vanillik	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Epikateşin	TE	0,52 $\pm$ 0,04	TE	TE	TE	TE
Siringiç	TE	0,90 $\pm$ 0,08a	0,32 $\pm$ 0,02b	0,06 $\pm$ 0,004c	0,02 $\pm$ 0,001c	1,11 $\pm$ 0,088a
Ferrulik	TE	TE	TE	TE	0,01 $\pm$ 0,001b	0,06 $\pm$ 0,005a
Rutin	1,17 $\pm$ 0,090b	1,57 $\pm$ 0,12b	TE	0,62 $\pm$ 0,05c	TE	3,41 $\pm$ 0,272a
Resveratrol	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Mirsetin	0,09 $\pm$ 0,007a	0,08 $\pm$ 0,006a	0,22 $\pm$ 0,02b	0,05 $\pm$ 0,004c	0,05 $\pm$ 0,002c	0,09 $\pm$ 0,007a
Trans-sinamik	0,01 $\pm$ 0,001c	TE	TE	0,08 $\pm$ 0,006a	0,03 $\pm$ 0,001b	0,01 $\pm$ 0,001c
Elagik	TE	0,09 $\pm$ 0,007c	0,45 $\pm$ 0,04b	0,44 $\pm$ 0,035b	0,58 $\pm$ 0,021a	TE
Naringenin	TE	0,14 $\pm$ 0,011	TE	TE	TE	TE
P-Qumarik	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Klorogenik	TE	TE	1,01 $\pm$ 0,08a	TE	1,01 $\pm$ 0,081a	0,90 $\pm$ 0,072a
Kuersetin	1,96 $\pm$ 0,151b	TE	0,51 $\pm$ 0,04c	TE	TE	5,36 $\pm$ 0,428a
Kamferol	0,04 $\pm$ 0,003b	TE	0,12 $\pm$ 0,01a	TE	TE	0,07 $\pm$ 0,006b
Apigenin	0,05 $\pm$ 0,004	TE	TE	TE	TE	TE
Kafeik	TE	TE	TE	0,33 $\pm$ 0,026a	0,04 $\pm$ 0,003b	TE
Luteolin	TE	TE	TE	TE	TE	0,03 $\pm$ 0,002

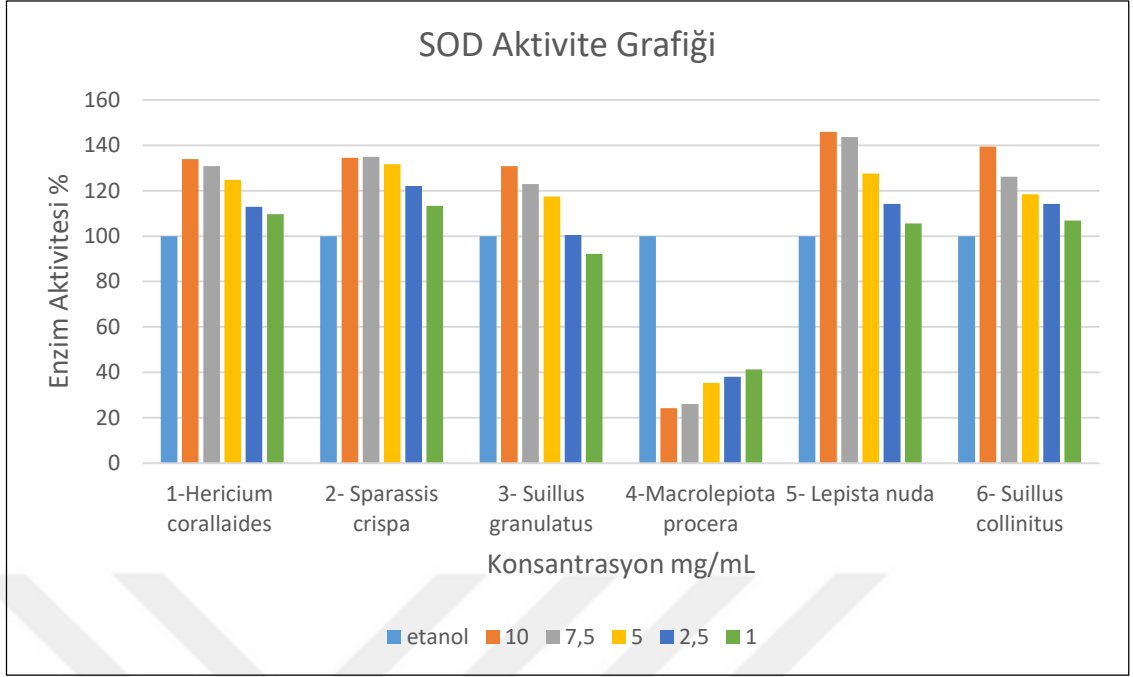
Tüm örneklerle ait GPx, GST, SOD ve KAT enzim aktivite değerlerinin karşılaştırmaları Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41’de grafiklerle gösterilmiştir.



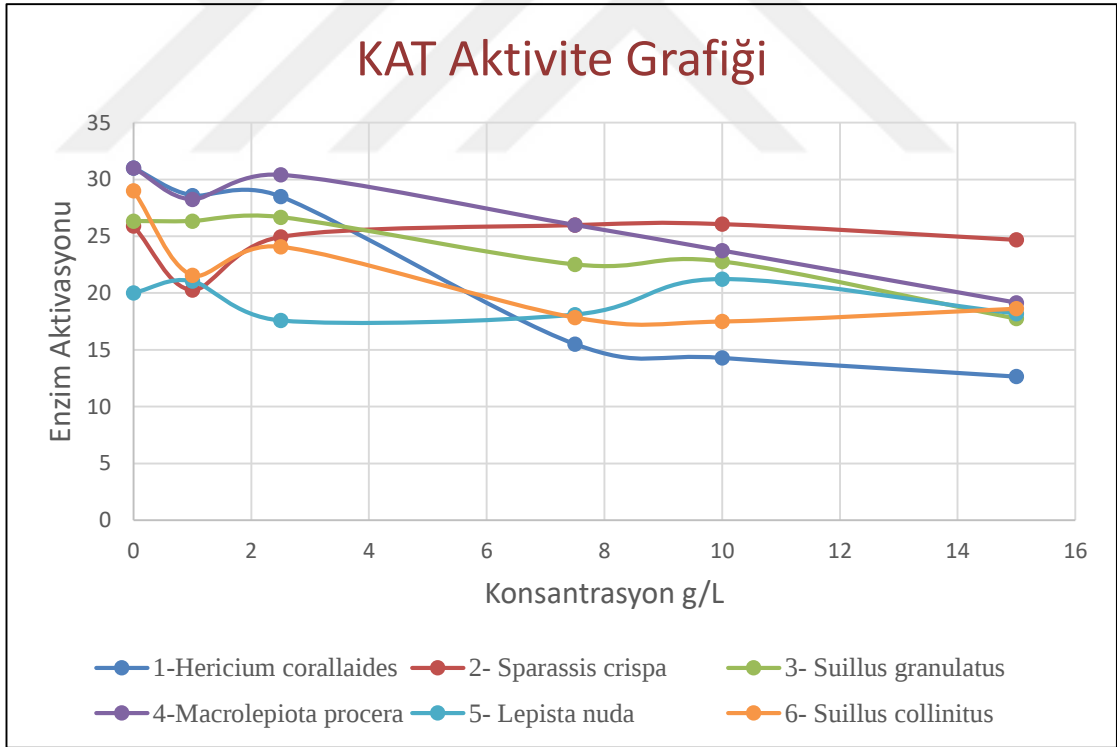
Şekil 4.38 Tüm örneklere ait glutatyon peroksidaz enzim aktivite değerleri



Şekil 4.39 Tüm örneklere ait glutatyon-S-transferaz enzim aktivite değerleri



Şekil 4.40 Tüm örneklerle ait süperoksit dismutaz enzim aktivite değerleri

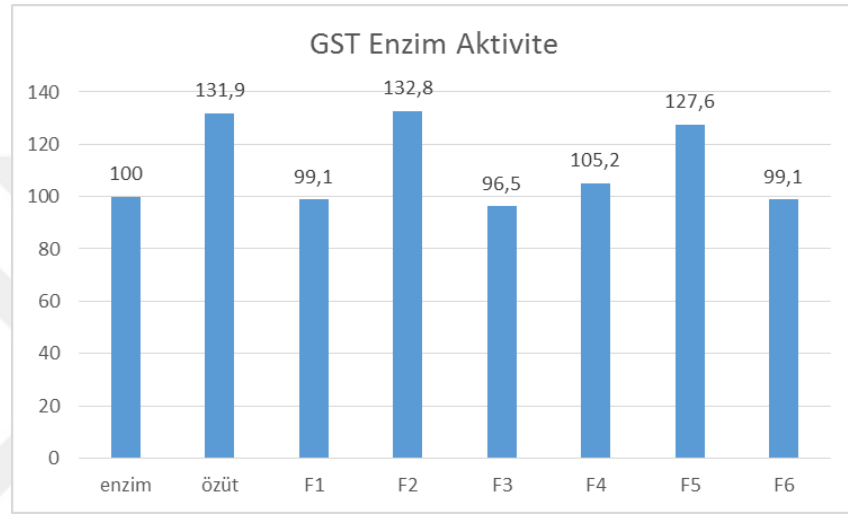


Şekil 4.41 Tüm örneklerle ait katalaz enzim aktivite değerleri

4.8 *Suillus Collinitus*'a Ait Fraksiyonların GST, GPx ve SOD Analiz Sonuçları

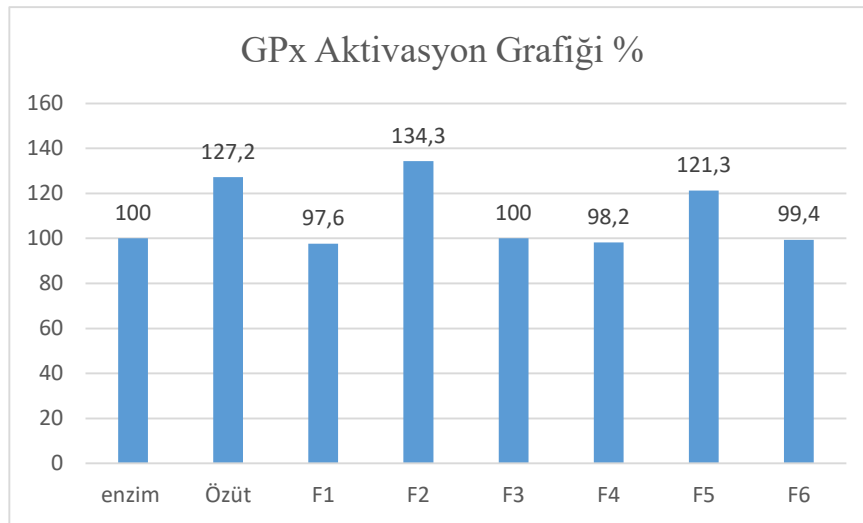
F1, F2, F3, F4, F5 ve F6 olarak numaralandırılan özütü aynı konsantrasyonda içeren fraksiyonlara ait veriler hesaplanarak aşağıda verilmiştir. Bu fraksiyonların gallik asit (F1), siringiç asit (F2), ferulik (F3), rutin (F4), kuersetin (F5) ve kamferol (F6) fenolik ve flavonoidlerini içermektedirler.

GST, GPx ve SOD aktivasyon deneyine ait sonuçlar Şekil 4.42, 4.43 ve 4.44'de grafiklerle gösterilmiştir.



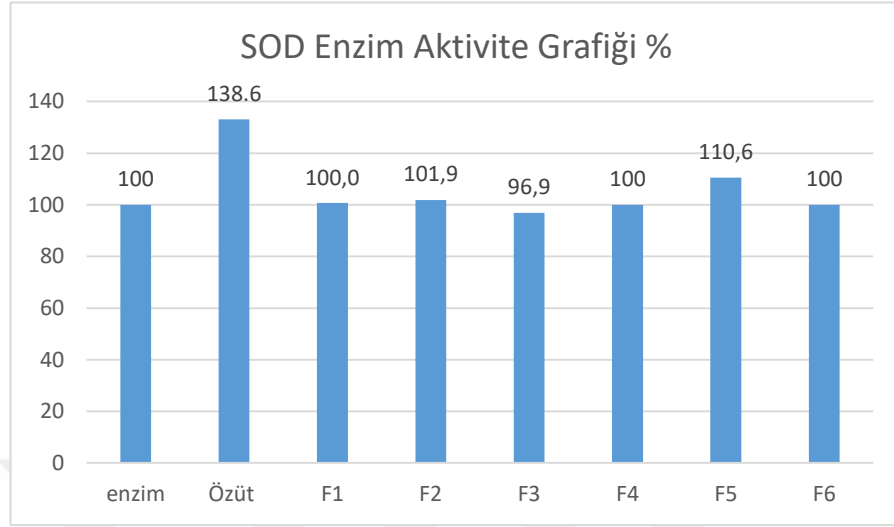
Şekil 4.42 GST *Suillus collinitus* fenolik fraksiyonlarına ait enzim % aktivite grafiği

Elde edilen fraksiyonlar; GST aktivitesini F2 (% 32.8) , F5(% 27.6) ve F4 (% 5.2) kadar arttırırken özüt % 39.0 oranında arttırmıştır.



Şekil 4.43 GPx *Suillus collinitus* fenolik fraksiyonlarına ait enzim % aktivite grafiği

GPx aktivitesini F2 (% 34.3) ve F5 (% 21.3) kadar arttırabilirken özüt % 51.1 oranında arttırmıştır.



Şekil 4.44 SOD *Suillus collinitus* fenolik fraksiyonlarına ait enzim aktivite grafiği

SOD aktivitesini F5 (% 10.6) ve F2 (% 1.9) kadar artırırken özüt % 38,6 arttırmıştır.

Çizelge 4.31 *Suillus collinitus* fenolik fraksiyonlarının GST, GPx ve SOD enzim aktivitelerindeki artış miktarları gösterilmiştir. Sadece enzim aktivitesi %100 olarak kabul edilmiş ve fraksiyon aktiviteleri buna göre hesaplanmıştır. Sonuçlar (ortalama $\pm$ SD), ($p < 0.05$) olarak verilmiştir. (T.E.-Artış tespit edilemedi.) (n=3)

Fraksiyonlar	GST%	GPx%	SOD%
F1	T.E.	T.E.	T.E.
F2	32,8 $\pm$ 1,64	34,3 $\pm$ 1,72	1,9 $\pm$ 0,11
F3	T.E.	T.E.	T.E.
F4	5,2 $\pm$ 0,31	T.E.	T.E.
F5	27,6 $\pm$ 1,10	21,3 $\pm$ 0,85	10,6 $\pm$ 0,64
F6	T.E.	T.E.	T.E.
Özüt (10mg/mL)	39,0 $\pm$ 1,84	51,1 $\pm$ 1,09	38,6 $\pm$ 1,66

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile Türkiye Batı Karadeniz bölgesinde bulunan yenilebilir yabani makrofunguslardan; *Hericim corallaides*, *Sparassis crispa*, *Suillus granulatus*, *Macrolepiota procera*, *Lepista nuda* ve *Suillus collinitus* örneklerinin temel kimyasal ve besinsel bileşenleri ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Örneklerin etanol ekstraksiyonları ile elde edilen özütlerin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları, DPPH antioksidan aktiviteleri spektrofotometrik yöntemler ile hesaplanmıştır. Daha sonra UPLC yöntemi ile serbest şekerler, organik asitler, fenolik ve flavonoid bileşik kompozisyonları ile GC yöntemi kullanılarak yağ asitleri ve sterol kompozisyonları belirlenmiştir. Özütlerin ilk olarak her birinin önemli antioksidan enzimler olan GST, GPx, KAT ve SOD aktiviteleri üzerine etklileri, ikinci olarak da en iyi sonuçların elde edildiği *Suillus collinitus* örneğinde belirlenen fenolik ve flavonoidlerin fraksiyonları ile iyi sonuç alınan enzim deneyleri (GST, GPx ve SOD) tekrarlanmıştır.

Türlerin hepsinin, besin ögeleri yönünden zengin olduğu ve antioksidan özelliklerinin bulunduğu görülmüştür. *Hericim corallaides*, *Sparassis crispa*, *Suillus granulatus*, *Macrolepiota procera*, *Lepista nuda* ve *Suillus collinitus* makrofungusları ile elde edilen bu verilerin aralarındaki farkları istatistiki olarak da anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Tüm örneklerin ($65.22 \pm 0,59$ - $93.30 \pm 0,84$ g/100g) ortalama % 85.26 oldukça yüksek oranlarda su içerdikleri görülmüştür. *Macrolepiota procera* en düşük su ($65.22 \pm 0,59$ g/100g) ve yağ içeriği ($2.09 \pm 0,09$ g/100g kuru madde'de KM) ile nispeten daha kuru bir mantardır. Protein miktarları 6.44 ± 0.19 - 55.05 ± 1.65 g/100g KM ortalama %27.89, en yüksek *Lepista nuda* $55,05 \pm 1.65$ g/100g ve *Macrolepiota procera* 40.42 ± 1.21 g/100g olarak bulunmuş olup bu sonuçlar türlerin oldukça besleyici olduklarını göstermektedir. Diyet lif miktarı 16.54 ± 1.16 - 54.82 ± 3.84 g/100g KM' de en yüksek *Hericim corallaides* örneğinde tespit edilmiştir. *Hericim corallaides* en düşük miktar protein, 6.44 ± 0.19 g/100g KM olmakla beraber, diyet lif'de 54.82 ± 3.54 g/100g KM ve kül analizi sonuçları $9,82 \pm 0.20$ g/100g KM ile yine en yüksek değerlerde olması glukanlar ve mineraller yönünden de zengin olduklarını kanıtlamaktadır.

Makrofungusların polisakkarit içeriğinin çözünen diyet lif kısmını oluşturan D-glukanların yaklaşık 2/3 β -glukanlardan geriye kalan kısmı ise α veya diğer konfigürasyondaki glukan yapılarından oluşmaktadır (Aguayo v.d 2017).

Çözünen diyet lif miktarları özellikle *Hericim corallaides*; 4.22 ± 0.30 , *Sparassis crispa*; 2.17 ± 0.15 *Suillus granulatus*; 4.85 ± 0.34 , ve *Suillus collinitus*; 3.20 ± 0.22 KM'de g/100g hesaplanarak bu türlerde yüksek miktarda bulundukları tespit edilmiştir. Besin ögeleri yönünden bu değerlerin mantarlar içinde genel olarak literatürle uyumlu olduğu ancak protein, yağ ve diyet lifi açısından bizim değerlerimizin daha yüksek olduğu görülmüştür (Kalac 2009, Reis v.d, 2014, Correa vd. 2016).

FTIR analizleri sonucunda; makrofungus toz örnekler de 2900 cm^{-1} - 2800 cm^{-1} arasında C-H gerilme titreşimlerinden oluşan iki adet bant gözlenirken özüt halde bu bantların şiddetinde bir düşüş gözlenmiş, özüt örneklerin 3'ünde (*Macrolepiota procera*, *Lepista nuda*, *Suillus collinitus*) 2450 cm^{-1} - 2300 cm^{-1} arasında zayıf bant görülmüştür. Toz örneklerde; 1700 cm^{-1} - 1500 cm^{-1} arasında 2 örnekte daha zayıf (*Hericim corallaides*, *Suillus collinitus*), 2 örnekte daha şiddetli (*Macrolepiota procera*, *Lepista nuda*) iki bant elde edilmiştir. Aynı aralıkta özüt örneklerde *Hericim corallaides* ve *Sparassis crispa* da bant kaybolurken, *Suillus granulatus*, *Macrolepiota procera*, *Lepista nuda*, *Suillus collinitus*'da şiddeti zayıflamış geniş tek bir banda dönüşmüştür. Özütleme sırasında gerçekleşen çözünme, parçalanma ve süzme işlemleri de düşünüldüğünde toz ve özüt spektrumları ile yapılan temel bileşen analizleri sonuçlarının birbiri ile uyumlu olduğuna karar verilmiştir. Süzme işlemi sırasında çözünmeyen polisakkaritlerin, selülozik yapıların elenmiş olduğu piklerdeki düşüşten de görülmüştür. Tüm spektrumlar sonucunda en yüksek absorpsiyon 3600 cm^{-1} - 3000 cm^{-1} hidroksil gruplarının (O-H) varlığını gösteren, 1700 cm^{-1} - 1500 cm^{-1} C=O, C=C Karboksil grupları, peptid bağları, Amid bantlar, 1200 cm^{-1} - 950 cm^{-1} C-OH yan grupların halka titreşimleri ile piranoz tip şekerlerin varlığını gösteren C-O-C glikozidik bant çakışmaları ve 800 cm^{-1} - 600 cm^{-1} bölgelerinde arasında karakteristik bant şekli farklı tip glikozidik bağların varlığını, tanımlanmamış bileşenleri veya fonksiyonel grupları ifade etmektedir. Elde edilen sonuçlar neticesinde yüksek protein ve fonksiyonel grupların yanında karbonhidrat yönünden zengin oligosakkaridin karakteristiği β ve α tipi konfigürasyonda şeker birimlerinden oluştuğunu ve yüksek miktarda β -glukan varlığını göstermektedir. Bir biyolojik yanıt değiştirici olarak bilinen β -glukan, antitümör ve immünomodülatör özellikler nedeniyle kanser ve bulaşıcı salgın hastalıkların tedavisi için hem modern tıp hemde geleneksel terapilerde bir diyet maddesi olarak oldukça önemlidir (Zhang vd. 2007, Alzorqi v.d, 2017).

Tüm örnekler düşük yağ içermelerinin yanında yağ asidi bileşenleri çoğunlukla linoleik asit, oleik asit, palmitik asit ve stearik asit'den, sterol bileşenleri ise ergosterol ve ergosterol türevleri ile metil lanosterol den oluşmaktadır. Bu çalışmadaki mantarların ortalama kuru madde de %4.60 yağ içerdikleri hesaplanmıştır. En lezzetli türler arasında anılan *Sparassis crispa* en yüksek yağ oranına sahip olup % 8.87 ± 0.40 bunun %57.64'ü oleik (C18:1), %22.20'si linoleik (C18:2) asittir. Çalışılan tüm türlerin yağ asidi bileşimleri birbirinden farklı olmakla beraber; çiftli doymamışlardan linoleik asit en baskın yağ asidi olup %21.07- % 64.61 değerleri arasında, tekli doymamışlardan oleik asit %15.51-57.64 değerleri arasında bulunmaktadır. Doymamış yağ asidi miktarları, hepsinde doymuş olanlardan daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinin sağlık üzerinde çeşitli yararlı etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte linoleik asit araşidonik asidin öncüsüdür ve prostaglandinlerin biyosentezinde rol oynar. Linoleik asit insan diyeti için çok önemli olmasının yanında, mantarın alkolü olarak bilinen 1-okten-3-ol'un öncüsü ve çoğu mantarda ana aromatik bileşik olduğu ve mantar lezzetine katkıda bulunduğu bilinmektedir (Goyal v.d, 2015). Çalışmada doymuş yağ asitlerinden ise daha düşük oranlarda palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asit şeklinde tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalar da çeşitli mantar türleri için benzer sonuçlar gözlenmiştir (Pedneault v.d, 2006, Kalac 2009). Ancak bu çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen kısa zincirli doymamışlardan palmitoleik asit (C16:1) dikkat çekici yüksek oranda (% 5.81 ± 0.41) bulunmuş ve daha önce bildirilmemiştir.

Ergosterol çalışılan tüm mantarlarda baskın steroldü. Diğer steroller; en yüksek *Sparassis crispa* örneğinde % dağılımı ise %20 ergosta tip, %32 lanosta tip sterol den oluştuğu görülmüştür. On farklı mantar türüyle yapılan bir çalışmada; örneklerin sterol bileşimleri GC / MS ve ¹H NMR ile belirlenmiş, ergosterol'ün tüm mantarlarda mevcut olduğu ve 5 α -kolest-7-en-3 β -ol ve ergosta-5,7-dien-3 β -ol ve ergosta-5.8.22-trien-3 β – ol sterollerinin tespit edildiği bizim çalışmamıza benzer olarak bildirilmiştir (Yokokawa ve Mitsuhashi, 1981, Kalac 2009). Mantarlar yapılarında ergosterolü bol bulundurmaları aynı zamanda UV ışığın etkisi ile de (ergokalsiferol) D₂ vitamini oluşturmaları, hem ergosterolün hemde D vitaminin doğal kaynağı olduklarını göstermektedir. Yabani mantarlarla beslenmeye günlük diyetde daha çok yer verilmesiyle çağımızın sorunlarından D vitamini eksikliği ve kemik mineralizasyonunun giderilmesine de katkı sağlayacaktır (Feeney vd. 2014). Son zamanlarda mantarlardan birçok yeni triterpenoid

keşfedilmiş, ergostan ve lanostan triterpenoitlerinin biyoaktif özellikleri ortaya konmuştur (Xia vd. 2014, Qiaoa vd. 2015). İzole edilen lanostan tip triterpenoidler ile insan kanser hücre hattına (HCT15, SKOV3, SKMEL2) karşı yapılan çalışmada antiproliferatif aktiviteleri ve lipopolisakkarit (LPS) aktive edilmiş BV-2 hücrelerinde nitrik oksit (NO) üretimi üzerinde inhibitör etkileri olduğu gösterilmiştir (Kim vd. 2013).

UPLC yöntemi ile elde ettiğimiz sonuçlarda; tüm örneklerde monosakkarit olarak arabinoz, fruktoz, glukoz, mannitol ve trehaloz tespit edilmiştir. *Suillus granulatus* ile sıcaqsu ekstraksiyon (kaynatma) yöntemiyle yapılan bir çalışmada; fruktoz $4,49 \pm 0,02 - 7,02 \pm 0,16$, mannitol $3,33 \pm 0,10 - 3,18 \pm 0,14$ ve trehaloz $4,86 \pm 0,06 - 2,57 \pm 0,13$ g/100gr KM’de tespit edilmiştir (Reis v.d, 2014). Bizim çalışmamızda aynı örnekte; arabinoz $1,38 \pm 0,07$, mannitol $0,14 \pm 0,01$, trehaloz $0,42 \pm 0,02$ g/100gr KM’de tespit edilmiş olup farkların ekstraksiyondan kaynaklandığı düşünülebilir. Ortalama değerlere bakıldığında önceki çalışmalarla bizim sonuçlarımız uyum göstermekte ancak; *Hericim corallaides* örneğinde $15,61 \pm 0,78$ arabinoz; *Macrolepiota procera* örneğinde $7,88 \pm 0,39$ mannitol ile $12,43 \pm 0,62$ g/100gr KM’de trehaloz monosakkaritlerinin oldukça yüksek oranda oldukları görülmektedir (Barros vd. 2007a, Barros vd. 2007b). Memelilerde doğal olarak sentezlenemeyen trehaloz’un hücrelere uygulandığında donma ve kurumaya karşı dayanıklılığı arttırdığı ayrıca eksojen trehaloz’un hayvan modellerinde Parkinson gibi hastalıklarda önleyici etkiler sağladığı yapılan çalışmalar da bildirilmiştir (Hayner vd. 2017). Bu karbonhidratın kısmen hücrelerin içindeki viskositeyi değiştirdiği protein, lipit ve diğer önemli hücresel elemanlarla hidrojen bağı kurarak onların etrafında membranlar oluşturarak, hücre membranı ve enzimlerin korumaktadır. Trehaloz’un bu doğal kaynağından yararlanılarak gıda, katkı veya ambalaj sektörlerinde de kullanılma potansiyelleri olduğunu düşünmekteyiz.

Şekerler fenolik bileşikler ile glikozitler şeklinde de bulunabilmektedir. Bu çalışmada muhtemelen etanol ekstraksiyonunda bunların ayrışması ile serbest şeker miktarlarının yükseldiğini düşünmekteyiz. Bu sebeple şekerler fenolik ve flavonoidlerin varlığının habercisi olarak da düşünülebilir.

Organik asit anlizi sonucunda; oksalik, tartarik, kuinik, malik, şikimik, sitrik ve fumarik asitler her bir örnekte farklı kompozisyonlarda görülmüştür. Bu özellikleri ile taksanomatik çalışmalarda da bu analizin kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Suillus granulatus ile Sırbistan bölgesinde 2014 de yapılan çalışmada Tespit edilen en yüksek; oksalik 3.35 $\pm$ 0,16, kuinik 0.36 $\pm$ 0,02, malik 0.94 $\pm$ 0,16, sitrik 1.77 $\pm$ 0,25 ve fumarik 0.92 $\pm$ 0,01 g/100g KM (Reis v.d, 2014). *Suillus granulatus* örneğimizin organik asit değerleri; kuinik 0.76 $\pm$ 0.06, malik 1.63 $\pm$ 0.13, şikimik 41.29 $\pm$ 3.30, sitrik 3.05 $\pm$ 0.24 ve fumarik 0.65 $\pm$ 0.05 g/100g KM ile bazı değerlerde benzer sonuçlar elde edilmiş olup, şikimik asit ve sitrik asit diğer çalışmada tespit edilmemesine rağmen bizim çalışmamızda oldukça yüksek değerde bulunmuştur.

Suillus collinitus ile 2005 yılında Portekiz de yapılan bir çalışmada örneklerin en düşük ve en yüksek sonuçları; oksalik asit 2.7-12.6, malik asit 46.6- 265.4, şikimik asit 0.15- Tespit edilemedi (T.E) ve fumarik asit 4.9-39.7-T.E g/100g şeklinde olmuştur (Valentao vd. 2005). Bizim çalışmamızda ise *Suillus collinitus* organik asit profili oksalik 0.53 $\pm$ 0.04, tartarik 1.07 $\pm$ 0.09, malik 22.47 $\pm$ 1.80, şikimik 1.38 $\pm$ 0.11, sitrik 5.22 $\pm$ 0.42 ve fumarik 12.57 $\pm$ 1.01 mg/100g tespit edilmiş olup sonuçlarımızın organik asitler yönünden daha çeşitli ve miktarlarının bazılarında daha düşük bazılarında daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte çalışmamızda organik asitler yönünden; *Lepista nuda* örneğinde 140.18 $\pm$ 11.22 mg/100g oksalik asit, *Hericim corallaides* örneğinde 175.36 $\pm$ 14.02 mg/100g şikimik asit miktarları dikkat çekicidir. *Lentinus edodes* mantarı ile yapılan çalışmada tespit edilen dokuz organik asitten; oksalik asit ana bileşen olduğu ve dokuz farklı fitopatojenik bakteriye karşı antibakteriyel aktivite sergilediği gösterilmiştir. Oksalik asit içeren mantarlardan elde edilecek özütlerin bitki hastalıkları için çevre dostu bir kontrol maddesi olduğu düşünülmektedir (Kwak vd. 2016). Bitkiler ve mikroorganizmalarda olduğu gibi mantarlar da, aromatik aminoasitlerin glikozdan biyosentezini şikimik asit yolağını kullanarak yaparlar. Bu yol memelilerde görülmediğinden, antimikrobiyal reaktifler geliştirmek için potansiyel enzim inhibitörlerini sentezlemek için şikimik asit ile çalışmalar yapılmaktadır. Bir herbisit olan glifosat, şikimik yolağına müdahale ederek yolun altıncı enzimi olan enolpiruvil şikimat 3-fosfat (EPSP) sentazı inhibe ederek çalışır (Kramer vd. 2003). Ayrıca şimdiye kadar yapılan çalışmalarda *Toxoplasma gondii*, *Plasmodium falciparum* (sıtma) ve *Cryptosporidium parvum*'un vitro büyümesini inhibe ettiği gösterilmiştir. Şikimik asit türevleri de antibakteriyel özellikleri ile ilgi çekicidir (Kojima vd. 2015). Son zamanlarda influenza'nın (kuş gribi) semptomlarını baskılayan bir ilaç olarak iyi bilinen tamiflu bir şikimik asit türevidir. Şikimik asit, tamiflu sentezinde temel başlangıç materyalidir ve bir

influenza nöraminidaz inhibitörüdür (Griesbeck, vd. 2007). Ayrıca çalışmalarda şikimik asit türevi anti tümör ajan olarak bildirilmiş, bazı mantar miselleri ile üretilmeye çalışılmıştır. Şikimik asitin yeni doğal kaynaklarının keşfedilmesi ve bunların çeşitli tedavilerde kullanılma potansiyelleri yüksek öneme sahiptir (Kojima vd. 2015). Bizim çalışmamızda da tespit etmiş olduğumuz; şikimik asit yolağı ile meydana gelen bir fenolik olan siringiç asit'in şitake mantarından elde edilmesiyle yapılan çalışmada anti-mikrobiyal, anti-oksidan, anti-endotoksik, anti-enflamatuar, nöro ve hepato koruyucu aktiviteleri görülmüştür (Srinivasulu vd. 2018). Siringiç asit, aromatik halka üzerinde üçüncü ve beşinci karbonlarda metoksi grupları içermesi nedeniyle terapötik aktivite elde eder ve serbest radikallerini süpürücü olarak hareket ederek oksidatif stres belirteçlerini azaltır (Sammeturi, vd. 2019).

Etanol ekstraksiyonu ile elde edilen özütlerde tespit edilen toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları sırasıyla en düşük ve en yüksek değerleri 5.73 ± 0.09 - 19.31 ± 0.30 gallik asit eşdeğeri (GAE) mg/g, 4.59 ± 0.25 - 23.49 ± 1.33 rutin eşdeğeri (RE) mg/g 'dır. En yüksek değerler *Suillus collinitus* örneğinde tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite DPPH en yüksek aktivasyon gösteren *Suillus collinitus* IC₅₀ değeri 4.13 ± 1.01 mg/mL hesaplanmıştır. *Suillus collinitus* etanol özütü ile yapılan önceki çalışmalarda toplam fenolik miktarı 13,59 GAE mg/g (Sarikürkcü vd. 2008) ve 3.16 GAE mg/g, DPPH antioksidan aktivite EC₅₀ değeri 14.05 mg/ml (Heleno vd. 2010) olarak bildirilmiş olup bizim sonuçlarımızdan bir miktar düşük olduğu görülmektedir. Bir diğer çalışmada *Hericim corallaides*'in etilasetat özütü; in-vitro hidroksil, ABTS⁺, süperoksit (O₂⁻) ve DPPH radikallerine karşı hesaplanan IC₅₀ değerleri sırasıyla: 0.93, 1.84, 1.59 ve 0.6 mg/ml olarak hesaplanmıştır (Zhang vd 2019). Bizim çalışmamızda ise *Hericim corallaides* 'e ait etanol özütleri DPPH radikallerine karşı IC₅₀ değeri 35,67 mg/ml olarak hesaplanmış yöntem farkları olması ile beraber bu çalışmaya göre daha düşük kalmıştır.

Antioksidan özellikleri olduğu iyi bilinen fenolik ve flavonoidleri UPLC cihazında tanımladığımızda örnek özütlerinin hepsinde; kateşin, siringiç asit, mirsetin, trans-sinamik ve elagik asit tespit edilmiştir. *Hericim corallaides*, *Sparassis crispa*, *Macrolepiota procera* ve *Suillus granulatus* örneklerinde sırasıyla; 1.17 ± 0.09 , 1.57 ± 0.13 , 0.62 ± 0.05 , ve 3.41 ± 0.27 mg/g rutin, *Hericim corallaides*, *Suillus granulatus* ve *Suillus collinitus*'da sırasıyla 1.96 ± 0.16 , 0.51 ± 0.04 , 5.36 ± 0.10 mg/g kuersetin bulunmuştur.

Tespit edilden 17 farklı fenolik bileşikten elde edilen en yüksek değerler; 0.24 ± 0.019 gallik asit, 0.83 ± 0.066 kateşin, 0.52 ± 0.04 epikateşin, 3.41 ± 0.272 rutin, 5.36 ± 0.10 kuersetin, 0.22 ± 0.02 mirsetin, 0.12 ± 0.01 kamferol, 0.03 ± 0.002 hidroksibenzoik asit, 0.05 ± 0.004 apigenin, 0.03 ± 0.002 luteolin, 0.06 ± 0.005 ferrulik asit, 0.58 ± 0.021 elagik asit, 0.33 ± 0.026 kafeik asit, 1.01 ± 0.08 klorojenik asit, 0.08 ± 0.006 trans-sinamik asit, 1.11 ± 0.09 syringic asit, 0.14 ± 0.01 mg/g naringenin olmuştur. Farklı yenilebilir yabani mantar türleri ile yapılan çalışmalarda türler içinde en yüksek fenolik bileşik değerleri ile kıyasladığımızda bizim sonuçlarımızın hem fenolik bileşik çeşitliliği açısından hemde miktar açısından fazla olduğu görülmüştür (Kim vd. 2008, Kalogeropoulos vd. 2013, Woldegiorgis vd. 2014). *Suillus granulatus* ile yapılan bir çalışmada ise sadece gallik asit, hidroksibenzoik asit ve sinamik asit tespit edilmiş olup bizim çalışmamıza göre miktarsal olarak daha yüksek olduğu görülmüştür (Reis vd. 2014). *Makrolepiota procera* ile yapılan bir çalışmada flavonoid saptanamamış, fenolik asitlerden sadece sinamik asit (21.53 mg/kg) tespit edilmiştir (Barros vd. 2009). Aynı örnekte bizim çalışmamızı aynı birim cinsinden kıyasladığımızda 80.0 ± 6.0 mg/kg t-sinamik asit'in yanında flavonoidlerinde bulunduğu 8 farklı fenolik bileşik daha tespit edilmiştir.

Suillus collinitus örneğinde oldukça yüksek oranda tespit ettiğimiz (5.36 ± 0.10 mg/g) bir flavonol olan kuersetin; o-tokoferol radikalini rejenere etmekte, kuersetin radikali de GSH tarafından rejenere edilebilmektedir. Kuersetin'in lipit peroksidasyonunda askorbik asitle ve α -tokoferol (E vitamini) den daha çabuk devreye girebildiği için glutatyon, C ve E vitamininin harcanmasını da engellemektedir (Fiorani vd. 2001). Fenolik bileşiklerin antikanser etkisinin mekanizması; sadece antioksidan özelliklerine, kanser hücrelerinin hücre döngüsündeki düzenleyici rolüne veya melanogenez sürecini etkilemeye dayanmaz. Büyümenin inhibisyonuna ve kanser hücrelerinin yayılmasına yol açan proteazomun inhibisyonuna da katkı sağlayabilir (Liu vd. 2004). Melanom hücresi proteazomunun aktivitesini inhibe eden doğal bileşikler, siringiç asit türevlerini içerir (Enogieru vd. 2018). Rutin (kuersetin-3-o-rutinosit), bitkisel ilaç, multivitamin hazırlanmasında restoratif olarak kullanılır ve kalp krizinin kaderini azalttığı bilinmektedir (Sammeturi 2019). Fare eritrositleri ve insan karaciğer dokusu ile yapılan çalışmada t-BHP kaynaklı oluşturulan oksidatif stresi, eritrositlerde ROS düzeylerinin düzenlenmesinden sorumlu SOD, CAT, GPx, GST ve GR antioksidan enzim

aktivitesindeki değişimler değerlendirilmiş rutin tedavisi ile durumun tersine çevrildiği söylenmiştir (Khan vd. 2010).

Örnek özütlerinin tümü antioksidan savunma enzimlerinden in-vitro CAT aktivitesine etki etmezken, GST ve GPx aktive etmiştir. Beş örnek özütü in-vitro SOD enzim aktivitesini arttırırken *Macrolepiota procera*’nın inhibe ettiği tespit edilmiştir. *Hericim corallaides*’in etilasetat özütü ile yapılan bir çalışmada; in-vivo antioksidan aktiviteyi değerlendirmek için, d-galaktoz kaynaklı yaşlı fare modelinde özütün üç farklı dozu oral olarak uygulanmış, süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir (Zhang vd 2019).

Suillus collinitus özütünden elde edilen fenolik fraksiyonları gallik asit (F1), sirinğıç asit (F2), ferulik asit (F3), rutin (F4), kuersetin (F5) ve kamferol (F6) ’ün ayrılmasıyla oluşturulmuştur. Elde edilen fraksiyonlar; in-vitro GST aktivitesini F2 (% 32.8) , F5 (% 27.6) ve F4 (% 5.2) kadar arttırırken özütün bütünü % 31.9 oranında arttırmıştır. GPx in-vitro aktivitesini F2 (% 34.3) ve F5 (% 21.3) kadar arttırabilirken özüt % 27.2 oranında arttırmıştır. SOD in-vitro aktivitesini F5 (% 10.6), F2 (% 1.9) ve F1 (% 0.7) kadar arttırırken özüt % 33,1 arttırmıştır. Bu sebeple bu enzimlerin in-vitro aktivite düzeyleri üzerine etkilerini sirinğıç asit, rutin ve kuersetin fenolikleri ile sağlayabildikleri görölmüştür. Böylece makrofungusların antioksidan mekanizmayı, içeriğindeki fenolik ve flavonoidlerle aktive ettiği ancak özüt bileşenini oluşturan aktivasyon ve inhibisyon etkisi olabilen birçok maddenin ortak etkisi ile ortaya çıktığını düşündürmüştür. Aynı zamanda antioksidanların serbest radikaller üzerinde sinerjik etkilerinin olduğuda görölmektedir. Literatürte bu konuda benzer bir çalışmaya rastlanmadığından kıyaslama yapılamamıştır. *Suillus collinitus* ile farklı ekstraksiyon yöntemleri ile yapılan çalışmalarda etanolik özütün en yüksek antioksidan aktiviteyi verdiği görölmüş, metanolik özüt dört farklı tümör hücre çizgisinin büyümesini engellediği ve en duyarlı olanı meme kanseri hücre çizgisi MCF-7 olduğu söylenmiştir (Vaz vd. 2012). Metanolik özüt’ün akciğer kanser hücrelerinde p53 ekspresyonunu arttırdığı, apoptoz ve hücre döngüsün durmasına neden olduğu bildirilmiştir (Yun vd. 2001).

Sonuç olarak; çalışılan türlerin, yağ oranı düşük, protein ve karbonhidrat bakımından zengin bol lifli sağlıklı yiyecekler olduğu, mannitol ve trehalozun tespit edilen ana serbest şekerler olduğu görölmüştür. Ayrıca, organik ve fenolik asitlerin yanı sıra mono ve çoklu

doymamış yağ asitleri, ergosterol ile önemli sterollerin ve glukanların kaynağı oldukları kanıtlanmıştır. Buna göre bu türlerinin, nutrasötik ve biyolojik olarak aktif bileşikleri sayesinde başlı başına fonksiyonel birer gıda olarak kabul edilebileceğini düşünmekteyiz. Oluşturulacak bazı mantar formülasyonları potansiyel diyet takviyelerini oluşturabilir gözükmetedir. Gıda katkısı olarak kullanıldığında çeşitli çalışmalar sıcak ekstrüde ürünlerin mantar tozu ile birlikte büyük ölçüde daha fazla yararlı olabileceklerini glisemik indeksi düşük yiyeceklerin oluşturulmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Lu vd. 2020). Yabani mantarlar toplandıktan kısa süre içinde tüketilmediğinde tazeliklerini hızla kaybetmekte ve çürümeye başlamaktadırlar. Zor ulaşılır olmaları ve raf ömürlerinin kısa olması sebebiyle diyetimizde yer almaları zorlaşmaktadır. Yabani mantarların bazı türleri eskiden beri lüks restoranlarda lezzetleri ile tercih edilerek, az bulunduğundan pahalı ve küçük miktarlarda belli bir kesimin tüketimine sunulmaktadır. Sadece mantarların bulunduğu yörelerde yaşayan kültürel olarak mantarları tanımış bilmiş insanlar bunları taze olarak tüketebilmekte, diğer vatandaşların ulaşabileceği şekilde satışı bulunmamaktadır. Son zamanlarda bazı türler toplanarak dondurulmuş ürün şeklinde de bazı satış yerlerinde direkt olarak raflarda yer almaya başlanmış olmakla beraber bunun yetersiz olduğu görülmektedir. Ülkemiz kırsalda yaşayan insanları yabani mantarları kurutma, konserve, salamura, turşu ve dondurma yaparak geleneksel yöntemleri ile mevsimi dışında da tüketebilmektedirler. Ancak gıda sektörümüzde kültür mantarları dışındaki mantarlar ve ürünlerinin üretimi çok kısıtlı sayıdadır ve ülke dışından daha çok talep görmektedir. Lezzet özelliklerinin yanında besleyici ve antioksidan etkilerini de ortaya koyduğumuz bu çalışmadaki türlerinde insan diyetine girmesini sağlamak için gıda teknolojisi yönünden hangi koruma ve saklama yöntemine uygun oldukları belirlendikten sonra buna uygun olarak yeni ürünler ortaya konulması gerekmektedir.

Makrofunguslardan elde edilen fenolik ve flavonoidlerin insan sağlığı için yararlarını araştırmayı hedefleyen çalışmalar çoğunlukla in-vitro olarak gerçekleştirilmiş, organizma ve sistem üzerindeki etkileri üzerinde daha az çalışılmıştır. Bu maddelerin canlı sistemler üzerindeki etkileri, yararlanılabilirlik seviyeleri üzerine çalışmaların sayısı artırılmalıdır. Bu doğal fenolik bileşikler düşük toksisiteyi nedeniyle: cilt yaşlanması, cilt hastalıkları, yaralar ve yanıklar da dahil cilt hasarının nedenlerini ve etkilerini ortadan kaldırmada umut vericidirler. Ayrıca bu bileşikler koruyucu olarak hareket eder ve bazen

küçük sorunların kırıksıklıklar veya akne gibi bazen de kanser gibi potansiyel olarak yaşamı tehdit eden ciddi hastalıkların önlenmesine veya azaltılmasına yardımcı olabilir potansiyeldedirler. Çalışmalar insanların diyetle veya cilt uygulamasıyla doğal kökenli fenoliklerden yararlanabileceğini göstermektedir.

Sahip oldukları polisakkarit yapısı üzerinde biyoaktivite araştırmaları devam etmektedir. Bu nedenle, gelecekte fonksiyonel tıpta mantar polisakkaritlerinin daha fazla karakterizasyonu ve uygulamalarının yer almaları beklenmektedir. Şimdiye kadar, mantarların yağ asitleri hakkında az sayıda çalışma bildirilmiştir ancak çoklu doymamış yağ asitlerinin öneminden dolayı daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bizim çalışmamızda tespit edilen ergosta ve lanosta tip sterollerin saflaştırması yapılarak yeni çalışmalar için tanımlanması gerekmektedir. Organik asit analizi ile; taksonomik ayrımlar da yapılabilir ancak bu mantar türlerini içeren, çok sayıda örnek ve daha ileri çalışmalar gerekmektedir.

Ülkemiz doğal olarak geniş bir alanda yayılım gösteren oldukça zengin makrofungus çeşitliliğine sahiptir. Ancak yaptığımız literatür araştırmaları, ülkemizde bu mantarlardan elde edilen özütlerin veya etken maddelerin etkilerinin moleküler anlamda yeterince ifade edilmediğini göstermektedir. Mevcut durum da bu çalışma ile ülkemiz yenilebilir yabani mantarlar konusunda ki eksiklikleri azaltmaya yönelik katkı sağladığımızı düşünüyoruz. Bu çalışmada bu makrofungusların hem besinsel hem de tıbbi açıdan çok yüksek potansiyelleri olduğu görülmüş moleküler anlamdada özellikleri ortaya konmuştur. Ülkemiz yabani mantarlarına ait özelliklerin daha önce hiç bu kadar kapsamlı olarak çalışıldığı bildirilmemiştir. Özellikle daha önceki çalışmalarda antioksidan deneyleri çoğunlukla özütler ile yapılmış elde edilen sonuçların özüt içeriğindeki hangi molekülden kaynaklandığı tam olarak ifade edilememiştir. Bizim çalışmamızda ise fenolik ve flavonoidlerinin analitik kolon kullanılarak fraksiyon kollektör ile ayrımı sağlandıktan sonra aktivite analizleri gerçekleştirilmiş özüt bileşimindeki bileşiklerin etkileri ayrı ayrı ifade edilmiştir. Bundan sonra yapılacak olan yeni çalışmalara bu uygulamanın yol gösterici olacağına inanmaktayız. Bu yöntemle çalışma fenolikler dışında uygun özellikteki diğer antioksidan maddelerin ayrımına da olanak sağlamakta yapılacak çalışmaların çeşitlendirilmesi, hücre ve hayvan denemeleri ile de daha ileri aşamalara taşınabilmesi mümkündür.

Ülkemiz sınırları içinde yetişen bu makrofunguslardan elde edilecek yeni fonksiyonel gıdaların üretimi, antioksidan etkili özütlerinden gıda takviyesi veya ambalaj katkı maddesi yapımı, özütlerden elde edilebilecek etken maddelerin saflaştırılması ile de gıda katkı, ilaç ve yara iyileşmesi gibi farklı sektörlere katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Aebi, H. 1984, Catalase in vitro, *Methods in Enzymology*, 105:121-6.
- Aguayo, A.I., Walton, J., Vinas, I. and Tiwari B.K. 2017. Ultrasound asisted extraction of polysaccharides from mushroom by-products, *Food Science and Technology* 77, 92-99.
- Akata, I. 2010. Ilgaz Dağı Milli Parkı ve Yakın Çevresinin Makrofungus Florası. Doktora Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alves, M.J., Ferreira I.C.F.R., Lourenço, I., Costa, E., Martins, A. and Pintado, M. 2014. Wild Mushroom Extracts as Inhibitors of Bacterial Biofilm Formation. *Pathogens*, 3, 667-679.
- Alzorqi, I., Sudheer, S., Lu, T.J. and Manickam, S. 2017. Ultrasonically extracted b-D-glucan from artificially cultivated mushroom, characteristic properties and antioxidant activity *Ultrasonics Sonochemistry*, 35, 531–540.
- Anonymous. 1995. AOAC. M. Official methods of analysis 16th ed. Arlington VA, USA, Association of Official Analytical Chemists.
- Anonymous. 2000. AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Anonymous. 2004. Web sitesi: www.fao.org/3/Y5022E/y5022e04.htm chapter 3: calculation of the energy content of foods - energy conversion factors. Erişim tarihi: 30.01.2020.
- Anonymous. 2010. COI/T.20/Doc. 28. Determination Of The Content Of Waxes, Fatty Acid Methyl Esters And Fatty Acid Ethyl Esters By Capillary Gas Chromatography.
- Anonymous. 2013. COI/T.20/Doc. 30. Method For The Determination Of The Composition And Content Of Sterols And Triterpene Dialcohols By Capillary Column Gas Chromatography.
- Arora, D. and Hal, H. 1986. Mushrooms demystified. Berkeley, on speed press, 23;40.
- Azeem, U., Hakeem K.R. and Ali, M. 2020. Book Chapter Ecology and Distribution, *Fungi for Human Health*, Page 13.
- Balasundram, N., Sundram, K. and Samman, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99; 191–203.
- Baltacıoğlu, H., Bayındırlı, A. and Severcan, F. 2017. Secondary structure and conformational change of mushroom polyphenol oxidase during thermosonication treatment by using FTIR spectroscopy. *Food Chemistry*, 214; 507–514.
- Barreira, J.C.M., Oliveira, M.B.P.P. and Ferreira, I.C.E.R. 2014. Devolopment of a novel methodology for the analysis of ergosterol in mushrooms. *Food Anal. Methods*, 7; 217-223.
- Barros, L., Baptista, P., Correia, D.M., Casal, S., Oliveira, B. and Ferreira, I.C.F.R. 2007. Fatty acid and sugar compositions, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chemistry*, 105: 140–145.
- Barros, L., Venturini, BA., Baptista, P., Estevinho, LM. and Ferreira, ICFR. 2008a. Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms. A comprehensive study. *J Agric Food Chem*, 56: 3856-3862.

- Barros, L., Falcao, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M. and Ferreira, I.C.F.R. 2008b. Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chemistry*, 111: 61–66.
- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L.M. and Ferreira, I.C.F.R. 2008c. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food Chem Toxicol*, 46: 2742–2747.
- Barros, L., Duenas, M., Ferreira, I., Baptista, P. and Santos-Buelga, C. 2009. Phenolic acids determination by HPLC–DAD–ESI/MS in sixteen different Portuguese wild mushrooms species. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 1076–1079.
- Beluhan, S. and Ranogajec, A. 2011. Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms. *Food Chemistry*, 124:1076–1082.
- Beulah, H.A.J. and Nelson, M. 2013. Marvelous medicinal mushrooms. *Int. J. Pharma Bio Sci.*, 3 (1); 611–6115.
- Buruleanu, L., Radulescu, C., Georgescu, A., Danet, A., Olteanu, R., Nicolescu, Cristina M. and Dulama, I. 2017. Statistical Characterization of the Phytochemical Characteristics of Edible Mushroom Extracts. *Analytical Letters*, 51; 1039–1059.
- Chand, K., Rajeshwari, R., Hiremathad, A., Singh, M., Santos, M.A. and Keri, R.S. 2017. A review on antioxidant potential of bioactive heterocycle benzofuran: Natural and synthetic derivatives. *Pharmacological Reports*, 69(2); 281–295.
- Chandrasekaran, G., Kim, G.J. and Shin, H.J. 2011. Purification and characterisation of an alkaliphilic esterase from a culinary medicinal mushroom, *Sparassis crispa*. *Food Chemistry*, 124; 1376–1381.
- Chang, H.H., Chien, P.J., Tong, M.H. and Sheu, F. 2007. Mushroom immunomodulatory proteins possess potential thermal/freezing resistance: acid/alkali tolerance and dehydration stability. *Food Chem.* 105; 597–605.
- Chang, S.T. 1999a. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st Century: non-green revolution. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1; 1–7.
- Chang, S.T. 1999b. World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. in China. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1; 291–300.
- Chang, S.T. and Buswell, J.A. 1999. *Ganoderma lucidum* P. Karst. (Aphyllophoromycetideae): A mushrooming medicinal mushroom. *Int J Med Mushrooms*, 1; 139–46.
- Chang, S.T. 2001. Mushrooms and Mushroom Cultivation. ELS Press, Chapter 1;1–10.
- Chang, S.T. and Buswell, J.A. 2003. Medicinal Mushrooms A Prominent Source of Nutraceuticals for the 21st century. *Curr Top Nutraceutical Res.*, 1: 257–280.
- Chang, S.T. and Miles PG. 2004. Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact. Second Edition. CRC Press, 105–127.
- Chang, S.T. and Buswell J. A. 2008. Safety, quality control and regulational aspects relating to mushroom nutraceuticals, Proc. 6th Intl. Conf. Mushroom Biology and Mushroom Products: 188–95. GAMU GmbH, Krefeld, Germany.
- Chang, Y.H., Yang, J.S. and Yang, J.L. 2009. *Ganoderma lucidum* extract promotes immune responses in normal BALB/c mice in vivo. *Vivo*, 23: 755–9.

- Chaturvedi, V.K., Agarwal, S., Gupta, K.K., Ramteke P.W. and Singh, M. P. 2018. Medicinal mushroom: boon for therapeutic applications. *Biotech* 8(3), 334; 13205-13258.
- Chelikani, P., Carpena, X., Fita, I. and Loewen, P.C. 2004. An electrical potential in the access channel of catalases enhances catalysis. *J Biol Chem*, 278; 31290-31296.
- Chen, S., Su, T. and Wang, Z. 2018. Structural characterization, antioxidant activity, and immunological activity in vitro of polysaccharides from fruiting bodies of *Suillus granulatus*. *Journal of food biochemistry*, 42(3): 12515.
- Chiva-Blanch, G. and Visioli, F. 2012. Polyphenols and health: moving beyond antioxidants. *J Berry Res*, 2: 63–71.
- Chouhan, K.B.S., Tandey, R., Sen, K.K., Mehta, R. and Mandal, V. 2020. Microwave hydrodiffusion and gravity model with a blend of high and low power microwave firing for improved yield of phenolics and flavonoids from oyster mushroom. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 17; 100311.
- Clardy, J. and Walsh, C. 2004. Lessons from natural molecules. *Nature* 432, 829-837.
- Conceição, A.A., Cunha, J.R., Vieira, V.O., Pelaez, R.D., Mendonça, S., Almeida, J.R., Dias, E.S., Almeida, E.G. and Siqueira, F.G. 2018. Bioconversion and biotransformation efficiencies of wild macrofungi. In. *Biology of macrofungi*. Fungal Biol. Springer, Cham, pp 361–377.
- Correa, R.C.G., Brugnari, T., Bracht, A., Peralta, R.M. and Ferreira, I.C.F.R. 2016. Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. *Trends in Food Science & Technology*, 50; 103-117.
- Davalos, A., Fernandez-Hernando, C., Cerrato, F., Martinez-Botas, J., Gomez-Coronado, D. And Gomez-Cordoves, C. 2006. Red grape juice polyphenols alter cholesterol homeostasis and increase LDL-receptor activity in human cells in vitro, *J Nutr* 136; 1766–1773.
- Dong, Z., Xiao, Y. and Wu H. 2020. Selenium accumulation, speciation, and its effect on nutritive value of *Flammulina velutipes* (Golden needle mushroom). *Food Chem.* Nov 28; 128667
- Dülger, B. and Şen, F. 1999. Antimicrobial Activity of The Macrofungi *Russula delica* Fr.. *Turkish Journal of Biology*; 23(1): 127-134.
- Enogieru, A.B., Haylett, W., Hiss, D.C., Bardien, S. and Ekpo O.E. 2018. Review Article. Rutin as a Potent Antioxidant: Implications for Neurodegenerative Disorders. Article ID 6241017, 17.
- Erbai, E.H., Pinto-Silva, L., Saidi, R., Lamrani, Z., Silva, J. and Maouni, A. 2021. Chemical Composition, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Two Wild Edible Mushrooms *Armillaria mellea* and *Macrolepiota procera* from Two Countries (Morocco and Portugal). *Biomolecules*, 11;575.
- Falandysz, J. 2008. Selenium in edible mushrooms. *J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev.* 26(3): 256-99.
- Feeney, M. J., Dwyer, J., Hasler-Lewis, C.M., Milner, J.A., Noakes, M., Rowe, S. Wach, M., Beelman, R.B., Caldwell, J., Cantorna, M.T., Castlebury, L.A., Chang, S.T., Cheskin, L.J., Clemens, R., Drescher, G., Fulgoni, V.L., Haytowitz, D.B., Hubbard, V.S., Law, D. and Wu, D. 2014. Mushrooms and health summit proceedings. *Journal of Nutrition*, 144(7).

- Fernandes, A., Barros, L., Barreira, J.C.M., Antonio, A.L., Oliveira, M.B.P.P., Martins A. and Ferreira, I.C.F.R. 2013. Effects of different processing technologies on chemical and antioxidant parameters of *Macrolepiota procera* wild mushroom. Food Science and Technology, 54; 493-499.
- Fiorani, M., Sanctis, R., Menghinello, P., Cucchiaroni, L., Cellini, B. and Dacha, M. 2001. Quercetin prevents glutathione depletion induced by dehydro-ascorbic acid in rabbit red blood cell. Free Radic Res, 34: 639-48.
- Gao, D., Guo, Z., Wang, J., Hu, G., Su, Y., Chen, L., Lv, Q., Yu, H., Qin, J. and Xu, W. 2019. Dicerandrol B: A Natural Xanthone Dimer Induces Apoptosis in Cervical Cancer Hela Cells Through the Endoplasmic Reticulum Stress and Mitochondrial Damage. Oncotargets and Therapy, 12; 1185.
- Genser, B., Silbernagel, G., De Backer, G., Bruckert, E., Carmena, R., Chapman, M. J., Deanfield, J., Descamps, O.S., Rietzschel, E.R., Dias, K.C. and Marz, W. 2012. Plant sterols and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. European heart journal, 33(4); 444–451.
- Govorushko, S., Rezaee, R., Dumanov, J. and Tsatsakis, A. 2019. Poisoning associated with the use of mushrooms: A review of the global pattern and main characteristics. Food and Chemical Toxicology, 128; 267– 279.
- Goyal, R., Grewal, R.B. and Goyal, R.K. 2015. Fatty Acid Composition and Dietary Fibre Constituents of Mushrooms of North India. Emir J Food Agric, 27: 927–930.
- Griesbeck, A.G., Miara C. and Neudörfl, J. 2007. Synthesis of (6S)-6-hydroxy-4-epi-shikimic acid. Arkat USA, Inc. Arkivoc (8); 216-223.
- Habig, W.H., Pabst, M.J. and Jakoby W.B. 1974. Glutathione S-transferases: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. J Biol Chem, 249:7130–7139.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. 2001. Free radicals in biology and medicine. (3 rd ed.). Oxford Science Publications, 22-24.
- Hana, J.M., Leea, E.K., Gongga, S.Y., Sohnga, J.K., Kangb, Y.J. and Junga, H.J. 2019. *Sparassis crispa* exerts anti-inflammatory activity via suppression of TLR mediated NF- κ B and MAPK signaling pathways in LPS-induced RAW264.7 macrophage cells. Journal of Ethnopharmacology, 231; 10–18.
- Harada, T., Masuda, S. and Ariei M. 2005. Soy isoflavone aglycone modulates a hematopoietic response in combination with soluble β -glucan: SCG. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 28(12); 2342–2345.
- Hayner, G., Khetan, S. and Paulick, M. 2017. Quantification of the Disaccharide Trehalose from Biological Samples: A Comparison of Analytical Methods. ACS Omega, 2; 5813–5823.
- Heleno, S.A., Barros, L., Sousa, M.J., Martins, A. and 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.
- Heleno, S.A., Barros, L., Sousa, M.J., Martins, A. and Ferreira, I.C.F.R. 2010. Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms with antioxidant capacity. Food Chemistry, 119(4); 1443-1450.
- Heleno, S.A., Ferreira, C., Antonio, L., Queiroz, R.P., Barros, L. and Ferreira, C.F.R. 2015. Nutritional value, bioactive compounds and antioxidant properties of three edible mushrooms from Poland. Food Bioscience, 48-55.

- Himanshi, R., Prasad, S. and Sharma, S. 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition*, 5; 35–46.
- Huan, W., Tianzhu, Z., Yu, L. and Shumin, W. 2017. Effects of ergosterol on COPD in mice via JAK3/STAT3/NF-kappaB pathway. *Inflammation, Valorization by food and pharmaceutical industries*, 40(3); 884–893.
- Jiang, Q., Zhang, M. and Mujumdar, A.S. 2020. UV induced conversion during drying of ergosterol to vitamin D in various mushrooms: Effect of different drying conditions. *Trends in Food Science & Technology*, 105; 200–210.
- Islam, T., Yu, X. and Xu, B. 2016. Phenolic profiles, antioxidant capacities and metal chelating ability of edible mushrooms commonly consumed in China, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 72; 423–431.
- Ismaya, W.T., Tjandrawinata, R.R. and Rachmawati, H. 2020. Lectins from the Edible Mushroom *Agaricus bisporus* and Their Therapeutic Potentials. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(10); 2368.
- Iwashina, T. 2000. The structure and distribution of the flavonoids in plants. *J. Plant Res.*, 113; 287–299.
- Janco, I., Trebichalsky, P., Bystricka, J., Tirdiova, I. and Stefanikova, J. 2019. Determination of Cadmium, Lead And Mercury Content In *Macrolepiota procera* in Selected Areas of Slovakia. 19th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM 2019.
- Jo, W.S., Hossain, M.A. and Park, S.C. 2014, Toxicological profiles of poisonous, edible, and medicinal mushrooms. *Mycobiology*, 42 (3); 215–220.
- Junior, F.A.S.C., Petrarca, M.H., Meinhart, A.D., Filho, M.J. and Godoy H.T. 2019. Multivariate optimization of extraction and validation of phenolic acids in edible mushrooms by capillary electrophoresis. *Food Research International*, 126; 108685.
- Kaewnarin, K., Suwannarach, N., Kumla, J. and Lumyong, S. 2016. Phenolic profile of various wild edible mushroom extracts from Thailand and their antioxidant properties, anti-tyrosinase and hyperglycaemic inhibitory activities. *Journal of Functional Foods*, 27; 352–364.
- Kalac, P. 2001. A review of edible mushroom radioactivity. *Food Chemistry*, 75(1); 29–35.
- Kalac, P. 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chem.*, 113; 9–16.
- Kalogeropoulos, N., Yann, A.E., Koutrotsios, G. and Aloupi, M. 2013. Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the island of Lesbos, Greece. *Food and Chemical Toxicology*, 55; 378–385.
- Khan, M.A., Tania, M., Zhang, D. and Chen, H. 2010. Antioxidant enzymes and cancer. *Chin J. Cancer Res*, 22(2); 87–92.
- Kidd, P.M. 2000. The Use of Mushroom Glucans and Proteoglycans in Cancer Treatment. *Alternative Medicine Review*, 5(1); 4–27.
- Kim, H.W. ve Kim, B.K. 2002. Recent advances on the Biological Active Triterpenoids of *Ganoderma lucidum*, In *Ganoderma. Genetics, Chemistry, Pharmacology and Thereapeutics*, Bejing Ed. Medical University Press Bejing, 10–19.
- Kim, JY., Woo, EE., Lee, IK. and Yun, B.S. 2018. New antioxidants from the culture broth of *Hericium coralloides*. *J Antibiot* 71, 822–825.

- Kim K.H., Moon E., Choi S.U, Kim S.Y. and Lee K.R. 2013. Lanostane triterpenoids from the mushroom *Naematoloma fasciculare*. J Nat Prod., 76(5), 845-51.
- Kim, M.Y., Seguin, P., Ahn, J.K., Kim, J.J., Chun, S.C., Kim, E.H, Seo, S.H, Kang, E.Y., Kim, S.L., Park, Y.J., Ro, H.M. and Chung, I.M. 2008. Phenolic compound concentration and antioxidant activities of edible and medicinal mushrooms from Korea. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 7265–7270.
- Kimur, T. and Dombo, M. *Sparassis crispa*, in Biological Activities and Functions of Mushrooms, H. Kawagishi, Ed., pp. 167–178, CMC Press, Tokyo, Japan, 2005.
- Kitzberger, C.S.G., Smania Jr, A., Pedrosa, R.C. and Ferreira, S.R.S. 2007. Antioxidant and antimicrobial activities of shiitake (*Lentinula edodes*) extracts obtained by organic solvents and supercritical fluids. Journal of Food Engineering, 80(2); 631-639.
- Klupp, NL., Chang, D. and Hawke, F. 2015. *Ganoderma lucidum* mushroom for the treatment of cardiovascular risk factors, Cochrane Database Syst Rev. (2): CD007259.
- Kojima, M., Kimura, N. and Miura, R., 2015. Regulation of Primary Metabolic Pathways in Oyster Mushroom Mycelia Induced by Blue Light Stimulation: Accumulation of Shikimic Acid, Scientific Reports 5 : 8630.
- Kosanic, M., Rankovic, B., Rancic, A. and Stanojkovic, T. 2016. Evaluation of metal concentration and antioxidant, antimicrobial, and anticancer potentials of two edible mushrooms *Lactarius deliciosus* and *Macrolepiota procera*. Journal of Food and Drug Analysis. 24; 1-8.
- Kramer, M., Bongaerts, J., Bovenberg, R., Kremer, S., Müller, U., Orf, S., Wubbolts, M. and Raeven, L. 2003. Metabolic engineering for microbial production of shikimic acid. Metab Eng.; 5 (4): 277-83.
- Krittanawong, C., Isath, A., Hahn, J., Wang, Z., Fogg, S.E., Bandyopadhyay, D., Jneid, H., Virani, S.S. and Tang W.H, 2021. Mushroom Consumption and Cardiovascular Health: A Systematic Review, The American Journal of Medicine, article in press, 000:1–6.
- Kwak, A.M., Lee, I. K., Lee, S. Y., Yun, B. S. And Kang, H.W. 2016. Oxalic Acid from *Lentinula edodes* Culture Filtrate: Antimicrobial Activity on Phytopathogenic Bacteria and Qualitative and Quantitative Analyses. Mycobiology, 44(4), 338–342.
- Kwon, A.H, Qiu, Z., Hashimotob, M., Yamamotob, K. And Kimurab, T. 2009. The Effects of medicinal mushroom (*Sparassis crispa*) on wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats, American Journal of Surgery, 197, 503–509.
- Lakhanpal, T.N., Sai, I. and Thakur, M., 2016. Biodiversity of wild edible, mycorrhizal and nutraceutically important mushrooms, in: S. Sharma (Ed.), Mushrooms in India (Diversity, Improvement, Cultivation, Medicinal Uses and Value Addition for Rural Development); 262.
- Lallawmsanga, A.K.P., Mishra, V.K., Leo, V.V., Singh, B.P. and Valliammai M.G. 2016. Antimicrobial Potential, Identification and Phylogenetic Affiliation of Wild Mushrooms from Two Sub-Tropical Semi-Evergreen Indian Forest Ecosystems. Plos one 11(11): e0166368.

- Lallawmsanga, A.K.P. and Singh, B.P. 2018. Biology of Macrofungi, Springer, Chapter 1: Exploration of Macrofungi in Sub-Tropical Semi-Evergreen Indian Forest Ecosystems Pages 1-13.
- Lee, Y.S., Kim, J.B., Shin, S.R. and Kim, N.W. 2006a. Analysis of Nutritional Components of *Lepista nuda*, Korean Journal of Food Preservation, 13; 1097-1101.
- Lee, Y.S., Joo, E.Y. and Kim, N.W, 2006b. Polyphenol Contents and Antioxidant Activity of *Lepista nuda*, Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 35: 1309-1314.
- Lee, S.Y., Lee, Y.G. and Byeon, S.E. 2010. Mitogen activated protein kinases are prime signalling enzymes in nitric oxide production induced by soluble β -glucan from *Sparassis crispa*. Archives of Pharmacal Research, vol. 33, no. 11, pp. 1753–1760.
- Lee, L.Y., Li, I.C., Chen, W.P., Tsai, Y.T., Chen, C.C. and Tung, K.C. 2019. Thirteen-week oral toxicity evaluation of erinacine A-enriched Lion's Mane Medicinal Mushroom, *Hericium erinaceus* (Agaricomycetes), mycelia in Sprague-Dawley rats, Int. J. Med. Mushrooms, 21 (4), pp. 401-411.
- Lin, S., Ching, L.T., Chen, J. and Cheung, P.C.K. 2015. Antioxidant and anti-angiogenic effects of mushroom phenolics-rich fractions. Journal of Functional Foods 17, 802–8.
- Lin, W.Y., Yang, M. J, Hung, L.T. and Lin, L.C. 2013. Antioxidant properties of methanol extract of a new commercial gelatinous mushrooms (white variety of *Auricularia fuscusuccinea*) of Taiwan. African Journal of Biotechnology;12: 6210–6221.
- Lin, Y.M. and Wang T.L. 2004. Mushroom poisoning. Ann Disaster Med.;3 (Suppl 1):S8–S11.
- Liu, R.H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. J. Nutr., 134, 3479S-3485S.
- Lu, H., Lou, H., Hu, J., Liu, Z. and Chen, Q. 2020. Macrofungi: A review of cultivation strategies, bioactivity and application of mushrooms, Compr Rev Food Sci Food Saf, 19(5): 2333-2356.
- Lu, X., Brennana, M.A., Narcisoa, J., Guanb, W., Zhangd, J., Yuand, L., Serventia L. and Brennana, C.S. 2020. Correlations between the phenolic and fibre composition of mushrooms and the glycaemic and textural characteristics of mushroom enriched extruded products. Food Science and Technology, 118, 108730.
- Ma, Q. 2010. Transcriptional responses to oxidative stress: pathological and toxicological implications. Pharmacol Ther, 125(3), 376-93.
- Ma, Q. 2013. Role of nrf2 in oxidative stress and toxicity. Annual review of pharmacology and toxicology, 53, 401–426.
- Manzi, P. ve Pizzoferrato, L. 2000. Beta-glucans in edible mushrooms. Food Chemistry: 68, 315-318.
- Martinez-Pena, F., Miguel, S., Pukkala, T., Bonet, J.A., Ortega-Martinez, P., Aldea, J. and Aragon, J. M. 2012. Yield models for ectomycorrhizal mushrooms in *Pinus sylvestris* forests with special focus on *Boletus edulis* and *Lactarius deliciosus*, Forest Ecology and Management, Volume 282, 63-69.

- Meenu, M. and Xu, B. 2019. Application of vibrational spectroscopy for classification, authentication and quality analysis of mushroom: A concise review Food Chemistry 289 545–557.
- Midoh, N., Miyazawa, N. and Eguchi, F. 2013. Effects of a hot-water extract of porcini (*Boletus aestivalis*) mushrooms on the blood pressure and heart rate of spontaneously hypertensive rats. Biosci Biotechnol Biochem 77(8):1769-72.
- Moradali, M.F., Mostafavi, H., Ghods, S. and Hedjaroude, G.A. 2007. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi). International Immunopharmacology, 7. 701-724.
- Mussak, R.A.M. and Bechtold, T. 2009. Natural Colorants in Textile Dyeing, in Hand book of Natural Colorants (eds T. Bechtold and R. Mussak), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. doi: 10.1002/9780470744970.ch18
- Mygind, P.H., Fischer, R.L., Schnorr, K.M., Hansen, M.T., Sönksen, C.P., Ludvigsen, S., Raventos, D., Buskov, S., Christensen, B, Taboureau, O., Yaver, D., Elvig-Jørgensen SG, Sørensen MV, Christensen BE, Kjaerulff S, Frimodt-Møller N, Lehrer RI, Zasloff M, Kristensen HH. 2005. Plectasin is a peptide antibiotic with therapeutic potential from a saprophytic fungus. Nature 437(7061): 975-80.
- Napolitano, A., De Lucia, M., Panzella, L., D'Ischia, M. 2010. The chemistry of tyrosol and hydroxytyrosol: implications for oxidative stress. in: preedy vr, watson rr, editors. olives and olive oil in health and disease prevention. 1st Ed. Academic Press is an Imprint of Elsevier, P. 1225-1232.
- Tan, B.L. Norhaizan, M.E. Liew, W.P. Sulaiman Rahman H. 2018. Antioxidant and oxidative stress: a mutual interplay in age-related diseases, Front. Pharmacol., 9, p. 1162.
- Ohno, N., Miura, N.N., Nakajima, M. and Yadomae, T. 2000. Antitumor 1,3- β -glucan from cultured fruit body of *Sparassis crispa*, Biological and Pharmaceutical Bulletin, vol. 23, no. 7, pp. 866–872.,
- Ohno, N., Furukawa M., Miura N. N., Adachi Y., Motoi M., Yadomae T. 2001. Antitumor beta-glucan from the cultured fruit body of *Agaricus blazei*. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 24, 7, 820-828.
- Öztürk, A. and Çopur, Ö.U. 2009. Mantar Bileşenlerinin Terapötik Etkileri, Bahçe 38 (1): 19-24.
- Öztürk, M., Duru, M.E., Kivrak, S., Mercan-Doğan, N., Türkoglu, A. and Özler, M.A. 2011. In vitro antioxidant, anticholinesterase and antimicrobial activity studies on three Agaricus species with fatty acid compositions and iron contents A comparative study on the three most edible mushrooms. Food Chem Toxicol, 49: 1353-1360.
- Paglia, D.E. and Valentine, W.N. 1967. Studies on quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. Journal of Laboratory and Clinical Medicine 70: 158-169.
- Pastore, A., Federici, G., Bertini, E. and Piemonte, F. 2003. Analysis of glutathione: Implication in redox and detoxification, Clin.Chim.Acta, 333; 19-39.
- Pan, J., Ai, F., Shao, P., Chen, H. and Gao, H. 2019. Development of polyvinyl alcohol/ β cyclodextrin antimicrobial nanofibers for fresh mushroom packaging. Food Chemistry, 300, 125249.

- Papoutsisa, K., Grassob, S., Menona, A., Bruntona, N.P., Lynga, J.G. Jacquiera, J.C. Bhuyanc, D.J. 2020. Recovery of ergosterol and vitamin D2 from mushroom waste-Potential volarization by food and pharmaceutical industries, Trends in Food Science & Technology, 99; 351–366.
- Pedneault, K., Angers P, Gosselin A, Tweddell R.J, 2006. Fatty acid composition of lipids from mushrooms belonging to the family Boletaceae mycological research 110, 1179–1183.
- Phillips, K.M., Ruggio, D.M., Horst, R.L., Minor, B., Simon R.R., Feeney, M.J., Byrdwell, W.C. and Haytowitz D.B. 2011. Vitamin D and sterol composition of 10 types of mushrooms from retail suppliers in the United States, J. Agric Food Chem. 7;59(14):7841-53.
- Phillips, K.M. and Rasor, A.S. 2016. A mixed mushroom control material to facilitate inter-laboratory harmonization of mushroom composition analyses, Journal of Food Composition and Analysis , <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2016.01.001>.
- Pinto, S., Barros, L., Sousa, M.J. and Ferreira, I.C.F.R. 2013. Chemical characterization and antioxidant properties of *Lepista nuda* fruiting bodies and mycelia obtained by in vitro culture: Effects of collection habitat and culture media, Food Research International 51, 496–502.
- Qiaoa, X., Wanga, Q., Jia, S., Huang, Y., Liua, K., Zhangb, Z., Bob T., Tzengc, Y., Guoa De-an., Yea, M., 2015. Metabolites identification and multi-component pharmacokinetics of ergostane and lanostane triterpenoids in the anticancer mushroom *Antrodia cinnamomea*. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 111; 266–276.
- Rahar, S., Swami, G., Nagpal, N., Nagpal, M. A., Singh, G. S. (2011). Preparation, characterization, and biological properties of β -glucans. Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research, 2(2), 94-103.
- Rai, S.N. Mishra, D. Singh, P. Vamanu, E. Singh, M.P. 2021. Therapeutic applications of mushrooms and their biomolecules along with a glimpse of in silico approach in neurodegenerative diseases, Biomedicine & Pharmacotherapy, Volume 137, 111377.
- Rathore, H., Prasad, S. and Sharma, S. 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. Pharma Nutrition (5), 35–46.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. and Jackson, R.B. 2011. Campbell Biology, Copyright: Benjamin Cummings Edition: 9th Pearson, Chapter 31.
- Reis, F.S., Martins, A., Barros, L. and Ferreira I.C.F.R. 2012, Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples, Food and Chemical Toxicology 50,1201–1207.
- Reis, F.S., Stojkovic, D., Barros, L., Glamoclija, J., Ciric, A., Sokovic, M., Martins, A., Vasconcelos, M.H., Morales, P. and Ferreira, I.C, 2014 Can *Suillus granulatus* (L.) Roussel be classified as a functional food?, Food Funct. 5 (11), 2861-2869.
- Rizzo, G., Goggi, S., Giampieri, F. and Baroni L, 2021. A review of mushrooms in human nutrition and health, Trends in Food Science & Technology, in press, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224420307457>). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.025>.

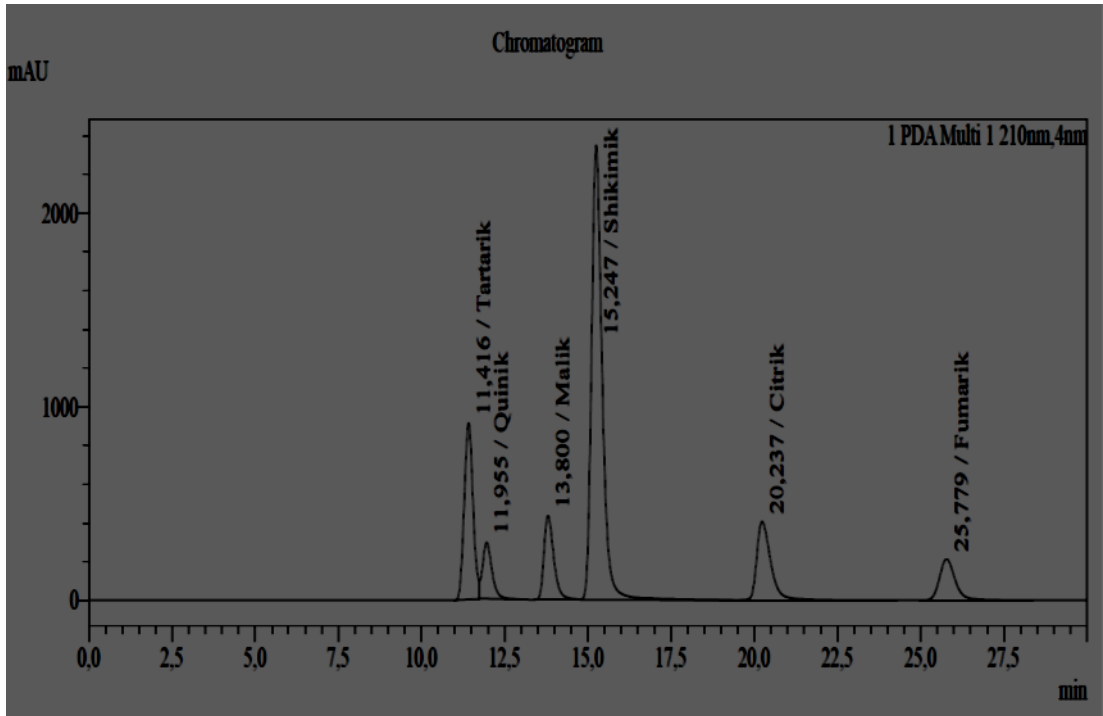
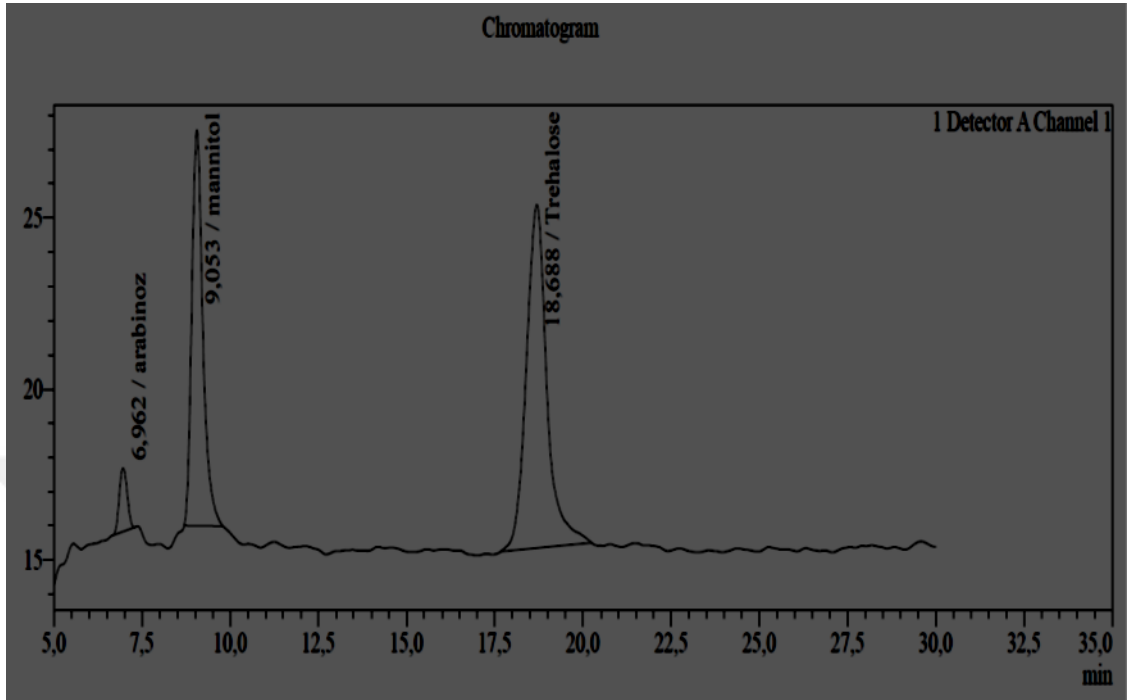
- Roberts, F., Hanna H. and Mooney. J. 1930. The Swimmer manuscript: Cherokee sacred formulas and medicinal prescriptions. US Gov Print Off. Published online 1931:99-100.
- Ruthes, A.C., Smiderle, F.R. ve Lacomini, M. 2015. D-glucans from edible mushrooms: a review on the extraction, purification and chemical characterization approaches,. Carbohydr. Polym., 117, 753-761.
- Sabaratnam, V., Kah-Hui, W., Naidu, M. and Rosie David P. 2013. Neuronal health - can culinary and medicinal mushrooms help? J. Tradit. Complement. Med., 3 (1), pp. 62-68.
- Saldamlı, İ. 2007. Gıda Kimyası Hacettepe Üniversitesi Yayınları Ankara, 463-492.
- Sammeturi, M., Shaik, A.H., Bongu, S.B.R., Cheemanapalli, S., Mohammad, A. And Kodidhela, LD. 2019, Protective effects of syringic acid, resveratrol and their combination against isoprenaline administered cardiotoxicity in wistar rats. Saudi J Biol Sci. 2019;26(7), 1429-1435. doi:10.1016/j.sjbs.09.027.
- Sanchez, C. 2017. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms, Synthetic and Systems Biotechnology 2, 13-22.
- Sarikürkcü, C., Tepe, B. and Yamac, M. 2008. Evaluation of the antioxidant activity of four edible mushrooms from the Central Anatolia, Eskisehir – Turkey: *Lactarius deterrimus*, *Suillus collitinus*, *Boletus edulis*, *Xerocomus chrysenteron*. Short Communication, Bioresource Technology 99, 6651–6655.
- Shahidi, F. and Naczki, M. 1995. Food Phenolics. Technomic Publishing Company Book, Lanchester, USA, 199-225.
- Shomali Moghaddam, N., Isgor, B.S., Isgor, Y.G., Geven, F. and Yildirim, O. 2015. The Evaluation Of Inhibitory Effects of Selected Plant Extracts on Antioxidant Enzymes, Fresenius Environmental Bulletin, 746-751.
- Shomali, N., Onar, O., Karaca B., Demirtas, N., Coleri Cihan A, Akata, I. and Yildirim O. 2019a. Antioxidant, Anticancer, Antimicrobial, and Antibiofilm Properties of the Culinary-Medicinal Fairy Ring Mushroom, *Marasmius oreades* (Agaricomycetes) International Journal of Medicinal Mushrooms; 21(6):571-582.
- Shomalı, N., Onar O, Alkan T, Demirtaş, N., Akata, I. and Yıldırım, Ö. 2019b. Investigation Of The Polyphenol Composition, Biological Activities, and Detoxification Properties of Some Medicinal Mushrooms From Turkey. Turk J Pharm Sci;16:155-160.
- Shu, X., Zhang, Y., Jia, J., Ren, X. and Wang, Y. 2019. Extraction, purification and properties of water-soluble polysaccharides from mushroom *Lepista nuda*, International Journal of Biological Macromolecules; 128, 858–869.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144–158.
- Singh, S., Gaikwad, K. K., Lee, M. and Lee, Y.S. 2018. Thermally buffered corrugated packaging for preserving the postharvest freshness of mushrooms (*Agaricus bisporus*). Journal of Food Engineering, 216, 11– 19.
- Srinivasulu, C., Ramgopal, M., Ramanjaneyulu Chitta, G.C.M.A. and Kumar, S. 2018. Syringic acid (SA). Review, Biosynthesis, Pharmacological and Industrial Importance. Biomed Pharmacother, Dec 20;108:547-557.

- Susumu, T.H., Masayuki, M., Yoshiyuki, A., Mitsuhiro, A., Toshiro, N. and Ohno Y.N. 2005. Soy isoflavone aglycone modulates a hematopoietic response in combination with soluble beta-glucan: SCG. *Biol Pharm Bull Dec*; 28 (12) : 2342-5.
- Sullivan, R., Smith, J.E. and Rowan, N.J. 2006. Medicinal mushrooms and cancer therapy: Translating a traditional practice into Western medicine. *Perspect Biol Med.*; 49(2): 159-170.
- Synytsya, A. and Novak, M. 2013. Structural Diversity of Fungal Glucans-Review. *Carbohydrate Polymers*, 92, 792-809.
- Tada, R., Harada, T. and Nagi-Miura N. 2007. NMR characterization of the structure of a β -(1 $\rightarrow$ 3)-D-glucan isolate from cultured fruit bodies of *Sparassis crispa*, *Carbohydrate Research*, vol. 342, no. 17, 2611–2618.
- Taysi, S., Kocer, I., Memisogullari, R. and Kiziltunc, A. 2002. Serum oxidant/antioxidant status in patients with Behcet's disease, *Ann Clin Lab Sci*, 32(4); 377-382.
- Tel, G., Çavdar, H., Devenci, E., Öztürk, M., Duru, M.E. and Turkoğlu, A. Minerals and metals in mushroom species in Anatolia. *Food Addit Contam Part B Surveill.* 2014; 7(3): 226-31.
- Toledo, CV. Barroetavena, C. Fernandes, A. Barros, L. Ferreira, IC. 2016. Chemical and Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms from Native *Nothofagus* spp. Forest, Argentina. *Molecules*. 21(9):1201.
- Tong, M.H., Chien, P.J., Chang, H.H., Tsai, M.J. and Sheu, F. 2008. High processing tolerances of immunomodulatory proteins in Enoki and Reishi mushrooms, *J. Agric. Food Chem.* 56 (9) (2008) 3160–3166.
- Uttara, B., Singh, A.V., Zamboni, P. and Mahajan R.T. 2009. Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options *Curr. Neuropharmacol*, 1, pp. 65-74.
- Valentao, P., Lopes, G., Valente, M., Barbosa, P., Andrade, P.B, Silva, B.M., Baptista, P. and Seabra R.M. 2005. Quantitation of Nine Organic Acids in Wild Mushrooms, *J. Agric. Food Chem.*, 53, 3626-3630.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T., Mazur, M. and Telser J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, 39, 44-84.
- Valverde, M.E., Hernandez-Perez, T. and Paredes-Lopez, O. 2015. Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life. *International Journal of Microbiology*; Review Article ID; 376387, 14 pages. doi:10.1155/2015/376387.
- Vaskovsky, V.E., Khotimchenko, S.V. and Boolugh, E.M. 1998. Distribution of diacylglycerotrimethylhomoserine and phosphatidylcholine in mushrooms, *Phytochemistry*, Volume 47, Issue 5, Pages 755–760.
- Vaz, J.A., Barros, L., Martins, A., Santos-Buelga, C.M., Vasconcelos, H. and 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.
- Vaz, J.A., Ferreira, I.C.F.R., Tavares, C., Almeida, G.M., Martins, A. and Vasconcelos, M.H. 2012. *Suillus collinitus* methanolic extract increases p53 expression and causes cell cycle arrest and apoptosis in a breast cancer cell line. *Food Chemistry*, 135, 596–602.

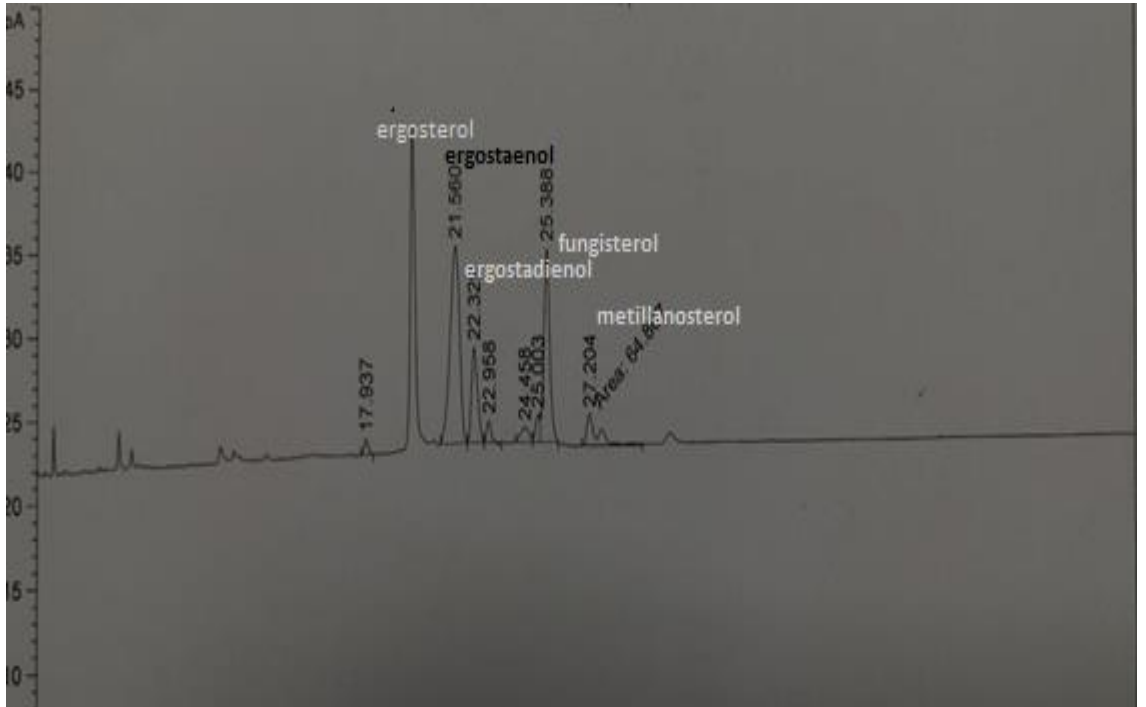
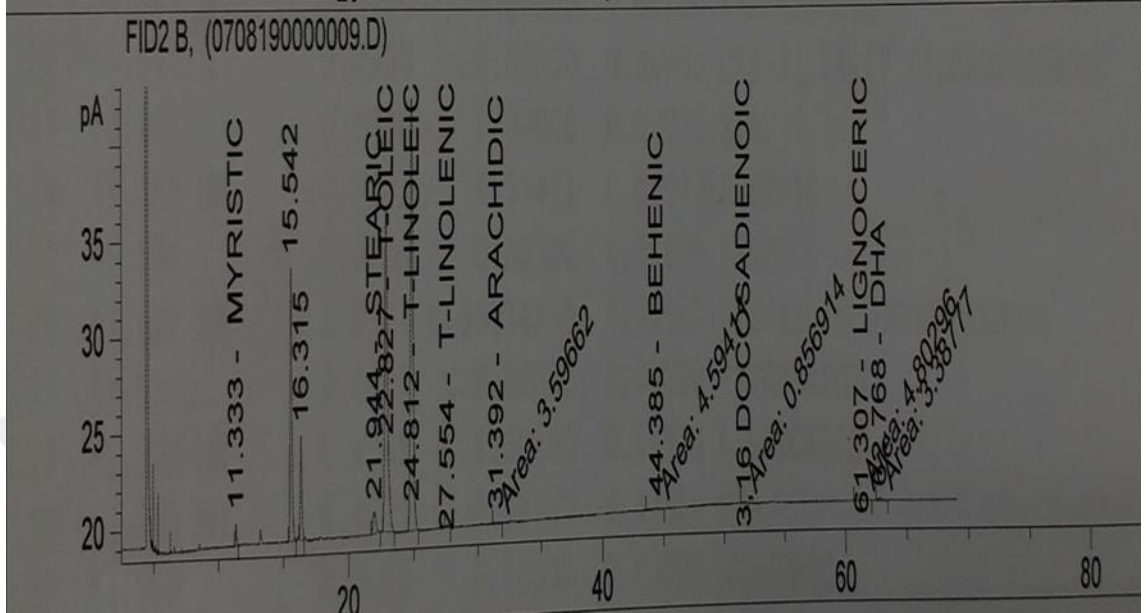
- Velisek, J. and Cejpek, K. 2011. Pigments of higher fungi , a review, Czech J. Food Sci., 29: 87-102.
- Villares, A., Mateo-Vivaracho, L. and Guillamon, E. 2012a. Structural Features and Healthy Properties of Polysaccharides Occurring in Mushrooms, Review, Agriculture 2, 452-471.
- Villares, A., Guillamon, E., Mateo-Vivaracho, L., D'Arrigo, M. and Garcia-Lafuente, A. 2012b. Strategies for the Preparation and Concentration of Mushroom Aromatic Products, Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture, Volume 4, Number 2(7), 107-113.
- Visioli, F., Wolfram, R., Richard, D., Abdullah, M.I. and Crea, R. 2009. Olive phenolics increase glutathione levels in healthy volunteers, J Agric Food Chem 57, 1793–1796.
- Wachtel, G.S, Yuen, J., Buswell, J.A. and Benzie, I.F.F. 2011. *Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi): a medicinal mushroom. Herbal medicine: biomolecular and clinical aspects, 2nd edn. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton (FL) (Chapter 9).
- Wang, H., Ng, T.B. and Ooi, V.E.C. 1998. Lectins from mushrooms. *Mycol. Res.* ; 102:897–906.
- Wang, L., Brennan M.A, Brennan C.S, 2020, Improving antioxidant capacity of foods: adding mushroom powder to pasta, Food Quality and Preference, 79,103758.
- Wasser, S.P. Weis A.L, 1999. Medicinal properties of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: current perspective (review). *Int. J. Med. Mushrooms*; 1:31–62.
- Wittstein, K., Rascher, M., Rupcic, Z., Löwen, E., Winter, B., Köster, R.W. and Stadler M. 2016. Corallocons A–C, Nerve Growth and Brain-Derived Neurotrophic Factor Inducing Metabolites from the Mushroom *Hericium coralloides*, *Journal of Natural Products*, 79 (9), 2264-2269.
- Woisky, R. and Salatino, A. 1998. Analysis of propols:some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal Apiculture Research*, 37: 99-05.
- Woldegiorgis, A.Z., Abate, D., Haki, G.D. and Ziegler, G.R. 2014. Antioxidant property of edible mushrooms collected from Ethiopia. *Food Chemistry*, 157, 30–36.
- Wright, J.S., Johnson, E.R. and DiLabio, G.A. 2001. Predicting the activity of phenolic antioxidants: theoretical method, analysis of substituent effects, and application to major families of antioxidants. *J. Am. Chem. Soc.*, 123, 1173-1183.
- Xia, Q., Zhang, H., Sun, X., Zhao, H., Wu L., Zhu, D., Yang, G., Shao, Y., Zhang, X. Mao, X., Zhang, L. and She, G. 2014. A comprehensive review of the structure elucidation and biological activity of triterpenoids from *Ganoderma* spp. *Molecules*.; 19(11): 17, 478-535.
- Xu, B.J. and Chang S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents *Journal of Food Science*, 72 (2), 159-166.
- Xu, T. and Beelman, R.B. 2015. The bioactive compounds in medicinal mushrooms have potential protective effects against neurodegenerative diseases, *Adv. Food Technol. Nutr. Sci. Open* 1 (2) 62–66.

- Yamamoto, K., Kimura, T., Sugitachi, A. and Matsuura, N. 2009. Anti-angiogenic and anti-metastatic effects of β -1,3-D-glucan purified from hanabiratake, *Sparassis crispa*. Biological and Pharmaceutical Bulletin, vol. 32, no. 2, 259–263.
- Yıldırım, Ö. and Büyükbingöl, Z. 2002, Effects of supplementation with a combination of cobalt and ascorbic acid on antioxidant enzymes and lipid peroxidation levels in streptozocin-diabetic rat liver, Biological Trace Element Res. 90(1-3), 143-154.
- Yıldırım, Ö. and Büyükbingöl, Z. 2003. Effect of cobalt on the oxidative status in heart and aorta of streptozotocin-induced diabetic rats, Cell Biochem Funct, 21,27-33.
- Ying, J.Z. 1987. Icons of medicinal fungi from China, trans. Y. H. Xu. Beijing: Science Press. Beijing Sci Press. Published online 1987.
- Yokokawa, H. and Mitsuhashi, T. 1981. The sterol composition of mushrooms, Phytochemistry, 20, 1349-1351.
- Yun, B. S., Kang, H. C. Koshino, H. Yu, S. H. & Yoo, I. D. 2001. Suillusin, a unique benzofuran from the mushroom *Suillus granulatus*, Journal of natural products, 64(9), 1230–1231.
- Zhang, M., Cui S.W., Cheung, P.C.K. and Wang, Q. 2007. Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity, Trends Food Sci Technol; 18: 4-19.
- Zhang, J., Zhao, L., Shui, X., Wang, L.A. and Wu, Y. 2019. Antioxidant and Anti-Aging Activities of Ethyl Acetate Extract of the Coral Tooth Mushroom, *Hericium coralloides* (Agaricomycetes), Int.J.Med Mushrooms, 21 (6) 561-570.
- Zheng, H., Maoqing, Y., XIA-Liqiu, X., Wenjuan, T., Liang, L. and Guolin Z. 2006. Purification and characterization of an antibacterial protein from the cultured mycelia of *Cordyceps sinensis*. Wuhan University Journal of Natural Science; 11: 709–714.
- Zheng, S., Liu, Q., Zhang, G., Wang, H., Ng, T.B. 2010. Purification and characterization of an antibacterial protein from dried fruiting bodies of the wild mushroom *Clitocybe sinopica*, Acta Biochim Pol; 51: 43–48.
- Zou, Y.J., Wang, H.X. and Ng, TB. 2012. Purification and characterization of a novel laccase from the edible mushroom *Hericium coralloides*, J Microbiol. 50, 72–78.
- Zhoua, J., Chena, M., Wua, S., Liaoa, X., Wangc, J., Wub, Q., Zhuanga, M. and Dinga, Y. 2020. A review on mushroom-derived bioactive peptides: Preparation and biological activities, Food Research International, 134, 109-230.

EK 1 Şeker bileşenleri ve organik asitler UPLC kromatogram örnekleri



EK 2 Yağ asidi ve sterol kompozisyonu GC kromatogram örnekleri



EK 3 Fenolik ve flavonoid bileşikler UPLC kromatogram örneği

