

Tokat'tan Toplanan İki Yenen Doğal Mantar (*Pleurotus eryngii* ve *Lepista nuda*) Örneklerindeki Ağır Metal Seviyeleri Üzerine Bir Çalışma

Hakan IŞIK^{1*}, Aydın Şükrü BENGÜ², Handan ÇINAR YILMAZ², İbrahim TÜRKEKUL³

¹Tokat M. Emin Saraç Anadolu İmam Hatip Lisesi, 60030, Tokat, Türkiye

²Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, 12000, Bingöl, Türkiye

³Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

*Sorumlu Yazar: hakanbiyoloji@gmail.com

Geliş Tarihi: 02.05.2020, Düzeltme Geliş Tarihi: 07.01.2021, Kabul Tarihi: 10.01.2021

Öz

Ormanlık veya çayırılık alanlarda doğal olarak yetişen yenen mantarlar maliyetinin düşük olması ve özel bir lezzete sahip olmaları dolayısıyla tüm dünyada popüler gıda maddeleri olarak toplanmakta ve tüketilmektedir. Ancak bünyelerinde birçok ağır metalleride toplayabildiklerinden dolayı biyoindikatör olarak kullanılmaktadırlar. Mevcut bu çalışmada amacımız Tokat yöresinin farklı lokalitelerinden toplanan *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., ve *Lepista nuda* (Bull.) Cooke örneklerindeki bazı ağır metallerin (Ni, Fe, Cu, Zn, Al, Co, Mn, Cr ve Cd) konsantrasyonlarını tespit etmektir. Mantar örneklerinin ağır metal içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) cihazı ile belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda mantar örneklerinde 0,079 mg/kg ile 71,750 mg/kg arasında değişen miktarlarda ağır metal tespit edilmiştir. Tüm mantar örneklerinde demir 9,450 ile 71,750 mg/kg arasında değişen konsantrasyonlar ile miktarı en yüksek olan mineral olarak ölçülmüştür ve bunu değişik oranlar ile alüminyum ve çinko takip etmiştir. Tüm örneklerde miktarı en az olan mineraller Ni, Co, Cr ve Cd olmuştur. *Pleurotus eryngii*'nin kirli örneklerdeki mineral miktarının temiz örneklerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak *Lepista nuda*'nın temiz örneklerinde Ni, Zn, Co, Cr; kirli örneklerinde ise Fe, Cu, Al, Mn ve Cd daha yüksek miktarda tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: AAS, ağır metal, çevre kirliliği, doğal yenen mantarlar, Tokat

A Study on Heavy Metal Levels in Two Wild Edible Mushroom (*Pleurotus eryngii* ve *Lepista nuda*) Samples Collected from Tokat

Abstract

The mushrooms that are naturally grown in woodland or meadow areas are collected and consumed as popular food items all over the world because of their low cost and special taste. However, they are used as bioindicators because they can collect many heavy metals in their bodies. In this present study, our aim is to determine the concentrations of some heavy metals (Ni, Fe, Cu, Zn, Al, Co, Mn, Cr and Cd) in the samples of *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél. and *Lepista nuda* (Bull.) Cooke collected from different localities of Tokat region. The heavy metal contents of the mushroom samples were determined with Atomic Absorption Spectrophotometric instrument (AAS). As a result of studies, heavy metal was detected in the mushroom samples ranging from 0,079 to 71,750 mg/kg. Fe was measured as the highest mineral with concentrations ranging from 9,450 to 71,750 mg/kg in all mushroom samples, and followed by Al and Zn with different rates. The least amount of minerals in all samples were Ni, Co, Cr and Cd. It is determined that the amount of minerals in dirty samples of *Pleurotus eryngii* is higher than clean samples. However, in the clean examples of *Lepista nuda* Ni, Zn, Co, Cr; also in dirty samples, Fe, Cu, Al, Mn and Cd were detected in higher amounts.

Key words: AAS, heavy metal, environmental pollution, wild edible mushrooms, Tokat

Giriş

Mantarlar protein, lif, vitamin (özellikle B grubuna ait), mineral, aminoasit, doymamış yağ asitleri ve çeşitli aromatik maddeler bakımından değerli besin kaynaklarıdır. Yağ ve kalori oranının düşük, ancak protein oranının yüksek olması yönüyle özellikle vejetaryen ve protein açısından zengin bir diyetle beslenmek isteyen insanlar için sağlıklı bir gıda olarak önem kazanmıştır (Pekşen ve ark., 2008; Orsine ve ark., 2012; Valverde ve ark., 2015; Bengü ve ark., 2019). Geleneksel Çin tıbbında uzun yıllardan beri kullanılan mantarlar, günümüzde başta Avrupa ve Asya ülkeleri olmak üzere birçok ülkede popüler gıda maddeleri haline gelmiştir (Manzi ve ark., 2001). Dünyada tespit edilen yaklaşık 10 bin civarındaki makromantar türlerinin 5020'si yenilebilir özellik göstermektedir (Pekşen, 2013). Mantarların ürettiği kimyasal maddeler sayesinde bazı hastalıkların (kanseri, hipertansiyon, hiperkolesterolemi gibi) önlenmesinde faydalı olduğu ve ayrıca antibakteriyel ve antiviral özelliklere sahip oldukları da bildirilmiştir (Ita ve ark., 2006).

Ağır metaller, genellikle 5 g/cm³'den daha fazla özgül yoğunluğa sahip olan, çevreyi ve canlı organizmaları olumsuz etkileyen metaller olarak tanımlanabilir (Järup, 2003). Bu ağır metallerden bazıları (demir ve çinko gibi) biyolojik öneme sahiptir ve insan sağlığının korunması için gereklidir. Ancak yüksek miktarlarda toksik etkileri vardır. Pb, Cd, As, Hg gibi ağır metallerin ise insanlarda bilinen biyokimyasal ve fizyolojik etkilerinin olmadığı, çok düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkilerinin olabileceği bildirilmiştir (Duruibe ve ark., 2007). Ekosistemde uzun süre kalabilen ağır metaller çevrede olduğu gibi canlı bünyesinde de birikirler (özellikle yağ ve kemik dokularında), ve yavaş bir şekilde vücuda salınarak önemli sorunlara yol açarlar. Bu metaller ve onların bileşikleri beyin, böbrek, akciğerler ve karaciğer gibi organların çalışmasına zarar verebilir. Uzun süreli maruz kalmalarda ise kanser, multiple skleroz, Parkinson, Alzheimer, kas distrofisi gibi hastalıklara sebep olabilirler. Mantarlar yaşadıkları ortamdan bazı metalleri kolay bir şekilde bünyelerine alabilme mekanizmalarına sahip olduklarından dolayı sebze, meyve ve diğer tarımsal ürünlere göre daha fazla miktarda metal konsantrasyonuna sahip olabilirler. Yapılan çalışmalar bazı makromantar türlerinin demir, kurşun, cıva, kadmiyum, bakır, krom, mangan, çinko, nikel ve alüminyum gibi ağır metalleri büyük miktarlarda bulundurduklarını göstermiştir (Kalač

2001; Järup 2003; Ita ve ark., 2006; Guerra ve ark., 2012; Širić et al., 2016; Kupchuk 2018).

Bu çalışmanın amacı doğal olarak yetişen ve yenen *P. eryngii* ve *L. nuda* örneklerindeki ağır metal içeriğini tespit etmek ve mantarların kimyasal yapısını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalara katkıda bulunmaktır.

Materyal ve Metot

Ağır metal içeriği tespit edilecek olan *P. eryngii* ve *L. nuda*'ya ait mantar örnekleri Tokat yöresinin farklı lokalitelerinden toplanmıştır. Mantar örneklerine ait bazı özellikler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen makromantar örnekleri kaba kirler temizlendikten sonra bir ısıtıcı yardımıyla kurutulmuştur ve bir parçalayıcı yardımıyla toz haline getirilmiştir. Ağır metal analizleri için Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) cihazı (Perkin Elmer AAnalyst™800, USA) kullanılmıştır. Numunelerin hazırlanmasında, yaklaşık 0,5 g mantar örneği mikrodalga fırının teflon kaplarına aktarılmış, her örneğe 10 mL nitrik asit ilave edilerek, mikrodalgada yakılmıştır. Örnekler, AAS cihazında her bir element için dalga boyu, spesifik lamba ve standart grafikler kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmalar üç tekrar şeklinde yapılmış ve çıkan sonuçların ortalaması alınmıştır. Mineral analizlerinin verileri mg/kg olarak rapor edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Doğal ortamdan toplanan *P. eryngii* ve *L. nuda* örneklerine ait ağır metal analiz sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Yaptığımız analizler sonucunda mantar örneklerinde farklı miktarlarda 9 çeşit ağır metal (Ni, Fe, Cu, Zn, Al, Co, Mn, Cr, Cd) tespit edilmiştir. Tüm örneklerde en fazla tespit edilen mineral 9,450-71,750 mg/kg arasında değişen miktarı ile Fe olurken, miktarı en az olan element ise 0,079-0,101 mg/kg arasında değişen miktarı ile Cd olmuştur. Buna ilaveten örneklerdeki diğer ağır metallerin miktarları Ni için 0,474-0,665 mg/kg, Cu için 0,520-1,545 mg/kg, Zn için 2,482-6,639 mg/kg, Al için 3,508-22,810 mg/kg, Co için 0,147-0,182 mg/kg, Mn için 0,626-1,376 mg/kg, Cr için 0,414-0,638 mg/kg arasında dağılım göstermiştir. *P. eryngii*'nin kirli örneklerindeki ağır metal miktarı temiz örneklerine göre daha yüksek çıkmıştır. Ancak *Lepista nuda*'da temiz örneklerinde Ni, Zn, Co, Cr; kirli örneklerinde ise Fe, Cu, Al, Mn ve Cd daha yüksek miktarda tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Analiz edilen makromantar örneklerinin bazı özellikleri.

Örnekler	Familya	Lokale	Habitat	Fungaryum No
<i>P. eryngii</i> (Temiz)	<i>Pleurotaceae</i>	Tokat merkez, Bozatalan köyü 40°24'121"K,036°26'164"D 1262 m	Çam ormanı Çayırılık alan	İ&H 68
<i>P. eryngii</i> (Kirli)		Tokat merkez, Pınarlı köyü 40°21'406"K,036°43'465"D 820 m	Yol kenarı çayırılık alan	İ&H 384
<i>L. nuda</i> (Temiz)	<i>Tricholomataceae</i>	Tokat merkez, Yaylacık dağı; 40°24'037"K,036°33'182"K D 1497 m	Çam ormanı	İ&H 351
<i>L. nuda</i> (Kirli)		Tokat GOP Üniversitesi kampüs alanı; 40°19'396"K,036°28'450"D 643 m	Çam ormanı Yol kenarı	İ&H 370

temiz: ormanlık alandan toplanmış makromantar örnekleri

kirli: yol kenarından toplanan makromantar örnekleri

Çizelge 2. Makromantar örneklerindeki bazı ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnekler	Ni	Fe	Cu	Zn	Al	Co	Mn	Cr	Cd
<i>P. eryngii</i> (temiz)	0,474	14,195	0,520	2,482	4,512	0,170	0,895	0,636	0,079
<i>P. eryngii</i> (kirli)	0,665	71,750	0,537	3,284	22,810	0,182	1,376	0,638	0,088
<i>L. nuda</i> (temiz)	0,510	9,450	1,374	6,639	3,508	0,151	0,626	0,468	0,100
<i>L. nuda</i> (kirli)	0,487	16,270	1,545	3,777	6,157	0,147	0,716	0,414	0,101
dalga boyu (nm)	232	248,3	324,8	213,9	309,3	240,7	279,5	357,9	228,8

Demir hemoglobin ve miyoglobin'in yapısına katıldığı gibi, oksijen ve elektronların taşınması, DNA sentezi gibi önemli metabolik olaylarda görev alan bir iz elementtir. Yeryüzünde bol miktarda bulunan bu element, vücudumuzda serbest radikaller oluşturabildiğinden ve doku hasarına yol açabildiğinden dolayı miktarı belirli sınırlar içerisinde olmalıdır (Abbaspour ve ark., 2014). Çalışma materyalimiz olan makromantar örneklerinde miktarı en fazla olan element Fe minerali olmuş ve *P. eryngii*'nin temiz örneklerinde 14,195 mg/kg, kirli örneklerinde 71,750 mg/kg; *L. nuda*'nın temiz örneklerinde 9,450 mg/kg, kirli örneklerinde ise 16,270 mg/kg olarak ölçülmüştür. Demirden sonra örneklerimizde miktarı fazla olan mineraller Al ve Zn olmuştur. Bu minerallerin miktarları *P. eryngii*'nin temiz örneklerinde 4,512 mg/kg (Al) ve 2,482 mg/kg (Zn); kirli örneklerinde 22,810 mg/kg (Al); 3,284 mg/kg (Zn); *L. nuda*'nın

temiz örneklerinde 6,639 mg/kg (Zn) ve 3,508 mg/kg (Al); kirli örneklerinde ise 6,157 mg/kg (Al) ve 3,777 mg/kg (Zn) olarak belirlenmiştir (Şekil 1,2). *P. eryngii* ve aynı familyada yakın bir tür olan *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.'un ağır metal içeriklerini belirlemek için yapılan bazı çalışmalar Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Zhu ve ark. (2011) tarafından *P. eryngii*'nin biriktirdiği ağır metalleri tespit etmek için yapılan analizlerde miktarı en fazla olan element Zn (57,9 mg/kg) ve Fe (242 mg/kg) olarak tespit edilmiş, bunları sırasıyla Cr, Mn, Cu, Ni ve Cd takip etmiştir (Çizelge 3). Bizim analizlerimizde de buna uygun olarak *P. eryngii*'nin hem temiz hem de kirli örneklerinde Fe, Al ve Zn miktarı en bol olan elementler olarak ölçülmüştür. Bizim örneklerimizdeki Cd miktarı bu çalışmanın sonuçlarına göre daha yüksek çıkarken diğer minerallerin miktarı daha düşük çıkmıştır. Yine aynı

tür mantar için Altıntığ ve ark. (2017) tarafından İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) cihazı ile yaptıkları bir çalışmada Fe (149,90 mg/kg), Ni (24,66 mg/kg), Zn (80,6 mg/kg), Cr (14,72 mg/kg) ve Cu (74,16 mg/kg) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada da Fe ve Zn, miktarı en fazla olan elementler olarak belirlenmiştir. Bizim örneklerimizdeki ağır metallerin miktarı Altıntığ ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmaya göre daha düşük çıkmıştır. *P. ostreatus* ile ilgili yapılan çalışmalarda Fe, Zn, Cu ve Mn en bol bulunan mineraller olmuştur (Çizelge 3). Bizim yaptığımız çalışmada Al 3,508-22,810 mg/kg arasında değişen miktarlarda, Co ise 0,147-0,182 mg/kg arasında değişen miktarlarda tespit edilirken, Çizelge 3’de yer alan çalışmalarda Al ve Co miktarlarına bakılmamış veya tespit edilememiştir. Çalışmamızın diğer bir materyali olan *L. nuda*’nın temiz ve kirli örneklerindeki ağır metal miktarı Çizelge 2 ve Şekil 2’de verilmiştir. Mineraller içerisinde Ni, Zn, Co ve Cr sırasıyla 0,510; 6,639; 0,151; 0,468 mg/kg ile temiz örneklerde yüksek çıkarken; Fe, Cu, Al, Mn ve Cd ise 16,270; 1,545; 6,157; 0,716; 0,101 mg/kg ile kirli örneklerinde daha yüksek çıkmıştır. Ouzouni ve ark. (2009) tarafından *L. nuda* üzerine yapılan bir çalışmada Cu, Fe, Zn, Mn, Cd Pb ağır metallerinin miktarları ölçülmüştür. Bunların içerisinde miktarı en fazla olan element 98,99 mg/kg ile Zn olmuştur. Bunu 75,06 mg/kg ile Cu; 74,6 mg/kg ile Fe; 33,65 mg/kg ile Mn takip etmiştir. Bizim çalışmamızda miktarı en fazla olan element Fe olarak ölçülmüş, bunu sırasıyla temiz örneklerde Zn ve Al, kirli

örneklerde Al ve Zn takip etmiştir (Şekil 2). Aynı tür mantar kullanılarak yapılan başka bir çalışmada Cu miktarı 117,7 mg/kg; Zn değeri 182,1 mg/kg olarak ölçülmüştür (Alonso ve ark., 2003). *L. nuda* bazidiyokarpları kullanılarak Yamaç ve ark. (2007) tarafından ICP-OES cihazı kullanılarak yapılan bir çalışmada 8 farklı ağır metal (Pb, Cd, Zn, Fe, Mn, Cu, Cr, Ni) tespit edilmiştir. Bunların içinde miktarı en bol olan 480 mg/kg ile Mn olmuş, bunu 144,20 mg/kg ile Cu ve 121 mg/kg ile Zn takip etmiştir.

Makromantarların absorbe ettiği ağır metal miktarını belirlemeye yönelik yapılan başka bir çalışmada *L. nuda* örneklerinde fazla miktarda tespit edilen mineraller 337,64; 60,95; 55,45; 34,94; 15,15 µg/g miktarları ile sırasıyla Fe, Zn, Cu, Mn ve Cr olmuştur (Işıldak ve ark., 2007).

Doğal ortamdan toplanan mantarlar besin olarak kullanıldığında biriktirdikleri ağır metallerde besin zincirine katılmakta ve biyolojik birikime katkı sağlamaktadır. Makromantarlarda biriken metal oranında yaşadığı çevrenin özellikleri, mantarın morfolojik özellikleri ve beslenme şekli (mikorizal veya saprofit) etkili olmaktadır. Buna ilaveten bazidiyokarplarındaki metal miktarı, bunların emilimini ve birikme oranını etkileyen birçok faktör nedeniyle (örneğin toprağın pH, redoks potansiyeli, organik madde içeriği, metal iyonlarının alınımı esnasındaki rekabet) tür içinde geniş bir aralıkta değişebilmektedir (Garcia ve ark., 1998; Ángeles García ve ark., 2009; Kalač 2009).

Çizelge 3. *P. eryngii* ve *P. ostreatus*’un ağır metal içeriklerine yönelik bazı literatür verileri (mg/kg).

Literatür	Örnekler	Ni	Fe	Cu	Zn	Mn	Cr	Cd
Zhu ve ark. (2011)	<i>P. eryngii</i>	0,83	242	6,83	57,9	13,5	22,3	0,06
	<i>P. ostreatus</i>	1,50	95,7	26,7	48,4	31,4	16,3	0,28
Altıntığ ve ark. 2017	<i>P. eryngii</i>	24,66	149,90	74,16	80,6	-	14,72	-
	<i>P. ostreatus</i>	25,13	86,90	76	53,47	-	13,97	-
İta ve ark. 2006	<i>P. ostreatus</i>	-	407,7	45,9	90,6	39,8	-	0,3
Akyüz ve Kırbağ. 2010	<i>P. ostreatus</i>	-	718	10,5	46	12	5,4	0,75
	<i>P. ostreatus</i> (Elazığ örneği) <i>P. ostreatus</i> (Diyarbakır örneği)	-	838	14	44,5	65,4	11,5	1,65

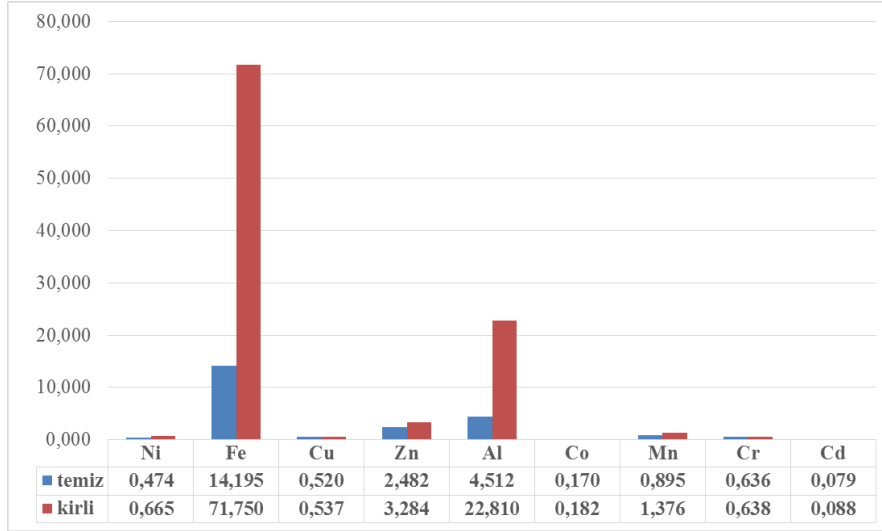
Sonuç ve Öneriler

Mantarların mineral içeriğini tespit etmeye yönelik yapılan birçok çalışma, bunların çevre kirliliği açısından biyoindikatör olabileceklerini göstermiştir. Makromantarlar sporokarplarının yüksek birikim yapabilme özellikleri sayesinde kirli veya kirlenmemiş alanları ayırt etme konusunda bize faydalı olabilir (Kalač and Svoboda, 2000). Ağır

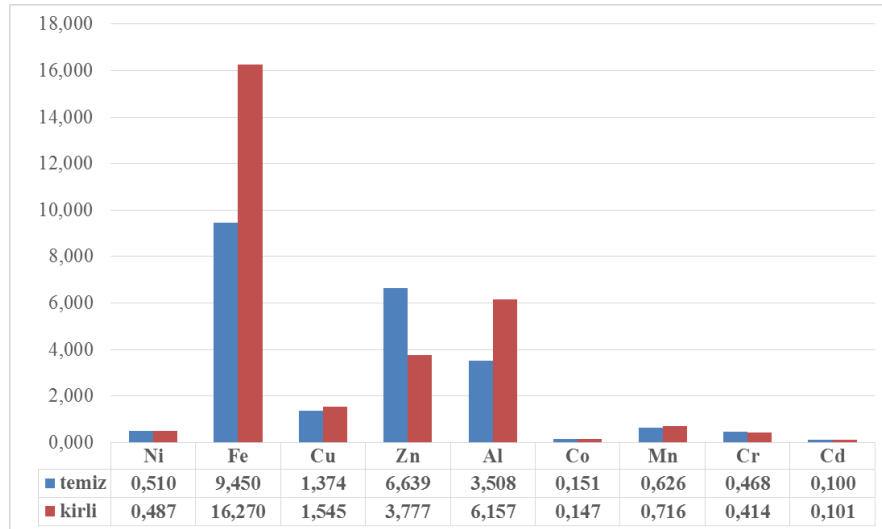
metaller besin zincirine değişik yollardan katılmakta ve canlıların dokularında birikebilmektedir. Bu biyolojik birikimden en fazla etkilenenler insanda olduğu gibi besin zincirinin en sonunda bulunan canlılar olmaktadır. Bu çalışmada AAS cihazı kullanılarak *P. eryngii* ve *L. nuda* örneklerinde bazı toksik elementler (Cr ve Cd) ve bazı iz elementler (Fe, Co, Al, Ni, Cu, Mn, Zn) farklı

miktarlarda tespit edilmiştir. Mantar örneklerinin bazıları (temiz örnekler) şehir yaşamı, trafik ve endüstri gibi kirliliğe neden olan faktörlerden uzak lokalitelerden toplanırken, bazıları yol kenarlarına ve yaşam alanlarına (kirli örnekler) yakın lokalitelerden toplanmıştır. *P. eryngii*'nin temiz örneklerindeki tüm ağır metal miktarları kirli örneklerle göre daha düşük çıkmıştır. *L.nuda*'da ise temiz örneklerde Fe, Cu, Al, Mn, Cd miktarı kirli

örneklerle göre daha düşük çıkmıştır. *L. nuda*'nın temiz örneklerinde ekolojik ortamından ve yetiştiği toprak yapısından kaynaklı daha fazla miktarda Ni, Zn, Co ve Cr gözlemlenmiştir. Doğal ve temiz ormanlık alanlardan toplanan mantar örneklerinin tüketilmesinin daha uygun olacağı görülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışma ve literatür bilgileri doğal olarak yetişen mantarların ağır metaller için birer biyoakümülatör olabileceğini göstermiştir.



Şekil 1. *P. eryngii*'nin temiz ve kirli örneklerindeki ağır metal miktarı



Şekil 2. *L. nuda*'nın temiz ve kirli örneklerindeki ağır metal miktarı

Teşekkür: Bu çalışmamızda mantar örneklerinin ağır metal analizinde yardımlarını esirgemeyen Bingöl Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı yöneticileri ve uzman personeline teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abbaspour, N., Hurrell, R. ve Kelishadi, R. 2014. Review on iron and its importance for human health. *Journal of Research in Medical Sciences*, 19: 164-174.
- Akyüz, M. ve Kirbağ, S. 2010. Nutritive value of wild edible and cultured mushrooms. *Turkish Journal of Biology*, 34: 97-102.
- Altıntığ, E., Hişir, M.E. ve Altundağ, H. 2017. Determination of Cr, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn by ICP-OES in mushroom samples from Sakarya, Turkey. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(3): 496-504.
- Alonso, J., García, M.A., Pérez-López, M. ve Melgar, M.J. 2003. The Concentrations and Bioconcentration Factors of Copper and Zinc in Edible Mushrooms. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 44: 180-188.
- Ángeles García, M., Alonso, J. ve Melgar, J.M. 2009. Lead in edible mushrooms: Levels and bioaccumulation factors. *Journal of Hazardous Materials*, 167: 777-783.
- Bengü, A.Ş., Çınar Yılmaz, H., Türkekel, İ. ve Işık, H. 2019. Doğadan Toplanan ve Kültürü Yapılan *Pleurotus ostreatus* ve *Agaricus bisporus* Mantarlarının Toplam Protein, Vitamin ve Yağ Asidi İçeriklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 222-229.
- Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C. ve Egwurugwu, J.N. 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *International Journal of Physical Sciences*, 2(5): 112-118.
- Garcia, M.A., Alonso, J., Fernandez, M. I. ve Melgar, M.J. 1998. Lead content in edible wild mushrooms in Northwest Spain as indicator of environmental contamination. *Archives Environmental Contamination and Toxicology*, 34: 330-335.
- Guerra, F., Trevizam, A.R., Muraoka, T., Marcante, N.C. ve Canniatti-Brazaca, S.G. 2012. Heavy metals in vegetables and potential risk for human health. *Scientia Agricola*, 69(1): 54-60.
- Işıldak, Ö., Türkekel, İ., Elmastaş, M. ve Aboul-Enein, H.Y. 2007. Bioaccumulation of Heavy Metals in Some Wild-Grown Edible Mushrooms. *Analytical Letters*, 40: 1099-1116.
- Ita, B.N., Essien, J.P. ve Ebong, G.A. 2006. Heavy Metal Levels in Fruiting Bodies of Edible and Non-edible Mushrooms from the Niger Delta Region of Nigeria. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, 2(2): 84-87.
- Järup, L. 2003. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1): 167-182.
- Kalač, P. 2001. A review of edible mushroom radioactivity. *Food Chemistry*, 75: 29-35.
- Kalač, P. 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: a review. *Food Chemistry*, 113: 9-16.
- Kalač, P. ve Svoboda, L. 2000. A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 69: 273-281.
- Kupchuk, O. 2018. Determining Heavy Metals in Mushroom Samples by Stripping Voltammetry. *Food Science and Technology*, 12(2): 62-67.
- Manzi, P., Aguzzi, A. ve Pizzoferrato, L. 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321-325.
- Pekşen, A. 2013. Mantarların İnsan Hayatı ve Sağlığındaki Yeri. *Bahçe Haber*, 2(1), 10-15.
- Pekşen, A., Yakupoğlu, G. ve Kibar, B. 2008. Some Chemical Components of *Lactarius pyragalus* from Diverse Locations. *Asian Journal of Chemistry*, 20(4): 3109-3114.
- Şirić, I., Humar, M., Kasap, A., Kos, I., Mioč, B. ve Pohleven, F. 2016. Heavy metal bioaccumulation by wild edible saprophytic and ectomycorrhizal mushrooms. *Environmental Science and Pollution Research*, 23: 18239-18252.
- Orsine, J.V.C., Novaes, M.R.C.G. ve Asquieri, E.R. 2012. Nutritional value of *Agaricus sylvaticus*; mushroom grown in Brazil. *Nutrición Hospitalaria*, 27(2): 449-455.
- Ouzouni, P.K., Petridis, D., Koller, W.D. ve Riganakos, K.A. 2009. Nutritional value and metal content of wild edible mushrooms collected from West Macedonia and Epirus, Greece. *Food Chemistry*, 115:1575-1580.
- Valverde, M.E., Hernández-Pérez, T. ve Paredes-López, O. 2015. Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*, 2015: 1-14.
- Yamaç, M., Yıldız, D., Sarıkürkcü, C., Çelikkollu, M. ve Solak, M.H. 2007. Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey. *Food Chemistry*, 103: 263-267.
- Zhu, F., Qu, L., Fan, W., Qiao, M., Hao, H. ve Wang, X. 2011. Assessment of heavy metals in some wild edible mushrooms collected from Yunnan Province, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 179: 191-199.