

EYLÜL 2019

Yüksek Lisans Tezi- Biyoloji

BERSUN AKYILMAZ

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GAZİANTEP VE ŞANLIURFA İLLERİNDEN TOPLANAN
TERFEZIA BOUDIERI'NİN BAZI BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ
İLE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

BİYOLOJİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERSUN AKYILMAZ

EYLÜL 2019

**Gaziantep ve Şanlıurfa İllerinden Toplanan *Terfezia boudieri*'nin
Bazı Biyolojik Aktiviteleri ile Fizyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi**

Gaziantep Üniversitesi

Biyoloji

Yüksek Lisans Tezi

Danışmanlar

Doç. Dr. Muhittin DOĞAN

Dr. Öğr. Üyesi Celal BAL

Bersun AKYILMAZ

Eylül 2019



© 2019 [Bersun AKYILMAZ]

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

Tezin Adı: Gaziantep ve Şanlıurfa İllerinden Toplanan *Terfezia boudieri*'nin Bazı
Biyolojik Aktiviteleri ile Fizyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Öğrencinin, Adı Soyadı: Bersun AKYILMAZ

Tez Savunma Tarihi: 13.09.2019

Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof.Dr. A. Necmeddin YAZICI
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Filiz ÖZBAŞ GERÇEKER
Enstitü Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi
olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Celal BAL
2. Tez Danışmanı

Doç. Dr. Muhittin DOĞAN
Tez Danışmanı

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

Jüri Üyeleri:

İmzası

Doç. Dr. Muhittin DOĞAN

.....

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa PEHLİVAN

.....

Dr. Öğr. Üyesi Sevgi GEZİCİ

.....

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

Bersun AKYILMAZ

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME BIOLOGICAL ACTIVITIES AND PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF *TERFEZIA BOUDIERI* COLLECTED FROM GAZIANTEP AND ŞANLIURFA PROVINCES

AKYILMAZ, Bersun

M.Sc. in Biology

Supervisors: Assoc. Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Asst. Prof. Dr. Celal BAL

September 2019

56 pages

In this study, antioxidant activities, phenolic contents and element levels of ethanol extracts of samples collected from Gaziantep and Şanlıurfa provinces of *Terfezia boudieri* Chatin (Keme, Domalan) mushrooms, which were collected and consumed intensively from their natural environments in spring, were determined. In this context, TAS, TOS and OSI values were determined using Rel Assay Diagnostics kits (TAS, TOS). In addition, antioxidant activities were determined using DPPH method. Phenolic contents were determined using LC-MS/MS instrument. Element contents of mushroom samples were measured using atomic absorption spectrophotometer (AAS). As a result of the studies, it was determined that mushroom samples had high antioxidant activity. In addition, the samples collected from Şanlıurfa province had higher antioxidant activity. A total of 8 phenolic compounds were identified as catechin, acetohydroxamic acid, vanillic acid, resveratrol, fumaric acid, gallic acid, caffeic acid and butein. Element contents were generally in the literature ranges. As a result, it was determined that *T. boudieri* mushroom may be a natural source and an important antioxidant source for the identified compounds.

Keywords: *Terfezia boudieri*, antioxidant, phenolic compound, element content

ÖZET

GAZİANTEP VE ŞANLIURFA İLLERİNDEN TOPLANAN *TERFEZIA BOUDIERI*'NİN BAZI BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ İLE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

AKYILMAZ, Bersun
Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji
Tez Yöneticileri: Doç. Dr. Muhittin DOĞAN
Dr. Öğr. Üyesi Celal BAL
Ağustos 2019
56 sayfa

Bu çalışmada, halk arasında ilkbahar aylarında doğal ortamlarından toplanarak yoğun olarak tüketilen *Terfezia boudieri* Chatin (Keme, Domalan) mantarının Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan örneklerinin etanol özütlerinin antioksidan aktiviteleri, fenolik içerikleri ve element seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda TAS, TOS ve OSI değerleri Rel Assay Diagnostics kitleri (TAS, TOS) kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca antioksidan aktiviteleri DPPH metodu kullanılarak tespit edilmiştir. Fenolik içerikleri LC-MS/MS cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Mantar örneklerinin element içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda mantar örneklerinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerin daha yüksek antioksidan aktivitesinin olduğu tespit edilmiştir. Mantarın bünyesinde ise Kateşin, Asetohidroksamik asit, Vanilik Asit, Resveratrol, Fumarik asit, Gallik asit, Kafeik asit ve Butein olmak üzere toplam 8 fenolik bileşik belirlenmiştir. Element içeriklerinin ise genel olarak literatür aralıklarında olduğu görülmüştür. Sonuç olarak *T. boudieri* mantarının belirlenen bileşikler açısından doğal kaynak olabileceği ve önemli bir antioksidan kaynak olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Terfezia boudieri*, antioksidan, fenolik bileşik, element içeriği

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Muhittin DOĞAN'a,

Yüksek lisans tez çalışmalarındaki desteklerinden dolayı ikinci tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Celal BAL'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca üzerimde emeği olan tüm bölüm hocalarıma,

Yüksek lisans çalışmalarına yardımlarından dolayı tüm laboratuvar arkadaşlarıma,

En içten teşekkürlerimi sunuyorum...

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ABSTRACT	v
ÖZET.....	vi
TEŞEKKÜR	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SEMBOLLER/ KISALTMALAR LİSTESİ	xii
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Mantarların Besleyici ve Tıbbi Özellikleri	1
1.2. Mantarların Antioksidan Potansiyelleri	4
1.3. Element İçerikleri Açısından Mantarlar	7
BÖLÜM 2.....	9
KAYNAK ÖZETLERİ	9
BÖLÜM 3.....	14
MATERYAL VE METOD	14
3.1. <i>Terfezia boudieri</i> Mantarının Genel Özellikleri	14
3.2. Laboratuvar İşlemleri.....	15
3.3. TAS Değerlerinin Belirlenmesi	15
3.4. TOS Değerlerinin Belirlenmesi	16
3.5. DPPH Aktivitesinin Belirlenmesi	17
3.6. Fenolik İçeriklerinin Belirlenmesi	17
3.7. Element Seviyelerinin Belirlenmesi	18
BÖLÜM 4.....	19
BULGULAR	19
4.1. <i>T. boudieri</i> 'nin TAS, TOS ve OSİ Değerleri.....	19
4.2. <i>T. boudieri</i> 'nin DPPH Aktivite Bulguları.....	20
4.3. <i>T. boudieri</i> 'nin Fenolik İçerikleri	20
4.4. <i>T. boudieri</i> 'nin Element İçerikleri	22

BÖLÜM 5	27
TARTIŞMA VE SONUÇ	27
5.1. <i>T. boudieri</i> Mantarının Antioksidan Aktivitesi.....	27
5.2. Fenolik İçeriklerin Değerlendirilmesi.....	30
5.3. Element İçeriklerinin Değerlendirilmesi	36
KAYNAKLAR	38



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Antioksidan kapasiteleri çalışılmış mantar türleri.....	5
Tablo 4.1. TAS, TOS ve OSİ Değerleri	19
Tablo 4.3. <i>T. boudieri</i> mantarının fenolik içerikleri.....	21



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. <i>Terfezia boudieri</i> mantarının makroskobik görünümü	14
Şekil 4.1. Cr içerikleri	23
Şekil 4.2. Cu içerikleri	23
Şekil 4.3. Mn içerikleri	24
Şekil 4.4. Fe içerikleri	24
Şekil 4.5. Ni içerikleri	25
Şekil 4.6. Cd içerikleri	25
Şekil 4.7. Pb içerikleri	26
Şekil 4.8. Zn içerikleri	26
Şekil 5.1. Kateşinin Kimyasal Formülü	31
Şekil 5.2. Asetohidroksamik asitin Kimyasal Formülü	31
Şekil 5.3. Vanilik asitin Kimyasal Formülü	32
Şekil 5.4. Resveratrol'un Kimyasal Formülü	33
Şekil 5.5. Fumarik asitin Kimyasal Formülü	33
Şekil 5.6. Gallik asitin Kimyasal Formülü	34
Şekil 5.7. Kafeik asitin Kimyasal Formülü	34
Şekil 5.8. Butein'in Kimyasal Formülü	35

SEMBOLLER/ KISALTMALAR LİSTESİ

TAS: Total Antioksidan Aktivite

TOS: Total Oksidan Aktivite

OSI: Oksidatif Stres İndeksi

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Mantarlar, türler arasındaki değişken özellikleri olan farklı şekil, renk ve boyutlarda görülebilen kozmopolit organizmalardır (Chang ve Miles, 1992). Dünya genelinde tahmin edilen mantar sayısının 5.1 milyon tür olduğu düşünülmektedir (Blackwell, 2011). Mantarları makromantarlar ve mikromantarlar olarak sınıflandırmak mümkündür. Ayrıca mantarlar ökaryotik heterotrof organizmalardır (Blackwell, 2011). Günümüzde 14.000'den fazla mantar türü tanımlanmıştır. Bu türlerden yaklaşık 2.000'i yenilebilir olarak tanımlanmaktadır (Chang ve Buswell, 2008). Bu türlerin birçoğunun terapötik potansiyeli vardır veya insanların sağlıklı yaşamaları açısından oldukça önemli temel bileşenleri bünyelerinde barındırırlar (Wasser, 2002). Mantarlar binlerce yıldır insanlar tarafından ve gıda, ilaç ve süsleme gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır (Mattila vd., 2000; Cheung, 2010; Leskosek-Cukalovic vd., 2010). Gıdasal özellikleri bakımından mantarlar, eşsiz bir lezzet, aroma ve dokuya sahip oldukları için en iyi mutfak ürünlerinden biri haline gelmiştir (Mattila vd., 2000; Valentao vd., 2005; Grangeia vd., 2011). Gıda ve Tarım Örgütü Kurumsal İstatistik Veritabanına (FAOSTAT) göre yer altı mantarları dahil dünyada yıllık mantar üretimi yaklaşık 6 milyon ton olarak bildirilmiştir. Çin günümüzde mantar üretiminde ilk sırayı almaktadır (Kalac, 2013). Mantar üretimindeki artış eğiliminin gelecekte de devam etmesi beklenmektedir (Cheung, 2010).

1.1.Mantarların Besleyici ve Tıbbi Özellikleri

Son yıllarda mantarların besleyici özellikleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve yapılan çalışmalar sağlıklı beslenme düzenlerinin tasarımına kayda değer katkı sağlayabilecek bir takım besleyici ve fonksiyonel özelliklere sahip olduğunu göstermiştir (Chang, 1996; Kalogeropoulos vd., 2013). Ayrıca mantarlar özellikle geleneksel tıpta kullanılanlar hakkındaki cevaplanmamış soruları çözmek için, mantarların tıbbi değerlerini olduğunu ileri süren birçok etnomikolojik iddia

nedeniyle mantarlar araştırılmaktadır (Chang ve Buswell, 2008). Bu kapsamda farklı türde mantarların yetiştiriciliğinde büyük artış yaşanmıştır, çünkü bu türlerin çoğu kapsül biçiminde ilaç olarak satılmaktadır. Yenilebilir mantarlar, doymamış yağ asitleri, fenolik bileşikler, tokoferoller, askorbik asit ve karotenoidleri içerebildiklerinden doğal nutrasötik kaynaklarıdır. Bu kapsamda doğrudan diyet yoluyla alınabilirler ve birçok biyoaktif bileşiklerin katkı ve sinerjik etkilerini sağlayarak insan sağlığına önemli katkıda bulunabilirler (Reis vd., 2012). Son yıllarda yapılan mantarların kimyasal bileşimi, besin değeri ve sağlığa yararlı etkileri hakkında birçok çalışma mevcuttur. Mantarın besin değerindeki büyük farklılıklar türler arasında değişkenlik göstermektedir (Gunc Ergonul vd., 2013; Kalac, 2013). Daha önce yapılan çalışmalarda mantarların protein, lipit ve külün normal muhtevası sırasıyla 38.7-416.0, 5.0-92.3 ve 52.7-120.0 g.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Mantarların enerji miktarı düşüktür, genellikle 303-772 kcal.kg⁻¹ arasındadır (Kalac, 2013). Genel olarak, mantar türlerinde lipit içeriği düşüktür. Özellikle, kolesterol seviyeleri düşüktür, bazı doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) yüksek seviyelerde meydana gelir (Gunc Ergonul vd., 2013). Yağ içeriği düşük seviyelerde linoleik asit ile karakterize edilir ve n-3 yağ asitlerinin oranı besinsel olarak değişkendir. Ana karbonhidratlar chitin, glikojen, trehaloz ve mannitol'dür. Lif içeriği ve bileşimi hakkındaki bilgiler sınırlıdır (Kalac, 2013). Ancak mantarlar insan beslenmesinde diyet lifi kaynağı olarak önemli bir değere sahiptir (Cheung, 1997; Cheung, 2013).

Tarihsel süreçte birçok medeniyet mantarların önemini vurgulamıştır. Romalılar “Tanrıların yemeği” olarak, Çinliler de “Yaşamın sarmalı” olarak isimlendirmiştir (Mattila vd., 2000). Mantarların bünyesinde ürettikleri sekonder metabolitlerin son yıllarda yapılan çalışmalar ile farklı klinik potansiyellerinin olduğu belirlenmiştir (Wasser, 2011). İnsanlık tarihi boyunca mantarlar, insanlar için tıbbi açıdan faydalı bir terapötik gıda olarak kullanılmıştır. Günümüzde mantarlar, ilaçların ve nutrasötiklerin (farmasötik özelliklere sahip yiyecekler) geliştirilmesinde kaynak olarak görev yapan birçok hastalığın önlenmesinde kullanılmaktadır (Barros vd., 2007a).

Mantarlar bünyelerinde vitaminler, mineraller, eser elementler ve beta-glukanlar gibi önemli miktarda biyoaktif madde içermektedir. Ayrıca mantarların içerdikleri farklı

biyoaktif bileşikler sayesinde önemli antioksidan potansiyelleri bulunmaktadır (Kalogeropoulos vd., 2013). Mantarlarının bünyesinde ürettikleri biyoaktif bileşiklerin terapötik potansiyelleri arasında, anti-tümör aktivite, antioksidan aktivite, anti-enflamatuar aktivite, antiviral aktivite, immünomodülatör aktivite, kolesterol seviyelerinin düşürülmesi ve hipertansiyon ve diyabet üzerine faydalı etkileri gibi birçok tıbbi aktivite yer almaktadır (Smith vd., 2002). Daha önce yapılan çalışmalarda birçok mantar türünün yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Wang vd., 2014). Mantar ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin, çoğu durumda ekstraktların yüksek konsantrasyonlarında meydana gelen güçlü bir lipid peroksidasyon inhibitörü olduğu bildirilmiştir (Cheung ve Cheung, 2005). Mantar özlerinin antioksidan aktivitesinin muhtemel mekanizmaları arasında, muhtemelen hidrojen tutma kapasitesi yoluyla serbest radikallerin temizlenmesi ve peroksi radikalleri tarafından oksidasyon bulunur (Puttaraju vd., 2006). Ayrıca mantarların çeşitli ikincil metabolitler, örneğin fenolik bileşikler, polipeptitler, terpenler ve steroidler biriktirdiği gösterilmiştir. Mantar fenoliklerinin mükemmel bir antioksidan olduğu ve sinerjistik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Li vd., 2005). Mantarlar, tek elektron transferi ile serbest radikalleri temizleme kabiliyetlerinden dolayı mükemmel antioksidanlar olarak bilinen çeşitli polifenolik bileşikler içerir (Hirano vd., 2001). Ek olarak, flavonoidlerin ve fenollerin bu radikallere karşı önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Bu aktivite temel olarak fenolik hidroksil gruplarının redoks özelliklerine ve kimyasal yapılarının farklı kısımları arasındaki ilişkilere dayanır (Barros vd., 2007a). Makrofungusların antioksidan aktivitesine en çok katkıda bulunan fenolik bileşikler, kafeik asit, kateşin, gallik asit, p-kumarik asitler ve kuersetin gibi bileşiklerdir (Guo vd., 2012). Ayrıca mantarlarda Ergotiyonin miktarı yüksek seviyelerde olduğu bildirilmiştir (Chen vd., 2000). Böylece, bol miktarda ergotiyonin antioksidan kapasitesini artırabilir (Wang vd., 2014). Mantar türlerinin metanolik özütlerinin, in vitro olarak çeşitli antioksidan sistemlere karşı önemli antioksidan aktivite gösterdiği de iyi bilinmektedir. Ekstraktların etkilerinden sorumlu olan çeşitli antioksidan mekanizmalar, süperoksit ve serbest radikallerin iyi temizleyicileri olarak güçlü hidrojen donlama kabiliyetine, metal şelatlama kabiliyetine ve etkinliğine dayanabilir (Elmastas vd., 2007). Başka bir çalışma, nitrik oksit fumigasyonunun, biyoaktif bileşiklerin artırılması ve mantarların antioksidan aktivitesinin artırılması için potansiyel bir uygulamaya sahip olabileceğini göstermiştir (Dong vd., 2012). Bu antioksidan aktivitelerin

ötesinde, diğer faktörler kısmen yenilebilir mantarların antioksidan özelliklerine katkıda bulunmaktadır. Bu verilere dayanarak, fenolik bileşikler bilinen antioksidan aktiviteden sorumlu ana bileşenler olarak görünmektedir. Mantar türleri, kolay erişilebilir bir doğal antioksidan kaynağı ve olası bir besin takviyesi olarak kullanılabilir (Li vd., 2005; Elmastas vd., 2007; Guo vd., 2012).

1.2.Mantarların Antioksidan Potansiyelleri

Doğa her zaman insan sağlığını güçlendirici birçok önemli kaynağı bünyesinde barındırır. Bu doğal kaynakların birçoğu rutin olarak kullanılan meyveler, sebzeler, şifalı otlar, baharatlar ve rutin diyetin parçası olabilecek yenilebilir mantarlardır. Buna ek olarak, kapsamlı sağlık artırma potansiyeline sahip olduğu bildirilen çok sayıda şifalı bitki listesi bulunmaktadır. Bu doğal kaynaklardan en faydalı etkilerinden biri, potansiyel antioksidan özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Antioksidan özelliği ile ilgili olarak, araştırmacılar aktif bileşenleriyle birlikte en potansiyel kaynakları keşfetmek için çalışmalarına odaklanmışlardır. Araştırmacılar, bu doğal kaynaklar listesine, yosun ve deniz otu gibi bazı deniz kaynaklarını da eklemişlerdir. Antioksidan doğal kaynaklar, sağlığı teşvik edici etkileri ve besleyici değerleri ile bilinen yaygın olarak tavsiye edilen diyet içerikleridir. Aşırı miktarda mineralleri, özellikle elektrolitleri nedeniyle tarihte geleneksel gıdalar olarak önemli bir yer edinmişlerdir. Yapılan birçok çalışma antioksidan özelliklerin nedeninin fitokimyasal içeriklerden kaynaklandığını ortaya koymuştur. Bu antioksidanlar, diyabet, kanserler ve kardiyovasküler bozukluklar gibi çeşitli dejeneratif ve hastalık süreçlerinin bir sonucu olarak üretilen oksidanları veya serbest radikalleri temizler. Bu nedenle, düzenli olarak tüketilen takviye antioksidanlar hastalıklarla ilişkili ölüm riskini azaltabilir. Doğal antioksidanların çoğu, zinciri kırarak lipid radikallerini daha stabil ürünlere dönüştürür. Son yıllarda yenilebilir mantarlar, ticari bir antioksidan kaynağı olarak dikkat çekmiştir. Oksidatif stres seviyesini azaltmak için diyet takviyesi yoluyla doğrudan antioksidan savunmasının güçlendirilmesinde kullanılabilirler. Böyle bir stratejinin in vitro etkinliğini destekleyen çok sayıda çalışma bildirilmiştir. Antioksidan potansiyeline sahip olduğu bildirilen farklı mantar türleri üzerine yapılan çalışmalar Tablo 1.1’de gösterilmiştir.

Tablo 1.1. Antioksidan kapasiteleri çalışılmış mantar türleri

Mantar Türleri	Kaynaklar
<i>Agaricus arvensis</i> , <i>A. bisporus</i> , <i>A. blazei</i> , <i>A. romagnesii</i> , <i>A. silvaticus</i> , <i>A. silvicola</i>	Barros vd., 2007a; Barros vd., 2008; Kim vd., 2008; Kozarski vd., 2011
<i>Agrocybe cylindracea</i>	Tsai vd., 2007
<i>Amanita rubescens</i>	Keleş vd., 2011
<i>Armillaria mella</i> , <i>A. ostoyae</i>	Lung vd., 2011; Keleş vd., 2011
<i>Auricularia auriculajudae</i> , <i>A. polytricha</i>	Hussein vd., 2015; Zhang vd., 2015
<i>Boletus badius</i> , <i>B. edulis</i>	Heleno vd., 2010; Vamanu ve Nita, 2013; Heleno vd., 2015
<i>Calocybe gambosa</i>	Palacios vd., 2011
<i>Cantharellus cibarius</i> , <i>C. clavatus</i>	Puttaraju vd., 2006; Robaszkiewicz vd., 2010
<i>Chlorophyllum rhacodes</i>	Keleş vd., 2011
<i>Clavaria vermicularis</i>	Ramesh ve Pattar, 2010
<i>Clitocybe alexandri</i> , <i>C. geotropa</i>	Vaz vd., 2010; Kolayli vd., 2012
<i>Coprinopsis atramentaria</i>	Khan vd., 2014
<i>Coprinus comatus</i>	Vamanu ve Nita, 2013
<i>Coriolus versicolor</i>	Karaman vd., 2010
<i>Cortinarius glaucopus</i>	Heleno vd., 2010
<i>Craterellus cornucopioides</i>	Palacios vd., 2011
<i>Fistulina hepatica</i>	Heleno vd., 2010
<i>Flammulina velutipes</i>	Kim vd., 2008
<i>Ganoderma applanatum</i> , <i>G. lucidum</i> , <i>G. tsugae</i>	Tseng vd., 2008; Karaman vd., 2010; Abdullah vd., 2012; Bal, 2019
<i>Gomphus clavatus</i>	Makropoulou vd., 2012
<i>Grifola frondosa</i>	Yeh vd., 2011
<i>Helvella crispa</i>	Puttaraju vd., 2006
<i>Hericium erinaceus</i>	Wong vd., 2009
<i>Hydnum repandum</i>	Keleş vd., 2011
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	Heleno vd., 2010
<i>Hygrophorus marzuolus</i>	Palacios vd., 2011
<i>Hypholoma capnoides</i> , <i>H. fasciculare</i>	Heleno vd., 2010; Barros vd., 2007a
<i>Hypsizygus marmoreus</i>	Lee vd., 2007
<i>Inonotus obliquus</i>	Kim vd., 2008
<i>Laccaria amethystine</i> , <i>L. laccata</i>	Heleno vd., 2010; Vieira vd., 2014

<i>Lactarius aurantiacus</i> , <i>L. citriolens</i> , <i>L. deliciosus</i> , <i>L. piperatus</i> , <i>L. salmonicolor</i> , <i>L. sanguifluus</i> , <i>L. turpis</i> , <i>L. volemus</i>	Puttaraju vd., 2006; Barros vd., 2007b; Barros vd., 2007c; Heleno vd., 2010; Keleş vd., 2011; Athanasakis vd., 2013; Vieira vd., 2014; Gürgen vd., 2019
--	---

Tablo 1.1'in Devamı

Mantar Türleri	Kaynaklar
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Karaman vd., 2010; Sevindik vd., 2018a
<i>Leccinum scabrum</i>	Keleş vd., 2011
<i>Lentinula edodes</i>	Cheung vd., 2005
<i>Lentinus squarrolus</i>	Lee vd., 1996
<i>Lenzites betulina</i>	Lee vd., 1996
<i>Lepista inversa</i> , <i>L. nuda</i> , <i>L. sordida</i>	Vaz vd., 2010; Zhong vd., 2013; Bal vd., 2019
<i>Leucopaxillus giganteus</i>	Ribeiro vd., 2008
<i>Lycoperdon molle</i> , <i>L. perlatum</i>	Singh vd., 2012; Sajon vd., 2018
<i>Macrolepiota mastoidea</i> , <i>M. procera</i>	Akgül vd., 2016; Vasdekis vd., 2018
<i>Marasmius oreades</i>	Vieira vd., 2012
<i>Meripilus giganteus</i>	Kalyoncu vd., 2010
<i>Mycena rosea</i>	Stajic vd., 2013
<i>Panus tigrinus</i> , <i>P. conchatus</i>	Sulkowska-Ziaja vd., 2012; Hussein vd., 2015
<i>Phellinus igniarius</i> , <i>P. linteus</i>	Song vd., 2003; Wang vd., 2005
<i>Pleurotus albidus</i> , <i>P. cornucopiae</i> , <i>P. cystidiosus</i> , <i>P. djamor</i> , <i>P. dryinus</i> , <i>P. eous</i> , <i>P. eryngii</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>P. pulmonarius</i> , <i>P. sajor-caju</i>	Yang vd., 2002; Chirinang ve Intarapichet, 2009; Saha vd., 2012; Sudha vd., 2012; Mishra vd., 2013; Shen vd., 2013; Lee vd., 2014; Gambato vd., 2016; Sevindik vd., 2016; Sánchez, 2017
<i>Polyporus squamosus</i> , <i>P. tenuiculus</i>	Wong ve Chye, 2009; Mocan vd., 2018
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	Cao vd., 2014
<i>Ramaria botrytis</i> , <i>R. formosa</i>	Kim ve Lee, 2003; Liu vd., 2013
<i>Russula brevipes</i> , <i>R. cyanoxantha</i> , <i>R. delica</i> , <i>R. integra</i> , <i>R. nigricans</i> , <i>R. vesca</i> , <i>R. vinosa</i>	Sánchez, 2007; Heleno vd., 2010, Keleş vd., 2011; Kosanic vd., 2013; Woldegiorgis vd., 2014; Liu vd., 2014
<i>Sarcodon imbricatus</i>	Marcotullio vd., 2008
<i>Schizophyllum commune</i>	Klaus vd., 2011
<i>Sparassis crispa</i>	Ferreira vd., 2009
<i>Suillus bovinus</i> , <i>S. collinitus</i> , <i>S. luteus</i> , <i>S. mediterraneensis</i> , <i>S. variegatus</i>	Leon vd., 2008; Kalač 2009; Heleno vd., 2010; Guo vd., 2012; Vaz vd., 2012
<i>Termitomyces heimii</i> , <i>T. microcarpus</i> , <i>T. mummiiformis</i> , <i>T. schimperi</i> , <i>T. tylerance</i>	Ferreira vd., 2009; Tibuhwa vd., 2012; Manna vd., 2015; Sánchez, 2017
<i>Tremella fuciformis</i>	Chen, 2010
<i>Tricholoma acerbum</i> , <i>T. equestre</i>	Froufe vd., 2009; Ferreira vd., 2009
<i>Verpa conica</i>	Elmastas vd., 2007

<i>Volvariella volvaceae</i>	Sarkar vd., 2012
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	Witkowska vd., 2011

1.3. Element İçerikleri Açısından Mantarlar

Makromantarların birçok ülkede popüler gıdalar olarak tüketilmektedir. Birçok tüketici günlük olarak tüketim yapsa da bazı bireyler ise yılda birkaç kez tüketim gerçekleştirmektedir. Bununla birlikte, son otuz yıl boyunca yapılan araştırmalarla, birçok mantar türünün, diğer gıdaların içerdikleri seviyeleri aşan, çoğunlukla cıva, kadmiyum ve kurşun gibi çeşitli eser elementler biriktirdiği belirlenmiştir. Mantarlardaki metal konsantrasyonları, tarımsal ürün bitkilerinde, sebzelerde ve meyvelerdeki oranlardan oldukça yüksektir. Mantarlar doğal ortamlarında organik örtünün parçalanmasında rol oynamalarından dolayı bünyelerinde çok çeşitli elementler (alüminyum, kalsiyum, klor, bakır, flüor, iyot, demir, mangan, magnezyum, cıva, fosfor, potasyum, sodyum, kükürt ve çinko) içermektedir (Sadler, 2003; Rudawska ve Leski, 2005). Düşük sodyum içeriği tüketiciye büyük yarar sağlar (Seeger vd., 1983; Vetter, 2003).

Doğal mantarlar yerel halk tarafından doğal ortamlarından kontrolsüz olarak toplanıp tüketildiklerinden dolayı bazı ciddi riskler ortaya çıkabilir. Mantarlardaki element seviyeleri mantarların türüne, yayılış gösterdikleri habitatlara ve kullandıkları substratlara göre değişkenlik göstermektedir (Demirbaş, 2001). Bu nedenle, mantarları kullanmadan önce toksik ve temel element seviyelerini bilmek oldukça önemlidir. Yenilebilir mantarlarda birçok toksik element organik örtünün çürütülmesiyle mantarın bünyesine geçebilmektedir. Ayrıca otoyol yakınlarından toplanan mantarlarda da yüksek seviyelerde toksik elementler birikebilir. Bu kapsamda özellikle doğal ortamlarından toplanan mantarların element düzeylerinin belirlenmesi tüketicileri açısından oldukça önemlidir.

1.4. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada *Terfezia boudieri* Chatin mantarının antioksidan potansiyeli, sekonder metabolitleri ve element içerikleri araştırılmıştır. Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden 2018 yılında mantar örnekleri toplanmıştır. Bu kapsamda *T. boudieri* mantarının

farklı bölgelerden toplanan örneklerinin biyolojik potansiyelleri ve element içeriklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.



BÖLÜM 2

KAYNAK ÖZETLERİ

Zhang vd. (2002), yaptıkları çalışmada *Grifola frondosa* mantarının hekzan özütlerini kullanmış ve antioksidan potansiyellerinin olduğunu belirlemiştir.

Jose vd. (2002), yaptıkları çalışmada *Pleurotus pufmonanus* mantarının metanol özütlerini kullanmış ve yüksek antioksidan potansiyeline sahip olduğunu belirlemiştir.

Quang vd. (2003), yaptıkları çalışmada *Paxillus curtisii* mantarının metanol özütlerinin yüksek seviyelerde antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Cheung vd. (2003) yaptıkları çalışmada *Lentinus edodes* ve *Volvariella volvacea* mantarlarının metanol ve su özütlerini kullanarak antioksidan potansiyellerini belirlemiştir. Yaptıkları çalışma sonucunda her iki mantarın da yüksek antioksidan potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Zhang vd. (2003), *Agrocybe aegerita* mantarının metanol özütleri üzerine yaptıkları çalışmada mantar özütlerinin antioksidan aktivitelerinin olduğunu bildirmiştir.

Mendil vd. (2005), yaptıkları çalışmada *Mycena inclinata*, *Coprinus comatus*, *Panellus stipticus* ve *Panaeolus campanulatus* mantarlarının Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Cr ve Ni içeriklerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda mantar türlerinin elementleri farklı seviyelerde biriktirdiği bildirilmiştir.

Puttaraju vd. (2006), yaptıkları çalışmada *Termitomyces heimii* ve *T. mummiiformis* mantarlarının antioksidan aktivitelerini belirlemiştir. Çalışmada mantarların su ve metanol özütleri kullanılmış ve antioksidan aktivitelerinin olduğu bildirilmiştir.

Lee vd. (2006), yaptıkları çalışmada *Inonotus xeranticus* mantarının antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Lee vd. (2007), yaptıkları çalışmada *Inonotus obliquus* mantarının yeni doğal antioksidan kaynak olabileceğini belirlemiştir.

Dore vd. (2007), yaptıkları çalışmada *Geastrum saccatum* mantarının antioksidan aktivitesinin olduğunu bildirmiştir.

Türkoğlu vd. (2007), yaptıkları çalışmada *Russula delica* mantarının etanol özütlerini kullanarak antioksidan aktivitesini araştırmıştır. Yaptıkları çalışma sonucunda mantarın yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemiştir.

Elmastaş vd. (2007), yaptıkları çalışmada *Agaricus bisporus*, *Polyporus squamosus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Boletus badius* ve *Verpa conica* mantarlarının metanol özütlerinin farklı seviyelerde antioksidan aktivitelere sahip olduklarını bildirmiştir.

Ouzouni vd. (2007), yaptıkları çalışmada *Cantharellus cibarius*, *Hydnum repandum*, *Lactarius salmonicolor*, *Xerocomus chrysenteron*, *Agaricus cupreobrunneus*, *Amanita franchetii*, *Hygrophorus eburneus* ve *H. chrysodon* mantarlarının Mg, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Al, As ve Sn içeriklerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda Pb, Cd ve As içeriklerinin düşük seviyelerde, diğer elementlerin ise normal seviyelerde olduğu bildirilmiştir.

Lee vd. (2008), yaptıkları çalışmada *Hypsizigus marmoreus* mantarının su ve etanol özütlerinin antioksidan aktivitelerinin olduğunu bildirmiştir.

Jayakumar vd. (2009), yaptıkları çalışmada *Pleurotus ostreatus* mantarının etanol özütlerinin kullanmış ve mantarların yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemiştir.

Mujić vd. (2010), yaptıkları çalışmada *Lentinula edodes*, *Hericium erinaceus* ve *Agrocybe aegerita* mantarlarının etanol özütlerinin antioksidan potansiyellerini belirlemiştir. Yaptıkları çalışma sonucunda mantarların antioksidan aktivitelerinin olduğunu bildirmiştir.

Çayır vd. (2010), yaptıkları çalışmada *Lactarius deliciosus*, *Russula delica* ve *Rhizopogon roseolus* Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn içeriklerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda mantarlarda tespit edilen element düzeylerinin sağlık riski teşkil etmediğini bildirilmiştir.

Kalyoncu vd. (2010a), yaptıkları çalışmada *Agaricus bresadolanus*, *Auricularia auricula-judae*, *Chroogomphus rutilus*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma lucidum*, *Gloeophyllum trabeum*, *Gymnopus dryophilus*, *Infundibulicybe geotropa*, *Inocybe flocculosa* var. *crocifolia*, *Inocybe catalaunica*, *Lentinula edodes*, *Lentinus sajor-caju*, *Lycoperdon excipuliforme*, *Macrolepiota excoriate*, *Morchella esculenta* var. *rigida*, *M. intermedia*, *Omphalotus olearius*, *Pleurotus djamor*, *Postia stiptica*, *Rhizopogon roseolus* and *Stropharia inuncta* mantarlarının antioksidan aktivitesini araştırmıştır. Yaptıkları çalışmada su, etanol ve kloroform özütleri kullanılmış ve mantarlarına antioksidan aktivitelerinin olduğu belirlenmiştir.

Kalyoncu vd. (2010b), yaptıkları çalışmada *Armillaria mellea*, *Meripilus giganteus*, *Morchella costata*, *M. elata*, *M. esculenta* var. *vulgaris*, *M. hortensis*, *M. rotunda*, *Paxillus involutus*, *Pleurotus eryngii* ve *P. ostreatus* mantarlarının etanol özütlerinin antioksidan potansiyellerinin olduğunu bildirmiştir.

Brzostowski vd. (2011), yaptıkları çalışmada *Paxillus involutus* mantarının K, Ca, Mg, Na, Zn, Al, Fe, Mn, Rb, Cu, Sr, Ag, Ba, Pb, Ni, Cd, Co, Cr ve Hg içeriklerini belirlemiştir.

Jayakumar vd. (2011), yaptıkları çalışmada *Pleurotus ostreatus* mantarının farklı bölgelerden toplanan örneklerinin antioksidan aktivitelerinin değiştiğini bildirmiştir.

Sudha vd. (2012), yaptıkları çalışmada *Pleurotus eous* mantarının etil asetat, metanol ve su özütlerinin yüksek seviyelerde antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Yim vd. (2012), yaptıkları çalışmada *Pleurotus porrigens* mantarının antioksidan aktivitesinin olduğunu belirlemiştir.

Liu vd. (2013a), yaptıkları çalışmada *Agaricus bisporus* mantarının etanol özütlerinin antioksidan potansiyelinin olduğunu bildirmiştir.

Mishra vd. (2013), yaptıkları çalışmada *Pleurotus citrinopileatus*, *P. djamor*, *P. eryngii*, *P. flabellatus*, *P. florida*, *P. ostreatus*, *P. sajor-caju* ve *Hypsizygus ulmarius* mantarlarının antioksidan aktivitelerini belirlemiştir. Yaptıkları çalışma sonucunda en yüksek antioksidan aktivitenin *P. eryngii* mantarında olduğunu belirlemiştir.

Liu vd. (2013b), yaptıkları çalışmada *Ramaria flava* mantarının etanol özütlerinin antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Arbaayah ve Kalsom (2013), yaptıkları çalışmada *Pleurotus pulmonarius*, *P. ostreatus*, *P. djamor* var. *djamor*, *P. djamor* var. *roseus* ve *Schizophyllum commune* mantarının etanol özütlerinin antioksidan potansiyellerinin olduğu bildirilmiştir.

Liu vd. (2014), yaptıkları çalışmada *Russula vinosa* mantarının alkalik ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin olduğunu bildirmiştir.

Nandi vd. (2014), yaptıkları çalışmada *Russula albonigra* mantarının alkalik ekstraktlarının yüksek seviyelerde antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemiştir.

Jiang vd. (2015), yaptıkları çalışmada *Lentinus edodes* mantarının antioksidan potansiyelinin olduğu belirlenmiştir.

Hussein vd. (2015), yaptıkları çalışmada *Polyporus tenuiculus*, *Lentinus sajor-caju*, *L. squarrosulus*, *Macrolepiota procera*, *Panus conchatus* ve *Auricularia auricular-judae* metanol özütleri kullanılarak antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Yaptıkları çalışma sonucunda mantarların antioksidan aktivitelerinin olduğu bildirilmiştir.

Ribeiro vd. (2015), yaptıkları çalışmada *Suillus luteus* ve *Coprinopsis atramentaria* mantarlarının hidroalkolik özütlerinin antioksidan potansiyellerinin olduğunu bildirmiştir.

Smolskaitė vd. (2015), yaptıkları çalışmada *Phaeolus schweinitzii*, *Inonotus hispidus*, *Tricholoma columbetta*, *T. caligatum*, *Xerocomus chrysenteron*, *Hydnellum ferrugineum*, *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarının hekzan, diklorometan, metanol ve su özütlerinin antioksidan potansiyellerinin olduğunu bildirmiştir.

Boonsong vd. (2016) yaptıkları çalışmada *Lentinus edodes*, *Volvariella volvacea*, *Pleurotus eous*, *P. sajor-caju* ve *Auricularia auricula* mantarlarının su ve eter özütlerinin antioksidan aktivitelerini belirlemiştir. Yaptıkları çalışma sonucunda en yüksek aktivitenin *L. edodes* ve en düşük aktivitenin ise *A. auricula* mantarında olduğu bildirilmiştir.

Sevindik vd. (2018a), yaptıkları çalışmada *Laetiporus sulphureus* mantarının etanol özütlerinin antioksidan potansiyelinin olduğunu bildirmiştir.

Sevindik vd. (2018b), yaptıkları çalışmada *Pholiota limonella* mantarının Fe, Zn, Cu, Pb ve Ni içeriklerinin literatür aralıklarında olduğunu bildirmiştir.

Bal vd. (2019), yaptıkları çalışmada *Lepista nuda* mantarının etanol özütlerini kullanmış ve çalışma sonucunda mantarın antioksidan potansiyelinin olduğunu bildirmiştir.

Morales vd. (2019), yaptıkları çalışmada *Agaricus brasiliensis* mantarının krom ve kadminyum içeriklerini belirlemiştir. Yaptıkları çalışma sonucunda her iki element içinde mantarda yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan *Terfezia boudieri* Chatin mantarının toplam antioksidan seviyeleri, toplam oksidan seviyeleri, oksidatif stres indeksleri, DPPH aktiviteleri, sekonder metabolitleri ve element içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kullanılan ekipman ve uygulanan metodlar kapsamlı olarak açıklanmıştır.

3.1. *Terfezia boudieri* Mantarının Genel Özellikleri



Şekil 3.1. *Terfezia boudieri* mantarının makroskobik görünümü

Terfezia (Pezizaceae) cinsi, Index Fungorum verilerine göre 20'den fazla türü içermektedir. *Terfezia boudieri* Chatin *Helianthemum* sp. ile ilişkili kireçli kumlu topraklarda, Mart-Nisan aylarında toplanmaktadır. Fruktifikasyon süresi, hava koşullarının uygun olmadığı bazı yıllarda bulunmayan yağış ve sıcaklığa bağlıdır. Bu türlerden *T. boudieri*, yarı kurak bölgelerde ekonomik olarak oldukça önemlidir ve yaygın olarak bulunmaktadır. *T. boudieri*, hassas organoleptik özellikleri ve besin değeri ile yerel halk tarafından geleneksel ilaçlarda kullanımı için pazarlanmaktadır (Chellaland ve Lukasova 1995; Fortas ve Belahouel-Dieb, 2007).

Önemli besin ve tıbbi özelliklerine rağmen, *Terfezia* türlerinin yeni nesil vermeleri arazinin gelişimi, tarımsal mekanizasyon, küresel iklim değişikliği ve kirlilik gibi birçok faktöre bağlı olarak azalmaktadır. Doğal ekosistemde gözlenen bu düşüş, bu besleyici yenilebilir mantarların doğal üretiminde artan bir talebe bağlı olarak, bu trüflerin kontrollü koşullar altında ticari olarak yetiştirilmesinde artan bir ilgiye neden olmuştur.

3.2. Laboratuvar İşlemleri

Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan mantar örnekleri uygun şartlarda laboratuvar ortamına getirilmiştir. Laboratuvarda distile su yardımı ile mantar örneklerinin üzerindeki toprak kalıntıları temizlenmiştir. Ardından 40 °C'de kurutma cihazında yaklaşık 10-12 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra mantar örnekleri öğütücü kullanılarak toz hale getirilmiştir. Ardından 30 g mantar örneği 300 mL etanol ile yaklaşık 6 saat 50 °C'de soxhlet aparatında özütleme işlemine tabi tutulmuştur. Özütleme işleminden sonra elde edilen özütler basınç altında rotary evaporatörde yoğunlaştırılmıştır. Yoğunlaştırma işleminin ardından elde edilen ham özütler +4 °C'de deney yapılana kadar saklanmıştır.

3.3. TAS Değerlerinin Belirlenmesi

Mantar örneklerinin toplam antioksidan seviyelerini belirlemek amacıyla TAS kitleri kullanılmıştır. Yapılan antioksidan testinde kalibratör olarak trolox kullanılmıştır. Mantar örneklerine ait özütlerde yer alan antioksidanlar, mavi-yeşil renkte olan ABTS' yi renksiz olan indirgenmiş ABTS şekline çevirmektedir. Mantar örneklerine ait özütlerin antioksidan düzeyleri 660 nm absorbansta tespit edilmiştir (Erel vd., 2014).

TAS Assay testinde kullanılan kit içerisinde Buffer, Renkli ABTS Radikal Solüsyonu, Standart 1 (1.00 mmol troleks Equiv./L) ve Standart 2 (1.00 mmol troleks Equiv./L) bulunmaktadır.

TAS testinin yapılışı

Buffer'dan 200 µL alınmıştır. Daha sonra eliza plate kuyucuklarına eklenmiştir. Kuyucunların üzerine 12 µL mantar ekstraktı ilave edilmiştir. Mantar ekstraktının ilk

absorbansı 660 nm’de belirlenmiştir. Ardından 30 µL Renkli ABTS Radikal Solüsyonundan eklenmiştir. Daha sonra 5 dakika 37°C’de inkübatörde bekletilmiştir. İnkübasyon işleminden sonra 660 nm’de ikinci absorbans tespit edilmiştir. TAS değeri hesaplanırken aşağıdaki formül dikkate alınmıştır (Erel vd., 2014).

$\Delta\text{Abs std 1: std1'in ikinci absorbansı} - \text{std1'in ilk absorbansı}$

$\Delta\text{Abs std 2: std2'in ikinci absorbansı} - \text{std2'in ilk absorbansı}$

$\Delta\text{Örnek abs: Örneğin ikinci absorbansı} - \text{örneğin ilk absorbansı}$

SONUÇ: $[\Delta\text{abs std1} - \Delta\text{abs örnek}] / [\Delta\text{abs std1} - \Delta\text{abs std2}]$

3.4. TOS Değerlerinin Belirlenmesi

Mantar örneklerinin toplam oksidan seviyelerini belirlemek amacıyla TOS kitleri kullanılmıştır. Yapılan antioksidan testinde kalibratör olarak hidrojen peroksit kullanılmıştır. Demir iyonu, asidik bir ortamdaki kromojen ile renkli bir kompleks oluşturmaktadır. Oluşan rengin düzeyi, spektrofotometrik olarak ölçülebilmektedir. Bu sayede örnekte bulunan oksidan bileşiklerin seviyeleri belirlenebilmektedir (Erel vd., 2015).

TOS Assay testinde kullanılan kit içerisinde Assay buffer, Prokromojen solüsyon, Standart 1 (Blank solüsyon: distile su) ve Standart 2 (stok stabilize standart solüsyon (SSSS): 800mM H₂O₂ Equiv./L) yer almaktadır.

TOS testinin yapılışı

Prokromojen solüsyon’dan 5 µL ependorfa alınmıştır. Üzerine 1mL distile su eklenmiştir. Ardından ependorf vortekslenmiştir. Daha sonra çözeltiden 5 µL alınarak ependorfa konulmuştur. Üzerine 1 mL distile su eklenmiştir. Sonuçta prokromojen solüsyon distile su kullanılarak 40 kez seyreltilmiştir. Seyreltme işleminden sonra 20 µmolar H₂O₂ elde edilmiştir. Farklı örnekler için işlemler tekrarlanmıştır. Daha sonra eliza plate üzerindeki kuyucuğa 200 µL Assay buffer konulmuştur. Ardından üzerine 30 µL mantar özütü ilave edilmiştir. Ardından 530 nm’de ilk absorbans okunmuştur. Daha sonra çözelti üzerine 10 µL prokromojen solüsyon eklenmiştir ve 37 °C’de 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra 530 nm’de ikinci

absorbans okunmuştur. Aynı işlemler standart 2 için de tekrarlanmıştır (Erel vd., 2015). TOS değeri hesaplanırken aşağıdaki formül dikkate alınmıştır.

$\Delta\text{Abs std 2: std2'in ikinci absorbansı} - \text{std2'in ilk absorbansı}$

$\Delta\text{Örnek abs: Örneğin ikinci absorbansı} - \text{örneğin ilk absorbansı}$

SONUÇ: $(\Delta\text{abs örnek} / \Delta\text{abs std 2}) \times 20$

3.5. DPPH Aktivitesinin Belirlenmesi

Mantarlar örneklerinin etanol özütlerinin antioksidan aktiviteleri DPPH serbest radikal süpürme metodu kullanılarak belirlenmiştir. DMSO kullanılarak 1 mg/mL etanol özüt içeren stok çözeltiler hazırlanmıştır ve Çözeltinin 50µL'si %0.039'luk 160µL DPPH'a eklenmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika inkübasyon işlemi yapılmıştır. Daha sonra 517 nm'de absorbans okunmuştur (Shimada vd., 1992). Tüm konsantrasyonlar (0.1 µg/mL, 0.2 µg/mL, 0.3 µg/mL) ve örnekler için ayrı ayrı işlemler tekrarlanmıştır. Her bir mantar özütü için üç tekrarlı ölçüm yapılmıştır.

3.6. Fenolik İçeriklerinin Belirlenmesi

Mantar örneklerinin fenolik içerikleri LC-MS/MS cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Mantar örneklerinin bünyesinde Kateşin, Asetohidroksamik asit, Vanilik Asit, Resveratrol, Fumarik asit, Gallik asit, Kafeik asit, Butein, Florizin, Oleropin, 2-Hydroxycinnamic asit, Ellajik Asit, Mirisetin, Silibinin, Protocatechuic asit, Naringenin, Kemferol, Lawsone, Luteolin, Kurkumin, Timokinon, Alizarin, 4-Hidroksibenzoik Asit ve Salisilik asit olmak üzere toplam 24 adet bileşik taranmıştır.

Kullanılan cihaz: Çift MS cihazına bağlanmış Nexera Shimadzu UHPLC.

Ekipmanları: LC-20AD İki adet pompa, DGU-20A3R degaser, CTO-10ASVP kolon fırını, SIL-20AC autosampler.

Kolon Bilgileri: C-18 Intersil ODS-4 (3.0mm x 100mm, 2µm) analitik kolon

Kolon sıcaklığı: 40⁰ C

Mobil faz: A (Su, %0,1 Formik asit), B (Metanol, %0,1 Formik asit)

Gradient programı:

t(zaman)	Mobil faz A	Mobil Faz B
0	95	5
4	5	95
7	5	95
7.01	95	5

Akış 0.3ml/dk ve enjeksiyon hacmi 2µL

3.7. Element Seviyelerinin Belirlenmesi

Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan mantar örneklerinin Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb ve Zn içeriklerini belirlenmiştir. Mantar örnekleri 80 °C’de kurutulmuştur. Kurutulan örneklerden 0.5 g alınmıştır. Mikrodalga çözünürleştirme cihazında (Milestone Ethos Easy) 9 mL HNO₃ + 1 mL H₂O₂ karışımında mineralize edilmiştir. Mantar örneklerinin element içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi cihazı (AAS) kullanılarak belirlenmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Çalışma kapsamında *T. boudieri* mantarının Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan örneklerinin TAS, TOS, OSI, DPPH aktiviteleri, sekonder metabolitleri ve element içerikleri belirlenmiş olup elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir.

4.1. *T. boudieri*'nin TAS, TOS ve OSI Değerleri

T. boudieri mantarının Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan örneklerinin TAS, TOS ve OSI değerleri Rel Assay kitleri kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. TAS, TOS ve OSI Değerleri

	TAS	TOS	OSI
Gaziantep	2.615±0.099	23.364±0.231	0.896±0.031
Şanlıurfa	2.978±0.043	14.412±0.141	0.483±0.004

Yapılan çalışmalar sonucunda Şanlıurfa ilinin TAS değerinin 2.978±0.043 mmol/L ile Gaziantep ilinden toplanan örneklerin TAS değeri olan 2.615±0.099 mmol/L göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. TOS değerlerinin ise Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 23.364±0.231 µmol/L, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 14.412±0.141 µmol/L olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda Gaziantep ilinden toplanan örneklerin TOS değerlerinin Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerin TOS değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Oksidan bileşiklerin antioksidan bileşiklerle yüzde ne kadar baskılandığını gösteren OSI değerlerinin ise Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 0.896±0.031 ve Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 0.483±0.004 olduğu belirlenmiştir.

4.2. *T. boudieri*'nin DPPH Aktivite Bulguları

T. boudieri mantarından elde edilen etanol özütlerinin DPPH aktivitesi belirlenmiş olup elde edilen bulgular Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. **Mantar Özütlerinin DPPH Aktiviteleri**

	0.1 mL	0.2 mL	0.3 mL
Gaziantep	97.69±0.26	96.26±0.17	95.11±0.12
Şanlıurfa	98.55±0.21	98.09±0.25	97.34±0.08

Yaptığımız çalışmada 0.1 mL özüt konsantrasyonunda DPPH aktiviteleri Gaziantep ilinden toplanan örneklerin 97.69±0.26, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 98.55±0.21 olduğu belirlenmiştir. 0.2 mL özüt konsantrasyonunda Gaziantep ilinden toplanan örneklerin 96.26±0.17, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 98.09±0.25 olduğu belirlenmiştir. 0.3 mL özüt konsantrasyonunda Gaziantep ilinden toplanan örneklerin 95.11±0.12, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 97.34±0.08 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan mantar örneklerinin birbirine yakın antioksidan değerlerinin olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra özüt konsantrasyonu arttıkça aktivitenin düşük seviyelerde de olsa azaldığı tespit edilmiştir.

4.3. *T. boudieri*'nin Fenolik İçerikleri

Yaptığımız çalışmada *T. boudieri* mantarının Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan örneklerinin bünyesinde toplam 24 fenolik bileşik LC-MS/MS cihazı kullanılarak taranmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. *T. boudieri* mantarının fenolik içerikleri

Fenolik Bileşik	Ret. Time	Area	Height	ppb
Kateşin				
Şanlıurfa	-	-	-	-
Gaziantep	4.648	264	75	249.361
Asetohidroksamik asit				
Şanlıurfa	1.653	294	77	17.961
Gaziantep	1.993	307	72	18.828
Vanilik Asit				
Şanlıurfa	5.968	56820	8038	12007.086
Gaziantep	5.964	58741	7208	12406.988
Resveratrol				
Şanlıurfa	4.823	1915	459	695.499
Gaziantep	4.824	4610	980	1275.964
Fumarik asit				
Şanlıurfa	3.880	14690	1470	7612.729
Gaziantep	3.862	13424	1266	6988.910
Gallik asit				
Şanlıurfa	4.187	231	63	448.248
Gaziantep	4.205	138	41	433.967
Kafeik asit				
Şanlıurfa	5.617	1498	163	159.067
Gaziantep	5.615	873	143	108.962
Butein				
Şanlıurfa	5.895	1071	243	142.539
Gaziantep	5.884	1384	299	205.968

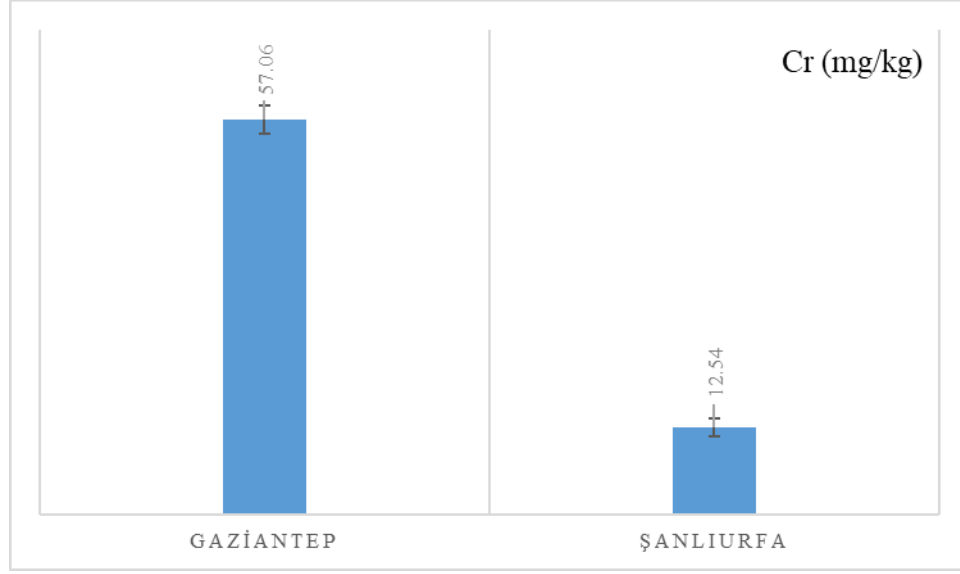
Yaptığımız çalışmalar sonucunda *T. boudieri* örneklerinde Kateşin, Asetohidroksamik asit, Vanilik Asit, Resveratrol, Fumarik asit, Gallik asit, Kafeik asit ve Butein olmak üzere toplam 8 fenolik bileşik belirlenmiştir. Ayrıca Florizin, Oleropin, 2-Hydroxycinnamic asit, Ellajik Asit, Mirisetin, Silibinin, Protocatechuic

asit, Naringenin, Kemferol, Lawsone, Luteolin, Kurkumin, Timokinon, Alizarin, 4-Hidroksibenzoik Asit ve Salisilik asit belirlenememiştir.

Kateşin Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 249.361 ppb tespit edilirken, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde tespit edilememiştir. **Asetohidroksamik asit** Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 17.961 ppb tespit edilirken, Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 18.828 ppb olarak belirlenmiştir. **Vanilik asit** Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 12007.086 ppb tespit edilirken, Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 12406.988 ppb olarak belirlenmiştir. **Resveratrol** Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 695.499 ppb tespit edilirken, Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 1275.964 ppb olarak belirlenmiştir. **Fumarik asit** Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 7612.729 ppb tespit edilirken, Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 6988.910 ppb olarak belirlenmiştir. **Gallik asit** Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 448.248 ppb tespit edilirken, Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 433.967 ppb olarak belirlenmiştir. **Kafeik asit** Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 159.067 ppb tespit edilirken, Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 108.962 ppb olarak belirlenmiştir. **Butein** Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 142.539 ppb tespit edilirken, Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 205.968 ppb olarak belirlenmiştir.

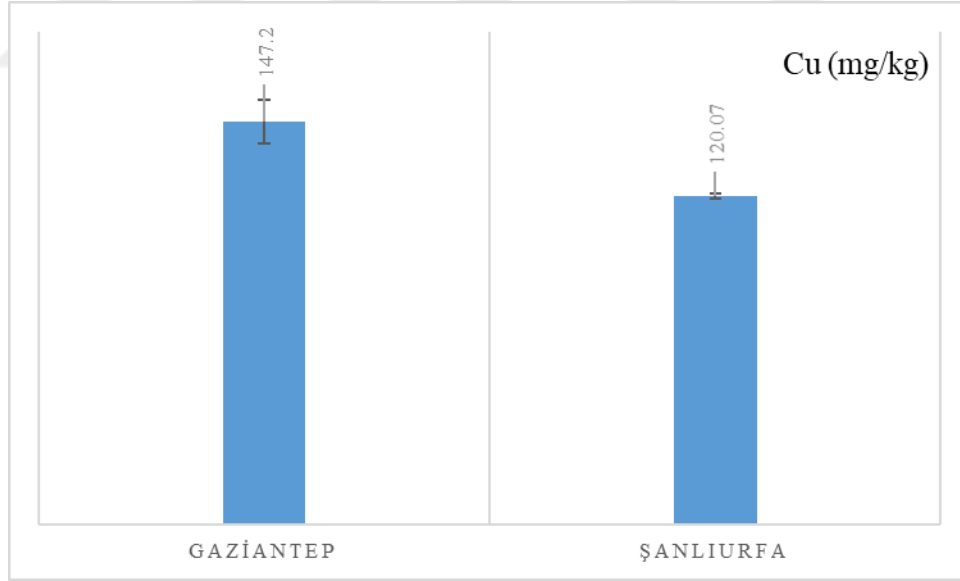
4.4. *T. boudieri*'nin Element İçerikleri

T. boudieri'nin Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan örneklerinin Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb ve Zn içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiştir.



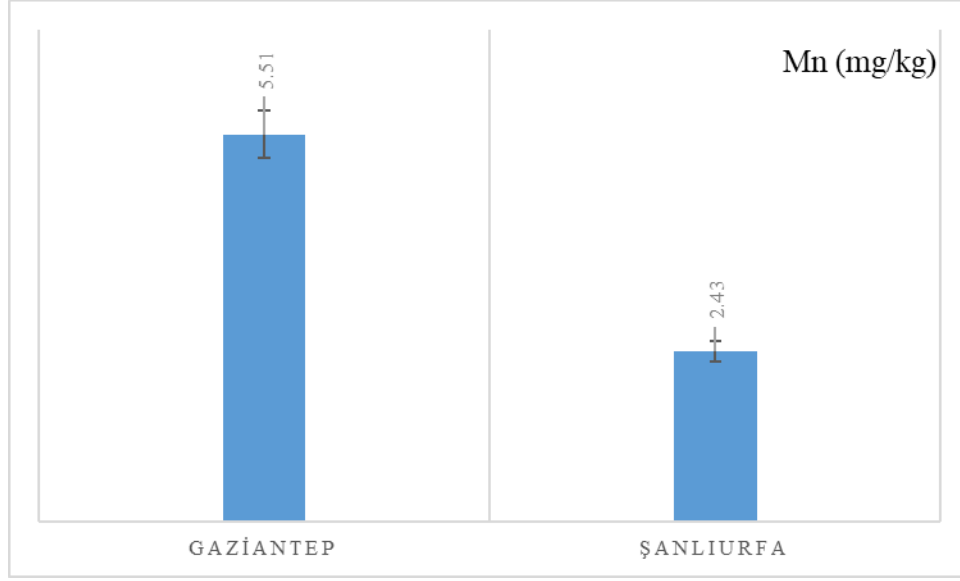
Şekil 4.1. Cr içerikleri

Yapılan ağır metal analizleri sonucunda Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan örneklerinin Cr içeriği sırasıyla 57.06 ± 2.11 ve 12.54 ± 1.28 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1).



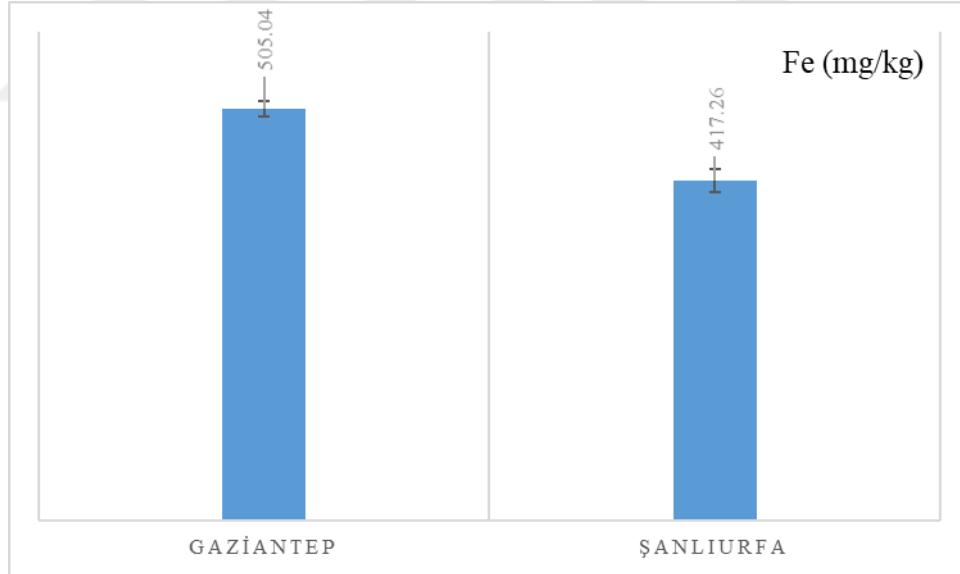
Şekil 4.2. Cu içerikleri

Cu içeriği Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 147.2 ± 7.99 mg/kg olarak, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 120.07 ± 1.05 mg/kg olarak ölçülmüştür.



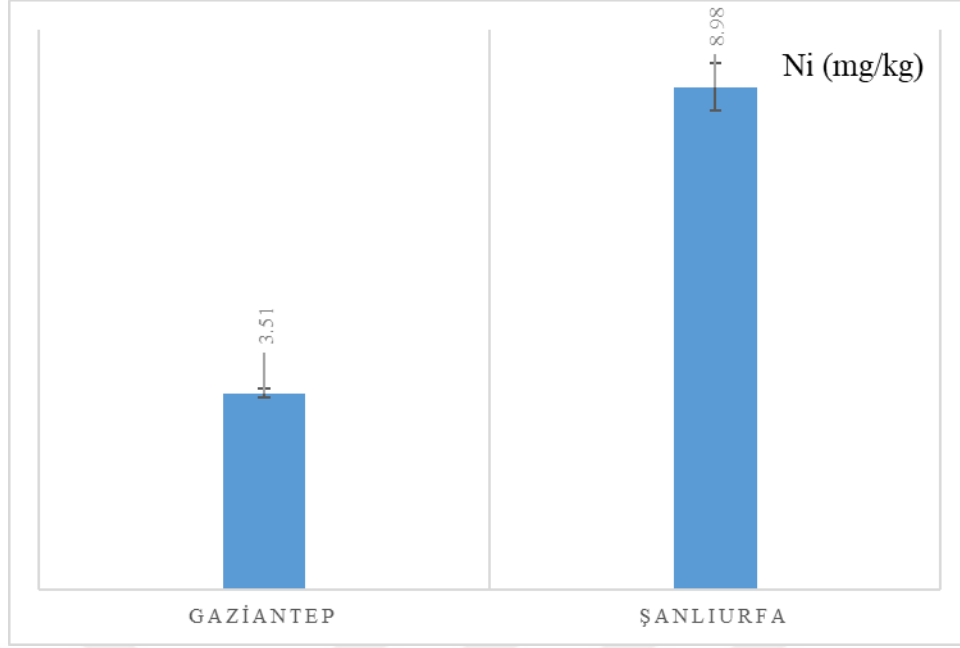
Şekil 4.3. Mn içerikleri

Mn içeriği Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 5.51 ± 0.34 mg/kg olarak, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 2.43 ± 0.14 mg/kg olarak tespit edilmiştir.



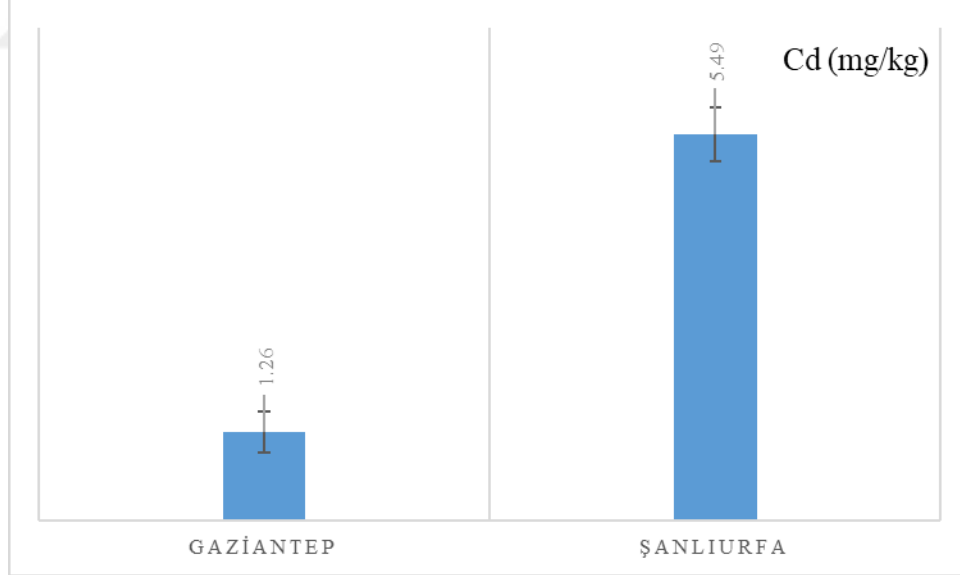
Şekil 4.4. Fe içerikleri

Fe içeriği Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 505.04 ± 9.04 mg/kg olarak, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 417.26 ± 14.59 mg/kg olarak ölçülmüştür.



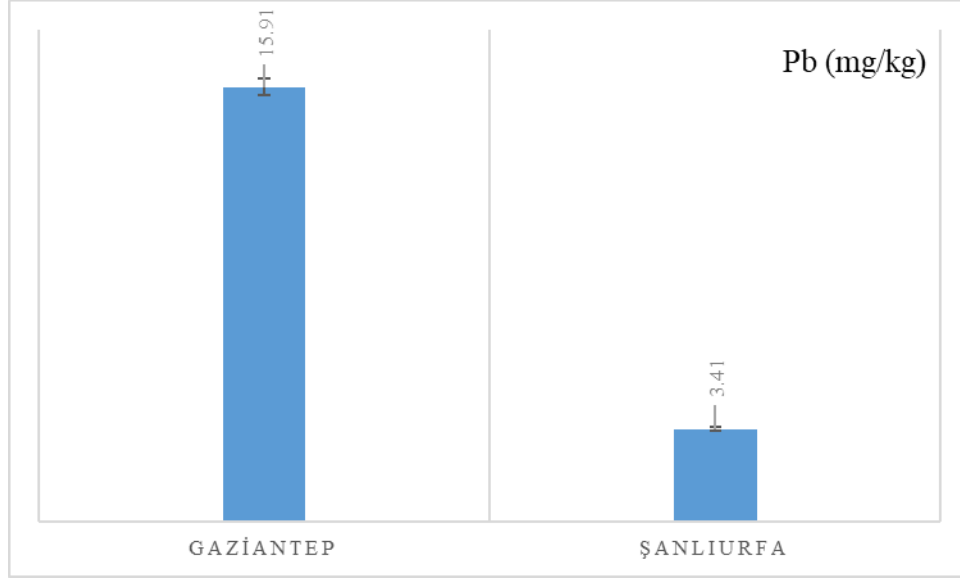
Şekil 4.5. Ni içerikleri

Ni içeriği Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 3.51 ± 0.08 mg/kg olarak, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 8.98 ± 0.43 mg/kg olarak belirlenmiştir.



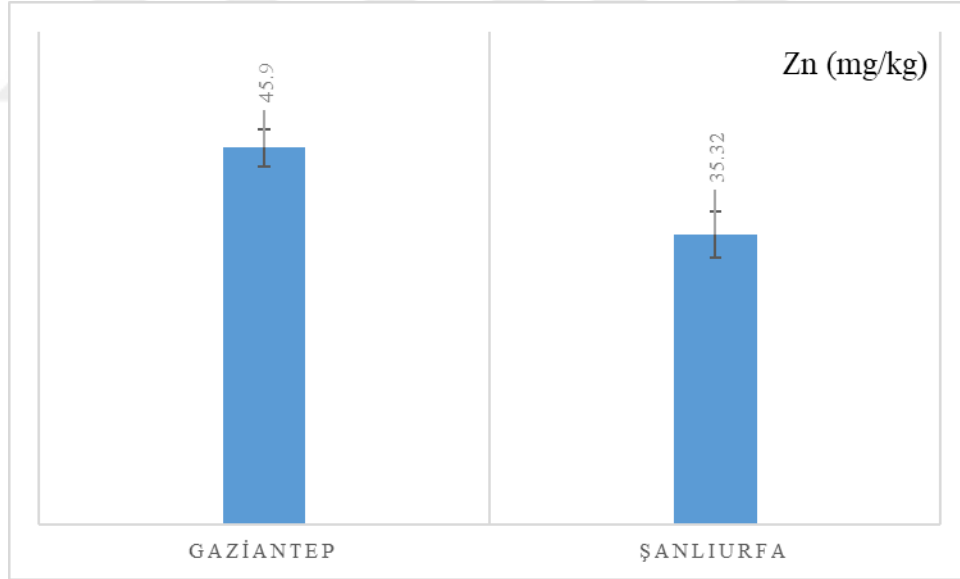
Şekil 4.6. Cd içerikleri

Cd içeriği Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 1.26 ± 0.07 mg/kg olarak, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde 5.49 ± 0.38 mg/kg olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Pb içerikleri

Pb içeriği Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 15.91 ± 0.29 mg/kg olarak, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 3.41 ± 0.08 mg/kg olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Zn içerikleri

Zn içeriği Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 45.90 ± 2.30 mg/kg olarak, Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 35.32 ± 2.79 mg/kg olarak ölçülmüştür.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yaptığımız tez çalışması kapsamında Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde İlkbahar aylarında halk tarafından yoğun olarak toplanan ve halk arasında keme, domalan adıyla anılan *T. boudieri* mantarının antioksidan aktiviteleri, fenolik içerikleri ve element içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

5.1. *T. boudieri* Mantarının Antioksidan Aktivitesi

Yaptığımız çalışmada *T. boudieri* mantarının antioksidan aktivitelerini tespit etmek amacıyla TAS, TOS ve OSI değerleri ile DPPH aktiviteleri belirlenmiştir. Yapılan TAS, TOS ve OSI çalışmaları sonucunda Gaziantep'ten toplanan mantar örneklerinin TAS değeri 2.615 ± 0.099 mmol/L olarak belirlenmiştir. Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerin TAS değeri ise 2.978 ± 0.043 mmol/L olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerin TAS değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda *T. boudieri* mantarının TAS değerinin 2.332 mmol/L olduğu bildirilmiştir (Sevindik vd., 2018c). Bu çalışmaya kıyasla yaptığımız çalışmada hem Gaziantep hemde Şanlıurfa'dan toplanan örneklerin TAS değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Ayrıca mantar üzerine yapılan diğer TAS çalışmalarında, *Auricularia auricula* ve *Trametes versicolor* mantarlarının TAS değerleri sırasıyla 1.010 ve 0.820 olarak bildirilmiştir (Akgül vd., 2017). Ayrıca *Cyclocybe cylindracea*, *Tricholoma terreum*, *Coprinus micaceus*, *Trametes gibbosa*, *Fomes fomentarius*, *Fuscoporia torulosa*, *Daedalea quercina*, *Inonotus hispidus*, *Trichaptum biforme*, *Laetiporus sulphureus* ve *Leucoagaricus leucothites* mantarlarının TAS değerleri sırasıyla 4.325, 0.38, 0.46, 0.590, 3.270, 4.033, 0.312, 2.922, 0.802, 2.195 ve 8.291 olarak bildirilmiştir (Akgül vd., 2016; Bal vd., 2017; Sevindik vd., 2018a; Sevindik vd., 2018d; Sevindik vd., 2018e). Yaptığımız çalışmada Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerin TAS değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Şanlıurfa ilinden toplanan *T. boudieri* mantarının TAS değerinin *A. auricula*, *T. versicolor*, *T. terreum*, *C. micaceus*, *T. gibbosa*, *D. quercina*, *I. hispidus*, *T. biforme* ve *L. sulphureus* mantarlarına kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda *T. boudieri* mantarının bu mantarlara kıyasla daha yüksek antioksidan potansiyelinin olduğu görülmüştür. Ayrıca *C. cylindracea*, *F. fomentarius*, *F. torulosa* ve *L. leucothites* mantarlarının TAS değerlerine kıyasla *T. boudieri* mantarının TAS değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda *T. boudieri* mantarının bu mantarlara göre daha düşük antioksidan potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

Ayrıca Gaziantep'ten toplanan mantar örneklerinin TOS değeri 23.364 ± 0.231 $\mu\text{mol/L}$ olarak belirlenmiştir. Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerin TOS değeri ise 14.412 ± 0.141 $\mu\text{mol/L}$ olarak ölçülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda *T. boudieri* mantarının TOS değerinin 26.945 $\mu\text{mol/L}$ olduğu bildirilmiştir (Sevindik vd., 2018c). Bu çalışmaya kıyasla yaptığımız çalışmada hem Gaziantep hemde Şanlıurfa'dan toplanan örneklerin TOS değerleri daha düşük olarak belirlenmiştir. Ayrıca mantar üzerine yapılan diğer TOS çalışmalarında, *A. auricula* ve *T. versicolor* mantarlarının TOS değerleri sırasıyla 23.910 ve 17.760 olarak bildirilmiştir (Akgül vd., 2017). Ayrıca *C. cylindracea*, *T. terreum*, *C. micaceus*, *T. gibbosa*, *F. fomentarius*, *F. torulosa*, *D. quercina*, *I. hispidus*, *T. biforme*, *L. sulphureus* ve *L. leucothites* mantarlarının TOS değerleri sırasıyla 21.109 , 16.76 , 16.87 , 3.522 , 2.601 , 2.969 , 6.868 , 6.534 , 4.356 , 1.303 ve 10.797 olarak bildirilmiştir (Akgül vd., 2016; Bal vd., 2017; Sevindik vd., 2018a; Sevindik vd., 2018d; Sevindik vd., 2018e). Yaptığımız çalışmada en yüksek TOS değerinin 23.364 ± 0.231 ile Gaziantep ilinden toplanan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Gaziantep ilinden toplanan *T. boudieri* mantarının TOS değerinin *T. versicolor*, *C. cylindracea*, *T. terreum*, *C. micaceus*, *T. gibbosa*, *F. fomentarius*, *F. torulosa*, *D. quercina*, *I. hispidus*, *T. biforme*, *L. sulphureus* ve *L. leucothites* mantarlarına kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca *A. auricula* mantarına kıyasla ise daha düşük olduğu görülmektedir. Mantarlar arasında ortaya çıkan bu farklı değerlerin, mantar türlerinin farklılıklarından, oksidan bileşik üretme ve akümüle etme potansiyellerinden, çevresel etmenlerden ve yayılış gösterdikleri habitatların özelliklerinden kaynaklı olarak değiştiği düşünülmektedir.

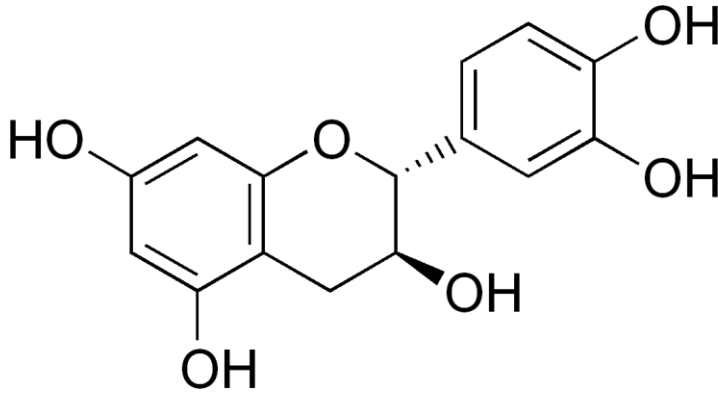
Oksidan bileşiklerin antioksidan bileşiklerle yüzde ne kadar baskılandığını gösteren OSI değerlerinin ise Gaziantep ilinden toplanan örneklerde 0.896 ± 0.031 ve Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde ise 0.483 ± 0.004 olduğu belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda *T. boudieri* mantarının OSI değerinin 1.156 olduğu bildirilmiştir (Sevindik vd., 2018c). Bu çalışmaya kıyasla yaptığımız çalışmada kullanılan mantarın oksidan bileşikleri baskılamada daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca mantarlar üzerine yapılan OSI çalışmalarında *A. auricula*, *T. versicolor*, *C. cylindracea*, *T. terreum*, *C. micaceus*, *T. gibbosa*, *F. fomentarius*, *F. torulosa*, *D. quercina*, *I. hispidus*, *T. biforme*, *L. sulphureus* ve *L. leucothites* mantarlarının OSI değerleri sırasıyla 2.367, 2.166, 0.488, 4.41, 3.67, 0.597, 0.080, 0.074, 2.201, 0.224, 0.543, 0.059 ve 0.130 olarak bildirilmiştir (Akgül vd., 2016; Akgül vd., 2017; Bal vd., 2017; Sevindik vd., 2018a; Sevindik vd., 2018d; Sevindik vd., 2018e). Yaptığımız çalışmada Gaziantep ilinden toplanan örneklerin OSI değerleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu çalışmalara kıyasla *T. boudieri* mantarı oksidan bileşikleri endojen antioksidan bileşiklerle *A. auricula*, *T. versicolor*, *T. terreum*, *C. micaceus* ve *D. quercina* mantarlarına kıyasla daha iyi baskıladığı görülmüştür. Ayrıca *C. cylindracea*, *T. gibbosa*, *F. fomentarius*, *F. torulosa*, *I. hispidus*, *T. biforme*, *L. sulphureus* ve *L. leucothites* mantarlarına kıyasla ise oksidan bileşikleri daha az baskıladığı görülmektedir.

Ayrıca yaptığımız çalışmada Şanlıurfa ilinden toplanan *T. boudieri* mantarının DPPH aktivitesinin Gaziantep ilinden toplanan örneklere göre düşük seviyelerde de olsa yüksek olduğu belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda farklı *Terfezia* türlerinin antioksidan aktivitelerinin olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda *Terfezia claveryi*'nin metanol özütlерinin antioksidan aktivitelerinin olduğu bildirilmiştir (Dahham vd., 2018; İnci ve Kırbağ, 2018; Taşkın vd., 2018). Farklı bir çalışmada ise *T. boudieri* mantarının etanol ve metanol özütlерinin antioksidan potansiyelinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Dundar vd., 2012; Hamza vd., 2016; Sevindik vd., 2018c). Diğer bir çalışmada ise *Terfezia leonis* mantarının metanol özütlерinin antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Gouzi vd., 2013). Yaptığımız çalışmada *T. boudieri* mantarının antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla DPPH metodu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda mantarın etanol özütlерinin antioksidan potansiyellerinin olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda *T. boudieri*'nin doğal bir antioksidan kaynak olabileceği belirlenmiştir.

5.2. Fenolik İçeriklerin Değerlendirilmesi

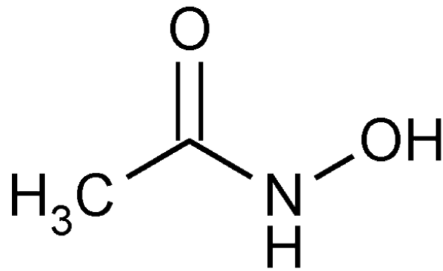
Bir organizma tarafından gerçekleştirilen tüm biyokimyasal reaksiyonların toplamı Metabolizma olarak tanımlanabilir. Metabolitler, metabolizmanın ara ürünleri ve ana ürünleridir ve genellikle küçük moleküller ile sınırlıdır. Birincil metabolitler bölünebilen her canlı hücrede mevcut olmasına rağmen, ikincil metabolitler organizmaya dışardan bir etkiye tepki sonucu oluşabilen ve organizmanın genellikle savunma sisteminde rol oynayabilen metabolitlerdir. İkincil metabolitler birincil metabolizmadan türetilmiş olsalar da organizmanın temel moleküler iskeletini oluşturmazlar. Yokluğu, birincil metabolite aykırı bir özellik olan bir organizmanın ömrünü hemen kısıtlamaz, ancak organizmanın hayatta kalması büyük ölçüde bozulur. Bir filogenetik grup içindeki ekolojik olarak dezavantajlı türlerde varlığı ve sentezi gözlenir. Birincil ve ikincil metabolit arasındaki fark belirsizdir. Çünkü birincil metabolizmada ara maddelerin çoğu ikincil metabolitlerin ara maddeleri ile çakışmaktadır. Amino asitler birincil metabolitin bir ürünü olarak kabul edilse de kesinlikle ikincil metabolittir. Sterollerin, hücrenin birçok yapısal çerçevesinin vazgeçilmez bir parçası olan sekonder metabolitlerdir (Yeoman ve Yeoman, 1996; Verpoorte vd., 2000; Collin, 2001; Tiwari ve Rana, 2015).

Sekonder metabolitler, fazladan C ve N'nin primer metabolizmanın aktif olmayan bir parçasını oluşturmak üzere içine çekilebileceği bir tamponlama bölgesi olarak hizmet eder. Depolanan C ve N, talep üzerine sekonder metabolitin metabolik parçalanması ile primer metabolite geri dönebilir. Büyüme, doku farklılaşması ve hücre veya vücudun gelişmesinden etkilenen primer ve sekonder metabolizmanın aktiviteleri ile dış baskılar arasında dinamizm ve hassas bir denge vardır. Bu nedenle, ikincil metabolitler veya doğal ürünler, üretici organizmaların vejetatif büyümesi için gerekli olmayan, heterojen bir doğal metabolik ürün grubu olarak tanımlanabilir. Fakat örneğin, savunma bileşikleri veya sinyalizasyon gibi işlev görerek uyarlanabilir roller veren farklılaşma bileşikleri olarak kabul edilir. Ekolojik etkileşimlerdeki moleküller, simbiyoz, metal taşınımı, rekabet vb. İkincil metabolitler antibiyotikler, enzim inhibitörleri, immünomodülatörler, antitümör ajanlar, hayvanların ve bitkilerin büyüme promotörleri, pigmentler ve nutrasötikler, pestisitler, böcek öldürücüler, ekolojik rekabetin etkileyicileri ve simbiyozlar ve feromonlar olarak önemli bileşiklerdir (Demain, 1999; Berdy, 2005; Padilla vd., 2007; Prats vd., 2007).



Şekil 5.1. Kateşinin Kimyasal Formülü

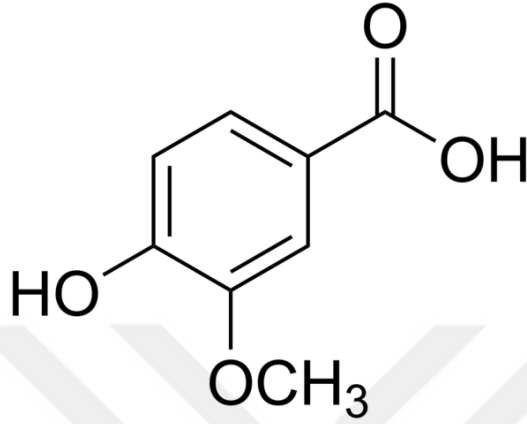
Kateşin birçok diyet üründe, bitki, mantar, meyvede (elma, yaban mersini, bektaşı üzümü, üzüm çekirdeği, kivi, çilek gibi), yeşil çay, kırmızı şarap, bira, kakao likörü, çikolata, kakaoda bulunur. Kateşinin antioksidan etkisi çeşitli in vitro ve in vivo çalışmalarla ispatlanmıştır. Kateşin, anjiyogenez, hücre dışı matriks degradasyonu, hücre ölümünün düzenlenmesi ve kanserlerde ve buna bağlı bozukluklarda çok ilaca dirençte yer alan moleküler mekanizmaları etkiler. Antioksidan, antihipertansif, antienflamatuar, antiproliferatif, antitrombojenik ve anti-hiperlipidemik gibi çeşitli etkilerden dolayı yeşil çay tüketimi ile kardiyovasküler sağlık arasında pozitif bir ilişki epidemiyolojik ve deneysel çalışmalarda bildirilmiştir. Klinik çalışmalar, kateşinin önemli bir antioksidan bileşik olduğunu bildirmiştir (Sutherland vd., 2006; Zanwar vd., 2014).



Şekil 5.2. Asetohidroksamik asitin Kimyasal Formülü

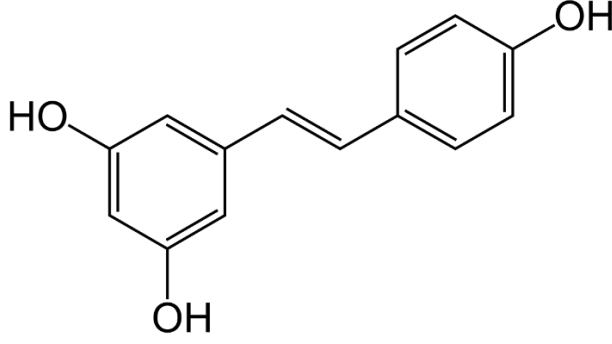
Asetohidroksamik asit, idrarda mesane enfeksiyonunun neden olabileceği amonyak birikmesini önler. İdrarda artan amonyak, böbrek taşlarının büyümesine neden

olabilir. Asetohidroksamik asit, belirli bir kronik mesane enfeksiyonu tipi olan kişilerde idrar amonyak seviyelerini düşük tutmak için kullanılır (Kumar ve Kayastha, 2010; Verma vd., 2019).



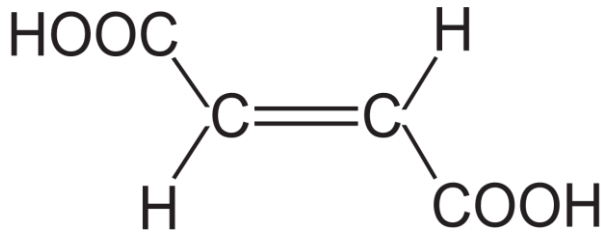
Şekil 5.3. Vanillic asitin Kimyasal Formülü

Vanillic asit, bir lezzetlendirici madde olarak kullanılan bir benzoik asit türevidir. Vanilin ferulik aside dönüştürülmesi sırasında üretilen okside olmuş bir şeklidir. Bitkilerde en yüksek seviyelerde Vanillic asit, geleneksel Çin tıbbında kullanılan *Angelica sinensis*'in köklerinde bulunmuştur. Çeşitli çalışmalar, immün veya enflamatuvar yanıtların yönetiminde Vanillic asidin etkinliğine dair kanıt sağlamıştır. Örneğin, Vanillic asit, insan lenfosit proliferasyonunun ve insan periferik kan mononükleer hücrelerinde interferon-gama salgılanmasının aktivitesini arttırmıştır. Başka bir çalışmada, Vanillic asidin, konkanavalin A kaynaklı karaciğer hasarında immün aracılı karaciğer iltihabı üzerindeki baskılayıcı etkisiyle hepatoprotektif bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Kim vd., 2010; Abatti vd., 2018; Gomes ve Rodrigues, 2019).



Şekil 5.4. Resveratrol'un Kimyasal Formülü

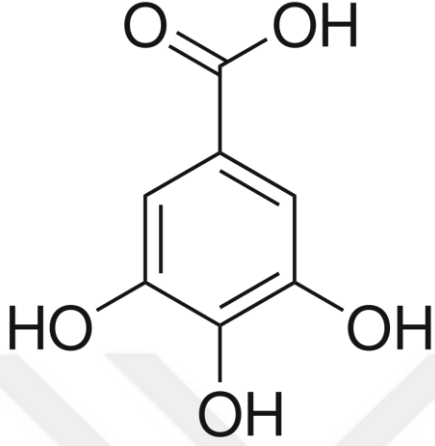
Resveratrol ilk olarak 1940 yılında beyaz hellebore (*Veratrum grandiflorum* O. Loes) bitkisinin köklerinden, daha sonra 1963 yılında geleneksel Çin ve Japon Tıbbında anti-enflamatuar ve trombosit ajanı olarak kullanılan bir bitki olan *Polygonum cuspidatum* bitkisinin köklerinde belirlenmiştir. Bu doğal polifenol, 70'den fazla bitki türünde tespit edilmiştir ve ayrıca kırmızı şaraplarda ve çeşitli insan gıdalarında farklı miktarlarda bulunur. Üzümlerde muhtemelen mantar enfeksiyonuna verilen *Vitis vinifera* cevabı nedeniyle yüksek konsantrasyonlar mevcuttur. Bitkilerde, resveratrol, mekanik yaralanma, UV ışınlama ve fungal saldırılarına tepki olarak sentezlenen bir fitoaleksine olarak görev yapar. Endüstriyel amaçlar için resveratrol genellikle maya *Saccharomyces cerevisiae*'den kimyasal veya biyoteknolojik sentez ile elde edilir. Resveratrol, aralarında antioksidan, kardiyoprotektif, nöroprotektif, antienflamatuar ve antikanser aktiviteleri olan çok çeşitli biyolojik özelliklere sahiptir (Salehi vd., 2018; Jeandet vd., 2019).



Şekil 5.5. Fumarik asitin Kimyasal Formülü

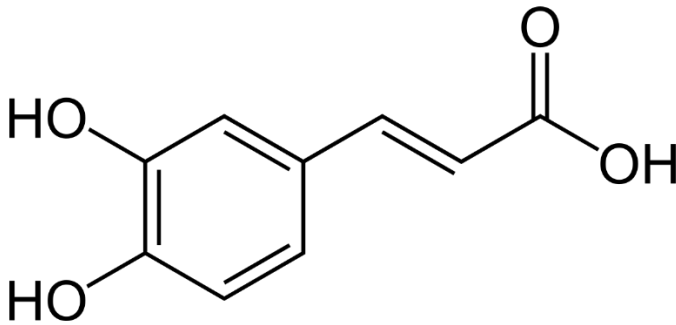
Fumarik asit aslen adını bu organik asidin ilk kez izole edildiği bitki olan *Fumaria officinalis* (Papaveraceae)'den türetmiştir (Roa Engel vd., 2008). Fumarik asit,

neredeyse her endüstriyel kimya alanındaki uygulamaları bulan çok işlevli bir kimyasal ara maddedir. Daha önce yapılan araştırmalarda Fumarik asitin antioksidan, antimicrobial, antienflamatuar, analjezik, antitümör ve zehirlenme önleyici gibi birçok etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Das vd., 2016; Mrowietz vd., 2018).



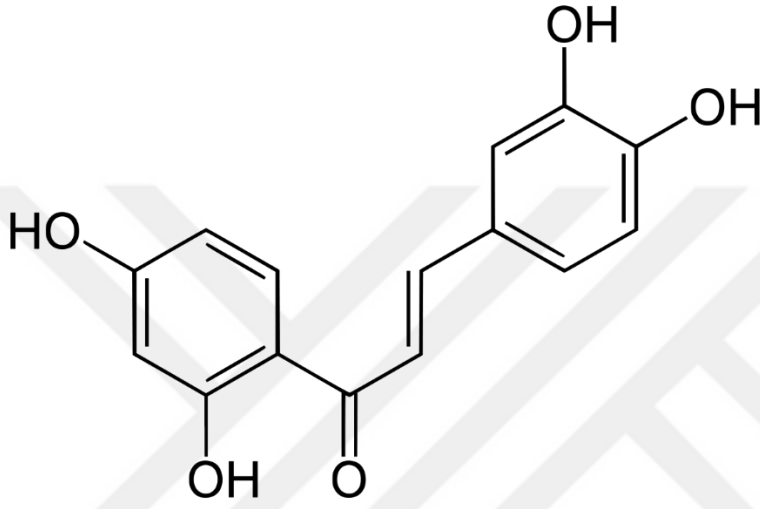
Şekil 5.6. Gallik asitin Kimyasal Formülü

Gallik asit, kırmızı şarap ve yeşil çaylar gibi işlenmiş içeceklerde bulunan ve doğal olarak oluşan bir polifenolik bileşiktir. Bitkilerde serbest asitler, esterler, kateşin türevleri ve hidrolizlenebilir tanenler formunda bulunur. Bu bileşiklere ilgi, radikal temizleyicileri olarak farmakolojik aktivitesinden kaynaklanmaktadır. Kardiyovasküler hastalıklar, kanser, nörodejeneratif hastalıklar ve yaşlanma dahil, oksidatif stresin olduğu birçok hastalıkta potansiyel önleyici ve terapötik etkilere sahip olduğu kanıtlanmıştır (Pal vd., 2018; Kahkeshani vd., 2019).



Şekil 5.7. Kafeik asitin Kimyasal Formülü

Kafeik asit, bitki konularında daha yaygın olarak kullanılan hidroksisinamat ve fenilpropanoid metabolitlerinden biridir. Bu polifenol, kahve içecekleri, yaban mersini, elma ve elma şarabı da dahil olmak üzere birçok gıda kaynağında bulunur. Yiyeceklerin yanı sıra, kafeik asit, özellikle propolis bazlı birçok ilaçta bulunur. Ayrıca in vitro antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir ve aterosklerozun ve diğer kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Magnani vd., 2014; Pang vd., 2015; Seo vd., 2017).



Şekil 5.8. Butein'in Kimyasal Formülü

Butein, *Anacardiaceae*, *Asteraceae* ve *Fabaceae* dahil olmak üzere birçok farklı botanik ailesine ait türler tarafından üretilen bir kalkol türevidir. *Dahlia*, *Butea*, *Searsia* ve *Coreopsis* cinsleri genellikle izolasyon amacıyla kaynak olarak kullanılır. Bileşik ilk olarak 1904'te *Butea frondosa*'nın çiçeklerinden sarı renklendirici bir pigment formunda izole edilmiştir. Butein önemli bir diyet polifenoldür. Enzim proteini tirozin kinazın inhibe edilebildiği, böylece fosforilasyonu önlediği ve bazı kanserlere ve enflamatuvar hastalıklara karşı koruma sağladığı bilinmektedir (Yang vd., 1998; Samoszuk vd., 2005). Ayrıca kemopreventif ve kemoterapötik potansiyele sahiptir (Orlikova vd., 2011). Butein, çeşitli bitkisel ilaç formülasyonlarının popüler bir bileşenidir ve özellikle Asya ülkelerinde yaygın olarak bir nötrasötik olarak kullanılır. Bileşik, HepG2 hücrelerinde EGFR'ye karşı ve EGFR'nin tirozin spesifik protein kinaz aktivitelerine karşı inhibe edici etkiler göstermiştir (Yang vd., 2001). Hem in vitro hem de in vivo modellerde ümit vaat eden antineoplastik, antioksidan ve anti-enflamatuvar aktiviteler de dahil olmak üzere geniş bir biyolojik aktivite

yelpazesi sergiler (Wang vd., 2005). Antidiyabetik, antinefritik, anti-anjiyojenik, nöroprotektif, antimikrobiyal, anti-hipertansif ve hepatoprotektif özellikleri de bileşiğe bağlanmıştır (Samoszuk vd., 2005; Semwal vd., 2015).

Bu kapsamda yaptığımız çalışmada *T. boudieri*'nin bünyesinde bulunan fenolik bileşikler belirlenmiştir. Yapılan LC-MS/MS analizleri sonucunda 24 fenolik bileşik taranmış ve 8 fenolik bileşiğin varlığına rastlanmıştır. *T. boudieri*'nin bünyesinde bulunan fenolik bileşikler Kateşin, Acetohydroxamic asit, Vanilik Asit, Resveratrol, Fumarik asit, Gallik asit, Kafeik asit ve Butein'dir. Tespit edilen bileşiklerin potansiyel farmakolojik etkilerinden dolayı *T. boudieri*'nin bu bileşikler açısından önemli bir doğal kaynak olabileceği düşünülmektedir.

5.3. Element İçeriklerinin Değerlendirilmesi

Mantarlar, doğal ekosistemlerde organik maddenin parçalanmasından sorumlu olan en önemli organizmalardır. Kirli ortamlardan ağır metallerin mutasyona uğraması söz konusu olduğunda da çok etkilidirler. Bununla birlikte, mantar tüketiminden kaynaklanan sağlık riskinin makul bir şekilde değerlendirilmesi, metallerin kimyasal formları ve insandaki biyoyararlanımları konusunda çok sınırlı bilgiler olması nedeniyle zor olmuştur. Bazı ülkeler, yenilebilir mantarlardaki metaller için yasal sınırlar koymuştur. Mantarlar gelişir, parçalanır ve çevresel kirleticileri toksik olmayan bir formda emer veya mineralize eder (Hamman, 2004). Mantarların bünyesine kattığı ağır metallerin seviyeleri çevresel kirleticilere bağlı olarak değişmektedir (Hitivani ve Mecs, 2003). Yaptığımız çalışmada Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanan *T. boudieri*'nin Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb ve Zn içerikleri ölçülmüştür. Gaziantep ilinden toplanan örneklerde element içerikleri sırasıyla 57.06 ± 2.11 , 147.2 ± 7.99 , 5.51 ± 0.34 , 505.04 ± 9.04 , 3.51 ± 0.08 , 1.26 ± 0.07 , 15.91 ± 0.29 ve 45.90 ± 2.30 mg/kg olarak ölçülmüştür. Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerde sırasıyla 12.54 ± 1.28 , 120.07 ± 1.05 , 2.43 ± 0.14 , 417.26 ± 14.59 , 8.98 ± 0.43 , 5.49 ± 0.38 , 3.41 ± 0.08 ve 35.32 ± 2.79 mg/kg olarak belirlenmiştir. Literatürde farklı birçok mantar türünün bünyesinde bulunan elementlerin seviyeleri bildirilmiştir. Literatür verilerine göre doğal mantarların Cr içerikleri 10.7-42.7 mg/kg, Cu içerikleri 71.0-95.0 mg/kg, Mn içerikleri 18.1-103.0 mg/kg, Fe içerikleri 14.6-835.0 mg/kg, Ni içerikleri 1.18-5.14 mg/kg, Cd içerikleri 2.71-7.50 mg/kg, Pb içerikleri

2.86-6.88 mg/kg ve Zn içerikleri 29.8-158.0 mg/kg olarak bildirilmiştir (Svoboda ve Chrástný, 2008; Zhu vd., 2011; Mallikarjuna vd., 2013).

Gaziantep ilinden toplanan örnekler değerlendirildiğinde *T. boudieri*'nin Cr, Cu ve Pb içeriklerinin literatür aralıklarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Mn ve Cd içeriklerinin ise literatürde belirtilen değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Fe, Ni ve Zn içeriklerinin ise literatür aralıklarında olduğu belirlenmiştir.

Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerin element içerikleri değerlendirildiğinde ise Cu ve Ni içeriklerinin literatür değerlerinden daha yüksek, Mn içeriğinin ise literatür değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Cr, Fe, Cd, Pb ve Zn içeriklerinin ise literatürde belirtilen aralıklarda olduğu belirlenmiştir. *T. boudieri*'nin element içeriklerinde ortaya çıkan bu değer farklılıklarının mantarın kullandığı substratın element içerikleri, toplandıkları bölgelerin kirlilik durumları gibi çevresel etmenlerden kaynaklı olarak değiştiği düşünülmektedir. Sonuç olarak yaptığımız çalışmada kullanılan *T. boudieri*'nin element içerikleri açısından Şanlıurfa ilinden toplanan örneklerinin daha sağlıklı olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acharya, K., Samui, K., Rai, M., Dutta, B.B., Acharya, R. (2004). Antioxidant and nitric oxide synthase activation properties of *Auricularia auricula*. *Indian J. Exp. Biol.*, **42**, 538-540.
- Abatti, G.P., Pires, A.T.N., Spinelli, A., Scharnagl, N., da Conceição, T. F. (2018). Conversion coating on magnesium alloy sheet (AZ31) by vanillic acid treatment: preparation, characterization and corrosion behavior. *Journal of Alloys and Compounds*, **738**, 224-232.
- Abdullah, N., Ismail, S.M., Aminudin, N., Shuib, A.S., Lau, B. F. (2012). Evaluation of selected culinary-medicinal mushrooms for antioxidant and ACE inhibitory activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012.
- Akgul, H., Sevindik, M., Coban, C., Alli, H., Selamoglu, Z. (2017). New approaches in traditional and complementary alternative medicine practices: *Auricularia auricula* and *Trametes versicolor*. *J Tradit Med Clin Natur*, **6**(2), 239.
- Akgül, H., Nur, A.D., Sevindik, M., Doğan, M. (2016). *Tricholoma terreum* ve *Coprinus micaceus*' un bazı biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **17**(2), 158-162.
- Arbaayah, H.H., Kalsom, Y.U. (2013). Antioxidant properties in the oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) and split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) ethanolic extracts. *Mycosphere*, **4**(4), 661-673.
- 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.
- Bal, C. (2019). Antioxidant and antimicrobial capacities of *Ganoderma lucidum*. *J Bacteriol Mycol Open Access*, **7**(1), 5-7.

- Bal, C., Akgul, H., Sevindik, M., Akata, I., Yumrutas, O. (2017). Determination of the anti-oxidative activities of six mushrooms. *Fresenius Envir Bull*, **26**(10), 6246-6252.
- Bal, C., Sevindik, M., Akgul, H., Selamoglu, Z. (2019). Oxidative Stress Index And Antioxidant Capacity of *Lepista muda* Collected From Gaziantep/Turkey. *Sigma*, **37**(1), 1-5.
- Barros, L., Baptista, P., Ferreira, I.C. (2007). Effect of *Lactarius piperatus* fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays. *Food and chemical Toxicology*, **45**(9), 1731-1737.
- Barros, L., Baptista, P., Correia, D. M., Sá Moraes, J., Ferreira, I.C. (2007). Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of Portuguese wild edible mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **55**(12), 4781-4788.
- Barros, L., Correia, D.M., Ferreira, I.C., Baptista, P., Santos-Buelga, C. (2008). Optimization of the determination of tocopherols in *Agaricus* sp. edible mushrooms by a normal phase liquid chromatographic method. *Food Chemistry*, **110**(4), 1046-1050.
- Berdy, J. (2005). Bioactive microbial metabolites. *The Journal of antibiotics*, **58**(1), 1.
- Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *American Journal of Botany*, **98** (3), 426-438.
- Boonsong, S., Klaypradit, W., Wilaipun, P. (2016). Antioxidant activities of extracts from five edible mushrooms using different extractants. *Agriculture and Natural Resources*, **50**(2), 89-97.
- Brzostowski, A., Jarzyńska, G., Kojta, A.K., Wydmańska, D., Falandysz, J. (2011). Variations in metal levels accumulated in Poison Pax (*Paxillus involutus*) mushroom collected at one site over four years. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, **46**(6), 581-588.

- Cao, J., Zhang, H.J., Xu, C.P. (2014). Culture characterization of exopolysaccharides with antioxidant activity produced by *Pycnoporus sanguineus* in stirred-tank and airlift reactors. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, **45**(5), 2075-2080.
- Chang, S.T., Buswell, J.A. (2003). Medicinal mushrooms-a prominent source of nutraceuticals for the 21st century. *Current Topics in Nutraceutical Research*, **1**, 257-280.
- Chang, S.T. Miles, P.G. (1992). Mushroom biology — a new discipline. *Mycologist*, **6**(2), 64-65.
- Chang, S.T., Buswell, J.A. (2008). Development of the world mushroom industry: Applied mushroom biology and international mushroom organizations. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **10** (3),195-208.
- Chellal, A.I.C.H.A., Lukasova, E. (1995). Evidence for antibiotics in the two Algerien truffles *Terfezia* and *Tirmania*. *Die Pharmazie*, **50**(3), 228-229.
- Chen, A.W., Arrol, N., Stamets, P. (2000). Shiitake cultivation systems. *Science and cultivation of edible fungi*, **2**, 771-778.
- Chen, B. (2010). Optimization of extraction of *Tremella fuciformis* polysaccharides and its antioxidant and antitumour activities in vitro. *Carbohydrate Polymers*, **81**(2), 420-424.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C. (2005). Mushroom extracts with antioxidant activity against lipid peroxidation. *Food Chemistry*, **89**(3), 403-409.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C., Ooi, V.E. (2003). Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food chemistry*, **81**(2), 249-255.
- Cheung, P. C. (1996). The hypocholesterolemic effect of two edible mushrooms: *Auricularia auricula* (tree-ear) and *Tremella fuciformis* (white jelly-leaf) in hypercholesterolemic rats¹. *Nutrition Research*, **16**(10), 1721-1725.
- Cheung, P.C.K. (1997). Dietary fibre content and composition of some edible fungi determined by two methods of analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **73**(2), 255-260.

Cheung, P.C.K. (2010). The nutritional and health benefits of mushrooms. *Nutrition Bulletin*, **35**(4), 292-299.

Chirinang, P., Intarapichet, K.O. (2009). Amino acids and antioxidant properties of the oyster mushrooms, *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju*. *Science Asia*, **35**, 326-331.

Collin, H.A. (2001). Secondary product formation in plant tissue cultures. *Plant Growth Regulation*, **34**(1), 119-134.

Çayır, A., Coşkun, M., Coşkun, M. (2010). The heavy metal content of wild edible mushroom samples collected in Canakkale Province, Turkey. *Biological trace element research*, **134**(2), 212-219.

Dahham, S.S., Al-Rawi, S.S., Ibrahim, A.H., Majid, A.S.A., Majid, A.M.S.A. (2018). Antioxidant, anticancer, apoptosis properties and chemical composition of black truffle *Terfezia clavaryi*. *Saudi journal of biological sciences*, **25**(8), 1524-1534.

Das, R.K., Brar, S.K., Verma, M. (2016). Fumaric acid: production and application aspects. In *Platform chemical biorefinery*, 133-157. Elsevier.

Demain, A.L. (1999). Pharmaceutically active secondary metabolites of microorganisms. *Applied microbiology and biotechnology*, **52**(4), 455-463.

Demirbaş, A. (2001). Heavy metal bioaccumulation by mushrooms from artificially fortified soils. *Food chemistry*, **74**(3), 293-301.

Dong, J., Zhang, M., Lu, L., Sun, L., Xu, M. (2012). Nitric oxide fumigation stimulates flavonoid and phenolic accumulation and enhances antioxidant activity of mushroom. *Food chemistry*, **135**(3), 1220-1225.

Dore, C.M.G., Azevedo, T.C., de Souza, M.C., Rego, L.A., de Dantas, J.C., Silva, F.R., Leite, E.L. (2007). Antiinflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of β -glucan-rich extract from *Geastrum saccatum* mushroom. *International immunopharmacology*, **7**(9), 1160-1169.

Dundar, A., Yesil, O.F., Acay, H., Okumus, V., Ozdemir, S., Yildiz, A. (2012). Antioxidant properties, chemical composition and nutritional value of *Terfezia*

boudieri (Chatin) from Turkey. *Food science and technology international*, **18**(4), 317-328.

Elmastas, M., Isildak, O., Turkekul, I., Temur, N. (2007). Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, **20**(3-4), 337-345.

Erel, O. (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical biochemistry*, **37**(4), 277-285.

Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical biochemistry*, **38**(12), 1103-1111.

Ferreira, I. C., Barros, L., Abreu, R. (2009). Antioxidants in wild mushrooms. *Current Medicinal Chemistry*, **16**(12), 1543-1560.

Fortas, Z., Belahouel-Dieb, S. (2007). Extraction des substances bioactives des terfez d'Algérie et mise en évidence de leur activité antimicrobienne. *Rég. Arid*, **1**, 280-282.

Froufe, H.J., Abreu, R.M.V., Ferreira, I.C. (2009). A QCAR model for predicting antioxidant activity of wild mushrooms. *SAR and QSAR in Environmental Research*, **20**(5-6), 579-590.

Gambato, G., Todescato, K., Pavão, E.M., Scortegagna, A., Fontana, R.C., Salvador, M., Camassola, M. (2016). Evaluation of productivity and antioxidant profile of solid-state cultivated macrofungi *Pleurotus albidus* and *Pycnoporus sanguineus*. *Bioresource technology*, **207**, 46-51.

Gomes, E.D., Rodrigues, A. E. (2019). Lignin biorefinery: Separation of vanillin, vanillic acid and acetovanillone by adsorption. *Separation and Purification Technology*, **216**, 92-101.

Gouzi, H., Leboukh, M., Bouchouka, E. (2013). Antioxidant and antiradical properties of methanolic extracts from Algerian wild edible desert truffles (*Terfezia* and *Tirmania*, Ascomycetes). *International journal of medicinal mushrooms*, **15**(5), 471-486

- Grangeia, C., Heleno, S.A., Barros, L., Martins, A., Ferreira, I.C. (2011). Effects of trophism on nutritional and nutraceutical potential of wild edible mushrooms. *Food Research International*, **44**(4), 1029-1035.
- Guo, Y.J., Deng, G.F., Xu, X.R., Wu, S., Li, S., Xia, E. Q., Li, H.B. (2012). Antioxidant capacities, phenolic compounds and polysaccharide contents of 49 edible macro-fungi. *Food & Function*, **3**(11), 1195-1205.
- Günç Ergönül, P., Akata, I., Kalyoncu, F., Ergönül, B. (2013). Fatty acid compositions of six wild edible mushroom species. *The Scientific World Journal*, **2013**.
- Gürgen, A., Değirmenci, A., Yıldız, S. (2019). Bazı Yabani ve Kültür Mantarı Turşularının Duyusal Analizleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **9**(1), 302-309.
- Hamman, S. (2004). Bioremediation capability of white rot fungi. *Cosmochim. Acta*, **65**, 95-109.
- Hamza, A., Zouari, N., Zouari, S., Jdir, H., Zaidi, S., Gtari, M., Neffati, M. (2016). Nutraceutical potential, antioxidant and antibacterial activities of *Terfezia boudieri* Chatin, a wild edible desert truffle from Tunisia arid zone. *Arabian Journal of Chemistry*, **9**(3), 383-389.
- Heleno, S.A., Barros, L., Sousa, M.J., Martins, A., Ferreira, I.C. (2010). Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms with antioxidant capacity. *Food Chemistry*, **119**(4), 1443-1450.
- Heleno, S.A., Ferreira, R.C., Antonio, A.L., Queiroz, M.J.R., Barros, L., Ferreira, I.C. (2015). Nutritional value, bioactive compounds and antioxidant properties of three edible mushrooms from Poland. *Food bioscience*, **11**, 48-55.
- Hirano, R., Sasamoto, W., Matsumoto, A., Itakura, H., Igarashi, O., Kondo, K. (2001). Antioxidant ability of various flavonoids against DPPH radicals and LDL oxidation. *Journal of nutritional science and vitaminology*, **47**(5), 357-362.

Hitivani, N., Mecs, L. (2003). Effects of certain heavy metals, on the growth, dye decolouration and enzyme activity of *Lentinula edodes*. *Ectotoxicol. Environ. Safety*, **55**(2), 199-203.

Hussein, J.M., Tibuhwa, D.D., Mshandete, A.M., Kivaisi, A.K. (2015). Antioxidant properties of seven wild edible mushrooms from Tanzania. *African Journal of Food Science*, **9**(9), 471-479.

İnci, Ş., Kırbağ, S. (2018). *Terfezia clavaryi* Chatin'in besinsel içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **19**(2), 138-143.

Jayakumar, T., Thomas, P.A., Geraldine, P. (2009). In-vitro antioxidant activities of an ethanolic extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **10**(2), 228-234.

Jayakumar, T., Thomas, P.A., Sheu, J.R., Geraldine, P. (2011). In-vitro and in-vivo antioxidant effects of the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Food research international*, **44**(4), 851-861.

Jeandet, P., Clément, C., Cordelier, S. (2019). Regulation of resveratrol biosynthesis in grapevine: new approaches for disease resistance?. *Journal of experimental botany*, **70**(2), 375-378.

Jiang, T., Luo, Z., Ying, T. (2015). Fumigation with essential oils improves sensory quality and enhanced antioxidant ability of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *Food chemistry*, **172**, 692-698.

Jose, N., Ajith, T.A., Janardhanan, K.K. (2002). Antioxidant, anti-inflammatory, and antitumor activities of culinary-medicinal mushroom *Pleurotus pufmonanus* (Fr.) Quel.(Agaricomycetideae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **4**(4), 7

Kahkeshani, N., Farzaei, F., Fotouhi, M., Alavi, S.S., Bahramsoltani, R., Naseri, R., Bishayee, A. (2019). Pharmacological effects of gallic acid in health and diseases: A mechanistic review. *Iranian journal of basic medical sciences*, **22**(3), 225.

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.
- Kalogeropoulos, N., Yanni, A.E., Koutrotsios, G., Aloupi, M. (2013). Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the island of Lesbos, Greece. *Food and Chemical Toxicology*, **55**, 378-385.
- Kalyoncu, F., Oskay, M., Kayalar, H. (2010). Antioxidant activity of the mycelium of 21 wild mushroom species. *Mycology*, **1**(3), 195-199.
- Kalyoncu, F., Oskay, M., Sağlam, H., Erdoğan, T. F., Tamer, A. Ü. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of mycelia of 10 wild mushroom species. *Journal of medicinal food*, **13**(2), 415-419.
- Karaman, M., Jovin, E., Malbaša, R., Matavuly, M., Popović, M. (2010). Medicinal and edible lignicolous fungi as natural sources of antioxidative and antibacterial agents. *Phytotherapy research*, **24**(10), 1473-1481.
- Keleş, A., Koca, I., Gençcelep, H. (2011). Antioxidant properties of wild edible mushrooms. *Journal of Food Processing & Technology*, **2**(6), 2-6.
- Khan, A.A., Adil, G., Masoodi, F.A., Shaheen, K., Mudasir, A. (2014). Antioxidant and functional properties of β -glucan extracted from edible mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus atramentarius*. In *Proceedings of 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8), New Delhi, India, 19-22 November 2014. Volume I & II* (pp. 210-214). ICAR-Directorate of Mushroom Research.
- Kim, H.J., Lee, K.R. (2003). Effect of *Ramaria botrytis* Methanol Extract on Antioxidant Enzyme Activities in α -Benzo Pyrene-treated Mice. *Korean Journal of Food Science and Technology*, **35**(2), 286-290.
- Kim, M.Y., Seguin, P., Ahn, J.K., Kim, J.J., Chun, S.C., Kim, E.H., Ro, H.M. (2008). Phenolic compound concentration and antioxidant activities of edible and medicinal mushrooms from Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**(16), 7265-7270.

Kim, S. J., Kim, M. C., Um, J. Y., Hong, S. H. (2010). The beneficial effect of vanillic acid on ulcerative colitis. *Molecules*, **15**(10), 7208-7217.

Klaus, A., Kozarski, M., Niksic, M., Jakovljevic, D., Todorovic, N., Van Griensven, L. J. (2011). Antioxidative activities and chemical characterization of polysaccharides extracted from the basidiomycete *Schizophyllum commune*. *LWT-Food Science and Technology*, **44**(10), 2005-2011.

Kolayli, S., Sahin, H., Aliyazicioglu, R., Sesli, E. (2012). Phenolic components and antioxidant activity of three edible wild mushrooms from Trabzon, Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, **48**(1), 137-140.

Kosanic, M., Rankovic, B., Dasic, M. (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of mushrooms. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **19**(5), 1040-1046.

Kozarski, M., Klaus, A., Niksic, M., Jakovljevic, D., Helsper, J. P., Van Griensven, L. J. (2011). Antioxidative and immunomodulating activities of polysaccharide extracts of the medicinal mushrooms *Agaricus bisporus*, *Agaricus brasiliensis*, *Ganoderma lucidum* and *Phellinus linteus*. *Food Chemistry*, **129**(4), 1667-1675.

Kumar, S., Kayastha, A.M. (2010). Acetohydroxamic acid-A competitive inhibitor of urease from soybean, *Glycine max*. *Journal of Proteins and Proteomics*, **1**(1), 3-8.

Lee, H.J., Do, J.R., Chung, M.Y., Kim, H.K. (2014). Antioxidant activities of *Pleurotus cornucopiae* extracts by extraction conditions. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, **43**(6), 836-841.

Lee, I.K., Kim, Y.S., Jang, Y.W., Jung, J.Y., Yun, B.S. (2007). New antioxidant polyphenols from the medicinal mushroom *Inonotus obliquus*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, **17**(24), 6678-6681.

Lee, I.K., Seok, S.J., Kim, W.K., Yun, B.S. (2006). Hispidin Derivatives from the Mushroom *Inonotus x eranticus* and Their Antioxidant Activity. *Journal of natural products*, **69**(2), 299-301.

- Lee, I.K., Yun, B.S., Cho, S.M., Kim, W.G., Kim, J.P., Ryoo, I.J., Yoo, I.D. (1996). Betulinans A and B, two benzoquinone compounds from *Lenzites betulina*. *Journal of Natural products*, **59**(11), 1090-1092.
- Lee, Y.L., Jian, S.Y., Lian, P.Y., Mau, J.L. (2008). Antioxidant properties of extracts from a white mutant of the mushroom *Hypsizygus marmoreus*. *Journal of Food Composition and Analysis*, **21**(2), 116-124.
- Lee, Y. L., Yen, M. T., Mau, J. L. (2007). Antioxidant properties of various extracts from *Hypsizygus marmoreus*. *Food chemistry*, **104**(1), 1-9.
- Leon, F., Brouard, I., Torres, F., Quintana, J., Rivera, A., Estevez, F., Bermejo, J. (2008). A new ceramide from *Suillus luteus* and its cytotoxic activity against human melanoma cells. *Chemistry & biodiversity*, **5**(1), 120-125.
- Leskosek-Cukalovic, I., Despotovic, S., Lakic, N., Niksic, M., Nedovic, V., Tesevic, V. (2010). *Ganoderma lucidum*—medical mushroom as a raw material for beer with enhanced functional properties. *Food Research International*, **43**(9), 2262-2269.
- Li, L., Ng, T.B., Zhao, L., Fu, M., Chen, R.R., Jiang, Y., Liu, F. (2005). Correlation of antioxidant activity with content of phenolics in extracts from the culinary-medicinal abalone mushroom *Pleurotus abalones* Han, Chen et Cheng (Agaricomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **7**(1&2): 237-242
- Liu, J., Jia, L., Kan, J., Jin, C.H. (2013). In vitro and in vivo antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and chemical toxicology*, **51**, 310-316.
- Liu, K., Wang, J.L., Gong, W.Z., Xiao, X., Wang, Q. (2013a). Antioxidant activities in vitro of ethanol extract and fractions from mushroom, *Lenzites betulina*. *Journal of Food Biochemistry*, **37**(6), 687-693.
- Liu, K., Wang, J., Zhao, L., Wang, Q. (2013b). Anticancer, antioxidant and antibiotic activities of mushroom *Ramaria flava*. *Food and chemical toxicology*, **58**, 375-380.
- Liu, Q., Tian, G., Yan, H., Geng, X., Cao, Q., Wang, H., Ng, T. B. (2014). Characterization of polysaccharides with antioxidant and hepatoprotective activities

from the wild edible mushroom *Russula vinosa* Lindblad. *Journal of agricultural and food chemistry*, **62**(35), 8858-8866.

Liu, Q., Tian, G., Yan, H., Geng, X., Cao, Q., Wang, H., Ng, T.B. (2014). Characterization of polysaccharides with antioxidant and hepatoprotective activities from the wild edible mushroom *Russula vinosa* Lindblad. *Journal of agricultural and food chemistry*, **62**(35), 8858-8866.

Lung, M.Y., Chang, Y.C. (2011). Antioxidant properties of the edible basidiomycete *Armillaria mellea* in submerged cultures. *International journal of molecular sciences*, **12**(10), 6367-6384.

Magnani, C., Isaac, V.L.B., Correa, M.A., Salgado, H.R.N. (2014). Caffeic acid: a review of its potential use in medications and cosmetics. *Analytical Methods*, **6**(10), 3203-3210.

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.

Mallikarjuna, S.E., Ranjini, A., Haware, D.J., Vijayalakshmi, M.R., Shashirekha, M.N., Rajarathnam, S. (2012). Mineral composition of four edible mushrooms. *Journal of Chemistry*, **2013**.

Manna, D.K., Nandi, A.K., Pattanayak, M., Maity, P., Tripathy, S., Mandal, A.K., Islam, S.S. (2015). A water soluble β -glucan of an edible mushroom *Termitomyces heimii*: Structural and biological investigation. *Carbohydrate polymers*, **134**, 375-384.

Marcotullio, M.C., Mwankie, G.N.O.M., Cossignani, L., Tirillini, B., Pagiotti, R. (2008). Phytochemical analysis and antiradical properties of *Sarcodon imbricatus* (L.: Fr) Karsten. *Natural Product Communications*, **3**(11), 1934578X0800301123.

Mendil, D., Uluözölü, Ö. D., Tüzen, M., Hasdemir, E., Sarı, H. (2005). Trace metal levels in mushroom samples from Ordu, Turkey. *Food Chemistry*, **91**(3), 463-467.

Mishra, K.K., Pal, R.S., Arunkumar, R., Chandrashekara, C., Jain, S.K., Bhatt, J.C. (2013). Antioxidant properties of different edible mushroom species and increased

bioconversion efficiency of *Pleurotus eryngii* using locally available casing materials. *Food chemistry*, **138**(2-3), 1557-1563.

Mocan, A., Fernandes, Â., Barros, L., Crişan, G., Smiljković, M., Soković, M., Ferreira, I.C. (2018). Chemical composition and bioactive properties of the wild mushroom *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr: a study with samples from Romania. *Food & function*, **9**(1), 160-170.

Morales, E.M., Baldissera, B.L., de Angelis, D.D.F. (2019). Monitoring Heavy Metals in Royal Sun Medicinal Mushroom, *Agaricus brasiliensis* (Agaricomycetes). *International journal of medicinal mushrooms*, **21**(2), 169-179

Mrowietz, U., Morrison, P.J., Suhrkamp, I., Kumanova, M., Clement, B. (2018). The pharmacokinetics of fumaric acid esters reveal their in vivo effects. *Trends in pharmacological sciences*, **39**(1), 1-12.

Mujić, I., Zeković, Z., Lepojević, Ž., Vidović, S., Živković, J. (2011). Antioxidant properties of selected edible mushroom species. *Journal of Central European Agriculture*, **11**(4), 387-392

Nandi, A.K., Samanta, S., Maity, S., Sen, I.K., Khatua, S., Devi, K.S.P., Islam, S.S. (2014). Antioxidant and immunostimulant β -glucan from edible mushroom *Russula albonigra* (Krombh.) Fr. *Carbohydrate polymers*, **99**, 774-782.

Orlikova, B., Schnekenburger, M., Zloh, M., Golais, F., Diederich, M., Tasdemir, D., 2012. Natural chalcones as dual inhibitors of HDACs and NF-kB. *Oncol. Rep.* **28**, 797–805.

Ouzouni, P.K., Veltsistas, P.G., Paleologos, E.K., Riganakos, K.A. (2007). Determination of metal content in wild edible mushroom species from regions of Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, **20**(6), 480-486.

Padilla, A., Hogan, R., Kaiser, R.B. (2007). The toxic triangle: Destructive leaders, susceptible followers, and conducive environments. *The Leadership Quarterly*, **18**(3), 176-194.

Pal, S.M., Avneet, G., Siddhraj, S.S. (2018). Gallic Acid: Pharmacological Promising Lead Molecule: A Review. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, **10**(4), 132-138

Palacios, I., Lozano, M., Moro, C., D'arrigo, M., Rostagno, M.A., Martínez, J.A., Villares, A. (2011). Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry*, **128**(3), 674-678.

Pang, C., Zheng, Z., Shi, L., Sheng, Y., Wei, H., Wang, Z., Ji, L. (2016). Caffeic acid prevents acetaminophen-induced liver injury by activating the Keap1-Nrf2 antioxidative defense system. *Free Radical Biology and Medicine*, **91**, 236-246.

Prats, E., Galindo, J. C., Bazzalo, M. E., León, A., Macías, F. A., Rubiales, D., Jorrín, J. V. (2007). Antifungal activity of a new phenolic compound from capitulum of a head rot-resistant sunflower genotype. *Journal of chemical ecology*, **33**(12), 2245.

Puttaraju, N.G., Venkateshaiah, S.U., Dharmesh, S.M., Urs, S.M.N., Somasundaram, R. (2006). Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms. *Journal of agricultural and food chemistry*, **54**(26), 9764-9772.

Quang, D.N., Hashimoto, T., Nukada, M., Yamamoto, I., Tanaka, M., Asakawa, Y. (2003). Antioxidant activity of curtisians I-L from the inedible mushroom *Paxillus curtisii*. *Planta medica*, **69**(11), 1063-1066.

Ramesh, C.H., Pattar, M.G. (2010). Antimicrobial properties, antioxidant activity and bioactive compounds from six wild edible mushrooms of western ghats of Karnataka, India. *Pharmacognosy research*, **2**(2), 107.

Reis, F.S., Barros, L., Martins, A., Ferreira, I.C. (2012). Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, **50**(2), 191-197.

Ribeiro, A., Ruphuy, G., Lopes, J.C., Dias, M.M., Barros, L., Barreiro, F., Ferreira, I.C. (2015). Spray-drying microencapsulation of synergistic antioxidant mushroom extracts and their use as functional food ingredients. *Food chemistry*, **188**, 612-618.

Ribeiro, B., Andrade, P.B., Baptista, P., Barros, L., Ferreira, I.C., Seabra, R.M., Valentão, P. (2008). Leucopaxillus giganteus mycelium: effect of nitrogen source on organic acids and alkaloids. *Journal of agricultural and food chemistry*, **56**(12), 4769-4774.

Robaszkiewicz, A., Bartosz, G., Ławrynowicz, M., Soszyński, M. (2010). The Role of Polyphenols, β -Carotene, and Lycopene in the Antioxidative Action of the Extracts of Dried, Edible Mushrooms. *Journal of nutrition and metabolism*, **2010**.

Rudawska, M., Leski, T. (2005). Macro- and microelement contents of fruiting bodies of wild mushrooms from the Notecka forest in west-central Poland. *Food Chemistry*, **92**, 499–506.

Sadler, M. (2003). Nutritional properties of edible fungi. *Nutrition Bulletin*, **28**, 305–308

Saha, A.K., Acharya, S., Roy, A. (2012). Antioxidant level of wild edible mushroom: Pleurotus djamor (Fr.) Boedijn. *Journal of Agricultural Technology*, **8**(4), 1343-1351.

Sajon, S.R., Sana, S., Rana, S., Rahman, S.M., Nishi, Z.M. (2018). Mushrooms: Natural factory of anti-oxidant, anti-inflammatory, analgesic and nutrition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, **7**(1), 464-475.

Salehi, B., Mishra, A., Nigam, M., Sener, B., Kilic, M., Sharifi-Rad, M., Sharifi-Rad, J. (2018). Resveratrol: A double-edged sword in health benefits. *Biomedicines*, **6**(3), 91.

Samoszuk, M., Tan, J., Chorn, G. (2005). The chalcone butein from Rhus verniciflua stokes inhibits clonogenic growth of human breast cancer cells co-cultured with fibroblasts. *BMC Complement. Altern. Med.*, **5**, (Article No. 5).

Sánchez, C. (2017). Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic and systems biotechnology*, **2**(1), 13-22.

Sarkar, R., Nandan, C.K., Bhunia, S.K., Maiti, S., Maiti, T.K., Sikdar, S.R., Islam, S.S. (2012). Glucans from alkaline extract of a hybrid mushroom (backcross mating between PfloVv12 and Volvariella volvacea): structural characterization and study of

immunoenhancing and antioxidant properties. *Carbohydrate research*, **347**(1), 107-113.

Seeger, R., Trumpfheller, S., Schweinshaut, P. (1983). On the occurrence of sodium in fungi. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, **79**, 80–87.

Semwal, R.B., Semwal, D.K., Combrinck, S., Viljoen, A. (2015). Butein: From ancient traditional remedy to modern nutraceutical. *Phytochemistry Letters*, **11**, 188-201.

Seo, Y.S., Ahn, E.Y., Park, J., Kim, T.Y., Hong, J.E., Kim, K., Park, Y. (2017). Catalytic reduction of 4-nitrophenol with gold nanoparticles synthesized by caffeic acid. *Nanoscale research letters*, **12**(1), 7.

Sevindik, M., Akgul, H., Dogan, M., Akata, I., Selamoglu, Z. (2018a). Determination of antioxidant, antimicrobial, DNA protective activity and heavy metals content of *Laetiporus sulphureus*. *Fresenius Environmental Bulletin*, **27**(3), 1946-1952.

Sevindik, M., Akgul, H., Bal, C., Altuntas, D., Korkmaz, A. I., Dogan, M. (2018b). Oxidative Stress and Heavy Metal Levels of *Pholiota limonella* Mushroom Collected from Different Regions. *Current Chemical Biology*, **12**(2), 169-172.

Sevindik, M., Pehlivan, M., Dogan, M., Selamoglu, Z. (2018c). Phenolic content and antioxidant potential of *Terfezia boudieri*. *Gazi University Journal of Science*, **31**(3), 707-711.

Sevindik, M., Rasul, A., Hussain, G., Anwar, H., Zahoor, M. K., Sarfraz, I., Kamran, K.S., Akgul, H., Akata, I., Selamoglu, Z. (2018d). Determination of anti-oxidative, anti-microbial activity and heavy metal contents of *Leucoagaricus leucothites*. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, **31**(5 (Supplementary)), 2163-2168.

Sevindik, M., Akgul, H., Bal, C., Selamoglu, Z. (2018e). Phenolic contents, oxidant/antioxidant potential and heavy metal levels in *Cyclocybe cylindracea*. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, **52**(3), 437-441.

Shen, J.W., Shi, C.W., Xu, C.P. (2013). Exopolysaccharides from *Pleurotus pulmonarius*: fermentation optimization, characterization and antioxidant activity. *Food Technology and Biotechnology*, **51**(4), 520-527.

- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of agricultural and food chemistry*, **40**(6), 945-948.
- Singh, P., Singh, A., D'Souza, L., Roy, U., Singh, S. (2012). Chemical constituents and antioxidant activity of the Arctic mushroom *Lycoperdon molle* Pers. *Polar Research*, **31**(1), 17329.
- Smith, J., Rowan, N., Sullivan, R. (2002). *Medicinal mushrooms: their therapeutic properties and current medical usage with special emphasis on cancer treatments*, 256. London: Cancer Research UK.
- Smolskaitė, L., Venskutonis, P.R., Talou, T. (2015). Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. *LWT-Food Science and Technology*, **60**(1), 462-471.
- Song, Y.S., Kim, S.H., Sa, J.H., Jin, C., Lim, C.J., Park, E.H. (2003). Anti-angiogenic, antioxidant and xanthine oxidase inhibition activities of the mushroom *Phellinus linteus*. *Journal of ethnopharmacology*, **88**(1), 113-116.
- Stajic, M., Vukojevic, J., Knezevic, A., Duletic Lausevic, S., Milovanovic, I. (2013). Antioxidant protective effects of mushroom metabolites. *Current topics in medicinal chemistry*, **13**(21), 2660-2676.
- Sudha, G., Vadivukkarasi, S., Shree, R.B I., Lakshmanan, P. (2012). Antioxidant activity of various extracts from an edible mushroom *Pleurotus eous*. *Food Science and Biotechnology*, **21**(3), 661-668.
- Sulkowska-Ziaja, K., Muszynska, B., Motyl, P., Pasko, P., Ekiert, H. (2012). Phenolic compounds and antioxidant activity in some species of polyporoid mushrooms from Poland. *International journal of medicinal mushrooms*, **14**(4).
- Sutherland, B. A., Rahman, R.M., Appleton, I. (2006). Mechanisms of action of green tea catechins, with a focus on ischemia-induced neurodegeneration. *The Journal of nutritional biochemistry*, **17**(5), 291-306.
- Svoboda, L., Chrastný, V. (2008). Levels of eight trace elements in edible mushrooms from a rural area. *Food Additives and Contaminants*, **25**(1), 51-58.

Taşkın, T., Devecioglu, T. Y., Şenkardeş, İ. (2018). Antioxidant, Anti-urease Activities and Genotoxic Effects of *Terfezia Claveryi* Methanol Extracts on Human Lymphocytes. *Clinical and Experimental Health Sciences*, **8**(3), 190-195.

Tibuhwa, D.D. (2012). Antiradical and antioxidant activities of methanolic extracts of indigenous termitarian mushroom from Tanzania. *Food Science and Quality Management*, **7**, 13-23.

Tiwari, R., Rana, C. S. (2015). Plant secondary metabolites: a review. *International Journal of Engineering Research and General Science*, **3**(5), 661-670.

Tsai, S.Y., Tsai, H.L., Mau, J.L. (2007). Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea*, and *Boletus edulis*. *LWT-Food Science and Technology*, **40**(8), 1392-1402.

Tseng, Y.H., Yang, J.H., Mau, J.L. (2008). Antioxidant properties of polysaccharides from *Ganoderma tsugae*. *Food chemistry*, **107**(2), 732-738.

Türkoğlu, A., Duru, M.E., Mercan, N. (2007). Antioxidant and antimicrobial activity of *Russula delica* Fr: An Edible wild mushroom. *Eurasian journal of analytical chemistry*, **2**(1), 54-67.

Valentão, P., Lopes, G., Valente, M., Barbosa, P., Andrade, P.B., Silva, B.M., Seabra, R.M. (2005). Quantitation of nine organic acids in wild mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**(9), 3626-3630.

Vamanu, E., Nita, S. (2013). Antioxidant capacity and the correlation with major phenolic compounds, anthocyanin, and tocopherol content in various extracts from the wild edible *Boletus edulis* mushroom. *BioMed Research International*, **2013**.

Vasdekis, E.P., Karkabounas, A., Giannakopoulos, I., Savvas, D., Lekka, M.E. (2018). Screening of mushrooms bioactivity: piceatannol was identified as a bioactive ingredient in the order Cantharellales. *European Food Research and Technology*, **244**(5), 861-871.

Vaz, J.A., Ferreira, I.C., Tavares, C., Almeida, G.M., Martins, A., Vasconcelos, M.H. (2012). *Suillus collinitus* methanolic extract increases p53 expression and

causes cell cycle arrest and apoptosis in a breast cancer cell line. *Food chemistry*, **135**(2), 596-602.

Vaz, J.A., Heleno, S.A., Martins, A., Almeida, G.M., Vasconcelos, M.H., Ferreira, I.C. (2010). Wild mushrooms *Clitocybe alexandri* and *Lepista inversa*: in vitro antioxidant activity and growth inhibition of human tumour cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, **48**(10), 2881-2884.

Verma, D.K., Ebenso, E.E., Quraishi, M.A., Verma, C. (2019). Gravimetric, electrochemical surface and density functional theory study of acetohydroxamic and benzohydroxamic acids as corrosion inhibitors for copper in 1 M HCl. *Results in Physics*, **13**, 102194.

Verpoorte, R., van der Heijden, R., Memelink, J. (2000). Engineering the plant cell factory for secondary metabolite production. *Transgenic research*, **9**(4-5), 323-343.

Vetter, J. (2003). Chemical composition of fresh and conserved *Agaricus bisporus* mushroom. *European Food Research and Technology* **217**, 10–12

Vieira, V., Barros, L., Martins, A., Ferreira, I. (2014). Expanding current knowledge on the chemical composition and antioxidant activity of the genus *Lactarius*. *Molecules*, **19**(12), 20650-20663.

Vieira, V., Marques, A., Barros, L., Barreira, J., Ferreira, I.C. (2012). Insights in the antioxidant synergistic effects of combined edible mushrooms: phenolic and polysaccharidic extracts of *Boletus edulis* and *Marasmius oreades*. *Journal of Food and Nutrition Research*, **51**, 109-112.

Wang, X.M., Zhang, J., Wu, L.H., Zhao, Y.L., Li, T., Li, J.Q., Liu, H.G. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food chemistry*, **151**, 279-285.

Wang, Y., Chan, F.L., Chen, S., Leung, L.K., 2005. The plant polyphenol butein inhibits testosterone-induced proliferation in breast cancer cells expressing aromatase. *Life Sci.* **77**, 39–51.

Wang, Y., Wang, S.J., Mo, S.Y., Li, S., Yang, Y.C., Shi, J.G. (2005). Phellgridimer A, a highly oxygenated and unsaturated 26-membered macrocyclic metabolite with

antioxidant activity from the fungus *Phellinus igniarius*. *Organic letters*, **7**(21), 4733-4736.

Wasser, S.P. (2011). Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, **89**(5), 1323-1332.

Wasser, S.P. (2000). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **60**(3), 258-274.

Witkowska, A.M., Zujko, M.E., Mironczuk-Chodakowska, I. (2011). Comparative study of wild edible mushrooms as sources of antioxidants. *International journal of medicinal mushrooms*, **13**(4), 335-341

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

Wong, J.Y., Chye, F.Y. (2009). Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, **22**(4), 269-277.

Wong, K.H., Sabaratnam, V., Abdullah, N., Kuppusamy, U.R., Naidu, M. (2009). Effects of cultivation techniques and processing on antimicrobial and antioxidant activities of *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers. extracts. *Food Technology and Biotechnology*, **47**(1), 47-55.

Yang, E.B., Guo, Y.J., Zhang, K., Chen, Y.Z., Mack, P. (2001). Inhibition of epidermal growth factor receptor tyrosine kinase by chalcone derivatives. *Biochim. Biophys. Acta*, **1550**, 144–152.

Yang, E.B., Zhang, K., Cheng, L.Y., Mack, P. (1998). Butein, a specific protein tyrosine kinase inhibitor. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **245**, 435–438.

Yang, J.H., Lin, H.C., Mau, J.L. (2002). Antioxidant properties of several commercial mushrooms. *Food chemistry*, **77**(2), 229-235.

Yeh, J.Y., Hsieh, L.H., Wu, K.T., Tsai, C.F. (2011). Antioxidant properties and antioxidant compounds of various extracts from the edible basidiomycete *Grifola frondosa* (Maitake). *Molecules*, **16**(4), 3197-3211.

- Yeoman, M.M., Yeoman, C.L. (1996). Manipulating secondary metabolism in cultured plant cells. *New Phytologist*, **90**, 553-569.
- Yim, H.S., Chye, F.Y., Koo, S.M., Matanjun, P., How, S.E., Ho, C.W. (2012). Optimization of extraction time and temperature for antioxidant activity of edible wild mushroom, *Pleurotus porrigens*. *Food and Bioproducts Processing*, **90**(2), 235-242.
- Zanwar, A.A., Badole, S.L., Shende, P.S., Hegde, M.V., Bodhankar, S.L. (2014). Antioxidant role of catechin in health and disease. In *Polyphenols in human health and disease*, 267-271. Academic Press.
- Zhang, N., Chen, H., Zhang, Y., Xing, L., Li, S., Wang, X., Sun, Z. (2015). Chemical composition and antioxidant properties of five edible *Hymenomyces* mushrooms. *International Journal of Food Science & Technology*, **50**(2), 465-471.
- Zhang, Y., Mills, G.L., Nair, M.G. (2002). Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant compounds from the mycelia of the edible mushroom *Grifola frondosa*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**(26), 7581-7585.
- Zhang, Y., Mills, G.L., Nair, M.G. (2003). Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant compounds from the fruiting body of an edible mushroom, *Agrocybe aegerita*. *Phytomedicine*, **10**(5), 386-390.
- Zhong, W., Liu, N., Xie, Y., Zhao, Y., Song, X., Zhong, W. (2013). Antioxidant and anti-aging activities of mycelial polysaccharides from *Lepista sordida*. *International journal of biological macromolecules*, **60**, 355-359.
- Zhu, F., Qu, L., Fan, W., Qiao, M., Hao, H., Wang, X. (2011). Assessment of heavy metals in some wild edible mushrooms collected from Yunnan Province, China. *Environmental monitoring and assessment*, **179**(1-4), 191-199.