



T.C

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TOKAT İLİNDE TOPLANAN BAZI YENİLEBİLİR YABANI
MANTAR TÜRLERİNDE ESER ELEMENT TAYİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba TATAR

Danışman : Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL

TOKAT-2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL danışmanlığında hazırlamış olduğum “Tokat İlinde Toplanan Bazı Yenilebilir Mantar Türlerinde Eser Element Tayini” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

29/08/2024

Tuğba TATAR

JÜRİ KABUL VE ONAY

Tuğba TATAR tarafından hazırlanan “ **Tokat İlinde Toplanan Bazı Yenilebilir Mantar Türlerinde Eser Element Tayini**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı /08/2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzası

Üye (Başkan) : Prof. Dr. Mustafa TÜZEN

Üye : Prof. Dr. Köksal PAPUÇCU

Üye : Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL

ONAY

..... /..... /.....

Doç. Dr. Yusuf TEMUR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışma sürecimde her türlü destek gösteren bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL' a teşekkür ederim. Yine Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mustafa TÜZEN ve Sefa YILMAZ' a teşekkür ederim. Hayatımın her aşamasında olduğu gibi yüksek lisans çalışmalarımda da benden her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen eşim Nihat TATAR' a teşekkür ederim.

Tuğba TATAR

08/2024

ÖZET

TOKAT İLİNDE TOPLANAN BAZI YENİLEBİLİR YABANI MANTAR TÜRLERİNDE ESER ELEMENT TAYİNİ

Tuğba Tatar
Yüksek Lisans, Biyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim Türkekul
Ağustos 2024, x + 41 sayfa

Bu çalışmada, 2022- 2023 yıllarında Tokat ilinde ormanlık alanlarda toplanan *Lactarius deliciosus*, *Laetiporus sulphureus*, *Armillaria mellea*, *Cantharellus cibarius*, *Tricholoma terreum*, *Agaricus bitorquis*, *Boletus edulis*, *Hydnum repandum*, *Ramaria flava*, *Coprinus comatus* yabani yenilebilir mantar türleri yaş yakma tekniği ile çözdürüldü. Eser element içerikleri (Ni, Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, Ca ve Mg) Atomik Absorbsiyon Spektrometresi ile tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre incelenen mantar türlerinin en yüksek ve en düşük değerleri, literatürdeki verilerle karşılaştırıldı. Mantar türlerinde en düşük – en yüksek eser element konsantrasyonları; 1.62- 9.90 (Ni), 2.40-6.23 (Pb), -- (Cd), 4.86- 49.66 (Cu), 0.16- 2.68 (Cr), 4.41- 80.74 (Mn), 30.18-748 (Ca) ve 336- 462 (Mg) mg/kg olarak bulundu. Sonuç olarak elde edilen değerlerin mantar alanında çalışan bilim insanlarına yol gösterici olması amaçlanmaktadır. Protein bakımından zengin olan mantarların yetiştirildiği bölgeye göre içeriğinde değişiklikler olabileceği yol kenarı ve fabrika çevresinde toplanan mantarların ağır metal içeriğinin daha fazla olacağı dikkat çekmek istenmiştir. Bu çalışma, hem ekolojik hem de sağlık açısından önemli veriler sunarak, mantar tüketiminin güvenilirliği üzerine de ışık tutmayı amaçlamaktadır. Aşırı miktarda mantar tüketimi, insan vücudunda ağır metal birikimine yol açabilir ve bu da kanser gibi çeşitli hastalıklara neden olabilir.

Anahtar Kelimeler: Atomik Absorbsiyon, Eser Elementler, Mantar, Tokat-Türkiye

ABSTRACT

TRACE ELEMENT DETERMINATION IN SOME EDIBLE WILD MUSHROOM SPECIES COLLECTED IN TOKAT PROVINCE

Tuğba Tatar

Master's Degree, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim Türkekul

August 2024, x + 41 page

In this study, wild edible mushroom species *Lactarius deliciosus*, *Laetiporus sulphureus*, *Armillaria mellea*, *Cantharellus cibarius*, *Tricholoma terreum*, *Agaricus bitorquis*, *Boletus edulis*, *Hydnum repandum*, *Ramaria flava*, *Coprinus comatus* collected from forested areas in Tokat province in 2022- 2023 were thawed by wet burning technique. Trace element contents (Ni, Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, Ca and Mg) were determined by Atomic Absorption Spectrometry. According to the results obtained, the literature values of the highest and lowest valued species of the were compared with the data in the literature. The lowest and highest trace element concentrations in mushroom species are: 1.62 - 9.90 (Ni), 2.40 - 6.23 (Pb), -- (Cd), 4.86 - 49.66 (Cu), 0.16 - 2.68 (Cr), 4.41 - 80.74 (Mn), 30.18 - 748 (Ca) and 336 - 462 (Mg) mg/kg. The resulting values are intended to guide scientists working in the field of mushrooms. It has been noted that mushrooms rich in protein may vary in their content depending on the region where they are grown, and that mushrooms collected along roadsides and around factories are likely to have higher heavy metal content. This study aims to shed light on the safety of mushroom consumption by providing important data in terms of both ecological and health. Excessive consumption of mushrooms can lead to heavy metal accumulation in the human body, which can cause various diseases such as cancer.

Key Words: Atomic Absorption, Trace Elements, Fungus, Tokat-Türkiye

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME	i
JÜRİ KABUL VE ONAY.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
GİRİŞ	1
LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	3
2.1. Tokat Bölgesi ve Özellikleri	3
2.2. Mantarlar ve Mantarların Beslenme Açısından Önemi	3
2.3. Makro Mantar Yapısı ve Kimyasal İçeriği	4
2.4. Çalışılan Makro Mantar Türleri ve Özellikleri	5
2.4.1. <i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	5
2.4.2. <i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	6
2.4.3. <i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	6
2.4.4. <i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	7
2.4.5. <i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	8
2.4.6. <i>Agaricus bitorquis</i> (Quél.) Sacc.	8
2.4.7. <i>Boletus edulis</i> Bull.	9
2.4.8. <i>Hydnum repandum</i> L.	10
2.4.9. <i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél.	11
2.4.10. <i>Coprinus comatus</i> (O. F. Müll.) Pers.	11
2.5. Ağır Metaller ve Eser Elementler	12
2.5.1. Nikel.....	13
2.5.2. Kurşun.....	14
2.5.3. Kadmiyum	15

2.5.4. Bakır.....	16
2.5.5. Krom	17
2.5.6. Manganez.....	18
2.5.7. Kalsiyum.....	19
2.5.8. Magnezyum	19
MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. Kullanılan Cihazlar	21
3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler	22
3.3. Çalışılan Mantar Örneklerinin Toplanması, Teşhisi ve Kurutulması	22
3.4. Numunelerin çözülmesi	23
3.5. Numunelerin Analizi.....	24
3.6. Yöntemin Analitik Performans Tespiti.....	25
BULGULAR.....	26
SONUÇ ve TARTIŞMA	32
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ.....	44

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3. 1. Kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları.....	21
Tablo 3. 2. Kullanılan kimyasal maddeler.....	22
Tablo 4. 1 Mantar türlerinin eser element konsantrasyonları	27
Tablo 5. 1. <i>Lactarius deliciosus</i> mantar türünün literatür karşılaştırması tablosu.....	32
Tablo 5. 2. <i>Boletus edulis</i> ve <i>Tricholoma terreum</i> mantarlarının literatür karşılaştırması	33
Tablo 5. 3. <i>Lactarius deliciosus</i> ve <i>Agaricus bitorquis</i> mantarlarının literatür karşılaştırması	34
Tablo 5. 4. <i>Lactarius deliciosus</i> mantar türünün literatür karşılaştırması	35
Tablo 5. 5. <i>Laetiporus sulphureus</i> mantarının literatür karşılaştırması	36
Tablo 5. 6. <i>Lactarius deliciosus</i> mantar türünün literatür karşılaştırması	36
Tablo 5. 7. <i>Boletus edulis</i> ve <i>Coprinus comatus</i> mantarlarının literatür karşılaştırması	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1. Tokat ili siyasi haritası.....	3
Şekil 2. 2. <i>Lactarius deliciosus</i> 'un genel görünümü	5
Şekil 2. 3. <i>Laetiporus sulphureus</i> 'un genel görünümü.....	6
Şekil 2. 4. <i>Armillaria mellea</i> 'un genel görünümü	7
Şekil 2. 5. <i>Cantharellus cibarius</i> 'un genel görünümü.....	7
Şekil 2. 6. <i>Tricholoma terreum</i> 'un genel görünümü	8
Şekil 2. 7. <i>Agaricus bitorquis</i> 'un genel görünümü.....	9
Şekil 2. 8. <i>Boletus edulis</i> 'un genel görünümü	10
Şekil 2. 9. <i>Hydnum repandum</i> 'un genel görünümü	10
Şekil 2. 10. <i>Ramaria flava</i> 'un genel görünümü.....	11
Şekil 2. 11. <i>Coprinus comatus</i> 'un genel görünümü	12
Şekil 4. 1. Mantar örneklerindeki nikel konsantrasyonları	28
Şekil 4. 2. Mantar örneklerindeki kurşun konsantrasyonları	28
Şekil 4. 3. Mantar örneklerindeki kadmiyum konsantrasyonları	29
Şekil 4. 4. Mantar örneklerindeki bakır konsantrasyonları	29
Şekil 4. 5. Mantar örneklerindeki krom konsantrasyonları	30
Şekil 4. 6. Mantar örneklerindeki mangan konsantrasyonları	30
Şekil 4. 7. Mantar örneklerindeki kalsiyum konsantrasyonları	31
Şekil 4. 8. Mantar örneklerindeki magnezyum konsantrasyonları	31

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
μg	Mikrogram
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat
$\text{\AA}$	Angstrom
cm	Santimetre
e^{-}	Eksi Yüklü Tanecik
IR	İnfrared
kg	Kilogram
km^2	Kilometrekare
M	Nötral Atom
M^{+}	İyon
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
ppb	Milyarda kısım
ppm	Milyonda kısım

Kısaltmalar	Açıklamalar
AAS	Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi
EDL	Elektrotsuz Boşalım Lambası
FAAS	Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi
FAO	Uluslar Arası Gıda ve Tarım Örgütü
SRM	Standart Referans Madde
UV	Ultraviyole
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

GİRİŞ

Mantarlar, az kalorileri olmalarına rağmen yüksek miktarda protein, vitamin ve mineral içerirler (Racz ve ark., 1996). Ökaryotik hücre yapısına sahip olan mantarlar, klorofil içermezler, sporlar oluşturan ve genellikle saprofit veya parazit olarak yaşarlar. Dünya genelinde dağlardan ovalara, denizlerden sulak alanlara, ormanlardan tarım alanlarına ve çayirlara kadar çok sayıda farklı habitatlarda bulunurlar. Toprağın üst tabakalarında da sıkça rastlanırlar. (Wong G. J., 2011).

Avrupa’da yer alan doğu ve orta kesimden birçok ülkede, ayrıca Türkiye'nin bir çok yerinde yabani ortamlarda doğal olarak yetişen mantarlar, oldukça değerli bir besin kaynağı olarak değerlendirilir. Bu mantarların, bölgesel mutfaklarda besin olarak yaygın kullanımı besinsel değerleri bakımından önemli katkı sağlamaktadır. Manzi ve arkadaşlarının 2001 tarihli çalışmasında, bu mantarların besin değeri ve sağlık açısından faydaları üzerinde durulmuştur. Ayrıca, Gençcelep ve arkadaşlarının 2009 tarihli araştırmasında da, bu tür mantarların bölgesel beslenme alışkanlıkları ve ekonomik önemini vurgulamaktadır. Bu çalışmalar, mantarların beslenme ve sağlık açısından ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, Çin’de tıp tedavisinde mantarlar kullanılmaktadır. Bazı raporlar, mantarların hastalıklardan hipertansiyona, kolesterole ve kanserin önlenmesinde etkili olduğunu belirtmektedir. Bu fonksiyonel özelliklerin temelinde mantarın kimyasal yapısının rol oynadığı düşünülmektedir (Manzi ve ark., 2001).

Besin değerlerinin yanında mantarlar, doğadaki organik moleküllerin parçalanmasında önemli bir rol oynadıkları için, yetiştiği ortama ve kullandığı substratın içeriğine bağlı olarak, mantarlar ve bulundukları bölgedeki element oranlarında değişikliklere neden olabilirler. Bu nedenle, mantarlar ağır metal miktarları açısından diğer organizmalara göre daha yüksek olabilir. Örneğin, organizmalarda demir, kobalt, bakır, mangan, krom ve çinko gibi iz elementler iz miktarlarda gereklidir; ancak arsenik, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metaller zararlı olarak kabul edilir (Akgül ve ark., 2016).

Birçok mantar türünde, eser elementleri yüksek oranda biriktirme eğilimi bulunmaktadır (Mendil ve ark., 2004). Yeşil bitkilerle kıyaslandığında, mantarlardaki Pb, Cd, Hg gibi

bazı ağır metallerin konsantrasyonları daha yüksek olabilir. Ancak, bu ağır metallerin mantarlar aracılığıyla insan sağığına olan etkileri, önemli bir tehlike oluşturabilir (Gast ve ark., 1988). Mantarlardaki ağır metal konsantrasyonları, toprağıın türünden, ekosistemin özelliklerinden, çevrede oluşan etkenlerden, organik madde içeriğıinden ve asidik özellikler gibi faktörlerden etkilenir (Gast ve ark., 1988; Seeger, 1982; Sarikurkcı ve ark., 2011). Bu nedenle, mantar tüketimi öncesinde kaynağıın ve yetiştiğı ortamın dikkatli incelenmesi gereklidir.

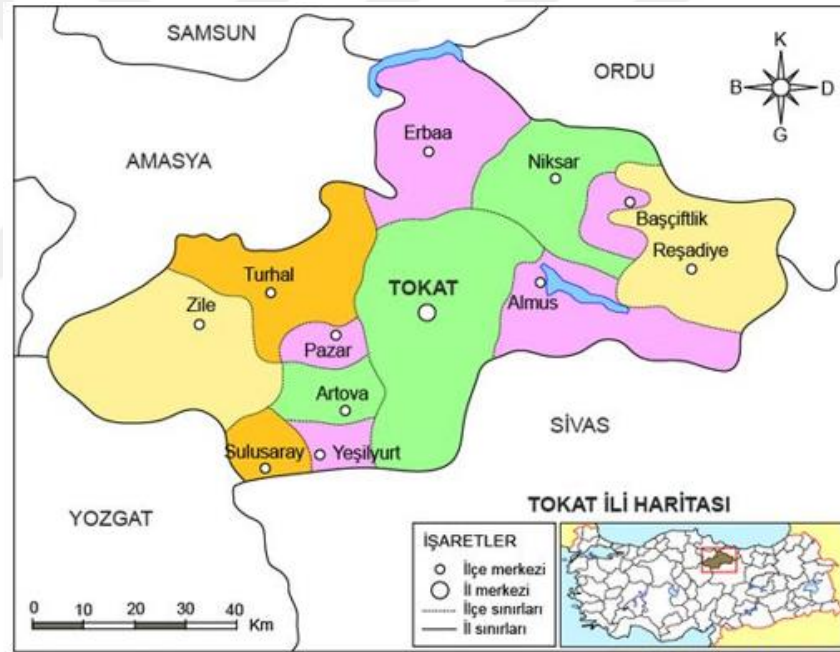
Türkiye, yenilebilir mantar kaynakları bakımından zengin bir çeşitliliğıe sahiptir. Ayrıca bu yabancı mantarların ihracatında da ölkemiz önemli bir yer edinmiştir. Bu çalışmamızda, Tokat ilinde toplanan çeşitli mantar türlerinde bulunan eser elementlerin (Ni, Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, Ca ve Mg) konsantrasyonlarını ve bunların insan sağığıı üzerindeki oluşturduğı potansiyel etkileri incelenmiştir.

LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Tokat Bölgesi ve Özellikleri

Tokat ili, Şekil 2.1’ de de görüldüğü gibi Orta Karadeniz Bölgesinin iç kesimlerinde yer alan bir ildir. Genel olarak ilin iklimi karasal iklim özellikleri göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak hava hakimken, kışları yoğun kar yağışlı ve soğuk şekilde geçer. Tokat'ın doğal bitki örtüsü ise genellikle bozkırlar ve ormanlardan oluşmaktadır.

Mantar çeşitliliği bakımından Tokat, zengin bir flora ve faunaya sahiptir. İl genelinde çeşitli ormanlık alanları, tarım arazileri ve dağlık bölgeleri bulunmaktadır. Bu çeşitlilik sayesinde Tokat, farklı mantar türlerinin yaşam alanı olabilir.



Şekil 2. 1.Tokat ili siyasi haritası

2.2. Mantarlar ve Mantarların Beslenme Açısından Önemi

Mantarların, ökaryotik yani gerçek bir çekirdeği olan çok sayıda hücresi veya tek hücresi olabilen, bir canlı alemi grubudur. Dünyada dört bir yanda yaygın olarak bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 1,5 milyon mantar türü dünya genelinde olduğu tahmin edilmektedir. Ancak, yaklaşık sadece 120,000 türleri tanımlanabilmiştir (Gucin ve Tamer, 1994).

Mantarlarda, saprofit beslenme ile dünyada madde döngüsünün devamlılığını sağlayarak yaşamın sürdürülmesinde önemli bir rol üstlenirler. Mantar türlerinin toprakta yetişenleri, bitkiler ve buna bağlı birlikte yaşayan hayvanların türlerinin dağılımını belirlemiştir (Liang B., 2005). Mantar çeşitliliğinde, ekosistemin verimliliği belirleyici bir faktördür. Kısacası, mantarların bitkilerle mutualist bir ilişki içinde yaşamaları, çeşitli canlıların dünya üzerinde yaşamalarını önemli ölçüde etkilemiştir (Song Y. Y., 2010).

Dünyada çeşitli türleri bulunan mantarlar, yüksek besin değerleri ile önemli gıda kaynağı olarak kabul edilirler. Mantarların, özellikle yüksek proteinli ve demirli içeriği ile dikkat çekerler ve ayrıca A, B, D ve K vitaminleri ile kalsiyum, potasyum, fosfor ve bakır gibi mineraller de barındırırlar. Bu özellikleri mantarları, bitkisel protein kaynakları bakımından en önemlilerden biri kabul ettirmektedir (Pamir M. H., 1985).

Mantarların besin kaynağının sağlıklı olma özelliği, protein kaynağı olarak iyi olması, kolesterol içermemesi, lifli yapıları, vitaminler ve mineraller açısından zengin olmaları yanında bazı mantarlarda bulunan β -glukan gibi biyoaktif molekülleri içermelerinden kaynaklanmaktadır (Chang S. T. ve Miles P. G., 2004).

2.3. Makro Mantar Yapısı ve Kimyasal İçeriği

Mantarlarda %88-94'ü su, geriye kalan %6-12'lik kısmı ise çeşitli bileşenlerden oluşur: %42-71'i karbonhidrattan, %15-42'si proteinden, %2-6'sı ham yağdan, ve %6-13'ü kül içeriklidir (Gucin ve Tamer, 1994). Mantarların besin kaynağında, özellikle proteini oldukça zengindir ve birçok bilim insanı, mantarın bitkisel kaynaklı en iyi protein olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, mantarların düşük yağ içeriği de önemli bir özelliktir. Örneğin, kırmızı et ürünleri tüketildiğinde vücuda alınan doymamış yağ oranı genellikle %17-20 civarındadır ve bu yağlar doymuş yağlarla birleştiğinde kalp ve damarda hasarlara yol açabilir. Bu nedenle, sağlık açısından kırmızı et ürünleri veya beyaz et ürünleri yerine protein ihtiyacını karşılamak için mantar tüketimi önerilmektedir (Gucin ve Tamer, 1994).

2.4. Çalışılan Makro Mantar Türleri ve Özellikleri

2.4.1. *Lactarius deliciosus* (L.) Gray

Şapka çapı 5-12 cm olup, gençken kenarları içe kıvrık, basık merkezli ve planokonveks bir şekildedir. Olgunlaştığında ise genişleyerek huni şeklini alır ve açık veya koyu turuncu renkte olur. Şapka yüzeyinde soluk yeşilimsi lekelerle konsantrik halkalar bulunur (Şekil 2.2). Eti beyaz renkte, ancak şapka kütikulasının altında, lamellerde ve sapın korteksinde koyu turuncu bir renk gösterir. Lameller gençken krem turuncu renkte, sonra turuncuya döner ve az dekuranttır. Sap, şapka kısmı aynı renkte olup, beyaz veya açık turuncu üzerinde turuncu beneklerle kaplıdır; şapkanın yakındaki uç kısımları beyazımsıdır. Silindirik yapılı sapın, gençken içi doludur, fakat zamanla içi boşalır. Spor baskısı krem rengindedir. Spor boyutları 7,2-9x5,9-7 µm, eliptik şekildedir, hiyalin olup üzerindeki düzenli damar ağ yapısı oluşturur. Mantarın sütü kırmızımsı turuncu olup, 1-2 saat içinde yeşilimsi bir renk alır.



Şekil 2. 2. *Lactarius deliciosus*'ın genel görünümü

2.4.2. *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill

Şapka 5–25 cm çapında ve 20 cm yelpaze şeklinde ile yarım daire şeklinde veya düzensiz; pürüzsüz veya ince buruşuk, gençken parlak sarı ila parlak turuncu; Şekil 2.3’ de görüldüğü gibi parlak ila donuk sarı kenarlı, donuk sarımsı bir renge dönüşür ve olgunluktan uzun süre sonra neredeyse beyaza döner. Et, kalın; gençken yumuşak ve sulu, daha sonra sertleşiyor ve sonunda kireçlenip ufalanıyor; beyazdan soluk sarıya; dilimlendiğinde değişmez. Sporlar 5,5–7 x 3,5–5 µm; elipsoid; düz; hiyalin; amiloid



Şekil 2. 3. *Laetiporus sulphureus*’un genel görünümü

2.4.3. *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.

Şapka 3-12 cm çapında, çok değişken, konveks, sonra düzleşir. Merkezi olarak basık veya dalgalıdır. Şekil 2.4’de görüldüğü gibi sarımsı-kahverengi-koyu kahverengi arasında değişen renklerde, sık sık zeytinimsi lekeli, özellikle merkezde koyu ipliksi pullarla kaplıdır. Sap 60–150×5–15 mm, sık sık tabana doğru sivrilir. Sarımsı, tabanda kırmızı-kahverengi olmaya başlar. Başlangıçta kalın beyaz renk ile sarı renk arasında değişken renge sahip pamuksu bir annulus bulunur. Eti beyaz, lameller başlangıçta beyaz, daha sonra sarımsı olgunlaştığında pembemsi kahverengidir. Sporlar 8-10x5-7 µm, eliptik, düz, hiyalin amiloid değil. Spor baskısı soluk kremdir.



Şekil 2. 4. *Armillaria mellea* 'nın genel görünümü

2.4.4. *Cantharellus cibarius* Fr.

Çapı 10 cm'ye kadar olan, genellikle huni şeklindeki dalgalı, düzensiz bir kenarı vardır. Renk açık sarıdan koyu yumurta sarısına kadar değişir, ancak bazen ince beyaz bir kenarlı olabilmektedir. Lameller çok kalın ve düzensiz olup gövdeden aşağı doğru uzanmaktadır; gövdeye doğrudan yakındırlar ancak çatallıdırlar ve başlığın kenarına doğru daha kıvrımlıdırlar. Sap, şapka ile aynı renkte veya biraz daha soluktur; genellikle 2-4 cm, genellikle kavislidir ve bazen tabana yakın bir yerde birleşir. Sporlar elipsoidal, pürüzsüz ve 7-11 x 4-6 µm boyutlarında olup; inamiloid özellik göstermektedir ve KOH çözeltisinde hiyalin görünümündedir. Hafif kayısı kokusunda olup, tadı ayırt edici değildir.



Şekil 2. 5. *Cantharellus cibarius* 'un genel görünümü

2.4.5. *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm.

Şapka 4-7 cm çapında, açık veya koyu gri, ince tüylü, ilk önce çan, daha sonra konveks şekilden düzleşir, küçük umboludur. Sık sık kalkan şeklindedir. Olgunlaşan mantarlarda şapka kenarları yarılr. Şekil 2.6' de görüldüğü gibi eti beyazımsı gri ve yumuşaktır. Lameller emarginat, ilk önce beyaz daha sonra gri renk olur. Sap 4-7x1-2 cm, lifsi yapıda, içi dolu, silindirik, annulus bulunmaz. Spor baskısı beyazdır. Sporlar 5-7x4-5 µm, düz, hiyalin, eliptik ve amiloid değildir.



Şekil 2. 6. *Tricholoma terreum* 'un genel görünümü

2.4.6. *Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc.

Şapkanın çapı 3-8 cm olup, gençken küresel yapılı, olgunlaştığında ise konveks bir yapıdadır. Şekil 2.7' de görüldüğü gibi, genç mantarlarda şapka beyaz renkli, olgunlukta sarımsı kahverengiye dönüşür. Sap uzunluğu 2-5x1-4 cm boyutlarında, silindirik, içi dolu ve lifli bir görünüm sergiler. Oldukça kalındır. Hoş bir tadı ve mantar benzeri bir kokusu olup eti beyazdır. Genç mantarların lamelleri, velum paryetal tarafından örtülüdür; şapkanın açılmasıyla lameller önce kirli pembe, sonra ise koyu çikolata rengini alır. Spor izi kahverengi olup, sporlar 5,7-7,4x4-5,3 µm ölçülerinde, ovat-yarıküresel şekildedir.



Şekil 2. 7. *Agaricus bitorquis* 'in genel görünümü

2.4.7. *Boletus edulis* Bull.

Şapka 6-20(30) cm çapında, genç dönemde yarı küresel, daha sonra konveksten düzleşir ve yastık şeklinde, yüzeyi düz, ince tüylü, süet gibi, nemli olduğunda hafif kaygan olup, Şekil 2.8' de görüldüğü gibi genç dönemde beyaz, daha sonra artarak tarçın kahverengi renk alır. Eti genç dönemde beyaz ve sıkı, yaşlandığında kütikula altında kahverengidir. Porlar genç dönemde beyaz daha sonra artarak sarı renkten zeytinimsi yeşil renge döner. Kesildiği zaman rengi değişmez veya çok az mavimsi renk alır. Sap 60-150(200)x20-60 mm, içi dolu, genellikle genç dönemde ventrikoz, daha sonra silindirik veya klavat, rengi beyaz renkten açık kahverengiye döner. Spor baskısı açık zeytinimsi kahverengidir. Sporlar $8,8-17,1 \times 3,4-7,8 \mu\text{m}$, eliptik, düz, açık yeşil, sistid fuziformdur.



Şekil 2. 8. *Boletus edulis* 'in genel görünümü

2.4.8. *Hydnum repandum* L.

Şapka 3-10 cm çapında, ilk olarak kenarları içeriye kıvrık konveks, daha sonra düzleşmeye başlar ve sık sık biraz huni şeklindedir. Şekil 2.9'da görüldüğü gibi ilk olarak kadifemsi daha sonra süet şeklinde, krem, sarımsı veya soluk ten rengindedir. Sap 20-60x15-30 mm, silindirik, sık sık merkezden uzak, ince tüylü, beyaz, yaralandığında tabanın yanlarında sararır. Eti beyaz, yumuşak ve kalındır. Sporları 6-9x5-6,5 µm ölçülerindedir ve beyaz, geniş eliptik veya yarı küresel şekildedir; amiloid özellik taşımaz ve hiyalin, düz yüzeylidir. Bazidium dört spor üretir ve sistid içermez.



Şekil 2. 9. *Hydnum repandum* 'un genel görünümü

2.4.9. *Ramaria flava* (Schaeff.) Quél.

Bazidiokarp, 10-20 cm yüksekliğinde ve 7-15 cm genişliğinde olan, Şekil 2.10'da gösterildiği gibi limon veya sülfür sarısı rengindedir, zamanla sarımsı kahverengi bir ton alır. Yoğun bir şekilde dallanan bazidiokarpın sapı 50-80x40-50 mm ölçülerindedir ve beyazımsı bir tabanı vardır. İleri dönemlerde yaralandığında sap kısmı, kırmızımsı kahverengi bir renk alır. Eti beyazımsı, soluk sarımsı, kırılgan ve içi doludur. Sporlar ise 11-18x4-6,5 µm boyutlarındadır, eliptik formda, yüzeyi pürüzlü ve soluk sarımsı kahverengidir.



Şekil 2. 10. *Ramaria flava* 'nın genel görünümü

2.4.10. *Coprinus comatus* (O. F. Müll.) Pers.

Şapka 20-50 mm çapında, 50-150 (180) mm yüksekliğinde, genç evrede silindirik-ovoiddir. Bir velum tarafından şapka kenarları sap ile birleştirilmiş, Şekil 2.11'de görüldüğü gibi kütikulanın parçalanması sonucu oluşan yoğun beyaz renkli tüysü-pulludur. Çoğu zaman şapkanın apeksinde soluk kahverengi bir tepe kısmı bulunur. Şapka daha sonra silindirik-kampanulat bir şekil alır. Kenar kısımları ışınsal olarak parçalanır ve erir. Et kısmı beyaz, yumuşak ve incedir. Lameller serbest, genç evrede

beyaz, daha sonra pembe renge döner. İlerleyen zamanda siyahlaşır ve akar. Sap 100-200(300)x10-30(40) mm, şapkaya doğru bir miktar sivrileşir, tabana doğru bir miktar genişler. Sporlar 9,5-12x6,1-8,3 µm, eliptik-ovoid, sarımsı-kahverengi, merkezi çimlenme porlu, spor baskısı siyahdır.



Şekil 2. 11. *Coprinus comatus* 'un genel görünümü

2.5.Ağır Metaller ve Eser Elementler

Eser olarak kabul edilen derişim aralığı zamanla değişiklik göstermiştir. İlk analiz dönemlerinde, %10-1 ile %10-2 derişimleri, yalnızca nadiren eser olarak kabul ediliyordu. Bu seviyeler, dönemin analiz yöntemleriyle sınırlı olduğundan, daha düşük derişimler belirlenmiş olarak kabul edilmiyordu. Ancak 1950'li yıllardan itibaren, %10-3 ile %10-5 derişim aralığı eser olarak tanımlanmaya başlandı. Bu dönemde, analitik tekniklerdeki gelişmeler ve hassas ölçüm yöntemleri, daha düşük derişimlerin belirlenmesini sağladı.

1965'li yıllara gelindiğinde ise, eser terimi daha da genişleyerek %10-6 ile %10-8 derişim aralığını kapsayacak şekilde tanımlandı. Bu değişim, analitik kimyanın ve ilgili bilim dallarında kullanılan teknolojik aletlerin gelişmesiyle doğrudan ilişkilidir. Kaiser, bu alandaki ilk sistematik yaklaşımı ortaya koymuş ve böylece ppm (parts per million)

ve ppb (parts per billion) terimlerinin tanımlanmasına öncülük etmiştir. Bu terimler, elementlerin çözeltilerdeki derişimlerini tanımlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde, eser elementler genel olarak %10-2 ile %10-6 aralığındaki derişimlere sahip olarak tanımlanmaktadır. Bu aralıktan daha düşük derişim seviyeleri ise ultra-eser olarak adlandırılmaktadır. Başka bir ifadeyle, eser element terimi, mg/L (miligram/litre) veya µg/L (mikrogram/litre) düzeyindeki element derişimleri için de kullanılabilir. Bu gelişmeler, analitik kimyanın ve ölçüm teknolojilerinin ilerlemesini yansıtarak, daha hassas ve doğru derişim ölçümlerinin yapılabilmesini sağlamıştır. (Minczevski vd. 1982).

Genellikle besin yoluyla alınan ve vücutta birikmesi zehirleyici etkilere neden olan metaller ağır metallerdir. Bazıları, çok az miktarlarda bile zehirleyici olabilir. Ana ağır metaller arasında Fe, Ag, Sb, Be, As, Cr, Cu, Pb, Cd, Ni, Se, Hg, U, V, Ti, Mn ve Zn bulunmaktadır. Özellikle Cr, Hg, Pb ve Cd gibi elementler, çok düşük konsantrasyonlarda bile ciddi sağlık sorunlarına ve hatta ölüme neden olabilir.

Çevremizde yaygın olarak bulunan birçok ağır metal atmosferde, baca gazlarında, egzozlarda, madencilik ve tarım ilaçları gibi kaynaklarda bulunur. Bu maddelerin kullanımıyla ağır metaller ortama salınır. Bitkiler, bu metalleri absorbe ederek sulara karışır ve sonuçta biz tüketicilere besin ve içecek olarak geçer. Vücut, birçok ağır metali doğal olarak atamadığından birikirler ve sağlığımızı tehdit ederler.

2.5.1. Nikel

Oldukça ağır ve sert bir yapıda olan Nikel, katı halde ve gümüş rengine bulunan bir maddedir. Paslanmaz çelik üretimi nikelin en yaygın kullanım alanı olup dünya genelinde nikelin bulunma oranı % 6 civarındadır. Bu oran ile nikel 22. sırada yer alır. Günümüzde sıklıkla tercih edildiğı alanlar paslanmaz çelik, uçak, vagon, bazı ev eşyaları, kamyon ve lokomotif gibi ulaşım araçlarıdır. Nikelin düşük ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılığı, motor parçalarında kullanılmasını da teşvik eder. Ayrıca, nikelin alaşımlar halinde kullanıldığı yüksek ısı gerektiren ürünlerde yaygın olarak kullanıldığını belirtmek gerekir. Nikel, para basımında yaygın olarak

kullanılmasının yanında, araç parçalarındaki krom kaplama bölümlerinin alt kısmında da sıklıkla kullanılmaktadır.

Nikel, insan vücuduna solunum yoluyla, içme suyu, gıda tüketimi ve sigara içme yoluyla geçebilir. İz miktarlarda alınması vücut için genellikle gerekli olmakta , aşırı miktarda alındığında sağlık yönünden tehlikeli olabilir. Nikelin yüksek miktarda alınması, akciğerlerde, burunda, prostat ve gırtlak kanseri riskini artırabilir. Ayrıca, akciğerlerde tıkanma, solunum yetersizliğine, doğum kusurlarına, astım ve kronik bronşit gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Nikelin mücevherler yoluyla kaynaklı alerjik reaksiyonlar, kalp rahatsızlıkları ve nikel gazına maruz kalındığında halsizlik ve baş dönmesi gibi belirtiler de ortaya çıkabilir (Radjaei, 2006).

2.5.2. Kurşun

Kurşun, insan faaliyetleriyle biyosfere önemli ölçüde yayılan bir metaldir. Günümüzden yaklaşık 4000-5000 yıl önce, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretiminde yan ürün olarak keşfedilmiş olan kurşun, zamanla üretim ve kullanımında bir artış göstermiştir. Özellikle Roma İmparatorluğu döneminde su borularında ve su depolarında kullanılmıştır. Bilim insanlarının ve tarihçilerin bazıları, bu kullanımın Roma İmparatorluğu'nun çöküşüne sebep olduğunu öne sürmektedir.

Kurşun zehirlenmesinin sonuçları arasında, lider sınıfının düşünme kapasitesinde azalma, doğum oranlarında düşüş ve yaşam süresinde kısalma gibi etkiler olduğu öne sürülmektedir. Bu iddialar, kurşun zehirlenmesinin Roma İmparatorluğu'nun çöküşünde önemli bir rol oynamış olabileceğini savunmaktadır. 20. yüzyılın başlarında, kurşun oksit, paslanmaya karşı koruyucu bir boya maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Ancak, kurşun oksidin hafif tatlı bir tadı olması, çocukların bu boyalardan döküntüleri yemelerine ve özellikle küçük çocuklarda kurşun hassasiyetinin artmasına yol açmıştır. Bu durum ciddi sağlık sorunlarına neden olmuştur. Almanya'da ve diğer gelişmiş ülkelerde, 1971'de boya maddelerinde kurşun kullanımını ve 1979'da yemek saklama kutularında kurşun kullanımını sınırlayan yasalar çıkarmıştır. Kurşunun diğer önemli kullanım alanları arasında teneke kutu kapaklarında, kurşun-kalay alaşımlı kaplarda, seramik sırlarında, böcek ilaçları ve aküler gibi ürünler bulunmaktadır.

İnsan vücudunda kurşun miktarı ortalama 125-200 mg arasında değişir ve normal şartlarda vücut günde 1-2 mg kurşunu atabilme kapasitesine sahiptir. Çoğu kişi günlük olarak 300-400 mg'dan fazla kurşuna maruz kalmamaktadır. Ancak, eski iskeletler üzerinde yapılan kemik analizlerinde, günümüz insanların kemiklerinde atalarımıza göre 500-1000 kat daha fazla kurşun bulunduğunu ortaya koymaktadır (Kartal ve ark., 2004).

1920'lerde kurşun bileşiklerinin benzine eklenmesi, çevre ve insan sağlığı üzerinde ekolojik etkileri olan kurşun miktarının artmasına neden olmuştur. Ancak, günümüzde kurşunlu benzin kullanımı gittikçe azalmaktadır. Bu yıllarda kurşun ayrıca yüksek oranda paslanmaya karşı koruyucu olarak boyada hammadde olarak da kullanılmıştır (Toscalı ve Eren, 2004).Kurşun, kan dolaşımı ile beyin, dalak, akciğer, karaciğer, kalp, böbrekler ve kas gibi organlara ulaşır. Vücuda alınan kurşunun yaklaşık %94'ü diş ve kemiklerde birikim yapar. Aşırı kurşun alımı durumunda, sinir sistemi öncelikli olarak etkilenir ve parmaklarda, el ve ayak bilek kısımlarında güçsüzlük, hafıza kaybına, konsantrasyon zorluğuna, anemi ve yüksek tansiyon gibi belirtiler görülebilir. Çok yüksek seviyedeki kurşun alımı ise beyin ve böbreklerde ciddi hasarlara neden olabilir (Aydemir, 2001).

2.5.3 Kadmiyum

Kadmiyum, gümüş renginde bir metaldir ve periyodik cetvelin II B grubunda bulunur. Genellikle madenlerde, özellikle çinko ile birlikte bulunur; bu nedenle çinko metalinin bir yan ürünü olarak kabul edilir (Hachette, 1993).

Kadmiyum, zehirli bir ağır metaldir ve fazla miktarda alınması akut toksisiteye yol açabilir. Özellikle 16 mg/L kadmiyum içeren su tüketimi, kusma, karın ağrısı ve bulantı gibi belirtilere yol açabilir (Köstekci, 2017).Günümüzde, kadmiyum endüstriyel uygulamalarda çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin, nikel/kadmiyum karışımı pillerde, özellikle deniz koşullarına karşı dayanıklılığı sayesinde gemi sanayisinde çelik kaplamalarda, boya sanayisinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde sıkça tercih edilmektedir. Ayrıca, kadmiyum fosfatlı gübreler, deterjanlar ve rafine petrol türevlerinde empürit olarak bulunabilir. Bu maddelerin yaygın kullanımı,

çevrede önemli oranda kadmiyum kirliliğine yol açabilir (Kahvecioğlu vd., 2003).Kadmiyumun endüstriyel ve tarımsal kullanımı, çevresel ve insan sağlığı açısından önemli endişelere neden olmaktadır.

2.5.4. Bakır

Bakır tarihte ilk olarak Mısırlılar tarafından işlenmiştir. Doğada 200'den fazla bakır minerali bulunmasına rağmen, endüstriyel açıdan önemli olan sadece 20 tanesi bakır cevheri olarak değerlendirilir. Bakırın geniş bir özellik yelpazesi, onu endüstride değerli malzeme haline getirir. Yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, aşınma ve korozyona karşı direnç, şekillendirilebilirlik ve dövülebilirlik gibi özellikleri, bakırı en tercih edilen bir malzeme yapar. Bakır alaşımları otomotivden basınçlı sistemlere, borulardan vanalara, elektrik santrallerden elektrik-elektronik uygulamalarına kadar birçok endüstride yaygın olarak kullanılır. Atmosfere salınan bakırın yalnızca %1'i biyolojik olarak kullanılabilir iyon formunda kalırken, geriye kalan kısmı tortul olarak birikmektedir (Duffus, 1981).

Bakır, insanlar ve hayvanlar için günlük yaşamda sıkça kullanılan bir metaldir ve bu nedenle zehirlenmelere neden olabilir. Ancak, bakır birçok canlıda doku hücrelerinde iz element olarak bulunması büyük bir öneme sahiptir. Bakır, birçok biyolojik süreçte kritik rol oynar ve vücut için hayati öneme sahiptir. Özellikle enzimlerin yapısal ve fonksiyonel bileşenlerinde yer alarak metabolizmanın düzenlenmesine katkı sağlar. Bakır, demir metabolizması, oksijen taşınması, bağışıklık sistemi fonksiyonları ve sinir iletimi gibi temel biyolojik süreçlerde gereklidir. Bu nedenle, bakırın iz element olarak dengeli bir şekilde alınması ve vücuttaki uygun düzeylerin korunması önemlidir (Jenkins, 1989).

Bakır, oldukça yaygın bir metal olmasına karşın, vücuttan atılmadığında Wilson hastalığına yol açabilir. Bu hastalık, başta karaciğer, beyin ve göz olmak üzere birçok organda ve dokularda toksik seviyelerde bakır birikimi ile tanımlanır. Wilson hastalığı genellikle karaciğerde hafiften şiddetliye değişen ağrılarla ortaya çıkar. Bu belirtiler arasında hafif veya orta dereceli yağlı değişim, akut hepatit, kronik hepatit ve siroz yer alır (Toscalı ve Eren, 2004).

2.5.5. Krom

Kromun sudaki bulunuşu genellikle 6 değerlikli formda olup, 3 değerlikli kroma nadiren rastlanır. Ancak 6 değerlikli krom, kanserojen özelliklere sahiptir, bu nedenle içme sularındaki krom kirliliğinden korunmak önemlidir. Düşük pH değerlerine sahip suların iz düzeylerde krom içerebileceği bilinmektedir. Bununla birlikte, suyun kirlenmesi sonucunda kromat bileşiklerinin suya karışması da mümkündür (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Krom, doğada yaygın olarak bulunan bir metal olup, vücutta insülin hormonun düzenlenmesine yardımcı olarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkiler. Havada genellikle $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve temiz suyun içinde ortalama $1 \mu\text{g}/\text{L}$ kadar bulunur. Topraklarda ise kromun miktarı değişkenlik gösterir; bazı toprak türlerinde 2-60 mg/kg'arasında, kirlenmemiş topraklarda ise 4 g/kg'a kadar çıkabilir. Renkli yapısı nedeniyle Yunanca'da "renk" anlamına gelen "krom" adı verilmiştir. Krom, alaşım elementi olarak kullanılır ve metal işleri, dökümhaneler, kâğıt endüstrisi, kimya sanayi ve deri tabaklama gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. Tarım topraklarında izin verilen krom seviyesi genellikle 100 mg/kg'dır ve ekstrakte edilebilir krom seviyesi 1 mg/kg'dır. Krom bakımından zengin topraklar genellikle serpantin ana maddesinden oluşur ve bitkilerde krom birikimi nadirdir. Çoğu durumda, krom tuzlarının kullanılması bile topraktaki kromun hareketsiz duruma geçmesi nedeniyle genellikle zararlı etkilere neden olmaz. Ancak, krom miktarının çok yüksek seviyelerde uygulanması bitkilerde zehirli etkilere yol açabilir (Seven ve ark., 2018).

Krom (III), birçok sebze, meyvede, et, maya ve tahılda doğal olarak bulunur. Ancak, gıdaların hazırlanması ve saklanması gibi etmenler krom içeriğini etkileyebilir. Örneğin, gıdaların saklanmasında çelik tank veya kutuların kullanılması, krom konsantrasyonunu artırabilir (Anonim, 2016d).

Krom bileşiklerinin aşırı miktarda alınması toksik olabilir. Krom (III) eksikliği, kalp sorunları, metabolizma bozuklukları ve diyabete neden olabilecek etkilere sahip olduğu için insanlar için önemli bir besin ögesidir. Ancak Krom (VI) fazla alındığında çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu etkiler arasında deri dökülmeleri, burun tahrişleri, burun kanamaları, mide rahatsızlıkları, ülser, solunum problemleri, zayıflamış

başıklık sistemi, böbrek ve karaciğerde hasarlar, genetik materyalde değişiklikler, akciğer kanseri ve ölüm yer almaktadır (Anonim, 2016d).

2.5.6. Manganez

Manganez, dünya genelinde yaygın olarak bulunur ve vücutta hem eksikliği hem de fazlalığı ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Manganezin yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu besinler; ıspanak, çay, baharatlar, tahıllar, pirinç, soya fasulyesi, yumurta, fındık, zeytinyağı, yeşil fasulye ve ıstiridye yer alır. İnsan vücuduna alındığında manganez, kan ile pankreas, karaciğer, böbrekler ve endokrin bezlere taşınır.

Manganez fazlalığında insan sağlığına çeşitli olumsuz etkileri arasında baş ağrısı, kas zayıflığı, uyku bozuklukları, şizofreni, solunum sorunları, beyin ve sinir hastalıkları, unutkanlık, Parkinson hastalığı, akciğer problemleri, bronşit ve erkeklerde iktidarsızlık yer alır. Ayrıca, manganez aşırı fazla olmasının yol açtığı diğer sağlık sorunları arasında obezite, glukoz intoleransı, kan pıhtılaşma bozuklukları, cilt problemleri, düşük kolesterol seviyeleri, iskelet bozuklukları, doğum kusurları, saç rengindeki değişiklikler ve nörolojik belirtiler de bulunmaktadır (Anonim, 2016b).

Atmosferik olayların etkisiyle toprak veya tortul kütlerdeki manganez, çözünerek suya geçer. Demir bakımından zengin suların sık sık mangan içerdiği görülür, ancak bu miktar çok azdır ve genellikle litrede 0.3 mg'ı geçmez. Yer altı sularında manganez, oksijen eksikliğinden dolayı iki değerlikli formda bulunur. Bu durum, özellikle göller ve baraj rezervuarlarının dip çökeltisi çamurlarında ve yüzey sularında gözlemlenir ve indirgeyici koşullar altında çamurdan suya geçiş yapar. Suyun içinde bulunan manganez, endüstriyel sular için demirle benzer şekilde zararlı etkiler yaratabilir; bu da bazı bakterilerin çoğalmasına ve boruların tıkanmasına yol açabilir. Suda 0.5 mg/l'den fazla manganezin bulunması, suda kötü bir tat verebilir ve çamaşır yıkama, çay ve kahve hazırlama gibi işlemler için uygun olmayabilir. Bu yüzden, endüstriyel süreçlerde mangan içeren suyun arıtılması önem arz eder (Dumlu, 1975). Manganez miktarları yiyecekler arasında önemli ölçüde farklılık gösterir. Süt ürünlerinde düşük konsantrasyonlarda bulunurken, etlerde 0 ile 0.8 mg/ kg arasında, balıkta ise 0 ile 0.1 mg/ kg arasında değişen miktarlarda bulunabilir (Parada, 1987).

2.5.7. Kalsiyum

1920'lerde insanlar ve hayvanlar için kalsiyumun önemi fark edilmiştir (Akgün, 1987). Bu dönemde yapılan çalışmalar, kalsiyumun vücut sağlığı için kritik bir mineral olduğunu ortaya koymuştur.

Kalsiyum, insan vücudunda en fazla bulunan mineral olup, toplam vücut ağırlığında yaklaşık olarak %1.5-2'sini oluşturmaktadır. Yeni doğan bir bebekte yaklaşık 30 gram kalsiyum bulunurken, yetişkin bir bireyde vücudunda bu miktar yaklaşık 1200 gramdır. Bu kalsiyumun %99'u, yani yaklaşık 1135 gramı iskeletlerde depolanırken, geri kalan kalsiyum şu şekilde dağılmıştır: %0.6'sı (7 gram) dişlerde, %0.6'sı (7 gram) yumuşak dokularda, %0.03'ü (0.35 gram) plazmada ve %0.06'sı (0.7 gram) ekstrasellüler sıvılarda bulunur. Bu dağılıma bakarak, kalsiyumun vücutta çeşitli dokularda ve sistemlerde önemli işlevler üstlendiğini görülmektedir (Washington, 1989). Kalsiyum, kanın pıhtılaşmasında, kas tonusunda ve sinirsel iletimde önemli bir mineraldir. Özellikle kalp kaslarının normal kasılıp ve gevşemesi için kalsiyum iyonunun yanı sıra sodyum, magnezyum ve potasyum iyonları arasında bir denge sağlanması gerekmektedir (Aksoy, 2000). Bu denge, kalp fonksiyonlarının sağlıklı bir şekilde devam etmesi için hayati öneme sahiptir.

2.5.8. Magnezyum

Magnezyum (Mg), genellikle diğer metallerle alaşım şeklinde kullanılan gümüş beyazında bir metaldir. İngiltere'de 1755 yılında Joseph Black tarafından keşfedilen magnezyum, 1808 yılında Humphrey Davy tarafından saf halde magnezya ve civa-II-oksit (HgO) karışımından ayrıştırılmıştır. Atom numarası 12 ve atom ağırlığı 24 olan magnezyum, en hafif metallerden biridir. Magnezyum toz halinde kolayca yanar ve parlak bir alev oluşturur; bu özelliği nedeniyle, elektrikli fotoğraf makinelerinin flaşları geliştirilmeden önce flaşlı fotoğraflar çekmek için magnezyum yakılmıştır (Mordike ve ark., 2001).

Magnezyum minerali, fotoğraf makinelerinin gövde ve flaş kaplamalarından işaret fişekleri ve yangın bombalarına kadar geniş bir kullanım alanına sahip olup piroteknik

sektörde sıkça tercih edilir. Alüminyuma göre üçte bir oranında daha hafif olduğu için uçak ve füze üretiminde alaşımlarında kullanılmaktadır. Eczacılıkta da önemli bir rol oynar ve döküm demiri üretimi ile uranyum gibi çeşitli metallerin tuzlarının saflaştırılmasında kullanılır. Ayrıca, şömine tuğlaları, aydınlatma ampulleri, renk maddeleri ve filtrelerin üretiminde yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Magnezyum, yeşil bitkilerde bulunan klorofilin yapısında da bulunur ve havai fişeklerin patlamalarında renk oluşturmak için çeşitli bileşiklerle birlikte kullanılır (Murff ve ark., 2013).

Magnezyum (Mg^{2+}), vücutta bulunan en yaygın dördüncü, omurlardaki en yaygın ikinci katyon ve hücre içinde en baskın divalan katyondur. Bu mineral, birçok biyolojik olayda rol oynar ve yaşamın sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, magnezyum vücutta 300'den fazla enzimatik reaksiyonun kofaktörü olarak görev yapan bir eser elementtir. Bu süreçler arasında DNA ve RNA sentezi, enerji üretimi, protein sentezi, hücre sinyalizasyonu, kas ve sinir fonksiyonları, kemik sağlığı gibi birçok temel biyolojik işlev bulunmaktadır. Ayrıca, magnezyumun sinir sistemi üzerindeki etkileri, ruh halini düzenlemek ve stresle başa çıkmak gibi psikolojik faktörlerin kontrolünde de önemli rol oynar. Magnezyum eksikliği, kas krampları, halsizlik, yorgunluk, uyku sorunları, baş ağrısı gibi bir dizi sağlık sorununa yol açabilir. Bu nedenle, yeterli magnezyum alımı sağlamak vücudun sağlıklı işleyişi için kritik öneme sahiptir (Raman ve ark., 2012).

MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kullanılan Cihazlar

Tez çalışmasında kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları Tablo 3.1’de belirtilmiştir.

Tablo 3. 1. Kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları

Adı / Modeli	Kullanım Amacı
Perkin Elmer Analyst 700 Atomik Absorbsiyon Spektrometresi	Metallerin tespit edilmesi amacıyla kullanılmıştır
Prestica XB 22 A Analitik Terazi	Mantar örneklerinin tartımında kullanılmıştır.
Deiyonize Ultra-Saf Su cihazı / Aqua Max- ultra Younglin İnst	Saf su için kullanılmıştır
Etüv	Mantar numunelerinin kurutulmasını sağlamak
Mikropipet / İsolab	100-1000 µL ve 10-100 µL ayarlanabilir mikropipetler, çözelti hazırlama ve aktarma işlemlerinde kullanılmıştır.
Elektrikli ısıtıcı	Mantar örneklerindeki organik bileşikleri uzaklaştırmak
Yüksek Yoğunluklu Polietilen Numune Kap	Mantar örneklerinin muhafaza edilmesinde kullanılmıştır.
12.5 cm - 101 Qualitative Filter Paper	Çözelti içerisindeki katı parçaları uzaklaştırmak için kullanılmıştır.

3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Mantarların çözme işlemi ve metal içeriklerinin tespiti için kullanılan kimyasal maddeler detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu kimyasal maddeler, Tablo 3.2’de listelenmiş ve derişimleri belirtilmiştir.

Tablo 3. 2. Kullanılan kimyasal maddeler

Kullanılan Kimyasal Maddeler	Temin Edilen Firma	% Derişim
Hidrojen Klorür (HCl)	Merck	%36,5
Nitrik asit (HNO ₃)	Merck	%65
Hidrojen Peroksit(H ₂ O ₂)	Merck	%35
Nikel Standart Çözeltisi	Merck	--
Kurşun Standart Çözeltisi	Merck	--
Kadmiyum Standart Çözeltisi	Merck	--
Bakır Standart Çözeltisi	Merck	--
Krom Standart Çözeltisi	Merck	--
Mangan Standart Çözeltisi	Merck	--
Kalsiyum Standart Çözeltisi	Merck	--
Magnezyum Standart Çözeltisi	Merck	

3.3. Çalışılan Mantar Örneklerinin Toplanması, Teşhisi ve Kurutulması

Numunenin toplanması, analiz tekniği kadar hayati öneme sahip bir adımdır, çünkü alınan numunede yapılan bir hata dönüşü olmayan sonuçlara yol açabilir. Ölçüm sürecinde oluşan hatalar tekrarlanabilir olsa da, aynı numunenin tekrar alınarak aynı sonuçların elde edilmesi neredeyse imkânsızdır. Tablo 3.3' de, toplanılan mantar

türlerinin yaşadığı doğal ortamlar ve insanlar tarafından yenilebilirlik durumları verilmiştir.

Mantarın türü	Habitat	Yenilebilirlik
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	İğne yapraklı ağaçlar altında bulunur.	Yenilebilir
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	Yaprağını döken canlı ağaçlar ve kütükleri üzerinde bulunur.	Yenilebilir
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	Meşe ve gürgen gibi yaprağını döken karışık ormanda bulunur.	Yenilebilir
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Meşe kayın ve gürgen ağaçları altında gelişir.	Yenilebilir
<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	Gruplar halinde Çamlık ve meşelik alanlarda gelişir.	Yenilebilir
<i>Agaricus bitorquis</i> (Quél.) Sacc.	Gruplar halinde çayırılık ve çimenlik alanlarda gelişir.	Yenilebilir
<i>Boletus edulis</i> Bull.	Meşe ve gürgen gibi yaprağını döken karışık ormanda bulunur.	Yenilebilir
<i>Hydnum repandum</i> L.	Gruplar halinde Kayın ve gürgen ağaçları alanlarda gelişir.	Yenilebilir
<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél.	Gruplar halinde kayın ve gürgen ağaçları altında gelişir.	Yenilebilir
<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	Gruplar halinde çayırılık ve çimenlik alanlarda gelişir.	Yenilebilir

Tablo 3.3. Mantarların tür, habitat ve yenilebilirlik bilgileri

Dolayısıyla, numunenin toplanması ve analize hazırlanması, sonuçların doğruluğunu belirleyen kritik ve önemli aşamalardan biridir. Mantar örneklerinin alınması ve saklanması için kullanılan tüm kaplar, ilk olarak detaylı bir şekilde yıkanmış, ardından %10'luk nitrik asit (HNO₃) çözeltisi içinde 24 saat süreyle bekletilmiştir. Ardından kaplar, deiyonize saf su ile iyice durulanmıştır. Bu temizlik ve hazırlık süreci, kapların

üzerinde herhangi bir kontamine veya kalıntı bulunmamasını sağlamak amacıyla dikkatle gerçekleştirilmiştir. Böylece, analizlerin doğruluğu ve güvenilirliği için gerekli koşullar sağlanmıştır.

Mantar numuneleri teşhisi ve adlandırma işlemlerinden sonra etüvde 105°C'de 48 saat kurutulup havanda dövülerek toz haline getirilmiş ve ardından polietilen kaplarda vakumlu desikatörde saklanmıştır.

3.4. Numunelerin çözülmesi

Mantar örneklerini yaş yakma yöntemi kullanılarak çözdürme işlemi gerçekleştirildi. Mantar örneklerinden 3 tekrar olacak şekilde 1.0 g erlenlere tartıldı. 25 mL %65 nitrik asit (HNO_3) (Merck) erlenlere ilave edildi. Nitrik asit kullanılmasıdaki amaç matriksteki organik bileşiklerin bozunarak buhar halinde ortamdan uzaklaştırılmasıdır. Mantar örnekleri ısıtıcıya konuldu. Katı parçaların patlama riskinden dolayı katı parçacık kalmayınca kadar 100 °C 'de ısıtım işlemi uygulandı. Bu aşamada kahverengi buhar çıkışı gözlemlendi. Çözelti rengi berraklaştığında ısı 150 °C'ye ayarlandı. Çözelti miktarı azaldığında örneklerin üzerine 5 ml %35' lik H_2O_2 'den ilave edildi. H_2O_2 kullanılmasıdaki amaç çözeltide bulunan metallerin yükseltgenmesini sağlamaktır. Ayrıca ayrı bir tüpte H_2O_2 ve HNO_3 çözeltilerinden oluşan blank hazırlandı. Blank hazırlanmasındaki amaç kullanılan çözeltilerdeki (H_2O_2 ve HNO_3) matriks bileşenlerden gelebilecek sinyal girişimini engellemektir. Çözeltiler mavi bant filtre kağıtlarından süzülerek 50 mL 'lik plastik satrifüj tüplerine ayrı ayrı aktarıldı. Saf su ile çözünmüş örnek hacimleri 40 mL 'ye tamamlandı (Yılmaz ve ark., 2023, Yılmaz ve ark., 2024).

3.5. Numunelerin Analizi

Perkin Elmer Analyst 700-AAS alevli atomik absorpsiyon spektrometresi ile (Ni, Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, Ca, Mg) ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Bunun için kalibrasyon grafiği yöntemi kullanıldı.

3.6.Yöntemin Analitik Performans Tespiti

Analit iyonlarının kalibrasyon eğrileri Alevli AAS yöntemi ile çizilmiştir. Kalibrasyon grafiği, 1000 mg/L'lik standart metal çözeltilerinden (Merck marka) hazırlanan seyreltik standart çözeltiler kullanılarak yapılmış ve bu çözeltilerle yapılan okumalar doğrultusunda çizilmiştir. İstatistiksel hesaplamalar, analit iyonlarını içeren standart çözeltilerin üç kez tekrar edilerek ölçülmesi ve elde edilen ölçümlerin ortalamasının alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.

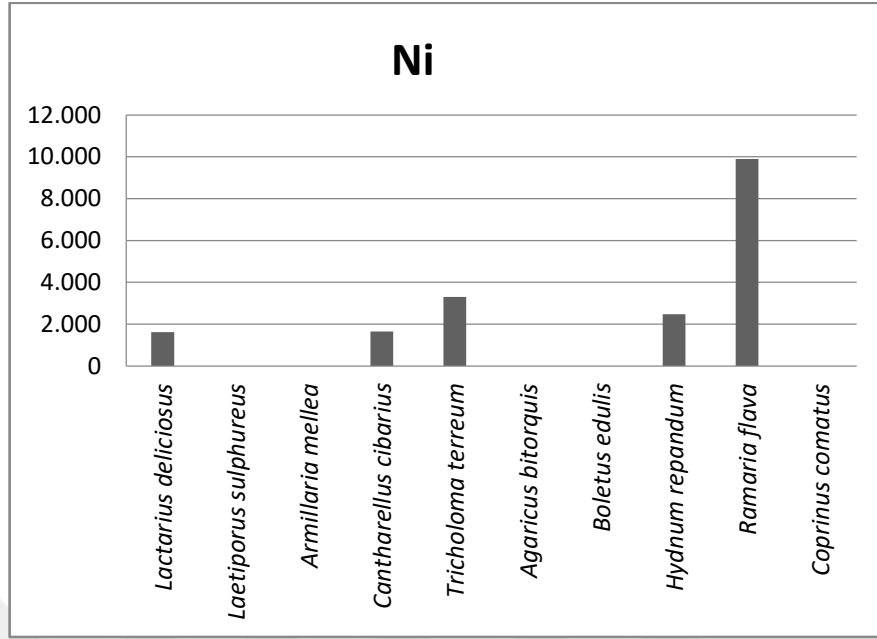


BULGULAR

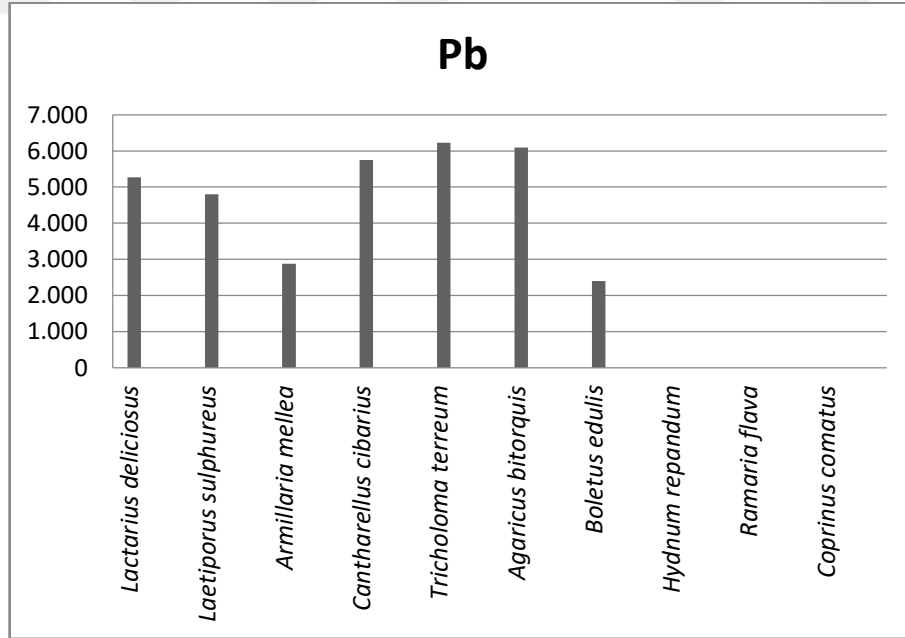
Bu çalışmada, 2022- 2023 yıllarında Tokat ilinde ormanlık alanlarda toplanan *Lactarius deliciosus*, *Laetiporus sulphureus*, *Armillaria mellea*, *Cantharellus cibarius*, *Tricholoma terreum*, *Agaricus bitorquis*, *Boletus edulis*, *Hydnum repandum*, *Ramaria flava* ve *Coprinus comatus* yabani, yenilebilir mantar türleri yaş yakma tekniği ile çözdürüldü. Eser element içerikleri (Ni, Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, Ca ve Mg) Atomik Absorbsiyon Spektrometresi ile tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, incelenen 10 mantar türünün en yüksek ve en düşük değerleri ile literatürdeki veriler arasında karşılaştırma yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre incelenen mantar türlerinin en yüksek ve en düşük değerleri, literatürdeki verilerle karşılaştırıldı. Mantar türlerinde en düşük – en yüksek eser element konsantrasyonları; 1.62- 9.90 (Ni), 2.40-6.23 (Pb), -- (Cd), 4.86- 49.66 (Cu), 0.16- 2.68 (Cr), 4.41- 80.74 (Mn), 30.18-748 (Ca) ve 336- 462 (Mg) mg/kg olarak bulundu. Yöntemin doğruluğu, elma yaprağı standart referans maddesi (NIST-SRM 1515 Apple Leaves) ile test edilmiştir. Standart referans maddenin sertifika değerleriyle elde edilen değerler arasındaki ilişki Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4. 1. Mantar türlerinin eser element konsantrasyonları (mg/kg)

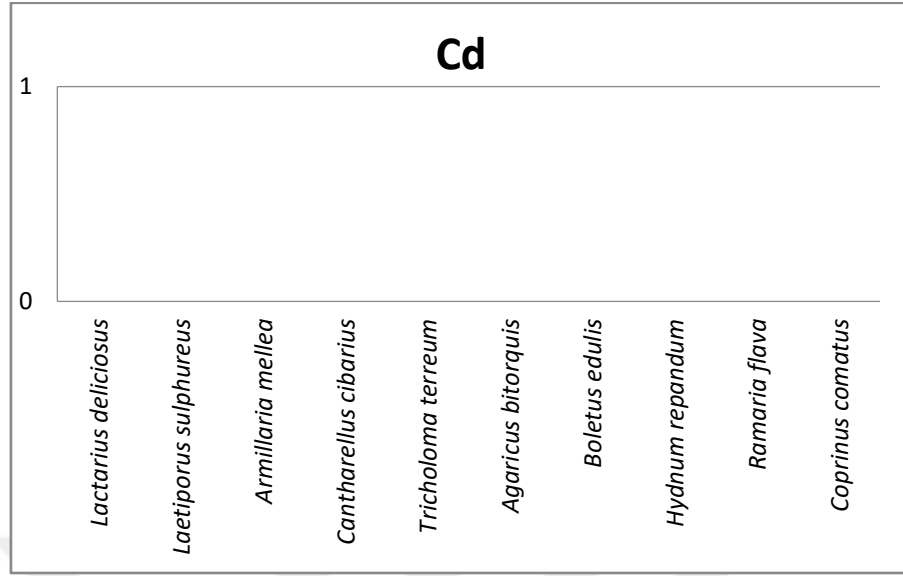
Mantar Örnekleri	Ni	Pb	Cd	Cu	Cr	Mn	Ca	Mg
<i>Lactarius deliciosus</i>	1.62 ± 0.16*	5.27 ± 0.08	T.E.	4.86 ± 0.05	0.16 ± 0.001	9.23 ± 0.2	748 ± 102.589	360 ± 39.5
<i>Laetiporus sulphureus</i>	T.E.	4.80 ± 0.07	T.E.	T.E.	T.E.	4.41 ± 0.09	T.E.	349± 38.3
<i>Armillaria mellea</i>	T.E.	2.88 ± 0.04	T.E.	10.9 ± 0.12	0.79 ± 0.007	18.10 ± 0.39	T.E.	337± 37.0
<i>Cantharellus cibarius</i>	1.65 ± 0.06	5.75 ± 0.09	T.E.	36.53 ± 0.40	1.10 ± 0.010	28.18 ± 0.60	186 ± 25.62	401 ± 44.0
<i>Tricholoma terreum</i>	3.30 ± 0.06	6.23 ± 0.1	T.E.	44.41 ± 0.48	1.57 ± 0.02	11.76 ± 0.26	681 ± 93.4	367 ± 40.3
<i>Agaricus bitorquis</i>	T.E.	6.09 ± 0.27	T.E.	49.66 ± 0.53	1.15 ± 0.01	11.33 ± 0.24	T.E.	361± 39.6
<i>Boletus edulis</i>	T.E.	2.40 ± 0.04	T.E.	14.80 ± 0.16	0.32 ± 0.003	11.96 ± 0.26	T.E.	336 ± 36.9
<i>Hydnum repandum</i>	2.48 ± 0.07	T.E.	T.E.	19.58 ± 0.21	T.E.	24.40 ± 0.52	T.E.	379 ± 41.6
<i>Ramaria flava</i>	9.90 ± 0.18	T.E.	T.E.	45.37 ± 0.49	2.68 ± 0.02	80.74 ± 1.72	30.18 ± 4.14	404 ± 44.29
<i>Coprinus comatus</i>	T.E.	T.E.	T.E.	33.43 ± 0.36	T.E.	7.76 ± 0.17	91.15 ± 12.50	462 ± 50.62
N:3, T.E.: Tespit Edilemedi, *: Standart değer								



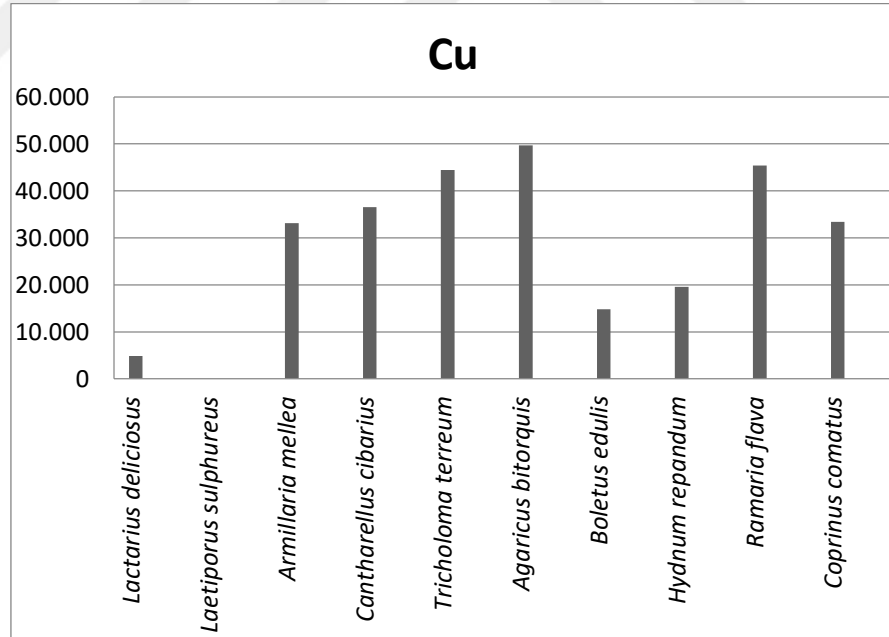
Şekil 4. 2. Mantar örneklerindeki nikel konsantrasyonları (mg/kg)



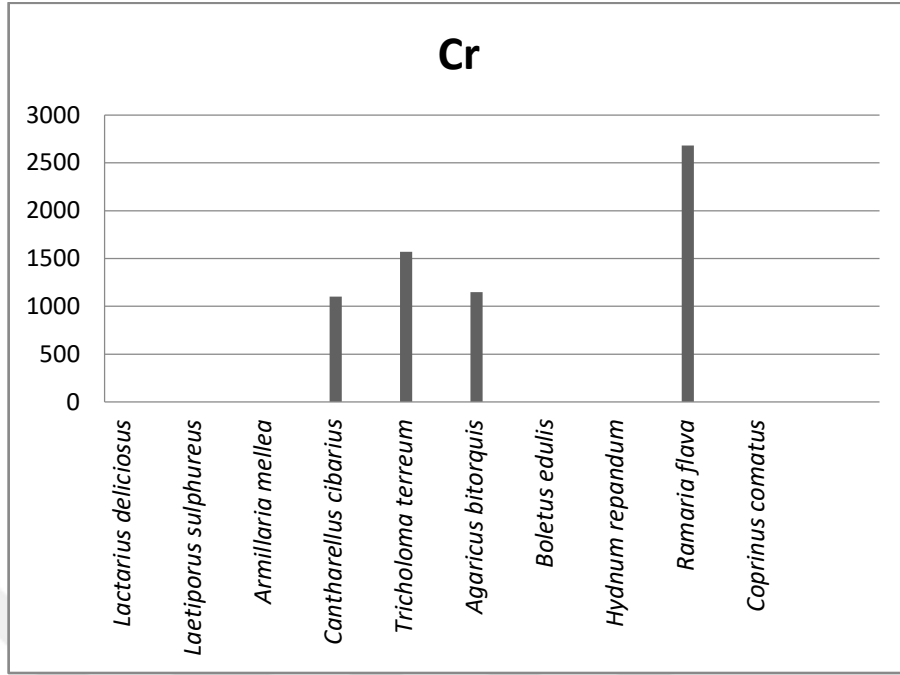
Şekil 4. 3. Mantar örneklerindeki kurşun konsantrasyonları (mg/kg)



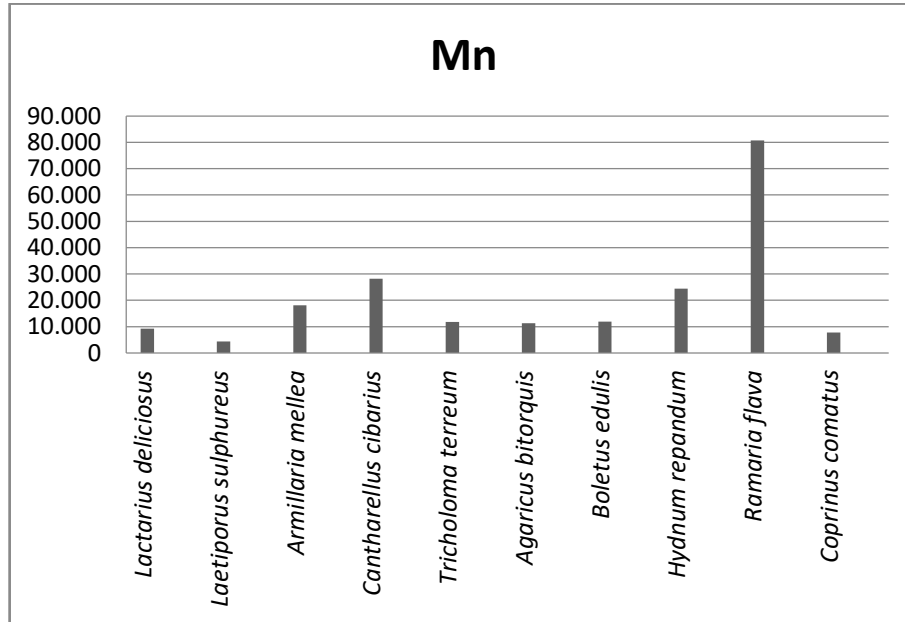
Şekil 4. 4. Mantar örneklerindeki kadmiyum konsantrasyonları (mg/kg)



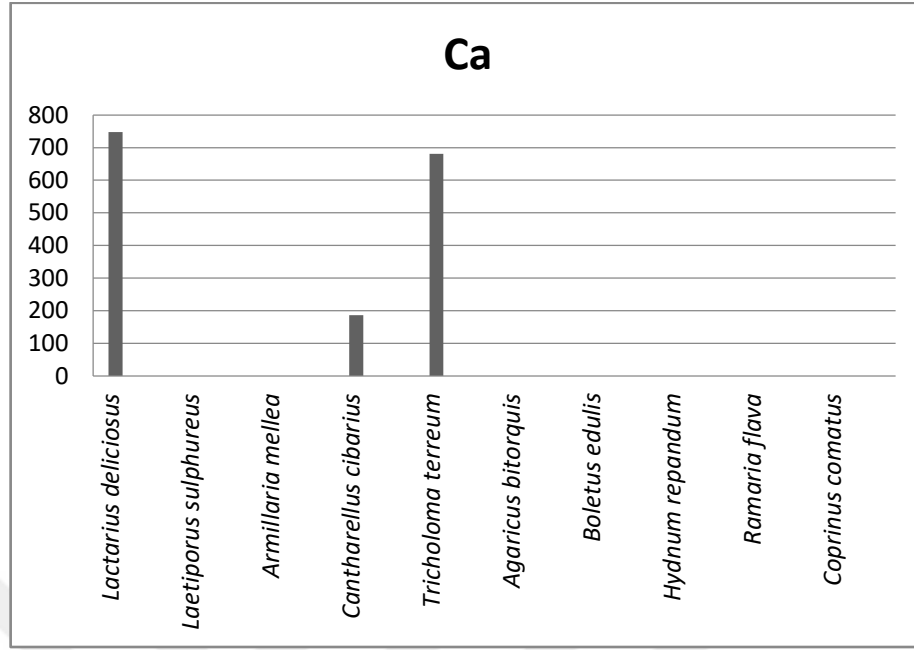
Şekil 4. 5. Mantar örneklerindeki bakır konsantrasyonları (mg/kg)



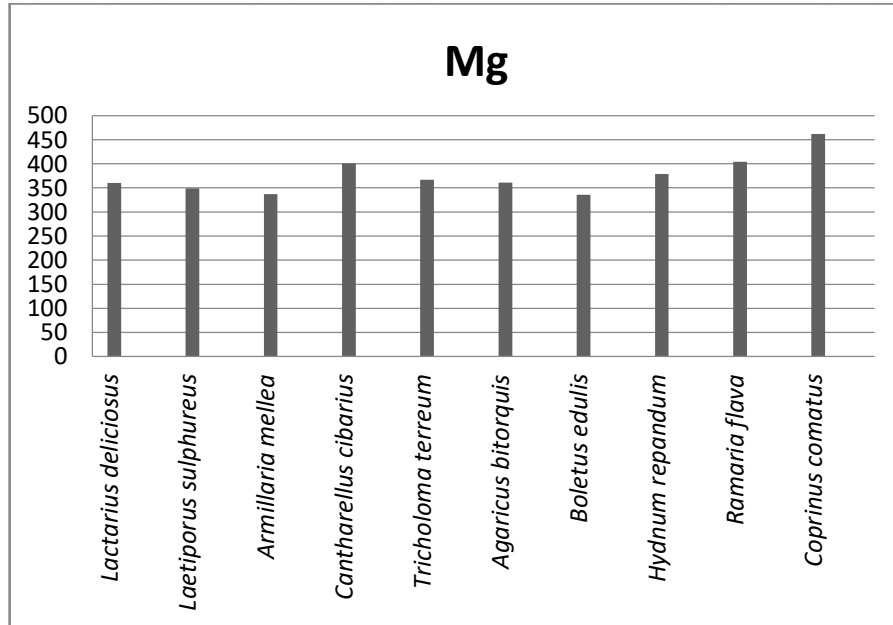
Şekil 4. 6. Mantar örneklerindeki krom konsantrasyonları (mg/kg)



Şekil 4. 7. Mantar örneklerindeki manganez konsantrasyonları (mg/kg)



Şekil 4. 8. Mantar örneklerindeki kalsiyum konsantrasyonları (mg/kg)



Şekil 4. 9. Mantar örneklerindeki magnezyum konsantrasyonları (mg/kg)

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, 2022-2023 yılları arasında Tokat ilinde ormanlık alanlarda toplanan bazı yenilebilir mantarlardaki ağır metal konsantrasyonları, Perkin Elmer Analyst 700 alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile ölçülmüştür. Araştırmada, 10 farklı mantar türünden toplam 8 elementin konsantrasyonları analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, mantar örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları (mg/kg cinsinden) daha önceki çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Nikel konsantrasyonunda, en düşük olarak değer 1.62 ± 0.16 mg/kg ile *Lactarius deliciosus* mantar türünde ve en yüksek olarak ortalama 9.90 ± 0.18 mg/kg ile *Ramaria flava* mantar türünde ölçülmüştür. Uzun ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının nikel konsantrasyonu 312.9 mg/ kg değerindedir (Uzun ve ark., 2023). Bu literatürdeki değer bizim çalışmamızdaki değerlerden oldukça yüksektir. Literatürde 2020 yılında Keleş ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının nikel konsantrasyonu 1.61 mg/ kg değerindedir (Keleş ve ark.,2020). Bu literatürdeki değer bizim çalışmamıza göre eşit değerdedir. Tablo 5.1.'de *Lactarius deliciosus* mantar türünün literatür karşılaştırması verilmiştir.

Nikel Elementi	Mantar türü	Elde edilen değer	Karşılaştırma
Çalışma Değerimiz	<i>Lactarius deliciosus</i>	1.62 ± 0.16 mg/ kg	
Uzun ve ark., 2023	<i>Lactarius deliciosus</i>	312.9 mg/ kg	Yüksek değer
Keleş ve ark.,2020	<i>Lactarius deliciosus</i>	1.61 mg/ kg	Eşit değer

Tablo 5. 1. *Lactarius deliciosus* mantar türünün literatür karşılaştırması tablosu

Kurşun konsantrasyonları, en düşük *Boletus edulis* mantarında 2.40 ± 0.04 mg/kg ve en yüksek *Tricholoma terreum* mantarında 6.23 ± 0.1 mg/kg olarak ölçülmüştür. Tüzen ve

arkadaşlarının 1998 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, *Boletus* sp. mantarlarındaki kurşun konsantrasyonu 0.965 mg/kg ve *Tricholoma terreum* mantarındaki kurşun konsantrasyonu ise 0.697 mg/kg olarak belirlenmiştir (Tüzen ve ark., 1998). Bu değerler, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan oldukça düşüktür. Fakat yine 2003 yılında Tüzen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *Boletus* sp. mantarlarındaki kurşun konsantrasyonu 4.27- 1.53 mg/kg olarak belirlenmiştir (Tüzen ve ark., 2003). 2011 yılında Ayaz ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *Boletus edulis* mantarında kurşun konsantrasyonu tespit edilmemiştir (Ayaz ve ark., 2011). Türk Gıda Kodeksi tarafından yabancı mantarlar için belirlenen kurşun elementi en yüksek değer 0.80 mg/ kg çalıştığımız birçok mantar türü bu değeri geçmiş bulunmaktadır (Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği, 2023). Tablo 5.2. *Boletus edulis* ve *Tricholoma terreum* mantarlarının literatür karşılaştırması verilmiştir.

Kurşun Elementi	Mantar türü	Elde edilen değer	Karşılaştırma
Çalışma Değerimiz	<i>Boletus edulis</i>	2.40 ± 0.04 mg/kg	
Çalışma Değerimiz	<i>Tricholoma terreum</i>	6.23 ± 0.1 mg/kg	
Tüzen ve ark., 1998	<i>Boletus</i> sp.	0.965 mg/kg	Düşük değer
Tüzen ve ark., 1998	<i>Tricholoma terreum</i>	0.697 mg/kg	Düşük değer
Tüzen ve ark., 2003	<i>Boletus</i> sp.	4.27- 1.53 mg/kg	
Ayaz ve ark., 2011	<i>Boletus edulis</i>	Tespit edilmedi	
Türk Gıda Kodeksi, 2023	<i>Yabancı mantarlar</i>	0.80 mg/kg	Düşük değer

Tablo 5. 2. *Boletus edulis* ve *Tricholoma terreum* mantarlarının literatür karşılaştırması

Türk Gıda Kodeksi tarafından kadmiyum için belirlenen en yüksek değer 0.50 mg/kg' dır (Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği, 2023). Kadmiyum konsantrasyonu, incele yapmış olduğumuz mantar türlerinde en düşük ve en yüksek ortalama değerler arasında tespit edilememiştir.

Bakır konsantrasyonunun en düşük 4.86 mg/kg ile *Lactarius deliciosus* mantar türünde ve en yüksek 49.66 mg/kg ile *Agaricus bitorquis* mantar türlerinde ölçülmüştür. Literatürde *Agaricus bitorquis* mantarının bakır içerikleri sırasıyla 38.9 mg/kg (Tüzen ve ark., 1998), 9.049 mg/kg (Akın ve ark., 2019) ve 17.2 mg/kg (Mendil ve ark., 2015) olarak bildirilmiştir; bu değerler bizim bulgularımızdan daha düşüktür. *Lactarius deliciosus* mantarının bakır değeri ise literatürde 26.4 mg/kg olarak rapor edilmiştir (Uzun ve ark., 2023). Ayrıca, Keleş ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptığı çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının bakır konsantrasyonu 8.85 mg/kg olarak belirlenmiştir (Keleş ve ark., 2020).

Bakır Elementi	Mantar türü	Elde edilen değer	Karşılaştırma
Çalışma Değerimiz	<i>Lactarius deliciosus</i>	4.86 mg/kg	
Çalışma Değerimiz	<i>Agaricus bitorquis</i>	49.66 mg/kg	
Tüzen ve ark., 1998	<i>Agaricus bitorquis</i>	38.9 mg/kg	Düşük değer
Akın ve ark., 2019	<i>Agaricus bitorquis</i>	9.049 mg/kg	Yüksek değer
Mendil ve ark., 2015	<i>Agaricus bitorquis</i>	17.2 mg/kg	Düşük değer
Uzun ve ark., 2023	<i>Lactarius deliciosus</i>	26.4 mg/kg	Yüksek değer
Keleş ve ark., 2020	<i>Lactarius deliciosus</i>	8.85 mg/kg	Yüksek değer
Tüzen ve ark., 1998	<i>Lactarius sp.</i>	13.3 mg/kg	Yüksek değer

Tablo 5. 3. *Lactarius deliciosus* ve *Agaricus bitorquis* mantarlarının literatür karşılaştırması

Literatürde Tüzen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *Lactarius sp.* mantarının bakır içeriği 13.3 mg/kg rapor edilmiştir. (Tüzen ve ark., 1998). Bu literatür değerleri, bizim çalışmamızdaki sonuçlardan daha yüksek değerlere sahiptir. Tablo 5.3.'de *Lactarius deliciosus* ve *Agaricus bitorquis* mantarlarının literatür değerleri karşılaştırması verilmiştir.

Uzun ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının krom konsantrasyonu tespit edilmemişken; bizim çalışmamızdaki 0.16 mg/kg değeri ile en düşük ortalama elde edilmiştir (Uzun ve ark., 2023). En yüksek 2.68 ± 0.02 mg/ kg ile *Ramaria flava* mantar türlerinde ölçülmüştür. 2003 yılında Tüzen'in yaptığı çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının krom konsantrasyonu 0.87 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu değer bizim çalışmamızdan yüksektir. Tablo 5.4.' de *Lactarius deliciosus* mantar türünün literatür karşılaştırması değerleri verilmiştir

Krom Elementi	Mantar türü	Elde edilen değer	Karşılaştırma
Çalışma Değerimiz	<i>Lactarius deliciosus</i>	0.16 mg/kg	
Uzun ve ark., 2023	<i>Lactarius deliciosus</i>	Tespit edilemedi	
Tüzen ve ark., 2003	<i>Lactarius deliciosus</i>	0.87 mg/kg	Yüksek değer

Tablo 5. 4. *Lactarius deliciosus* mantar türünün literatür karşılaştırması

Manganez konsantrasyonunun en düşük 4.41 ± 0.09 mg/kg ortalaması *Laetiporus sulphureus* mantar türünde ve en yüksek 80.74 ± 1.72 mg/kg ortalama *Ramaria flava* mantar türünde ölçülmüştür. Literatürde, 2022 yılında Bulam ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *Laetiporus sulphureus* mantarının manganez konsantrasyonu 0.03 mg/kg olarak bulunmuştur (Bulam ve ark., 2022). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değer literatürdeki bu değerden yüksektir. Öte yandan, Ayaz ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptığı çalışmada *Laetiporus sulphureus*

mantarının manganez konsantrasyonu 5.0 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değer, bizim çalışmamızdaki bulgulara yakındır (Ayaz ve ark., 2011). Tablo 5.5.'de *Laetiporus sulphureus* mantarının literatür karşılaştırması verilmiştir.

Manganez Elementi	Mantar türü	Elde edilen değer	Karşılaştırma
Çalışma Değerimiz	<i>Laetiporus sulphureus</i>	4.41 ± 0.09 mg/kg	
Bulam ve ark., 2022	<i>Laetiporus sulphureus</i>	0.03 mg/kg	Düşük değer
Ayaz ve ark., 2011	<i>Laetiporus sulphureus</i>	5.0 mg/kg	Yüksek değer

Tablo 5. 5. *Laetiporus sulphureus* mantarının literatür karşılaştırması

Kalsiyum konsantrasyonunun en düşük 30.18 ± 4.14 mg/kg ile *Ramaria flava* mantar türünde ve en yüksek 748 ± 102.589 mg/kg ile *Lactarius deliciosus* mantar türlerinde ölçülmüştür. Literatürde 2020 yılında Keleş ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *Lactarius deliciosus* mantarının kalsiyum konsantrasyonu 222 mg/kg değerindedir (Keleş ve ark., 2020). Bu literatürdeki değer bizim çalışmamıza göre düşük değerdedir.

Kalsiyum Elementi	Mantar türü	Elde edilen değer	Karşılaştırma
Çalışma Değerimiz	<i>Lactarius deliciosus</i>	748 ± 102.589 mg/kg	
Keleş ve ark., 2020	<i>Lactarius deliciosus</i>	222 mg/kg	Düşük değer
Uzun ve ark., 2023	<i>Lactarius deliciosus</i>	851 mg/kg	Yüksek değer

Tablo 5. 6. *Lactarius deliciosus* mantar türünün literatür karşılaştırması

Uzun ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı çalışmada da *Lactarius deliciosus* mantarının kalsiyum konsantrasyonu 851 mg/kg değerindedir (Uzun ve ark., 2023). Bu literatürdeki değer bizim çalışmamıza göre yüksek değerdedir. Tablo 5.6.'da *Lactarius deliciosus* mantar türünün literatür karşılaştırması verilmiştir.

Çalışmamızda, *Boletus edulis* mantarında magnezyum içeriği 336 ± 36.9 mg/kg ve *Coprinus comatus* mantarında ise 462 ± 50.62 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ancak, yapılan literatür araştırmasında 2020 yılında Keleş ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada *Coprinus comatus* mantarının magnezyum konsantrasyonu 1553 mg/kg, Uzun ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı çalışmada ise 5056 mg/kg olarak rapor edilmiştir. Bu değerler, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre belirgin şekilde yüksektir. Öte yandan, Ayaz ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptığı çalışmada *Boletus edulis* mantarının magnezyum konsantrasyonu 680 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değer, bizim çalışmamızdaki bulgulara göre oldukça yüksek değerdedir (Ayaz ve ark., 2011). Tablo 5.7.'de *Boletus edulis* ve *Coprinus comatus* mantarlarının literatür karşılaştırması verilmiştir.

Magnezyum Elementi	Mantar türü	Elde edilen değer	Karşılaştırma
Çalışma Değerimiz	<i>Boletus edulis</i>	336 ± 36.9 mg/kg	
Çalışma Değerimiz	<i>Coprinus comatus</i>	462 ± 50.62 mg/kg	
Keleş ve ark., 2020	<i>Coprinus comatus</i>	1553 mg/kg,	Yüksek değer
Uzun ve ark., 2023	<i>Coprinus comatus</i>	5056 mg/kg	Yüksek değer
Ayaz ve ark., 2011	<i>Boletus edulis</i>	680 mg/kg	Yüksek değer

Tablo 5. 7. *Boletus edulis* ve *Coprinus comatus* mantarlarının literatür karşılaştırması

KAYNAKLAR

- Akburak, S., Makineci, E., & Karakaya, A., 2023. Kocaeli yöresi ormanlarında bazı makro mantar türlerinin ağır metal içerikleri. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD, 34473 , Sarıyer, İstanbul.
- Akgül, H., Sevindik, M., Akata, I., Altuntaş, D., Bal, C. ve Doğan, M., 2016. *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer. Mantarının ağır metal içeriklerinin ve oksidatif stres durumunun belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (3), 504-508.
- Akgün, B., 1987. Çeşitli Islatma ve Haşlama İşlemlerinin Kuru Baklagillerin Çinko, Demir ve Kalsiyum Değerlerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Akın, İ., Alkan, S., & Kaşık, G. (2019). Çorum İli'nden Toplanan Agaricaceae Familyasına Ait Bazı Mantarlarda Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi. *The Journal of Fungus*, DOI: 10.30708/mantar.519223.
- Aksoy, M., 2000. Beslenme Biyokimyası. Ankara: Hatipoğlu Yayınevi.
- Anonim., 2016. Krom. Food-Info. Erişim tarihi: [2024]. URL: <http://www.food-info.net/tr/metal/chromium.htm>
- Anonim. (2016). Mantarlar. Wikipedia. Erişim tarihi: [2024]. URL: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mantarlar>
- Ayaz, F. A., Torun, H., Özel, A., Çöl, M., Duran, C., Sesli, E., & Çolak, A., 2011. Nutritional value of some wild edible mushrooms from the Black Sea Region (Turkey). *Turkish Journal of Biochemistry*, 36(4), 385–393.
- Aydemir, E., (2001). Tokat Yöresi Yeşilirmak Nehrinde Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Bulam, S., Karadeniz, M., Bakır, T. K., & Ünal, S., 2022. Assessment of total phenolic, total flavonoid, metal contents and antioxidant activities of *Trametes versicolor* and *Laetiporus sulphureus*. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 21(5), 39–47.
- Bulam, S., Üstün, N. Ş., ve Pekşen, A., 2019. Yenebilir Doğa Mantarlarının Bazı Fiziksel ve Fizikokimyasal Özellikleri ile Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *The Journal of Fungus*,
- Chang, S.T., Miles, P.G., 2004. Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Environmental Impact, CRC Press, Boca Raton, 15-18 p, Florida, ABD.
- Duffus, J. H., 1981. Environmental toxicology. John Wiley.
- Dumlu, G. (1975). Kirli Su El Kitabı. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 95.
- Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y., ve Demirel, K., 2009. Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. *Food Chemistry*, 113, 1033–1036.
- Gücin, F., Tamer, A.Ü., 1994. Mikolojiye Giriş. Uludağ Üniv., Fen Ed. Fak. Ders notları, No:1, Bursa, s. 8-37
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997. Kimyasallar ve Çevre (1. Baskı). İlköz Matbaa, Ankara, s. 58.
- Hachette, G., 1993. Alfabetik genel kültür ansiklopedisi (Vol. 2, p. 2066).

- 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.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2003. Metallerin Çevresel Etkileri –I, *Metalurji Dergisi*, 136 : 47-53.
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Timur, S. ve Metalurji, İ., 2004. Metallerin çevresel etkileri–II, *Metalurji Dergisi*, 137, 46-51.
- Keleş, A. ve Genççelep, H., 2020. Bazı yabancı yenilebilir mantarların elemental bileşiminin belirlenmesi. *The Journal of Fungus*, 11(2), 129-137.
- 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.
- Liang, B., 2005. The Fungi Kingdom: Common characteristics of fungi. Retrieved December 18, 2011, from <http://www.wisc-online.com>
- Manzi, P., Aguzzi, A., ve Pizzoferrato, L., 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73, 321–325.
- Mendil, D., Bardak, H., ve Tüzen, M., 2015. Trace element concentrations in edible wild mushroom samples from Turkey determined by atomic absorption methods using microwave digestion vs. wet ashing. *Atomic Spectroscopy*, 36(6), 123-129.
- Minczewski, J., Chwastowska, J. ve Dybezynski, R., 1982. Separation and Preconcentration Methods in Inorganic Trace Analysis. John Wiley and Sons, New York.
- Mordike, B.L. ve Ebert, T., (2001) “Magnesium: Properties - Applications - Potential”, *Materials Science and Engineering: A*, 302: 1: 37-45.
- Murff, H. J., & Villegas, R., 2013. Dietary calcium and magnesium and the risk of type 2 diabetes. In R. R. Watson & V. R. Preedy (Eds.), *Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes* (s. 173-182). USA: Elsevier.
- Musso, C.G., 2009. Magnesium metabolism in health and disease. *Int Urol Nephrol*, 41 (2), 357-362.
- Nordin B. E. C. (1997). Calcium and Osteoporosis. *Nutrition*, 13(7/8): 664-686
- Pamir, M.H., 1985. Fermentasyon Mikrobiyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:936 Ankara.
- Parada, R. (1987). Industrial pollution with copper and other heavy metals in a beef cattle ranch. *Veterinarian and Human Toxicology*, 29, 309-324.
- Racz, L., Papp, L., Prokai, B., ve Kovacz, Z. (1996). Trace element determination in cultivated mushrooms: an investigation of manganese, nickel, and cadmium intake in cultivated mushrooms using ICP atomic emission. *Microchemical Journal*, 54, 444–451.
- Radjaei, A. 2006. Kuzey Marmara Denizi’ndeki Karagöz İstavrit Balığında (*Trachurus Trachurus* L., 1758) Bazı Ağır Metal Birikimleri, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Raman, R., Gupta, A., Krishna, S., Kulothungan, V., & Sharma, T., 2012. Prevalence and risk factors for diabetic microvascular complications in newly diagnosed type II diabetes mellitus. *Sankara Nethralaya Diabetic Retinopathy*

- Epidemiology and Molecular Genetic Study (SN-DREAMS, report 27). Journal of Diabetes and its Complications, 26(2), 123-128.
- Seven, T., Can, B., Darende, B., ve Ocak, S., 2018. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 1(2), 91-103.
- Song, Y. Y., Zeng, R. S., Xu, J. F., Li, J., Shen, X., & Yihdego, W. G. (2010). Interplant communication of tomato plants through underground common mycorrhizal networks. PLoS One, 5(10), e13324.
- Tokman, N., 2007. Grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometresinde bismut ve demir üzerine bazı inorganik tuzların girişim etkilerinin araştırılması. (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Toscalı, E. ve Eren, M. H., 2004. Mikrodalga, UV ve Hot Plate ile bozundurulmuş sirke örneklerinde kadmiyum, kurşun ve bakır içeriğinin potansiyometrik sıyırma analizi ile incelenmesi. Ege Üniversitesi, s. 1-21.
- Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği., 2023. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı.Erişimadres:[<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/11/20231105-1.htm>]
- Tüzen, M., Özdemir, M., & Demirbağ, A., 1998. Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin. *Food Chemistry*, 63(2), 247-251.
- Tüzen, M., 2003. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal*, 74, 289-297.
- Tüzen, M., Turkekul, İ., Hasdemir, E., Mendil, D., & Sari, H., 2003. Atomic absorption spectrometric determination of trace metal contents of mushroom samples from Tokat, Turkey. *Analytical Letters*, 36(7), 1401-1410.
- Uzun, Y., Alkan, Sa., İrende, İ., İlhan, H., Çavuşoğlu, Ş., ve Aslan, A., 2023. Assessment of Some Nutrient Contents and Heavy Metal Accumulation in Some Wild Edible Mushrooms in Turkey. *Mantar Dergisi*, 14(2), 69-77.
- Washington, D. C.,1989. Diet and Health Implications for Reducing Chronic Disease Risk, Committee on Diet and Health Food and Nutrition Board Commission on Life Sciences Nasional Research Council, National Academy Press.
- Wong, G.J., 2011. Introduction to Botany 135: Magical Mushrooms and Mystical Molds. University of Hawaii, Botany 135 Syllabus.
- Yılmaz, S., Hazer, B., ve Tuzen, M., 2024. Extraction and preconcentration of lead (II) in various water and food samples by orbital shaker-assisted magnetic solid phase extraction method using a new magnetic poly linoleic acid-polystyrene-PDMS block copolymer. *Food Chemistry*, 140114.
- Yılmaz, S., Ullah, N., Citak, D., Hazer, B., ve Tuzen, M., 2023. Vortex-assisted dispersive solid-phase microextraction of cadmium and copper on magnetic polystyrene-b-poly dimethyl siloxane hydrophobic block copolymer for their atomic absorption spectrometric determination in water, soft drink and food samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 123, 105487.