T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİLEBİLİR BAZI MANTARLARDA AĞIR METAL ANALİZLERİ

Aysun KONULGA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Ana Bilim Dalı

Temmuz-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI YENİLEBİLİR MANTARLARDA AĞIR METAL ANALİZİ

Aysun KONULGA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sinan AKTAŞ
Danışman: Prof. Dr. Gülşin ARSLAN

2019, 53 Sayfa

Jüri
Dr. Öğr. Üyesi Sinan AKTAŞ
Prof. Dr. Gıyasettin KAŞIK
Doç. Dr. Ilgaz AKATA

Bu çalışmada Ladik (Samsun) bölgesinden 2002-2009 yılları arasında *Lycoperdon perlatum* Pers., *Lycoperdon pratense* Pers., *Lycoperdon molle* Pers., *Lycoperdon utriformis* Bull., *Bovista plumbea* Pers., *Agaricus campestris* L., *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser, *Helvella acetabulum* (L.) Quél., *Discina ancilis* (Pers.) Sacc., *Helvella spadicea* Schaeff., yenilebilir 10 mantar türü toplanmıştır. Mantar örnekleri üzerinde yapılan makroskobik ve mikroskobik inceleme sonucunda türlerin teşhisleri yapılmıştır. Toplanan mantarların gıda maddesi olarak kullanılabilirliğinde insan sağlığına etkisi belirlemek amacıyla metal miktarı tespit edilerek gıda maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Bu amaçla toz haline getirilen kuru mantar örnekleri mikrodalga yöntemi ile yakıldıktan sonra; Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Fe ağır metal analizleri Atomik Absorpsiyon Spektroskopisinde (Contr AAS 300, Anaytik Jena) belirlenmiştir. SRM 1515 (elma yaprağı) referansına karşı metal analizi ölçümleri yapılmıştır. Yapılan metal analiz sonuçlarında mantar örneklerinin ağır metal seviyeleri en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Fe için 0.34-40.87, 4.99-50.35, 0.73-12.23, 29.33-247.42, 7.47-2341.55, 37.70-370.05, 5.38-75.14, 63.54-182.82, 849.42-3925.30 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Sonuçta, mantarların gıda maddesi olarak kullanılabilirliğinde insan sağlığına etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi, Ladik, Samsun, Yenilebilir Mantar.

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF HEAVY METAL IN SOME EDIBLE MUSHROOMS

Aysun KONULGA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOLOGY

Advisor: Assist. Prof. Sinan AKTAŞ
Advisor: Prof. Dr. Gülşin ARSLAN

2019, 53 Pages

Jury
Asst. Prof. Sinan AKTAŞ
Prof. Dr. Gıyasettin KAŞIK
Assoc. Prof. Dr. Ilgaz AKATA

In this study, 10 edible mushroom species were collected from Ladik (Samsun) region in 2002-2009; *Lycoperdon perlatum* Pers., *Lycoperdon pratense* Pers., *Lycoperdon molle* Pers., *Lycoperdon utriformis* Bull., *Bovista plumbea* Pers., *Agaricus campestris* L., *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser, *Helvella acetabulum* (L.) Quél., *Discina ancilis* (Pers.) Sacc., *Helvella spadicea Schaeff.* The mushroom species were identified through macroscopic and microscopic examinations. To determine the effect of the collected fungi on the human health regarding its consumption as food, its usability as food was investigated by determining their metal content.

To achieve this, the dried mushroom samples were burned down by microwave method, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Fe heavy metal analyses were carried out using Atomic Absorption Spectroscopy (Contr AAS 300, Anaytik Jena). Metal analysis measurements were done by using SRM 1515 (apple leaf) as a reference. In the results of the metal analysis, the lowest and highest values of heavy metal levels of mushroom samples were found to be 0.34-40.87, 4.99-50.35, 0.73-12.23, 29.33-247.42, 7.47-2341.55, 37.70-370.05, 5.38-75.14, 63.54-182.82, 849.42-3925.30 mg/kg, for Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Fe, respectively. As a result, it was revealed the mushrooms have no effect on human health when consumed as food.

Keywords: Heavy metal, Atomic Absorption Spectroscopy, Ladik, Samsun, Edible mushrooms,

ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince benden hiçbir konuda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, beni her daim her konuda destekleyen, yol gösteren sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sinan AKTAŞ'a teşekkürü bir borç bilip, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmalarım boyunca, ikinci tez danışmanlığımı üstlenen, beni yönlendiren çalışmamın her aşamasında yol gösterici olan değerli hocam Prof. Dr. Gülşin ARSLAN'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında benden yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım doktora öğrencisi Havva Nur Tatlı'ya teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi manevi yardımlarını esirgemeyen, fikirlerime saygı duyan ve destekleyen, her konuda arkamda olan değerli ailem; babam Muharrem KONULGA'ya, annem Faile KONULGA'ya ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Aysun KONULGA
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

TEZ BİLDİRİMİ ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÖZET ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

ÖN SÖZ ..... **v**

İÇİNDEKİLER ..... **vi**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ 1
   1.2. Ağır Metaller ve Toksik Özellikleri 3
      1.2.1. Kadmiyum 3
      1.2.2. Nikel 3
      1.2.3. Kurşun 3
      1.2.4. Bakır 4
      1.2.5. Mangan 5
      1.2.6. Çinko 5
      1.2.7. Krom 5
      1.2.8. Kobalt 6
      1.2.9. Demir 6
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 8
3. MATERYAL VE YÖNTEM 18
   3.1. Kullanılan Cihazlar 18
   3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler 18
   3.3. Mantar Örneklerinin Toplanması, Teşhisi ve Kurutulması 19
   3.4. Mantar Örneklerinin Analize Hazırlanması 19
   3.5. Mantar Örneklerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi 19
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 21
   4.1. Çalışılan Mantar Türleri ve Özellikleri. 21
      4.1.1. *Helvella acetabulum* (L.) Quél 21
      4.1.2. *Helvella spadicea* Schaeff. 21
      4.1.3. *Agaricus campestris* L. 22
      4.1.4. *Lycoperdon perlatum* Pers. 22
      4.1.5. *Lycoperdon utriforme* Bull. 23
      4.1.6. *Lycoperdon pratense* Pers. 23
      4.1.7. *Lycoperdon molle* Pers. 24
      4.1.8. *Discina ancilis* (Pers.) Sacc. 24
      4.1.9. *Bovista plumbea* Pers. 25
      4.1.10. *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser 25
   4.2. Araştırma Bulguları ve Tartışma 27
      4.2.1. *Lycoperdon perlatum* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 29

4.2.2. *Lycoperdon molle* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 30
4.2.3. *Lycoperdon utriformis* Bull. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 32
4.2.4. *Agaricus campestris* L. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 33
4.2.5. *Bovista plumbea* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 34
4.2.6. Macrolepiota excoriata (Schaeff.) Wasser. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 36
4.2.7. Helvella acetabulum (L.) Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 37
4.2.8. Discina ancilis (Pers.) Sacc. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 39
4.2.9. *Helvella spadicea* Schaeff. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 40
4.2.10. *Lycoperdon pratense* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi 42
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 45
5.1. Sonuçlar 45
5.2. Öneriler 45

KAYNAKLAR 47

ÖZGEÇMİŞ 53

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Fe	Demir
Mn	Mangan
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Pb	Kurşun
Ni	Nikel
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Cr	Krom
Ar	Arsenik
Mo	Molibden
Se	Selenyum
Mg	Magnezyum

Kısaltmalar

AAS	Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi
SRM	Standart Referans Madde
MÖ.	Milattan Önce
MS.	Milattan Sonra
mg	Miligram
mL	Mililitre
kg	Kilogram
cm^3	Santimetreküp
cm	Santimetre
µg	Mikrogram
µ	Mikron

1. GİRİŞ

Doğal yenilebilir mantarlar dünya genelinde geleneksel olarak besin ve ilaç olarak kullanılmaktadır. Mantarların bünyelerinde insan sağlığı için şart olan gıdalar lif, protein, yağ, karbonhidrat ve selüloz benzeri bileşenler bulunmaktadır. Esas olarak yabani mantarların mutfak ve ticari değerleri tat ve aroma gibi kendi yapısal özelliklerinden ve ayrıca yüksek karbonhidrat, diyet lif, vitamin ve mineral bunların yanı sıra yüksek oranda doymamış yağ asidi bileşiminden kaynaklanmaktadır (Kalac, 2012).

Besin değerlerinin dışında mantarlar, tabiatta organik bileşenlerin yadımlanmasında işlev gördüklerinden; kullandıkları substrat içeriğine bağlı olarak, organizmalarında ve yaşadığı bölgede element miktarında değişime sebep olmaktadırlar. Bu nedenle mantarların ağır metal seviyeleri diğer organizmalara kıyasla daha yüksektir. Canlı organizmalar için demir, kobalt, bakır, mangan, krom ve çinko gibi ağır metaller az miktarda gerekliyken, arsenik, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metaller zararlı görülmektedir (Akgül ve ark., 2016).

Mantarlar; büyüme ve gelişme evrelerinde yapısına ağır metalleri alabilen, dolayısıyla bulunduğu bölgenin metal kirliliği hakkında bilgi veren bir belirteç, düşük kaloriye sahip, besin içeriği fazla, birçok vitamin ve minerali yapısında bulunduran, tedavi edici özelliğe sahip, insan sağlığı bakımından çok değerli olan gıda maddeleridir. Yenilebilir mantarlarda ağır metal analizleri 1970'lerden itibaren yapılmaktadır (Kalac ve Svoboda, 2000).

Çevre kirliliğini ve ekolojik dengeyi olumsuz etkileyen sanayileşme ve kentleşme faktörleri doğal bölgeleri de bozabilmektedir. Bazı sanayi kuruluşları ihtiyaçlarından dolayı ağır metalleri kullanmakta ve bu sebeple atıkları Cr, Hg, Cu, Fe, Zn, Ag, Ar ve Co metallerini içermektedir. Enzimsel reaksiyonlarda ise düşük miktardaki ağır metaller kofaktör olarak görev yaptıklarından önemli oldukları bilinmekte, fakat bu metallerin yüksek seviyeleri canlılar için aşırı derecede toksik sonuç verir ve metabolizma tepkimelerini yavaşlatabilmektedir (Korcan ve ark., 2010).

Sulara geçen ağır metaller aşırı seviyede seyrelmekte ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik halinde su tabanına çökmekte ve bu ortamda zenginleşmektedirler. Bu nedenlerden dolayı su kaynaklarındaki ağır metal seviyesi devamlı olarak artar. Türkiye'de de tuz ihtiyacının karşılandığı Tuz Gölü ve diğer kapalı göllerde de gerekli olan çevresel önlemlerin yeterli olarak alınmaması ve su kaynaklarının olduğu bölgelerde kontrolsüz sanayileşme işlemlerine izin verilmesinden

dolayı ağır metal seviyesi devamlı olarak artmaktadır (Kahvecioğlu ve ark., 2017).

İnsanların son 50 yılda ağır metallere maruz kalmasının ciddi oranda artmasına endüstriyel çalışmalar sebep olmaktadır. Endüstriyel alanlarda ağır metallerin artışına sebep olan faktörler ise tarımda üretim tekniklerinin sıkça değişmesi, gübre artışı ve zirai ilaç kullanılması, egzoz gazları, katı atıklar, atık sular ve bunların sağlık şartlarına dikkat edilmeksizin depolanma işlemleri ile gıda maddelerine geçmeleri, nüfusun artması ile yoğun yaşam şartlarıdır. Bunların dışında civalı amalgam dolgular, çeşitli boyalar ve musluk sularındaki kurşun, işlem görmüş besinler, kozmetik maddeleri, şampuan, saç ürünleri ve diş macunundaki kimyasal kalıntıları sebebiyle insanlar yaşamlarının hemen hemen her anında ağır metallerle sıkça karşılaşmaktadır (Durak, 2005).

İnsanoğlunun sürekli olarak gıda arayışlarında olması onları başka kaynaklara doğru sürüklemiştir. Mantarların bünyesinde vitaminleri (A, B, C, D), mineralleri (kalsiyum, fosfor, sodyum, çinko, mangan ve bor), enzimleri, antibiyotikleri ve hormonları bulundurması, bunun yanı sıra bünyesinde protein oranın fazla olması, yağ ve karbonhidrat miktarının az olması, insan beslenmesinde zararsızca kullanılması, mantarların kullanımını uygun kılmakla birlikte kompleks bir besin maddesi olduğunu ortaya koyar. İnsanoğlu yüzyıllardır mantarları doğal ortamlarından elde etmeye yönelmiş ve farklı amaçlardan dolayı kullanmıştır. Doğadan elde ettikleri mantarların yararlarının ve zararlarının belirlenmesi insan sağlığı bakımından önemli olmaktadır.

Bu çalışmada amaç Ladik (Samsun) bölgesinden toplanan yenilebilir bazı mantarlarda ağır metallerin içeriklerini tespit ederek, içerdikleri mineral miktarlarını WHO, FAO ve Türk Gıda Kodeksi standartlarına göre karşılaştırıp tartışmaktır. Ladik (Samsun) bölgesinden toplanan bazı yenilebilir mantarların içeriğindeki ağır metallerin miktarı; mantarların gıda maddesi olarak kullanılabilirliğinde insan sağlığına etkisini belirlemek amacıyla metal miktarı tespit edilerek gıda maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ayrıca ekolojik önemi olarak; mantarlardaki mineral içeriği ve korelasyonunun analizi yapılmış, biyolojik absorbsiyon ve akülümülasyon durumları belirlenmiştir. Özellikle mantarların belirlenecek olan hiperakümülatör özellikleri biyolojik arıtım teknolojilerinde kullanılabilirliğini gündeme getirecektir.

1.2. Ağır Metaller ve Toksik Özellikleri

1.2.1. Kadmiyum

Zehir etkisi gösteren ağır metallerden biri kadmiyumdur. Besinlerden yüksek seviyelerde kadmiyum geçmesi akut toksikasyona sebep olmaktadır. Özellikle içeriğinde 16 mg/L kadmiyum bulunan suların alınmasıyla kusma, karın bölgesinde sancı, bulantı gibi belirtiler gözlemlenmektedir. Akut pnömoni ve pulmoner ödeme de kadmiyum solunması sebep olabilmektedir. Solunan kadmiyum miktarına bağlı olarak solunum sisteminde farklı belirtiler gözlenebilmektedir. Başlıca akciğer obstriktif akciğer hastalıkları kronik bronşitis ve amfizen olmaktadır. Akciğer hastalıkları dispne, vital seviyesinin düşüşü ve volümün artması ile ortaya çıkmaktadır. Etkisi proksimal tubuler fonsiyonunda da gözlenmektedir. Buna bağlı olarak idrarda kadmiyum seviyesi yükselmekte, aminoasiduri, glikozuri, proteinuri ve fosfat emiliminde azalma izlenmektedir (Köstekci, 2017).

1.2.2. Nikel

Bitkisel yağların hidrojene doyurulma reaksiyonlarında en önemli kontaminasyon kaynaklarından biri nikeldir. Bu metal ağız yoluyla alınmakta olup büyük bir kısmının vücutta emilimi gerçekleşmeden dışkı ile atılırken, kalan kısmı akciğer, bağırsak ve deri dokularında yoğunlaşabilmektedir. Bunların yanında nikel canlıda ribonükleik asit, bazı aminoasitler, asetil Co A ve sitrik asit gibi moleküller ile bağlanabilmektedir. Alet ve ekipmanla birlikte besin maddelerinin içeriklerine yapılan bazı uygulamalarda nikel kontaminasyon seviyesini etkilediği bilinmektedir, örneğin, tahılın parçalanması bu ürünün nikel bileşimini azaltırken, pişirme uygulaması nikel oranını artırmaktadır. Bir çalışmada pişirme işlemi sonrasında çelikten gıda içeriğine 0.13-0.22 ppb oranında nikelin geçtiği belirtilmiştir (Vural, 1993).

1.2.3. Kurşun

Kurşun çevre kirliliğine sebep olmaktadır, bunun büyük bir oranı tetra etil kurşundan kaynaklanmaktadır. Bunun sebebi ise motorlu araçlarda kullanılan benzinin yanmasıdır. Deniz canlılarında da kurşun bulaşmasına rastlanılmaktadır, bu da endüstriyel atıkların suyla taşınması sonucu ortaya çıkar. Vücutta kurşunun zehir etkisi yaratması için yumuşak dokularda veya kanda belirli bir orana gelmesi gerekir. Yaş, beslenme ve fizyolojik durumlar gibi birçok nedene bağlı olarak belirtisi değişebilmektedir. Çocuklarda 40-80 µg Pb/ 100 mL kurşun toksik etkilerin

gözlemlenebildiği, 80 µg Pb/ 100 mL kurşun zehirlenmelerinin gerçekleştiği oranlardır. Bu metalin zehirlenmeleri hakkında saçlar, kemikler ve dişlerde bulunan kurşun oranın bilgi verdiği belirtilmektedir (Vural, 1993). İnsanlarda kurşun zehirlenmesi neticesinde oluşan akut zehirlenmeler sonucu beyinde hasar ve ölüm, bebekler ve çocukların çok hassas olduğu kronik zehirlenme olaylarında ise zekâ geriliği, öğrenme bozuklukları ve hiperaktivite ile kan basıncının yüksekliği, kronik anemi, periferik sinir hasarı ile karşılaşılabilmektedir (Özbolat ve Tuli, 2016).

1.2.4. Bakır

Günlük yaşamda sıkça yararlanılan bir metal olması sebebiyle insanlarda ve hayvanlarda zehirlenmelere neden olduğu belirtilmektedir. Fakat bakırın farklı canlıların doku hücrelerinde iz element şeklinde var olması sebebiyle büyük bir önemi bulunmaktadır (Jenkins, 1989).

Canlının büyüklüğüne göre bakırın etkisi değişmektedir. Küçük canlılarda zehir etkisi gösterir, büyük canlılarda ise gerekli bir metaldir. Bu sebeple bakır fungusit, biosit, anti bakteriyel materyal ve böcek zehiri olarak özellikle tarım zararlıları ve yumuşakçalar için sıklıkla kullanılmaktadır. Hastanelerde kapı kolları ve elle sıkça temas edilen bölgeler bakır bileşenlerinden oluşan materyallerden yapılmakta ve materyalin antiseptik özelliğinden faydalanarak zararlı organizmaların yayılmasının engellenir. Bakır birçok sebzede ve meyvede bulunmaktadır. Elma içeriğinde 0.1-2.3 mg/kg, kuru erik içeriğinde 3.7- 5.0 mg/kg', ay çekirdeği içeriğinde ise ortalama 14.3-19 mg/kg bakır bulunmaktadır. Anne sütü içeriğinde ortalama 200-400 µg/L bakır bulunmakta ve bebek ağırlığı başına 50 µg bakır almaktadır. Bakır eksikliği hayvanlarda ve insanlarda büyümede aksamalar, solunum sisteminde rahatsızlıklar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı gibi rahatsızlıklara sebep olurken, bakır bileziklerin eklemlerin kireçlenmesine ve romatizmaya karşın kullanıldığı belirtilmektedir (Grace ve Lee, 1990).

İnsan vücudunda bakırın fazla olması negatif belirtilere sebep olmaktadır. Bakır metabolizmasındaki tipik farklılığından biri insan patolojisinin hepatolentiküler dejenerasyonudur (Wilson Hastalığı). Bu hastalığa yakalanan bireylerde, bakırın globuline geçme kabiliyeti yoktur denilebilecek kadar azdır. Wilson hastalarında, karaciğerin safraya bakır atma özelliği etkilenmiştir. Tüm vücut baz alınarak bakırın en çok beyin, kornea, karaciğer ve böbreklerde birikmektedir (Yenson, 1981).

1.2.5. Mangan

Hemen hemen mangan her bölgede yaygın olarak bulunmaktadır. Vücuda manganın geçmesini sağlayan besinler; baharatlar, çay, tahıllar, ıspanak, yumurta, fındık, zeytinyağı, yeşil fasulye, pirinç ve soya fasulyesidir. Manganın eksik veya fazla alınmasına bağlı olarak ciddi rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Bu metal insan vücuduna alındıktan sonra kan yolu ile bazı organlara taşınır. Ve bazı sorunlara yol açar. Baş ağrısı, solunum rahatsızlığı, sinir sistemi rahatsızlıkları, bronşit, kanın pıhtılaşması, cilt rahatsızlıkları, Parkinson, kaslarda zayıflık, uyku problemi, kolesterol seviyesinde düşüş, saç renginde farklılıklar bu sorunlardan bazılarıdır (İpek, 2016).

Zehir etkisi en az olan metallerin arasında mangan da yer almaktadır. Deniz suyunda katyon olarak manganın sınırı alabalık için 75 mg/L, sazanlar için 600 mg/L' dir (Köstekci, 2017).

1.2.6. Çinko

Belirli oranlarda çinko sularda mikro florayı olumsuz yönde etkilemektedir. Balıklar için sınır 0.3 mg/L, sert olmayan sularda ise 0.15 mg/L' dir. Bakır ile nikel, çinkonun zararlı belirtisini artırmaktadırlar. İçme suyu için 5 mg/L zararlı olmadığı kabul edilmektedir. Çinkodan dolayı gerçekleşen zehirlenmeler insanlarda sık görülmemektedir. Galvanize kaplarda uzunca bir süre saklanan yiyecek ve içeceklerin alımına bağlı gastrointestinal sistem rahatsızlıkları ve diare meydana geldiği bilinmektedir. Çinkonun 12 gramının iki günlük süreyle alınımı neticesinde hepatit ve renal bozukluklar ortaya çıkmıştır. Endüstriyel bölgelerde çinko dumanının inhalasyonu neticesinde önemli problemler oluşmaktadır. Çinko oksit dumanı 4-8 saat içinde ateş, terleme, üşüme gibi yan etki göstermektedir. Çinko deniz suyunda çinkosülfür şeklinde beliren toksik metallerden birisi olmaktadır. Deniz suyunda doğal çinko oranı 1-20 mg/L' dir. 0.4 mg/L oranı çinko midye larvaları için öldürücü olmaktadır. Çinkonun zehirli oranı gelişmiş balıklarda ve kabuklu su ürünlerinde 10 ppm (hatta midyeler için 100 ppm) olarak bildirilmektedir. Bu ürünlerin insanların tüketmesi neticesinde sindirim ve sinir sistemi ile alakalı sancılara yol açtığı ve ölüme kadar götürdüğü belirtilmektedir (Köstekci, 2017).

1.2.7. Krom

Kirlenmiş sularda krom hem katyon, hem de anyon (kromat, bikromat, kromik asit) olarak bulunabilir. Anyon şeklinin katyon şekline göre daha etkili olduğu

bilinmektedir. Balıklarda toksik limit 28-80 mg Cr/L veya 15 mg/L kromat veya bikromat, içme suyunda müsaade edilen limit oranı 0.05 mg Cr/L olarak bildirilmektedir. İnsanlar üzerinde krom metalinin yüksek bir zehir belirtisi olmamaktadır. Çalışma alanlarında kromat tuzlarıyla sürekli karşı karşıya gelenlerde negatif bir etki belirebilir. Paslanmaz çelik kapların kullanım alanlarında gıdalara önemli miktarda krom geçtiği bilinmektedir (Anonim, 1989).

Krom tabiatta her bölgede bulunan bir metaldir. Vücutta insülinin dolaşımını sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkilemektedir. Havada 0.1µg/m³ ve kirli olmayan suyun içinde ortalama 1 µg/L bulunur. Bir çok toprak çeşidi 2-60 mg/kg krom içerirken, kirlenmemiş bazı toprak çeşitlerinde bu oran 4 g/kg' ı bulmaktadır. Fransız L. N. Vauquelin tarafından ilk kez üretilmiş, çok renkli olması sebebiyle Yunanca'da renkleri ifade eden krom adı verilmiştir. Bu metal günümüzde alaşım elementi olarak ifade edilmektedir. Kromun geniş kullanım alanları vardır. Bu alanlara kağıt endüstrisi, metal işleri ve dökümhaneler, kimya sanayi ve deri tabaklama örnekleri verilebilir. Tarım topraklarında izin verilebilir Cr seviyesi 100 mg/kg ve ekstrakte edilebilir Cr seviyesi ise 1 mg/kg seviyesindedir. Serpantin ana maddesinden oluşan topraklar Cr bakımından zengindir. Bitkilerde Cr içeriğinin birikmesi fazla görülmemektedir. Çoğu topraklarda Cr'un hareketsiz duruma geçmesi nedeniyle suda çözünürlüğü fazla olan Cr tuzlarının kullanılması durumunda bile genellikle zararlı bir etkiye rastlanmamıştır. Bitkilerde kromun hareketi de oldukça sınırlıdır. Buna karşılık çok yüksek düzeylerde uygulanan Cr, bitkilerde zehir etkisi de yaratabilmektedir (Seven ve ark., 2018).

1.2.8. Kobalt

Kobaltın doğal derişimi 0.3-0.7 mg/L' dir. 10 mg/L derişim canlılar için toksik etki yapmamaktadır. Fakat bu değer tam bir sınır olmayabilir (Köstekci, 2017).

1.2.9. Demir

Metabolizmanın devamı için gerekli olan demir, protein ve enzimlerin tamamlayıcısı olarak görev yapmaktadır. İnsanlarda solunum gazlarının taşınmasında görev alan demir proteinlerin zorunlu bileşenidir. Demirin eksik alınımı hücrelere oksijenin gitmesini zorlaştırırken, aynı zamanda yoğunluk, düşük iş performansı ve bağışıklığın düşüşüne neden olmaktadır. Demir fazlalığı ise zehirlenmeye ve ölüme kadar götürebilmektedir. İnsanda demirin üçte ikisi hemoglobinin yapısında bulunmaktadır ve

alyuvardaki bu protein dokulara oksijen taşımaktadır. Bu metal minör elementler arasında sayılmaktadır ve yer kabuğunda en çok bulunan elementler arasında dördüncü sırada bulunmaktadır. Bitkiler az miktarda demir almaktadır. Klorofil sentezi için demir şarttır. Demir eksikliği sırasında klorofil iyi oluşamaz ve bitkilerde kloroz hastalığı görülür. Bu metal eksikliğinde bitkilerin yapraklarında açık sarı renk oluşur. Belirtilen bu durum genç yapraklarda daha sık gözlenmektedir. Altı yaş ve daha küçük çocuklarda, yanlışlıkla yüksek dozda alınmış demir bulunduran ürünler ölüme sebep olmaktadır. Buna rağmen ağız yolu ile alınan demirin öldürücü dozu yaklaşık olarak vücut ağırlığının 200-250 mg/kg kadardır. Akut zehirlenmenin belirtileri vücut ağırlığının 20-60 mg/kg seviyesine geldiği zaman gözlemlenmektedir (Seven ve ark., 2018).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu çalışmada Ladik (Samsun) bölgesinden bazı yenilebilen mantarlarda AAS yöntemi ile bazı ağır metal değerleri tayin edilirken bu bölümde verilen çalışmalardan; kullanılan yöntem, ağır metallerin toksik özellikleri ve mantarların özellikleri ile ilgili bilgilerden yararlanılmıştır. Ayrıca mantarlarda ağır metal tayinleri ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar da belirtilmiştir.

Gast ve ark. (1988), birçok mantar örneğinin yüksek oranlarda ağır metal biriktirdiğini, yeşil bitkilere kıyasla mantarlarda; Pb, Cd, Hg gibi bazı elementlerin yüksek oranlarda bulunduğunu belirtmişlerdir. Mantarlar ile organizmalara geçebilen ağır metallerin insan sağlığı için tehlikeli seviyelere ulaşılabildiğini ve mantarlardaki ağır metal oranlarının; çevre, ekosistem, iklim, toprak, asidik özelliklerin ve organik madde içeriğini etkilediğini bildirmişlerdir.

Breene (1990)'ye göre, mantarlar bulundukları bölgenin ağır metal içeriğine, mantar örneklerine, türler içi ve tür arası çeşitli özelliklerinden dolayı birçok elementi bünyelerinde bulundurmaktadırlar. Mantarlar yararlı elementler dışında, ağır elementleri de bünyelerinde biriktirdiklerinden çeşitli problemlere sebep olabilmektedirler. Bazı mantarların zararlı bileşikleri içerdikleri gibi bazılarının ise mineralleri özellikle selenyum ve kadmiyum gibi ağır metalleri yapılarında biriktirebildiğini belirtmiştir.

Yeşilleten (1996)'e göre, ağır metallerin belirlenmesi yapılırken farklı yöntemlerin kullanıldığı bilinmektedir. Kurşun analizini belirleyen yöntemlerden birinin histokimyasal boyama yöntemi olduğu ve dokularda kurşunun var olup olmadığı hakkında bilgi verdiği belirtilmiştir.

Tüzen (1997), Trabzon ilinin farklı bölgelerinden toplanan yabani mantarlar ve devamlı tüketilen kültür mantarlarında Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi yöntemi ile bazı ağır metallerin (Pb, Cd, Hg, Fe, Cu, Mn ve Zn) analizini yapmıştır. Ayrıca bu metallerin akümülasyon (birikme) özellikleri de gözlemlenmiştir. Civa analizi için soğuk buhar metodu uygulanırken, Pb ve Cd analizlerinde grafit fırın metodu kullanıldığı belirtilmiştir. Diğer metallerin analizi alev ortamında yapılmıştır. Sonuç olarak yabani mantarlarda ağır metallerin ortalama konsantrasyonlarının Pb:2,43 µg/g, Cd:1,73 µg/g, Hg:0,34 µg/g, Fe:53,8 µg/g, Cu:16,2 µg/g, Mn:9,56 µg/g ve Zn:25,1 µg/g olarak bulunduğu belirtilmiştir. Kültür mantarlarında ise bu metallerin ortalama konstrasyonları Pb:0,46 µg/g, Cd:0,70 µg/g, Hg:0,047 µg/g, Fe:15,8 µg/g, Cu:6,61 µg/g, Mn:2,23 µg/g ve

Zn:9,33 µg/g olarak tespit edilmiştir. Genel olarak Pb, Cd ve Hg'nın düşük konsantrasyonları *Agaricus bisporus* tarafından akümüle edilirken, yüksek konsantrasyonları verimin azalmasına neden olmuştur. Fe, Cu, Mn ve Zn'un ise düşük konsantrasyonları *Agaricus bisporus*'ta akümüle edilirken, yüksek konsantrasyonlarda mantarın metal alımını durdurduğu belirtilmiştir. Bu değerlerin literatürde verilen kabul edilebilirlik sınırının altında olduğu bilinmekte, bu yüzden söz konusu mantarların yenilmesinde sağlık açısından herhangi bir sakınca olmadığı bildirilmektedir.

Kalac ve Svoboda (2000), mantarların büyüme ve gelişme evrelerinde yapısına ağır metalleri alabilen, dolayısıyla bulunduğu bölgenin metal kirliliği hakkında bilgi veren bir belirteç, düşük kaloriye sahip, besin içeriği fazla, bir çok vitamin ve minerali yapısında ihtiva eden, tedavi etme özelliğe sahip, insan sağlığı bakımından çok değerli bir gıda maddesi olduklarını ve yenilebilir mantarlarda ağır metal analizlerinin 1970'lerden itibaren yapıldığını bildirmişlerdir.

Demirbaş (2000), Türkiye'deki bazı yenilebilir mantarlarda ağır metal birikimlerini incelemiştir. Svoboda ve ark., (2000), Bakır ve civa maden yataklarının emisyon alanlarında yetişen yenilebilir mantarların şapka ve sap kısımlarındaki civa, kadmiyum, kurşun ve bakır konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Demirbaş, (2001a), Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen 18 mantar türündeki 21 metalin konsantrasyonlarını ve yapay olarak zenginleştirilmiş topraktan ağır metallerin mantarlar tarafından biyoakümülasyonunu araştırmıştır. Demirbaş (2001b), Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen mantarların şapka ve sap kısımlarındaki iz elementlerin seviyelerini araştırmıştır. Demirbaş (2002), yapay olarak zenginleştirilmiş ve doğal topraklardan mantarların metal iyon alınımlarını araştırmıştır. Isildak ve ark. (2004), Orta Karadeniz Bölgesinde yetişen bazı yenilebilir doğal mantarlardaki ağır metallerin analizlerini yapmışlardır. Tuzen (2003), Türkiye'deki kültürü yapılmış ve yapılmamış bazı mantarlardaki ağır metalleri çalışmıştır. Toprak, mantar ve bitki örneklerindeki ağır metalleri Atomik Absorpsiyon Spektrometresi kullanarak belirlemiştir. Turkekul ve ark. (2004), Tokat ilinden toplanan mantar örneklerinde demir, bakır, mangan, çinko, kurşun ve kadmiyum miktarlarını belirlemişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2003), 1998-1999 yıllarında Balıkesir ve Manisa karayolu etrafında iki farklı bölgeden temin ettikleri (yol kenarı ve yola uzak alan), yenilebilen, yenmeyen ve zehirli olmak üzere toplam olarak 24 makrofungus türüne ait 256 numunede Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Cd, Ni ve Pb seviyelerinin analizini AAS yöntemi ile

yapmışlardır. Ortalama kuru ağırlıklarına (DW) göre, zehirli bir mantar örneği *Omphalotus olerius* Fr.'de Mn, Co ve Cd seviyeleri diğer örneklerle karşılaştırıldığında yüksek, Fe ise aşırı yüksek bulunmuştur. En düşük Cu, Mn, Fe içerikleri yenilebilen bir makrofungus olan *Laetiporus sulphureus* (Bull. Fr.)' da tespit etmişlerdir. En yüksek Pb ve Zn seviyelerinin *Lycoperdon perlatum* Pers.'da sırasıyla 6.5 mg/kg ve 274 mg/kg olarak analiz etmişlerdir. Ni ve Cd içeriklerinin yola yakın alanda daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Kalac ve ark. (2004), Çekoslovakya'da şapkalı mantarlarda Hg, Pb ve Cd birikimini belirtmişlerdir. Barcan ve ark. (1998), Maden yataklarının emisyonlarından etkilenmiş alanlarda yetişen doğal orman çilekleri ve mantarların ağır metal absorpsiyonlarını araştırmışlardır. Sesli ve Tüzen (1999), Türkiye'de Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen makrofungusların şapka ve sap kısımlarındaki iz element seviyelerini araştırmışlardır.

Yıldız (2004), çalışmasında özgül ağırlıkları 5 g/cm^3 den, atom numarası 20'yi geçen elementlerin, periyodik cetvelin geçiş elementleri olarak bilinen geniş bir gruba ait olduklarını bildirmektedir. Ağır metal kavramının, literatüre çevre kirliliğinden dolayı girdiği bilinmekte ve kirlenme ile toksisite açısından yan anlam olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Bu gruba 70 kadar element dahil olmakla birlikte ekolojik bakımdan önemli olan 20 element dikkati çekmektedir (Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg). Bunlardan bazıları, bitki ve hayvanlar için mikrobesin (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni) olurken, izin verilen limiti geçmediği takdirde toksik olmadıkları ifade edilmektedir.

Durak (2005)'ın çalışmasına göre, insanların son 50 yılda ağır metallere maruz kalmasının ciddi oranda artmasına endüstriyel çalışmaların sebep olduğu belirtilmektedir. Endüstriyel alanlarda ağır metallerin artışına sebep olan faktörler ise tarımda üretim tekniklerinin sıkça değişmesi, gübre artışı ve zirai ilaç kullanılması, egzoz gazları, katı atıklar, atık sular ve bunların sağlık şartlarına dikkat edilmeksizin depolanma işlemleri ile gıda maddelerine geçmeleri, nüfusun artması ile yoğun yaşam şartları olduğu belirlenmiştir. Bunların dışında civalı amalgam dolgular, çeşitli boyalar ve musluk sularındaki kurşun, işlem görmüş besinler, kozmetik maddeleri, şampuan, saç ürünleri ve diş macunundaki kimyasal kalıntıları sebebiyle insan yaşamının hemen hemen her anında ağır metallerle sıkça karşılaştığı vurgulanmıştır.

Isildak ve ark. (2005), Tokat yöresinde yetişen bazı yenebilir yabani mantarlarda (*Agaricus bisporus, Russula delica, Tricholoma terreum, Boletus badius, Lepista nuda, Verpa conica*) Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS) yöntemi ile ağır metallerin (Cu, Pb, Fe, Zn, Cd, Mn, Ni ve Cr) konsantrasyonlarını belirledikleri bildirilmiştir. *Agaricus bisporus*'taki Cu, Pb, Cd,, Zn, Fe, Mn, Ni, Cr konsantrasyonlarının (µg/g, kuru ağırlık) sırasıyla 42.2, 2.1, 1.3, 38.0, 236.2, 33.0, 4.4 ve 6.9 µg/g olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmaların sonucunda, mantar türlerindeki Cu, Fe, Zn ve Cd seviyelerinin o mantarın yetiştiği topraktaki ağır metal konsantrasyonuna bağlı olarak arttığı ve bununla beraber Mn, Ni ve Cr seviyelerinde önemli bir artış gözlenmediği bildirilmiştir. Mantarlardaki Cu, Fe, Zn ve Cd'un birikimi, toprak ve çevre kirliliğinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir.

Soylak ve ark. (2005), Kayseri'deki yedi farklı yabani mantar türünde, Cd, Pb, Zn, Mn, Fe, Cr, Ni ve Co elementlerinin içeriğini Grafit Fırın ve Alevli Atomik Absorpsiyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Mantar örneklerindeki Cu, Cd, Pb, Zn, Mn, Fe, Cr, Ni ve Co eser elementleri sırasıyla 13.4–50.6, 0.14-0.95, 0.75-1.99, 33.5-89.5, 14.2-69.7, 102-1580, 0.34–1.10, 1.72–24.1 ve 0.47-1.51 mg/g aralığında tespit etmişlerdir.

Durkan (2006)'a göre, pişirilen veya çeşitli metotlarla işlem görmüş yemeklik mantarların besleyicilik üstünlüğü sebebiyle vejeteryanların kullandığı iyi bir diyet olmaktadırlar. Ayrıca şeker ve kalp hastalarının kullanmasının uygun olduğu da bilinmektedir. Folik asit açısından zengin olması sebebiyle de aneminin tedavi sürecinde mantarlardan yararlanıldığı ve makro mantarların kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, bakır gibi elementler bakımından da zengin olduğu ifade edilmiştir.

Pekşen ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, yapılarındaki yüksek miktardaki vitaminler ve proteinlerin yanında lif, karbonhidrat ve mineral bulundurmasından dolayı mantarların değerli gıda maddeleri olarak kabul edildiği bildilmektedir.

Tuzen ve ark. (2007), Doğu Karadeniz Bölgesinden toplanan mantar türlerinde eser elementlerin içeriğini Alev ve Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresiyle belirlemişlerdir. Mantar örneklerinde bakırın 18.9-64.8 mg/g, manganezin 53.5-130 mg/g, çinkonun 44.7-198 mg/g, demirin 187-985 mg/g, selenyumun 0.54-10.8 mg/g ve kadmiyumun 0.9-0.25 mg/g aralığında bulunduğu belirtilmiştir.

Yamaç ve ark. (2007), tarafından Eskişehir'den toplanan 15 farklı yabani

yenilebilir mantar türünde sekiz eser elementin (Pb, Cd, Zn, Fe, Mn, Cu, Cr ve Ni) analizi belirtilmiş ve en yüksek Pb, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarının *Lepista nuda*'da sırasıyla 11.72, 11460, 480 ve 144.2 mg / kg (kuru ağırlık bazında) olduğu tespit edilmiştir.

Sesli ve ark. (2008), tarafından Karadeniz Bölgesinden toplanan *Calvatia excipuliformis, Lycoperdon perlatum, Laccaria amethystea, Armillaria mellea, Marasmius oreades, Xerula radicata, Cantharellus cibarius, Craterellus cornucopioides, Cantharellus tubaeformis, Hypholoma fasciculare, Clitocybe gibba, Collybia dryophila* ve *Lepista nuda'*da Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile demir için 150-1741 mg/kg, bakır için 15.5-73.8 mg/kg, manganez için 28.6-145 mg/kg, çinko için 43.5-205 mg/kg, alüminyum için 4.8-42.7 mg/kg ve kurşun için 0.9-2.6 mg/kg sonuçları belirlenmiştir.

Gençcelep ve ark. (2009), Erzurum ilinden toplanan 30 yabani mantarda Mg için 0.90-4.54, Ca için 0.17-8.80, K için 12.6-29.1, Na için 0.03-4.85 ve P için 0.64-4.49, Zn için 26.7–185, Fe için 50.1–842, Cu için 9.23–107 ve Mn için 5.54–135 mg/kg olduğunu tespit etmişler ve en yüksek K, P ve Cu içeriğinin *Suillus granulatus* örneğinde olduğunu bildirmişlerdir.

Korcan ve ark. (2010), çevre kirliliğini ve ekolojik dengeyi olumsuz etkileyen sanayileşme ve kentleşme faktörleri doğal bölgeleri de bozabildiğini bildirmişlerdir. Bazı sanayi kuruluşları ihtiyaçlarından dolayı ağır metalleri kullanmakta ve bu sebeple atıkları Cr, Hg, Cu, Fe, Zn, Ag, Ar ve Co metallerini içermektedir. Enzimsel reaksiyonlarda ise düşük miktardaki ağır metaller, kofaktör olarak görev yaptıklarından, önemli olduklarını belirtirken, fakat bu metallerin yüksek seviyelerinin canlılar için aşırı derecede toksik sonuç verdiğini ve metabolizma tepkimelerini yavaşlatabildiklerini belirlemişlerdir.

Devi ve ark. (2011), ağır metallerin birden fazla yol ile metabolizmaya geçtiğini bildirmekte ve kanser de dahil olmak üzere bir çok hastalığın tetikleyicisi rolünde olduklarını belirtmişlerdir.

Fu ve Wang (2011)'e göre, organik atıkların aksine, ağır metaller biyobozunur değildir ve canlı vücudunda birikebilir. Ayrıca birçok ağır metalin zehirli veya kanserojen olduğunu bildirirken, kurşun, arsenik, kadmiyum, nikel, bakır ve çinko, endüstriyel faaliyetler neticesinde çevrede biriken başlıca ağır metallerin arasında sayılabildiğini belirtmişlerdir.

Kalmış ve ark. (2011), Anadolu'nun Güneybatı bölgesinden temin ettikleri

yenebilir bir tür olan *Tricholoma anatolicum*'un kimyasal içeriğini ve besin değerini tespit etmişlerdir. Bu mantar türünün nem, yağ, protein, kül, toplam karbohidrat bileşimi ve mineral içeriğini (Fe, Na, K, Zn, Cu, Ca, Cd, Pb) belirlemişlerdir. Mantarların enerji değerlerini de ayrıca hesaplayıp, analizlerin mantarın misel, genç şapka ve olgun şapka evrelerine ayrı olarak uygulandığını belirtmişlerdir. Nem ve yağ bileşiminin en yüksek olarak miselde, kül ve karbohidrat seviyesinin ise genç şapkada belirlediklerini bildirmişlerdir. En yüksek sodyum seviyesinin miselde, demirin genç şapkada, çinko, bakır, potasyum ve kalsiyumun ise olgun şapkada ölçtüklerini ve bunun dışında hiçbir mantar örneğinde kadmiyum ve kurşun ağır metallerini tespit etmediklerini belirtmişlerdir.

Şen ve ark. (2012), tarafından Bigadiç (Balıkesir)'ten toplanan mantarlarda Cd, Cr, Cu, Mn ve Zn içeriklerinin 0.11-2.58 mg kg^{-1}, 1.01-19.55 mg kg^{-1}, 2.61-72.44 mg kg^{-1}, 1.38-47.52 mg kg^{-1} ve 5.75-97.55 mg kg^{-1} olduğu ve bu elementler için analiz edilen değerlerin birçok araştırmacı tarafından kabul edilebilir seviyelerde olduğu bildirilmiştir.

Baba ve ark. (2012), Antakya'dan temin ettikleri bazı mantar örneklerinde ağır metal ve mineral analizi yapmışlardır. Mantarların bulundukları bölgeden yapılarına aldıkları mineral maddelerden dolayı da önemli olduklarını ve bakır, cıva, çinko, gümüş, kadmiyum, kobalt, kurşun, mangan, molibden, nikel, selenyum, sezyum, stronsiyum, talyum, uranyum gibi elementleri yapılarında biriktirdikleri için kirlilik indikatörü olarak da bilindikleri belirtilmiştir.

Mallikarjuna ve ark. (2013), tarafından *Lentinula edodes, Lentinus cladopus, Pleurotus florida* ve *Pleurotus djamor'*da Ca, Mg, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Se, P, Pb ve Cd İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi ve Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrik yöntemlerle bileşimi incelenmiştir. K, Ca, Na ve P çalışılan dört mantar türünde sırasıyla, 59.3-3634, 8.27-174.9, 22.2-327.4 ve 100.5-769.9 mg/100 g aralığında olduğu bildirilmiştir. Fe, Zn, Mg ve Se içerekleri ise sırasıyla 6.27-35.3, 1.58-9.44, 21.1-40.7 ve 0.048-1.82 mg/100 g aralığında (Kuru Ağırlık) olduğu belirtilmiştir.

Çoban (2014), Kemaliye Erzincan bölgesinden toplanan *Auricularia auricula* (L. ex Hook) Underw örneğinin TAS (toplam antioksidan seviyeleri) değerinin 1.01, TOS (toplam oksidan seviyeleri) değerinin ise 23.91 olarak belirlediğini bildirmişlerdir.

Bülbül (2014), Gaziantep Şahinbey bölgesinden toplanan *Helvella leucomelaena*

(Pers.) Nannf'nın TAS (Toplam Antioksidan Seviyeleri) değerinin 0.79, TOS (Toplam Oksidan Seviyeleri) değerinin 20.86 olduğunu, *Sarcosphera crassa* (Jacq.) J. Schröt'nın TAS değerinin 0.57, TOS değerinin 13.64 olarak tespit ettiğini bildirmiştir.

Chittaragi ve Naika (2014), Karnataka'nın batı bölgelerinden toplanan mantar örneklerinde on bir eser elementin içeriği atomik absorbsiyon yöntemiyle tespit edildiği bildirilmiştir. Na, K, P, Ca ve Mg için element içeriklerinin aralıkları 1.3±0.1-3.9±0.3 mg/kg, 1.5±1.0-22.3±2.1 mg/kg, 1.4±0.1-6.4±0.5 mg/kg, 0.20±0.01- 1.4±0.1 mg/kg ve 0.10±0.02-1.5±0.1 mg/kg olduğu Zn, Cu, Mn, Fe, Pb ve Cd için ise 42.1±3.3-65.4±5.3 mg/kg, 9.4±0.5-43.9±3.9 mg/kg, 13.9±1.2-94.3±8.1 mg/kg, 179±10.8-381±25.4 mg/kg, 7.9±0.8-12.2±1.1 mg/kg ve 0.11±0.01–0.68±0.04 mg/kg olduğu belirtilmiştir.

Owaid ve ark. (2015), istiridye mantarları ticari değeri olan; toprak, hava ve canlılar arasında elementlerin geçişini sağlayan türler olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda ekolojik döngünün de dengesini korumaktadırlar. Endüstriyel çalışmalar ile protein oranı yüksek besinler üretilirken, bunu yanı sıra toprağın kirlenmesine neden olan kimyasalların da temizlendiği belirtilmektedir. Owaid ve ark.'nın yaptığı çalışmada üç çeşit (F1 %100 buğday samanı, F2 %70 buğday samanı + %30 talaş + %20 *fibrillum* adı verilen Irak hurma ağacı fiberi karışımı) substratta geliştirilmiş dört istiridye mantar türünün *Pleurotus ostreatus* (gri), *P. ostreatus* (beyaz), *P. cornucopiae* var. *citrinopileatus* (parlak sarı) ve *P. salmoneostramineus* (pembe) mineral bileşimi (C, N, Co, Pb, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd ve Mn) belirlenmiştir. Substratların mineral bileşimine bağlı olarak mantarların da mineral içeriğinin önemli seviyede ($p<0.05$) farklı olduğunu belirtmişlerdir. Substratların Fe, Ni, ve Cd içeriklerini yüksek bulurken ve bu durumun mantarlara da yansıdığını ifade ederek, mineral içeriklerinin FAO/WHO tarafından açıklanan haftalık gerek duyulan alım için güvenlik limitlerinin altında olduğunu bildirmişlerdir.

Llaurado ve ark. (2015), yenilebilen birçok mantar türünün besleyici değerlerinin yanı sıra tıbbi amaçla da kullanıldığını belirtmektedirler.

Sevindik ve ark. (2015), *Morchella esculenta* (L.) Pers., *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf. ve *Sarcosphaera crassa* (Santi ex Steud.) Pouz. türleri ve yetiştikleri bölgeden elde edilen toprak numunelerinin element seviyelerini yaş yakma yöntemiyle AAS'de tayin etmişlerdir. Çalışmalarının amaçları mantar örneklerinin ve bulunduğu bölgenin toprak numunelerinde Cu, Mn, Ni, Zn, Fe, Ni ve Co seviyelerini belirlemek ve

kıyaslamaktır. Çalışmaların sonucunda mantarların birbirlerine yakın olan lokaliteden alınmasına rağmen mantar ve toprak numunelerinde ağır metal oranlarının değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Akgül ve ark. (2016), Balıkesir (Kazdağı Milli Parkı) ve Antalya (Akseki) bölgelerinden elde edilen, bölge halkı tarafından şemsiye mantarı olarak tanımlanan, sıkça tüketilen *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer'nın Toplam Oksidan Seviyesini ve Toplam Antioksidan Seviyesini belirlemişler ve bu mantarın toplandığı bölgenin toprak numunelerinin de ağır metal seviyelerini belirlemiş ve karşılaştırmışlardır. Çalışmaların neticesinde Akseki'den elde edilen mantar numunelerinde OSİ (TOS/TASx10) değerini 0.367, Kazdağı'ndan elde edilen numunelerde 0.235 olarak tespit edilmiştir. Akseki'de yetişen örneklerde ağır metal oranlarının yüksek iken Kazdağı Milli Parkından alınan örneklerde ise düşük olduğunu belirlemişlerdir. Kazdağı'nda mantarların yetişmesi için daha az oksidatif stresin olduğunu ve bu sebeple daha uygun bir bölge olduğunu belirtmişlerdir.

İpek (2016), Amasya İlinden 2001-2006 yıllarında toplanan bazı mantarlarda ağır metallerin seviyelerini Contra AAS metodu ile tayin etmiş ve bu metodun doğruluğunu (NIST-SRM 1515 Apple Leaves) elma yaprağı standart referans maddesi ile test etmiştir. Çalışmada, 11 tür mantar örneğinde Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Mg, Zn, Cd, ve Pb ağır metalleri analiz edilmiştir. Mantar örneklerinde Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Co, Zn, Cd ve Pb içerikleri 8.50-87.74, 86.56-4025.01, 1.61-76.41,0.98-69.37, 6.95-377.06, 0.03-11.30, 51.08-155.96, 0.06-5.06 ve 4.61-21.6 mg/kg olduğunu belirlemiştir. Mantar numunelerinin ağır metal seviyeleri (mg/kg/ortalama) önceki yapılan çalışmalarla karşılaştırmıştır.

Nabakishor ve ark. (2016), 14 *Trichoderma* izolatı nikel ve kadmiyum toleransları açısından değerlendirilmiştir. Üç izolat MT-4, UBT-18, ve IBT-I yüksek düzeyde nikel toleransı gösterirken, diğer izolatlara göre kadmiyum daha iyi tolerans göstermiştir.

Sevindik ve ark. (2016), *Pleurotus ostreatus* Jacq. ex. Fr.'un Gaziantep yöresinden toplanan doğal formunu ve marketlerde satışı yapılan kültür formunu materyal olarak kullanmışlardır. *P. ostreatus*'un etanol özütlerinin antimikrobiyal aktiviteleri agar dilüsyon yöntemiyle belirlemişlerdir. Ayrıca yaş yakma metodu ile AAS'de Zn, Ni, Pb, Na, Cr, Mg ve Fe madde içeriklerini analiz etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda mantarların düşük antimikrobiyal etki gösterdiğini ve metal değerlerinin doğal formunda yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Širić ve ark. (2016), Hırvatistan Medvednica Tabiat Parkı'ndaki 10 yenilebilir mantar türündeki Ni, Cr, Pb, Cd ve Hg konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Mantarların nikel, krom, kurşun, kadmiyum ve civa içeriği, X-ışını floresans spektrometresi ile elde edildiği bildirilmiştir. *Agaricus campestris'*te en yüksek Ni (3.62 mg kg^{-1}), Cr (3.01 mg kg^{-1}) ve Cd (2.67 mg mg kg^{-1}) konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. En yüksek Pb konsantrasyonun (1.67 mg kg^{-1}) *Macrolepiota procera*'da, en yüksek Hg konsantrasyonun ise *Boletus edulis'*te (2.39 mg kg^{-1}) olduğunu belirtmişlerdir.

Sevindik ve ark. (2017), Adana ve Antalya Yörelerinden alınan agulu olarak tanımlanan ve zehirli bir tür olan *Omphalotus olearius* (DC.) Singer'ın toplam antioksidan seviyesi, toplam oksidan seviyesi, oksidatif stres indeksi değerleri ile ağır metal seviyelerinin tespitini ve karşılaştırmasını yapmışlardır. Ağır metal oranlarını AAS metodu ile yapmışlar ve çalışmaların neticesinde; Antalya'dan toplanan mantar numunelerinin oksidatif stres indeksinin ve genel olarak ağır metal seviyelerinin daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir.

Karapınar ve ark. (2017), Gaziantep yöresinden toplanıp tüketilmekte olan iki yabani yenilebilir kuzugöbeği türünde (*Morchella deliciosa* Fr. ve *Morchella elata* Fr.), element (Ni, Cu, Co, Zn, Cr, Mn, Mg, Cd, Fe, Ca ve Pb) içeriklerini Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanarak belirlemişlerdir. *Morchella deliciosa*'da Ni, Cu, Co, Zn, Cr, Mn, Mg, Cd, Fe, Ca ve Pb içeriklerinin sırasıyla 5.05, 14.17, 2.47, 100.1, 0.408, 22.24, 61.09, 1.713, 120, 2036 ve 13.69 mg/kg olduğu belirtilmiştir. Her iki kuzugöbeği de kayda değer mineral içeriğine sahip olmasına rağmen, bütün içeriklerin Türkiye'den rapor edilen aralıkta olduğunu bildirmişlerdir.

Kahvecioğlu ve ark. (2017) Sulara geçen ağır metallerin aşırı seviyede seyrelmekte olduğunu ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik halinde su tabanına çöktüğünü ve bu ortamda zenginleştiğini belirtmişlerdir. Türkiye'de de tuz ihtiyacının karşılandığı Tuz Gölü ve diğer kapalı göllerde de gerekli olan çevresel önlemlerin yeterli olarak alınmaması ve su kaynaklarının olduğu bölgelerde kontrolsüz sanayileşme işlemlerine izin verilmesinden dolayı ağır metal seviyesinin devamlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Alber ve ark. (2018), *Absidia cylindrospora*'da üç eser elementin (Cd, Cu ve Pb) biyosorpsiyonunu belirlemiş ve toleranslarını karşılaştırmışlardır. Deney sonucunda üç metal arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Agar ortamında Cd ve Pb, Cu'dan daha iyi

tolere edildiği, sıvı ortamda, Cd ve Pb çoğunlukla absorbe edilirken Cu çoğunlukla adsorbe edildiği bildirilmiştir.

Jin ve ark. (2018), *Acrocalymma vagum*'un tütün yaprağı üzerinde ağır metal içeriğine etkisini belirtmişlerdir. *A. vagum* suşları NYN8C05 ve NYN8G01, tütün yapraklarında ağır metal içeriğinin azaltılması için uygulama potansiyeline sahip koyu septat endofitik mantarlar olduğu bildirilmiştir.

Türkmen ve Budur (2018), Türkiye'nin Karadeniz Bölgesindeki yenilebilir yabani mantar türlerinde ağır metal kontaminasyonunu incelemişlerdir. Ağır metaller ICP-MS ile analiz edilmiştir. Kadmiyum, kobalt, krom, bakır, demir, manganez, nikel, kurşun ve çinko konsantrasyonları 0.08–3.37, 0.01–2.50, 0.36–6.26, 17.5–122, 97.2–3919, 4.61–102, 12.7–24.2 0.15–1.80 ve 34.4–225 mg/kg aralığında ölçüldüğü bildirilmektedir. Sırasıyla, en yüksek metalin demir olduğu; tüm istasyonlardaki metal seviyeleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu belirtilmiştir ($p < 0.05$).

Kaynak araştırması sonucunda yararlanılan çalışmalar neticesinde bir çok yörede yetişen mantarlarla alakalı ağır metal çalışmaları bulunurken, Ladik (Samsun) bölgesi mantarlarında ağır metal analiz çalışmalarına rastlanılmadığı görülmüş ve ağır metal tayininde AAS yöntemi dışında farklı yöntemlerinde kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Cihazlar

Tez çalışmasında kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları Çizelge 3.1.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları

Adı / Modeli	**Kullanım Amacı**
Contra AA 300 Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi / Analytik Jena	Metallerin tayininde kullanılmıştır.
Manyetik karıştırıcı / WiseStir	Standart çözelti hazırlamada karıştırma işleminde kullanılmıştır.
Deiyonize ultra-saf su cihazı / Elga	Saf su için kullanılmıştır.
Analitik terazi / ANT	0,0001 g duyarlıktaki tartımlar yapılmıştır.
Mikropipet / Brand	100-1000 µL ve 10-100 µL ayarlanabilen mikropipetler, çözelti hazırlama ve aktarma işlemlerinde kullanılmıştır.
Mikroskop / OLYMPUS (BX51/BX2-FLB3-000)	Mantarların mikroskobik yapıları görüntülenmiştir.
Mikrodalga fırın / CEM	Mantarların analize hazırlanmasında ön işlem olarak kullanılmıştır.

3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Mantarların çözme işleminde ve metal içeriklerini tayin etmede kullanılan kimyasal maddeler Çizelge 3.2.' de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Kullanılan kimyasal maddeler

Kullanılan Kimyasal Maddeler	**Temin Edildiği Firma**	**Saflık Derecesi**
Potasyum klorür (KCl)	Merck	Pure
Nitrik asit (HNO_3)	Merck	Suprapure
ICP-Multi element standart solution IV	Merck	CertiPUR
NIST- SRM 1515 Apple Leaves	NIST-SRM	Pure

3.3. Mantar Örneklerinin Toplanması, Teşhisi ve Kurutulması

Ladik (Samsun) Bölgesinden 2002-2009 yılları arasında Dr. Öğr. Üyesi Sinan Aktaş tarafından *Lycoperdon perlatum* Pers., *Lycoperdon pratense* Pers., *Lycoperdon molle* Pers., *Lycoperdon utriformis* Bull., *Bovista plumbea* Pers., *Agaricus campestris* L., *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser, *Helvella acetabulum* (L.) Quél., *Discina ancilis* (Pers.) Sacc., *Helvella spadicea* Schaeff. Örnekleri toplanmıştır. Mantar numuneleri laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler 40ºC'de 3 gün bekletilerek kurutulmuştur. Mantar örneklerinde yapılan uygulamaların sonucunda türlerin deskripsiyonu çıkarılmıştır. Elde edilen bilgiler ve mevcut literatürün yardımıyla türlerin teşhisleri yapılmıştır. Teşhis için faydalanılan kaynaklar şunlardır; Kreisel (1969), Watling (1973), Philips (1981), Moser (1983), Michael ve ark. (1983a; 1983b; 1985; 1986; 1987) , Grunert ve Grunert (1984) Grunert ve Grunert (1991), Breitenbach ve Kränzlin (1984; 1986; 1991; 1995; 2000; 2005), Pegler (1987), Hennig ve Kreisel (1987), Dähncke (1988; 1993) Bresinsky ve Besl (1990), Ellis ve Ellis (1990), Troger ve Hubsch (1990), Jordan (1996), Smith ve Smith (1996), Winkler (1996), Gerhardt (1997) ve Pace (1998).

Saf su ile yıkanan mantar örnekleri kurutma dolabında kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan mantar örnekleri porselen havan veya çelik bıçaklı değirmende öğütülerek toz haline getirilmiştir.

3.4. Mantar Örneklerinin Analize Hazırlanması

Mantar örneklerinden 1.0 g alınarak 10 mL saf supra püre nitrik asit (HNO_3) (Merck) içerisinde 200-250 psi basınç ve 50-180°C sıcaklıkta CEM MARS 5 Model mikrodalga fırın içerisinde bozundurma işlemi yapılmıştır (İpek, 2016).

3.5. Mantar Örneklerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi

Çözünürleştirme işleminden sonra mantar örnekleri deiyonize su ile 50 mL ye hacmi seyreltilmiştir. Contr AAS Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Co, Zn, Cd, Pb ağır metal analizleri belirlenmiştir. Mantar örnekleri için SRM 1515 (elma yaprağı), SRM 1646a (sediment) referans örnekleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Elma yaprağı standart referans maddesi ile yöntemin doğruluk seviyesi (NIST- SRM 1515 Apple Leaves) test edilmiştir. Bunun için kalibrasyon eğrilerinin analitik özellikleri Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Kalibrasyon eğrilerinin analitik özellikleri

Analit	**Korelasyon Katsayısı**	**Doğrusal Aralık**	**Regresyon Eşitliği**
Cu	0.998	0.5-10.0 mg/L	A=0.045C-0.003
Fe	0.997	10.0-100.0 mg/L	A=0.025C-0.007
Cr	0.997	0.1-1.0 mg/L	A=0.017C-0.0034
Ni	0.994	0.01-2.0 mg/L	A=0.099C-0.0054
Mn	0.992	5.0-80.0 mg/L	A=0.113C+0.018
Co	0.998	0.01-2.0 mg/L	A=0.050C+0.020
Zn	0.984	1.0-20.0 mg/L	A=0.181C+0.0518
Cd	0.999	0.01-1.0 mg/L	A=0.113C+0.015
Pb	0.999	0.1-5.0 mg/L	A=0.064C+0.0013

A: Absorbsans, C: Konsantrasyon

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Çalışılan Mantar Türleri ve Özellikleri.

4.1.1. *Helvella acetabulum* (L.) Quél

Classis: *Pezizomycetes*

Ordo: *Pezizales*

Fam: *Helvellaceae*

Askokarp; apotezyum şeklinde, 2-7 cm çapında, yan kısımlarından basık kase veya kadeh şeklindeki kenarlar düzgün ve içe kıvrıktır. Himenyum koyu kahverengi ve düz, yüzey ise açık kahverengi ve ince granüllüdür. Etli kısım: Kirli beyaz, yapışkan, elastiki yapıda ve tatlımsıdır. Sap: 0.5-5×0.5-1.5 cm, silindirik, beyaz ve üzeri boyuna olukludur. Sporlar: Eliptik, hiyalin, büyük yağ damlalı, 18-19×12-13 µ dur. Humusça zengin ve nemli topraklarda ağaç döküntüleri altında yetişmektedir. *Helvella leucopus*'tan sapının oluklu olması ile kolayca ayrılır (Breitenbach ve Kränzlin 1984). Araştırma alanında su kenarında kavak ve söğüt ağaçlarının döküntüleri altında nemli alanlarda belirlenmiştir. Literatürde yenilebilirliği tam olarak belirtilmemesine rağmen araştırma alanında "Kuzu Kulağı" ismi ile tanınıp yenmektedir.

4.1.2. *Helvella spadicea* Schaeff.

Classis: *Pezizomycetes*

Ordo: *Pezizales*

Fam: *Helvellaceae*

Askokarp; apotezyum şeklinde, şapka çapı 2.5-5.5 cm, üç veya dört loplu, eyer görünümünde önce kahverengi, olgunlaşınca koyu kahverengi veya siyahımsı kahverengi, kenarları ondüleli, gri beyazdır. İç yüzeyi düzgün, gri veya esmer renktedir. Sap; silindirik toprağa yakın kısmı şişkin, içi boş, beyazdır. Etli kısım, beyaz, ince, gevrek, belirgin kokusu ve tadı yoktur. Sporları, elipsoit, merkezde büyük damlalı, çeperi düzgün, renksizdir. İlkbahar başlarında, kumlu topraklı kavaklıklarda ikili üçlü gruplar halinde yetişmektedir. Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kränzlin 1984). Araştırma alanında kavaklık alanda yaprak döküntüleri arasında bulunmuştur. Bölge halkı tarafından Kulak mantarı ismi verilmektedir.

4.1.3. *Agaricus campestris* L.

Classis: *Agaricomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Fam: *Agaricaceae*

Bazidyokarp; şemsiye şeklinde, şapka çapı 8-12 cm, genç evrede yarıküre gelişme ilerleyince konveks şekilde, sonra düzgünleşir. Yüzeyi gençken düz, pürüzsüz, gelişme ilerleyince kirli kahverengi ince basık pullu yapıya döner. Gençken beyaz, gelişme ilerleyince kirli beyazdan açık kahverengiye döner. Etli kısım, gençken beyaz sonra pembeleşir. Şapka merkezinde kalın, kenarına doğru incelmektedir. Tadı güzeldir. Genç mantarlarda mantarımsı olan ve hoşa giden kokusu çürümeye başlamış mantarlarda amonyak kokusunu andırır. Lameller, gençken pembe, gelişme ilerleyince önce kahverengi sonra renk koyulaşarak siyahımsı kahverengiye döner. Sapa bağlanmaz, oldukça sık ve kadifemsi yapıda olup, genç evrede velum partiyal tarafından örtülmektedir. Sap, 5-8×1-2.5 cm, gençlerde silindirik tabana doğru incelmekte, katı, sert yapılı, gelişme ilerleyince içi boşalarak kırılgan yapıya döner. Önce beyaz, sonra açık kahverengiye döner. Sap üzerinde yünümsü yapıda beyaz annulus bulunur. Schäffer reaksiyonu negatiftir. Sporlar, eliptik, düz, açık gri kahverengi, kalın duvarlı, belirsiz çimlenme porlu, 7-8×4-5 µ dur. Spor baskısı çikolata kahverengidir. Yetişme yeri ve özellikleri olarak, tarlalarda, çayırlık alanlarda, orman kenarlarında, özellikle hayvan gübrelerinin olduğu yerlerde yetişmektedir (Breitenbach ve Kränzlin 1995). Araştırma alanında küçükbaş hayvanların (koyun, keçi) bulunduğu ağıllarda gübre içinde toplu şekilde çıktığı belirlenmiştir.

4.1.4. *Lycoperdon perlatum* Pers.

Classis: *Agaricomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Fam: *Agaricaceae*

Bazidyokarp; belirgin sap ve baş kısımdan oluşur, 3-8 cm yüksekliğinde ve baş kısmı 6 cm çapa ulaşabilmektedir. Sapa bağlandığı kısım bazen yuvarlağımsı, ancak genelde yassılaşarak mercek şeklini alarak bağlanır. Yüzeyde küçük piramit şeklinde ince çıkıntılar düzensiz bir ağ oluşturmakta, olgunlaşınca çıkıntılar kaybolarak yüzey düzgünleşir. Mantarın tamamı gençken beyazımsı, gelişme ilerleyince sarımsı

kahverengi-zeytin kahverengiye döner. Gleba; gençken beyaz, sonra zeytin kahverengiye döner. Sporlar; yuvarlağımsı, ince siğilli, kahverengi, 3.5-4.5 µ dur. Yetişme yeri özellikleri; karışık ve ibreli ormanlarda yaprak ve ibre döküntüleri arasında yetişir. Diğer özellikleri; taze iken yenir. (Breitenbach ve Kränzlin, 1986). Yöre halkı tarafından yenmemektedir. Araştırma alanında kızılçam ve karaçam ormanı içinde çayır ve çimler arasında belirlenmiştir.

4.1.5. *Lycoperdon utriforme* Bull.

Classis: *Agaricomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Fam: *Agaricaceae*

Bazidyokarp; 4-15 cm çapında, önce subgloboz, gelişme ilerleyince topaç veya armut biçimine döner. Mantar kısa sap şeklinde misellerle zemine bağlıdır. Ekzoperidyum düz veya genelde pullu, yün yumağı gibi toplu bazen de dipleri kare şeklinde piramidal siğilli, yan taraflardan basık, beyazımsı, yaşlanınca soluk sarımsı kahverengiye döner. Endoperidyum ince, nazik, olgunlarda ekzoperidyumla birlite parçalanarak pulsu bir şekil alır. Düzgün, parlak sarımsı kahverengidir. Gleba; önce beyaz, sonra sarımsı, süngerimsi, olgunlukta zeytin kahverengiye ve tozumsu bir yapıya döner. Sporlar; yuvarlak, çeper düz, damlalı, sarımsı, 4-5 µ dur. Yetişme yeri özellikleri; çayırlık alanlarda yüksek kesimlerde ilkbahar ve sonbahar aylarında yetişmektedir. Diğer özellikleri; gençken yenmektedir (Breitenbach ve Kränzlin 1986). Yöre halkı mantara "göz pörtleten" ismini verdiği belirtilmiştir Araştırma alanında karaçam ormanı içinde çayırlık alanda ve bahçe kenarında tespit edilmiştir.

4.1.6. *Lycoperdon pratense* Pers.

Classis: *Agaricomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Fam: *Agaricaceae*

Bazidyokarp; 2-5 cm çapında, küre veya tepesi basık armut şeklinde, eni boyundan daha kalındır. Tabana doğru kıvrım yaparak büzülür ve zemine bağlandığı kısım sivrileşir. Gençken beyaz, sonra sarımsı, tam olgunlukta ise zeytin kahverengi ve tepe kısmında beyaz renkli enine çizgiler bulunur. Endoperidyum önce por şeklinde ekzoperidyumdan bağımsız ve tam olgunlukta aşağı doğru çöküntü yaparak mantarın

tepesinin tümsekleşmesini sağlar. Yüzey gençken iğne şeklinde çıkıntılı, sonra iğneler dökülerek düzleşir. Gleba; gençken beyaz, kısa sürede zeytin rengine döner ve tam olgunlukta zeytin kahverengiye dönerek parşömen benzeri bir yapı meydana getirir. Sporlar; subgloboz, kahverengi, siğilli, 3.5-4.5×3.5-4 µ dur. Yetişme yeri ve Özellikleri; Orman kenarlarındaki çayırlık ve çimenlik alanlarda yetişir. Diğer özellikleri; taze iken yenmektedir (Breitenbach ve Kränzlin 1986). Araştırma alanında kızılçam ormanında çimenlik alanlarda tespit edilmiştir. Yöre halkı tarafından yenmemektedir.

4.1.7. *Lycoperdon molle* Pers.

Classis: *Agaricomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Fam: *Agaricaceae*

Bazidyokarp; küre veya topaç şeklinde üstünde konik dikensi çıkıntılar 1-4 mm dir, gelişmiş mantarlarda dikensi çıkıntılar iz bırakarak dökülür, genç mantarlar beyaz, gelişmiş olanlar ise sarımsı kahverengiye döner, gelişmiş mantarların tepe kısmından açılan delikten spor tozları yayılır. Kesitinde süngerimsi yapıda olduğu görülür, mantarın büyüklüğü 2-4 cm dir. Sporları; yuvarlak, üstü dikensi çıkıntılı, açık kahverengi, 4-5,5 µ dur. Yetişme yeri özelikleri; mantar hemen her cins orman altında, toprak cinsi gözetmeden yetişir. Tek tek yetişebildiği gibi gruplar da meydana getirebilir Literatüre göre yenir. Diğer özellikleri; halk arasında "Gos Mantarı" denir. (Breitenbach ve Kränzlin 1986). Araştırma alanında ormanlık ve çayırlık alanda bulunmuştur. Genç mantarlar halk tarafından yemeklik olarak kullanılır. Halk tarafından tanınmadığı belirlenmiştir.

4.1.8. *Discina ancilis* (Pers.) Sacc.

Classis: *Pezizomycetes*

Ordo: *Pezizales*

Fam: *Discinaceae*

Askokarp; apotezyum şeklinde, 3-15 cm, gençken fincan şeklinde sonra genişler, düzleşir tabak şeklini alır. Düzensiz damarlı ve kenarları kıvrımlıdır. İç kısmı kırmızımsı-kahverengiden kahverengiye değişir. Dış yüzey beyazımsıdan sarımsıya değişir ve kahverengimsi pembedir. Sap; 1-3 cm uzunluğunda, kıkırdağımsı ve kıvrımlıdır. Etli kısım; kokusuz ve beyazımsıdır. Sporlar; hiyalin-elaptik 24-30×13-14 µ dur. Siğilli

olgunlaştığında damarlı, 3 adet yağ damlası ve apendaj ihtiva eder. Askus; 300-350×17-18 µ ve 8 sporludur. Parafiz silindirik, hafifçe çomaksı septa ile ayrılmış kahverengimsi yapılar ihtiva eder. Yetişme yeri ve özellikleri; özellikle çürümüş konifer ağaçların gövdeleri ve dalları üzerinde yetişir. Tek tek ya da toplu halde bulunabilir (Breitenbach ve Kränzlin, 1984).

4.1.9. *Bovista plumbea* Pers.

Classis: *Agaricomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Fam: *Agaricaceae*

Bazidyokarp; 2-3.5×2-4 cm, küremsi bazen de armut şeklindedir. Gençken ekzoperidyum beyaz, olgunlaşınca kurşuni veya sarımsı kurşuniden yeşilimsi kahverengiye döner. Ekzoperidyum olgunlaştığında küçük parçalara ayrılır. Endoperidyum kirli beyaz, ağ şeklinde, olgunlaştığında siyahımsı kahverengiye döner. Mantar olgunlaştığında tepe kısmında 0.5-1 mm çapında açıklık oluşur. Gleba önce beyaz, sonra zeytin kahverengi-kırmızımsı kahverengiye dönmekte, oldukça dallanmış bir kapilityum bulunur. Gleba olgunlaştığında kurur ve tamamen tozumsu hale döner. Sporlar oval, sarımsı kahverengi 10 µ uzunluğuna kadar erişebilen pediseli bulunur, 4-5 µ dur. Yetişme yeri ve özellikleri olarak ilbahar aylarında özellikle yağmurlardan hemen sonra çayırlık alanlarda ve bahçelerde tek yada toplu halde yetişmektedir. Diğer özellikleri; literatüre göre taze iken yenmektedir (Breitenbach ve Kränzlin 1986). Araştırma alanında karaçam ormanı içindeki çayırlık bölgelerde bolca yetiştiği belirlenmiştir.

4.1.10. *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser

Classis: *Agaricomycetes*

Ordo: *Agaricales*

Fam: *Agaricaceae*

Bazidyokarp; şemsiye şeklinde, 5-10 cm çapında, gençken konik yarıküre, gelişme ilerleyince çan şeklinden dış bükey şekline dönmekte, merkezinde geniş bir umbo vardır. Beyaz zemin üzerinde koyu kahverengi-kırmızı kaba pullu, şapka merkezinde yoğun kenarlara doğru az pullu ve zeminin beyaz rengi kenarlarda daha fazla görülmektedir. Kenarı içe kıvrık ve veil kalıntıları asılı bulunur. Etli kısım; beyaz, şapka

merkezinde kalın, kenarlara doğru incelmektedir. Unumsu kokuda ve fındık tadındadır. Lameller; önce beyaz, sonra kreme döner, oldukça geniş ve sapa birleşmez. Sap; 7-8(10)×0.7-1.5 cm, silindirik, tabanda belirgin şişkinleşme yapmaktadır. Gençken içi dolu, gelişme ilerleyince boşalır, yüzeyi düz, krem beyaz ve üzerinde beyaz annulus bulunmaktadır. Sporlar; eliptik, düz, hiyalin, dexrinoit, kalın duvarlı, çimlenme porlu, 14.5-20×9-11 µ dur. Spor baskısı beyazdır. Yetişme yeri özellikleri; tek ya da toplu halde, çayırlık ve meralık alanlarda, orman kenarlarında, kumluk alanlarda, fakir topraklarda ilkbaharda yetişmektedir. Diğer özellikleri; yenen bir türdür (Breitenbach ve Kränzlin 1995). Araştırma alanında karaçam ormanında, çimenler içinde yetiştiği belirlenmiştir. Yöre halkı tarafından tanınmakta ve "Bilezikli mantar, Şapkalı mantar, Kafes mantarı" gibi isimler verilmektedir. Bu mantara ayrıca halk, küçükbaş hayvanların yaraları üzerine ufalayıp dökerek, yaranın iyileştiğini belirtmektedirler.

4.2. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Ladik (Samsun) bölgesinden 2002-2009 yılları arasından toplanan yenilebilir bazı mantar türlerinde (*Lycoperdon perlatum* Pers., *Lycoperdon molle* Pers., *Lycoperdon utriformis* Bull., *Agaricus campestris* L., *Bovista plumbea* Pers., *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser., *Helvella acetabulum* (L.) Quel., *Discina ancilis* (Pers.) Sacc., *Helvella spadicea* Schaeff., *Lycoperdon pratense* Pers.) ağır metal içerikleri Contra AA 300 alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile tayin edilmiştir. Yöntemin doğruluğu için (NIST-SRM 1515 Apple Leaves) elma yaprağı standart referans maddesi kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmada 10 mantar türü için 9 elementin analizi belirlenmiştir. NIST-SRM 1515 Elma Yaprağı Standart Referans Maddesi metal tayin değerleri (n=3) Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. NIST-SRM 1515 Elma yaprağı standart referans maddesi metal tayin değerleri (n=3)

Metal	Sertifika Değeri mg/kg	Bulunan Değer mg/kg	% Geri Kazanım
Fe	83	82.8 ± 0.2	99
Cr	0.30	0.29 ± 0.02	97
Ni	0.91	0.89 ± 0.04	97
Mn	54	54.4 ± 0.7	97
Co	0.09	0.09 ± 0.01	100
Zn	12.5	12.5 ± 0.5	99
Cd	0.013	0.013 ± 0.001	100
Pb	0.47	0.46 ± 0.03	98
Cu	5.64	5.56 ± 0.30	99

Çizelge 4.2. Gıda maddelerindeki bulaşanlarla ilgili ulusal ve uluslararası bazı kurumlara göre bazı elementlerin üst limit değerleri ve bazı sınırlamalar (mg/kg) (Türk Gıda Kodeksi, 2002).

Ağır Metal	Uluslararası Maksimum Değeri (mg/kg)	Türk Gıda Kodeksi Sınırı (mg/kg)
Cu	10	10
Zn	20	5-10
Co	-	0.2
Fe	10-200	52

Çizelge 4.3. Bazı ağır metallerin insan sağlığı üzerindeki toksik etkisi (Dixit ve ark., 2015).

Ağır metal	**EPA Sınır Değerleri (mg/L)**	**Toksik etkileri**
Cd	5.0	Kanserojen-mutajenik-endokrin bozucu-akciğer hasarı ve kırılgan kemikler- biyolojik sistemlerde kalsiyum düzenlemesini etkiler.
Cr	0.1	Saç kaybı
Cu	1.3	Beyin ve böbrek hasarı-yüksek seviyelerde karaciğer sirozu ile sonuçlanır- kronik anemi-mide ve bağırsak tahrişi
Ni	0.2	Kaşıntı-akciğer kanseri- alerjik cilt hastalıkları- immünotoksik, Nörotoksik-genotoksik-doğurganlığı etkiler-saç dökülmesi
Pb	15	Çocuklarda aşırı maruz kalma sonucu gelişimin bozulmasına neden olur- zeka geriliği-kısa süreli hafıza kaybı-öğrenmede aksaklıklar ve koordinasyon problemleri-kardiyovasküler hastalık riski
Zn	0.5	Baş dönmesi-halsizlik.

4.2.1. *Lycoperdon perlatum* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.4. *Lycoperdon perlatum* Pers. türünde bulunan ağır metal değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	2.03±2.82
Krom, Cr	4.10±0.23
Kobalt, Co	2.88±0.41
Bakır, Cu	129.78±4.55
Kurşun, Pb	2341.55±3710.96
Mangan, Mn	223.14±4.87
Nikel, Ni	8.35±4.07
Çinko, Zn	153.36±3.03
Demir, Fe	2151.88±36.04

Türk Gıda Kodeksi (2011), gıdalarda bulaşanların maksimum sınırları hakkındaki bildiriye göre; mantarlarda izin verilen maksimum kadmiyum değeri 1.00 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu tür için belirlenen kadmiyum değeri ortalama 2.03 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksine göre yüksektir. Şen ve ark. (2012)'nın yaptığı çalışmada bu mantar türünde kadmiyum değerini 0.72 mg/kg olarak tespit etmiş ve bu çalışma ile karşılaştırıldığında ise düşüktür.

Tespit edilen krom değeri ortalama 4.10 mg/kg olup, İpek, (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002)'nin izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu türde tespit edilen kobalt değeri (2.88 mg/kg) Türk Gıda Kodeksi izin verilen değere (0.20 mg/kg) göre daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 129.78 mg/kg olarak analiz edilmiştir. Şen ve ark. (2012)'nın mantarlarda analiz ettikleri bakır değerleri 2.61-72.44 mg/kg aralığında olup bu türde tespit edilen bakır değerinden daha düşüktür.

Kurşun değeri ortalama 2341.55 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011)'nin bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen

kurşun değerinden daha yüksektir

Mangan değeri ortalama 223.14 mg/kg olarak analiz edilmiştir. İpek (2016)'in yaptığı çalışmadaki en yüksek mangan değeri ortalama 377.06 mg/kg'dır. Çalışmamızda tespit edilen mangan değeri İpek'in çalışmasındaki en yüksek mangan değerinden daha düşüktür.

Nikel miktarı ortalama 8.35 mg/kg'dır. Karapınar ve ark. (2017)'nın yaptığı çalışmada *Morchella deliciosa*'da nikel değerini 5.05 mg/kg olarak tespit etmiştir. Nikel değerleri karşılaştırıldığında bu çalışmamızdaki nikel değeri daha yüksektir.

Çinko değeri ortalama 153.36 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008)'nin belirlediği çinko değeri 5-10 mg/kg'dır. Tespit edilen çinko değeri Türk Gıda Kodeksinin belirlediği çinko değerinden yüksektir.

Demir içeriği ise ortalama 2151.88 mg/kg'dır. Türkmen ve Budur (2018)'un yenilebilir yabani mantar türlerinde yaptığı çalışmadaki demir içeriği ortalama 97.2–3919 mg/kg aralığındadır. Çalışmamızda belirlenen demir içeriği ile karşılaştırıldığında en yüksek demir değerinden düşüktür. Türk Gıda Kodeksi (2008) belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008)'ne göre izin verilen limite göre bu türde tespit edilen demir içeriği yüksektir.

4.2.2. *Lycoperdon molle* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.5. *Lycoperdon molle* Pers. türünde bulunan ağır metal değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	0.40±0.06
Krom, Cr	20.67±2.97
Kobalt, Co	4.90±1.47
Bakır, Cu	95.15±15.24
Kurşun, Pb	1948.79±3353.21
Mangan, Mn	231.35±40.34
Nikel, Ni	22.67±4.89
Çinko, Zn	123.36±1.17
Demir, Fe	2353.88±250.51

Kadmiyum değeri ortalama 0.40 mg/kg'dır. Bulunan değer Türk Gıda Kodeksi (2011) gıdalarda bulaşanların üst sınır limitleri hakkındaki bildiriye göre; mantarlarda bulunması gereken kadmiyum değerine (1.00 mg/kg) göre düşüktür.

Analiz edilen krom değeri ortalama 20.67 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen en yüksek krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002) izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu mantar türünde tespit edilen kobalt değeri (4.90 mg/kg) Türk Gıda Kodeksi izin verilen değere (0.20 mg/kg) göre daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 95.15 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre gıdalarda izin verilen maksimum bakır içeriğine (10.00 mg/kg) göre daha yüksektir.

Kurşun değeri ortalama 1948.79 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011)'nin bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir.

Mangan değeri ortalama 231.35 mg/kg'dır. Belirlenen mangan değeri Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği değerden (53.5-130 mg/kg) daha yüksektir.

Nikel değeri ortalama 22.77 mg/kg'dır. Soylak ve ark. (2005)'nın yaptığı çalışmalarındaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel içeriğinden (24.1 mg/kg) daha düşüktür.

Çinko değeri 123.36 mg/kg'dır. Bu değer Türk Gıda Kodeksi (2008)'nin belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir

Demir değeri ise ortalama 2353.88 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002) raporuna göre gıdalarda demir için belirlediği değer 10-200 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporuna göre ise belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Bu mantardaki demir içeriği izin verilen değerlerden daha yüksektir.

4.2.3. *Lycoperdon utriformis* Bull. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.6. *Lycoperdon utriformis* Bull. türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	0.34±0.08
Krom, Cr	6.38±0.56
Kobalt, Co	0.73±0.13
Bakır, Cu	86.25±3.00
Kurşun, Pb	7.47±1.17
Mangan, Mn	71.15±10.69
Nikel, Ni	5.38±0.30
Çinko, Zn	130.78±4.01
Demir, Fe	849.42±177.53

Bu tür çalışması yapılan diğer mantarlara göre analiz edilen en düşük kadmiyum değerlerine sahip olup ve Türk Gıda Kodeksi (2011) izin verilen maksimum limitten (1.0 mg/kg) daha düşük tespit edilmiştir

Krom değeri ortalama 6.38 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Pleurotus ostreatus* türünde tespit edilen en düşük krom içeriğinden (0.05 mg/kg) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi (2002) izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu mantar türünde tespit edilen kobalt değeri (ortalama 0.73 mg/kg) Türk Gıda Kodeksi izin verilen değere göre daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 86.25 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002) raporuna göre gıdalarda izin verilen maksimum bakır içeriğine (10.00 mg/kg) göre daha yüksektir

Kurşun değeri ortalama 7.47 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011)'nin bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir.

Mangan değeri ortalama 71.15 mg/kg'dır. Bu değer Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği değerler (53.5-130 mg/kg) arasındadır.

Nikel değeri ortalama 5.38 mg/kg'dır. Bu değer Soylak ve ark. (2005)'nın

çalışmalarındaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel içeriğinden (24.1 mg/kg) daha düşüktür.

Çinko değeri 130.78 mg/kg'dır. Belirlenen bu değer Türk Gıda Kodeksi (2008)'nin belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir

Bu türde belirlenen demir değeri ise ortalama 849.42 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporuna göre belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008)'ne göre de bu türde tespit edilen demir içeriği yüksektir.

4.2.4. *Agaricus campestris* L. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.7. *Agaricus campestris* L. türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	1.02±0.05
Krom, Cr	14.70±0.82
Kobalt, Co	9.34±13.36
Bakır, Cu	75.34±2.23
Kurşun, Pb	14.68±1.13
Mangan, Mn	147.09±15.81
Nikel, Ni	7.72±0.93
Çinko, Zn	131.44±0.70
Demir, Fe	1774.76±139.05

Kadmiyum değeri, Türk Gıda Kodeksi (2011)'nin izin verdiği maksimum limitten (1.0 mg/kg) daha yüksektir.

Krom değeri ortalama 14.70 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu mantar türünde tespit edilen kobalt değeri (9.34 mg/kg) Türk Gıda Kodeksi izin verilen değere (0.20 mg/kg) göre daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 75.34 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002) raporuna göre gıdalarda izin verilen bakır içeriğine göre (10.00 mg/kg) göre daha yüksektir.

Bu mantarda tespit edilen kurşun değeri ortalama 14.68 mg/kg olup, Türk Gıda

Kodeksi'nin (2011) bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir.

Mangan değeri ortalama 147.09 mg/kg'dır. Bu değer Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği değerden (53.5-130 mg/kg) daha yüksektir.

Nikel değeri ortalama 7.72 mg/kg'dır. Soylak ve ark. (2005)'nın yapılan çalışmalarındaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel içeriğinden (24.1 mg/kg) daha düşüktür.

Çinko değeri ortalama 131.44 mg/kg'dır. Belirlenen değer Türk Gıda Kodeksi (2008)'nin belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir.

Demir değeri ise ortalama 1774.76 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksine göre de bu türde tespit edilen demir içeriği yüksektir.

4.2.5. *Bovista plumbea* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmest

Çizelge 4.8. *Bovista plumbea* Pers. türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	1.66±0.17
Krom, Cr	21.93±3.38
Kobalt, Co	2.37±0.27
Bakır, Cu	134.83±17.45
Kurşun, Pb	17.17±2.69
Mangan, Mn	141.62±4.37
Nikel, Ni	18.80±3.32
Çinko, Zn	139.72±12.46
Demir, Fe	2609.26±64.76

Kadmiyum değeri (1.66 mg/kg), Türk Gıda Kodeksi (2011) raporuna göre izin verdiği maksimum limitten (1.0 mg/kg) daha yüksektir

Krom değeri ortalama 21.93 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista*

nuda türünde tespit ettiği en yüksek krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002) raporuna göre izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu türdeki kobalt değeri (2.37 mg/kg) Türk Gıda Kodeksi izin verilen değere (0.20 mg/kg) göre daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 134.83 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002) raporuna göre gıdalarda izin verilen maksimum bakır içeriğine (10.00 mg/kg) göre daha yüksektir.

Kurşun değeri ortalama 17.17 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) raporuna göre bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir.

Belirlenen mangan değeri ortalama 141.62 mg/kg'dır. Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği değerden (53.5-130 mg/kg) daha yüksektir.

Nikel değeri ortalama 18.80 mg/kg olup, Soylak ve ark. (2005)'nın yapılan çalışmalarındaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel içeriğinden (24.1 mg/kg) daha düşüktür.

Çinko değeri ortalama 139.72 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporuna göre belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir.

Demir değeri ise ortalama 2609.26 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksine göre de bu türdeki miktar yüksektir.

4.2.6. Macrolepiota excoriata (Schaeff.) Wasser. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.9. *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser. türünde bulunan ağır metal değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	1.82±0.13
Krom, Cr	15.03±1.23
Kobalt, Co	2.75±0.91
Bakır, Cu	119.00±1.41
Kurşun, Pb	22.29±1.92
Mangan, Mn	257.10±43.38
Nikel, Ni	10.11±1.50
Çinko, Zn	99.81±4.41
Demir, Fe	2299.71±287.70

Kadmiyum değeri, Türk Gıda Kodeksi (2011) raporunda izin verdiği maksimum limitten (1.0 mg/kg) daha yüksek tespit edilmiştir.

Krom değeri ortalama 15.03 mg/kg olup, Soylak ve ark. (2005)'nın yaptığı çalışmada analiz edilen krom değerlerinden (0.47-1.51 mg/kg) daha yüksektir.

Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu türdeki kobalt değeri (2.75 mg/kg) Türk Gıda Kodeksi izin verilen değere (0.20 mg/kg) göre daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 119.00 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi, (2002)'ne göre gıdalarda izin verilen maksimum bakır içeriğine (10.00 mg/kg) göre daha yüksektir. Gençcelep ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmada belirlenen en yüksek bakır değeri *Suillus granulatus* mantar türünde 107 mg/kg olup, bu çalışmadaki değerden daha düşüktür.

Kurşun değeri ortalama 22.29 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011)'nin bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir.

Mangan değeri ortalama 257.10 mg/kg'dır. Karapınar ve ark. (2017) yaptığı çalışmadaki *Morchella deliciosa* Fr. Türünde belirlediği mangan değerinden (22.24

mg/kg) daha yüksektir.

Nikel değeri ortalama 10.11 mg/kg'dır. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel değerinden (24.2 mg/kg) daha düşüktür.

Çinko değeri ortalama 99.81 mg/kg'dır. Belirlenen bu değer Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir. Şen ve ark. (2012)'nın yaptığı çalışmada mantarlarda belirlenen en yüksek çinko değeri 97.55 mg/kg'dır. Bu mantar türündeki çinko değeri ile karşılaştırıldığında düşüktür.

Demir değeri ortalama 2299.71 mg/kg'dır. Sesli ve ark. (2008)'nın yaptığı çalışmada mantarlarda tespit edilen en yüksek demir değerinden (1741 mg/kg) yüksektir. Çalışmamızda belirlenen demir değeri, Türk Gıda Kodeksi (2002) (10-200 mg/kg) ve Türk Gıda Kodeksi (2008) (52 mg/kg) raporlarında gıdalarda izin verilen demir içeriğine göre yüksektir.

4.2.7. Helvella acetabulum (L.) Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.11. *Helvella acetabulum* (L.) türünde bulunan ağır metal değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	0.34±0.09
Krom, Cr	45.93±13.12
Kobalt, Co	9.22±1.95
Bakır, Cu	29.33±2.60
Kurşun, Pb	12.86±0.21
Mangan, Mn	243.04±39.21
Nikel, Ni	75.14±10.43
Çinko, Zn	84.16±3.47
Demir, Fe	2990.83±230.00

Bu türde belirlenen kadmiyum değeri ortalama 0.34 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) gıdalardaki bulaşanların maksimum sınırları hakkındaki bildiriye göre; mantarlarda izin verilen maksimum kadmiyum değerinden (1.00 mg/kg) düşüktür

Krom değeri ortalama 45.93 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002) izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu mantar türünde analiz edilen kobalt değeri (9.22 mg/kg) olup izin verilen değere (0.2 mg/kg) göre daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 29.33 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002) raporunda gıdalarda izin verilen maksimum bakır içeriğine (10.00 mg/kg) göre daha yüksektir. Yamaç ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmada analiz edilen en yüksek bakır değeri *Lepista nuda* türünde 144.2 mg/kg (kuru ağırlık bazında) olup, bu türde belirlenen bakır değerinden yüksektir.

Kurşun değeri ortalama 12.86 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) raporuna bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir

Mangan değeri ortalama 243.04 mg/kg'dır. Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği mangan değerlerinden (53.5-130 mg/kg) daha yüksektir.

Belirlenen nikel değeri ortalama 75.14 mg/kg'dır. Soylak ve ark. (2005)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirledikleri nikel değerinden (24.1 mg/kg) yüksektir.

Çinko değeri 84.16 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmada çinko konsantrasyonları 34.4-225 mg/kg aralığında ölçülmüştür. Bu türdeki çinko değeri ile kıyaslandığında en düşük ve en yüksek çinko aralıklarında olduğu belirlenmiştir.

Demir içeriği ortalama 2990.83 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Bu türde tespit edilen demir içeriği yüksektir.

4.2.8. Discina ancilis (Pers.) Sacc. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.12. *Discina ancilis* (Pers.) Sacc. türünde bulunan ağır metal değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	0.55±0.15
Krom, Cr	9.19±3.35
Kobalt, Co	6.03±2.93
Bakır, Cu	45.26±2.98
Kurşun, Pb	10.40±7.99
Mangan, Mn	268.86±61.40
Nikel, Ni	8.71±3.49
Çinko, Zn	63.54±20.52
Demir, Fe	3854.90±957.25

Kadmiyum değeri ortalama 0.55 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) gıdalardaki bulaşanların maksimum sınırları hakkındaki bildiriye göre; mantarlarda izin verilen kadmiyum değerinden (1.00 mg/kg) düşüktür

Krom değeri ortalama 9.19 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002) izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu mantar türünde analiz edilen kobalt değeri (6.03 mg/kg) izin verilen değere (0.2 mg/kg) göre daha yüksektir. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmada belirlenen kobalt değerleri (0.01-2.50 mg/kg) ile karşılaştırıldığında daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 45.26 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002) raporuna göre gıdalarda izin verilen maksimum bakır içeriğine (10.00 mg/kg) göre daha yüksektir. Yamaç ve ark., (2007)'nın yaptığı çalışmada analiz edilen en yüksek bakır değeri *Lepista nuda* türünde 144.2 mg/kg (kuru ağırlık bazında) olup, bu türde belirlenen bakır değerinden yüksektir.

Kurşun değeri ortalama 10.40 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) raporuna göre bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir. Soylak ve ark., (2005)'nın yaptığı çalışmada yedi farklı yabani mantar türünde belirlenen

kurşun değerleri en yüksek ve en düşük 0.75-1.99 mg/kg'dır. Bu çalışmada analiz edilen kurşun değerinden daha düşüktür.

Belirlenen mangan değeri ortalama 243.04 mg/kg'dır. Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği mangan değerlerinden (53.5-130 mg/kg) daha yüksektir.

Nikel değeri ortalama 8.71 mg/kg'dır. Soylak ve ark. (2005)'nın çalışmalarındaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel içeriğinden (24.1 mg/kg) daha düşüktür.

Çinko değeri 63.54 mg/kg'dır. Belirlenen bu değer Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmada çinko konsantrasyonları 34.4-225 mg/kg aralığında ölçülmüştür. Bu türdeki çinko değeri ile kıyaslandığında en düşük ve en yüksek çinko aralıklarında olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen demir içeriği ise ortalama 3854.90 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksine göre bu türde tespit edilen demir içeriği yüksektir. Gençcelep ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmada belirlenen demir içeriği 50.1-842 mg/kg'dır. Bu türde belirlenen demir içeriğinden daha düşüktür.

4.2.9. *Helvella spadicea* Schaeff. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.13. *Helvella spadicea* Schaeff. türünde bulunan ağır metal değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	7.05±0.15
Krom, Cr	15.31±2.39
Kobalt, Co	1.29±0.11
Bakır, Cu	58.57±1.03
Kurşun, Pb	10.35±0.45
Mangan, Mn	37.70±4.35
Nikel, Ni	10.07±3.28
Çinko, Zn	182.82±2.58
Demir, Fe	1299.25±135.29

Kadmiyum değeri ortalama 7.05 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) gıdalardaki bulaşanların maksimum sınırları hakkındaki bildiriye göre; mantarlarda izin verilen kadmiyum içeriğinden (1.00 mg/kg) yüksektir

Krom değeri ortalama 15.31 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu mantar türünde analiz edilen kobalt değeri (1.29 mg/kg) izin verilen değere (0.2 mg/kg) göre yüksektir. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmada belirlenen kobalt değerleri (0.01-2.50 mg/kg) ile karşılaştırıldığında yakın sonuçlar alındığı görülmektedir.

Bakır değeri ortalama 58.57 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre gıdalarda izin verilen bakır içeriğinden (10.00 mg/kg) yüksektir. Yamaç ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmada analiz edilen en yüksek bakır değeri *Lepista nuda* türünde 144.2 mg/kg (kuru ağırlık bazında) olup, bu türde belirlenen bakır değerinden yüksektir.

Kurşun değeri ortalama 10.35 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) raporunda bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir. Soylak ve ark. (2005)'te yaptığı çalışmada yedi farklı yabani mantar türünde belirlenen kurşun değerleri en yüksek ve en düşük 0.75-1.99 mg/kg'dır. Bu değerler bu türde tespit edilen kurşun değerinden daha düşüktür.

Mangan değeri ortalama 37.70 mg/kg'dır. Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği mangan değerlerinden (53.5-130 mg/kg) daha düşüktür.

Nikel değeri ortalama 10.07 mg/kg'dır. Soylak ve ark. (2005)'nın yapılan çalışmalarındaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel içeriğinden (24.1 mg/kg) daha düşüktür.

Belirlenen çinko değeri 182.82 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporunda belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) daha yüksektir. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmada çinko konsantrasyonları 34.4-225 mg/kg aralığında ölçülmüştür. Bu türdeki çinko değeri ile kıyaslandığında en düşük ve en yüksek çinko aralıklarında olduğu belirlenmiştir.

Demir değeri ise ortalama 1299.25 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008) raporuna göre belirlediği demir içeriği 52 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksine göre bu türde tespit edilen demir içeriği yüksektir. Gençcelep ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmada belirlenen demir içeriği 50.1-842 mg/kg'dır. Bu türde belirlenen demir içeriğinden daha düşüktür.

4.2.10. *Lycoperdon pratense* Pers. Türünde Bulunan Ağır Metal Değerleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.15. *Lycoperdon pratense* Pers. türünde bulunan ağır metal değerleri

Ağır Metal	Metal miktarı, mg/kg
Kadmiyum, Cd	40.87±0.10
Krom, Cr	50.35±101.47
Kobalt, Co	12.23±11.95
Bakır, Cu	247.46±97.17
Kurşun, Pb	14.86±20.74
Mangan, Mn	309.58±379.01
Nikel, Ni	23.42±55.38
Çinko, Zn	113.19±165.31
Demir, Fe	3094.34±3925.30

Kadmiyum değeri ortalama 40.87 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011) gıdalardaki bulaşanların maksimum sınırları hakkındaki bildiriye göre; mantarlarda izin verilen kadmiyum içeriğinden (1.00 mg/kg) yüksektir.

Krom değeri ortalama 50.35 mg/kg olup, İpek (2016)'in yaptığı çalışmada *Lepista nuda* türünde tespit edilen krom değerinden (76.41 mg/kg) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre izin verilen kobalt değeri 0.2 mg/kg'dır. Bu mantar türünde analiz edilen kobalt değeri (12.23 mg/kg) Türk Gıda Kodeksi izin verilen değere (0.2 mg/kg) göre daha yüksektir. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmalarında belirlenen kobalt değerleri (0.01-2.50 mg/kg) ile karşılaştırıldığında da daha yüksektir.

Bakır değeri ortalama 247.46 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2002)'ne göre

gıdalarda izin verilen maksimum bakır içeriğine (10.00 mg/kg) göre yüksektir. Yamaç ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmada analiz edilen en yüksek bakır değeri *Lepista nuda* türünde 144.2 mg/kg (kuru ağırlık bazında) olup, bu türdeki bakır ile karşılaştırıldığında düşüktür.

Kurşun değeri ortalama 14.86 mg/kg olup, Türk Gıda Kodeksi (2011)'nin bazı mantarlar (*Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus ve Lentinula edodes)* için izin verilen (maksimum limit mg/kg yaş ağırlık 0.30) kurşun değerinden daha yüksektir. Soylak ve ark., (2005)'nın yaptığı çalışmada yedi farklı yabani mantar türünde belirlenen kurşun değerleri en yüksek ve en düşük 0.75-1.99 mg/kg'dır. Bu değerler bu türde tespit edilen kurşun değerinden düşüktür.

Mangan değeri ortalama 390.58 mg/kg'dır. Tuzen ve ark. (2007)'nın yaptığı çalışmadaki mantarlarda belirlediği mangan değerlerinden (53.5-130 mg/kg) yüksektir.

Nikel değeri ortalama 23.42 mg/kg'dır. Soylak ve ark. (2005)'nın yapılan çalışmalarındaki mantarlarda belirledikleri en yüksek nikel içeriğinden (24.1 mg/kg) düşüktür.

Çinko değeri 113.19 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008)'nin belirlediği çinko değerinden (5-10 mg/kg) yüksektir. Türkmen ve Budur (2018)'un yaptığı çalışmada çinko konsantrasyonları 34.4-225 mg/kg aralığında ölçülmüştür. Bu türdeki çinko değeri ile kıyaslandığında yakın sonuçlar alındığı belirlenmiştir.

Demir değeri ortalama 3094.34 mg/kg'dır. Türk Gıda Kodeksi (2008)'ne göre gıdalarda izin verilen demir içeriği 52 mg/kg'dır. Tespit edilen demir içeriği izin verilen değere göre yüksektir. Gençcelep ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmada belirlenen demir içeriği 50.1-842 mg/kg'dır. Bu türde belirlenen demir içeriği ile karşılaştırıldığında düşüktür.

Bu çalışmadaki bütün mantarlarda belirlenen değerler tablo 4.3.12.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.16. Çalışılan mantar türlerindeki ağır metal seviyeleri

	L. perlatum	*L. molle*	*L. utriformis*	*A. campestris*	*B. plumbea*	*M. excoriata*	*H. acetabulum*	*D. ancilis*	*H. spadicea*	*L. pratense*
Cd	2.03±2.82	0.40± 0.06	0.34±0.08	1.02±0.05	1.66± 0.17	1.82±0.13	0.34±0.09	0.55±0.15	7.05±0.15	40.87±0.10
Cr	4.10±0.23	20.67± 2 .97	6.38±0.56	14.70± 0.82	21.93± 3.38	15.03± 1.23	45.93± 13.12	9.19±3.35	15.31± 2.39	50.35± 101.47
Co	2.88±0.41	4.90± 1.47	0.73±0.13	9.34± 13.36	2.37± 0.27	2.75±0.91	9.22±1.95	6.03±2.93	1.29±0.11	12.23± 11.95
Cu	129.78± 4.55	95.15± 15.24	86.25± 3.00	75.34± 2.23	134.83± 17.45	119.00± 1.41	29.33± 2.60	45.26± 2.98	58.57± 1.03	247.46± 97.17
Pb	2341.55± 3710.96	1948.79± 3353.21	7.47±1.17	14.68± 1.13	17.17± 2.69	22.29± 1.92	12.86± 0.21	10.40± 7.99	10.35± 0.45	14.86± 20.74
Mn	223.14± 4.87	231.35± 40.34	71.15± 10.69	147.09± 15.81	141.62± 4.37	257.10± 43.38	243.04± 39.21	268.86± 61.40	37.70± 4.35	309.58± 379.01
Ni	8.35±4.07	22.67± 4.89	5.38±0.30	7.72±0.93	18.80± 3.32	10.11± 1.50	75.14± 10.43	8.71±3.49	10.07± 3.28	23.42± 55.38
Zn	153.36± 3.03	123.36± 1.17	130.78± 4.01	131.44± 0.70	139.72± 12.44	99.81± 4.41	84.16± 3.47	63.54± 20.52	182.82± 2.58	113.19± 165.31
Fe	2151.88± 36.04	2353.88± 250.51	849.42± 177.53	1774.76± 139.05	2605.26± 64.76	2299.71± 287.70	2990.83± 230.00	3854.90± 957.25	1299.2± 135.29	3094.34± 3925.30

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, Ladik (Samsun) bölgesinden 2002-2009 yılları arasında toplanan 10 mantar türünde yapılan ağır metal analizi sonucunda türler arasında en yüksek; Cd içeriği 40.87, Cr içeriği 50.35, Co içeriği 12.23, Cu içeriği 247.46, Mn içeriği 309.58 mg/kg olarak *Lycoperdon pratense* Pers. türünde analiz edilmiştir. En yüksek Pb içeriği 2341.55 mg/kg olarak *Lycoperdon perlatum* Pers. türünde, en yüksek Ni içeriği 75.14 mg/kg olarak *Helvella acetabulum* (L.) türünde, en yüksek Zn içeriği 182.82 mg/kg olarak *Helvella spadicea* Schaeff. türünde ve en yüksek Fe içeriğinin ise 3854.90 mg/kg olarak *Discina ancilis* (Pers.) Sacc. türünde tespit edilmiştir.

Türler arasında en düşük Cd: 0.34 Co: 0.73 Pb: 7.47, Ni: 5.38 ve Fe: 849.42 mg/kg olarak *Lycoperdon utriformis* Bull. türünde tespit edildiği belirlenmiştir. En düşük Cr: 4.10 mg/kg olarak *Lycoperdon perlatum* Pers. türünde, Cu: 29.33 mg/kg olarak *Helvella acetabulum* (L.) türünde, Mn: 37.70 mg/kg olarak *Helvella spadicea* Schaeff. türünde ve Fe: 63.54 mg/kg olarak *Discina ancilis* (Pers.) Sacc. Türünde tespit edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yenilebilir bazı mantarlarda ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Metal ölçümlerinin doğruluk seviyesi NIST-SRM 1515 elma yaprağı ile test edilmiş ve bu çalışmadaki yöntemin yenilebilir mantar türlerinde ağır metal analizi için uygun bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada Ladik (Samsun) bölgesinden alınan örneklerde yapılan ağır metal analiz sonucu, insan sağlığını tehdit eden sınır değerlerin altında tespit edilmesinden dolayı, bu bölgedeki mantarların besin kaynağı olarak tüketilmesinde bir mahsuru olmayacağı düşünülmektedir. Ancak ağır metaller insan vücudunda hayati organlarda birikerek çeşitli hastalıklara ve hatta ölüme bile sebebiyet verebilir. Bu yüzden besin olarak mantar türlerini tüketmenin ağır metal toksikliği açısından riskli olduğunu belirtmek gerekir.

Sanayileşme ve kentleşmenin artması nedeniyle ortaya çıkan ağır metaller ekosistemde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Özellikle ağır metal atığı olan

fabrikaların olduğu bölgelerde bulunan mantarların, ağır metalleri bünyesine alıp biriktirmelerinden dolayı, yenildiği takdirde insan sağlığına zarar vermesi sebebiyle tüketilmemesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akgül, H., Sevindik, M., Akata, I., Altuntaş, D., Bal, C. ve Doğan, M., 2016, *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer. Mantarının ağır metal içeriklerinin ve oksidadif stres durumunun belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (3), 504-508.

Alber, Q., Lydia, L., Lemoine, M., Natacha, H., PR. Jean, Lucile, S., Fabienne, B. and David, G., 2018, Comparison of tolerance and biosorption of three trace metals (Cd, Cu, Pb) by the soil fungus *Absidia cylindrospora*, *Chemosphere*, 196, 386-392.

Anonim, 1989, Su Kirliliği, *T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Trabzon.

Baba, H., Ergün, N. and Özçubukçu, S., 2012, Antakya'dan toplanan bazı makrofungus türlerinde ağır metal birikimi ve mineral tayini, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 5-6.

Barcan, V., Kovnatsky, E. and Smetannikova, M., 1998, Absorption of heavy metals in wild berries and edible mushrooms in an area affected by smelter emissions, *Water Air Soil Pollution*, 103, 173-195.

Breene, W., 1990, Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms, *Journal of Food Protection*, 53 (10), 883-899.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1984, Fungi of Switzerland, Volume 2, Nongilled Fungi, Switzerland, *Verlag Mykologia CH6000 Luzern* 9, ISBN 3-85604-210-1.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1986, Fungi of Switzerland, Volume 2, Nongilled Fungi, Switzerland, *Verlag Mykologia CH6000 Luzern* 9, ISBN 3-85604-220-2.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1991, Fungi of Switzerland, Volume 3, Boletes and Agarics 1. Part, Switzerland, *Verlag Mykologia CH-6000 Luzern* 9, ISBN 3-85604-230-X.

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 1995, Fungi of Switzerland, Volume 4, Switzerland, *Verlag Mykologia CH-6000 Luzern* 9, ISBN 3-85604-240-7

Breitenbach, J. and Kränzlin, F., 2005, Fungi of Switzerland, Volume 5, Switzerland, *Verlag Mykologia CH-6000 Luzern* 9, ISBN 3-85604-250-4.

Bresinsky, A. and Besl, H., 1990, A Colour Atlas of Poisonous Fungi, *London*, Wolf Publishing.

Bülbül, S., 2014, Gaziantep İlindeki Bazı Mikorizal Mantarlar Üzerine Biyoaktivite Araştırmaları, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep, 49.

Chittaragi, A. and Naika, R., 2014, Determination of trace elements on some wild mushroom samples encountered from Western ghats of Karnataka, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6 (7), 2124-2135.

Çoban, Ç., 2014, *Auricularia auricula* (L.) underw. ve *Trametes versicolor* (L.) LLoyd makromantar türlerinin mineral madde içeriği ve biyolojik aktivitesinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitütüsü*, Gaziantep, 69.

Dähncke, R. M., 1988, Grundschule Für Pilzsammler, *Stuttgart*, AT Verlag Aarau.

Dähncke, R. M., 1993, 1200 Pilze, *Stuttgart,* AT Verlag Aarau.

Demirbaş, A., 2000, Accumulation of heavy metals in some edible mushrooms from Turkey, *Food Chemistry*, 68, 415-419.

Demirbaş, A., 2001a, Levels of trace elements in the fruiting bodies of mushrooms growing in the East Black sea region, *Energy Education Science & Technology*, 7 (2), 67-81.

Demirbaş, A., 2001b, Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the East Black sea region, *Food Chemistry*, 75, 453-457.

Demirbaş, A., 2002, Metal ion uptake by mushrooms from natural and artificially enriched soils, *Food Chemistry*, 78 (1), 89-93.

Devi, R., Yadav, S. and Pundir, C. S., 2011, Electrochemical detection of xanthine in fish meat by xanthine oxidase immobilized on carboxylated multiwalled carbon nanotubes/polyaniline composite film, *Biochemical Engineering Journal*, 59, 148-153.

Dixit, R., Wasiullah., Malaviya, D., Pandiyan, K., Singh, U.B., Sahu, A., Shukla R., Singh, B.P., Rai, J.P., Sharma,, P.K., Lade, H. and Paul, D., 2015, Bioremediation of Heavy Metals from Soil and Aquatic Environment: An Overview of Principles and Criteria of Fundamental Processes, *Sustainability Journal, 7,2189-2212.*

Durak, Z., 2005, Adana sofulu düzensiz çöp depolama alanında Oluşan Çöp Sızıntı Sularının Bitki Yetiştirilmesinde Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 35.

Durkan, N., 2006, Yukarı büyük Menderes Nehri havzasındaki makrofunguslarda ağır metal içeriklerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 69-109.

Ellis, B. ve Ellis, J. P., 1990, Fungi Without Gills *(Hymenomycetes* and *Gasteromycetes)*, *London*, Chapman and Hill, ISBN 0-412-36970-2.

Fu, F. and Wang, Q., 2011, Removal of heavy metal ions from wastewaters, A review, *Journal of Environmental Management*, 92, 407-418.

Gast, C., Jansen, E., Bierling, J. and Haanstra, L., 1988, Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil charactreristics, *Chemosphere*, 17 (4), 789-799.

Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y. and Demirel, K., 2009, Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms, *Food Chemistry*, 113, 1033-1036.

Gerhardt, E., 1997, Der Große BLV Pilzführer Für Unterwegs, München, BLV, ISBN 3-405-15147-3.

Grace, N. and Lee, J., 1990, Effect of Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, and Zn supplementation on the elemental content of soft tissues and bone in sheep grazing ryegrass/white clover pasture, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 33 (4), 635-647.

Grunert, H. and Grunert, R., 1984, Pilze, München, *Mosaik Verlag*, Gmbh, München.

Grunert, H. and Grunert, R., 1991, Field Guide to Mushrooms of Britain and Europe, *Wiltshire,* The Crowood Press Ltd, ISBN 1-85223-592-6.

Hennig, B. and Kreisel, H., 1987, Taschenbuch für Pilzfreunde, München, Gustav Fischer Verlag Jena.

İpek, B., 2016, Amasya Yöresinden Toplanan Bazı Yenilebilir Mantarlarda Ağır Metal Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 18-44.

Isildak, Ö., Turkekul, I., Elmastas, M. and Tuzen, M., 2004, Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey, *Food Chemistry*, 86 (4), 547-552.

Isildak, Ö., Turkekul, I., Elmastas, M. and Tuzen, M., 2005, Tokat yöresinde yetişen yenebilir yabani mantarlarda ağır metal birikimi, *XIX. Ulusal Kimya Kongresi*, Kuşadası, 172.

Jenkins, K., 1989, Effect of copper loading of preruminant calves on intracellular distribution of hepatic copper, zinc, iron and molybdenum, *J. Dairy Sci*, 72 (9), 2346-2350.

Jin, H., Liu, H., Ying, Y., Yong, G., Qing, Q., Li, J., Xin, J., in, J., Fu, C. and Chu, L., 2018, Effect of the dark septate endophytic fungus Acrocalymma vagum on heavy metal content in tobacco leaves, *Symbiosis*, 74 (2), 89-95.

Jordan, P., 1996, The New Guide to Mushrooms, *Singapure,* Anness Publishing Ltd, ISBN 1-85967-735-5.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2017, Metallerin Çevresel Etkileri-I, *TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Metalurji Dergisi*, 136, 47-53.

Kalac, P. and Svoboda, L. R., 2000, A review of trace element concentrations in edible mushrooms, *Food Chemistry*, 69 (3), 273-281.

Kalac, P., Svoboda, B. and Havlickova, H., 2004, Contents of detrimental metals mercury, cadmium and lead in wild growing edible mushrooms a review, *Energy Education Science and Technology*, 13, 31-38.

Kalac, P., 2012, A Review of Chemical Composition and Nutritional Value of Wild-Growing and Cultivated Mushrooms, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 209-2018.

Kalmış, F., Yıldız, H., Ergönül, B., Kalyoncu, F. and Solak, M. H., 2011, Chemical composition and nutritional value of a wild edible ectomycorrhizal mushroom, *Tricholoma anatolicum, Turkish Journal of Biology*, 35, 627-633.

Karapınar, H. S., Uzun, Y. ve Kılıçel, F., 2017, İki Yabani Kuzu Göbeğinin Mineral İçerikleri, *Anatolian Journal of Botany*, 1 (2), 32-36.

Korcan, S., Fidan, S., Erdoğmuş, S. ve Konuk, M., 2010, Lanaset Blue 2R'nin Dekolarizasyonda Pb ve Cd'un Pleurotus Türleri Üzerine Olan Etkisi, *Biyoteknoloji Elektronik Dergisi*, 1 (1), 1-6.

Köstekci, H., 2017, Yeni sentezlenen bazı schiff bazlarının ve metal komplekslerinin floresans özellikleri incelenerek sularda metal analizinde kullanılabilirliğinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 4-9.

Kreisel, H., 1969, Grundzüge Eines Natürlichen Systems der Pilze, *Verlag Von J. Cramer*, Stuttgart.

Llaurado, G., Morris, J., Ferrera, L., Camacho, M., Castan, L., Lebeque, Y., Beltran, Y., Cos, P. and Bermudes, C., 2015, In-vitro antimicrobial activity and complement macrophage stimulating effects of a hot-water extract from mycelium of the

oyster mushroom *Pleurotus sp., Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 30 (1), 177-183.

Mallikarjuna, S., Ranjini, A., Devendra, J., Vijayalakshmi, M., Shashirekha, M. and Rajarathnam, S., 2013, Mineral Composition of Four Edible Mushrooms, *Mysore, Department of Food Safety and Analytical Quality Control Laboratory*, India, Central Food Technological Research Institute, 1-5.

Michael, E., Hennig, B. and Kreisel, H., 1983a, Handbuch Für Pilzfreunde, *Gustav Fisher Verlag, Band 1*, Stuttgart.

Michael, E., Hennig, B. and Kreisel, H., 1983b, Handbuch Für Pilzfreunde, *Gustav Fisher Verlag, Band 5*, Stuttgart.

Michael, E., Hennig, B. and Kreisel, H., 1985, Handbuch Für Pilzfreunde, *Gustav Fisher Verlag, Band 4*, Stuttgart.

Michael, E., Hennig, B. and Kreisel, H., 1986, Handbuch Für Pilzfreunde, *Gustav Fisher Verlag, Band 2*, Stuttgart.

Michael, E., Hennig, B. and Kreisel, H., 1987, Handbuch Für Pilzfreunde, *Gustav Fisher Verlag, Band 3*, Stuttgart.

Moser, M., 1983, Keys to Agarics and Boleti, Stuttgart, *Gustav Fischer Verlag*, ISBN 0-95084-860-3.

Nabakishor, N., Ayon, R. and Prateek, M., 2016, Screening of *Trichoderma* isolates for their potential of biosorption of nickel and cadmium, *Brazilian Journal Of Microbiology*, 47, 305-313.

Owaid, M., Al-saeedi, S. and Abed, I., 2015, Mineral Elements Of White, Grey, Yellow And Pink Oyster Mushrooms (Higher Basidiomycetes), *Gıda Dergisi*, 40 (6), 319-326.

Özbolat, G. ve Tuli, A., 2016, Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25 (4), 502-521.

Pace, G., 1998, Mushrooms of The World, *Canada*, Firefly Books Ltd., Ontorio, ISBN 1-85967-735.

Pegler, D. N., 1987, Mushrooms and Toadstools, *London,* Mac Donald and Co. Ltd.

Pekşen, A., Kibar, B. ve Yakupoğlu, G., 2007, Yenilebilir bazı *Lactarius* türlerinin morfololojik Özelliklerinin Protein ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 22 (3), 301-305.

Philips, R., 1981, Mushrooms ans Other Fungi of Great Britain and Europe, *London,* Pan Books Ltd,

Sesli, E. and Tüzen, M., 1999, Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey, *Food Chemistry*, 65, 71-76.

Sesli, E., Tüzen, M. and Soylak, M., 2008, Evulation of trace metal contents of some wild edible mushrooms from Black sea region, *Turkey, Journal of Hazardous Materials*, 160, 462-467.

Seven, T., Can, B., Darende, B. and Ocak, S., 2018, Hava ve toprakta ağır metal kirliliği, *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (2), 91-103.

Sevindik, M., Eraslan, C. ve Akgül, H., 2015, Bazı makrofungus türlerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi, *Ormancılık Dergisi*, 11 (2), 48-53.

Sevindik, M., Akgül, H., Günal, S. ve Doğan, M., 2016, *Pleurotus ostreatus*'un Doğal ve Kültür Formlarının Antimikrobiyal Aktiviteleri ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 153-156.

Sevindik, M., Akgül, H. and Bal, C., 2017, Determination of Oxidative Stress Status of Ompholatus olearius Gathered from Adana and Antalya Provinces in Turkey, *Sakarya University Journal of Science*, 21 (3), 324-327.

Širić, I., Humar, M., Kasap, A., Kos, I., Mioć, B. and Pohleven, F., 2016, *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 18239-18252.

Smith, A. ve Smith, W. N., 1996, The Mushroom Hunter's Field Guide, Michigan, *Thunder Bay Press, Universty of Michigan*.

Soylak, M., Saraçoğlu, S., Tüzen, M. and Mendil, D., 2005, Determination of trace metals in mushroom samples from Kayseri Turkey, *Food Chemistry*, 92, 649-652.

Svoboda, L., Zimmermannova, K. and Kalac, P., 2000, Concentrations of mercury, cadmium, lead and copper in fruiting bodies of edible mushrooms in an emissions area of copper smelter and a mercury smelter, *The Science of The Total Environment*, 246, 61-76.

Şen, İ., Allı, H., Çöl, B., Çelikkollu, M. and Balcı, A., 2012, Trace metal content of some wild-growing mushrooms in Bigadiç (Balıkesir), Turkey, *Turkısh Journal of Botany*, 36, 519-528.

Troger, R. ve Hubsch, P., 1990, Einheimische Grosspilze, *Gustav Fischer Verlag*, Stuttgart.

Turkekul, I., Elmastas, M. and Tüzen, M., 2004, Determination of iron, copper, manganese, zinc, lead, and cadmium in mushroom samples from Tokat, Turkey, *Food Chemistry*, 84, 389-392.

Tuzen, M., 2003, Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry, *Microchemical Journal*, 74, 289-297.

Tuzen, M., Sesli, E. and Soylak, M., 2007, Trace element levels of mushroom species from East Black Sea region of Turkey, *Food Control*, 18, 806-810.

Türkmen, M. and Budur, D., 2018, Heavy metal contaminations in edible wild mushroom species from Turkey's Black Sea Region, *Food Chemistry*, 254, 256-259.

Türk Gıda Kodeksi, 2002, Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ, *Resmi Gazete*, 23.

Türk Gıda Kodeksi, 2008, Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, *Resmi Gazete*, 26879 (26).

Türk Gıda Kodeksi, 2011, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği, *Resmi Gazete* 28157, 3. Mükerrer.

Tüzen, M., 1997, Bazı yabani ve kültür mantarlarında ağır metal tayini ile bu metallerin akümülasyon (Birikme) özelliklerinin incelenmesi, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 50.

Vural, H., 1993, Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler, *Çevre Dergisi*, 8, 3-8.

Watling, R., 1973, Identification of The Larger Fungi, *Hulton*, Educational Publications Ltd.

Winkler, R., 1996, 2000 Pilze Einfach Bestimmen, *Schweiz,* AT V. Aarau.

Yamaç, M., Yıldız, D., Sarıkürkcü, C., Çelikkollu, M. and Solak, M. H., 2007, Heavy metals in some edible mushrooms from the central Anatolia, *Turkey, Food Chemistry*, 103, 263-267.

Yenson, M., 1981, İnsan Biyokimyası, *Istanbul Üniversitesi Istanbul Tıp Fak. Biyokimya Kürsüsü*, İstanbul, 11-15.

Yeşilleten, N., 1996, Kimyasal maddelerde meydana gelen meslek hastalıkları, İşyeri Hekimliği Ders notları, *T.B.B. yayını Ankara*, 1, 56-102.

Yıldız, N., 2004, Toprak ve Bitki ekosistemindeki ağır metaller, *Yüksek Lisans ders notları*, ZT-531 (Erzurum).

Yılmaz, F., Işıloğlu, M. and Merdivan, M., 2003, Heavy metals levels in some macrofungi, *Turkish Journal of Botany*, 27, 45-56.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Aysun KONULGA
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Siverek, 1992
Telefon : 05534548543
e-mail : aysun.konulga@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	**Mahmutbey Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Bağcılar, İstanbul**	**2010**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya**	**2014**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuklu, Konya**	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015-2017	**Sınav Temel Lisesi, Selçuklu, Konya**	**Biyoloji Öğretmeni**
2017-	**Özel Selçuklu Temel Lisesi, Selçuklu, Konya**	**Biyoloji Öğretmeni**

YAYINLAR

Konulga A., Aktaş S., Arslan G., 2019, Bazı *Helvella* L. türlerinde Ağır Metal Analizleri, 1. Uluslararası ve 24. Ulusal Multidisipliner Klinik Toksikolojisi Kongresi, Konya. (Yüksek Lisans Tezinden yapılmıştır)