



**YENİLEBİLİR *Pleurotus eryngii* MANTARLARININ
ANTIÖKSİDAN AKTİVİTELERİ, FENOLİK
BİLEŞENLERİ VE MİNERAL MADDE
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Seher KILINÇ

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM
2019**

(Her hakkı saklıdır)

T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**YENİLEBİLİR *Pleurotus eryngii* MANTARLARININ
ANTİOKSİDANAKTİVİTELERİ, FENOLİK BİLEŞENLERİ VE MİNERAL MADDE
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

(Determination Of Antioxidant Activities, Phenolic Compounds And Mineral Contents Of
Edible *Pleurotus eryngii* Mushrooms)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seher KILINÇ

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM

Bayburt
ARALIK, 2019

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM danışmanlığında, 172003019 numaralı Seher KILINÇ tarafından hazırlanan “YENİLEBİLİR *Pleurotus eryngii* MANTARLARININ ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ, FENOLİK BİLEŞENLERİ VE MİNERAL MADDE İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı bu çalışma 03/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği/Gıda Mühendisliği (Atatürk Üniversitesi Ortak) Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ali GÜNDOĞDU

İmza:

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Zehra CAN

İmza:

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM

İmza:

Bu tezin Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

03/12/2019

Doç. Dr. Fatih GÜRBÜZ
Enstitü Müdürü Vekili

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yenilebilir *Pleurotus eryngii* Mantarlarının Antioksidan Aktiviteleri, Fenolik Bileşenleri Ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

03/12/2019



Seher KILINÇ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek tez çalışmalarımın yürütülmesi ve değerlendirilmesi konusunda her türlü destek, anlayış ve yardımlarını esirgemeyen, hayatım boyunca minnet duyacağım danışman hocam Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM’a,

Çalışmada kullanılan *P. eryngii* mantarlarını temin ettiğim, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Bölümü’nden Araştırma Görevlisi Ayşenur Gürgen’e,

Bugünlere gelmemi sağlayan ve her zaman desteklerini hissettiğim aileme,

En içten ve samimi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
YENİLEBİLİR *Pleurotus eryngii* MANTARLARININ ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİ, FENOLİK BİLEŞENLERİ VE MİNERAL MADDE
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Seher KILINÇ

ARALIK 2019, 88 Sayfa

Mantarlar uzun yılladır besin kaynağı olarak tüketilmektedir. Besin değerinin yanısıra tıbbi amaç içinde kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada iki farklı ağaç türüne ait (ceviz ve kızılğaç) *Pleurotus eryngii* mantarının farklı çözücü kullanılarak antioksidan aktivitesi fenolik içeriği ve mineral analizi yapılmıştır. Bu çalışmada mantar örneklerinin metanol ve sulu ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid, kondense tanen, DPPH radikalini süpürme etkileri çalışılmıştır. Aynı zamanda metanolik ekstraktlarda fenolik içerikleri RP-HPLC-UV ile mineral içerikleri ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spektrometer) cihazında gerçekleştirildi. Sonuçlara göre, sulu *eryngii* kızılğaç mantarının toplam fenolik içeriği metanol ekstraktından daha yüksek bulundu. Ceviz mantarındaki sulu çözeltinin toplam fenolik içeriği metanolik ekstrakttan daha yüksek bulundu. Bu sonuçlara göre, her iki mantarın sulu çözeltilerinin yüksek antioksidan aktivitesi olduğu bulunmuştur. Fenolik bileşenlerden gallik asit, kateşin, *t*-sinnamik asit, myresetin, luteolin, hesperetin değişik oranlarda mantarlarda tespit edildi. Mantarlarda değişik oranlarda elementler tespit edildi ancak her iki mantar türünde de K yüksek değerde tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Mantar, *Pleurotus eryngii*, antioksidan, RP-HPLC-UV, ICP-MS.

ABSTRACT
MASTER'S THESIS
DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITIES, PHENOLIC COMPOUNDS
AND MINERAL CONTENTS OF EDIBLE *Pleurotus eryngii* MUSHROOMS

Seher KILINÇ

December 2019, 88 Pages

Mushrooms are one of the important food sources consumed for many years all over the world not only for their nutritional values but also they are consumed concerning their medical values. In this study, the extracts of two mushroom types namely *Pleurotus eryngii* (Eringi) alder and walnut of mushroom obtained by different methodologies were subjected to antioxidant, phenolic compounds and mineral contents analysis. For the methanol and water extracts of mushrooms, total phenolic, total flavonoid, condense tannin content and DPPH activity tests were applied. The phenolic and mineral contents of the methanol extracts were analysed by RP-HPLC-UV and ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) analysis respectively. The results revealed that the total phenolic content of aqueous Eryngii alder mushroom was higher compared to its methanol extract. Similar observation was obtained for the walnut mushroom that revealed the high antioxidant capacity of the water extracts of both mushroom types. Gallic acid, catechin, t-cinnamic acid, myresetin, luteolin and hesperetin were the phenolic compounds detected in both mushroom types by HPLC analysis. Finally, the ICP-MS analysis revealed that although different minerals were found in both mushrooms, the levels of K in both mushrooms were found to be at high levels compared to other minerals.

Keywords: Mushroom, *Pleurotus eryngii*, antioxidant, RP-HPLC-UV, ICP-MS.

İÇİNDEKİLER

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	x
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Konusu ve Problemi	1
Araştırmanın Amacı	3
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	3
Araştırmanın Sınırlılıkları	4
İKİNCİ BÖLÜM	6
Kuramsal Çerçeve ve Alan Yazın Derleme	6
Kuramsal Çerçeve	6
Serbest radikaller.....	6
<i>Serbest radikallerin yararlı etkileri.....</i>	6
<i>Serbest radikallerin zararlı etkileri.....</i>	7
<i>Serbest radikallerin kaynakları.....</i>	8
Biyolojik kaynaklar.....	8
<i>Serbest radikallerin oluşum şekli.....</i>	9
<i>Serbest radikal harabiyeti riski altındaki hücresel komponentler.....</i>	10
<i>Serbest radikallerin harabiyetine karşı hücresel savunma.....</i>	13
<i>Serbest radikal türleri.....</i>	14
<i>Reaktif oksijen türleri (ROT).....</i>	15
<i>Reaktif nitrojen türleri (RNT).....</i>	16

Oksidatif stres.....	16
<i>Oksidatif stresin hücrel yapılar üzerine etkileri.</i>	18
<i>Oksidatif stres ve hücrel lipit yapılar üzerine etkisi.</i>	19
<i>Oksidatif stres ve hücrel protein yapılar üzerine etkisi.</i>	19
<i>Oksidatif stres ve DNA hasarı.</i>	19
Antioksidanlar.	20
<i>Antioksidan kaynakları.</i>	20
<i>Gıdaların bileşiminde bulunan doğal antioksidanlar.</i>	21
<i>Sentetik antioksidanlar.</i>	21
<i>Bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT).</i>	22
<i>Tersiyer bütillhidrokinon (TBHQ).</i>	23
<i>Gallatlar.</i>	23
<i>Nordihidroguareyetik asit (NDGA).</i>	24
<i>Antioksidanların etki mekanizmaları.</i>	25
<i>Antioksidan aktivite tayin yöntemleri.</i>	26
Mantarlar.	31
<i>Mantarın gıda teknolojisinde başlıca değerlendirme alanları.</i>	32
<i>Mantar kullanımının tarihçesi.</i>	33
<i>Türkiye’de mantar.</i>	33
<i>Mantarların kimyasal bileşimi ve beslenmedeki rolü.</i>	34
<i>Mantarlarda üreme.</i>	36
<i>Mantarların sınıflandırılması.</i>	37
<i>Şapkalı mantarlar.</i>	38
<i>Pleoutus türleri.</i>	40
<i>Pleurotus eryngii mantarı.</i>	41
<i>Mantarların biyolojik aktiviteleri.</i>	42
Alan Yazın Derlemesi.	43
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	53
Materyal ve Yöntem	53
Materyal.	53
Kullanılan kimyasallar.	53
Kullanılan cihazlar.	54
Yöntem.....	56
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	60
Bulgular ve Yorum	60

Ağırmetal analizler.....	60
Antioksidan analizler.....	63
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	65
Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	65
Sonuç.....	65
Tartışma.....	65
Öneriler.....	67
Kaynakça.....	69
Özgeçmiş.....	88



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Hücreesel Serbest Radikallerin Etkilediği Moleküller</i>	10
Tablo 2. <i>Reaktif Oksijen Türleri (ROS)</i>	14
Tablo 3. <i>Reaktif Nitrojen Türleri (RNS)</i>	14
Tablo 4. <i>Askorbik asit, Alfa-tokoferol ile Beta-karotenin Çeşitli Hastalıklar Üzerine Etkileri</i>	20
Tablo 5. <i>Antioksidan Etkinliğini Belirleme Metodlarının Karşılaştırılması İçin Kullanılan Bazı Faktörler</i>	30
Tablo 6. <i>Makrofunguslarda Sınıflandırma</i>	38
Tablo 7. <i>Histoplasma Capsulatum Taksonomi</i>	38
Tablo 8. <i>Agilent 7800 ICP–MS Cihazının Çalışma Şartları</i>	57
Tablo 9. <i>Agilent 7800 ICP–MS Cihazının Analitik Özellikleri</i>	58
Tablo 10. <i>RP-HPLC-UV Gradient Programı</i>	58
Tablo 11. <i>Mantarların Mineral Element Ve Ağır Metal içerikleri (n=3)</i>	60
Tablo 12. <i>Fenolik Sonuç</i>	63
Tablo 13. <i>Mantar Antioksidan Sonuç</i>	64
Tablo 14. <i>TMF ile AN</i>	66
Tablo 15. <i>TMF ile AN</i>	66
Tablo 16. <i>TMF ile AN</i>	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Serbest radikallerin hücresel hasarı.	8
Şekil 2. Serbest radikallerin oluşumu ve enzimatik detoksifikasyonu.....	10
Şekil 3. Mitokondriyel ROM, Oksidatif Mtdna hasarı ve yaşlanma.	12
Şekil 4. Lipit peroksidasyon şeması.....	13
Şekil 5. Serbest radikal savunma mekanizmaları.....	14
Şekil 6. Moleküler oksijenin indirgenmesi.	15
Şekil 7. Haber- Weiss ve Fenton reaksiyonu.	16
Şekil 8. Oksidatif denge.	17
Şekil 9. ROT kaynaklı oluşan lipit peroksidasyon şeması.....	18
Şekil 10. Antioksidan maddelerin gıdalar ile ilişkisi.	22
Şekil 11. BHA ve BHT'nin kimyasal yapıları.	23
Şekil 12. TBHQ'nun kimyasal yapısı.	23
Şekil 13. PG'nin kimyasal yapısı.....	24
Şekil 14. NDGA'nın kimyasal yapısı.	24
Şekil 15. Antioksidan etki mekanizmaları ile işlevleri.	25
Şekil 16. DPPH reaktifinin kimyasal yapısı.	27
Şekil 17. Fe(III)- TPTZ kompleksinin, Fe(II) formuna indirgenmesi.	30
Şekil 18. Makrofungusun genel hayat döngüsü.	36
Şekil 19. Şapkalı mantarın genel görüntüsü ve kısımları.....	39
Şekil 20. Çalışmada kullanılan <i>P. eryngii</i> örnekleri.	53
Şekil 21. Mantarların mineral element ve ağır metal içerikleri.	61
Şekil 22. Bu çalışmada analiz edilen mantarların metal içeriklerinin literatürle karşılaştırılması (1).	62
Şekil 23. Bu çalışmada analiz edilen mantarların metal içeriklerinin literatürle karşılaştırılması (2).	63

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

%	:	Yüzde
µg	:	Mikrogram
µl	:	Mikrolitre
µm	:	Mikrometre
°C	:	Santigrad Derece
BHA	:	Bütillenmiş hidroksi anisol
BHT	:	Bütillenmiş hidroksi toluen
BSS	:	Bağıl Standart Sapma
CAT	:	Katalaz
cm	:	Santimetre
DNA	:	Deoksiribo Nükleik Asit
DPPH:	:	2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
EC	:	Eriyngii Ceviz
EK	:	Eriyngii Kızılağaç
FCR	:	Folin-ciocalteu ayracı
FRAP	:	Ferrik iyon indirgeme antioksidan parametresi
FW	:	Taze ağırlık
g	:	Gram
GAE	:	Gallik asit eşdeğeri
H₂O₂	:	Hidrojen Peroksit
HNO₃	:	Nitrik Asit
HPLC	:	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
ICP	:	Endüktif kuplalı plazma spektrometresi
kg	:	Kilogram
mg	:	Miligram

mm	:	Milimetre
nm	:	Nanometre
ppm	:	Milyonda bir kısım
rpm	:	Dakikadaki devir sayısı
SOD	:	Süperoksit dismutaz
TBHQ:		Tersiyer-bütil hidrokinon
UV	:	Ultraviyole
V	:	Seyreltilen Hacim (mL)



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Araştırmanın Konusu ve Problemi

Özellikle son dönemde teknolojinin ilerlemesi, endüstrinin gelişmesi ve tarımda kullanılan kimyasallar neticesinde doğal besin kaynaklarının bozulması, içme sularının kontaminasyonu, zehirleyici metal artıkları ve bunların besin zinciri yoluyla metabolizmaya dâhil olmalarıyla serbest radikaller oluşmakta ve vücut fonksiyonları bozulmaktadır. Her ne kadar metabolizmadaki bağışıklık sistemi bu etkilerin birçoğunu bertaraf etse de özellikle çevresel koşullar, temiz olmayan hava şartlarında gerçekleştirilen solunum ve besin yoluyla vücuda giren maddeler ile savunma ve bağışıklık sistemi tahrip olmakta ve direncin düşmesiyle hastalıklara yol açmaktadır. Daha sonra telafisi zor ve bazen de mümkün olmayan bu etkileri bertaraf etmenin en temel yöntemleri sağlık beslenme ve yaşam kalitesini artıracak ortamlarda bulunmaktır.

Metabolizmaya beslenme ve solunum yoluyla dâhil olan ve vücut içerisinde gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlarla oluşan serbest radikallerin oluşumunu minimize etmek, hücre içi ve dışında oluşturabilecekleri tahribatın önüne geçmek ve detoksifikasyon mekanizmasının aktivasyonunda etkin rol alan “antioksidanlar” doğal olarak oluşan savunma sistemi elemanlarıdır (Şener, & Yeğen, 2009).

Sağlıklı organizmada oksidasyonun oluşması metabolik faaliyettir ve bu durumda, oksidanlar/antioksidanlar denge halindedir. Ancak bu denge değiştiği zaman ve bununla beraber beslenme ve solunum ortamının kontaminasyonu, özellikle sigara, uyuşturucu ve alkol kullanımı, elektromanyetik tayftaki zararlı ışınlar vb. eksojen ve endojen kaynaklı serbest radikal faktörlerinin seviyesinin artışı ve birikimiyle beraber canlıların yapısında bulunan organik bileşiklerin zarar görmesi sonucu meydana gelebilecek hücre hasarları, oksidasyona sebep olup gastrointestinal hastalıklardan ingertiliteye, kardiyovasküler hastalıklardan solunum, kanser, diyabet, yaşlanma, spermde fonksiyon bozukluğu ve boşaltım sisteminde bozukluklara kadar birçok rahatsızlığa yol açar (Karabulut, & Gülay, 2016). Doğrudan oksidan moleküllerin düzeyi ile (oluşum, artış ve birikim) alakalı olan bu hastalıkların önüne geçmek için oksidanlar antioksidanlar ile dengelenmelidir. Antioksidanlar, serbest radikalleri temizleyebilen, hücre hasarını engelleyebilen ve canlı metabolizmasında

oluşan serbest radikal kaynaklı oksidatif strese karşı en önemli savunma mekanizmalarıdır. Antioksidanlar, canlı metabolizması tarafından üretildiği gibi, vücuda gıdalar yoluyla da alınabilmektedir (Shinde, Ganu, & Naik, 2015). Sağlıklı gıdaların tüketilmesi, günlük hareket miktarının artırılması ve temiz havanın bulunduğu ortamlar ile özellikle antioksidan düzeyi yoğun gıdaların alımı, metabolizmada oluşması muhtemel serbest radikallerin meydana getirebileceği hasarları engellemek veya en azından etkilerini minimize etmek için önerilmektedir (Karabulut, & Gülay, 2016).

Günümüzde, antioksidanlar gıdaların acılaşmasını ve bozulmasını geciktirici özelliğe sahip olduğu için gıda endüstri proseslerinde besin üreticileri ürünlerin besin değerlerini muhafaza etmek, depolama stabilitelerini arttırmak (BHA, BHT ve PG gibi), kalitesini korumak için çoğunlukla sentetik antioksidanlar kullanmaktadır (Vareltzis, Koufidis, Gavrilidou, Papavergou, & Vasiliadou, 1997). Ayrıca antioksidanlar ortamda çok az miktarlarda bulunsalar dahi etkin olan maddelerdir (Keskin, & Erkmen, 1987). Ancak, kullanılan sentetik antioksidanların toksisiteye sebep olma ihtimalinden dolayı sentetik bileşiklere alternatif olarak, yaklaşık 10 yıldır dikkatler doğal antioksidanlara yönelmiştir (Sarıkürkçü, 2009). Ayrıca doğal antioksidanların, tüketiciler tarafından yıllardır besin olarak kullanılan gıdalarda doğal olarak bulunması, sentetik antioksidanlara karşı daha güvenilir görülmesine ve tercih edilmesine bir sebeptir (Bera, Lahiri, & Nag, 2006).

Birçok kaynakta doğal maddelerin önemli derecede antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir. Literatürlerde bitkiler (hububat, sebzeler, meyveler, baharatlar ve çay), hayvan kaynaklı mahsüller, enzimler ve hatta mikroorganizmaların bazılarının detoksifikasyon metabolizmasına destek sağladığı, bunların günlük diyetdeki miktarlarının artırılması tavsiye edilmiştir. Yapay olarak üretilen antioksidanlara ve takviye gıdalara nazaran, yukarıda bahsedilen ürünlerin doğal olarak tüketilmesinin detoksifikasyon mekanizması açısından daha etkin olduklarına dair çalışmalar mevcuttur (Sarıkürkçü, 2009).

Özellikle son yıllarda, insan vücudunda oluşan serbest radikallerin etkisiyle bozulan savunma sistemini düzenleyebilmek adına bitkisel kaynaklılar başta olmak üzere antioksidan olarak kullanılabilecek gıdalar üzerinde araştırmalar yapılmakta ve sağlığa olan olumlu etkilerini içeren birçok çalışma literatüre girmiştir (Sarıkürkçü, 2009).

Yaklaşık 125.000 tür ile tanımlanmış fungus âleminin 10.000'ini oluşturup doğal olarak yetişen makrofunguslar biyolojik olarak substratları parçalamaları, tıp bilimi için kıymetli bileşikleri ihtiva eden ehemmiyetli kaynak olmaları ve besin maddesi olarak kullanılması sebebiyle ekosistemde önemli bir yere sahiptir (Avcı, 2015).

Mantarlar tıp, gıda, fermentasyon, organik asitlerin, enzimlerin ve antibiyotiklerin üretiminde, alkol ve eczacılık alanlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır (Cheung, 1998).

Mantar içeriğinin tıbbi spesiyalitesi, varyetli besin muhtevası, kısa yaşam rotasyonu, yetiştirilmelerinin düşük teknolojik maliyetle olabilmesi ayrıca ziraat ve sanayi atıkları üstünde yetiştirilebilme niteliklerinden dolayı, pek çok ülkede tecimsel yetiştiriciliği yapılmaktadır (Cohen, Persky, & Hadar, 2002; Ragunathan, Gurusamy, Palaniswamy, & Swaminathan, 1996).

Bir yaş mantarın takribi %90 oranında su ihtiva ettiği ve mantarların kalın bünyesinin; inorganik (su ve mineral) ve organik (yalnızca yağ ve cal değerlerinin düşük) bileşikler yönünden zengin olduğu bildirilmiştir. Günümüzde mantarlar tıbbi özelliklerinden dolayı sağlığa yararlı bir gıda olarak kabul edilip, tüketilmesi önerilmektedir (Akyüz, & Kırbağ, 2007).

Türkiye'nin coğrafik ve jeolojik özelliklerinden dolayı birçok mantar türü kendiliğinden yetişmektedir (Akyüz, & Kırbağ, 2007).

Ülkemizin daha çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde doğal olarak yetişen ve bölge halkı tarafından sevilerek tüketilen *P. eryngii* mantarının dolgun bünyesinin etli ve kurtlanmadan uzun zaman muhafaza edilebildiği, sıkıca, katı, tatlı ve kokusunun ehemmiyetsiz olduğu bununla beraber yüksek oranda aminoasit miktarı ve mineral içeriği, diğer türlere nazaran düşük yağ oranı nitelikleriyle özellikle sağlık bakımından pozitif etkileri olduğu belirtilmiştir (Akyüz, & Kırbağ, 2007).

Araştırmanın Amacı

Bazı yenilebilir *P. eryngii* mantarlarının farklı çözücüler kullanılarak antioksidan kapasitesi, fenolik profili ve mineral içeriği tespit edilerek literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Son yirmi yılda mantarlarla ilgili 300'den fazla makale yayınlanmıştır. Mantarların besinsel, fonksiyonel, antioksidan özellikleri ve kimyası üzerine yapılan çalışmalar artmıştır (Erdoğan, Soylu, & Başer, 2017).

Mantar türlerinin antioksidan içerikleri üzerine dünyanın farklı yerlerinde yapılan kapsamlı bilimsel çalışma raporlarında birçok yabancı mantar türünün fenolik içerikleriyle alakalı olarak antioksidan aktivite sağladığı bildirilmiştir (Lee, Jian, Lian, & Mau, 2008).

Askorbik asit, ergotiyonein, glikozitler, tokoferoller, karotenoidler, fenolikler, polisakkaritler ve flavonoidler yemeklik mantarların yabani türlerinde bulunan başlıca antioksidan içeriklerdir (Kozarski *vd.*, 2015; Van Griensven, 2009).

Antioksidan kapasitesinin ve tükettiğimiz gıdaların içeriklerinin bilinmesi halk, beslenme uzmanları, gıda ve sağlık bilimi araştırmacıları açısından önemlidir (Frankel, & Meyer, 2000).

Epidemik literatür gıdaların besin değerleriyle beraber tıbbi özellikleriyle de yararlı etkilere sahip olduğunu bildirmektedir. Günümüzde, bu alandaki çalışmalar gıdalarda doğal olarak bulunan antioksidan maddeleri tayin etmeye yoğunlaşmıştır (Ames, Shigenaga, & Hagen, 1993). Bundan dolayı, gıdaların yapısındaki bileşiklerin antioksidan kapasiteleri bakımından araştırılması büyük önem arz etmektedir (MacDonald-Wicks, Wood, & Garg, 2006; Price, sanny, & Shevlin, 2006).

Son zamanlarda, kültür mantarlarının ve doğal mantarların, antitümör, antiviral, antioksidan, antimikrobiyal aktivite ve ayrıca immüno-modüle edici tedaviler gibi çeşitli terapilerde tıbbi olarak aktif olduğu bildirilmiştir (Altınsoy *vd.*, 2017).

Araştırmalarda mantarların sadece besin olarak değil, aynı zamanda doğal bir antioksidan kaynağı olarak da tüketilebileceği sonucuna varılmıştır (Erdoğan *vd.*, 2017).

Biyolojik etkinleri bakımından büyük bir önem arz eden makrofunguslar, ilaç endüstrisi bakımından değerli olup, sağlıklı insanların da sağlıklarının idame edilmesi, günlük diyetlerinde yer alabilmesi için kültür üretimi gerçekleştirilen yabani türler, içeriklerindeki aktif etken maddelerin ekstrakte edilmesi ve standardize edilebilmeleri elzemdir.

Türkiye’de bulunan ve halk tarafından tüketilen mantarlardan elde edilecek ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi hem gıda endüstrisinde doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılmasını hem de tıbbi özellikleri nedeniyle üretim ve tüketiminin arttırılmasını teşvik edecektir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Günümüz Türkiye’inde ticari bir değeri olmayan *P. eryngii* mantarının üretimi oldukça sınırlıdır. *Pleurotus* diğer mantar türleriyle ticari ve beslenme alışkanlığı bakımından karşılaştırıldığında, yetiştirilme koşullarının detaylarının çok bilinmemesi, kültür şartlarının zorluğu gibi etkenlerden dolayı tüketimi daha azdır (Akyüz, 2005; 2008; Akyüz, & Yıldız, 2007; 2008; Dadaylı, 2014; Şanlı, 2014).

Türkiye’de *P. eryngii* mantarı önceki yıllarda sıklıkla elde edilmesine rağmen, son yıllarda *Ferula* sp. bitkilerinin yakacak ve hayvan yemi olarak kullanılması ile iklimsel değişiklikler sonucu yağış düzeninin değişmesi gibi etkenlerin, bu bitkiyi azalttığı ve buna bağlı olarak türün kök kalıntıları üzerinde yetişen bu mantarın da azaldığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, mantarın tam olgunlaşmadan bilinçsizce toplanmasıyla, sporlarının doğal çevreye yayılmasının engellendiği gözlenmiştir (Akyüz, & Kırbağ, 2009). Besin içeriği (Alan, & Padem, 1991) bakımından bulunduğu sınıfta önemli bir yer teşkil eden *P. eryngii* mantarının muhafaza edilerek, kültüre alma koşullarının yaygınlaştırılması ve özellikle ülkemizdeki düşük üretim miktarının artırılması hedeflenmelidir.



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve Alan Yazın Derleme

Kuramsal Çerçeve

Serbest radikaller.

Bir serbest radikal, dış yörüngesinde 1, 3, 5 gibi tek sayıda bir veya daha çok eşlenmemiş elektron içeren, yüksek reaktiviteli, etkin moleküldür (Mercan, 2014).

Kuantum kimyasında, kimyasal bağ oluşumuna ancak iki elektron dâhil olabilir ve oluşturdukları çift kararlı bir yapıya sahiptir. Organizmanın hemen hemen tüm elektronları, çift halindedir. Bir bağın kopması halinde iki elektronda bir atoma eklenir veya ayrılıp farklı atomlara eklenirler. Birlikte kalırlarsa atomlardan bir iyon oluşur. Fakat ayrılmaları durumunda serbest radikaller meydana gelir (Aydemir, & Sarı, 2009).

Serbest radikallerin temel kimyasal özellikleri yapılarında eşleşmiş olan elektronlardan gelir. Bir molekül veya grubun serbest radikal olduğu sağ önüne nokta katarak belirtilir, örnek: (R.) (Akpoyraz, & Durak, 1995).

Serbest radikallerin aktivasyon enerjisi düşük ve yaşam süresi kısadır. Ancak buna rağmen, radikal nitelikte olmayan maddeleri reaksiyonla radikale dönüştürürler. Bunlar, küçük moleküller olduklarından hücre membranlarından çok kolay bir şekilde geçebilirler (Akpoyraz, & Durak, 1995). Eşlenik elektronlu atom ve moleküller de kararlıdır bu sebeple diğer bir molekül ile reaksiyonlara girme eğilimleri serbest radikallere kıyasla düşüktür. Nonradikallerdeki durum ise, moleküllerin bunlarla daha zayıf bir şekilde reaksiyona girmesiyle oluşur. Bu durum da nonradikallerin kararlı bir yapıya sahip olmalarındandır (Halliwell, & Gutteridge, 1999; Valko, vd., 2007).

Organizmada serbest radikal yoğunluğunun artışı lipid, protein ve nükleik asitte yapı hasarına sebep olup zarar verirken, normal düzeyde bulunması olağan, gerekli ve yararlıdır (Karabulut, & Gülay, 2016).

Serbest radikallerin yararlı etkileri.

Canlılarda serbest radikallerin düşük düzeyde bulunması, organizma için faydalıdır (Karabulut, & Gülay, 2016).

Hücresel tepkimelerle ve doğal yollarla hücre içinde oksijen, hidrojen peroksit ve azot monoksit üretimi gerçekleşmektedir.

Reaktif oksijen üretimi ve reaktif azot üretimi salınım sistemlerini uyarmasıyla hücre etkinliğini gösterir.

Reaktif oksijen üretimi ve reaktif azot üretimi salınım sistemlerinin önemli özelliklerinden biri de hücre içerisinde fagositoz ile istenmeyen türlere karşı hücreyi koruma, kansere neden olan yapıları bertaraf etme, adenoazin trifosfat üretimi, hücrenin genişlemesi ve düşük yoğunluklarda hücre bölünmesine katkı olarak belirtilebilir.

Bu gibi etkilerine ek olarak reaktif oksijen üretimi ve reaktif azot üretiminin hücrenin büyüme ve çoğalma uyarılarının etkileştirilmesinde, hücre içinde bulunan depolarda kalsiyum salınımında, bir aminoasit olan tirozin'in fosfatlanmasının etkileştirilmesinde, src ailesinin bağlı olduğu non-reseptör tirozin kinaz aktifleşmesi gibi hücresel faaliyetlerde önemli bir yer teşkil etmektedir.

Kemiklerin dokusu ve karaciğer hormonlarının dengesinde rol alan tiroksin ve prostaglandin gibi maddelerin biyosentezinde de görev alan reaktif oksijen türleri, gen aktarımı ve çeşitli hücre içi regülasyonlarda da uyarma fonksiyonu gösterir.

Sinir sistemi uyarıcıları tarafından üretilen azot monoksit, aktarım için elzem bir madde olup özellikle metabolizmadaki sürekli ve tekrarlayıcı uyarıcılar için kilit bir role sahiptir.

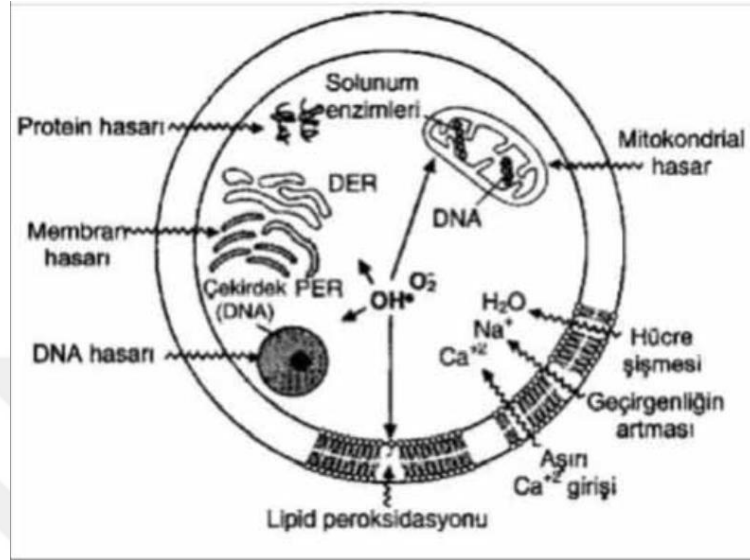
Özellikle dokulardaki patojenlerin, yabancı madde ve ölü hücrelerin bertaraf edilmesinde makrofajların ürettiği azot monoksit, bağışıklık sistemi için ajan olarak görev yapar.

Metabolizmaya birçok olumlu ve yapıcı etkisi olan reaktif oksijen üretimi ve reaktif azot üretim konsantrasyonu yükselmesi durumunda vücut için ve metabolik fonksiyonlar için sorunlara neden olabilir (Ravichandran, Achari, Joseph, & Devasahayam, 2006; Droge, 2002; Fang, Yang, & Wu, 2002; Lander, 1997; Schreck, & Baeuerle, 1991; Valko, vd., 2007).

Serbest radikallerin zararlı etkileri.

Serbest radikaller vücut hücrelerine saldırarak tahribatına yol açar. Hasar eşlenmemiş molekülleri radikale dönüştürerek başlar ve art arda zincirleme reaksiyon halinde devam eder. (Kaşıkırık, Seven, & Güçer, 2008).

Metabolizmada bulunan serbest radikaller, vücut içerisinde teşkil eden diğer tüm sınıfların yapısına katılıp akut ya da kronik tahribatlara neden olabilir (Cheeseman, & Slater, 1993; Akkuş, 1995). Serbest radikallerin yoğunluğu ve artışı kontrol edilemez ise kalp, damar, karaciğer ve sinir sistemi rahatsızlıkları da olmak üzere birçok hastalığa sebep olur (Karabulut, & Gülay, 2016a).



Şekil 1. Serbest radikallerin hücresel hasarı (Meral, Doğan, & Kanberoğlu, 2012).

Serbest radikallerin kaynakları.

O₂ ve N kaynaklı olabilen radikaller metabolizma ve çevrede sürekli olarak üretilir (Karabulut, & Gülay, 2016a). ROT; O₂⁻, OH, ROO, LOO ve RO'dan, RNT ise NO ve NO₂'den oluşmaktadır (Karabulut, & Gülay, 2016a).

Organizmada radikaller kendiliğinden ve çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak oluşur. Bundan dolayı serbest radikaller endojen ve eksojen olarak iki grupta incelenir. Mitokondri, serbest radikallerin en çok üretildiği organeldir. Eksojen kaynaklar ise radyasyon, ısı ve farklı kimyasal bileşenlerdir (Bagchi, & Puri, 1998; Ebadi *vd.*, 2001).

Biyolojik kaynaklar.

Endojen kaynaklar.

- Mitokondride oksijenli solunum esnasında ETS tarafından katalizlenen O₂'ler radikal maddeleri yan ürün olarak oluşturur.
- Canlı organizmanın inflamasyonu ile sitokinler serbest bırakılır ve sonuç olarak nötrofiller ile makrofajlar tarafından radikal madde üretimi başlar.
- Radikal maddelerin oluşumuna lipit peroksidasyonu, ksantin oksidaz ile mitokondriyel sitokrom oksidaz gibi olay ve enzimler kaynak olabilir.

- Düz kas hücreleri, plateletler ile $C_{20}H_{32}O_2$ metabolizması tarafından radikal maddeler oluşabilir.
- Otooksidasyon tepkimeleri esnasında ksantin oksidaz XO ile NADPH oksidaz vb. enzimler ile ER'de sitokrom p450 sisteminde oluşan elektron kaçaklarından dolayı üretilir.
- Yorgunluk, stres gibi durumların sonucunda yan ürün olarak radikalleri oluşturabilir. Bazı hormonlar organizmada stres tepkimelerine sebep olur. Ayrıca bu hormonlar da radikallere dönüşebilirler.
- İmmun sistem hücreleri patojenlere cevap olarak reaktif oksijen türleri ile oksiradikaller üretebilir (Karabulut, & Gülay, 2016a).

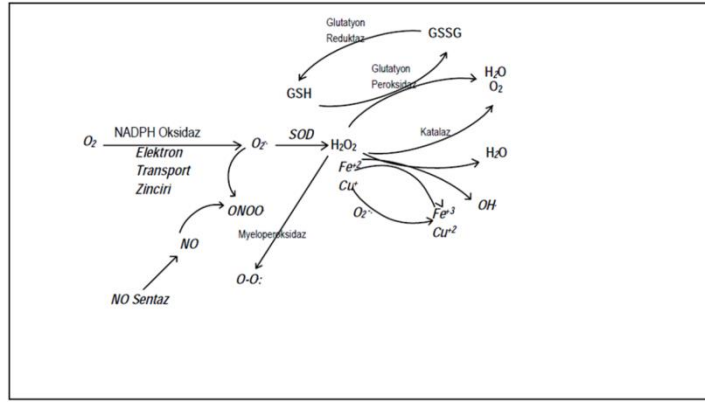
Eksojen kaynaklar.

- Işın, radyasyon,
- Yangın,
- Amyant, C_6H_6 , CO, CH_2O , O_3 ve C_7H_8 vb. havayı kirleten maddeler,
- Sabun, tuz ruhu, peptisit gibi kimyasal maddeler,
- Su kirleten maddeler,
- Keyif verici maddeler, duman (Karabulut, & Gülay, 2016a).

Serbest radikallerin oluşum şekli.

Çevresel şartlar ve kimyasal faaliyetlerden dolayı sürekli radikal oluşmaktadır. Üç şekilde gerçekleşir (Kılınç, 2002):

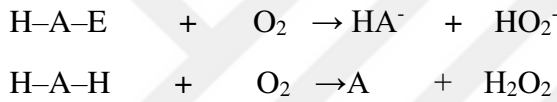
- Kovalent bağların homolitik kırılması: enerjisi yüksek olan elektromagnetic dalgalar ve 500–600 °C'lerdeki sıcaklık kimyasal bağların kırılmasına sebebiyet verir.
- Normal bir molekülün elektron kaybetmesi: eşlenik bir molekülün elektron kaybetmesi sonucunda serbest radikal haline gelir.
- Normal bir moleküle elektron transferi: eşlenik bir moleküle elektron bağlanarak eşleşmemiş elektron oluşturması ile serbest radikale dönüşmüş olur.



Şekil 2. Serbest radikallerin oluşumu ve enzimatik detoksifikasyonu (Vincent, Russell, Low, & Feldman, 2004).

Serbest radikallerin nonenzimatik oluşumu.

Serbest radikaller, eşleşmiş moleküllerin eşleşmemiş moleküller ile etkileşimi sonucu elektron alışverişi ile oluşur. Örnek olarak, AH₂'nin oksidasyonu verilebilir (Akpoyraz, & Durak, 1995).



Serbest radikallerin enzimatik oluşumu.

Vücutta, bir molekülün aktifleşmesi ile enzimin bulunduğu alanda zincirleme reaksiyonlar başlar. Enzimlerin aktif olduğu bölgeler, prostetik gruplar ile fonksiyonel aa'lardır. Radikal oluşumunu katalize eden enzim grupları 2 tanedir. İlki, ETS'de flavin ihtiva eden enzimler ve 2. ise «hem» ihtiva eden peroksidaz vb. enzimlerdir (Akpoyraz, & Durak, 1995).

Serbest radikal harabiyeti riski altındaki hücresel komponentler.

Serbest radikallerden etkilenen moleküller Tablo 1' de verilmiştir (Akpoyraz, & Durak, 1995).

Tablo 1. Hücresel Serbest Radikallerin Etkilediği Moleküller

Etkilenen Bileşik	Sonuçlar
1. Doymamış aa'lar ile "S" ihtiva eden aa'lar	• Proteinlerin denatüre olması • Çapraz bağlanma • Enzimlerin inhibe olması • Organların ve hücrelerin geçirgenliğinde hasar

Tablo 1'in devamı

Etkilenen Bileşik	Sonuçlar
2. Nükleik asit bazları	- Hücre gelişiminde değişmeler - Mutasyon
3. Karbohidratlar	Hücre yüzey reseptörlerinin farklılaşması
4. Doymamış yağlar	Kolesterol ve yağ asitlerinin oksidasyonu
5. Kofaktörler	- Nikotinamit ve flavin içeren kofaktörlerin aktifliğinde azalma - Askorbat ve porfirin oksidasyon
6. Antioksidan maddeler	α- tokoferol ve B3-karoten vb. antioksidan maddelerin aktifliğinin azaltılması
7. Protein	- Denatürasyona uğraması - Peptit zincirinde kopmalar
8. DNA	- Baz modifikasyonları - Zincirde kopmalar
9. Hyaluronik asit	Synovial sıvının vizkozitesinin değişmesi

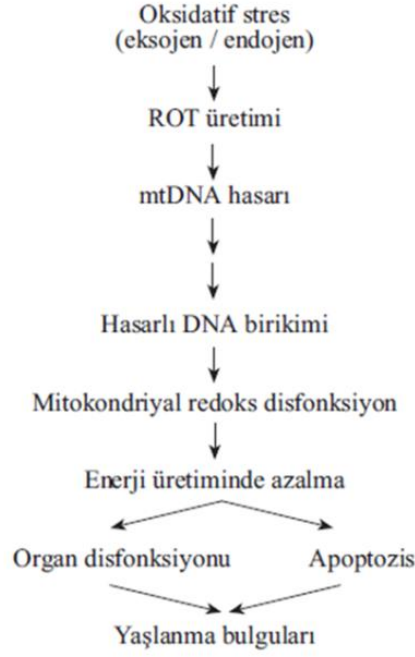
Radikal maddelerin, hücresel moleküller üzerine olan etkileri:

Proteinler.

Sitoplazmik proteinler ve membran proteinleri de okside edici ajanlara maruz kaldıklarında, örneğin; ozon, dimerler ve büyük agregatlar oluşur ki inter-protein disülfid oluşumu ya da serbest radikal ile amino asit kalıntıları arasında daha irreversibl reaksiyonlar nedeni ile sözü edilen yapılar meydana gelir (Kavas, 1989).

Nükleik asitler ve DNA.

Radyasyonla hücre içinde enerji depolanması sonucu iyonlar, serbest radikaller ve aktif moleküller meydana gelir. Radyasyon ile meydana gelen serbest radikaller, Deoksiribo Nükleik Asite etki ederek hücrenin mutasyona uğramasına hatta ölümüne sebebiyet verir (Ward, 1975).



Şekil 3. Mitokondriyel ROM, oksidatif Mtdna hasarı ve yaşlanma (Özcan, Erdal, Çakırca, & Yönden, 2015).

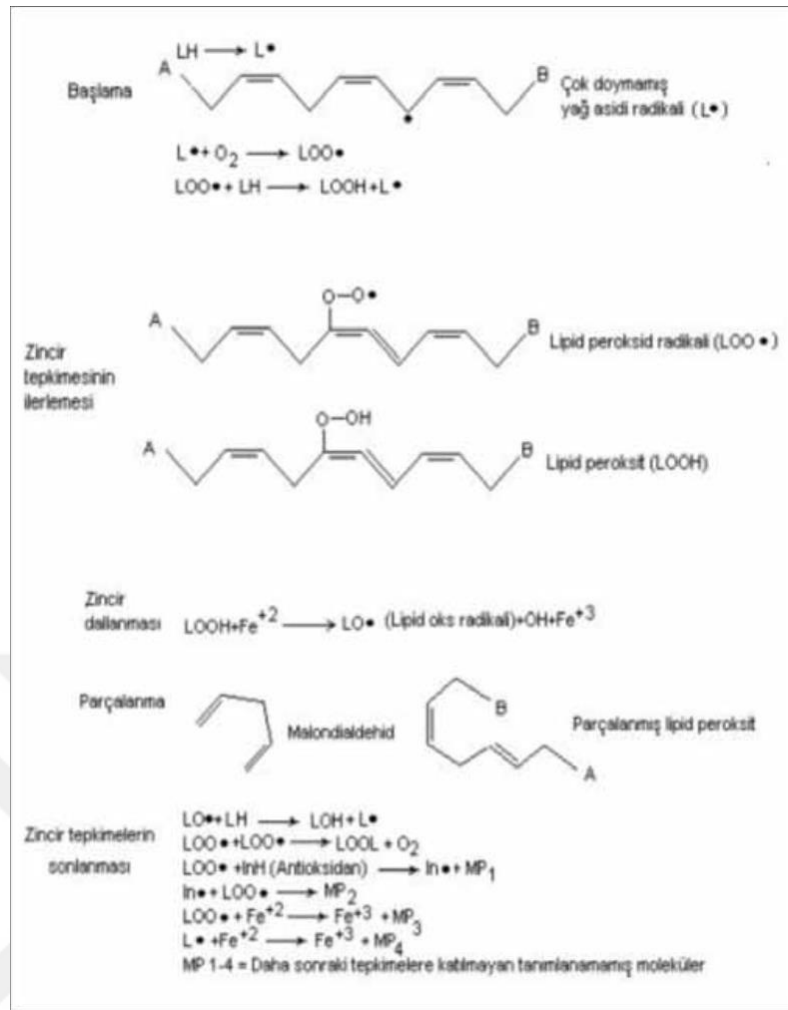
Membran lipidleri.

Membran kolesterol ve yağ asitlerinin doymamış bağları serbest radikallerle reaksiyona girerek peroksidasyon oluştururlar. Bu reaksiyon, otokatalitik olabilir ve lipid peroksit, lipid alkol ve aldehitik yapıda ürünler verebilir. Lipid peroksidasyonu sırasında, poliansature yağ asitleri (PUFAH) hidrojenini kaybeder ve moleküler oksijenle reaksiyona girer. Hücre membranındaki yağ asitlerinin kaybı, lipid peroksitlerin oluşumu ve lipidler tarafından oksijen alımı peroksidasyonun varlığını gösterir (Kavas, 1989).

Lipid peroksidasyon ürünlerinden malondialdehit, membran komponentlerinde çapraz bağlanma ve polimerizasyona yol açarak esneklik, iyon transportu, enzim aktivitesi ve hücre yüzeyi determinantlarının agregasyon durumu gibi intrinsek membran özelliklerine sahip olduğu için DNA'nın nitrojen bazları ile de reaksiyona girebilir (Mukai, & Goldstein, 1976).

Membran kolesterolü ve yağ asitlerinin doymamış bağları, serbest radikallerle reaksiyona girerek, peroksidasyona uğrarlar. Radikallerin reaksiyonu sonucu, lipid peroksitler, lipid alkoller ve aldehit yapısında yan ürünler oluşur. Üç veya daha fazla çift bağ içeren yağ asitlerinin peroksidasyonu sonucu, malondialdehit meydana gelir (Ardağ, 2008).

Lipitlerin genel peroksidasyon şeması aşağıda gösterilmiştir.

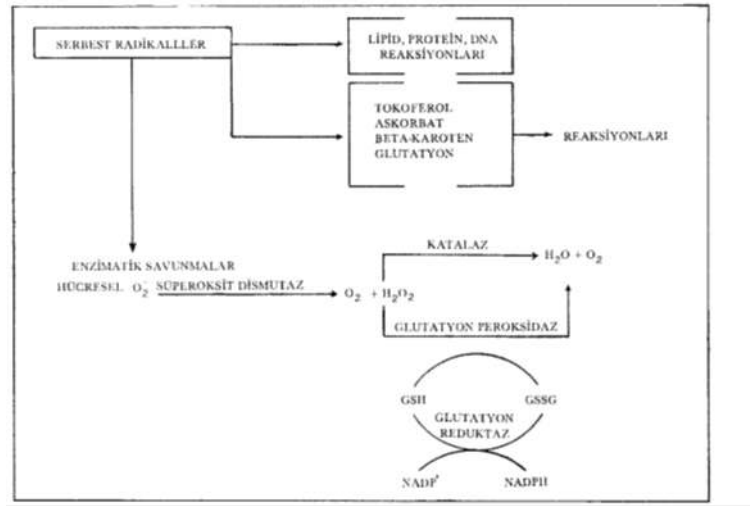


Şekil 4. Lipit peroksidasyon şeması (Meral vd., 2012).

Yukarıda görüldüğü gibi, bu tip reaksiyonlarda, polidoymamış yağ asitlerinden (PUFAH) radikal başlatıcıların yardımı ile H. Ve PUFA. radikalleri oluşur. Bunun, moleküler oksijenle (O_2) reaksiyona girmesi sonucunda lipit peroksit ara ürünleri (PUFA-O-O.) meydana gelir. Radikalik reaksiyonun bitiminde, aldehytler ve hidroksi-yağ asitleri ile membran yağ asitlerinin peroksidasyonu sonucu kısa zincirli ürünler oluşur. Bunlar, malondialdehit ($OHC-CH_2-CHO$), $ROOH$, $R\dot{C}OOH$, $R\dot{C}HO$ ve ROH yapısındaki bileşiklerdir. Bu bileşikler, membranın geçirgenliğini ve mikrovizkozitesini önemli derecede değiştirirler. Bunlardan, malondialdehit, membran komponentlerinin çapraz bağlanmasına yol açar (Meral vd., 2012).

Serbest radikallerin harabiyetine karşı hücresel savunma.

O_2 formlarına karşı müdafaa eden küçük moleküller ve enzimler radikal moleküllerinin steady-state yoğunlukta devam etmelerini sağlar. Bunların aerobik hücrelerin canlılığını devam ettirmede çok önemli oldukları bazı raporlarda bildirilmiştir (Şekil 5) (Fridovich, 1975; Chance, Sies, & Boveris, 1979; Gregory, & Fridovich, 1973).



Şekil 5. Serbest radikal savunma mekanizmaları (Kavas, 1989).

Serbest radikal türleri.

Serbest radikaller O₂ (ROT) (Tablo 2) ve N (RNT) kaynaklıdır (Tablo 3) (Karabulut, & Gülay, 2016a).

Tablo 2. *Reaktif Oksijen Türleri (ROT)*

Radikaller		Nonradikaller	
Süperoksit	O ₂ ⁻	Hidrojen peroksit	H ₂ O ₂
Hidroksil	OH ⁻	Hipokloröz asit	HOCl
Peroksil	ROO	Hipobromöz asit	HOBr
Alkoksil	RO	Singlet oksijen	¹ O ₂
Hidroperoksil	HO ₂	Ozon	O ₃
Lipid peroksil	LOO		

Tablo 3. *Reaktif Nitrojen Türleri (RNT)*

Radikaller		Nonradikaller	
Nitrik oksit	NO	Nitrik asit	HNO ₃
Nitrojen dioksit	NO ₂	Nitrosil katyonu	NO ⁺
		Nitroksil anyonu	NO ⁻
		Dinitrojen tetroksid	N ₂ O ₄
		Dinitrojen trioksit	N ₂ O ₃
		Peroksinitrit	ONOO ⁻
		Peroksinitrik asit	ONOOH
		Nitronyum katyonu	NO ₂ ⁺
		Nitril klorid	NO ₂ Cl
		Alkil peroksinitrit	ROONO

Genellikle oksidan maddeler diye adlandırılan (H₂O₂), (O₃), (¹O₂), (HOCl), nitrik asit (HNO₂), (ONOO⁻), (N₂O₃) ve (LOOH) serbest radikal olarak görülmezler. Bu oksidan

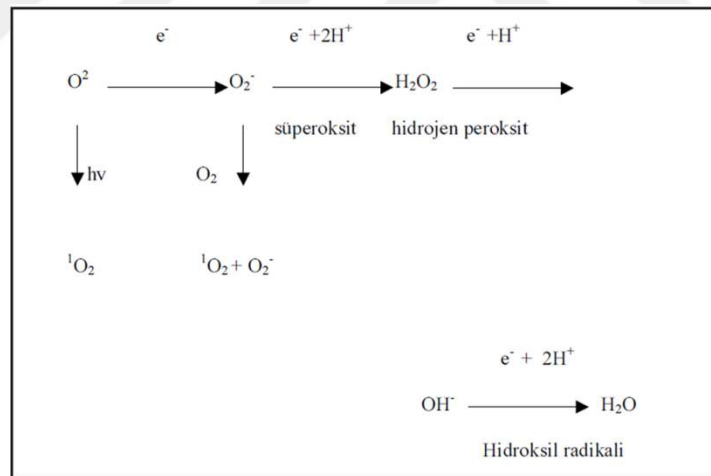
türlerini metabolik durumlar altında organizma üretir ve metabolizmada kolayca serbest radikal tepkimleri meydana getirebilirler (Karabulut, & Gülay, 2016a).

Reaktif oksijen türleri (ROT).

O₂ canlılar için zorunlu ve son derece önemli bir element olup H₂, C, N ve S ile beraber organik bileşiklerin yapı taşlarını oluştururlar (Pham-Huy, & Pham-Huy, 2008). Bununla beraber hücrelerde meydana gelen metabolik tepkimelere gereken O₂'nin %90 kadarı mitokondride oksidatif fosforilasyon sırasında kullanılmaktadır. Kullanılan bu O₂ %1 ile %3 oranında mitokondride ROT'a dönüştürülür (Karabulut, & Gülay, 2016a).

Çok çeşitli türde radikal olduğu halde, organizmada en fazla karşılaşılan, moleküler oksijenin ardışık olarak indirgenmesiyle meydana gelen ve ROT olarak isimlendirilen radikallerdir (Ardağ, 2008).

O₂ molekülü 1 elektron indirgendiğinde O₂⁻, 2 elektron indirgendiğinde H₂O₂, 3 elektron indirgendiğinde ise OH. Oluşmaktadır. Süperoksit elektromanyetik radyasyona maruz kaldığında moleküler oksijen ile birleşip singlet oksijeni (¹O₂) oluşturmaktadır. Moleküler oksijenin indirgenme mekanizması Şekil 6'da verilmiştir (Ekici, & Sağdıç, 2008).



Şekil 6. Moleküler oksijenin indirgenmesi (Ekici, & Sağdıç, 2008).

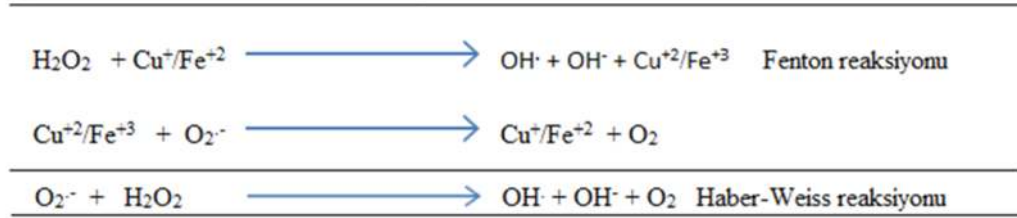
Süperoksit radikali.

Moleküler oksijene bir elektron eklenmesiyle meydana gelen süperoksit anyonu “birincil” ROT olarak kabul edilmektedir.

O₂⁻ radikali çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilmiştir (Karabulut, & Gülay, 2016a).

Hidrojen peroksit.

Demir (II) iyonu veya diğ er geçiş metalleriyle beraber Fenton tepkimesi sonucunda ve O₂⁻ varlığında Haber-Weiss tepkimesi sonucunda oluşan en tehlikeli hidroksil radikalini meydana getirir (Karabulut, & Gülay, 2016a).



şekil 7. Haber- Weiss ve Fenton reaksiyonu (Karabulut, & Gülay, 2016a).

Reaktif nitrojen türleri (RNT).

Reaktif nitrojen türleri (RNT) olarak isimlendirilen nitrojen kaynaklı radikallerin varlığına dikkat edilmesi de önemlidir. Birincil RNT nitrik oksit (NO[ ]) 'tir ve biyolojik dokularda nitrik oksit sentaz enzimi aracılığıyla L-arjininden sentezlenir. NO[ ] n roaktarım, kan basıncının düzenlenmesi, savunma mekanizmaları ve bağışıklık yanıtlarının düzenlenmesi de dâhil olmak üzere çok çeşitli fizyolojik süreçlerde önemli bir oksidatif biyolojik sinyalleşme molekülü olarak davranan bol bulunan reaktif bir radikaldir.

RNT' nin fazla ekspresyonu, nitrosatif stres olarak adlandırılır ve proteinlerin nitrosilasyonuna yol açabilir ve böylece normal işleyişlerini etkiler. Bağışıklık sistemi hücreleri, enflamatuvar süreçte tetiklenen oksidatif patlama esnasında hem süperoksit anyon hem de nitrik oksit üretirler. Bu koşullar altında, NO[ ] ciddi miktarlarda peroksinitrit anyon (ONOO⁻)  retmek üzere O₂⁻ ile reaksiyona girebilir ki, bu da DNA' nın parçalanması ve lipid oksidasyona yol açabilecek güçlü bir oksitleme ajanıdır (Karabulut, & Gülay, 2016b).

Oksidatif stres.

Biyolojik sistemlerde hücrelerin lipid tabakasının peroksidasyonuna neden olan radikal maddeler ile bunları inaktif eden antioksidan maddeler arasındaki dengenin kontrol edilememesi olayına oksidatif stres denir ( zcan *vd.*, 2015).

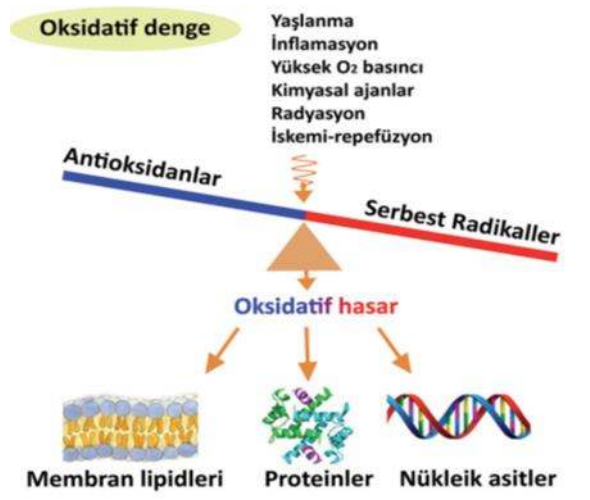
Daha geniş anlamıyla oksidatif stres, hücre metabolizmasında ROT ile bunların detoksifikasyonunu sağlayan, antioksidan maddelerin yetersiz kalması ile oksidasyonun oluşması olayıdır ( zcan *vd.*, 2015).

Oksidatif stres, 1989'lu yılından bu yana toksikoloji biliminin yoğun ilgisi altındadır (Suseem, & Mary Saral, 2013).

Doku ve hücrelerin yapısının muhafazasında ve işleyişlerinin olağan şekilde ilerlemesi için oksidanların antioksidanlar ile denge halinde bulunması önem arz eder. Bu denge korunduğu zaman vücut doku ve hücreleri radikal maddelerden etkilenmezler. Ancak farklı sebeplerle antioksidanlar tarafından yok edilenden daha çok radikal oluşması oksidatif stres olarak adlandırılır. Hücrelerin kullandığı O_2 farklı faktörlerden dolayı aktif O_2 formlarının oluşmasına dâhil olurlar. Meydana gelen aktif O_2 türevlerinin, organik bileşiklerin yapı hasarına sebep olur. Oksidan madde kaynaklı zararlanmalar oluşuktan sonra kontrol altına alınmazsa artarak birikir çeşitli hastalıkların meydana gelmesine sebebiyet verir (Aydemir, & Sarı, 2009).

Oksidatif stres, hücre membranı ve diğer hücre bileşenlerinin değişimi ile sonuçlanan lipidlerin ve diğer makromoleküllerin oksidatif hasarına yol açarak hücrenin nekroz ve ölümüne dolayısıyla doku hasarı ve kronik hastalıklara neden olmaktadır (Sezer, & Keskin, 2014).

Oksidatif stres hücre metabolizmasında meydana gelen ROT ile meydana gelen bütün oksijenli hücrelerin oluşturabildiği olaydır. ROT'un çeşitli sebeplerden dolayı fazlaca üretimi ve antioksidan sistemlerin yetersiz kalmasıyla detoksifikasyona uğrayıp bunların birikmesiyle hücrenin yapısındaki moleküllerin Deoksiribo Nükleik Asiti üstünde hasar meydana getirir. Hücre membranlarında lipidlerin oksidan kaynaklı zararlanmalar oluşur. İlk olarak MDA sonrasında HNE ve hegzenal yapıları oluşur (Özcan vd., 2015).



Şekil 8. Oksidatif denge (Özcan vd., 2015).

Vücudun radikal madde kaynaklı oluşan MDA, PCO, 8-OHG'nin vücudun sıvı ile dokularında biyokimyasal uygulamalarla oksidatif zararlanma ölçülür (Özcan vd., 2015).

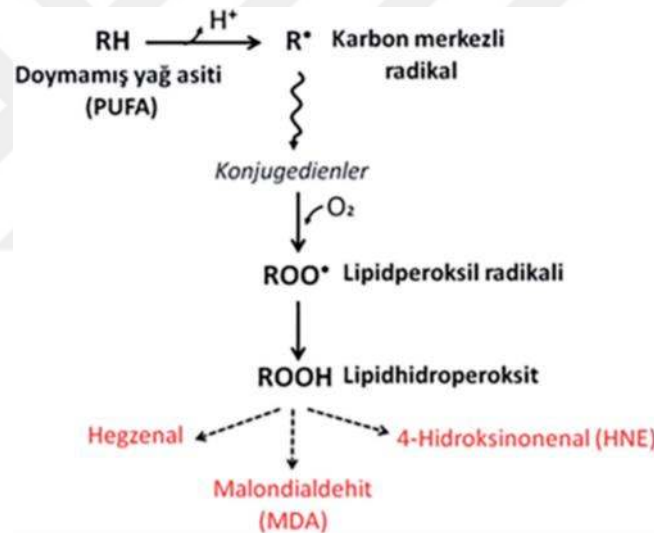
Keyif verici maddeler, enfeksiyon, serbest radikal maddelerin artarak birikmesi, kullanılan ağır ilaç ile radyoaktif maddeler oksidasyonun artmasına neden olur (Sezer, & Keskin, 2014).

Oksidatif stresin hücresel yapılar üzerine etkileri.

ROT'un organizmada çeşitli faktörlerden dolayı artması ya da antioksidan maddelerin çeşitli metabolik faaliyetlerden dolayı azalması ile denge bozularak kontrol edilemez (Sies, 1991). Reaktif oksijen türlerinin düzeyinin artışı ile hücresel membranların protein yapılarının ve işlevlerinin bozulmasıyla beraber Deoksiribo Nükleik Asitin yapısını değişikliğe uğratarak bozulmaktadır (Özcan vd., 2015).

Oksidatif stres ve hücresel lipit yapılar üzerine etkisi.

ROT'lar hücresel membranların çoklu doymamış yağ asitlerinin okside olmasına sebep olup lipit peroksidasyonu başlatılır (Özcan vd., 2015).



Şekil 9. ROT kaynaklı oluşan lipit peroksidasyon şeması (Özcan vd., 2015).

Reaktif oksijen türlerinden en etkin reaktiviteli radikal olan Fenton (1) veya Haber Weiss (2) reaksiyonu ile oluşan (OH⁻)'dir. Normal seyir yüksek reaktiviteli radikal maddelerin hücresel membranların çoklu doymamış yağ asitlerini hedef alarak (-CH₂-)'den bir "H" atomu ile eşlenerek başlatır. "H" molekülü tek elektronlu olduğundan metilen gruptan elektron alarak eşlenir ve böylece "C" üstünde tek elektronlu bir molekül kalır (Özcan vd., 2015).

Hidrojen peroksit+ Fe²⁺ Fe³⁺ +Hidroksi + Hidroksil (1) Fenton reaksiyonu

Süperoksit+ H₂O₂ + Su + Hidroksil (2) Haber–Weiss reaksiyonu

Oksidatif stres ve hücrel protein yapılar üzerine etkisi.

Biyolojik sistemlerin oksidasyona uğraması ile meydana gelen öncelikle (OH^-) radikali olmak üzere reaktif oksijen türleri hücrel metabolizma proteinlerini tersinir veya tersinmez oksidasyona uğratar (Zeng, Suwandi, Fuller, Doronila, & Ng, 2012). Hücrel metabolizma proteinlerinin yapısı oksidasyona uğradığında yan zincirleri üzerinde karbonil gruplar meydana gelir (Özcan vd., 2015).

Oksidasyona uğrayan hücrel proteinlerin yapı ve fonksiyonlarında hasar meydana getirir. Protein karbonilasyonu ve tirozin nitrasyonu tersinmez oksidasyon olarak bilinirken sistein modifikasyonları tersinir olarak kabul görmüştür. Bunlar çok sayıda hastalıkla ilişkilendirilmiştir (Prokai, Yan, Vera-Serrano, Stevens, & Forster, 2007)

Oksidasyonun meydana getirdiği (PCO) protein oksidasyon hasarının değerlendirmede ençok bilinen belirteç olarak kullanılır. Ölçme metodlarının birçoğu karbonil grupların (DNPH) ile derivatizasyonu ile oluşan (DNP)'ye dayalıdır. Son ürün spektrofotometrik, ELİSA ve Western Blotting vb. metodlarla ölçülür (Özcan vd., 2015).

Oksidatif stres ve DNA hasarı.

Oksidan maddelerin Deoksiriboz Nükleik Asitlerde meydana getirdiği hasar öncelikle kanser oluşum mekanizmaları olmak üzere çok sayıda hastalıkla ilişkilendirilmiştir. Yüksek reaktiviteli (H) radikalleri lipid ile proteinlerde olduğu gibi deoksiribo nükleik asit formlarındaki eşlenik moleküllere hidrojen atomu ekleyerek veya 2-deoksiribozun C-H bağlarından ve timin yapısındaki metil gruplarından H atomu kopararak Deoksiriboz Nükleik Asit molekülleri ile tepkimeye girer. Bununla beraber, meydana gelen Timin peroksil radikalleri indirgenir ve hidroksihidroperoksit, timin glikol, 5-hidroksimetilurasil, 5-formilurasil ve 5 -hidroksi 5-metilhidantoin gibi oksidan maddelere dönüşürler (Özcan vd., 2015).

DNA baz mutasyonları içerisinde en çok bilineni (8-OHdG)'dir. (OH^-) radikali, guanin molekülünden 8. pozisyonda etkilenecek oksidasyon meydana getirir. Değişen deoksiriboz nükleik asitin oksidatif hasarı ile 8-OHdG oluşur. Ayrıca Cu(II) iyonları DNA'nın özellikle guanin bazlarına yüksek afinite ile bağlanır ve hidrojen peroksit ile etkileşerek deoksiriboz nükleik asitin zararına katkı sağlar. 8-OHdG formunda oksidasyona uğramış deoksiriboz nükleik asit ve bunun zararının düzeyinin ölçülmesinde kullanılır (Özcan vd., 2015).

İmmünoassay metodlarından öncelikle ELISA metodu kıyasla daha ekonomik ve daha kısa analiz zamanı imkânından dolayı diğerlerine göre avantajlıdır (Özcan vd., 2015).

Antioksidanlar.

Serbest radikallerin oluşmasına mani olmak, bunların oluşturduğu zararları engellemek ve organizmayı kirleten metabolik /çevresel etkileri gideren detoksifiye edici özellikleriyle vücutta görev yapan doğal savunma sistemlerine “antioksidanlar” denir (Şener, & Yeğen, 2009).

Vücutta siper işlevi gören bu kimyasal bileşimlerin niteliği, kendinden elektron aktararak serbest radikalleri nötr duruma getirmek ve bu esnada serbest radikale dönüşmemektir (Prior, & Cao, 1999).

1990’lı yıllarda çeşitli hastalıkların serbest radikallerle ilişkilendirilmesi ile antioksidan maddeler ehemmiyet kazanmıştır (Sezer, & Keskin, 2014).

Sonuç olarak serbest radikallerin zararlarına karşı savunma sistemi oluşturan antioksidanlar, hem organizmada metabolik faaliyetler esnasında oluşan hem de dışarıdan gıdalar aracılığıyla alınan ve radikallerin oluşturduğu hasarları durduran, yavaşlatan veya engelleyen moleküllerdir (Aydemir, & Sarı, 2009).

Askorbik asit, Alfa-tokoferol ile Beta-karotenin çeşitli hastalıklar üzerine etkileri Tablo 4’ te gösterilmiştir (Velioğlu, 2000).

Tablo 4. Askorbik asit, Alfa-tokoferol ile Beta-karotenin Çeşitli Hastalıklar Üzerine Etkileri

Hastalıklar	Vitamin C	Vitamin E	β Karoten
Kalp-damar sağlığı	+	+++	+
Kanser	++	++	+
Katarakt	++	++	++
Bağışıklık fonksiyonu	++	+++	++
Artrit	+	+	+
Alzheimer hastalığı	–	++	–

(-:ilgi çok az veya hiç yok; +:kısmen ilişkili; ++:ilişki var; +++: önemli ilişki var)

Antioksidan kaynakları.

Enzimler:

- Superoksit dismutaz (SOD), O₂ radikalinin H₂O₂’ye dönüşümünü katalize eder.
- Katalaz (CAD), hücre metabolizmasında meydana gelen H₂O₂’yi H₂O’ya dönüştürerek birikimi ve vereceği hasarı önlemiş olur.

- Glutasyon peroksidaz (GSH-Px), bu enzim GSH ile H_2O_2 birleşerek GSSG'ye veya H_2O 'ya dönüştürerek muhafaza sağlar.
- Glutasyon redüktaz, bazı glutasyon peroksidazı organizmanın devamlı ihtiyaç duyduğu GSH'ye dönüştürür.
- Glutasyon-S-transferaz (GST), yabancı bileşiklerin karaciğerde mekrapturik asitlere dönüşümünde rol oynar.
- Glutasyon (GSH), glutasyon peroksidazın rol oynadığı metabolik tepkimelerde elektron vericidir (Velioğlu, 2000).

Vitaminler: enzimlerden sonra vücudun radikal madde zararlanmalarına karşı ikincil savunma sistemini oluştururlar (Velioğlu, 2000).

- Askorbik asit
- Karatenoidler
- B-karoten

Mineraller: bakır, çinko, demir ve selenyum gibi mineraller; SOD, katalaz ve GSH-Px gibi enzimlerin bir parçasıdır. Bakır ve demir ayrıca membran lipidlerinde oluşan serbest radikal reaksiyonlarına katılırlar (Velioğlu, 2000).

- Çinko
- Demir
- Bakır
- Selenyum
- Ürik asit

Gıdaların bileşiminde bulunan doğal antioksidanlar.

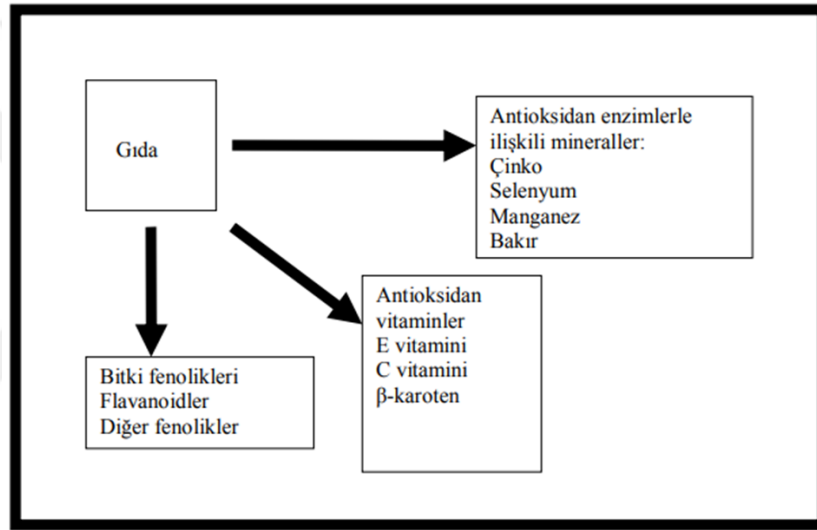
İnsanlar bazı gıda bileşenlerinin önemini henüz anlamışlardır. Literatürde son on yıldır yapılan çalışmalar, gıda maddelerinin yapısında antioksidan maddelerin doğal olarak bulunduğu bildirmiş ve bunlar birçok hastalıkla ilişkilendirilmiştir (Velioğlu, 2000).

İçeriğinde doğal antioksidan maddelerin bulunduğu belirlenmiş bazı bitkiler: yeşil çay, alger, hububat, kakao, baharatlar ve otlar, baklagiller, yağlı tohumlar, biber, soğan, sarımsak, havuç, kereviz, maydanoz vb. şeklindedir. Bunların antioksidan kapasitesi muhtevastaki aa'lar, karotenoidler, flavonoidler, fenolikler, askorbik asit ile β -karoten vb. kaynaklıdır (Velioğlu, 2000).

Sentetik antioksidanlar.

Antioksidanlar, gıdalarda kendiliğinden oluşması ile beraber endüstride gıdaların kalite ve bileşenlerinin muhafaza etmek için dışarıdan ilave edilirler. Yağların, ortamdaki O₂ kaynaklı otooksidasyonu geciktirmek için kullanılırlar. Bu şekilde yağların kalitesini muhafaza eder ve yağın kullanım süresini uzatırlar. Ortamda çok az miktarı dahi aktiftir (Keskin, & Erkmen, 1987).

Gıda endüstrisinde lipid oksidasyonunu engellemek ya da azaltmak, besin kalitesini devam ettirmek ve gıdaların kullanım süresini arttırmak için sentetik antioksidan maddeler kullanılmalıdır (Finley, & Gıven, 1986).



Şekil 10. Antioksidan maddelerin gıdalar ile ilişkisi (Willcox, Ash, & Catignani, 2004).

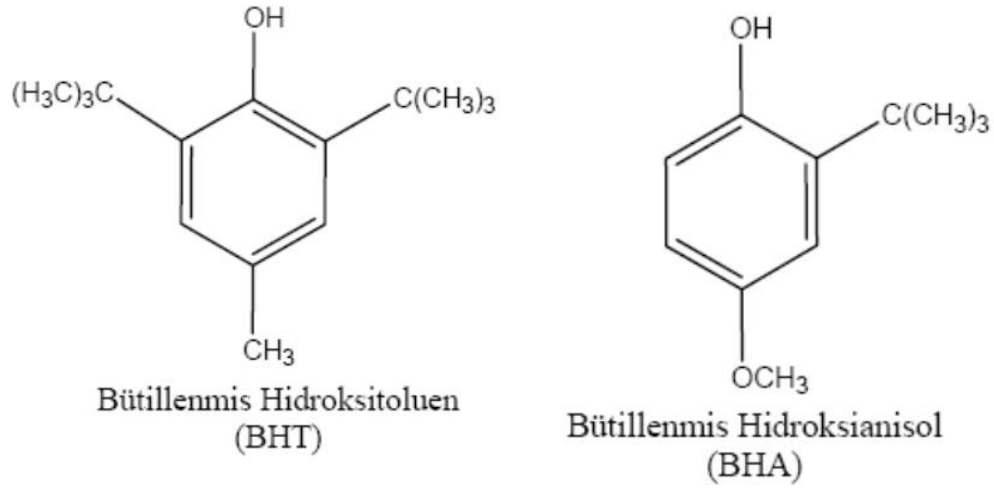
Gıda endüstri proseslerinde kullanılan sentetik antioksidanların toksik etki gösterme ihtimalinden dolayı doğal gıdaların alternatif antioksidan olarak kullanımı bu bileşiklere alternatif olarak doğal antioksidanlara ilgi artmıştır (Sarıkürkçü, 2009).

Bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT).

Bütillendirilmiş hidroksianisol (C₁₁H₁₆O₂), ticari olarak 3-terciyer-butıl-4hidroksianisol (%85) ile 2-terciyer-butıl-4-hidroksianisol (%15) izomerlerinin karışımıdır. Beyaz renkte mum gibi katıdır.

Butillendirilmiş hidroksitoluen (C₁₅H₂₄O), beyaz kristal yapıdadır. Bütillendirilmiş hidroksianisol ve Butillendirilmiş hidroksitoluen yağda çözünebilir suda çözünmez niteliktedir.

Bütillendirilmiş hidroksianisol, uçucu yağların kalite kriterlerinin muhafazasında, kısa zincirli yağ asitlerinin otooksidasyonunu kontrol altında tutmak için kullanılır. Bunların ziyade kullanımı, vücutta aşırı duyarlılık ve alerjik etki gösterebilmektedir (Çakmakçı, & Çelik, 2000).

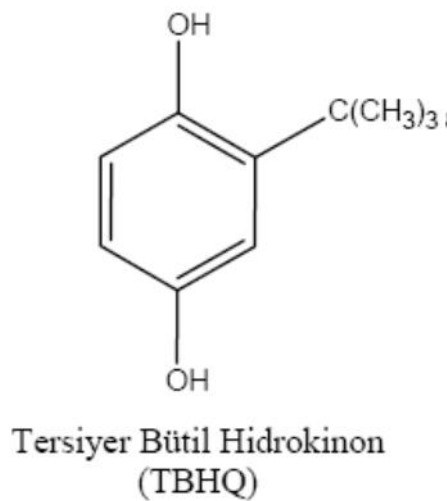


Şekil 11. BHA ve BHT'nin kimyasal yapıları (Ardağ, 2008).

Tersiyer bütildidrokinon (TBHQ).

İnsan beslenmesinde yer alan kızartma yağlarını oksidasyona karşı muhafaza etmek için en yüksek nitelikli sentetik ajan olarak bildirilmiştir. Aynı zamanda kızartma işlemi bitmiş ürünleri de muhafaza eder. Beyaz ile sarımsı kahverengi arası renkte ve toz halinde bulunan tersiyer bütildidrokinon, yağda yüksek çözünürlü, yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve diğerlerine kıyasla çoklu doymamış bitkisel yağlar için en iyi sentetik antioksidandır (Keskin, & Erkmen, 1987).

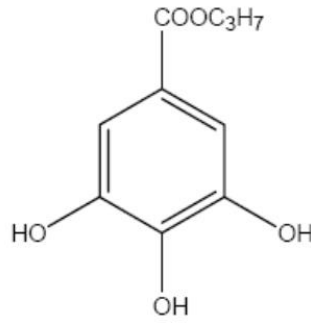
AB ülkelerinde kullanılmasına izin verilmemektedir (Çakmakçı, & Çelik, 2000).



Şekil 12. TBHQ'nun kimyasal yapısı (Ardağ, 2008).

Gallatlar.

Gallik asitin en çok tercih edilen ester formları, (C₁₀H₁₂O₅), (C₁₅H₂₂O₅), (C₁₉H₃₀O₅) ve lauril gallattır. Bunların su ortamında çözünme niteliği yoktur, katı ve sıvı yağlarda yalnızca (C₁₅H₂₂O₅) gallat ve (C₁₉H₃₀ O₅) yüksek çözünürlüğe sahiptir. PG, beyaz kristaller şeklinde katı toz halde satılır ve suda düşük çözünürlük göstermektedir. Gallatların ısıya duyarlılıkları oldukça az olup erime noktaları olan 148 °C'de dekompoze olmaktadır. U.S. Food and Drug Administration'nın onayıyla 1940'lı yılların başlarında gıdalarda kullanımı artarak yaygınlaşmış sentetik bir antioksidandır (Çakmakçı, & Çelik, 2000).



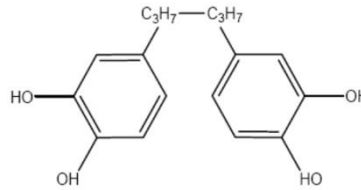
Propil gallat

(3,4,5-trihidroksi-benzoik asit propil ester)

Şekil 13. PG'nin kimyasal yapısı (Ardağ, 2008).

Nordihidroguareyetik asit (NDGA).

NDGA, toksik etkisi yüksek, katı ve sıvı yağlardaki çözünür niteliği düşük bir sentetik antioksidan maddedir. Gıda ürünlerine %0,01 oranında ilave edilir, ısıl işleme tabi tutulmuş gıda ürünlerinde dahi etkisini muhafaza eder. NDGA, beyaz veya grimsi beyaz kristalimsi bir maddedir (Keskin, & Erkmen, 1987).



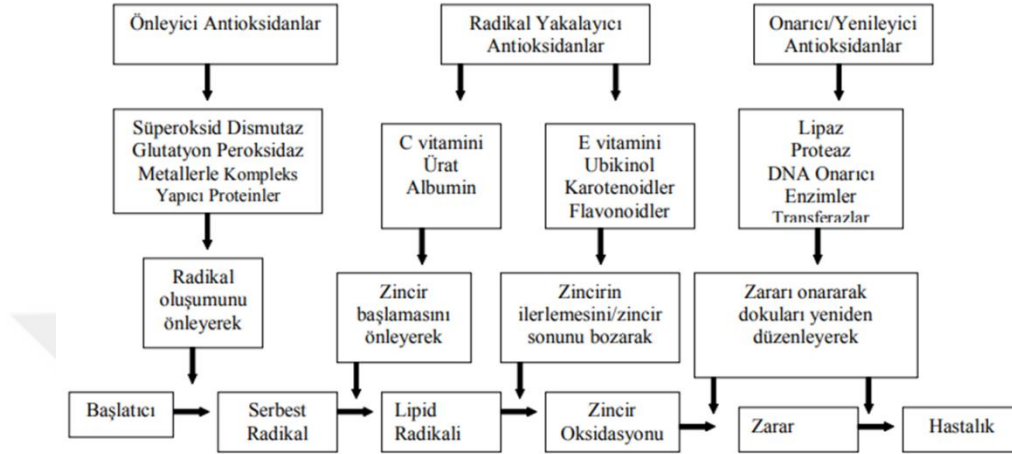
Şekil 14. NDGA'nın kimyasal yapısı (Ardağ, 2008).

Antioksidanların etki mekanizmaları.

Bir antioksidan, oksidanları altı farklı etki ile inaktif eder (Aydemir, & Sarı, 2009).

- Toplayıcı etki

- Quencher etkisi
- Zincir koparma etkisi
- Onarma etkisi
- Hücresel kinaz kaybını engelleme
- Scavenging etki



Şekil 15. Antioksidan etki mekanizmaları ile işlevleri (Willcox vd., 2004).

Yağ ve suda çözünme niteliğine sahip tek antioksidan olan α -lipoik asit bütün bu etkileri gösterdiği için evrensel antioksidan olarak adlandırılmıştır (Karaca, 2015).

Antioksidan aktivite tayin yöntemleri.

Epidemic literatür gıdaların besin değerleriyle beraber tıbbi özellikleriyle de yararlı etkilere sahip olduğunu bildirmektedir. Günümüzde, bu alandaki çalışmalar gıdalarda doğal olarak bulunan antioksidan maddeleri tayin etmeye yoğunlaşmıştır (Ames vd., 1993). Bundan dolayı, gıdalarda kendiliğinden oluşan moleküllerin antioksidan aktivitesinin incelenmesi önemiyet kazanmıştır (MacDonald-Wicks vd., 2006; Price vd., 2006).

Çalışmalarda birçok ET metodunun kullanılmasına gerek yoktur (Albayrak, Sağdıç, & Aksoy, 2010).

Antioksidan etkinlik analiz metodları 2 şekilde gruplandırılır:

- Hidrojen atomu transferi reaksiyonuna dayananlar (HAT)
- Tek elektron transferi reaksiyonlarına dayananlar (ET)

Hidrojen atomu transferi reaksiyonuna dayalı metodların birçoğunda yarışmalı reaksiyon kinetiği izlenir ve kantitasyon kinetik eğrilerden türetilir. Hidrojen atomu transferi reaksiyonuna dayalı metodlar genel olarak 1 yapay radikal madde oluşturan, 1 oksitlenebilir niteliğinde prob ile 1 antioksidan maddeden meydana gelir. ET esaslı metodlar tepkime sonunda indikatör olarak 1 oksidan ile redoks reaksiyonundan oluşur (Lopez-Alarcon, Aspee, Henriquez, Campos, & Lissi, 2005).

Hidrojen atomu transferi reaksiyonuna ve tek elektron transferi reaksiyonlarına dayalı metodlar bir örnekteki serbest radikal veya oksidan madde temizleme etkinliğini ölçer (Lopez-Alarcon *vd.*, 2005).

ET esaslı metodlar antioksidan maddenin toplayıcı etkisini ölçerken, HAT esaslı metodlar antioksidan maddenin bastırıcı etkisini ölçmektedir (Albayrak *vd.*, 2010).

H atomunu aktarmanın lipid peroksidasyonunun radikal zincir tepkimesi aşamasında önemlidir. Bundan dolayı HAT esaslı metodları zincir-kırma antioksidan etkinliğinin belirlenmesi ile alakalıdır. Genellikle bileşiğin antioksidan etkinliği ya da serbest radikalleri yakalama kapasitesi H atomunu kolay bir şekilde aktarabilmesi ile ilişkilidir, bileşiğin redoks potansiyeline gerek yoktur. Genel olarak HAT esaslı metodlar ET tepkimelerini belirleyen metodlara kıyasla daha fazla kullanılmaktadır (Albayrak *vd.*, 2010).

HAT analiz yöntemleri:

- İndüklenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein otooksidasyonu,
- Oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC)
- Total radikal yakalama antioksidan kapasitesi (TRAP)
- Crocin bleaching deneyleri

Elektron transferi esaslı tayin yöntemleri, antioksidan maddeler indirgendiğinde renk değiştiren bir oksidanın indirgeme etkinliğinin belirlemeye dayanır. Rengin ne derece değiştiği materyalin antioksidan derişimi ile alakalandırılır.

ET esaslı analiz yöntemleri:

- Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik madde analizi
- Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) ölçümü
- Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP) ölçümü
- Cu (II) kompleksini oksidan olarak kullanılan “toplam antioksidan potansiyel” ölçüm yöntemi
- DPPH kullanarak “toplam antioksidan potansiyel” ölçüm yöntemi

f) CUPRAC (Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite) Yöntemi olarak sıralanabilir.

Metodlardan Folin-Ciocalteu reaktifinin antioksidan maddenin indirgeme etkinliğinin ölçülmesinde ve oksijen radikal absorbands kapasitesinin ise antioksidan radikal süpürücü etkinliğinin ölçülmesinde uygulanması tavsiye edilmektedir (Lopez-Alarcon vd., 2005) .

Bahsi geçen bütün bu metodların bir bitkinin antioksidan aktivitesinin ölçülmesinde uygulanmasının muhtemel olması ile beraber, materyaldeki antioksidanların molekül türleri bu metodlar arasında daima lineer ilişki meydana gelmesine engel olabilir. Bundan dolayı yalnızca bir tane metod uygulanarak bitkilerin antioksidan etkinliği hakkında karar vermek uygun olmayabilir (Ardağ, 2008).

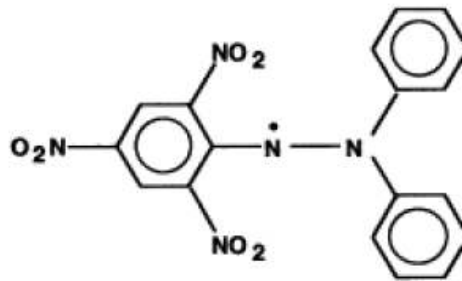
Çalışmamızda kullandığımız antioksidan aktivite analiz metodlarının prensipleri kısaca özetlenmiştir.

DPPH süpürücü antioksidan aktivite tayin yöntemi.

Metod ilk olarak Blois (1958) tarafından (DPPH) radikallerinin (Şekil 16) antioksidan maddelerin analizinde kullanılmasını tavsiye etmesi ile gündeme gelmiştir. Antioksidan etkinlik çalışmalarının arttığı zamanlarda (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995) metodu güçlendirmiş ve böylece birçok araştırmada kaynak olarak değerlendirilmiştir.

Metod esas olarak 1,1-difenil-2-pikril hidrazil ihtiva eden çözelti ile H molekülü aktarma yönelimine sahip bir maddenin (antioksidan) çözeltisinin karıştırılması sonucunda 1,1-difenil-2-pikril hidrazil radikalının redüksiyonu ile çözeltinin ilkin mor olan renginin kaybolmasına dayanır.

Antioksidan aktivitenin başlangıç 1,1-difenil-2-pikril hidrazil konsantrasyonunu %50 oranında azaltmak amacıyla kullanılan antioksidan madde düzeyini gösteren SC₅₀ eşdeğeri olarak gösterilir (Brand-Williams vd. 1995).



Şekil 16. DPPH reaktifinin kimyasal yapısı (Ardağ, 2008).

Olumlu yönleri:

DPPH analiz metodu seri olmakla beraber kolaydır. Sonuçları tekrar edilebilir ve doğrudur (Pérez-Jiménez vd., 2008). Sadece UV-GB spektrofotometresine gereksinir. Birçok materyal mikropilaka ile tayin edilebilir (Fukumoto, & Mazza, 2000).

Olumsuz yönleri:

1,1-difenil-2-pikril hidrazil radikali sadece doğal platformda çözünür niteliktedir, su ortamında çözünmezler (Arnao, 2000). Fenolikler gıda maddelerinin antioksidan etkinliğini belirlemek ve mukayese etmede genellikle kullanılır, ancak ölçüm yapılırken ışık etkeni unutulmamalıdır. CH_3OH ile aseton $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ muhtevastaki DPPH. radikali 517 nanometredeki absorbandsı ışık altında, 120 dk'lık zaman zarfında %20 ile %35 oranında eksilme görölmektedir. Işığın olmadığı ortamda ise 150 dk 'lık zaman zarfında ciddi farklılık gerçekleşmediği bildirilmiştir (Özçelik, Lee, & Min, 2003). Çözücü içerisindeki su, antioksidanların etkinliğini düşüren ciddi bir faktördür. Zira DPPH radikalının bir kesimi pıhtılaşır ve antioksidan maddeler ile kolayca tepkimeye giremez (Magalhães, Segundo, Reis, & Lima, 2008).

Folin-Ciocalteu yöntemi ile total fenolik bileşik tayini.

Metodu Singleton ve Rossi (1965) tavsiye etmiş ve sonrasında çeşitli araştırmacılar aracılığıyla güçlendirilmiştir. FCR, PMA ve fosfotungistik asit karışması ile oluşan maddedir. Fenoliklerin antioksidan etkinliklerinin kantitatif analizinde değerlendirilir (Singleton, & Gortner, 1965). Metod, analizi yapılan maddenin yükseltgenmesini engellemek için gereken düzeyini belirler (Vinson, Zubik, Bose, Samman, & Proch, 2005). Fakat bu maddenin yalnızca bütünsel olarak fenoliklerin düzeyini belirlemediği ve materyal muhtevastında var olan bütün indirgen maddeler ile tepkimeye gireceği bildirilmiştir. Bundan dolayı reaktifin yalnızca materyallerdeki fenoliklerin miktarını ölçüp aynı zamanda örnekteki bütünsel indirgeme etkinliğinde belirlediği ortaya atılmıştır (Tiscornia, singer, Ikawa, & Verma, 2003). Ancak bunlara karşın FCR ve total fenolik madde miktarı analizi neredeyse bütün antioksidan faaliyetlerinde materyallerdeki fenoliklerinin muhtevastını tayin etmede kullanılan metottur.

Folin–Ciocalteu metodu fenolikler ile indirgen maddelerden Mo'ya ET edilmesi esasına dayanır. Mavi renkli kompleks oluşumu 750–765 nanometrede spektrofotometrik yöntemlerle ölçölür. Standart bileşik olarak genelde $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$ kullanılmaktadır. Elde edilen sonuç $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$ değeri miligram/litre gösterilir. Folin-Ciocalteu belirteci fenolikler için özgül

değildir. Bundan dolayı “toplam fenolik bileşik” ölçülmesi için uygun değildir (Magalhães vd., 2008).

FCR, besinlerin antioksidan etkinliğinin ölçülmesi için kolay, tekrar edilebilir ayrıca güvenilir bir metottur. Antioksidan etkinlik faaliyetlerinde genellikle kullanılır. FCR tecimsel olarak satılır. Ancak metodun yaklaşık iki saat süren tayin süresi olumsuz özelliğidir (MacDonald-Wicks vd., 2006; Huang, Ou, & Pior, 2005; Magalhães vd., 2008).

Bununla beraber FCR ilaçların tayini, idrar örnekleri (Rao, & Rogers, 1979), gıdalar (Magalhães vd., 2006) fenoliklerin miktarları ile indirgeme etkinliği çalışmaları için değiştirilmiş ve kuvvetlendirilmiştir.

Olumlu yönleri:

FCR ve ET-esaslı metodların birbiri ile uyumlu olduğu bildirilmiştir (Lussignoli, Fraccaroli, Andrioli, Brocco, & Bellavite, 1999). FCR yöntemi ve oksijen radikal absorbans kapasitesi yöntemi ile ulaşılan antioksidan etkinlik ölçüm sonuçları arasındaki ilişki genel olarak uyumludur (Prior, Wu, & Schaich, 2005). Bu korelasyonlar, materyalin antioksidan etkinliğinin belirlenebilmesi için, FCR toplam indirgeyici etkinliğinin faydalı olduğunu göstermektedir (Huang vd., 2005).

Olumsuz yönleri:

Birçok çalışmada tavsiye edilen referans standart olarak $C_7H_6O_5$ yerine kateşin, $C_{16}H_{18}O_9$, $C_9H_8O_4$, $C_7H_6O_4$ veya $C_8H_8O_4$ eşdeğeri ile çalışıldığı görülmüştür (Büyüktuncel, 2013). Ve buda analizi yapılan fenolik bileşiklerde farklı değerler elde edilmesine sebep olmuştur (Stratil, Klejdus, & Kubán, 2006).

Demir (III) indirgeme/antioksidan kapasite testi (FRAP).

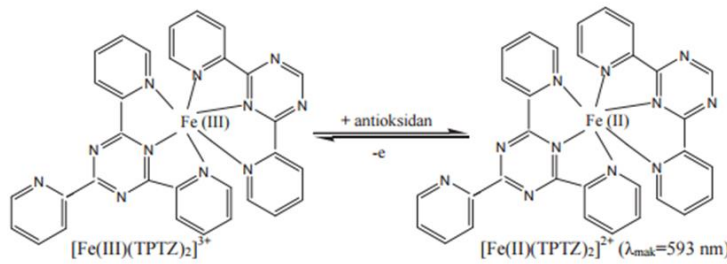
Olumlu yönleri:

Metod, hidrofilik ile lipofilik antioksidan maddelerinin analizi için uygundur. Total radikal yakalama antioksidan kapasitesi metodu kolay, hızlı, ucuz ve güvenilirdir. Uygulamada ayrıca teçhizatlara gerek yoktur. Otomatik, yarı-otomatik ve manuel yöntemlerle uygulanabilir (Büyüktuncel, 2013).

Olumsuz yönleri:

Bu reaksiyon spesifik değildir ve 0.70 V'dan daha düşük redoks potansiyeline sahip, in vivo olarak antioksidan özellik göstermeyen herhangi bir bileşik bile demiri indirgeyebilir (Nillson vd., 2005). Tiyol antioksidan maddeleri total radikal yakalama antioksidan kapasitesi

metodu ile belirlenemezler (Ou, Huang, Hampsch-Woodill, Flanagan, & Deemer, 2002). Buna sebep olarak demir klorürün, kimyasal olarak aktif olmayışına sebep olarak gösterilen yüksek spinli yarı dolu d orbitalleri gösterilebilir (Apak, Güçlü, Özyürek, & Karademir, 2004). İkinci bir sebep olarakta, total radikal yakalama antioksidan kapasitesi metodu ile fizyolojik olmayan pH'da uygulanmasıdır (Apak vd., 2004). Metod esasında plazmanın antioksidan etkinliğini belirlemek için güçlendirilmiştir, ancak sonraları şarap ile çayın antioksidan etkinliği analizinde uygulanmıştır (Pulido, Bravo, & Saura-Calixto, 2000). Total radikal yakalama antioksidan kapasitesi ile elde edilen sonuçlar tayinin uygulandığı süreye göre ciddi farklılıklar gösterebilir.



Şekil 17. Fe(III)- TPTZ kompleksinin, Fe(II) formuna indirgenmesi (Büyüktuncel, 2013).

Gıda maddelerinin antioksidan etkinliğini belirlemek üzere uygulanan metodlar Tablo 5'te gösterilmiştir (Albayrak vd., 2010).

Tablo 5. Antioksidan Etkinliğini Belirleme Metodlarının Karşılaştırılması İçin Kullanılan Bazı Faktörler

	ROS/RNS söndüren	HAT	ET
Örnekler	O_2^- H_2O_2 OH^- Singlet O_2 , Peroksinitrit	Oksijen radikal AK Total radikal yakalama AK Krosin LDL oksidasyon	Toplam fenolik b. Troloks eşdeğeri AK Ferrik iyonu İK Cu(II) redüksiyon
Biyolojik uyumu?	Yok	Var	Yok
Ölçümün basitliliği?	Yok	Yok (ORAC hariç)	Var
Aletlerin kolay eldesi?	Yok	Var (TRAP ve ORAC hariç)	Var
Tekrarlanabilirlik?	Belirlenmemiş	Belirlenmemiş	Belirlenmemiş
Hidrofilik ve lipofilik uygunluk?	Yok	Hayır (ORAC hariç)	Hayır (TEAC hariç)

Antioksidan etkinliğin belirlenmesinde elektron transferi esaslı metodların uygulanması yaygınlaşmaktadır. Metodlar asidik (Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü), nötr (Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite) veya bazik (Folin-Ciocalteu reaktifi ile toplam

fenolik madde analizi) ortamında uygulanmaktadır. PH değeri antioksidan maddelerin indirgeyici etkinliğinde önem arz eden faktördür. Asidik ortamda antioksidan maddelerde indirgeyici etkinlik bastırılabilir. Oysa bazik ortamda fenoliklerin proton ayrılması materyalin indirgeme etkinliğini artıracaktır (Albayrak vd., 2010).

Antioksidan maddelerin indirgeme etkinliğini belirlemede birden fazla elektron transferine dayalı metodların uygulanması elde edilen sonuçlar için doğrusal ilişki meydana getirecektir. Bu metodlar benzer redoks tepkimelerini esas aldığından dolayı indirgeyici antioksidan etkinliğini belirlemede birden fazla metodun uygulanmasına gerek yoktur. Ancak genellikle kabul görmüş ve geçerli bir metod uygulanması önem arz etmektedir. Bundan dolayı Folin-Ciocalteu reaktifi ile toplam fenolik metod öteki elektron transfer esasına dayanan metodlara kıyasla daha avantajlıdır (Albayrak vd., 2010).

Mantarlar.

Ekosistemde organik maddeleri ayrıştırma görevi yapan funguslar, takribi 125.000 tanımlanmış tür ile fungi aleminde gösterilmiştir (Alli, Yang, Ford, & Hait, 2007)

Funguslar, gerçek kök, gövde, yaprak ve çiçek gibi organları bulunmayan, spor teşkil eden ökaryotik organizmalardır. Doğada diğer canlılar üzerinde parazit ve saprofit olarak yaşarlar. Klorofil taşımadıkları için fotosentez yapamazlar. Bu nedenle heterotrofturlar. Besinlerini hücre dışı enzimleri sayesinde parçalayarak absorpsiyonla alırlar. Bazı mantarlar bitki kökleriyle bazıları ise hayvanlarla mikorhizal ortaklık kurarlar (Campbell, & Reece, 2006).

Tarihten günümüze 110.000'den fazla olduğu belirlenen makrofungusların sınıflandırılmasında yıllardır makrofungusun şapkasının ve sapının yapısal özellikleri (renk, şekil, çap, boy) ve sporlarının çap/boy gibi özellikleri yöntem olarak kullanılır (Tunçakın, 2015).

Tabiatta binlerce çeşidi bulunan makrofungusların hepsi farklı farklı niteliklere sahiptir, bu nitelikler “mikoloji” biliminin çalışma sahasındadır. Makrofungusların gıda olarak tüketilebilirliğine bilirdikiler haricinde karar verilmesi ciddi sağlık problemlerine hatta ölümlere sebebiyet verir. Tarihten günümüze kadar bilinçsiz makrofungus tüketimi kaynaklı ciddi oranda zehirlenme ve ölüm vakaları yaşandığı bilinmektedir (Tünger, & Başkan, 1996; Aykan vd., 2009).

Japonya ve Çin gibi ülkelerde genel olarak üretilen birkaç makrofungus türü, ihtiva ettiği besin öğeleriyle beraber tıp bilimi içinde ehemmiyet kazanır. Son zamanlarda beslenme

dışında ek gıda mantığıyla bunlardan üretilen bazı ürünler dikkat çekmektedir. Örneğin, Japonya’da petrol ofislerinde şoförlerin ferahlama ve enerji verici olarak *Lentinula edodes* makrofungusundan üretilmiş Shii-ta-cola diye isimlendirilmiş meşrubat kullanılmaktadır (Lüle, 2014).

Avrupa, makrofungusların besin, tıp ve kültürel değerlerinin bilinciyle yoğun şekilde kültür mantarı üretimine yoğunlaşmıştır (Hudler, & Hawksworth, 1998).

Mantarın gıda teknolojisinde başlıca değerlendirme alanları.

Toplanan mantarın fazla düzeyde su ile enzim ihtivası, mantarın kütikula tabakasının bulunmayışı ve hasat sonrası yüksek solunum hızından dolayı en fazla bir hafta için depo edilebilmekte ve bu sürede kalitede hızlıca kayıplar meydana gelmektedir. Bu kayıplar mantarların raf ömrünü sınırlandırmaktadır (Erbay, & Küçüköner, 2008).

Barutçıyan’a (2012) göre, yabani ve kültürü yapılan makrofungusların muhafazası:

- Kurutma
- Dondurma
- Fermantasyon
- Yağda saklama
- Alkolde saklama
- Konserve
- Sterilizasyon yöntemleriyle sağlanabilir.

Bu yöntemlerle işlenen makrofungusların kullanım süresinin uzatılması mümkündür. Kurutularak saklama, öteki muhafaza yöntemlerine kıyasla hem ucuzdur hem de kurutulmuş mantarın vakum ortamında ambalajlanmasıyla raf ömrü bir yıldan daha uzundur. Ayrıca kurutulmuş mantarlar, mantar tozu olarak gıdalarda bileşen olarak kullanılmaktadır (Bano, Rajaratham, & Shashirekha, 1992; Rama, & John, 2000).

Mantarların kalite nitelikleri paketleme dışında birkaç kimyasal uygulamayla belli bir derece muhafaza edilebilmektedir. Bunlar beyazlatma, yüksek sıcaklıkta kapalı sterilizasyon, düşük sıcaklıkta depolama, MAP ve KA’dır (Akan, & Yanmaz, 2018).

Makrofungusların raf ömrünü uzatmak amacıyla sinnamik asit ve türevleri, sorbitol ve sitrik asit kullanılmaktadır. Sitrik asit, gıda teknolojisinde metal şelatlama etkisi ile antioksidanlar üzerinde etkili olup aynı zamanda renklendirici olarak kullanılmaktadır (Akan, & Yanmaz, 2018).

Mantar kullanımının tarihçesi.

Tarih boyunca insanlar çeşitli nedenler ve amaçlarla makrofungusları kullanmışlardır (Akyüz, & Kırbağ, 2007).

Kültür mantarının ilk üretimi MÖ 200-300 yıllarına dayanmaktadır. Kültür bitkisi olarak mantarlar ilk 16. yy.'da Fransa'da yetiştirilmeye başlanmıştır. Sonrasında iyileşen imkânlar ve ilerleyen teknoloji ile beraber özellikle Avrupa ülkelerinde piyasa değeri yüksek endüstri oluşturmuştur (Tuncel, 1991).

Kaynaklarda çok eskiden mısırlıların mantarları, tanrıları Osiris'ten hediye olarak geldiğine inandıkları, Romalıların da bunları "Tanrı yiyeceği" diye isimlendirdiği ve bunların fırtınalarla jupiter'den yeryüzüne fırlatılan yıldırımlardan geldiklerine inandıkları, bazı çeşitli kabileler arasında tedavi edici olarak kullanılmaları tıbbi özelliklerinin önemini ortaya koyduğu ve eski Amerikan yerlilerinin yenen makrofungusları, yaşam süresini uzatma amacıyla, sağlık için tüketildiği belirtilmiştir. Asyalıların ise halk ilacı olarak kullandığı kayıtlara geçmiştir (Manzi, Gambelli, Marconi, Vivanti, & Pizzoferrato, 1999; Manzi, & Pizzoferrato, 2000).

Türkiye'de mantar.

Rigler (1852) ülkemizde makrofunguslar ile ilgili ilk kez çalışarak İstanbul'un çevrelerinden on yedi türün kaydını bildirmiştir. Daha sonra Tchihatcheff (1860) aynı şekilde İstanbul'un çevreleri ki buna Belgrad Ormanı da dahil otuz üç türün kaydını bildirmiştir. Handel-Mazzetti (1909) İstanbul, Uludağ, Samsun, Trabzon, Ordu şehirlerinden kırkdört türün, Zwara (1932) farklı konumlardan Russula cinsine ait on dört türün kaydını bildirmiştir.

Çekoslovakya'yı temsilen Türkiye'ye Pilat'ın gelmesiyle burada makrofungus üzerine çalışmaların yoğunluğu artmıştır. Pilat, Çankırı'daki Büyük ve Küçük Ilgaz Dağları'nda farklı zamanlarda yaptığı araştırmalarla toplamda yüzonsekiz türün kaydını bildirmiştir (Pilat, 1932a; Pilat, 1932b; Pilat, 1933; Pilat, 1937). Sonrasın da ise Lohwag yaptığı farklı çalışmalar ile Belgrad Ormanları'nda seksen sekiz tür ile beraber kavak ağaçlarına zarar veren dört türün kaydını bildirmiştir (Lohwag, 1957; Lohwag, 1959). Lohwag ile beraber phytopathology bilimi uzmanları ağaçlarda parazit yaşam süren bununla beraber çürümesine sebep olan makrofungusları incelemişlerdir. Selik (1962), Anadolu'nun Güney Batısı'nda odun tahripçisi olarak bulunan *Schizophyllum commune* Fr. türü üzerine çalışmış, Lohwag (1964) tarafından Belgrad Ormanı'nda yapılan çalışmasında birer tane Myxomycetes, Gateromycetes ve Phycomycetes, on dokuz tane Ascomycetes, elli sekiz tane Basidiomycetes, iki tane Uredinaceae ile on üç tane de fungi imperfectiden makrofungusun kaydını belirlemiş ve

bunları “Belgrad Ormanı’ndan mikolojik notlar” ismiyle yayınlamıştır. Lohwag (1965) Ankara ilinin çevresinde on üç türün kaydını bildirmiştir. Selik (1965) Belgrad Ormanı’ndan yenilebilir nitelikte on iki türün, Selik ve Aksu (1967) İstanbul’daki koru ve parklardan ağaç zararlısı on iki türün varlığını bildirmiştir.

Türkiye’de mantarlar üzerine çalışmalar 20. yy. sonlarına doğru başladığı görülmektedir.

Makrofungus, Türkiye’de kendiliğinden yetişir. Besinsel değerleri yüksek ve genellikle orman köylüleri tarafından gıda maddesi ve geçim kaynağı olarak kullanılmaktadır. Geçmişten günümüze doğada kendiliğinden yetişen tüketilebilir nitelikte birçok makrofungus türü kayda geçmiştir. Ayrıca bunların diğer gıdalara kıyasla yüksek düzeyde çeşitli besin öğeleri ihtiva ettiği bildirilmiştir (Bofaris, Alzand, Ünal, Karadeniz, & Bartouh, 2018).

Türkiye’de 2,388’den daha çok makrofungus türleri yetişmektedir (Solak, 2007). Ülkemizde yalnızca kırksekiz takson *Terfezia* sp. olduğu bildirilmiştir (Türkoğlu, Castellano, Trappe, & Yaratankul Güngör, 2015).

Çeşitli sedir mantarı türleri, Trüf mantarı, çörek mantarı, *L. scabrum*, *H. repandum*, kuzu göbeği mantarı, *Lactarius* sp., *C. cibarius*, borazan mantarı ve imparator mantarı ülkemizde ihracatı yapılan makrofunguslardır (Allı, Şen, & Altuntaş, 2016).

Sonuç olarak, Türkiye yenebilen mantarların yetişmesi için uygun niteliktedir. Halk yabani mantarları yiyecek olarak tüketip ayrıca pazarlarda, yol kenarlarında satarak geçimini sağlamaktadır. Bunlarla beraber yurtdışına satılan yabani/ekili mantarlar ülkeye ekonomik katkı sağlamaktadır.

Mantarların kimyasal bileşimi ve beslenmedeki rolü.

İnsanın gereksinmesi olan ve besin bileşimindeki 40’tan fazla besin maddesi kimyasal yapı ve etkilerine göre protein, yağ, karbonhidrat, maden, vitamin ve su olarak 6 başlıkta incelenir (Toprak vd., 2002).

Mantarlar, ihtiva ettiği organik ve inorganik bileşenlerden dolayı insan beslenmesi için önem arz etmektedir (Bobek, Ginter, Jurcovicova, & Kuniak, 1991). Yenen makrofungusların besin öğeleri düzey değerleri iyi, tadı güzel ve hazmı kolaydır. Makrofungusların protein düzeylerinin et ile eşdeğer olduğu düşünülse çalışılan ekili makrofungusların protein düzeyleri, et ve balık protein düzeylerine göre çok düşük ancak çok çeşitli sebzelerle göre yüksek olduğu bildirilmiştir. Bununla beraber makrofungusların içerdiği

organik ve inorganik bileşiklerin sebzelerle karşılaştırılabilecek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Boztok, 1990).

Mantarların ihtiva ettiği besin öğeleri miktar düzeyi tür/alttür, toplandığı bölge ve zaman, genotipe göre değişmektedir (Denison, & Donoghue, 1988; Manzi, Aguzzi, & Pizzoferrato, 2001).

Nem içeriği; doku, tat, lezzet, renk, aroma, tekstür ve besin öğelerine etkisiyle, gıdalar için kalite kriteridir. Taze bir makrofungusun nem oranı %70,00-93,31 arasındadır. Fakat belirtilen oran tür/alttüre, mevsimlere, toplanma zamanına, çevre ve muhafaza faktörlerine göre değişir (Manzi, & Pizzoferrato, 2000).

Kuru madde; makrofunguslarda KM, %6- %14 oranlarında, düşük seviyelerdedir (Kalač, 2009). Makrofungusların KM'sini oluşturan başlıca bileşenler karbonhidrat, protein, lif ve mineraldir ve bunlar KM/ nem düzey oranıyla belirlenir (Kalač, 2013).

Karbonhidratlar, makrofungusların temel besin öğesini oluşturur. Toplam düzeyi KM'de %50-%65 arasındadır (Kalač, 2013). Makrofungusların sindirilebilir karbonhidrat düzeyleri genelde KM'de %1'den düşük mannitol ve glikoz ile KM'de %5-10 oranlarında glikojen ihtiva eder ve bu değerlerle enerji kaynağı olarak kullanılmaz (Cheung, 2010).

Protein ise makrofunguslarda KM'nin önemli ikinci bileşimidir ve besin değeri doğrudan buna bağlıdır (Wani, Bodha, & Wani, 2010). Makrofungusların ham protein düzeyi %15 ile %35 oranlarındadır (Diez, & Alvarez, 2001) ve bu oran tür/alttür, furuktifikasyon boyutu, toplanma zamanı vb. faktörlerden etkilenir (Chang, & Quimio, 1982). FAO bildirisine göre, makrofungusların proteini birçok bitkisel ve hayvansal proteine kıyasla kalitelidir (Lotfy, Fadel, El-Ghorab, & Shaheen, 2015).

Aminoasitlerin yapısı makrofungusun besin değeri ve tad/lezzet belirtecidir (Mau, 2005). Yabani yenen makrofungusların aminoasit içerik düzeylerinin yüksek düzeyde olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Ribeiro *vd.*, 2008).

Lipitler, ihtiva ettiği yağ içeriğinin düşük düzeyde olması bununla beraber doymamış yağlara kıyasla çoklu doymamış yağ düzeyinin daha fazla oluşu makrofungusların sağlığa faydalı olmasının sebeplerinden biridir (Bofaris *vd.*, 2018). Polar lipid düzeyi birçok makrofungusta %50' den daha yüksek orandadır. Makrofungus lipit içeriğinde yağ asidi 25'ten daha çoktur. (Pedneault, Angers, Gosselin, & Tweddell, 2006). Makrofungusların doymuş yağ asit konsantrasyon içeriği doymamış yağ asitten düşüktür. Zaten insan gıdası için doymamış yap asidi önemlidir (Çayan, Tel-Çayan, Özler, & Duru, 2017).

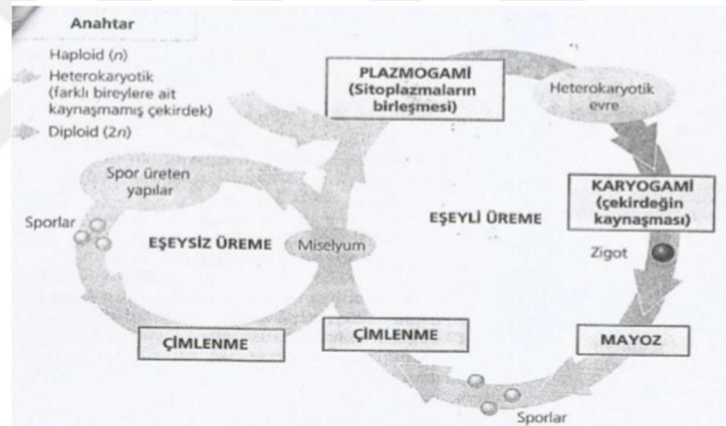
Kül, makrofungusların genel kül düzeyi sebzelerinkine kıyasla daha fazla veya yakındır. Bibliyografik veri ışığında, makrofungusların ihtiva ettiği çözünmez lif düzeyi çözünür lif düzeyinden daha yüksektir (Manzi, Marconi, Aguzzi, & Pizzoferrato, 2004).

Bunların yanında makrofungusların furiktifikasyonları önemli miktarda mineral maddeler de ihtiva eder. Makrofunguslardaki başlıca mineral elementler potasyum, fosfor, sodyum, kalsiyum, magnezyumdur ve bakır, çinko, demir, molibden, kadmiyum vb. maddelerse makrofungusun ikincil bileşenleridir (Wani vd., 2010). Potasyum, P, sodyum ve magnezyum makrofungusların toplam kül düzeyinin % 56 ile % 70 oranında oluşturur (Chang, & Quimio, 1982).

Mantarların ihtiva ettiği besin bileşikleri miktar düzeyi cins, tür/alttür, genotip, hasat zamanına göre değişebilmektedir.

Mantarlarda üreme.

Makrofungusların üreme akışı Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18. Makrofungusun genel hayat döngüsü (Reece vd., 2013).

Mantarlarda üreme hem eşeyli hem de eşeysiz olarak sporla oluşmaktadır. Eşeysiz üreme sporlarla bölünerek ve tomurcuklanma ile olur, eşeyli üreme gamet hücrelerinin birleşimiyle gerçekleşmektedir. Makrofungusların eşey hücrelerine zigospor, oospor, askospor ve basidiospor gibi isimler verilmiştir (Özcan, 2015).

Yüksek makrofungusların cinsiyetini belirleyen organları yoktur. Hepsinin basidiumda çekirdeklerin kısa bir süre için kaybolmasına yüksek bitki ve hayvanların döllenmesine benzeyen eşeyssel davranış; basidiumda çekirdeklerin birleşmesinde seksüel bir hareket olarak bakılabilir (Alan, 1981).

Eşeysiz üreme.

Makrofunguslar üremelerini sporlarıyla gerçekleştirirler. Aslında mantar olarak adlandırdığımız şeyler mantarların sporlarını oluşturmak için verdikleri meyvelerdir (Alan, 1981).

Eşeyli üreme.

Makrofunguslarda eşeyli üreme 3 aşamada gerçekleşir (Alan, 1981).

- Plazmogami (birbiri ile birleşebilir iki primer miselin birleşmesi)
- Karyogami (haploid iki çekirdeğin birbiriyle birleşmesi)
- Meiosis

Makrofunguslarda eşeyli üreme iki yerde gerçekleşir (Alan, 1981).

1. Basidiumda basidio sporların meydana gelmesinde
2. Primer miselyumda hiflerin birleşmesinde

Mantarların sınıflandırılması.

Yıllardır makrofungusların sınıflandırılması morfolojik ve mikroskopik özellikleriyle yapılmaktadır. Fakat günümüz teknolojisiyle gelişen imkânlar bu alandada yeni yöntemlerin oluşmasını sağlamıştır. Makrofunguslar, ribozomal RNA küçük alt ünitelerine göre filogenetik sınıflandırmada beş grupta incelenmiştir (Kirk, Cannon, Minter, & Stalpers, 2008).

Bunlar:

- Chytridiomycota,
- Zygomycota,
- Glomeromycota,
- Ascomycota,
- Basidiomycota'dır.

Alexopoulos ve Mims (1979) makrofungusları Regnum: Myceteae (Fungi) âleminde toplamıştır. Bu da aşağıda verilen belirtildiği gibi bir taksimata tabidir.

Tablo 6. *Makrofunguslarda Sınıflandırma*

Âlem (Kingdom)	Mycetae (mantarlar)
Divizyon	Mycota
Altdivizyon-1	Myxomycota (hücre duvarı olmayan mantarlar)
Altdivizyon-2	Eumycota (hücre duvarı olan mantarlar)
Sınıf-1	Mastigomycotina (zoosporlu mantarlar)
Sınıf-2	Zygomycotina (Zygomycetes)
Sınıf-3	Ascomycotina (Ascomycetes)
Sınıf-4	Basidiomycotina (Basidiomycetes)
Sınıf-5	Deuteromycotina (Deuteromycetes, fungi imperfecti)

Makrofungusların isimlendirilmesi, iki terimli olmaktadır. Birinci terim makrofungus cinsinin ismidir ve ilk harfi büyük yazılır. İkinci terim makrofungus türünün adıdır, italik yazılır.

Makrofungusların alt bölüm sıralaması alem, divizyon, alt divizyon, sınıf, altsınıf, order, familya, seksiyon, kabile, cins ve tür şeklindedir. Buna göre, makrofungus *H. capsulatum*'un taksonomik şeması Tablo 7’de gösterilmiştir (Tanker, Koyuncu, & coşkun, 1998).

Tablo 7. *Histoplasma Capsulatum Taksonomi*

Âlem	Mycetae
Divizyon	Mycota
Altdivizyon	Eumycota
Sınıf	Deuteromycetes
Order	Moniliales
Familya	Moniliaceae
Seksiyon	Amerosporeae
Kabile	Eleuriosporeae
Cins	Histoplasma
Tür	Histoplasma capsulatum

Şapkalı mantarlar.

Şapkalı mantarlar, mantarlar âleminin Ascomycetes ve Basidiomycetes sınıflarında yer almaktadırlar (Tamer, Gücin, & Solak, 2006). 30.000 üzerinde tür barındıran

Basidiomycetes sınıfı, bütün makrofungusların %20'sine tekabül etmektedir ve fungusların en gelişmiş türlerini içermektedir. Makrofunguslar olarak da bilinirler, çünkü küf mantarlarının aksine çıplak gözle rahatlıkla görülebilen yapılara sahiptirler. Sınıf isimlerini bu özel yapılarından almaktadırlar. Basidiomycetes sınıf ismi, hiflerin uçlarında farklılaşarak oluşan bazidium yapılarından gelmektedir (Boztok, 1990).

Mantarlarda sap veya şapka, yeterince besin maddesi toplayarak belli bir noktada yoğunlaşan sekonder misellerden meydana gelmektedir. Yoğunlaşan sekonder misellere tersiyer misel adı verilmektedir. Esas olarak, basidiokarpın yapıtaşı hif adı verilen tüp şeklinde iplikçilerdir (Boztok, 1990).

Şapkalı mantarların genel görüntüsü ve kısımları *Şekil 19*'da gösterilmiştir (<http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr>).



Şekil 19. Şapkalı mantarın genel görüntüsü ve kısımları.

Şapkalı mantarlar, kendilerine has benzersiz lezzeti ve yüksek besin değeri nedeniyle insanlar tarafından yüzyıllardır tüketilmektedir. Bazı mantarlar yüksek besin değeri, lezzeti ve ekonomik değeri için, bazıları ise tıbbi açıdan yararları nedeniyle önem kazanmaktadır. Şapkalı mantarların doğada yenilebilen ve yenilemeyen birçok türü bulunmaktadır. Ayrıca bazı türler uygun ortam koşullarında, talaş, saman, mısır koçanı, çeşitli tohumlu ve kabuklu bitki artıklarından oluşan kompostlarda yetiştirilerek ticareti yapılmaktadır (Lowore, & Boa, 2001). Ülkemiz, çeşitli iklim özellikleri ve jeolojik yapısı nedeniyle, çeşitli yenilebilir mantar türlerine ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle Karadeniz, Batı Anadolu gibi nemli ve yüksek kesimler ile Trakya Bölgesi'nde özellikle Ispiran Dağları'nda ve civarındaki yerleşimlerde çeşitli yenilebilir mantar türleri yetişmektedir (Yılmaz, Solmaz, Türkeul, & Elmastaş, 2006; Akyüz, Onganer, Erecevit, & Kırbağ, 2010).

Çoğu saprofit olan şapkali mantarlar, ağaç kabuğu, yapraklar, topraktaki çeşitli bitki örtüsü gibi ölü organik maddeler üzerinde yetişmektedir. Bu organik maddeler yapısında lignin, hemiselüloz, pektin gibi çeşitli karmaşık polisakkaritler barındırmaktadır. Mantarların bu maddeler üzerine tutunup büyümesi sırasında dokularında çeşitli biyokimyasal değişimler gerçekleşir. Organik maddeleri parçalayıcı ksilanaz, selülaz, lakkaz, peroksidaz gibi hidrolitik ve oksidatif enzim setleri sentezlenir ve ortama salınır. Bu nedenle mantarların gelişiminde ve beslenmesinde enzimler önemli rol oynamaktadır (Kuforiji, & Fasidi, 2008; Rashad, Abdou, Mahmoud, & Nooman, 2009).

Pleoutus türleri.

Pleurotus spp. Makrofunguslarının geneline Kayın mantarı denilmektedir. Bunların türlerinin rengi ve şekli farklılık göstermektedir. Ayrıca bunların arasında en fazla üretimi yapılan türleri; *P. ostreatus*, *P. citrinopileatus*, *P. pulmonarius*, *P. eryngii*'dir.

Kayın mantarları, doğada, bitkilerin üstünde çürükçül veya parazit yaşam sürerler. Bitki bileşenlerini parçalayabilme nitelikleri ile çürümek üzere olan veya ölmüş bitki ve ağaçların üzerinde kendiliğinden yetişirler.

Pleurotus türlerinin şapkaları, ürediği yere ve türe göre 5 ile 20 cm arasında ve yelpaze/dil görünümündedir. Şapkaların kenarı içe kıvrık ve lamellidir. Sapı şapkaya bağlayan nokta asimetrik şeklinde ve çukurdur. Genellikle kırık beyaz, pembemsi gibi farklı renklerde bulunur.

Ekilen kayın mantarlarının şapka kısımlarında; taze mantarda nem içeriği % 90.14 ile % 93.08, kurutulmuş mantarda karbonhidrat düzeyi % 40.13 ile % 46.2 ham protein düzeyi % 25.63 ile % 44.3, aa düzeyi 2.98 ile 8.63 mg/g, lipit 0.95 ile 3.16 mg/g, cal düzeyi 0.64 ile 2.10 mg/g, Fe düzeyi 6.1 ile 12.7 mg/g, K düzeyi 10.3 ile 33.2 mg/g, Mg düzeyi 9.40 ile 18.9 mg/g, Na düzeyi 0.78 ile 1.15 mg/g, P düzeyi 118 ile 220 mg/g arasında, selüloz % 27.4 ile % 46.2, hemisellüloz % 23.40 ile 40.30, lignin % 14.00 ile %20.40 ve ham lif ise % 11.40 ile % 20.48 arasında bildirilmiştir (Ragunathan, & Swaminathan, 2003).

Bu özellikler Pleurotus mantarı yetiştiriciliğini diğer mantarlara kıyasla mantar üretimi için mükemmel bir alternatif haline getirmektedir. Bu nedenle, vasıfsız çiftçiler için diğer mantarlardan daha iyidir. Mantar yetiştiriciliği alternatif bir istihdam sağlar ve kırsalda dezavantajlı gruplara besin anlamında katkıda bulunur (Josiane, Estelle, & Francis, 2018).

Her geçen gün artan nüfus ve çeşitlenen agroendüstriyel atıklar büyük hacimlere ulaşmakta ve ticari sömürünün yanı sıra çevresel problemlere de neden olmaktadır. Bu atıklar

kimi zaman tarlada bırakıldığı gibi kimi zamanda yakılarak ortadan kaldırılmak istenmektedir. Ancak yakılan atıklar atmosfere karbondioksit olarak dönmekte bu da küresel ısınmaya sebep olan sera gazlarının açığa çıkmasına neden olmaktadır. Pleurotus mantarı bu noktada devreye girmekte ve bertarafı sorun olan atığı üç ana çıktıya döndürerek çevreye ve canlılara yararlı hale getirmektedir. İlk olarak bitkisel atıklar kullanarak yararlı kompost oluşturulmaktadır. İkinci çıktı olarak; kompostlardan besleyici değeri oldukça yüksek olan katma değerli bir ürün elde edilmektedir. Üçüncü çıktı olarak ise; mantar üretim sonrası işi biten kompostlar hayvan yemi veya gübre olarak kullanılmaktadır. Hazırlanan kompostlar ülkeden ülkeye hatta şehirden şehre de değişebilmektedir. İçeriğindeki tarım veya orman atıklarının tür farklılığı mantarın tadında, besin değerlerinde, kokusunda ve dokusunda farklılıklar yaratmaktadır. Günümüzde çok farklı kompostlardan mantar üretilmekte ve bu mantarlar besin değerleri açısından kıyaslanmaktadır (Yıldız, Yılmaz, & Kılıç, 2017; Yılmaz, Yıldız, Tabbouche, Kılıç, & Can, 2016; Yılmaz, Yıldız, Yıldırım, & Aydın, 2016; Yalınkılıç, Altun, Baysal, & Demirci, 1995).

Türkiye’de Kayın mantarı üretiminin arttırılması için bölgelerin iklim, toprak, bitki örtüsü gibi koşullarına uyumlu Pleurotus türleri belirlenmeli, üretim yöntemleri tespit edilmelidir. Türkiye’de Kayın mantarının yetiştirilmesi bununla beraber kullanımının arttırılması halk için gelir kaynağı ayrıca istihdam sağlayacaktır.

***Pleurotus eryngii* mantarı.**

Pleurotus türleri arasında son zamanlarda üretimi en fazla ilgi uyandıran türlerden biri *P. eryngii*’dir. Bu mantarın tadının diğer Pleurotus türlerine göre daha güzel olduğu belirtilmektedir (Rodriguez Estrada, 2008).

P. eryngii, kültürü yapılan diğer Pleurotus türlerine göre daha uzun kullanım süresi, geniş meyve şekli, kalın dokusu, sap ve şapkasının daha yoğun, sert ve dolgun olması, daha lezzetli olması, aroması, önemli düzeyde besin ögesi ihtivası, tıbbi nitelikleri, piyasa değeri gibi özelliklerinden günümüzde üretimi üzerinde önemle durulmaktadır (Kibar, 2016).

Bu mantar türünün besin değerinin oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (Alan, & Padem, 1991; Akyüz, 2008).

P. eryngii; Basidiomycetes sınıfı Agaricales takımı ve Pleurotaceae familyası içinde yer almaktadır. Bu mantarın şapkası etli, 4 ile 15 cm çapında, konveks ya da düz, gri-beyaz renkte, sap 310 cm uzunluğunda, 1-3 cm kalınlığında, lamelleri krem-sarı, etli yapısı beyaz renkte, sporları silindirik, beyazımsı ve 10-14x5-6 µm büyüklüğündedir (Rambelli, 1983).

P. eryngii rakımın 1500 ile 2000 metre arası olduğu yerlerde, toprak ve bazı bitki kökleri üzerinde kendiliğinden oluşmaktadır. *P. eryngii*'nin özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde orman köylülerinin “çaşır” veya “çakşır” ismiyle pazarlarda sattıkları belirtilmiştir (Öder, 1980).

Ülkemizin daha çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde doğal olarak yetişen ve bölge halkı tarafından sevilerek tüketilen *P. eryngii* mantarının dolgun bünyesinin etli ve kurtlanmadan uzun zaman muhafaza edilebildiği, sıkıca, katı, tatlı ve kokusunun ehemmiyetsiz olduğu bununla beraber yüksek oranda aminoasit miktarı ve mineraller içerikleri, diğer türlere nazaran düşük yağ oranı nitelikleriyle özellikle sağlık bakımından pozitif etkileri olduğu belirtilmiştir (Akyüz, & Kırbağ, 2007).

Mantarların biyolojik aktiviteleri.

Bir zararlı reaksiyonu veya organizma üzerinde kontrol edici etki gösteren, onu zararsızlaştıran veya yok edici etkilerin hepsine biyolojik etkinlik aktivite adı verilir (Yıldız, 2011).

Biyolojik aktivite *in vivo* ve *in vitro* olarak test edilebilir. *In vitro* çalışma laboratuvar ortamında canlı organizma kullanılmadan gerçekleştirilen bütün deneye dayalı çalışmalardır. *In vivo* çalışmalar ise doğrudan canlı üzerinde yapılan çalışmalar olup bakterilerden deney hayvanlarına sıçanlar, tavşanlar, böcek ve haşerelere ve insan organizmasına kadar yapılan testlerin tümünü kapsayan en sağlıklı çalışmadır. Ancak bu çalışmalar ciddi sorumluluk ve mutlaka etik kurul onayı gerektirir. Bundan dolayı ilk çalışmalar *in vitro* olarak yürütülür ve olumlu sonuç alınması halinde daha sonra *in vivo* çalışmalar yapılır (Ulusoy, & Kolaylı, 2014).

Biyolojik aktivite çeşitleri, antioksidan etki, antibakteriyal etki, antiviral etki, antiinflamatuvar, antitumoral, anti-diyabetik, anti-repellent, akarikadal (böcek ve parazit öldürücü) etki, enzim inhibisyonları ve aktivasyonları çalışmalarıdır (Ulusoy, & Kolaylı, 2014).

Makrofunguslar taşıdıkları etkili maddelerden dolayı antimikrobiyal, hipoglisemik, antihiperlipidemik, antiinflamatuvar ve analjezik gibi geniş bir biyolojik aktivite spektrumuna sahiptir. β -glukan, antitümör gibi birçok biyolojik aktivite etkisiyle ilişkilendirilmiştir. Bu maddeyi ihtiva eden mantarlar kral mantarı, kavak mantarı, chaga mantarı, aslan yelesi mantarı ve maitake mantarlarıdır.

Günümüzde birçok bakteriyel hastalığın tedavisinde kullanılan penisilin, makrofungus *Penicillium chrysogenum*'dan üretilmiştir. Ayrıca makrofunguslardan alınan alkaloidler ilgili ilaç üretiminde kullanılmaktadır (Hobbs, & Humphries, 1995; Pekşen, 2013).

Alan Yazın Derlemesi.

Yenilebilir yabani ve ekili mantarların farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstratlarının biyolojik aktivilerinin, makro, mikro ve temel bileşen içeriklerinin, tıbbi potansiyel, biyoaktif özelliklerinin incelendiği araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan örnekler vermek mantarların genel olarak besin içeriği hakkında fikir oluşması açısından önemlidir.

Elmastas vd. (2006) yapmış oldukları çalışmada, *Morchella vulgaris* (EEM) ve *Morchella esculenta*'nın (EEM) etanol ekstratlarını, indirgeme gücü, serbest radikal süpürme, süperoksit anyon radikal süpürme, toplam antioksidan ve metal çelatlama aktivitesini içeren farklı sistemlerde antioksidan aktiviteleri açısından analiz etmişlerdir. EEMV ve ME'nin 50, 100 ve 150 g/mL konsantrasyonlarda benzer indirgeme gücüne, serbest radikal süpürme, süperoksit anyon radikal süpürme, hidrojen peroksit süpürme ve metal çelatlama aktivitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bunların çeşitli antioksidan aktivitelerini, bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksitolüen (BHT) ve α -tokoferol gibi standart antioksidanlarla kıyaslamışlardır. EEMV'nin farklı konsantrasyonlarının linoleik asit sisteminde peroksidasyon üzerindeki yüzde inhibisyonunu sırasıyla %85 ve %87 olarak belirlemişlerdir. Bu değerleri 100 ve 250 μ g/mL α -tokoferolünkinden (sırasıyla %50 ve 77) daha yüksek ve 250 μ g/mL BHA'ya (sırasıyla %85,87) benzer olarak tespit etmişlerdir. EEME'nin farklı konsantrasyonlarının linoleik asit sisteminde peroksidasyon üzerindeki yüzde inhibisyonunu, sırasıyla %80 ve %87 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerleri de 100 ve 250 μ g/mL α -tokoferolünkinden (%50, 77) daha yüksek ve 250 μ g/mL BHA'ya (%87) benzer olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan, 100 ve 250 μ g/mL BHT'nin yüzde inhibisyonunu sırasıyla %97 ve %99 bulmuşlardır. Ek olarak, EEMV ve EEME'deki toplam fenolik bileşikleri galik asit eşdeğeri olarak belirlemişlerdir.

Hu, Zhang, Lei, Yang ve Sugiura (2009) yapmış oldukları çalışmada, *Inonotus obliquus*'un sıcak su (50 °C, 70 °C ve 80 °C) ve etanol ham ekstratlarının antioksidan aktivitelerini, süperoksit dismutaz (SOD) ve (1,1-difenil-2-pikrihidrazil) (DPPH) radikal süpürme aktivite analizleri ile araştırmışlardır. Ayrıca insan kolon kanseri DLD-1 hücrelerinde ekstraktların antiproliferatif etkilerini ve apoptozu indüklemeye kabiliyetini incelemişlerdir. Dört ekstrakt arasında etanol ekstraktının (EE), DLD-1 hücreleri üzerinde en güçlü SOD-benzeri aktivite ve antiproliferatif etkiyi sergilediğini ve EE'ye maruz bırakmanın

apoptozisin indüklenmesiyle sonuçlandığını belirlemişlerdir. Hâlbuki sıcak su ekstraktlarına (HWE'ler) maruz bırakılan DLD-1 hücrelerinde apoptoz gözlenmediğini tespit etmişlerdir. 70 °C'de HWE (HWE70), en güçlü DPPH radikal süpürme aktivitesini (EC50, 126 µg/ml) gösterirken, EE'nin en zayıf aktiviteyi sergilediğini (EC50, 224 µg/ml) belirlemişlerdir.

Ju vd. (2010) buhar muamelesinin Chaga mantarlarında (*Inonotus obliquus*) serbest fenolik asitler üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada muamele edilmemiş ve buharla muamele edilmiş (120 °C, 3 saat) *I. obliquus* örnekleri organik çözücüler ile ekstrakte edilmiş ve serbest fenolik asit içeren fraksiyonlar izole edilmiştir. Serbest fenolik asitler, LC / PDA (sıvı kromatografisi/fotodiyot dizisi), ESI LC/MS (elektrosprey iyonizasyon sıvı kromatografisi/kütle spektrometrisi) ve GC/MS (gaz kromatografisi/kütle spektrometrisi) ile belirlenmiştir. Buhar muamelesinden sonra, modifiye Folin-Ciocalteu yöntemiyle belirlenen çözünür fenolik içerik arttırılmış ve DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikal süpürücü aktivite yöntemi ile antioksidan aktivite zenginleştirilmiştir. Buhar muamelesinin sonucu olarak vanilik asit, protokatejik asit, şıngaik asit ve 2,5-dihidroksitereftalik asit miktarları önemli ölçüde arttırılmıştır. Bunun sonucu olarak düşük molekül ağırlıklı serbest fenoliklerin serbest hale geçmesinin buharlama muamelesi ile arttırıldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, radikal süpürme aktivitesi de bu yöntem kullanılarak üretilen serbest fenolikler tarafından önemli ölçüde arttırılmıştır.

Kumari, Reddy ve Upadhyay (2011) yaptıkları çalışmada, Hindistan'ın Kuzeybatı Himalaya Bölgesi'nden toplanan 18 adet yenilebilir *Cantharellus* türü mantarların bazik bileşimi (nem, toplam karbonhidratlar, diyet lifi, ham yağ, kül, azot ve protein) ve amino asit içeriklerini (yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile) belirlemişlerdir. Genel olarak makro besin profili, yabani mantarların zengin protein ve karbonhidrat kaynakları olduğunu ve düşük miktarda yağ içerdiğini ortaya koymuştur. Bu mantarların su ve metanol ekstraktlarının toplam fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini de belirlemişlerdir. Bu yabani mantarların ayrıca önemli miktarda fenol içeriği ve antioksidan kapasitesinin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalar ayrıca, mantar bazlı nutrasötiklerin hazırlanması için mantarların seçiminde yararlı bir veri tabanı olarak hizmet edebilen 18 yerli mantar türünün kesin antioksidan olduğunu göstermiştir.

Gao, Yan, Wang ve Yu (2012) yapmış oldukları çalışmada *Ramaria botrytis*, *Lyophyllum decastes* ve *Mycoleptodonoides aitchisonii*'den elde edilen sıvı fermantasyon malzemelerinin in vitro antitümör, antioksidan ve ACE inhibitör aktivitelerini araştırmışlardır. Sonuçlar, *Ramaria botrytis*'den elde edilen miselyum ekstraktlarının, insan HCC hücre dizisi SMMC7721 üzerinde önemli derecede (IC50=0.284±0.005mg/ml, p<0.001) daha yüksek anti-

proliferatif etkiye sahip olduğunu, sıvı fermente edilmiş *Ramelyus botrytis* miselyumunun, antitümör ve antioksidan potansiyeli olan güçlü bir doğal bileşik kaynağı olduğunu göstermiştir. Ayrıca *Lyophyllum decastes*'in miselyumunun ACE inhibe edici aktiviteye sahip güçlü bir doğal bileşik kaynağı olduğunu tespit etmişlerdir.

Makropoulou vd. (2012) yaptıkları çalışmada, yenilebilir mantar *Gomphus clavatus*'un (Family Gomphidae) ham ekstraktlarını, toplam fenolik içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve MCF-7 ve PC-3 kanser hücre hatlarına karşı sitotoksik aktiviteleri açısından değerlendirmişlerdir. Toplam fenolik ve antioksidan aktivite ile ilgili olarak, metanol ekstraktının, 3mg/mL'de %45,5 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil inhibisyonu ile en güçlü radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini belirlemişlerdir. Metanol ekstraktının kimyasal olarak daha fazla araştırılması, aralarında dört ergosterol türevi bulunan dokuz bileşiğin izole edilmesine ve tanımlanmasına yol açmıştır. Sitotoksikite ile ilgili olarak, diklorometan (DCM) ekstraktının, MCF-7 ve PC-3 hücre hatlarında sırasıyla 55,3 ve 49,0 lg/mL yarı-maksimum inhibitör konsantrasyon (IC50) değerleri ile dikkat çekici aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. DCM ekstraktının daha fazla araştırılmasının, yağ asitleri metil esterlerinin tanımlanmasına ve dört yağ asidi ve üç ergosterol türevinin izole edilmesine yol açtığını belirtmişlerdir. Ergosterol peroksitin (bileşik 6), en aktif bileşenlerden biri olduğunu, MCF-7 ve PC-3 hücreleri için IC50 değerlerinin sırasıyla 35,8 IM ve 30,6 IM olduğunu belirlemişlerdir. Bu bulgularla *G. clavatus*'un antioksidan ve kemopreventif aktiviteleri olan tıbbi bir gıda olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir.

Nguyen, Nagasaka ve Ohshima (2012) yaptıkları çalışmada, ekstraksiyon çözücülerinin, yaygın pişirme yöntemlerinin ve depolama koşullarının yenilebilir mantar *Flammulina velutipes* meyve organının ve farklı sıcaklıklarda depolanan sıcak su ekstraktının ESH içeriği, toplam fenoller (TP'ler) ve antioksidan kapasitesi üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Pişirme prosedürleriyle ilgili olarak, suda kaynatmanın hem ESH hem de TP'lerin en yüksek antioksidan aktivite kayıplarına neden olduğunu belirlemişlerdir. Çiğ mantarların meyve organlarındaki ESH içeriklerinin hem karanlık hem de floresan aydınlatma koşullarında 8 günlük soğuk depolama sonrasında önemli ölçüde azaldığını, bununla birlikte, floresan ışığı altında depolanan çiğ mantardaki TP içeriğinin, 10 günlük soğutma sırasında önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir. Buna karşın, meyve organlarının ESH, TP içeriği ve ayrıca DPPH radikal süpürme yeteneğinin 18 °C 'de, 15 gün donmuş depolamada değişmeden kaldığını belirlemişlerdir. Aynı durumun, plastik tüplerde paketlenmiş mantar ekstraktı ile de elde edildiğini belirtmişlerdir. DPPH radikal süpürme aktivitesi ile ESH içerikleri arasındaki korelasyonun, TP bileşiklerinden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Nguyen vd. (2012) yılında yapmış oldukları çalışmada, *Pleurotus ostreatus*'un iki organik ekstraktının fitokimyasını, antioksidan ve antimikrobiyal potansiyellerini incelemişlerdir. Genel olarak, her iki ekstraktın, sırasıyla agar kuyu difüzyon metodu ile en yüksek gram +, gram- ve fungal hassasiyeti gösteren *Bacillus subtilis* (7,6-7,8 mm), *Escherichia coli* (7,6-8,2 mm) ve *Saccharomyces cerevisiae* (10,5-10,8 mm) ile test edilen izolatların %89,8'ine karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte petrol eteri ekstraktının (PE), aseton ekstraktından (AE) daha fazla anti-gram negatif bakteriyel aktivite sergilediği tespit edilmiştir. AE, PE ile karşılaştırıldığında, AE'nin daha yüksek toplam fenolik içerik ve in vitro antioksidan kapasite gösterdiği belirtilmiştir. Ekstraktların fitokimyasal analizlerin, düşük ile orta seviyelerde terpenoid, tanen, steroidal glikozit ve karbonhidrat seviyeleri gösterdiği, flavonoidler, alkaloidler ve sinojenik glikozitlerin tespit edilmediği belirlenmiştir. Sonuçlar *P. ostreatus*'un antimikrobiyal ve antioksidan potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Kabarık mantar *Lycoperdon molle Pers*'in (Basidiomycota, Fungi) serbest radikal süpürme (FRS) aktivitesi, lipid peroksidasyon inhibisyonu (ILP) ve Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC) metodları kullanılarak in vitro antioksidan potansiyelinin incelendiği başka bir çalışmada numunelerin metanol, etanol, aseton ve dimetil sülfoksit (DMSO) dâhil olmak üzere çeşitli organik çözücüler içindeki FRS aktivitesinin %44,00-89,60 ve ILP aktivitelerinin %32,00-54,41 arasında olduğu bulunmuştur. Metanol ekstraktının, standart antioksidanlar bütillenmiş hidroksianisol ve bütillenmiş hidroksitolüen (BHT) ile karşılaştırıldığında en yüksek FRS (%89,60) ve ILP (%54,41) seviyeleri gösterdiği belirlenmiştir. TEAC değerinin standart suda çözünen E vitamini analogu Trolox'a (3,9 mM) kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur. *Lycoperdon molle* ekstraktlarının antimikrobiyal incelemesinin test edilen mikroorganizmalara karşı negatif olduğu belirlenmiştir. Elektrosprey iyonizasyon kütle spektrometrisi (ESI-MS) kullanılarak, numunelerin fosfoetanolamin, monometil arsenik asit, fosfatidil gliserol, fosforiyonositol, fosfoserin ve lisofosfatidil kolin gibi bileşikler içerdiği tespit edilmiştir. *Lycoperdon molle*'nin standartlara kıyasla güçlü antioksidan yeteneği gösterdiği bildirilmiştir (Singh, Singh, D'Souza, Roy, & Singh, 2012).

Zeng vd. (2012) yapmış oldukları çalışmada, seçilmiş beş yenilebilir yabani Avustralya mantarını (*Morchella elata*, *Suillus luteus*, *Pleurotus eryngii*, *Cyttaria gunni* ve *Flammulina velutipesi*) antioksidan kapasiteleri ve mineral içerikleri bakımından değerlendirmişlerdir. Kurutulmuş mantar kapaklarının metanol ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri, çoklu-mekanistik antioksidan aktivitelerin değerlendirilmesindeki bir dizi farklı kimyasal reaksiyon kullanılarak belirlenmiştir. Bunlar arasında Trolox eşdeğer antioksidan

kapasitesi, ferrik iyon indirgeyici antioksidan gücü ve demir iyon çelatlama aktivitesi olduğu belirtilmiştir. Kurutulmuş mantar kapaklarının mineral içeriklerini de endüktif olarak eşleşmiş plazma-optik emisyon spektroskopisi ile tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, bu yenilebilir yabani mantarların (*C. gunnii* hariç), yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduklarını ayrıca bakır, magnezyum ve çinko gibi çok sayıda esansiyel mikro besin seviyesine sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Vamanu (2013) yapılan çalışmada, Romanya pazarlarında bulunan mantar *Pleurotus ostreatusu*'un dört farklı ekstraktının antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Antioksidan aktivite, indirgeme gücü, serbest radikal süpürme etkisi, lipid peroksidasyonunun engellenmesi ve demir iyonları üzerinde çelatlama etkileri ile belirlenmiştir. Etanol ekstraktı, en yüksek serbest radikal süpürücü ve metal çelatlama aktivitesi sergilemiştir. Böylece, önemli pozitif korelasyonlar, etanol ekstraktının antioksidan etkisinin, fenolik ve flavonoid bileşiklerin varlığının bir sonucu olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, lipid peroksidasyonunu inhibe etme yeteneğinin çözücüye bağlı olduğu tespit edilmiştir: metanol> etanol> soğuk su> sıcak su. Dört ekstraktta da, antioksidan özelliklere sahip farklı molekül tipleri belirlenmiştir.

Suseem ve Saral (2013) yaptıkları çalışmada, mantar *Pleurotus eous*'un ham ekstraktlarının toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik, flavonoid içeriğini incelemişlerdir. Çalışma metanol, etil asetat, sulu ve evcil hayvan eter ekstraktları hazırlanarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, *P.eous*'un metanolik ekstraktının etil asetat, petrol eteri ve sulu ekstraktlardan daha yüksek antioksidan kapasitesine (sırasıyla 88,56 ve 34 mg BHT / 100 mg MeOH, EA, PE özleri) fenolik içeriğe (354,59, 189,37, 146,38 ve 142,98 mg/gm sırasıyla MeOH, EA, PE, Aqs ekstraktlarının kuru kütlesi) ve flavonoid içeriğine (sırasıyla Quercetin cinsinden 334,785, 257,60, 152,173 ve 93,48 mg/gm kuru kütle MeOH, EA, Aq, PE ekstraktları cinsinden) sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma bu mantar türlerinde bulunan güçlü fenolik ve flavonoid bileşiklerin izolasyonu için metanolün iyi bir çözücü olabileceğini göstermiştir. Metanol ekstraktının detaylı araştırılması, iyi bilinen doğal antioksidanlar olan flavonoidler ve tanenler gibi poli-fenollerin varlığını doğrulamıştır. *P.eous* ekstraktlarının antioksidan potansiyeli, polifenolik bileşiklerin varlığından dolayı doğrulanmıştır.

Singdevsachan, Patra ve Thatoi (2013) yaptıkları çalışmada, iki yenilebilir mantar türünün (*Lentinus sajor-caju* ve *Lentinus torulosus*) besinsel ve tıbbi potansiyelini (antioksidan ve antibakteriyel aktivite) incelemişlerdir. Genel olarak bu mantarların makro besin profili incelendiğinde, yüksek protein (27,31-28,36 g / 100 g), karbonhidrat kaynağı (64,95-68,24 g / 100 g) olduğu, düşük miktarda yağ (1,36-2,42 g / 100 g) ve iyi miktarda

mikro besin (vitamin ve karotenoidler) ve mineraller (P, K, Mn, Ni ve Fe) içerdikleri belirlenmiştir. Mantarların çözücü ekstraktlarının (etanol, metanol ve su), fenol, flavonoid ve toplam antioksidan kapasiteyle birlikte %70,54'e kadar süpürme aktivitesi ile güçlü antioksidan özellikler (ABTS, DPPH, H₂O₂ ve metal çelatlama aktiviteleri) sergilediği belirlenmiştir. Her iki mantarın da *Streptococcus aureus* ve *Vibrio cholerae*'ya karşı orta derecede antibakteriyel aktivite (11,0-18,33 mm inhibisyon zonları) gösterdiği tespit edilmiştir.

Yildirim-Akatin, Colak ve Saglam-Ertunga (2013) yaptıkları çalışmada, *L. pyriforme*'den bir esterez karakterize etmişlerdir. Enzim, pH 8,0 ve 40 °C'de, bir substrat olarak p-nitrofenil asetat ile maksimum aktivite göstermiştir. Km ve Vmax değerleri sırasıyla 2,13 mM ve 0,65 U/mg protein olarak hesaplanmıştır. Enzim aktivitesi, 24 saatlik inkübasyondan sonra 4 °C'de geniş bir pH aralığında (3,0-9,0) %90'dan fazla korunmuştur. Aktivite, 40 °C'de 120 dakikalık inkübasyonun ardından %37±3,6 artmıştır. Li⁺, Mg²⁺ ve Ca²⁺, enzimi sırasıyla %12±1,8, 16±2,5 ve 15±2,5 aktive etmiştir. Esterazın, Triton X-114, Triton X-100, Tween 20 ve sodyum dodesilsülfat gibi bazı deterjanlar tarafından farklı oranlarda inhibe edildiği belirlenmiştir. %10'luk (h/h) son konsantrasyonda metanol ve dimetilsülfoksit varlığında aktivitesinin çoğunu muhafaza etmiştir. Mevcut çalışmada, *L. pyriforme esterez*'in pH ve orta derecede termal stabilitesi ve bazı organik çözücüler içindeki aktivitesi, deterjan ve kâğıt endüstrisi gibi bazı endüstriyel amaçlar için faydalı olabileceği bildirilmiştir.

Doğan ve Akbaş (2013) yapmış oldukları çalışmada, *A. caesarea*'nın insan sağlığı için tıbbi öneminin değerlendirilmesini amaçlamışlardır. *A. caesarea*'nın antioksidan kapasitesini, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikalleri, b-karoten-linoleik asit analizi, indirgeme gücü ve fenolik içeriği üzerine süpürme etkisi yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. *A. caesarea*'nın kloroform, aseton ve metanol ekstraktlarını, dört Gram-pozitif, beş Gram-negatif bakteriye ve bir mayaya karşı antimikrobiyal aktiviteleri açısından bir mikro dilüsyon yöntemi uygulayarak test etmişlerdir. Yağ asitlerini, gaz kromatografi analizi yöntemi ile belirlemişlerdir. *A. caesarea*'nın DPPH radikalleri üzerindeki süpürme etkisini, 0,5 mg/mL konsantrasyonda %40,91 ve indirgeme gücünü, 1,2 mg/mL konsantrasyonda 0,451 mg/mL olarak tespit etmişlerdir. Fenolikleri kateşin (32,5mg/g), ferulik asit (7mg/g), p-kumarik asit (6mg/g) ve sinamik asit (6,2mg/g) olarak belirlemişlerdir. Test mikroorganizmalarına karşı gözlenen en yüksek minimum inhibitör konsantrasyon, *Candida albicans*'a karşı aseton ekstraktı (4,8 mg/mL konsantrasyon) ile yapılmıştır. *A. caesarea*'dan otuz yedi farklı yağ asidi belirlemişler ve oleik asiti (%58) baskın bileşen olarak tespit etmişlerdir.

Gan, Nurul Amira ve Asmah (2013) yapmış oldukları çalışmada, sulu ve %60 etanol ekstraktında *Agaricus bisporous* (beyaz düğme mantarı) ve *Agaricus brasiliensis* (Brezilya mantarı)'un antioksidan aktivitesini, toplam fenolik içeriği (TPC) ve toplam flavonoid içeriğini (TFC) ölçmüş ve karşılaştırmışlardır. Düğme mantarının (21,47±0,48 mg GAE/g kuru ağırlık) sulu ekstraktının önemli derecede yüksek TPC'ye sahip olduğunu, Brezilya mantarının (12,50±0,22 mg GAE/g kuru ağırlık) ise %60 etanolde önemli derecede daha yüksek TPC'ye sahip olduğunu belirlemişlerdir (p<0,05). TFC açısından, Brezilya mantarının her iki çözücü türünde düğme mantarından daha fazla içeriğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir. FRAP deneyi için, Brezilya mantarının, %60 etanolde (p <0,05), düğme mantarından önemli ölçüde daha yüksek toplam antioksidan aktiviteye sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. DPPH radikal süpürme aktivitesi için, Brezilya mantarının (%60 etanol) en düşük EC50 değerine sahip olduğunu, bunu sırasıyla düğme mantarı (%60 etanol), Brezilya mantarı (sulu) ve düğme mantarının (sulu) takip ettiğini belirtmişlerdir.

Athanasakis, Aligiannis, Gonou-Zagou, Skaltsounis ve Fokialakis (2013) yapmış oldukları çalışmada, yenilebilir mantar *Lactarius salmonicolor*'un (Russulaceae) meyve organlarını, polariteyi arttıran çözücüler ile ekstrakte etmişler ve antioksidan kapasitelerini 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Ek olarak, toplam fenolik içeriklerini Folin-Ciocalteu yönteminin bir modifikasyonu ile değerlendirmişlerdir. Metanol ekstraktının en güçlü radikal süpürme aktivitesi gösterdiğini (3 mg/mL ve 6,8 mg gallik asit eşdeğerleri/g kuru ekstraktta DPPH'nin %36,7'sinin inhibisyonu) belirlemişler ve daha sonra fraksiyonlarına ayırmışlardır. Total fenolik içeriği ve antioksidan aktivitenin, artan polaritenin fraksiyonlarında önemli derecede daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Singdevsachan, Patra, Tayung, Sarangi ve Thatoi (2014) yapmış oldukları çalışmada, (Similipal Biosphere Reserve) SBR'nin 3 yabani yenilebilir mantarı *Russula vesca*, *Russula delica* ve *Termitomyces arrhizus*'u antioksidan ve antibakteriyel potansiyelleri ile birlikte besinsel ve mineral içerikleri açısından analiz etmişlerdir. Sonuçlar bu üç mantarın, umut vaad edici biyoaktif özelliklere (antioksidan ve antibakteriyel potansiyeller) sahip besin (protein, karbonhidrat, nişasta, indirgen şekerler ve düşük yağlar), mikro besin (vitaminler ve karotenoidler) ve minerallerin zengin kaynakları (P, K, Mn, Co, Ni, Cr, Fe) olduğunu göstermiştir. Genellikle, bu mantarlarda mikro besinler (vitamin ve karotenoidler) ve mineraller önemli miktarda mevcut iken yüksek miktarda protein (22,82–35,17 g/100 g) ve karbonhidrat (45,68–63,27 g/100 g) ve düşük oranda yağ (2,03–4,62 g/100 g) bulunduğu belirlenmiştir. İncelenen yabani mantarların üç farklı çözücü ekstraktının (etanol, metanol ve

sulu) antioksidan potansiyellerinin, 100 lg/ml konsantrasyonda %89'a kadar süpürme potansiyeline sahip güçlü antioksidan özellikler (ABTS, DPPH, H₂O₂ ve metal çelatlama aktiviteleri) gösterdiği belirlenmiştir. Toplam fenol içeriğinin 21,92–41,99 mg katekol/g ekstraktı ve flavonoid 2,53–7,52 mg quercetin/g ekstraktı arasında olduğu belirtilmiştir. Çalışılan mantarların, Amphoxyllin standardı ile kıyaslanabilir altı insan patojenik bakterisine karşı 13 ile 30 mm arasında inhibisyon zonu ile orta derecede antibakteriyel özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir.

Özyürek, Bener, Güçlü ve Apak (2014) yapmış oldukları çalışmada, üç yabancı yenilebilir mantardan elde edilen polifenoller için bir mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE) prosesi incelemişlerdir. Optimum ekstraksiyon koşullarının %80 metanol konsantrasyonu, 80 °C ekstraksiyon sıcaklığı ve 5 dakikalık ekstraksiyon süresi olduğu bulunmuştur. *Terfezia boudieri* Chatin, *Boletus edulis* ve *Lactarius volemus*'un metanol ekstraktlarının antioksidan kapasitesini değerlendirmek için farklı antioksidan analizleri (toplam antioksidan kapasitesi (TAC) ve toplam fenolik içeriği (TPC) kullanılmıştır. Bu ekstraktların reaktif türlerinin süpürme aktiviteleri in vitro olarak da incelenmiştir. *B. edulis*'in daha yüksek TAC ve TPC gösterdiği belirlenmiştir.

Sharma ve Gautam (2015) yapmış oldukları çalışmada, yirmi adet yabancı mantar türünün kimyasal, biyoaktif ve antioksidan potansiyelini değerlendirmişlerdir. Protein, ham yağ, lifler, karbonhidratlar ve monosakaritler gibi besinleri analiz etmişlerdir. Ayrıca, bu türler üzerinde toksik bileşiklerin tespiti ile ilgili ön çalışma yapmışlardır. Biyoaktif bileşik olarak yağ asitleri, amino asitler, tokoferol içeriği, karotenoidleri (β -karoten, likopen), flavonoidler, askorbik asit ve antosiyanidinler değerlendirmişlerdir. Tüm türlerin meyve organı ekstraktını farklı tipteki antioksidan analizleri için test etmişlerdir. Bireysel türlerin net değerlerinde farklılıklar görülmesine rağmen, bütün türlerin protein ve karbonhidrat bakımından zengin ve yağ bakımından fakir olduğunu bulmuşlardır. Glukozun majör monosakkarit olduğu belirlemişlerdir. Diğer biyoaktif bileşiklerin önemli miktarlarda bulunduğunu tüm türlerde UFA'nın (%65-70) SFA'ya (%30-35) göre üstünlüğünü tespit etmişlerdir. Tüm türlerin, antioksidan kapasiteler için daha yüksek etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sezer, Süfer ve Sezer (2017) kurutulmuş *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus ostreatus*'u ayrı ayrı %80 metanol, etanol ve aseton ile ekstrakte etmiş oldukları çalışmada, ekstraktların toplam fenolikleri ve antioksidan aktivitelerini, sırasıyla Folin-Ciocalteu metodu ve DPPH ve FRAP metotları ile belirlemişlerdir. Toplam en yüksek fenolik içeriklerini, kurutulmamış *A. bisphorus* ve *P. ostreatus*'un metanol ekstraktında sırasıyla 31727 mg GAE (db.de), 33201 mg

GAE (d.b.de) olarak tespit etmişlerdir. Kurutulmuş *P. ostreatus*un DPPH radikal süpürme aktivitesi (DPPH-RSA) yüzdesinin metanol ekstraktında %98 (db.de) olduğu ve kurutulmuş *P. ostreatus*'un ferrik indirgeme antioksidan gücünün, metanol ekstraksiyonunda en yüksek seviyeye (0.35 mM Trolox, db.de) sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Buruleanu vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada, kültür (*Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* beyaz ve kahverengi) ve yabani dâhil (*P. ostreatus*, *Macrolepiota procera*, *Cantharellus cibarius*, *Russula vesca*, *Russula alutacea*, *Boletus edulis* ve *Agaricus campestris*), 10 yenilebilir mantar türünün antioksidan aktivite, toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid içeriğini incelemişlerdir. Ekstraksiyonda, su ve %50 su-etanol kullanmış ve kapaklar ve gövdeyi ayrı ayrı araştırmışlardır. Numuneden bağımsız fenolik bileşikler için en uygun çözücü su olarak belirlemişlerdir. Bunun aksine, çözücü içinde etanolün varlığının, kültür mantarı *P. ostreatus* (kapaklar ve gövde) ve yabani *R. alutacea*, *R. vesca*, *A. campestris*, *P. ostreatus* (sadece kapaklar) ve *C. cibarius*, *M. procera* (sadece gövde) için flavonoidlerin ekstraksiyonunu arttırdığını gözlemlemişlerdir. *B. edulis* hidroalkolik ekstraktının 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil radikalleri süpürme aktivitesinin %74,93 olduğunu, kurutulmuş *A. bisporus* brown sulu ekstraktının antioksidan aktivitesinin ise (kültür) en güçlü aktiviteyi (% 88,64) gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Dimitrijevic vd. (2019) yaptıkları çalışmada, dört yabani yenilebilir mantar türü, *Cantharellus cinereus*, *Clavariadelphus pistillaris*, *Clitocybe nebularis* ve *Hygrocybe punicea*'nın ekstraktının antioksidan kapasitesi, mineral bileşimi, yağ asidi profilleri ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Farklı polariteye sahip ekstraktlar hazırlamış ve DPPH, ABTS, FRAP, TRP ve CUPRAC yöntemleriyle antioksidan aktiviteleri için değerlendirmişlerdir. Tüm ekstraktlar için toplam fenolik içerik belirlemişlerdir. Sonuçlar, çözücü tipinin mantar ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve su ekstraktlarının en yüksek aktiviteyi sergilediğini göstermiştir. İncelenen mantar türlerinde linoleik ve oleik asitin, toplam yağ asidi bileşiminin %50'sinden fazlasını içerdiği belirlenmiştir. On yedi biyolojik olarak önemli ve toksik element ICP-OES ve ICP-MS ile analiz edilmiş ve sonuçlar element konsantrasyonlarının türe bağlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, analiz edilen mantarların herhangi bir antimikrobiyal aktivite göstermediği bulunmuştur.

Bach vd. (2019) yaptıkları çalışmada, yenilebilir mantarlardan toplam fenoliklerin ekstraksiyonunu optimize etmek, in vitro antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri değerlendirmeyi ve ekstraktlarda bulunan temel fenolik bileşikleri tanımlamayı amaçlamışlardır. Çalışmada Box-Behnken tasarımı kullanılmış ve sıcaklığın (X1, 25-55 °C),

Çözücünün katıya oranının (X2, gram başına 30-70 mL) ve çözücü konsantrasyonunun (X3,%25-75) etkileri değeriendirilmiştir. Optimum ekstraksiyon koşullarında, ekstraktın antioksidan (DPPH, ABTS ve FRAP deneyleri) ve antimikrobiyal aktivitesi, bakterilere karşı incelenmiştir: *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Salmonella enteritidis*. Ayrıca, ekstraktların fenolik bileşikleri tespit edilmiştir. *A. brasiliensis* mantarlarının, analiz edilen mantarların fenolik ekstraktları arasında sırasıyla 50,64 ve 128,60 µmolTE/g olan DPPH ve ABTS analizleriyle daha yüksek antioksidan aktiviteyi ve fenolik içeriğı (13.16 mgGAE / g) gösterdiği belirlenmiştir. Gallik asit temel fenolik bileşik olarak tanımlanmış ve *A. brasiliensis* en yüksek konsantrasyonu (491.89 µg / g) göstermiştir. Tüm ekstraktlar Gram pozitif suşlar için antibakteriyel aktivite sergilemiştir. (MIC≤200 mg/mL).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada ülkemizde bulunan 2 *Pleurotus eryngii* kızılağaç ve mantar cevizinin sulu ve metanolik ekstraktlarından antioksidan potansiyeli belirlenmiştir.

Mantarların antioksidan aktivite ve ağırmetal analizleri Bayburt Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarında, fenolik bileşiklerin HPLC analizleri ise Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür.

Materyal.

Çalışmada kullanılan *P. eryngii* mantarları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Bölümünden Araştırma Görevlisi Ayşenur Gürgen tarafından üretilmiştir.



Şekil 20. Çalışmada kullanılan *P. eryngii* örnekleri.

Kullanılan kimyasallar.

Antioksidan analizlerinde kullanılan bütün kimyasallar analitik saflıktadır ve Merck (Darmstadt, Almanya), Fluka (Buchs, İsviçre), Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Germany firmalarından temin edilmiştir.

Ağır metal analizlerinde kullanılan kimyasallar analitik saflıktadır ve Merck (Darmstadt, Almanya) ve/veya Fluka (Buchs, İsviçre) firmalarından temin edilmiştir. Toplanan yenilebilir mantar numunelerindeki (EC, Eringi Ceviz ve EK, Eringi Kızılağaç) 21 mineral element ve ağır metalin tayini için Merck firmasından temin edilen 1000 mg/L

derişimlerdeki tekli metal standart çözeltileri kullanıldı. Bu çözeltiler uygun oranlarda seyreltilerek artan derişimlerde bir seri çoklu element standart çözeltileri hazırlandı (10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 3000 ve 5000 µg/L) ve ICP–MS’de doğrusal kalibrasyon grafiklerinin çizilmesinde kullanıldı. Tüm seyreltmelerde ultra saf su kullanıldı.

Kullanılan cihazlar.

Antioksidan analizlerde LC-RID, Elite LaChrom, Hitachi (Japonya), UV-VİS Spektrofotometre, Spectro UV-VİS Double Beam PC LaboMed Inc. (Los Angeles, CA, USA), pH metre, Mettler Toledo (Schwerzenbach, Switzerland), hassas terazi, Presica LX 320 A (Dietikon, Switzerland), saf su cihazı, Human, Zeneer Navi UP (Song Pa-Ku, Seoul, Korea), refraktometre, Atago, polarimetre, Beta PPP7 Optical Activity (England), iletkenlik ölçüm cihazı, WTW inoLab Cond/720 (Germany), renk ölçüm cihazı, CM_2500 c portatif spektrofotometre konica minolta (China), yarı otomatik pipetler, Eppendorf Research® Plus Hamburg (Germany) cihazları kullanılmıştır.

Yenilebilir mantarların (EK ve EC kodlu) parçalanarak sulu faza alınması için Milestone (Brøndby, Danimarka) EthosEasy model mikrodalga fırın kullanıldı. Elde edilen mantar çözeltilerinin içerdiği mineral element ve ağır metallerin tayinleri Agilent Technology (Santa Clara, Kaliforniya, ABD) firmasının ürettiği 7800 model ICP–MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spektrometer) cihazında gerçekleştirildi.

Mikrodalga parçalama/ICP–MS tayin yönteminin doğruluğunu test etmek için ekleme/geri kazanma (spiked/recovery) testleri ve standart referans materyal analizi (CRM NIES No. 7 Tea Leaves) ile kanıtlandı. ICP–MS cihazının optimum çalışma koşulları ve analitik performansı Tablo 8 ve Tablo 9’da özetlenmiştir. Ayrıca ölçümler için çizilen kalibrasyon grafikleri de Şekil 22 ve Şekil 23’te verilmiştir.

Yöntemin algılama limiti (LOD, Limit of Detection), tayin limiti (LOQ, Limit of Quantification) ve BSS (Bağıl Standart Sapma) değerleri, her bir metalin 10 µg/L derişimindeki çözeltisi ICP–MS’de 20 kez ölçüldü ve elde edilen sonuçların standart sapmasının 3 katı LOD, 10 katı da LOQ olarak değerlendirildi. Ayrıca, elde edilen standart sapma değerinden Eşitlik (1)’deki formül yardımıyla da 21 elementin bağıl standart sapma değerleri hesaplandı (Tablo 11).

$$BSS (\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (1)$$

BSS : Bağıl standart sapma

s : Standart sapma (miligram/litre veya mikrogram/litre)

$\bar{x}$: Ortalama (miligram/litre veya mikrogram/litre)

Tablo 8. *Agilent 7800 ICP–MS Cihazının Çalışma Şartları*

Nebulizer: Low flow quartz concentric 0.2 mL min⁻¹

Spray chamber: Quartz, low-volume, Scott-type double-pass water cooled

Peristaltic Pump: Low-pulsation, high-precision 10-roller peristaltic pump with 3 channels

Cell geometry: Octopole

Sampling cone: 1 mm diameter orifice, Ni-tipped

Skimmer cone: 0.4 mm diameter orifice, Ni

RF generator power: 27 MHz, 1400–1500 W, in steps of 10 W

Reflected power: <10 W

Plasma gas flow: 15 L min⁻¹

Nebulizer gas flow: 0.95–1.00 L min⁻¹

Auxiliary gas flow: 0.99 L min⁻¹

Expansion stage: 2.0 mbar

Intermediate stage: 2.0×10^{-4} – 3.0×10^{-4} mbar

Analyzer stage: 1.0×10^{-6} – 2.0×10^{-6} mbar

Octopole bias: –8 V

Quadrupole bias: –3 V

Isotope: ¹¹B, ²³Na, ²⁴Mg, ²⁷Al, ²⁸Si, ³¹P, ³⁹K, ⁴³Ca, ⁵²Cr, ⁵⁵Mn, ⁵⁶Fe, ⁵⁹Co, ⁶⁰Ni, ⁶³Cu, ⁶⁶Zn, ⁷⁵As, ⁷⁸Se, ⁸⁸Sr, ¹¹¹Cd, ¹³⁷Ba, ²⁰⁸Pb

Internal standard: ⁴⁵Sc, ⁸⁹Y, ¹⁸⁵Re, ²⁰⁹Bi

Tablo 9. *Agilent 7800 ICP–MS Cihazının Analitik Özellikleri*

	¹¹ B	²³ Na	²⁴ Mg	²⁷ Al	²⁸ Si	³¹ P	³⁹ K	⁴⁴ Ca	⁵² Cr	⁵⁵ Mn	⁵⁶ Fe
LOD, µg/kg	32,8	22,9	14,7	23,7	292,1	77,8	197,8	73,4	0,9	0,4	10,4
LOQ, µg/kg	109,2	76,5	49,1	79,1	973,7	259,3	659,4	244,7	3,0	1,5	34,7
BSS, %	1,6	3,0	1,0	4,7	5,7	4,1	0,9	1,6	1,7	2,3	3,4
	⁵⁹ Co	⁶⁰ Ni	⁶³ Cu	⁶⁶ Zn	⁷⁵ As	⁷⁸ Se	⁸⁸ Sr	¹¹¹ Cd	¹³⁷ Ba	²⁰¹ Hg	²⁰⁸ Pb
LOD, µg/kg	0,1	1,3	0,6	23,6	1,7	2,1	0,5	41,7	0,5	0,2	0,2
LOQ, µg/kg	0,2	4,2	2,2	78,5	5,5	7,1	1,8	139,1	1,8	0,6	0,7
BSS, %	3,8	3,8	2,7	2,9	2,2	5,3	2,9	2,1	3,1	3,6	2,7

LOD, Limit of Detection, Algılama Limiti

LOQ, Limit of Quantification, Tayin Limiti

BSS, Bağıl Standart Sapma

Yöntem

Antioksidan analizler.

Toplam polifenolik madde tayinleri.

Yöntem mantarda bulunan fenolik bileşiklerin FCR ile renkli kompleks oluşturması esasına dayanan Folin (Singleton, & Rossi, 1965; Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventós, 1999) metodu doğal maddelerde total fenolik bileşen ölçümü için en fazla uygulanan metottur. Oluşan mor menekşe renkli kompleks 765 nanometrede maksimum absorbans oluşturur. Bu rengin spektrofotometrik ölçümü ile gallik asit eşdeğerliğince total polifenolik bileşen düzeyi ölçülür.

Toplam flavonoid tayini.

Fenolik bileşiklerden flavonollerin analizi Fukumoto ve Mazza'ya (2000) göre yapıldı. Hazırlanmış metanol mantar ekstraktları çalışmada kullanıldı. Bununla beraber standart olarak Kuarsetinin 0.25; 0.125; 0.0625; 0.03125; 0.015625 miligram/mililitre'lik bir seri çözeltisi metanol içerisinde hazırlandı. Çalışmada numune ve standartlara ait pipetlemeler numune değişen konsantrasyonlarda 0.5 mL ilave edildi, mutlak metanol 4.3ml %10'luk Al(NO₃)₃ 0.1 ml, 1 M NH₄.CH₃COO 0.1 ml katılarak 40 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı ve 415 nanometrede absorbans değerleri ölçüldü.

Konsantrasyona karşılık gelen absorbans değerleri ile grafik çizildi. Bu grafiğe göre mantar ekstraktlarının toplam flavonol miktarı bulundu, seyreltme faktörleri de dikkate alınarak asıl numunenin mg Kuarsetin eşdeğeri/g numune olarak flavonol miktarı bulundu.

Kondase tanen madde miktarı.

Kondase tanen metodunu Julkunen-Titto'ya (1985) göre yapıldı. Standart olarak kateşinin kullanıldı (1-0,03125 mg/mL). Çalışmada numune ve standartlara ait pipetlemeler numune değişen konsantrasyonlarda 25µL ilave edilecek, %4'lük vanillin 750 µL ve %37'lik HCl asitten 375 µL ilave edilerek 20 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılarak 500 nm'de absorbans değerleri ölçüldü. Konsantrasyona karşılık bulunan absorbans değerleri ile standart grafiği çizildi. Çizilen grafiğe göre propolis örneklerinin toplam flavonoid madde miktarı bulundu. Sonuçlar mg kateşin eşdeğerliği/ g numune olarak verildi.

Demir (III) indirgeme/antioksidan kapasite testi (FRAP).

FRAP yöntemi, doğal ürünlerin antioksidan kapasitelerinin tayininde en sık kullanılan yöntem olup antioksidan maddelerin Fe(III)- TPTZ kompleksinde bulunan demir (III) iyonunun indirgenmesi esasına dayanan ve hidrojen transferine dayanan bir yöntemdir. Metod ilk olarak Oyaizu (1986) tarafından geliştirilmiş ve sonra Benzie ve Strain (1999) tarafından modifiye edilmiştir. Çözeltide bulunan antioksidan maddeler tarafından indirgenen Fe(III) 593 nm'de absorbas verir. Absorbans ne kadar yüksek olursa antioksidan aktivite o kadar yüksektir. Sonuçlar FeSO₄7H₂O değeri cinsinden ifade edilir.

DPPH radikali temizleme aktivitesi.

DPPH• radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak satın alınabilen bir radikal olup, denemelerimizde satın alınan bu radikalın 150 µM'lık metanolik çözeltisi kullanıldı. Denemelerde Cuendet, Hostettmann, Potterat ve Dyatmiko (1997) metodu kullanıldı. Elde edilen ekstraktlar değişik konsantrasyonlarda hazırlandı. Eşit hacimde (750 µL) DPPH• çözeltisi ve numune çözeltileri karıştırılıp oda sıcaklığında 50 dakika bekletildi. Süre sonunda DPPH•'ın maksimum absorbans verdiği 517 nm'de absorbanslar okundu. Tanık olarak DPPH• çözeltisi ve numunenin çözüldüğü çözücü kullanıldı. Bulunan absorbanslara karşılık gelen konsantrasyonlar grafiğe geçirilerek SC₅₀ değerleri mg/mL cinsinden hesaplandı. Bütün numuneler 3 tekrarlı çalışıldı. Reaktif körü olarak DPPH çözeltisi ve numunenin çözüldüğü çözelti kullanıldı.

Ağırmetal analizleri.

Mantar numunelerinden mikrodalga fırının teflon beherlerine 0,1 mg hassasiyette yaklaşık 0,5 g tartıldı. Üzerlerine 9 mL HNO₃ (nitrik asit) ve 1 mL H₂O₂ (hidrojen peroksit) ilave edildi. Yüksek basınçta ve sıcaklıkta yaklaşık 20 dakika süre ile parçalama (yakma) işlemi gerçekleşti. Elde edilen berrak çözeltiler balon jojede saf su ile 50 mL'ye kantitatif

olarak tamamlandı ve içerdikleri mineral element ve ağır metaller ICP–MS’de mg/L veya µg/L birimi cinsinden tayin edildi. Daha sonra bu birimler aşağıdaki Eşitlik (2)’ye göre ppm (mg/kg) ve ppb’ye (µg/kg) dönüştürüldü.

$$ppm (mg/kg) \text{ veya } ppb (\mu g/L) = \frac{C \times V}{m} \quad (2)$$

ppm : Part per million (milyonda kısım)

ppb : Part per billion (milyarda kısım)

C : Çözeltideki konsantrasyon (mg/L veya µg/L)

V : Seyreltilen hacim (mL)

m : Tartılan kütle (g)

HPLC-UV ile fenolik bileşenlerin tayini.

RP-HPLC-UV koşulları.

HPLC-UV analizi 280 nm dalga boyunda UV-Vis dedektör ile donanımlı (Elite LaChrom Hitachi, Japan) HPLC sisteminde yapıldı. Analizler ters faz C₁₈ kolonu (150 mm x4.6 mm, 5µm; Fortis) kullanarak ve asetronitril, su ve asetik asitle gradient program uygulanarak gerçekleştirildi. A rezervuarında %2 asetik asit (saf suda) ve B rezervuarında %70-30 asetronitril-saf su bulunan gradient program Tablo 10’da verilmiştir. Ayrıca numune ve standartların enjeksiyon hacmi 25 µL’ye, mobil faz akış hızı 1,2 mL.dk⁻¹’ya ve kolon sıcaklığı kolon fırınında 30 °C’ye ayarlanarak çalışma optimizasyonu sağlandı.

Tablo 10. *RP-HPLC-UV Gradient Programı*

Zaman (dk)	A % 2 asetik asit (saf suda)	B % 70–30 asetronitril (saf su)
0.01	95.00	5.00
3.00	95.00	5.00
8.00	85.00	15.00
10.00	80.00	20.00
12.00	75.00	25.00
20.00	60.00	40.00
30.00	20.00	80.00
35.00	95.00	5.00
50.00	95.00	5.00

Numunelerin ekstraksiyon şartları.

Mantar numunelerinin antioksidan ve fenolik bileşen analizi için herbir mantardan 3 g tartılarak üzerine 30 mL çözücü ilave edilerek 24 saat süreyle oda sıcaklığında metanolik ve sulu ekstraktlar magnetik karıştırıcı kullanarak hazırlandı, mevcut olası katı partiküllerden, uzaklaştırmak için adi ve mavi mant süzgeç kağıdından süzüldü. Elde edilen ekstraktların son

hacimleri çözücülerle belirlendi. Daha sonra hazırlanan ekstraktlar antioksidan aktivite ve fenolik bileşen analizi için iki kısma ayrıldı.

Fenolik profilini belirlemek için metanolik hazırlanan ekstraktlarda 20 mL alınarak 60°C'deki döner buharlaştırıcıda uzaklaştırıldı ve kalıntı pH'sı 2 olan 10 mL saf suda çözüldü. Daha sonra 3'er defa 5 mL'lik önce dietileter sonra etilasetat ekstraksiyon işlemi gerçekleştirildi. Ekstraksiyon işlemi sonunda elde edilen ekstraktlar çözücülerini 60 °C'deki döner buharlaştırıcıda uzaklaştırıldı. Daha sonra 2 mL metanolde çözülerek analiz için HPLC-UV cihazına verildi.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular ve Yorum

Ağırmetal Analizler

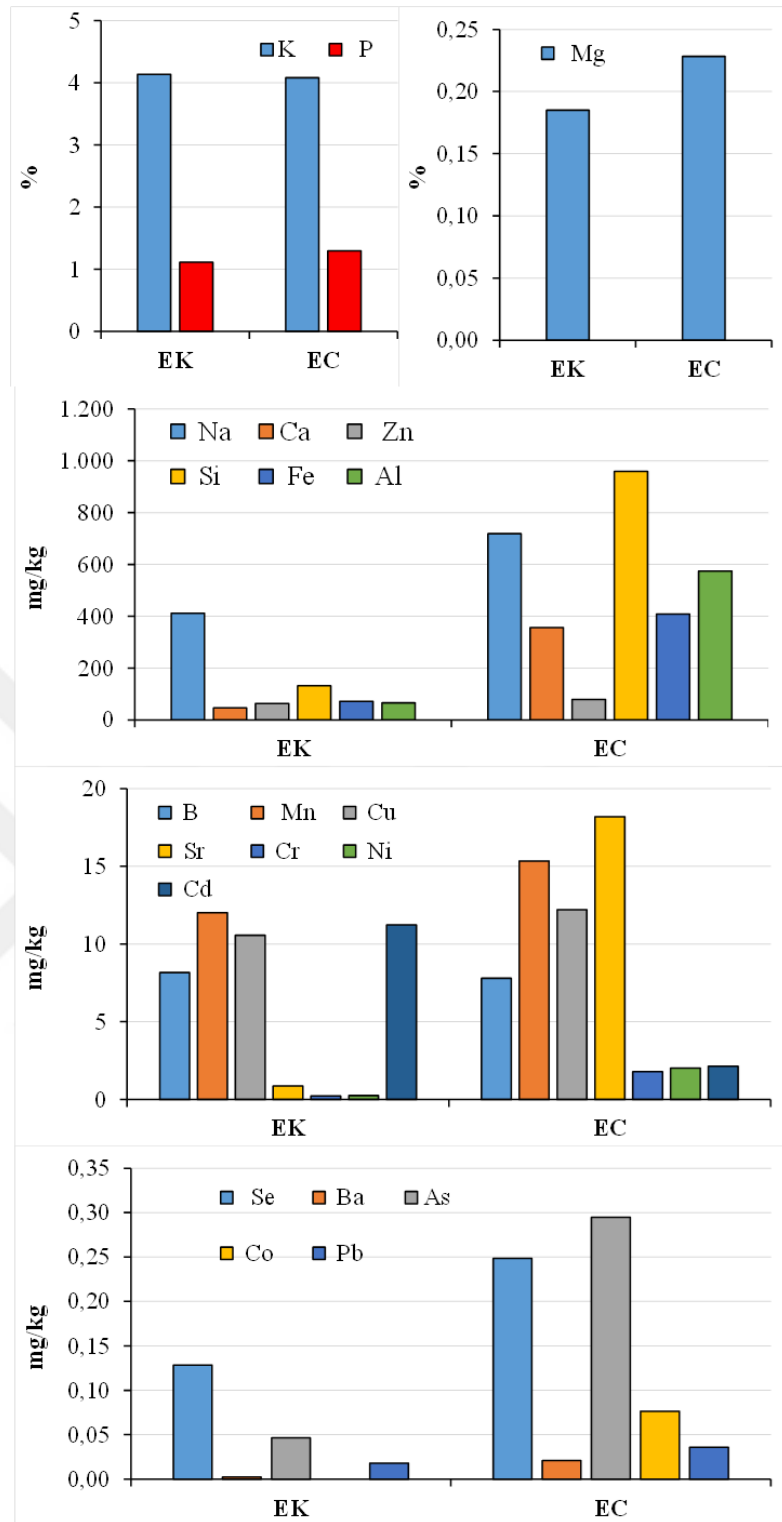
Yenilebilir 2 tür mantara ait mineral element ve ağır metal sonuçları Tablo 11 ve Şekil 21’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, her iki mantar türünde de K en yüksek değere sahiptir. K’yı sırasıyla P, Mg ve Na takip etmektedir. EK ve EC kodlu iki mantar türü için potasyum, fosfor, Magnezyum, bor, mangan ve bakır içerikleri birbirine benzerken diğer içerikler açısından bariz farklılıklar göze çarpmaktadır (Tablo 11 ve Şekil 21). Örneğin, EK’nın Ca içeriği 46,5 mg/kg iken EC’nin Ca içeriği oldukça yüksek bir değer olan 356,7 mg/kg’dır. Aynı şekilde, Si, Fe, Al, Sr, Cr ve As değerleri açısından da EC, EK’ya göre oldukça yüksek değerlere sahiptir. Ağır metallerden Cd içeriklerine bakıldığında bu sefer ters olarak EK’nın değeri daha yüksektir.

Şekil 22 ve Şekil 23, literatürde mantarlar üzerine yapılan diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla bu tez kapsamında analizlenen mantarlardan elde edilen sonuçların karşılaştırılmasını vermektedir. Bu çalışmada incelenen mantarların özellikle K, Mg ve Na değerleri literatüre göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Bilindiği gibi bu elementler insan vücudu için mutlak gerekli makro mineral sınıfına girmektedir. Bu açıdan da incelenen 2 mantar türünün mineralce zengin olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, geri kalan diğer metaller açısından literatürde bildirilen sonuçlar bu çalışmadaki sonuçlardan bir miktar daha yüksektir. Özellikle ağır metaller açısından bu çalışmada elde edilen sonuçların daha düşük çıkmasının, incelenen mantarların yenilebilir olmaları açısından pozitif bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

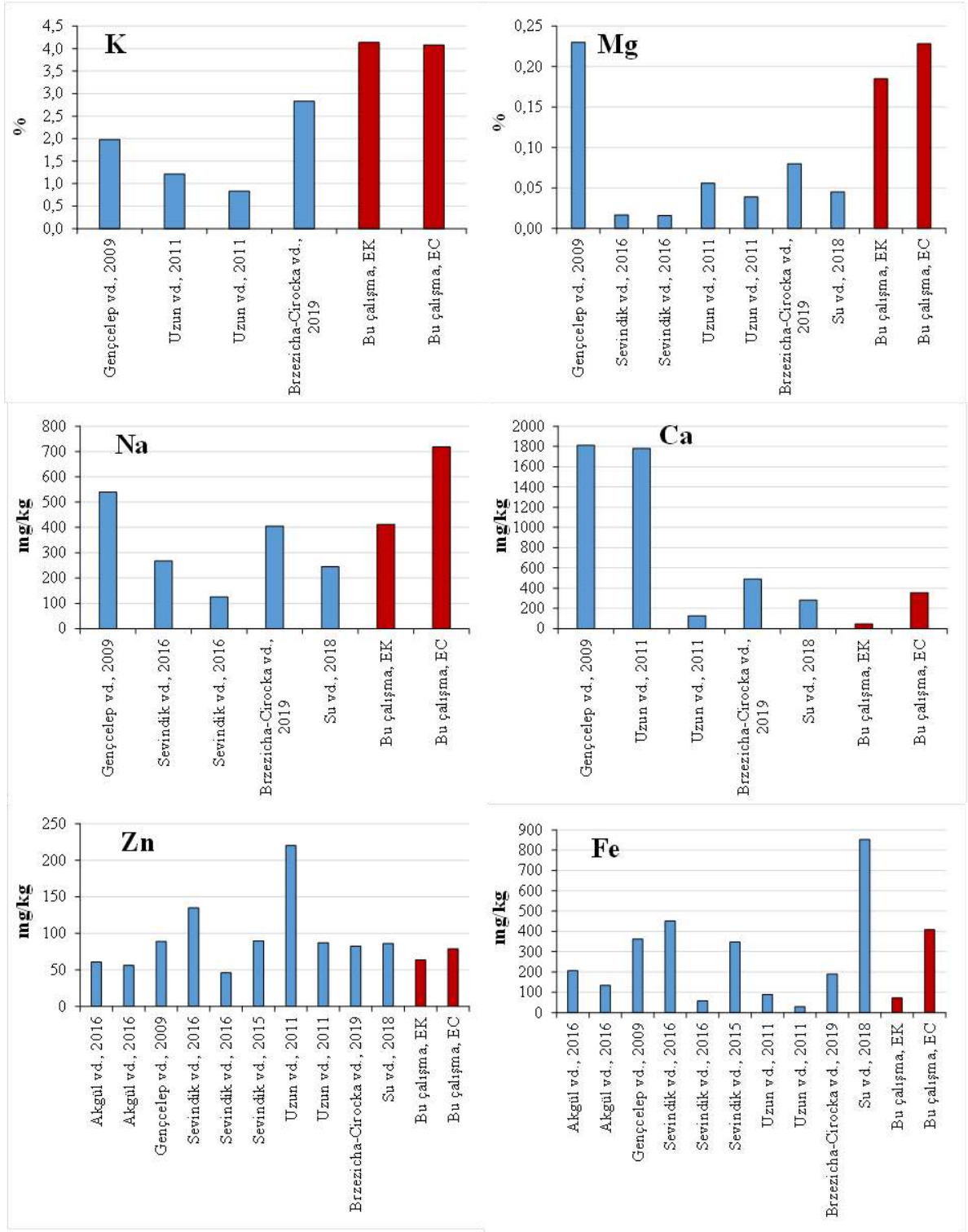
Tablo 11. *Mantarların Mineral Element Ve Ağır Metal içerikleri (n=3)*

	%			mg/kg								
	K	P	Mg	Na	Ca	Zn	Si	Fe	Al	B	Mn	Cu
EK	4,13	1,11	0,19	412,1	46,5	63,6	131,5	71,5	65,9	8,2	12,0	10,6
EC	4,08	1,30	0,23	718,6	356,7	79,0	958,7	408,3	574,4	7,8	15,3	12,2
				Sr	Cr	Ni	Cd	Se	Ba	As	Co	Pb
EK				0,86	0,23	0,25	11,23	0,128	0,002	0,05	<0,01	0,018
EC				18,2	1,79	2,02	2,15	0,248	0,021	0,29	0,076	0,036

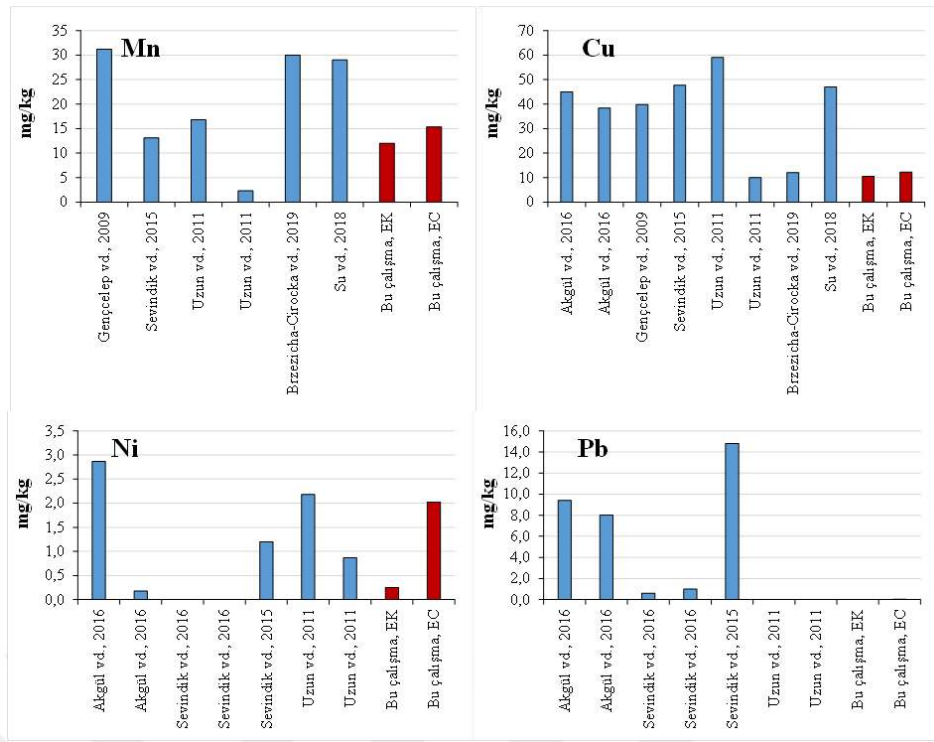
EK: Eringi Kızılağaç, EC: Eringi Ceviz



Şekil 21. Mantarların mineral element ve ağır metal içerikleri.



Şekil 22. Bu çalışmada analiz edilen mantarların metal içeriklerinin literatürle karşılaştırılması (1).



Şekil 23. Bu çalışmada analiz edilen mantarların metal içeriklerinin literatürle karşılaştırılması (2).

Antioksidan analizler.

Fenolik sonuç.

Tablo 12. Fenolik Sonuç

Standartlar	Eringi Kızılağaç µg fenolik/g	Eringi Ceviz µg fenolik/g
Gallik asit	0.571	0.613
Protokatekuik asit	t.e.	t.e.
p-OH Benzoik asit	t.e.	t.e.
Şiringik asit	t.e.	t.e.
Toplam	0.571	0.613
Kateşinler		
Kateşin	t.e.	9.387
Epikateşin	t.e.	t.e.
Toplam	t.e.	9.387
Hidroksisinamik asitler		
Kafeik asit	t.e.	t.e.
p-kumarik asit	t.e.	t.e.
Ferulik asit	t.e.	t.e.
t-Sinamik asit	1.693	1.525
CAPE	t.e.	t.e.
Toplam	1.693	1.525

Tablo 12'nin devamı

Standartlar	Eringi Kızılağaç µg fenolik/g	Eringi Ceviz µg fenolik/g
Flavonollar		
Luteolin	t.e.	3.772
Toplam	t.e.	3.772
Isoflavons		
Daidzein	t.e.	t.e.
Toplam	t.e.	t.e.
Stilbenler ve Lignanlar		
Resveratrol	t.e.	t.e.
Toplam	t.e.	t.e.

*t.e.: tespit edilemedi

Tablo 13. Mantar Antioksidan Sonuç

Numune	TP mgGAE/10 0 g numune	TF mgQE/ 100 g numune	CT mg KE/ 100 g numune	FRAP (µmolFeSO ₄ 7H ₂ O/g)	DPPH SC ₅₀ mg/mL
Eringi kızılağaç sulu	6.911±0.001	t.e.	101.822±0.089	7.980±0.220	2.46±0.04
Eringi ceviz sulu	4.319±0.190	t.e.	30.866±0.072	6.970±0.060	3.40±0.17
Eringi kızılağaç metanol	1.413±0.168	t.e.	30.890±0.338	8.800±2.610	6.35±0.67
Eringi ceviz metanol	1.735±0.139	t.e.	64.352±0.028	7.340±0.590	3.85±0.09
Troloks					0.004±0.000

BEŞİNCİ BÖLÜM

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Sonuç

Polifenolik grubun önemli bir bölümünü oluşturan flavonoidler bitkilerin her yerinde bulunur. Bununla birlikte örneklerimizin hiçbirinde flavonoid tespit edilmedi.

Flavonoid içeriği bakımından zayıf olmasına rağmen, yoğunlaştırılmış tanen açısından oldukça zengin olduğu bulunmuştur.

Yüksek miktarda yoğunlaşmış tanen nedeniyle radikal süpürme aktivitesinin güçlü olduğu düşünülmektedir.

Metanolik ceviz mantarının radikal temizleme aktivitesinin metanolik kıızılağaç mantarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sulu kıızılağaç mantarının DPPH aktivitesinin metanolik kıızılağaç mantarından daha etkili olduğu bulunmuştur.

Metanolik kıızılağaç mantarı FRAP değerleri metanolik cevizli mantardan daha yüksek bulunmuştur. Bu bize, metanolik kıızılağaç mantarını Fe azaltma kapasitesinin metanolik ceviz mantarından daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Elde ettiğimiz bulgulara göre, kıızılağaç mantarı türlerinin ceviz mantarı türlerine göre toplam fenolik içeriği daha yüksek olduğu tespit edildi.

Tartışma

P. eryngii türü üzerine yapılmış araştırmalar sınırlı olduğundan karşılaştırmalar bütün mantarlar üzerinden yapılmıştır.

Zheng ve Wang (2001) 27 mutfak otu ve 12 şifalı ot ekstraktındaki toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasiteyi belirledikleri çalışmada, melisa ve adaçayı bitki numunelerindeki (kuru ekstratta) total fenol miktarını sırası ile 1.34 ve 1.26 mg GAE/g bildirmişlerdir. Belirtilen bu değerlere göre analiz ettiğimiz *P. eryngii* mantarlarının total fenol miktarının adaçayı ile melisa otundan bir hayli fazla olduğu görülürken, Lee, Kim, Lee ve Lee, (2003) yaptıkları araştırmada yeşilçay ile siyah çay için total fenol miktarını sırası ile (kuru ekstratta 165 ve 124 mg GAE/g) bildirmiştir. Mantar numunelerimiz bu değerlerden çok

daha düşük toplam fenolik içeriğe sahiptir. Dut meyvesinin toplam fenolik içeriğini araştırdığı çalışmada Güngör (2007) toplam fenol miktarını 18.16-19.24 mgGAE/g kuru ekstrakt olarak belirtmiş ve bu değerlere göre test edilen mantar numunelerimizin toplam fenolik içeriği daha düşüktür.

Karadağ, Uyar, Şanlıer ve Günyel (2012) bazı bitkilerin toplam fenolik düzeyinin belirlenmesi ile ilgili yaptıkları araştırmanın Tablo 14'te verilen sonuçlarına göre, analiz ettiğimiz mantar türlerinden (EK sulu ve EC sulu) toplam fenolik madde içeriğinin bu bitkilere göre bir hayli yüksek olduğu ve geri kalan mantarların (EC metanol ve EK metanol) total fenolik bileşik bakımından bu bitkilere kıyasla (nane hariç) daha fazla veya yakın değerlerdedir.

Tablo 14. TMF ile AN

Sebze	Toplam fenolik madde miktarı mg GAE/g ekstrakt
Dereotu	1.865
Nane	4.201
Semizotu	1.319
Maydanoz	1.826
Kuzukulağı	1.605
Roka	1.552
Tere	1.261
Radika	1.091

Yıldız, Yılmaz ve Can (2017), *Cantharellus cibarius* Fr., *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers., *Hydnum rufescens* Pers. ile *Macrolepiota procera* (Scop. ex Fr.) Sing. Yabani makrofunguslarının total fenolik madde düzeyi ile antioksidan niteliklerinin belirlendiği çalışmanın Tablo 15'te gösterilen sonuçlarında mantarların antioksidan özelliklerinin 0.896 ± 0.003 - 4.245 ± 0.042 $\mu\text{mol FeSO}_7\text{H}_2\text{O g}^{-1}$ aralığında değiştiği bildirilmiştir. Bu değerler ile tez kapsamında incelediğimiz mantarların antioksidan değerlerinin bu dört mantar türünün değerlerinden çok daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 15. TMF ile AN

Mantar	FRAP ($\mu\text{mol FeSO}_7\text{H}_2\text{O g}^{-1}$)
<i>M. procera</i>	4.245 ± 0.042
<i>C. cibarius</i>	0.896 ± 0.003

Özcan, Ertan ve Tunçakın (2019) Trakya Bölgesi'nden topladıkları mantar türlerinden *P. eryngii*'nin demir indirgeme gücü kapasitesini 100 $\mu\text{g/mL}$ 'lik metanol ve aseton

konstrasyonda sırasıyla $0,158\pm0,046$ ve $0,133\pm0,013$ olarak bildirmiştir. Bu değerler ile çalıştığımız *P. eryngii* mantar türlerinin değerleri kıyaslandığında aradaki farkın çok yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Bu bariz farkın kullanılan mantarın yabani/kültür oluşu, mantarın toplandığı alan, toplandığı zaman, taze/kuru çalışılması gibi sebeplerden ötürü olabileceğini düşünmekteyiz.

Yıldız vd. (2017), yaptıkları çalışmada gösterilen sonuçlar (Tablo 16) ile bu tez kapsamında çalışılan *P. eryngii* mantar türlerinin sonuç değerleri kıyaslandığında, (EK metanol) türünün DPPH süpürücü etkisinin *P. citrinopileatus* 100% Castanea sativa çok yakın olduğu görülmüştür. Ancak, çeşitli farklı ortamlarda ürettikleri *P. ostreatus* mantarlarının DPPH süpürücü etkileri bu tez kapsamında çalışılan mantardan bir hayli yüksektir.

Erdoğan vd. (2017) çalışmasında, kolorimetrik metod ile belirlediği flavonoit miktarını en yüksek *L. Semisanguifluuss* ve *L. Laccata*, *H. repandum* *C. cibarius*, *A.caesarea* ve *T. anaticum* düşük olarak sınıflandırmışlardır. Yapılan farklı bir çalışmada Yıldız vd. (2017) mantar *P. ostreatus* ve *P. citrinopileatus*'da flavonoid içeriği tespit edilemediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan örneklerin hiçbirinde flavonoid tespit edilemedi.

Tablo 156. TMF ile AN

Materyal	DPPH-SC ₅₀ (mg/mL)
<i>P. citrinopileatus</i> cultivated on 100% C.sativa sawdust	6.480
<i>P. ostreatus</i> cultivated on 100% C. Sativa sawdust	19.167
<i>P. ostreatus</i> cultivated on 100% C. Sativa+50% P.nigra sawdust	22.922
<i>P. ostreatus</i> cultivated on 50% C. Sativa+50% P. orientalis s.	22.922
100% C. Sativa sawdust	0.048
50% C. Sativa+50% P. nigra sawdust	0.109
50% C. Sativa+ 50% P.orientalis sawdust	0.144

Makrofungusların içeriğindeki organik ve inorganik bileşen düzey değer farklılıkları cins ve tür/alttüre göre; makromantarın yabani/ekili oluşu, üretildiği toprak/endstri-zirai atık/ağaç vb, genotipi, çalışılan analiz metodu, hasat zamanı gibi faktörlere bağlı olarak değişir.

Öneriler

Çalışmada *Pleurotus eryngii* ceviz ve kızılâğaç türlerinin metanolik ve sulu ekstraktlarının antioksidan aktivitesi incelendi. Çalışmada daha farklı ağaç kabuk türleri kullanılarak hem atıl durumda olan kabuklar kullanılmış olunarak çevrenin korunmasını katkı

sağlayabilecektir. Çalışmada kullanılan mantar türlerinin HPLC-RID ile şeker içerikleri aydınlatılabilirdi. *P. eryngii* mantarın enzim inhibisyon çalışmaları yapılabilirdi.



Kaynakça

- Akan, S., & Yanmaz, R. (2018). Pleurotus türlerinde hasat sonrası uygulamaların kaliteye etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(3), 445-453.
- Akgül, H., Sevindik, M., Akata, I., Altuntaş, D., Bal, C., & Doğan, M. (2016). Macrolepiota procera (Scop.) Singer. mantarının ağır metal içeriklerinin ve oksidatif stres durumunun belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(3), 504-508.
- Akkuş, İ. (1995). *Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri*. Konya: Mimoza Yayınları.
- Akpoyraz, M., & Durak, İ. (1995). Serbest radikallerin biyolojik etkileri. *Ankara Tıp Mecmuası*, 48, 253-262.
- Akyüz, M. (2005). *Sellülozik atıkların Pleurotus eryngii (DC. ex Fr.) Quel'in kültüründe değerlendirilebilme olanaklarının araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 197316)
- Akyüz, M. (2008). *Pleurotus eryngii (DC. ex Fr.) Quel. var. eryngii ve Pleurotus eryngii (DC. ex Fr.) Quel. var. ferulae Lanzi'nin besinsel içeriklerinin ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi* (Doktora tezi). <https://openaccess.firat.edu.tr/xmlui/handle/11508/20453?show=full> adresinden edinilmiştir.
- Akyüz, M., Onganer, A., Erecevit, P., & Kirbag, S. (2010). Antimicrobial activity of some edible mushrooms in the eastern and southeast Anatolia region of Turkey. *Gazi University Journal of Science*, 23(2), 125-130. <https://www.researchgate.net/publication/228346568>
- Akyüz, M., & Kırbağ, S. (2007). Ülkemizde sebze ve meyvelerin yanısıra alternatif besin kaynağı: yabani mantar (*pleurotus eryngii* var. *ferulae*). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8(1), 26-36.
- Akyüz, M., & Kırbağ, S. (2009). Elazığ ve Bingöl çevresinden toplanan *P. eryngii* var. *ferulae*nin kültüre alınması. *NWSA, Ecological Life Sciences*, 4(1), 1-5.
- Akyüz, M., & Yıldız, A. (2007). Cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. on agricultural wastes. *Philippine Agricultural Scientist*, 90(4), 347.

- Akyüz, M., & Yildiz, A. (2008). Evaluation of cellulosic wastes for the cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. *African Journal of Biotechnology*, 7(10), 1494-1499.
- Alan, R. (1981). Şapkalı mantarların bazı botaniksel özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 61-67.
- Alan, R. (2010). Yenilen ve zehirli şapkalı mantarların tanınması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8, 2-3.
- Alan, R., & Padem, H. (1991). Çaşır mantarı (*Pleurotus eryngii*)'nin besin değeri üzerinde bir araştırma. *Doğa-Turkish J Agric Forestry*, 15, 275-280.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., & Aksoy, A. (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4), 401-409. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/236232>
- Alexopoulos, C. J., & Mims, C. W. (1979) *Introductory mycology*. (3rd Edition). Wiley, New York.
- Allı, H., Şen İ., & Altuntaş, D. (2016). Macrofungi of İznik province. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 25(1), 7-24. https://doi:10.1501 / Commuc_00000000183
- Alli, E., Yang, J. M., Ford, J. M., & Hait, W. N. (2007). Reversal of stathmin-mediated resistance to paclitaxel and vinblastine in human breast carcinoma cells. *Molecular Pharmacology*, 71(5), 1233-1240.
- Altınsoy, B., Konca, S. F., Aksu, H., Kurt, B., Allı, H., & Şakalar, Ç. (2017). Clitocybe geotropa türü mantardan elde edilen ekstraktların MDA-MB-231 hücre hattı üzerindeki sitotoksik aktivitesinin incelenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 26(1), 13-17.
- Ames, B. N., Shigenaga, M. K., & Hagen, T. M. (1993). Oksitleyiciler, antioksidanlar ve yaşlanma dejeneratif hastalıkları. *Ulusal Bilimler Akademisi, Bildiriler Kitabı*, 90(17), 7915-7922.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Neocuproine: CUPRAC yönteminin varlığında cuprik iyon azaltma yeteneklerini kullanarak diyet polifenoller ve C ve E vitaminleri için yeni toplam antioksidan kapasite endeksi. *Tarım ve Besin Kimyası Dergisi*, 52(26), 7970-7981. <https://doi:10.1021 / jf048741x>

- Arnao, M. B. (2000). Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. *Trends in Food Science & Technology*, 11(11), 419-421.
- Ardağ, A. (2008). *Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 216896)
- Athanasakis, G., Aligiannis, N., Gonou-Zagou, Z., Skaltsounis, A. L., & Fokialakis, N. (2013). Antioxidant properties of the wild edible mushroom *Lactarius salmonicolor*. *Journal Of Medicinal Food*, 16(8), 760–764. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0297>
- Avcı, S. (2015). *Farklı ağaç türlerine ait talaş ortamlarının *Pleurotus ostreatus* mantarının verimi, kalitesi ve antimikrobiyal aktivitesi üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 394451)
- Aydemir, B., & Sarı, E. K. (2009). Antioksidanlar ve büyüme faktörleri ile ilişkisi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 2(2), 56–60. <https://dergipark.org.tr/kvj/issue/10397/127238>
- Aykan, N. F., Kapıcıoğlu, S., Koçak, H., Güven, H., Kandemir, B., Pişkin, B., Baysal P., Dalcı M., & Şahin, İ. (2009). Mantar zehirlenmesi. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 4(2), 243-258.
- Ayşenur, O. (10, 05 2019). Türkiye'nin zehirli mantarları [Bilim ve Teknoloji]. <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/turkiyenin-zehirli-mantarlari> adresinden edinilmiştir.
- Bach, F., Zielinski, A. A. F., Helm, C. V., Maciel, G. M., Pedro, A. C., Stafussa, A. P., & Haminiuk, C. W. I. (2019). Bio compounds of edible mushrooms: in vitro antioxidant and antimicrobial activities. *Lwt*, 107(2018), 214–220. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.017>
- Bagchi, K., & Puri, S. (1998). Free radicals and antioxidants in health and disease. *La Revue de Sante de La Mediterranee Orientale*, 4(2), 350-360.
- Bano, Z., Rajarathnam, S., & Shashirekha, M. M. (1992). Mushrooms-Unconventional single cell protein for a conventional consumption. *Indian Food Packer*, 46, 20.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1999). Ferrik indirgeme / antioksidan güç analizi: toplam antioksidan güç ve askorbik asit konsantrasyonunun eşzamanlı ölçümü için biyolojik sıvıların ve modifiye edilmiş versiyonun toplam antioksidan aktivitesinin doğrudan ölçümü. *Methods in Enzymology*, 299, 15-27.

- Bera, D., Lahiri, D., & Nag, A. (2006). Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. *Journal of Food Engineering*, 74(4), 542-545. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.042>
- Barutçıyan, J. (2012). *Türkiye'nin mantarları*. (1. Baskı). İstanbul: Oğlak Yayınları.
- Blois, M. S. (1958). Stabil bir serbest radikal kullanarak antioksidan belirleme. *Doğa*, 181(4617), 1199-1200.
- Bobek, P., Ginter, E., Jurčovičová, M., & Kuniak, L. (1991). Cholesterol-lowering effect of the mushroom *Pleurotus ostreatus* in hereditary hypercholesterolemic rats. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 35(4), 191-195. <https://doi.org/10.1159/000.177.644>
- Bofaris, M. S. M., Alzand, K. I., Ünal, S., Karadeniz, M., & Bartouh, M. S. (2018). Trace elements concentrations in Turkey species of wild growing edible mushrooms: A review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 8(3), 47-62. file:///C:/Users/F1/Downloads/article_wjpr_1551337752.pdf
- Boztok, K. (1990). *Mantar üretim tekniği*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Brzezicha-Cirocka, J., Grembecka, M., Grochowska, I., Falandysz, J., & Szefer, P. (2019). Elemental composition of selected species of mushrooms based on a chemometric evaluation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 173, 353-365.
- Buruleanu, L. C., Radulescu, C., Georgescu, A. A., Danet, F. A., Olteanu, R. L., Nicolescu, C. M., & Dulama, I. D. (2018). Statistical characterization of the phytochemical characteristics of edible mushroom extracts. *Analytical Letters*, 51(7), 1039-1059. <https://doi.org/10.1080/00032719.2017.1366499>
- Büyüktuncel, E. (2013). Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17(2), 93-103. <https://doi.org/10.12991/201317377>
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biyoloji*. (6. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Chance, B., Sies, H., & Boveris, A. (1979). Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiological Reviews*, 59(3), 527-605. <https://www.physiology.org/doi/abs/10.1152/physrev.1979.59.3.527>

- Chang, S. T., & Quimio, T. H. (1982). *Tropical mushrooms: biological nature and cultivation methods*. Hong Kong: Chinese University Press.
- Cheeseman, K. H., & Slater, T. F. (1993). Serbest radikal biyokimyasına giriş. *İngiliz Tıp Bülteni*, 49(3), 48.
- Cheung, P. C. (1998). Plasma and hepatic cholesterol levels and fecal neutral sterol excretion are altered in hamsters fed straw mushroom diets. *The Journal of Nutrition*, 128(9), 1512-1516.
- Cheung, P. C. (2010). The nutritional and health benefits of mushrooms. *Nutrition Bulletin*, 35(4), 292-299.
- Cohen, R., Persky, L., & Hadar, Y. (2002). Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58(5), 582-594. <https://doi.org/10.1007/s00253-002-0930-il>
- Cuendet, M., Hostettmann, K., Potterat, O., & Dyatmiko, W. (1997). *Fagraea blumei*'nin serbest radikal temizleme özelliklerine sahip iridoid glukozitler. *Helvetica Chimica Acta*, 80(4), 1144-1152.
- Çakmakçı, S., & Çelik, I. (2000). *Gıda katkı maddeleri*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notu, (s. 249). Erzurum.
- Çayan, F., Tel-Çayan, G., Özler, M. A., & Duru, M. E. (2017). Comparative study of fatty acids profile of wild mushroom species from Turkey. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 12(3), 257-263.
- Dadaylı, G. (2014). *Çay artığı ile hazırlanan ortamlarda parçalama ve örtü toprağı serme işleminin Pleurotus eryngii mantarının biyolojik etkinlik ve verimi üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 374103)
- Denison, W. C., & Donoghue, J. (1988). *The wild mushroom harvest in the Pacific Northwest: past, present and future*. Unpublished Manuscript.
- Diez, V. A., & Alvarez, A. (2001). Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. *Food Chemistry*, 75(4), 417-422.
- Dimitrijevic, M. V., Mitic, V. D., Nikolic, J. S., Djordjevic, A. S., Mutic, J. J., Stankov Jovanovic, V. P., & Stojanovic, G. S. (2019). First report about mineral content, fatty acids composition and biological activities of four wild edible mushrooms. *Chemistry and Biodiversity*, 16(2). <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800492>

- Doğan, H. H., & Akbaş, G. (2013). Biological activity and fatty acid composition of Caesar's mushroom. *Pharmaceutical biology*, 51(7), 863-871.
- Droge, W. (2002). Hücre fonksiyonunun fizyolojik kontrolünde serbest radikaller. *Fizyolojik Derlemeler*, 82(1), 47-95.
- Ebadi, M., Govitrapong, P., Sharma, S., Muralikrishnan, D., Shavali, S., Pellett, L., & Eken, J. (2001). Parkinson hastalığının oksidatif stresinde Ubiquinone (koenzim q10) ve mitokondri. *Neurosignals*, 10(3-4), 224-253.
- Ekici, L., & Sağdıç, O. (2008). Serbest radikaller ve antioksidan gıdalarla inhibisyonu. *Gıda Dergisi*, 33(5), 251-260.
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/gidader/article/view/5000096999>
- Elmastas, M., Turkecul, I., Ozturk, L., Gulcin, I., Isildak, O., & Aboul-Enein, H. (2006). Antioxidant activity of two wild edible mushrooms (*Morchella vulgaris* and *Morchella esculanta*) from North Turkey. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 9(6), 443-448. <https://doi.org/10.2174/138620706777698544>
- Erbay, B., & Küçüköner, E. (2008). Mantarın besin değeri ve tüketim şekilleri. *Türkiye*, 8, 15-17.
- Erdoğan, S., Soylu, M. K., & Başer, K. H. C. (2017). Bazı yabani mantarların antioksidan özellikleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 254-260.
<https://doi.org/10.17100/nevbiltek.334595>
- Fang, Y. Z., Yang, S., & Wu, G. (2002). Serbest radikaller, antioksidanlar ve beslenme. *Beslenme*, 18(10), 872-879.
- Finley, J. W., & Given Jr, P. (1986). Technological necessity of antioxidants in the food industry. *Food and Chemical Toxicology*, 24(10-11), 999-1006.
- Frankel, E. N., & Meyer, A. S. (2000). The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(13), 1925-1941.
- Fridovich, I. (1975). Superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry*, 44(1), 147-159.
- Fukumoto, L. R., & Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3597-3604.
- Gan, C. H., Nurul Amira, N. B., & Asmah, R. (2013). Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*agaricus bisporous* and *agaricus brasiliensis*). *International*

Food Research Journal, 20(3), 1095–1102.
[http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20\(03\)%202013/8%20IFRJ%2020%20\(03\)%202013%20Asmah%20\(306\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20(03)%202013/8%20IFRJ%2020%20(03)%202013%20Asmah%20(306).pdf)

- Gao, X. J., Yan, P. S., Wang, J. B., & Yu, J. J. (2012). ACE inhibitory, antitumor and antioxidant activities of submerged culture materials of three medicinal mushrooms. *Applied Mechanics and Materials*, 145, 179–183.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.145.179>
- Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y., & Demirel, K. (2009). Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. *Food Chemistry*, 113(4), 1033-1036.
- Gregory, E. M., & Fridovich, I. (1973). Oxygen toxicity and the superoxide dismutase. *Journal of Bacteriology*, 114(3), 1193-1197.
- Güngör, N. (2007). *Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 177802)
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (1999). Yaşlanma, beslenme, hastalık ve tedavi: antioksidanlar için bir rol, biyoloji ve tıpta serbest radikaller. *Oxford Üniversitesi Yayınları*, 784-859.
- Handel-Mazzetti, H. F. V. (1909). Ergebnisse einer botanischen reise in das pontische randgebirge in sandschak trapezunt. *Ann. K. K. Naturhist Hofmus*, 23(1-2), 6-212.
- Hobbs, R. J., & Humphries, S. E. (1995). An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation Biology*, 9(4), 761-770.
- Hu, H., Zhang, Z., Lei, Z., Yang, Y., & Sugiura, N. (2009). Comparative study of antioxidant activity and antiproliferative effect of hot water and ethanol extracts from the mushroom *Inonotus obliquus*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2008.09.004>
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
<https://doi.org/10.1021/jf030723c>
- Hudler, G. W., & Hawksworth, D. L. (1998). Magical mushrooms, mischievous molds. *Nature*, 395(6704), 761-761.

- Josiane, M., Estelle, M., & Francis, N. (2018). Effect of substrates on nutritional composition and functional properties of *Pleurotus ostreatus*. *Current Research in Agricultural Sciences*, 5(1), 15-22. <https://doi:10.18488/journal.68.2018.51.15.22>
- Ju, H. K., Chung, H. W., Hong, S. S., Park, J. H., Lee, J., & Kwon, S. W. (2010). Effect of steam treatment on soluble phenolic content and antioxidant activity of the Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*). *Food Chemistry*, 119(2), 619–625. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.006>
- Julkunen-Titto, R. (1985). Phenolic constituents in the levels of northern willows: methods for precursors of clarified apple juice sediment. *Tarım ve Besin Kimyası Dergisi*, 33(2), 213-217.
- Kalač, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113(1), 9-16.
- Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209-218.
- Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016a). Antioksidanlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1(1), 65-76. <https://doi.org/10.24880/maeuvsfd.260790>
- Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016b). Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 50-59. <https://docplayer.biz.tr/135868305-Mehmet-akif-ersoy-universitesi-saglik-bilimleri-enstitusu-dergisi-maku-sag-bil-enst-derg.html> adresinden edinilmiştir.
- Karaca, E. G. (2015). Lipoik asit: evrensel antioksidan. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 231–245. <http://dergipark.gov.tr/akufemubid/issue/1607/20056>
- Karadağ, M. K., Uyar, B. B., Şanlıer, N., & Günyel, S. (2012). Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. *Gıda*, 38(1), 23-29.
- Kaşıkkırık, M., Seven, Ü., & Güçer, Ş. (2008). Zeytinyağındaki antioksidanlar ve önemi. *1.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi içinde* (s. 199-202). Bursa: Uludağ Üniversitesi.
- Kavas, G. Ö. (1989). Serbest radikaller ve organizma üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 9(1), 1-8.
- Keskin, H., & Erkmen, G. (1987). *Besin kimyası*. (5. Baskı). İstanbul: Güryay Matbaacılık.

- Kılınç, K. (2002). Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 33(2), 110-8.
- Kıbar, B. (2016). Farklı yetiştirme ortamlarının *Pleurotus eryngii* mantarının gelişimi ve verimi üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 2(1), 1 – 9.
- Kirk, P. M., Cannon P. F., Minter, D. W., & Stalpers J. A. (2008). *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi 10th edition*. CABI Europe-UK: Cromwell Press, Trowbridge.
- Ulusoy, E., & Kolaylı, S. (2014). Phenolic composition and antioxidant properties of Anzer bee pollen. *Journal of Food Biochemistry*, 38(1), 73-82.
- Kozarski, M., Klaus, A., Vunduk, J., Zizak, Z., Niksic, M., Jakovljevic, D., Vrvic M. M., & Van Griensven, L. J. (2015). Nutraceutical properties of the methanolic extract of edible mushroom *Cantharellus cibarius* (Fries): primary mechanisms. *Food & Function*, 6(6), 1875-1886.
- Kuforiji, O. O., & Fasidi, I. O. (2008). Enzyme activities of *Pleurotustuber-regium* (Fries) Singer, cultivated on selected agricultural wastes. *Bioresource Technology*, 99(10), 4275-4278.
- Kumari, D., Reddy, M. S., & Upadhyay, R. C. (2011). Nutritional composition and antioxidant activities of 18 different wild *Cantharellus* mushrooms of Northwestern Himalayas. *Food Science and Technology International*, 17(6), 557–567. <https://doi.org/10.1177/1082013211427620>
- Lander, H. M. (1997). Serbest radikallerin ve türetilmiş türlerin sinyal iletiminde önemli bir rolü. *FASEB Günlüğü*, 11(2), 118-124.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7292-7295. <https://doi.org/10.1021/jf0344385>
- Lee, Y. L., Jian, S. Y., Lian, P. Y., & Mau, J. L. (2008). Antioxidant properties of extracts from a white mutant of the mushroom *Hypsizigus marmoreus*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(2), 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.09.005>
- Lohwag, K. (1957). Türkiye'nin makromantar florası hakkında araştırma. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 7(1), 129-137.
- Lohwag, K. (1959). Kavaklarda odun tahripçisi makromantarlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 9(1), 7-10.

- Lohwag, K. (1964). Belgrad Ormanı'ndan mikolojik notlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B*, 14(2), 128-135.
- Lohwag, K. (1965). Ankara ve çevresindeki ağaçlara arız olan mantar türleri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, Fasikül 4, 246-249.
- Lopez-Alarcon, C., Aspee, A., Henriquez, C., Campos, A. M., & Lissi, E. A. (2005). Interaction and reactivity of urocanic acid towards peroxy radicals. *Redox Report*, 10(4), 227-234. <https://doi.org/10.1179/135100005X70189>
- Lotfy, S. N., Fadel, H. M., El-Ghorab, A. H., & Shaheen, M. S. (2015). Stability of encapsulated beef-like flavourings prepared from enzymatically hydrolysed mushroom proteins with other precursors under conventional and microwave heating. *Food Chemistry*, 187, 7-13.
- Lowore, J., & Boa, E. (2001). *Bowa markets: local practices and indigenous knowledge of wild edible fungi*. Egham, UK: CABI Bioscience.
- Lussignoli, S., Fraccaroli, M., Andrioli, G., Brocco, G., & Bellavite, P. (1999). A microplate-based colorimetric assay of the total peroxy radical trapping capability of human plasma. *Analytical Biochemistry*, 269(1), 38-44. <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4010>
- Lüle, F. (2014). *Malatya-Arguvan yöresinde toplanan çadır mantarında (Pleurotus Eryngii) farklı kurutma yöntemlerinin karşılaştırılması* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No.364265)
- MacDonald-Wicks, L. K., Wood, L. G., & Garg, M. L. (2006). Methodology for the determination of biological antioxidant capacity in vitro: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(13), 2046-2056. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2603>
- Magalhães, L. M., Segundo, M. A., Reis, S., & Lima, J. L. (2008). Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Analytica Chimica Acta*, 613(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.02.047>
- Makropoulou, M., Aligiannis, N., Gonou-Zagou, Z., Pratsinis, H., Skaltsounis, A. L., & Fokialakis, N. (2012). Antioxidant and cytotoxic activity of the wild edible mushroom gomphus clavatus. *Journal of Medicinal Food*, 15(2), 216-221. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.0107>
- Manzi, P., & Pizzoferrato, L. (2000). Beta-glucans in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 68(3), 315-318.

- Manzi, P., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73(3), 321-325. <http://www.fungifun.org/docs/mushrooms/Nutritional%20value%20of%20mushrooms%20widely%20consumed%20in%20Italy.pdf>
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., & Pizzoferrato, L. (1999). Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chemistry*, 65(4), 477-482. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00212-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00212-X)
- Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. (2004). Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, 84(2), 201-206. <http://www.fungifun.org/docs/mushrooms/Commercial%20mushrooms%20nutritional%20quality%20and%20effect%20of%20cooking.pdf>
- Mau, J. (2005). The umami taste of edible and medicinal mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 7(1/2), 119.
- Meral, R., Doğan, İ. S., & Kanberoğlu, G. S. (2012). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 45–50. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/89154>
- Mercan, U. (2014). Toksikolojide serbest radikallerin önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1), 91–96.
- Mukai, F. H., & Goldstein, B. D. (1976). Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition product of peroxidized polyunsaturated fatty acids. *Science*, 191(4229), 868-869.
- Nguyen, T. H., Nagasaka, R., & Ohshima, T. (2012). Effects of extraction solvents, cooking procedures and storage conditions on the contents of ergothioneine and phenolic compounds and antioxidative capacity of the cultivated mushroom *Flammulina velutipes*. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 1193–1205. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02959.x>
- Nilsson, J., Pillai, D., Önning, G., Persson, C., Nilsson, Å., & Åkesson, B. (2005). Meyve ve sebze ekstraktlarında toplam antioksidan kapasiteyi değerlendirmek için 2, 2' azinobis - 3 - etilbenzotiazol - 6 - sülfonik asit (ABTS) ve ferrik indirgeyici anti-oksidan güç (FRAP) yöntemlerinin karşılaştırılması. *Moleküler Beslenme ve Gıda Araştırması*, 49 (3), 239-246.
- Ou, B., Huang, D., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J. A., & Deemer, E. K. (2002). Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance

capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(11), 3122-3128. [https://doi:10.1021/jf0116606](https://doi.org/10.1021/jf0116606)

- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction: antioxidative activity of products of browning reaction. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, 44(6), 307-315.
- Öder, N. (1980). Halkın faydalandığı bazı önemli yenen mantarlar. VII. Bilim Kongresi içinde, TÜBİTAK Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu Tebliği, Biyoloji Seksiyonu, Kuşadası-Aydın, (s. 785-798).
- Özçelik, B., Lee, J. H., & Min, D. B. (2003). Effects of light, oxygen, and pH on the absorbance of 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl. *Journal of Food Science*, 68(2), 487-490. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05699.x>
- Özcan, Ö. (2015). *Trakya Bölgesi'ndeki bazı yenebilen mantar türlerinin beta-glukan içeriklerinin, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin kültür mantarı ile karşılaştırılması* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 382464)
- Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G., & Yönden, Z. (2015). Oxidative stress and its impacts on intracellular lipids, proteins and DNA. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 6(3), 331-336. <https://doi.org/10.5799/ahinjs.01.2015.03.0545>
- Özcan, Ö., Ertan, F., & Tunçakın, B. (2019). *Agaricus campestris*, *Pleurotus eryngii* ve *Lactarius deliciosus* mantarlarının antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 58-67. <https://doi.org/10.34186/klujes.434685>
- Özyürek, M., Bener, M., Güçlü, K., & Apak, R. (2014). Antioxidant/antiradical properties of microwave-assisted extracts of three wild edible mushrooms. *Food Chemistry*, 157, 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.053>
- 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(10), 1179-1183. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.05.006>
- Pekşen, A. (2013). Mantarların insan hayatı ve sağlığındaki yeri. *Bahçe Haber*, 2(1), 10-15.
- Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Tabernero, M., Díaz-Rubio, M. E., Serrano, J., Goñi, I., & Saura-Calixto, F. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in

- plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. *Food Research International*, 41(3), 274-285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.12.004>
- Pham-Huy, L. A, He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Serbest radikaller, hastalık ve sağlıkta antioksidanlar. *Uluslararası Biyomedikal Bilim Dergisi: IJBS*, 4 (2), 89.
- Pilat, A. (1932a). Additamenta and floram asie minoris hymenomycetum. Pars Secunda: agaricineae. *Bulletin de la Societe Botanique France*, 48(3-4); 283-302.
- Pilat, A. (1932b). Contribution a l'etude des hymenomycetes de l'Asie Mineure. *Bulletion Trimestriel Society Mycologie France*, 48; 162-189.
- Pilat, A. (1933). Additamenta and floram asie minoris hymenomycetum. Pars Tertia: meruliaceae, hydnaceae, stereaceae, cyphellaceae, clavariaceae, asterostromellinae, phylacteriaceae (V. Litschauer). *Bulletin de la Societe Botanique de France*, 49(1); 34-77.
- Pilat, A. (1937). Additamenta and floram asie minoris hymenomycetum et gasteromycetum. *Pars Quarta, Bulletin de la Societe Botanique de France*, 53(3-4), 253-264.
- Price, J. A., Sanny, C. G., & Shevlin, D. (2006). Application of manual assessment of oxygen radical absorbent capacity (ORAC) for use in high throughput assay of “total” antioxidant activity of drugs and natural products. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*, 54(1), 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.vascn.2005.11.002>
- Prior, R. L., & Cao, G. (1999). İn vivo toplam antioksidan kapasite: farklı analitik yöntemlerin karşılaştırılması. *Serbest Radikal Biyoloji ve Tıp*, 27(11-12), 1173-1181.
- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290-4302. https://faculty.missouri.edu/~glaserr/3700s14/Antioxidant-Capacity_jf0502698.pdf
- Prokai, L., Yan, L. J., Vera-Serrano, J. L., Stevens, S. M., & Forster, M. J. (2007). Mass spectrometry-based survey of age-associated protein carbonylation in rat brain mitochondria. *Journal of Mass Spectrometry*, 42, 1583–1589.
- Pulido, R., Bravo, L., & Saura-Calixto, F. (2000). Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3396-3402. <https://doi.org/10.1021/jf9913458>

- Ragunathan, R., Gurusamy, R., Palaniswamy, M., & Swaminathan, K. (1996). Cultivation of *Pleurotus* spp. on various agro-residues. *Food Chemistry*, 55(2), 139-144.
- Ragunathan, R., & Swaminathan, K. (2003). Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. *Food Chemistry*, 80(3), 371-375.
- Rama, V., & John, P. J. (2000). Effects of methods of drying and pretreatments on quality of dehydrated mushroom. *Indian Food Packer*, 54(5), 59-64.
- Rambelli, A., (1983). *Manual on mushroom cultivation*. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Roma.
- Rao, R. N., & Rogers, S. G. (1979). Plazmid pKC7: DNA segmentlerini klonlamak için uygun on sınırlama endonükleaz bölgesini içeren bir vektör. *Gene*, 7(1), 79-82.
- Rashad, M. M., Abdou, H. M., Mahmoud, A. E., & Nooman, M. U. (2009). Nutritional analysis and enzyme activities of *Pleurotus ostreatus* cultivated on Citrus limonium and Carica papaya wastes. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3352-3360.
<https://pdfs.semanticscholar.org/a0e4/fb8fc0ef3190a907e5bb1704a4205182804c.pdf>
- Ravichandran, M. H., Achari, V. S., Joseph, C. C., & Devasahayam, R. (2006, Aralık). Malzeme doygunluğuna sahip PMBDC motorunda dış açma torkunun minimize edilmesi için iyileştirici stratejiler. *Gelen Güç Elektronik, Sürücüler ve Enerji Sistemleri 2006 Uluslararası Konferansı* (s. 1-4).
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2013). *Campbell biyoloji*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Ribeiro, B., Andrade, P. B., Silva, B. M., Baptista, P., Seabra, R. M., & Valentao, P. (2008). Comparative study on free amino acid composition of wild edible mushroom species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22), 10973-10979.
- Rigler, L. (1852). *Die Turkei und deren bewohner*. Bd: I. Wien, Germany.
- Rodriguez Estrada, A. E. (2008). *Molecular phylogeny and increases of yield and the antioxidants selenium and ergothioneine in basidiomata of Pleurotus eryngii* (Master dissertation). Retrieved from <https://etdlibraries.psu.edu/catalog/8496>
- Sarıkürkçü, C. (2009). *Akdeniz Bölgesi yenilebilir bazı mantarlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No.234154)

- Schreck, R., & Baeuerle, P. A. (1991). A role for oxygen radicals as second messengers. *Trends Cell Bioogy*, 1(2-3), 39-42.
- Selik, M. (1962). Güneybatı Anadolu'da odun tahrip eden bazı mantarlar ve bilhassa *Schizophyllum commune* fr.. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 12(2), 120-124.
- Selik, M. (1965). Belgrad Ormanı'nda bulunan yenen mantarlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 14(2), 129-135.
- Selik, M., & Aksu, S. (1967). İstanbul'un park ve korularındaki yerli ve yabancı ağaç türlerine arız olan odun tahrip eden mantarlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 17(1), 90-95.
- Sevindik, M., Akgül, H., Günal, S., & Doğan, M. (2016). *Pleurotus ostreatus*' un doğal ve kültür formlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1), 153-156.
- Sevindik, M., Eraslan, E. C., & Akgül, H. (2015). Bazı makrofungus türlerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. *Ormancılık Dergisi*, 11(2), 48-53.
- Sezer, K., & Keskin, M. (2014). Serbest oksijen radikallerinin hastalıkların patogenezisindeki rolü. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 28(1), 49-56. http://veteriner.fusabil.org/pdf/pdf_FUSABIL_963.pdf
- Sezer, Y. Ç., Süfer, Ö., & Sezer, G. (2017). Extraction of phenolic compounds from oven and microwave dried mushrooms (*Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*) by using methanol, ethanol and acetone as solvents. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3), 393-397. <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.55>
- Sharma, S. K., & Gautam, N. (2015). Chemical, bioactive, and antioxidant potential of twenty wild culinary mushroom species. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/346508>
- Shinde, A., Ganu, J., & Naik, P. (2015). Effect of free radicals & antioxidants on oxidative stress: A review. *Journal of Dental and Allied Sciences*, 1(2), 63. <https://doi.org/10.4103/2277-4696.159144>
- Sies, H. (1991). Oxidative stress: from basic research to clinical application. *The American Journal of Medicine*, 91(3), 31-38.
- Singdevsachan, S. K., Patra, J. K., & Thatoi, H. (2013). Nutritional and bioactive potential of two wild edible mushrooms (*Lentinus sajor-caju* and *Lentinus torulosus*) from

- Similipal Biosphere Reserve, India. *Food Science and Biotechnology*, 22(1), 137–145. <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0019-7>
- Singdevsachan, S. K., Patra, J. K., Tayung, K., Sarangi, K., & Thatoi, H. (2014). Evaluation of nutritional and nutraceutical potentials of three wild edible mushrooms from Similipal Biosphere Reserve, Odisha, India. *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 9(2), 111–120. <https://doi.org/10.1007/s00003-014-0861-4>
- Singh, P., Singh, A., D'Souza, L. M., Roy, U., & Singh, S. M. (2012). Chemical constituents and antioxidant activity of the Arctic mushroom *Lycoperdon molle* Pers. *Polar Research*, 31. <https://doi.org/10.3402/polar.v31i0.17329>
- Singleton, V. L., & Gortner, W. A. (1965). Chemical and physical development of the pineapple fruit II. Carbohydrate and acid constituents. *Journal of Food Science*, 30(1), 19-23.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Toplam fenollerin ve diğer oksidasyon substratlarının ve antioksidanların folin-ciocalteu reaktifi ile analizi. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. [http://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](http://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Solak, M. H. (2007). *Türkiye'nin makrofungileri: Kontrol listesi*. İzmir.
- Stratil, P., Klejdus, B., & Kubáň, V. (2006). Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables evaluation of spectrophotometric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3), 607-616. <https://doi: 10.1021 / jf052334j>
- Su, J., Zhang, J., Li, J., Li, T., Liu, H., & Wang, Y. (2018). Determination of mineral contents of wild *Boletus edulis* mushroom and its edible safety assessment. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 53(7), 454-463.
- Suseem, S. R., & Mary Saral, A. (2013). Analysis on total anti-oxidant activity of *Pleurotus* mushroom correlated to its phenolic and flavonoid content. *International Journal of Drug Development and Research*, 5(1), 174–178.

- Şanlı, S. K. (2014). *Farklı tarımsal artıkların Pleurotus eryngii mantar üretiminde kullanım olanakları* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 377460)
- Şener, G., & Yeğen, B. Ç. (2009). İskemi reperfüzyon hasarı. *Klinik Gelişim Dergisi*, 22(3), 5-14.
- Tamer, U., Gücin F., & Solak, H. (2006). *Mikolojiye giriş*. Manisa.
- Tanker, N., Koyuncu, M., & Coşkun, M. (1998). *Farmasötik botanik*. Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ders Kitapları, (78).
- Tchihatcheff, P. (1860). *Asie mineure III*. Botanique, III: Paris.
- Tiscornia, G., Singer, O., Ikawa, M., & Verma, I. M. (2003). A general method for gene knockdown in mice by using lentiviral vectors expressing small interfering RNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(4), 1844-1848. <https://doi.org/10.1073/pnas.0437912100>
- Toprak, İ., Şentürk, Ş., Yüksel, B., Özer, H., Çakır, B., & Bideci, A. E. (2002). *Toplumun beslenmede bilinçlendirilmesi, saha personeli için toplum beslenmesi programı eğitim materyali*. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tuncel, N. (1991). *Kültür mantarı Agaricus bisporus'nun soğukta muhafazası esnasında değişik uygulamaların kalite parametreleri üzerine etkileri* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 16556)
- Tunçakın, B. (2015). *Bazı endüstriyel hidrolitik enzimlerin şapkali mantarlardaki aktivitelerinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 382490)
- Tünger, A., & Baskan, A. (1996). *Mikoloji ders notları*. İzmir: Metay Yayınları.
- Türkoğlu A., Castellano M. A., Trappe J. M., & Yaratankul Güngör, M. (2015). Turkish truffles I: 18 new records for Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39, 359 – 376.
- Uzun, Y., Gencecep, H., Kaya, A., & Akcay, M. E. (2011). The mineral contents of some wild edible mushrooms. *Ekoloji Dergisi*, 20(80), 6-12.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84.

- Vamanu, E. (2013). Antioxidant properties and chemical compositions of various extracts of the edible commercial mushroom, *Pleurotus ostreatus*, in Romanian markets. *Revista de Chimie*, 64(1), 49–54.
- Van Griensven, L. J. (2009). Culinary-medicinal mushrooms: must action be taken?. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 11(3), 281.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E., & Vasiliadou, S. (1997). Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205(2), 93-96.
- Velioğlu, S. (2000). Doğal antioksidanların insan sağlığına etkileri. *Gıda*, 25(3), 167-176.
- Vincent, A. M., Russell, J. W., Low, P., & Feldman, E. L. (2004). Oxidative stress in the pathogenesis of diabetic neuropathy. *Endocrine Reviews*, 25(4), 612–628. <https://doi.org/10.1210/er.2003-0019>
- Vinson, J. A., Zubik, L., Bose, P., Samman, N., & Proch, J. (2005). Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(1), 44-50. <https://doi.org/10.1080/07315724.2005.10719442>
- Wani, B. A., Bodha, R. H., & Wani, A. H. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24), 2598-2604. <https://pdfs.semanticscholar.org/f7b4/834d5a9c43bf507d04f3e4879ab3262e6de2.pdf>
- Ward, J. F. (1975). Molecular mechanisms of radiation-induced damage to nucleic acids. *Advances in Radiation Biology*, 5, 181-239.
- Willcox, J. K., Ash, S., & Catignani, G. L. (2004). Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 275-279.
- Yalınkılıç, M. K., Altun, L., Baysal, E., Demirci, Z. (1995). *Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ticari ölçekte kültür mantarları üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması*. (s. 296), TÜBİTAK-TOAG 985'nolu Projesi, Trabzon.
- Yıldız, O. (2011). *Bir gıda maddesi olarak kestane poleninin kimyasal bileşimi, biyoaktif özellikleri ve karaciğer hasarını önlemedeki rolü* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 294990)
- Yıldız, S., Yılmaz, A., & Kılıç, C. (2017). Utilization of pasteurisation liquid obtained from chestnut (*Castanea sativa*) sawdust as wood preservative. *Mugla Journal of Science and Technology*, 3(1), 16-19. <https://doi.org/10.22531/muglajsci.259055>

- Yılmaz, A., Yıldız, S., Tabbouche, S., Kılıç, A. O., & Can, Z. (2016). Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial properties of *Pleurotus ostreatus* grown on lime (*Tilia Tomentosa*) leaves. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 44(2), 119-124. http://www.hjbc.hacettepe.edu.tr/site/assets/files/4002/2__manuscript_aysenur_yilmaz_hacettepe_j__biol__chem_-_2016-_44_2_-_119-124.pdf
- Yılmaz, A., Yıldız, S., Yıldırım, İ., & Aydın, A. (2016). Trabzon'da mantar tüketimi ve tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Mantar Dergisi*, 7(2), 135-142. Doi: 10.15318/Fungus.2016222681
- Yildirim-Akatin, M., Colak, A., & Saglam-Ertunga, N. (2013). Characterization of an esterase activity in lycoperdon pyriforme, an edible mushroom. *Journal of Food Biochemistry*, 37(2), 177–184. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2011.00621.x>
- Yildiz, S., Yılmaz, A., & Can, Z. (2017). In vitro bioactive properties of some wild mushrooms collected from Kastamonu province. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(3), 523-530. <https://doi.org/10.17475/kastorman.263875>
- Yılmaz, N., Solmaz, M., Türkeul, İ., & Elmastaş, M. (2006). Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry*, 99(1), 168-174. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.017>
- Zeng, X., Suwandi, J., Fuller, J., Doronila, A., & Ng, K. (2012). Antioxidant capacity and mineral contents of edible wild Australian mushrooms. *Food Science and Technology International*, 18(4), 367–379. <https://doi.org/10.1177/1082013211427993>
- Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5165-5170.
- Zwara, J. (1932). Contribution A'la des russules de l'Asie Mineure. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 48, 253-258.

Özgeçmiş

1992 yılında Gerger’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adıyaman’da tamamladı. 2017 yılında Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2018 yılında Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

