T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI ZEHİRLİ MANTARLARDA TOKSİK MADDE VE METAL TAYİNİ

ÇİLEM NACİ SOYLU

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. NURHAYAT ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

MALATYA
2012

Tezin Başlığı; BAZI ZEHİRLİ MANTARLARDA TOKSİK MADDE VE METAL TAYİNİ

Tezi hazırlayan: Çilem Naci SOYLU

Sınav Tarihi: 8.Kasım.2012

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jürisi Üyeleri

Doç. Dr. Zeliha BAHÇECİOĞLU .....

Doç. Dr. İlknur ÖZDEMİR .....

Yrd. Doç. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR (Danışman) .....

Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN

Enstitü Müdürü

Onur Sözü

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Bazı zehirli mantarlarda toksik madde ve metal tayini" başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakça yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden olduğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Çilem Naci SOYLU

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında beni yönlendiren ve her konuda yardımcı olan danışman hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR'e;

Mantarların temininde bana yardımcı olan Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Üyesi Sn. Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul KAYA ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Öğretim Üyesi ve Rektör Yardımcısı Sn. Prof. Dr. Kenan DEMİREL' e;

Tez çalışmam boyunca bilgi ve birikiminden yararlandığım İnönü Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sn. Doç. Dr. Zeliha BAHÇECİOĞLU'na;

Deneysel çalışmalarımda bilgi, birikim ve yardımlarını esirgemeyen Sn. Dr. Öznur GÜNGÖR başta olmak üzere tüm Kimya Bölümü öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine, İBTAM ve İPAL birimlerine;

2010/07 no'lu proje kapsamında bu çalışmayı destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne;

ve bana her zaman ve her konuda destek olan aileme ve arkadaşlarıma;

Teşekkür ederim.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ZEHİRLİ MANTARLARDA TOKSİK MADDE VE METAL TAYİNİ

Çilem Naci SOYLU

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

xi + 105 sayfa

2012

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR

Yüzyıllardır zehir, ilaç ve besin maddesi olarak kullanılan mantarlar günümüzde vazgeçilmez bir protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ancak mantar türlerinin tanısında uzman olmayan kişilerin kulaktan dolma bilgilerle mantar temin edip tüketmesi sonucunda çok ciddi vücut hasarları ve hatta ölümlerle sonuçlanan vakalara rastlanmaktadır. Bu mantar zehirlerine ek olarak mantarlarda bulunan ağır metaller de çeşitli organlara zarar verip daha ağır sonuçlara neden olmakta ve ölümü hızlandırmaktadır.

Bu çalışmada, farklı mantar türlerindeki farklı zehirlerin ve mantarların içerdikleri metal miktarlarının nicel analizi yapıldı. Bu amaçla kültür mantarı olarak tükettiğimiz *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach ve zehirli mantar türleri olarak *Amanita phalloides* (Vaill. Ex Fr.) Link, *Amanita pantherina* (DC.) Krombh. ve Rize, Trabzon ve Düzce illerinden toplanan *Amanita muscaria* (L.) Lam. mantarları incelendi. *Amanita phalloides*'te bulunan alfa amanitin ile *Amanita pantherina* ve *Amanita muscaria*'da bulunan muscimol zehirlerinin analizi HPLC ile yapıldı. Mantarlardaki Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn elementlerinin analizi ICP-MS ile Hg metalinin analizi ise grafit fırınlı AAS ile yapıldı. Ayrıca mantarlardaki C, N, H, S ve O elementlerinin oransal miktarları element analiz cihazı ile yapıldı. Metallerin bağlanma şekillerinin tespiti ise X-RD cihazı ile yapıldı.

Deneysel sonuçlara göre, farklı mantar türlerinde metal miktarlarının farklı değerlerde olmasının yanı sıra farklı bölgelerden toplanan *Amanita muscaria* türü mantarlarda dahi farklı zehir miktarları ve farklı metal düzeyleri görüldü. X-RD ile yapılan analizde ise metallerin amorf yapıda bağlandığı görüldü.

ANAHTAR KELİMELER: Mantar, Alfa amanitin, Muscimol, *Amanita phalloides*, *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria*, HPLC, ICP-MS.

ABSTRACT

Master's Thesis

ANALYSIS OF TOXIC SUBSTANCE AND METAL
IN SOME POISONOUS MUSHROOMS

Çilem Naci SOYLU

Inönü University
Institute of Science
Department of Chemistry

xi + 105 pages

2012

Advisor: Assist. Prof. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR

Mushrooms, which have been used as poison, drug, and food for centuries, are used today as an essential source of protein. However, serious body damages and even events resulted in dead are found because some people who are not expert at the diagnosis of mushroom species gain and eat mushrooms by hearsay information. In addition to these mushroom poisons, heavy metals in mushrooms harm various organs, cause worse results, and accelerate the death.

In this study, it has been made the quantitative analysis of different poisons in different mushroom species and the amount of metal in the mushrooms. For this purpose, *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach consumed as cultivated mushroom, *Amanita phalloides* (Vaill. Ex Fr.) Link, *Amanita pantherina* (DC.) Krombh. as poisonous mushroom species, and *Amanita muscaria* (L.) Lam. collected in Rize, Trabzon, and Düzce, have been analyzed. Alpha amanitin and *Amanita pantherina* in *Amanita phalloides*, and muscimol poisons in *Amanita muscaria* have been analysed by HPLC. The elements Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn in the mushrooms have been analysed by ICP-MS, and the metal Hg has been analysed by graphite furnaced AAS. Furthermore, the proportional amounts of the elements C, N, H, S, and O have been analysed by elemental analyser. Determination of binding forms of metal has been made by X-RD device.

According to experimental results, different amounts of poison and different metal levels even in *Amanita muscaria* mushrooms collected from different areas as well as the amounts of metal's being in different values in different mushroom species have been seen. In the analysis made by X-RD device, it has been seen that the metals are bound in amorphous structure.

KEYWORDS: Mushroom, Alpha amanitin, Muscimol, *Amanita phalloides*, *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria*, HPLC, ICP-MS.

İÇİNDEKİLER

	ÖZET	i
	ABSTRACT	ii
	İÇİNDEKİLER	iii
	ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
	ÇİZELGELER DİZİNİ	x
	SEMBOL VE KISALTMALAR	xi
1.	GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.	KURAMSAL TEMELLER	3
2.1.	Araştırılan Elementlerin Özellikleri ve Toksik Etkileri	3
2.1.1.	Krom	3
2.1.2.	Mangan	4
2.1.3.	Demir	4
2.1.4.	Nikel	5
2.1.5.	Bakır	5
2.1.6.	Çinko	6
2.1.7.	Kadmiyum	7
2.1.8.	Kurşun	7
2.1.9.	Alüminyum	8
2.1.10.	Antimon	9
2.1.11.	Arsenik	9
2.1.12.	Baryum	9
2.1.13.	Cıva	10
2.1.14.	Fosfor	10
2.1.15.	Gümüş	10
2.1.16.	Kalay	11
2.1.17.	Kalsiyum	11
2.1.18.	Kobalt	11

2.1.19. Magnezyum 12
2.1.20. Molibden 13
2.1.21. Potasyum 13
2.1.22. Sodyum 13
2.1.23. Stronsiyum 14
2.1.24. Kükürt 14
2.1.25. Titanyum 15
2.1.26. Vanadyum 15
2.2. Şapkalı Zehirli Mantarlar ve Neden Oldukları Sendromlar 15
2.2.1. Birinci grup mantarlar 16
2.2.2. İkinci grup mantarlar 16
2.3. Araştırılan Mantarlar ve Neden Oldukları Sendromlar 16
2.3.1. *Amanita muscaria* 16
2.3.2. *Amanita pantherina* 18
2.3.3. Pantherina sendromu 18
2.3.4. *Amanita phalloides* 19
2.3.5. Phalloides sendromu 20
2.4. Analizde Kullanılan Analitik Teknikler 22
2.4.1. Atomik absorpsiyon spektroskopisi 22
2.4.2. İndüktif olarak eşleşmiş plazma-kütle spektroskopisi 28
2.4.3. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi 29
2.4.4. Element analiz cihazı 29
2.4.5. X-ışınları kırınım cihazı 30
3. MATERYAL VE METOT 31
3.1. Kullanılan Mantarlar 31
3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Özellikleri 31
3.3. Kullanılan Zehir Standartları ve Özellikleri 32
3.4. Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cihazlar 33
3.5. Metot 37

3.6. Deneysel Çalışmalar İçin Numunelerin Hazırlanması..... 37
3.6.1. Metal analizi için çözeltilerin hazırlanması..... 37
3.6.1.1. Hazırlanan numunelerin mikrodalga fırında çözünürleştirilmesi..... 39
3.6.2. Zehir analizi için çözeltilerin hazırlanması..... 39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI..... 40
4.1. Metal Analiz Sonuçları ve Yorumları..... 40
4.1.1. Gümüş metali için elde edilen analiz sonuçları..... 40
4.1.2. Alüminyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 41
4.1.3. Arsenik metali için elde edilen analiz sonuçları..... 42
4.1.4. Baryum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 43
4.1.5. Kalsiyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 44
4.1.6. Kadmiyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 45
4.1.7. Kobalt metali için elde edilen analiz sonuçları..... 46
4.1.8. Krom metali için elde edilen analiz sonuçları..... 47
4.1.9. Bakır metali için elde edilen analiz sonuçları..... 48
4.1.10. Demir metali için elde edilen analiz sonuçları..... 49
4.1.11. Potasyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 50
4.1.12. Magnezyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 51
4.1.13. Mangan metali için elde edilen analiz sonuçları..... 52
4.1.14. Molibden metali için elde edilen analiz sonuçları..... 53
4.1.15. Sodyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 54
4.1.16. Nikel metali için elde edilen analiz sonuçları..... 55
4.1.17. Fosfor elementi için elde edilen analiz sonuçları..... 56
4.1.18. Kurşun metali için elde edilen analiz sonuçları..... 57
4.1.19. Antimon metali için elde edilen analiz sonuçları..... 58
4.1.20. Kalay metali için elde edilen analiz sonuçları..... 59
4.1.21. Stronsiyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 60
4.1.22. Titanyum metali için elde edilen analiz sonuçları..... 61

4.1.23.	Vanadyum metali için elde edilen analiz sonuçları	62
4.1.24.	Çinko metali için elde edilen analiz sonuçları	63
4.1.25.	Cıva metali için elde edilen analiz sonuçları	64
4.2.	Mantarlardaki Metal Miktarları	65
4.3.	Toksik Madde Analiz Sonuçları ve Yorumları	80
4.3.1.	Muscimol analiz sonuçları	80
4.3.2.	*Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarı hesaplanması	83
4.3.2.1.	Rize Ayder yaylasında yetişen *Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarının hesaplanması	83
4.3.2.2.	Trabzon Akçaabat'ta yetişen *Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarının hesaplanması	84
4.3.2.3.	Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarının hesaplanması	85
4.3.3.	*Amanita pantherina* mantarı için muscimol miktarının Hesaplanması	86
4.3.4.	Alfa amanitin analiz sonuçları	87
4.3.4.1.	*Amanita phalloides* mantarı için alfa amanitin miktarının hesaplanması	89
4.4.	Element analiz sonuçları	90
4.5.	X-RD analiz sonuçları	91
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	92
5.1.	ICP-MS Sonuçları	92
5.2.	AAS Sonuçları	98
5.3.	HPLC Sonuçları	99
5.4.	Element Analiz Sonuçları	99
5.5.	X-RD Analiz Sonuçları	99
6.	KAYNAKLAR	101
	ÖZGEÇMİŞ	105

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. *Amanita muscaria* fotoğrafı (kırmızı) 17

Şekil 2.2. *Amanita muscaria* fotoğrafı (sarı) 17

Şekil 2.3. *Amanita pantherina* fotoğrafı 18

Şekil 2.4. İbotenik asit ve Muscimol'ün molekül yapıları 19

Şekil 2.5. *Amanita phalloides* fotoğrafı 20

Şekil 2.6. Alfa amanitin'in molekül yapısı 21

Şekil 2.7. Amanitin türlerinin genel yapıları 21

Şekil 2.8. Amanitin türlerinin sahip oldukları radikal gruplar 22

Şekil 2.9. AAS Cihazının Temel Kısımları 23

Şekil 2.10. Oyuk katot lambası 24

Şekil 2.11. Alevde gerçekleşen olaylar 27

Şekil 2.12. HPLC cihazının ana bileşenleri 29

Şekil 3.1. ICP-MS cihazı 34

Şekil 3.2. Grafit fırınlı AAS sistem 35

Şekil 3.3. HPLC sistemi 36

Şekil 3.4. Genel işlem basamağı 37

Şekil 4.1. Gümüş metali analiz değerleri 40

Şekil 4.2. Alüminyum metali için analiz değerleri 41

Şekil 4.3. Arsenik metali için analiz değerleri 42

Şekil 4.4. Baryum metali için analiz değerleri 43

Şekil 4.5. Kalsiyum metali için analiz değerleri 44

Şekil 4.6. Kadmiyum metali için analiz değerleri 45

Şekil 4.7. Kobalt metali için analiz değerleri 46

Şekil 4.8. Krom metali için analiz değerleri 47

Şekil 4.9. Bakır metali için analiz değerleri 48

Şekil 4.10. Demir metali için analiz değerleri 49

Şekil 4.11. Potasyum metali için analiz değerleri 50

Şekil 4.12. Magnezyum metali için analiz değerleri..... 51
Şekil 4.13. Mangan metali için analiz değerleri..... 52
Şekil 4.14. Molibden metali için analiz değerleri..... 53
Şekil 4.15. Sodyum metali için analiz değerleri..... 54
Şekil 4.16. Nikel metali için analiz değerleri..... 55
Şekil 4.17. Fosfor elementi için analiz değerleri..... 56
Şekil 4.18. Kurşun metali için analiz değerleri..... 57
Şekil 4.19. Antimon metali için analiz değerleri..... 58
Şekil 4.20. Kalay metali için analiz değerleri..... 59
Şekil 4.21. Stronsiyum metali için analiz değerleri..... 60
Şekil 4.22. Titanyum metali için analiz değerleri..... 61
Şekil 4.23. Vanadyum metali için analiz değerleri..... 62
Şekil 4.24. Çinko metali için analiz değerleri..... 63
Şekil 4.25. Cıva metali için analiz değerleri..... 64
Şekil 4.26. ICP-MS ile tayin edilen Ag (ppb) elementinin miktarı..... 65
Şekil 4.27. ICP-MS ile tayin edilen Al (ppm) elementinin miktarı..... 66
Şekil 4.28. ICP-MS ile tayin edilen As (ppb) elementinin miktarı..... 66
Şekil 4.29. ICP-MS ile tayin edilen Ba (ppb) elementinin miktarı..... 67
Şekil 4.30. ICP-MS ile tayin edilen Ca (ppm) elementinin miktarı..... 67
Şekil 4.31. ICP-MS ile tayin edilen Cd (ppb) elementinin miktarı..... 68
Şekil 4.32. ICP-MS ile tayin edilen Co (ppb) elementinin miktarı..... 68
Şekil 4.33. ICP-MS ile tayin edilen Cr (ppb) elementinin miktarı..... 69
Şekil 4.34. ICP-MS ile tayin edilen Cu (ppb) elementinin miktarı..... 69
Şekil 4.35. ICP-MS ile tayin edilen Fe (ppm) elementinin miktarı..... 70
Şekil 4.36. ICP-MS ile tayin edilen K (ppm) elementinin miktarı..... 70
Şekil 4.37. ICP-MS ile tayin edilen Mg (ppm) elementinin miktarı..... 71
Şekil 4.38. ICP-MS ile tayin edilen Mn (ppb) elementinin miktarı..... 71
Şekil 4.39. ICP-MS ile tayin edilen Mo (ppb) elementinin miktarı..... 72
Şekil 4.40. ICP-MS ile tayin edilen Na (ppm) elementinin miktarı..... 72

Şekil 4.41. ICP-MS ile tayin edilen Ni (ppb) elementinin miktarı..... 73
Şekil 4.42. ICP-MS ile tayin edilen P (ppm) elementinin miktarı..... 73
Şekil 4.43. ICP-MS ile tayin edilen Pb (ppb) elementinin miktarı..... 74
Şekil 4.44. ICP-MS ile tayin edilen Sb (ppb) elementinin miktarı..... 74
Şekil 4.45. ICP-MS ile tayin edilen Sn (ppb) elementinin miktarı..... 75
Şekil 4.46. ICP-MS ile tayin edilen Sr (ppb) elementinin miktarı..... 75
Şekil 4.47. ICP-MS ile tayin edilen Ti (ppb) elementinin miktarı..... 76
Şekil 4.48. ICP-MS ile tayin edilen V (ppb) elementinin miktarı..... 76
Şekil 4.49. ICP-MS ile tayin edilen Zn (ppb) elementinin miktarı..... 77
Şekil 4.50. AAS ile tayin edilen Hg (ppm) elementinin miktarı..... 77
Şekil 4.51. 1000 ppm derişimdeki muscimol standart çözelti..... 81
Şekil 4.52. 500 ppm derişimdeki muscimol standart çözelti..... 81
Şekil 4.53. 250 ppm derişimdeki muscimol standart çözelti..... 82
Şekil 4.54. Standart çözeltiler ile elde edilen kalibrasyon grafiği..... 82
Şekil 4.55. Rize Ayder yaylasında yetişen *Amanita muscaria* mantarı için analiz sonuçları..... 83
Şekil 4.56. Trabzon Akçaabat'ta yetişen *Amanita muscaria* mantarı için analiz sonuçları..... 84
Şekil 4.57. Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* mantarı için analiz sonuçları..... 85
Şekil 4.58. *Amanita pantherina* mantarı için analiz sonuçları..... 86
Şekil 4.59. *Amanita muscaria* türü mantarlardaki muscimol miktarları..... 87
Şekil 4.60. 200 ppm derişimdeki alfa amanitin standart çözelti..... 87
Şekil 4.61. 100 ppm derişimdeki alfa amanitin standart çözelti..... 88
Şekil 4.62. 50 ppm derişimdeki alfa amanitin standart çözelti..... 88
Şekil 4.63. Standart çözeltiler ile elde edilen kalibrasyon grafiği..... 89
Şekil 4.64. *Amanita phalloides* mantarı için analiz sonuçları..... 89

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Yanıcı-Yakıcı Gaz karışımları..... 26

Çizelge 3.1.1. Kullanılan mantarlar..... 31

Çizelge 3.2.1. Kullanılan kimyasallar ve özellikleri..... 32

Çizelge 3.3.1. Kullanılan zehir standartları ve özellikleri..... 32

Çizelge 3.4.1. Kullanılan cihazlar..... 33

Çizelge 3.4.2. ICP-MS cihazının özellikleri ve çalışma şartları..... 34

Çizelge 3.4.3. AAS cihazının özellikleri ve çalışma şartları..... 35

Çizelge 3.4.4. HPLC cihazının özellikleri ve çalışma şartları..... 36

Çizelge 4.1. ICP-MS ile tayin edilen element konsantrasyonları..... 78

Çizelge 4.2. ICP-MS ile tayin edilen element konsantrasyonları..... 79

Çizelge 4.3. AAS ile tayin edilen cıva konsantrasyonları..... 80

Çizelge 4.4. HPLC ile tayin edilen muscimol miktarları..... 86

Çizelge 4.5. HPLC ile tayin edilen alfa amanitin miktarı..... 90

Çizelge 4.6. Element analiz sonuçlar..... 90

SEMBOL VE KISALTMALAR

AAS	Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi
dL	Desilitre
g	Gram
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
ICP-MS	İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektroskopisi
kg	Kilogram
L	Litre
mA	Miliamper
mg	Miligram
mL	Mililitre
mmol	Milimol
ng	Nanogram
nm	Nanometre
X-RD	X ışınları kırınım cihazı
µg	Mikrogram
ppm	Milyonda birlik kısım
ppb	Milyarda birlik kısım
ppt	Binde birlik kısım
m^3	Metreküp
cm^3	Santimetreküp

1) GİRİŞ VE AMAÇ

Çok eski zamanlardan beri insanlar tarafından zehir, ilaç ve besin maddesi olarak kullanılan mantarlar, canlılar aleminin en önemli gruplarından biridir. Kloroplast taşımadıkları için bitkiler sınıfında, hareketli olmadıkları için de hayvanlar sınıfında yer almayan mantarlar bitki ve hayvanlardan farklı bir alem olarak ele alınırlar. Mantarlar mikrofunguslar ve makrofunguslar olarak temelde iki gruba ayrılır. Makrofunguslar doğada kendiliğinden yetişenler ve kültüre alınanlar olmak üzere iki gruba ayrılır. Doğada kendiliğinden yetişen mantarlar yenebilen ve zehirli mantarlar olarak ayırt edilirler. Zehirli mantarlar türlerine göre ibotenik asit, muscimol, alfa amanitin, beta amanitin, gama amanitin, muskarin, koprin gibi çeşitli toksik maddeleri içerirler. Bu toksinler türlerine göre sinir, solunum, boşaltım ve gastrointestinal sistemler üzerinde zararlı etkiye sahiptirler. Bu zehirlerin latent dönemleri mantarın ve toksinin türüne göre değişir. Bazı mantarlarda on beş dakika olan latent dönemi, bazı mantar türlerinde bir – iki aya kadar çıkabilir. Latent dönemlerinde yenen mantarın miktarı ve yiyen kişinin vücut direnci de belirleyici rol oynamaktadır.

Besin olarak tüketilen mantar türleri, yenebilen doğa mantarları ve kültür mantarları olarak ayrılırlar. Yenebilen doğa mantarları tat ve aroma bakımından oldukça zengindir. Buna rağmen kültür mantarları bilimsel olarak üretilmeleri ve dolayısıyla zehirsiz olmaları nedeniyle doğa mantarlarına göre daha üstündürler. Yenebilen mantarlar insan vücudu için oldukça yararlıdırlar. Özellikle Uzakdoğu ülkelerinde yemek ve ilaç olarak kullanılan makrofunguslar üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalar günümüzde de artarak devam etmektedir. Makrofunguslar taşımış oldukları tıbbi özellikleri üzerine yapılan çalışmaları; kan basıncının kontrölü, antitümör özelliği, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, antimikrobial etki, kolesterol seviyesinin kontrolü, antibiyotik etkisi, antioksidant özelliği, kalp ritminin düzenlenmesi, antiülserik etkisi, lipit metabolizması üzerine etkileri, antidiyabetik etkisi, anti-hıv aktivitesi, anti-obezitik aktivite, karaciğer ve böbrekler üzerinde koruyucu etkisi, antiviral etkisi, antiageing etkisi, seksüel hipofonksiyon tedavisinde, kan hücrelerinin üretimine etkisi gibi genel başlıklar altında toplayabiliriz [1].

Yenebilen mantarlar oldukça önemli besin kaynaklarıdırlar. Protein, karbonhidrat, yağ asitleri, vitamin ve mineral bakımından oldukça zengindirler. Karbonhidratlar; glukagon, monosakkaritler, şeker alkolleri, glikojen ve kitin olup

temelde hücre duvarının bileşenini oluştururlar. Mantar proteininin sindirilebilme değeri %72–83 arasındadır. İnsan beslenmesi için gerekli esansiyal amino asitlerden başka tüm amino asitleri içermektedir. Ayrıca mantarda çok az yağ bulunmasına rağmen esansiyal yağlar da dahil tüm yağ asidi çeşitlerini içerir. Mükemmel bir folik asit kaynağıdır. Folik asit yetersizliğinden ileri gelen aneminin tedavisinde mantar içeren diyet kullanılmaktadır. Mantarlar insan sağlığı açısından önemli vitamin ve mineral maddeleri içerirler. % 92 oranında su içeren taze mantarın geri kalan % 8'lik kısmı protein, yağ, karbohidrat, vitaminler, kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, bakır, lif ve külden meydana gelmiştir [2]. Önemli miktarda mineral içermeleri sebebiyle mineral eksikliği görülen kişilerde yararlı etkiye sahip olabilirler. Ayrıca mantarlar thiamin (B_1), riboflavin (B_2), pantotenik asit(B_5), nikotinik asit(B_3)(niyasin), biyotin(B_7) ve askorbik asit(C) ile D vitamini kaynağıdır [3].

İnsan vücudunun yapısına katılan mineralleri; makromineraller ve mikromineraller olarak sınıflandırırız. Makromineraller; kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt, klor, sodyum ve magnezyumdur. Mikromineraller; demir, manganez, kobalt, bakır, çinko, molibden, vanadyum, krom, kalay, flor, silisyum, selenyum ve iyottur. Makromineraller diğer gruba göre vücutta daha yüksek oranda bulunurlar. Canlı organizmada son derece düşük miktarlarda bulunması nedeniyle mikrominerallere eser element adı verilir. Bunlardan on üç tanesi; demir, manganez, kobalt, bakır, çinko, molibden, vanadyum, krom ve kalay metal olmalarına karşın, flor, silisyum, selenyum ve iyot ametaldir. Bu elementlerin miktarları düşük olsa da işlevleri oldukça büyüktür. Bunların birçoğu enzimlerin yapısına katılır ve hayatsal olaylarda çok önemli rol oynarlar. Minerallerin vücudumuzdaki miktarlarında artma veya azalma olması ciddi sağlık sorunlarını ortaya çıkarır. Yukarıda belirttiğimiz minerallerden bazıları ağır metaller olarak tanımlanırlar. Ağır metaller canlıların yaşamsal aktiviteleri üzerine konsantrasyonlarına bağlı olarak artan toksik etkilere sahiptir. Özellikle kadmiyum (Cd), krom (Cr^{+6} formu), cıva (Hg) ve kurşun (Pb) metalleri canlılar için esansiyal olmayıp eser miktarı bile toksik etki gösterebilir. Ağır metal tanımı fiziksel özellikleri bakımından yoğunluğu 5 $g.cm^{-3}$ 'den daha fazla olan metaller için kullanılır. Bu gruba kadmiyum, krom, kurşun, bakır, demir, nikel, kobalt, cıva, molibden, kalay ve çinko gibi altmıştan fazla metal dahildir [4]. Mantarlardaki ağır metallerin, makrominerallerin, mikrominarellerin ve toksik maddelerin tayini amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

2) KURAMSAL TEMELLER

2.1. Araştırılan Elementlerin Özellikleri ve Toksik Etkileri

Doğada makro ve iz elementler olmak üzere 92 element ve bu elementlerin birçok izotopları vardır. Genel olarak insan vücudunda bulunma miktarına göre makro veya iz element gurubuna girerler. İnsan vücudunda 100 $mg.kg^{-1}$'den daha fazla miktarda bulunan elementler makro, daha az miktarda bulunanlar ise iz element olarak adlandırılırlar. Elementler bu çerçevede ele alındığında kalsiyum(Ca), potasyum(K), sodyum(Na), magnezyun(Mg), klor(Cl) ve fosfor(P) gibi elementler vücudumuz için makro; demir(Fe), bakır(Cu), çinko(Zn), mangan(Mn), selenyum(Se), krom(Cr), kobalt(Co), alüminyum(Al), iyot(I), kalay(Sn), cıva(Hg), nikel(Ni), kadmiyum(Cd), kurşun(Pb), vanadyum(V), molibden(Mo), arsenik(As), antimon(Sb), kükürt(S) ve baryum(Ba) gibi elementler ise iz elementlerdir. Bu bağlamda iz elementler canlılarda çok az miktarda mutlaka bulunması gereken elementlerdir [5].

Biyolojik reaksiyonlara katılma durumlarına göre ağır metaller yaşamsal metaller ve yaşamsal olmayan metaller olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal metaller; organizma içerisinde belirli düzeylerde olması gereken metallerdir. Bu metaller daima biyolojik reaksiyonlara katıldıkları için sürekli olarak besinler yoluyla alınırlar. Cıva(Hg), kadmiyum(Cd), kurşun(Pb) gibi yaşamsal olmayan metaller ise çok düşük derişimlerde dahi metabolizmayı etkileyerek çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadırlar. Ayrıca bir elementin yaşamsal olup olmaması da organizmaya göre farklılık gösterir. Örneğin, nikel (Ni) bitkiler için toksik bir elementken hayvanlara iz düzeyde bulunması gereken yaşamsal bir elementtir

Araştırma konumuzda yer alan minerallerin hayati görevleri, insan vücudunda bulunması gereken alt ve üst limit değerleri ile toksik etki oluşturan değerleri aşağıda özetlenmiştir.

2.1.1. Krom (Cr)

Bitkilerde, hayvanlarda, toprakta, volkanik toz ve gazlarda yani doğanın her yerinde doğal olarak bulunan bir metal olan krom, havada $>0.1 \mu g.m^{-3}$, kirlenmemiş suda ortalama 1 $\mu g.L^{-1}$, kirlenmemiş topraklarda 4 $g.kg^{-1}$ kadar çıkabilir [6]. Yaygın olarak Cr^{0}, Cr^{+3} ve Cr^{+6} olmak üzere üç ana formu bulunur. Cr^{+3} formu vücut için diyetle eser miktarda alınmalıdır ancak diğer formlara vücudun ihtiyacı yoktur. Cr^{+3} doğal

olarak birçok taze sebze, meyve, et, bira mayası ve tohumlarda bulunur. Özellikle paslanmaz çelik kutular ve sağlıksız yemek kaplarından yüksek miktarda geçebilen Cr^{+6} formu, aşırı toksik özellik gösterir. Dünya sağlık örgütü nefes yoluyla alınan (günlük 1-2 g) yüksek dozda kromun akciğer kanseri riskini arttırdığı, su ve gıdalarla alınan kromun mide ülserleri, böbrek ve karaciğer hastalıklarına ve ölümlere neden olduğunu belirtmektedir. Ayrıca krom, bazı kişilerde şiddetli reaksiyonlara neden olabilmektedir. Cr^{+6} bileşiklerinin kanserojenik etkisi de vardır. Cr^{+6} bileşiği DNA'ya bağlanarak gen kopyalanmasında, onarımında ve dublikasyonunda değişikliğe neden olmaktadır. Vücutta insülin, su, karbonhidrat ve protein metabolizması üzerinde etkilidir. Yaşlanma ile vücuttaki miktarı azalır. İnsan dokularındaki kromun tüketilmesi yetişkinlerde diyabet başlangıcı belirtileri arasında yer alabilir. Kromun vücuttaki günlük sınır değerleri; yetişkinler için 25 µg, çocuklar için 0,1 µg ve gençler için 1,0 µg'dır. Yetişkin bir insan için ağızdan alınan öldürücü doz 50-70 $mg.kg^{-1}$'dir [7].

2.1.2. Mangan (Mn)

Doğada oksijen, kükürt, klor ve diğer elementlerle bileşik halinde bol miktarda bulunur. Özellikle tahıllar ve tahıl ürünleri mangan bakımından oldukça zengindir. Mangan, vücutta çeşitli enzimlerin aktivasyonunda görev alan önemli bir mineraldir. Hücrede ise özellikle mitokondride yüksek derişimde bulunur. Mangan eksikliğinde mitokondri yapısında anormallikler görülür. Ayrıca mangan, troid bezlerinin çalışmasında, kıkırdak ve kemik gelişiminde önemli bir yere sahiptir. Mangan; enzimlerin yapısına katılır ve onları aktive eder. Beyin ve sinir sisteminin normal çalışmasını sağlar. Eksikliğinde sinir sistemi rahatsızlıkları, kemiklerde bozukluk, kısırlık ve lipit metabolizmasında anormallikler görülür. Oral yolla alındığında en az toksik olan elementtir. Yüksek düzeydeki mangan baş ağrısı, psikozlu davranışlar ve uyuşukluk görülür. Günlük olarak alınması önerilen miktar ise yetişkinlerde 1,4 mg, çocuklarda 16µg'dır. Maksimum doz 9,81 $mg.gün^{-1}$'dir [7].

2.1.3. Demir (Fe)

Bitki, hayvan ve insanların en çok ihtiyaç duyduğu elementtir. Alüminyumdan sonra % 4,2 ile doğada en çok bulunan elementtir. Normalde çözülemeyen formda olmasına rağmen, pek çok doğal reaksiyonla, demirin çözülebilir formları oluşur ve yeraltı sularını kirletir [8]. Karaciğer başta olmak üzere pek çok sakatat demir açısından oldukça zengindir. Yeşil sebzeler dışında bitkisel gıdalar demir bakımından fakirdirler.

Yetişkin bir insanın vücudunda bulunan dört gram demirin üç gramı hemoglabin ve miyoglobinin yapısına katılır, sitokrom ve katalaz gibi bazı enzimlerin yapısına girer. Demir bağışıklık sisteminde önemli rol oynar. Eksikliğinde anemi rahatsızlığı görülür. Çok miktarda demir bileşiğinin sindirim sistemi yoluyla alınması toksik etki yaratır. Gıda yoluyla zehirlenme nadirdir. Demir zehirlenmeleri daha çok kimyasal madde alımı sonucu görülür. Tolore edilebilir değer normal kişilerde günlük 50-100 $mg.kg^{-1}$'dir. Yetişkin bir insan için öldürücü doz 100 gramdır [7].

2.1.4. Nikel (Ni)

Genellikle sülfat ya da oksit halde tüm topraklarda bulunur. Korozyon ve ısıya direncinin yüksek olması, sert ve dayanıklı olması sebebiyle sıkça alaşımların yapısında yer alır. Madeni paralarda ve mücevher yapımında kullanılır. İnsan ve hayvanlarda esansiyal mineraldir. Nikelin toksik etkileri üç farklı şekilde ortaya çıkar. Bunlar; solunum sistemine etkisi, kanserojen etkisi ve dermatolojik etkisidir [9]. Besin olarak toplam nikel alımı hayvanların yiyecekleri ve bitkilerin tükettikleri miktarlara bağlıdır. Günlük nikel alımının yaklaşık yarısı ekmek, içecek ve tahılların tüketiminden sağlanır. Günlük nikel alımı 150 µg'dan az olmalıdır. İngiltere'de günlük değer; yetişkinler için 140-150 µg'dır. Bu değer ABD'de 69-162 µg ve Danimarka'da 130 (60-250) µg'dır [10].

2.1.5. Bakır (Cu)

Bakır işlenerek pek çok alanda kullanılan bir elementtir. Birçok farklı özelliğe sahip olması nedeniyle çeşitli endüstri kollarında kullanılabilir. Bakırın havadaki miktarı üretim yapan sanayi kuruluşlarından uzaklaştıkça azalır. Bakır suda çözülerek çevreye dağılabilir. Atmosfere dağılan bakırın sadece %1'i biyolojik olarak kullanılabilir iyon halindedir [11]. Bakır canlı organizmalar için esansiyal elementlerin başında gelir. Bakır konsantrasyonu 0,05-2,0 $mg.kg^{-1}$ olmak koşuluyla tüm gıdalarda bulunur. Bakır açısından zengin besinler; sakatatlar, fındık, meyve, fasulye, tahıllar, yumurta ve balıktır. Vücutta birçok önemli enzimin bileşimine girer. Kan ve kemiklerin yapımında görev alır. Bakır eksikliğinde zayıflık, solunum sistemi enfeksiyonları, sinir sisteminde bozukluklar, anemi, saç ve deride renk kaybı, kan damarları ve kemiklerin kırılganlığının artması gibi sağlık sorunları görülebilir. Erişkin insanlarda 50-120 mg bakır bulunur. Bakırın canlılar üzerine etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit canlılarda zehir etkisi göstermesine rağmen

yüksek yapılı canlılarda temel yapı bileşenidir. Bu nedenle bakır ve bileşikleri fungisit, biosit, antibakterial madde ve böcek zehiri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılır. Gereğinden fazla bakır alındığında "bakır çalığı" denilen zehirlenme görülür [6]. Bakırın kanserojen etkisi yoktur. Yüksek düzeyde bakır içeren su, kusma, mide bulantısı ve kramplara neden olur. En çok karaciğerde, bağırsak, beyin, kalp ve adrenal bezde birikir [12]. Ağız yoluyla alındığında akut zehirlenme insanlarda 100 $mg.kg^{-1}$ olmasına rağmen 600 $mg.kg^{-1}$ emilim olsa bile tedavi edilebilir. Bakır günlük en fazla; kadınlarda 12 mg, erkeklerde ise 10 mg alınmalıdır. 6-10 yaş arasındaki çocuklarda ise alınması gereken miktar günlük 3 mg'dır [10,13].

2.1.6. Çinko (Zn)

Metal kaplamalarında, döküm sanayisinde, çinko-oksit formunda boya pigmenti olarak, seramiklerde, kauçuk sanayisinde, gübrelerde, bazı kozmetik ve sağlık ürünlerinde kullanılan çinkonun biyolojik formları; bitkiler, hayvanlar ve insanlar için yaşamsal bir öneme sahiptir. Canlılarda eser düzeyde bulunur. Çinko; gelişme, deri bütünlüğü, yumurta olgunlaşması, bağışıklık sistemi, yara iyileşmesi ve karbonhidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi veya degradasyonu gibi çeşitli biyolojik prosesler için gereklidir. Alkol dehidrogenaz, karbonik anhidraz ve karboksipeptitaz gibi 70'den fazla enzimin kofaktörü olarak görev yapar. Fizyolojik miktardaki çinko; Cd, Hg, Pb ve Sn gibi diğer ağır metal iyonlarının zehirleyici etkisini azaltır. Çinko eksikliği; gelişim bozuklukları, cinsiyet organları ve iskeletin gelişmemesi, kol, bacak ve deride iltihap, ishal, saç dökülmesi ve kellik, iştah azalması ve davranışlarda değişikliğe neden olur. Çinko hayvansal gıdalarla, özellikle de et ile vücuda alınır. Bitkisel çinko kaynakları ise fındık, ceviz ve tahıllardır. Çinko ve çinko oksit tozlarının uzun süre solunması "çinko ateşi" denilen ve birkaç gün içinde kendiliğinden geçen bir hastalığa neden olur. Akut zehirlenme belirtileri sindirimde sıkıntı, ishal, mide bulantısı ve karın ağrısı şeklinde belirtiler gösterir. Aşırı dozda elementer çinko alındığında uyuşukluk, kas fonksiyonlarında düzensizlik ve yazmada zorluk görülür. Çinko kan dışında özellikle de kas ve kemik dokuda oldukça yüksek miktarda bulunur. Vücuttan bağırsaklar, üre ve ter ile atılır. Alınması gereken miktar ise; İngiltere'de yetişkin bir insan için günlük 9 mg; ABD'de erkeklerde günlük 15 mg, elli yaş üstü kadınlar için 12 mg'dır. Günde 15 mg'dan fazla alınması önerilmemektedir [1].

2.1.7. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum özellikle endüstride nikel-kadmiyum pillerde, korozyona karşı dayanıklı olması nedeniyle çelik kaplamasında, boya sanayisinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektrik sanayisinde kullanılan çinko ve kurşun üretimine eşlik eden bir metaldir. Kadmiyum empürüte olarak fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucu kadmiyum kirliliği ortaya çıkar. Kadmiyum vücutta çinkonun yerine geçerek önemli enzim ve organ fonksiyonlarının gerçekleşmesini engellemektedir. Kadmiyum zehirlenmesi, çinko eksikliğine bağlı olarak arttığından vücuttaki çinko ve kadmiyumun oranı oldukça önemlidir. Ayrıca kadmiyum suda çözünme özelliği en yüksek olan metaldir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir. Ancak kadmiyum insan yaşamı için gerekli değildir. Suda çözündüğü için vücuda kolaylıkla alınır ve depolanabilir. Özellikle mantarlarda, kabuklularda ve sakatatlarda yüksek oranda bulunur. Kadmiyum içeriği 0,01 $mg.m^{-3}$ olan havanın 14 günden daha fazla solunması durumunda kronik akciğer rahatsızlıkları ve böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Su ve gıdalarla alındığında, karaciğer, beyin, böbrek, sinir sistemi hastalıkları, kemik hassasiyeti, demir eksikliği gibi birçok rahatsızlığa neden olur. Ve bu rahatsızlıklar vücuda alınan kadmiyum miktarına ve bireyin vücut direncine bağlı olarak bazen ölümle sonuçlanabilir. Ölümlerin nedeni genellikle kadmiyumun böbrek ve karaciğerde birikmesidir. Yaşlılarda bu durum yüksek tansiyona neden olur. Kısa süreli 0,05 $mg.kg^{-1}$ kadmiyum alımı sadece mide rahatsızlıklarına neden olurken, 14 günden daha fazla süreyle günlük 0,005$mg.kg^{-1}$ kadmiyum alımı böbrek ve kemiklerde ciddi problemlere neden olur [12]. Akut zehirlenmelerde 24 saat içinde öncelikle halsizlik, baş ağrısı, ateş, terleme, kaslarda gerilme ve ağrıyla beraber kusma görülür. Bu belirtiler 3. gün şiddetlenir. Bir hafta içinde yeniden kadmiyum alımı olmamışsa belirtiler azalmaya ve ortadan kalmaya başlar. Kronik kadmiyum zehirlenmelerinde ise en önemli etki akciğer ve prostat kanseridir. Kronik zehirlenme böbrek hasarı ile ortaya çıkar. 60-480 $\mu g.g^{-1}$'lık bir yükleme böbrek tahribatına ve tüm canlılarda hasara neden olur [14,15].

2.1.8. Kurşun (Pb)

Ekolojik sisteme ve insan metabolizmasına zarar veren metallerin başında gelen kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayılır ve her durumda toksik özellik taşır. Kurşunun başlıca kullanım alanları kurşunlu benzin, teneke kutu kapakları, kurşun-kalay alaşımlı kaplar, seramik sırları, böcek ilaçları, aküler, boya maddeleri, sigara,

yiyecekler ve sudur. Özellikle endüstri ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen; tahıllar, baklagiller, meyveler ve et ve et ürünleri normal seviyelerinden daha fazla kurşun taşırlar. Kurşun; kurşun kaynaklarından ve bazı endüstriyel atıklardan suya karışır. İnsan vücudunda bulunan tahmini kurşun miktarı 125-200 mg civarındadır. Normalde insan vücudu günde 1-2 mg kurşunu atabilir [1]. Kurşun; kalsiyum ve demir gibi metabolizma için oldukça önemli olan minerallerin emilimini azaltır. Kan yoluyla kemiklere ve diğer dokulara taşınan kurşunun bir kısmı böbrekler ve dışkı ile dışarı atılırken, bir kısmı ise kemiklere bağlanır ve çözündükçe böbreklerde tahribata yol açar. Ayrıca beyinde de tahribata yol açan kurşun; sinir sisteminde iletim azalmasına, anormal beyin fonksiyonlarına ve çocuklarda kalıcı zeka geriliğine neden olur. Tüm bunlara ek olarak hormonal bozukluklara, sperm anomalilerine, hipertansiyona ve kalp kası hasarlarına neden olur [16]. Besin zincirinde genellikle midye gibi kalsiyum kabukluların üzerindeki kalsiyuma bağlı olarak yayılır. 14 günden daha uzun süre 100-150 $\mu g.dL^{-1}$ kurşuna maruz kalan çocuklarda ölümlere, yetişkinlerde böbrek hasarlarına neden olur. Hamilerde ise 10-15 μg.dL maruz kalındığında kilo kayıpları ve zihinsel geriliğe neden olur. Gençlerde 15-20 $\mu g.dL^{-1}$ miktarda alındığında büyümede azalmaya neden olur [12].

2.1.9. Alüminyum (Al)

İnsanlar su ve gıdalarla günde 88 mg alüminyum almaktadırlar. Bir insan günde sadece 2 litre su ile yaklaşık olarak 3 g alüminyum almaktadır. Bu miktar günlük olarak alınan alüminyumun yaklaşık % 3,4'üne karşılık gelmektedir. Alüminyum insan için gerekli temel minerallerden değildir. İnsan vücuduna su ve besinler aracılıyla fosfat kompleksleri halinde alınırlar. Eğer uzun süre vücuda alüminyum hidroksit formunda alınırsa vücutta fosfat kaybına sebep olur. Ayrıca alüminyum fosfat kompleksleri sindirim sistemi tarafından emilmektedir [17].

Dokularda bulunan kalsiyum ve potasyum gibi mineraller ile alüminyum arasında bir korelasyon bulunduğu ve beyin dokusunda alüminyumun artması ile bu minerallerin miktarlarının azaldığı görülmüştür [18]. Farklı nörolojik dokularda bulunan kalsiyumun dağılımı ile alüminyum ve manganez arasında bir korelasyonun bulunduğu ve bu korelasyonun bozulması ile Parkinson hastalığının ortaya çıktığı belirlenmiştir [17].

2.1.10. Antimon (Sb)

Kimyasal özellikleri, farmakolojik ve toksik etkileri bakımından arsenik (As) elementine benzeyen antimon, yaşamsal bir element olmadığı için normal koşullarda insan vücudunda bulunmaz [19].

Birçok endüstri alanında kullanılan antimon, bu alanda çalışan insanların soluması yoluyla ve su ve gıda maddeleri ile vücuda alınır. Bunlara ek olarak antimon içeren su, toprak ve antimonlu bileşiklere temasla deri yoluyla vücuda alınabilir. Eğer uzun süre antimona maruz kalma devam ederse ciddi sağlık sorunları ortaya çıkabilir. Akciğer ve kalp hastalıkları, karaciğer ve böbrek yetmezliği, mide ülseri, ishal, kusma ve gastrointestinal ağrılar oluşabilecek sağlık sorunlarından bazılarıdır.

2.1.11. Arsenik (As)

Yaşamsal elementler arasında olmayan arsenik insan metabolizması için oldukça toksik bir elementtir. Toksik etkisi ise, alan kişinin yaşına, cinsiyetine, alınan miktara ve alınma süresine, vücuda alınış şekline, bileşiğin kimyasal ve fiziksel formuna göre değişebilir. Örneğin; inorganik arsenik, organik arsenikten daha toksiktir. Eğer suda 0,05 $mg.L^{-1}$ arsenik bulunursa, arseniğin kimyasal yapısının tespit edilmesi gerekir [20].

2.1.12. Baryum (Ba)

Yaşamsal elementler arasında yer almayan baryum bazı formları suda çözünmediği için absorbe olamazlar ve dolayısıyla tosisitesi oldukça azdır. Ancak suda çözünebilen baryum tuzları kolaylıkla emilebilirler. Tuzları şeklinde vücuda alınan baryum çoğunlukla kemiklerde toplanır ancak yine de böbrekte, kalpte ve karaciğerde de baryuma rastlanmıştır. Baryum normalde gıdalarda çok düşük miktarda absorbe olduğu için gıda yoluyla vücuda alınması ihmal edilecek kadar azdır. Baryum vücut içerisinde kalsiyumunki gibi bir yol izler. Ancak kalsiyumdan daha hızlı atılır. Vücuda alınan baryumun %25'i 24 saat içerisinde vücuttan atılır. Eğer baryum tuzları vücuda az miktarda alınırsa kalp ritminin bozulmasına, kan basıncının düşmesine, nefes alırken zorlanmaya, mide tahrişine, refleks bozukluklarına, kaslarda güzsüzlüğe, beyin ve karaciğerde şişliğe, böbrek ve kalp rahatsızlıklarına sebep olur. Fazla miktarda alınması durumunda ise, akut toksik etkiye neden olur.

2.1.13. Cıva (Hg)

Oda sıcaklığında sıvı olan cıvanın inorganik ve organometalik formları vardır. Cıvanın tüm bileşikleri zehirlidir ve canlılar için oldukça tehlikelidir. Özellikle metil cıva ve alkil bileşikleri çok daha zehirlidir. Metalik cıva veya cıva buharının solunması ile meydana gelen zehirlenmeler nadir görülür ama bu tür cıva zehirlenmelerinde ölümle sonuçlanan ciddi sağlık problemleri meydana gelir. Cıva bileşikleri vücutta uzun süre kalır ve genellikle karaciğer ve böbrekte birikir. Özellikle böbreklerde tubuler nekrozislere neden olur [21,22]. Bu organların dışında beyinde de biriken cıva, bu organda özellikle motor fonksiyon sistemini etkiler ve sinirsel sendromların meydana gelmesine neden olur [23]. Dünya sağlık örgütü tarafından cıvanın şehirlerde 0,1-5 $ng.m^{-3}$, endüstriyel alanlarda 0.5-20 $ng.m^{-3}$, kent dışında ise 0,001-6 $ng.m^{-3}$ olması gerektiği belirtilmektedir [24]. Ayrıca plasentadan geçebilen cıva çok düşük dozda bile kronik olarak karşılaşan gebelerde fetüs olumsuz olarak etkilenir.

2.1.14. Fosfor (P)

Biyolojik olarak kalsiyum metabolizması ile birlikte ele alınan fosfor canlı organizmalar için yaşamsal önemi olan vazgeçilemez bir elementtir. Bitki ve hayvanların gelişiminde büyük öneme sahiptir. Organizmada kalsiyumla birlikte yoğun olarak kemiklerde bulunur. Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı oldukça azdır. Doğal sularda organik ve inorganik formlarda bulunabilir. Suya kaya ve topraklardan ya da yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan geçebilir. Suda fosfatın varlığı su depolarındaki alglerin çoğalmasını kolaylaştırır. Bu da içme sularında kokuya ve tadının bozulmasına neden olur. Yerüstü sularında da azot ile birlikte yine alglerin çoğalmasına ve yerüstü sularındaki canlı hayatının etkilenmesine sebep olur.

İnorganik fosfor kanın kalsiyum derişimin sabit kalmasında etkilidir. Ayrıca fosfor enerjinin hücre aktivitesine transfer edilmesinde ve karbonhidrat metabolizmasında görev alır. ATP ve fosforile metabolik ürünlerin temel yapı taşlarındandır.

2.1.15. Gümüş (Ag)

Gümüş insan metabolizması için oldukça zararlı ve toksik etkiye sahip bir elementtir. Gümüşün 0,4-1,0 $mg.L^{-1}$ aralığındaki konsantrasyonları, böbrekler, karaciğer ve dalakta patolojik değişikliklere neden olur. Bunun insanlarda saptanması oldukça

güçtür. Ancak bu tip durumlarda tırnakların renk değiştirmesi bir ölçüt olarak alınabilir. Ayrıca gümüş, argyria hastalığına neden olur. Bu hastalık gözlerin ve derinin gri-mavi bir renk alması ile kendini gösterir.

2.1.16. Kalay (Sn)

Erişkin bir insanın vücudunda 15-30 mg kadar kalay bulunur. Vücutta mide öz suyunun üretilmesinde, gastrin hormonunun aktive edilmesinde ve protein sentezinde görev alır. Vücuda fazla miktarda alındığında akciğer ve kemiklerde birikir. Nadiren karaciğer ve beyinde de birikebilir. Genellikle vücuda kalaylı konserve kaplarından fazla miktarda kalay alınır.

Kalayın organik formları insanlar için oldukça tehlikelidir. Özellikle trietilkalay en tehlikeli organik metal formudur. Kalay insan vücuduna gıdalarla, solunum ve deri yoluyla girebilir. Uzun süre kalaya maruz kalındığında depresyon, bağışıklık sisteminin zayıflaması, kromozomsal hasarlar, karaciğer hasarları ve kırmızı kan hücrelerinin eksikliği gibi sağlık sorunları baş gösterir.

2.1.17. Kalsiyum (Ca)

İnsan metabolizmasında en yoğun bulunan katyon olan kalsiyum biyolojik açıdan oldukça önemlidir. Vücutta bulunan kalsiyumun çok büyük bir kısmı kemik dokusunda "hidroksiapatit" kristalleri halinde fosfatla birlikte bulunur. Kemiğin yapısında bulunan başlıca tuzu kalsiyum fosfattır ($Ca_3(PO_4)_2$). Bunun yanı sıra kalsiyum karbonat, florid, sitrat, Na, K, Mg da bulunur. CaF_2'de az miktarda diş minesinde bulunur. Kalsiyumun plazmadaki düzeyi ise %10'dur. Özellikle kanın pıhtılaşmasında, kasların fonksiyonunda, sinirsel aktivitede önemli bir rol oynayan kalsiyum hücre zarı yapısında da bulunur. Günde ortalama 800 mg kalsiyum alınır ve bunun yaklaşık olarak 700 mg'ı sindirim sistemi yoluyla dışarı atılır. Vücutta kalan ve kemiklerde depolanan kalsiyumun bir kısmı yine sindirim sistemi aracılığıyla dışarı atılır. Boşaltım sistemi üzerinde dışarı atımı çok azdır. Ayrıca hormonal etkinliklerin başlatılmasında rol alan kalsiyum, lipaz, ATPaz, süksinat dehidrogenaz gibi enzimlerin aktivatörüdür.

2.1.18. Kobalt (Co)

Vücudumuz da bulunan eser elementlerden biri olan kobalt, kandaki eritrositlerin oluşumunu sağlayan B_{12} vitaminin bir parçasıdır. Kırmızı vitamin olarak da bilinen B_{12} vitamini çok önemli bir biyolojik katalizördür ve kan yapısını güçlendirir.

Bu nedenle kobalt eksikliğinde yeterli düzeyde eritrosit sentezlenemediği için ciddi kansızlık sorunları oluşabilir. Bu da tüm vücudu etkileyen önemli sağlık sorunlarına yol açabilir.

Bir yetişkinin günlük kobalt ihtiyacı 5μg kadardır. Özellikle hayvansal gıdalar temel kobalt kaynaklarıdır.

2.1.19. Magnezyum (Mg)

Suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan bir olan magnezyum insan vücudu için oldukça gerekli bir mineraldir. Daha çok hücre içinde yer alan magnezyum kemik, kas ve sinir dokularında bulunur. Yetişkin bir insan için günlük 35 mg magnezyum gereklidir.

Magnezyum enerjinin transferi, depolanması ve kullanılması gibi enzimatik reaksiyonlarda katalizör olarak görev alır. Magnezyum DNA, RNA ve protein sentezinde, yağ, nükleik asit ve koenzimlerin sentezlenmesinde, kas kontraksiyonu, glukagon sentezi ve kullanılması, sülfat, asetat ve formayın aktivasyonunda, transmetilasyon ve oksidatif fosforilasyonda da görev alır.

Plazmada % 2,5 oranında bulunan magnezyum daha çok hücreler içerisinde bulunur. Özellikle kas hücresinde ki miktarı % 20 kadardır. Yetişkin bir insan günde 50 mg kadar magnezyum almalıdır.

Magnezyum eksikliğinde kalp hastalıkları, kanser, yüksek tansiyon, böbrek taşı, regl dönemi krampları ve hızlı yaşlanma gibi sağlık sorunları görülür. Magnezyumun sinir ve kas sisteminde önemli olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Sakinleşmeye yardımcı olduğu için "antistress minerali" olarak bilinir. Ayrıca magnezyumun azalması hücresel kalsiyum taşınması ve sinyallenmesine neden olan aşırı heyecana yol açar [25,26].

Magnezyum üredeki kalsiyum çözünürlüğünü arttırarak taş oluşumunu engeller. Magnezyum kemik erimesinin tedavisinde ve korunmasında kalsiyum kadar önemlidir. Magnezyum azlığı migren veya tansiyondan ileri gelen ağrı için ortamı hazırlar. Bu minerallerin eksikliği yorgunluk, kas spazmları, zihin karışıklığı, iştahsızlık, uykusuzluk gibi belirtilerle ortaya çıkar [27,28]. Böbreklerden magnezyum boşaltımı plazma/hücre dışı konsantrasyonuyla doğru orantılıdır. Bu oran artarsa boşaltım artar, azalırsa azalır. Vücuda düşük miktarda alındığında günlük olarak böbreklerden 0,5 mmol'den daha az miktarda boşaltımı yapılır [29,30].

2.1.20. Molibden (Mo)

Doğada yaygın olarak bulunan molibden canlı yaşamı için gerekli olan esansiyal elementlerden biridir. Özellikle molibden üreten ya da molibden kullanan sanayi kuruluşlarının yakın çevresindeki otlaklar ve benzeri alanlar molibdenli atıklarla sakıncalı düzeyde kirlenirler.

Molibdenin toksik etkisi özellikle bakır düzeyi ile ilgilidir. Bakır düzeyi normalin altına düştüğünde ve sülfat düzeyi arttığında 1-2 ppm molibden bile zehirlenmeye neden olur [31,32]. Genellikle bakır/molibden oranı 2/1 'in altına düştüğünde molibden zehirlenmesi görülür. Molibden özellikle böbrek, karaciğer, vücut yağı ve kanda birikir [33].

Molibden hücre içi reaksiyonlara katılır ve çeşitli bağırsak enzimlerinin işlevlerini sürdürebilmelerinde görev alır.

2.1.21. Potasyum (K)

Yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden yedincisi olmasına rağmen sudaki oranı oldukça azdır. Bunun nedeni potasyumun bazı jeotermal prosesler ve absorbsiyon nedeniyle toprakta kalması ve suya geçememesidir. Suların genelinde potasyum miktarı 20 $mg.L^{-1}$'den daha azdır.

Potasyum vücut için oldukça önemli bir elementtir. Ribozom biyosentezi, fosforilasyonlar gibi metabolik işlevlere sahip olan potasyum aynı zamanda glikolitik yolda görevli olan piruvatkinazı aktifleyen bir katyondur. Ayrıca potasyum, ekstrasellülerde kas aktivitesi ve özellikle kardiyak aktivite açısından oldukça önemlidir. Eğer plazmada potasyum derişimi çok düşerse çizgili kaslarda felçler ve kalp kasında bozukluklar görülebilir.

2.1.22. Sodyum (Na)

Yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden biri de sodyumdur. Sodyum toplam katyonlara oranla, tarımda oldukça önemli bir yere sahiptir. Ayrıca sodyum oranının yüksek olması, toprağın geçirgenliğinde de rol oynar. İnsan metabolizması için de oldukça önemli bir yere sahiptir. Su ve sodyum dengesinin kontrolü sinirsel ve hormonal sistem dahil çok karışık olaylar sonucu meydana gelir. İnsan sağlığı ve tat eşiği yönünden en normal ve önerilen sodyum miktarı 200 $mg.L^{-1}$'dir [34].

Sodyumun vücuttan atımı böbreklerden olur. Sodyum böbreklerden, gastrointestinal yoldan (günde 1-2 mg kadar) ve ter yolu ile atılır.

Sodyum, asit-baz dengesinin düzenlenmesinde Cl^- ve HCO_3^- ile birlikte rol oynar. Sodyumun kanda bulunan en önemli bileşiği ise $NaHCO_3^-$ 'tür. Ayrıca sodyum ozmotik basıncın düzenlenmesinde, suyun dağılımında, kas-sinir uyarılmasında rol oynar ve hücre zarı geçirgenliğini düzenler.

Serum sodyum düzeyinin normalden yüksek olması olarak tanımlanan hipernatremi oldukça tehlikeli bir durumdur. 48 saatten fazla devam ederse beyinde hasara neden olur.

2.1.23. Stronsiyum (Sr)

Kimyasal olarak kalsiyuma benzeyen stronsiyumun kemik yapısında birikme eğilimi vardır.

2.1.24. Kükürt (S)

Doğada sülfit ve sülfat bileşikleri halinde bulunur. Sülfatlar ağır metal sülfürlerinin oksitlenerek suda çözünmesi sunucu oluşmuşlardır. Bu bağlamda baryum, stronsiyum ve kurşun sülfat hariç diğer tüm sülfatlar suda çözünürler. Çözünen sülfatlar sülfüre indirgenebilir veya hidrojen sülfür halinde buharlaşarak havaya karışabilirler. Ya da çözünmeyen bir tuz olarak çökebilir veya canlı organizmalarla birleşebilirler.

Çeşitli sanayi tesislerinin atıkları olan sülfürler su aracılığıyla doğaya karışır. Fosil yakıtların yanmasıyla oluşan kükürt dioksit (SO_2)'in katalitik oksitlenmesiyle kükürt trioksit (SO_3) meydana gelir ve kükürt trioksit de su ile birleşerek sülfürik asit (H_2SO_4)'i meydana getirir. Buda asit yağmurları ve karı şeklinde yere iner.

Kayalardan çözeltiye geçen katyonlar genellikle suda çözünebilen sülfat bileşikleri verdikleri için suda sülfat derişimi genellikle oldukça fazladır.

İnsanlarda sülfat oldukça az miktarda absorbe edilir. Hücre zarından çok yavaş geçer ve süratle böbreklerden atılır. 1-2 mg sülfat insanda diareye sebep olarak bağırsakları temizler. Bu miktar çocuklarda ise günlük 21 $mg.kg^{-1}$'dir.

2.1.25. Titanyum (Ti)

Titanyum çoğunlukla titanyumdioksit (TiO_2) formunda bulunan bir elementtir. Titanyumdioksit molekülleri vücuda girdiklerinde, vücut dışarıya atamadığı için çeşitli organlarda birikmeye başlarlar. Boyutu çok küçük olduğu için hücreden hücreye, organdan organa geçebilir ve hücre içinde gerçekleşen mekanizmayı etkileyebilirler. Hatta vücutta serbestçe dolaşırken oksidatif stres açığa çıkararak hücre ölümüne neden olabilirler. Hücre içindeki serbest radikallerin sebep olduğu bu oksidatif stres kansere yol açan önemli mekanizmalardan biridir.

2.1.26. Vanadyum(V)

Vanadyum tuzları oksidatif hasarın ilerlemesine neden olmaktadır ve vanadyumun troid mekanizmasına etki ettikleri düşünülmektedir.

2.2. Şapkalı Zehirli Mantarlar ve Neden Oldukları Sendromlar

Birçok yabani mantar doğrudan toplanıp yenebilir ve çoğunun kültür türlerinden daha lezzetli olduğu söylenir. Fakat doğal olarak yetişmiş olan mantarları toplayan kişi bu konuda uzman olmadığı takdirde zehirlenme ve ölümle karşılaşılabilir. Çünkü bazı mantarların çok küçük bir miktarı bile insanı öldürecek kadar zehirlidir. Yenebilen ve zehirli mantarlar yan yana yetişebilirler. Bazı zehirli ve yenebilen mantar türleri birbirlerine o kadar benzerler ki ancak bir mantar bilimci bu mantarları birbirlerinde ayırt edebilir. Zehirli mantarların tadı yenebilen mantarlarınkinden farklı değildir. Etinin rengi, tadı ve kokusu ile bir mantarın zehirli olup olmadığı anlaşılamaz.

Zehirli mantarlar genel olarak latent dönemi sürelerine göre iki gruba ayrılırlar.

2.2.1. Birinci grup mantarlar

Bu grupta yer alan mantarların latent dönemi oldukça kısadır. Zehirlenme belirtileri mantar yendikten 2-3 saat sonra ortaya çıkar. Bu grup mantarlarda zehirlenme belirtilerinin erken ortaya çıkması ve erken müdahale edilebilmesiyle ölüm nadir olarak görülmektedir.

Birinci grup mantarların neden olduğu sendromlar ise şu şekilde özetlenebilir:

Coprinus sendromu

Gastrointestinal sendromu

Muskarin sendromu

Psilosibin sendromu

Pantherina sendromu

2.2.2. İkinci grup mantarlar

İkinci grup mantarların latent dönemi süreleri mantarın türüne bağlı olarak altı saat ile bir ay içerisinde değişir. Bu tür zehirlenmelerde belirtiler geç ortaya çıktığı için çoğunlukla tedavi için geç kalınmakta ve bu nedenle de ölüm görülmektedir. Bu grup mantarların zehirleri özellikle karaciğer ve böbrek üzerinde etkili olmaktadır.

İkinci grup mantarların neden olduğu sendromlar ise şu şekildedir.

Gromitra sendromu

Phalloides sendromu

2.3. Araştırılan Mantarlar ve Neden Oldukları Sendromlar

2.3.1. *Amanita muscaria*

Bu mantarın şapkası 5-20 cm çapındadır. Başlangıçta beyaz renkte iken daha sonra beyaz renge neden olan parsiyel velum parçalanır ve kırmızı yüzey üzerinde

beyaz parsiyel velum kalıntıları kalır. Bu mantar genç iken konik yapıdadır, olgunlaştıkça küresel bir yapı alır ve en olgun döneminde ise düz bir yapıya kavuşur. Yüzeyi tüysüzdür. Kırmızı ve turuncu renklerde olabilir. Şapka kenarları mantar genç iken içe kıvrıktır. Mantar olgunlaşıp düzleştikçe, kenarlarda düzleşir. Bu mantarın sapının uzunluğu altı ila yirmi santimetre arasında değişir. Eni ise bir-bir buçuk santimetre kadardır.

Amanita muscaria lamelli bir mantardır. Lameller mantar genç iken beyaz renktedir, olgunlaştıkça kahverengi tonlarını alır. Parsiyel velum parçalandıktan sonra sapın üst kısmında annulus adı verilen parsiyel velum kalıntısı kalır. 9-11 mikron boyunda ve 6-9 mikron eninde olan sporlar renksizdir ve saydamdır.

Amanita muscaria mantarı yaprak döken ve dökmeyen çam ile huş ağaçlarının altında tek tek ya da gruplar halinde bulunurlar. Özellikle asitli toprakları çok severler. Yaz ayları sonlarında ve sonbahar aylarında görülür. Ülkemizde Akdeniz bölgesinde, Karadeniz bölgesinin Doğu Karadeniz bölümünde, Balıkesir, Bursa, Bolu, Düzce ve İstanbul civarında yetiştiği kayıtlara geçmiştir.



Şekil 2.1. *Amanita muscaria* fotoğrafı (kırmızı) [35]



Şekil 2.2. *Amanita muscaria* fotoğrafı (sarı) [36]

2.3.2. *Amanita pantherina*

Şapka çapı 5-10 cm arasında değişir. Genç iken yarım küre biçiminde olan şapka, olgunlaştıkça konveksleşir ve düzleşir. Hatta ileri olgunluk dönemlerinde basıklaşabilir. Nemli iken parlak ve yapışkan olan yüzeyi kuru iken mattır. Açık kahverengindedir. Tıpkı *Amanita muscaria* gibi üzerinde beyaz renkli parsiyel velum kalıntıları vardır ve parsiyel velumun parçalanması sonucunda *Amanita pantherina*da da oluşan annulus sapın üst kısmındadır. Lamelli bir mantardır ve lameller beyaz renktedir.

5-12 cm boyunda ve 1-2 cm eninde olan sapı silindiriktir. Sap genç iken süngerimsi yapıdadır, olgunlaştıkça oluklaşır. Sporları renksiz ve eliptiktir. 9-12 mikron boyunda, 7-8 mikron enindedir. Çeperleri düzdür.

Çam yada yaprak döken ağaçların altında tek tek yada gruplar halinde yaz ve sonbahar aylarında görülür. Ülkemizde Karadeniz bölgesi, Akdeniz bölgesi, Bolu ve Kaz dağlarında görülmektedir.



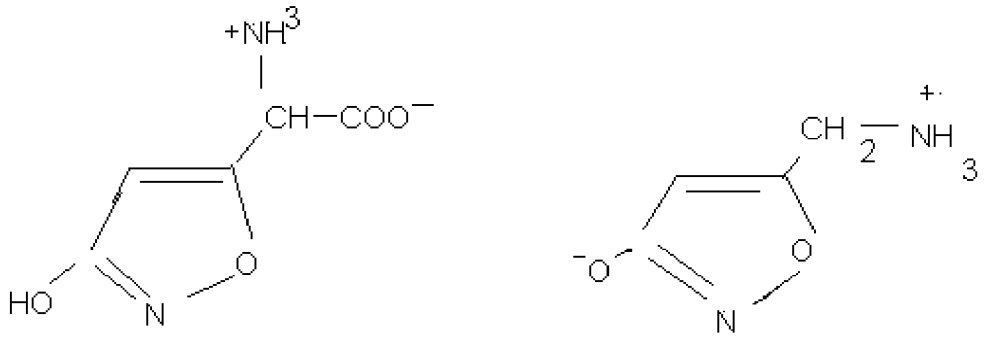
Şekil 2.3. *Amanita pantherina* fotoğrafı [37]

2.3.3. Panherina sendromu

Amanita muscaria ve *Amanita pantherina*'nın neden olduğu pantherina sendromunun latent dönemi 30 dakika ile 3 saat arasında değişir. Bu sendrom; konuşma güçlüğü, gaz spazmları, görme ve işitme bozukluğu, halüsinasyonlar, karın ağrısı, kusma, diyare ve derin uykuya neden olur. Birinci grup mantar zehirlenmelerinden

olduğu için pantherine sendomunda ölüm nadir olarak görülür. Ancak bünyesi hassas olan çocuklarda ölüm görülebilmektedir. Ayrıca pantherina sendromu merkezi sinir sistemi üzerinde etkilidir.

Bu sendroma neden olan zehirli bileşikler İbotenik asit ve Muscimol'dür.



Şekil 2.4. İbotenik asit ve Muscimol'ün molekül yapıları

İbotenik asit (α-amino-3-hidroksi-5-soksazol asetik asit) dekarboksilasyon sonucunda muscimol (3-hidroksi-5-amino metilisoksazol)'e dönüşür [38].

Pantherina sendromunda tedavi için spesifik antidot olarak Fizostigmin kullanılır. Ayrıca yardımcı tedavi amacıyla semptomatik ve destekleyici tedavi de uygulanır.

2.3.4. *Amanita phalloides*

Çapı 5-10 cm olan şapkanın yüzeyi sarı-soluk krem rengi tonlarındadır. Yüzeyi ise hafif pürüzlüdür. Sapı 5-10 cm boyunda, 1-1,5 cm eninde ve silindiriktir. Dip kısmı kalındır. Mantar olgunlaştıkça sapın orta kısmı tünel gibi oyuklaşır. *Amanita phalloides*'te de annulus vardır. Lamelli bir mantardır. Genç iken beyaz renkte olan lameller, mantar olgunlaştıkça sarımsı bir renk alır. Sporlar renksiz, eliptik ve çeperi düzdür. 8-10 mikron boyunda, 7-8,5 mikron enindedir.

Meşe, kayın, çam ve gürgen ağaçlarının altında, yaz ve sonbahar aylarında yetişir. Ülkemizde Adana, Ordu ve İstanbul'da kayıtları vardır.



Şekil 2.5. *Amanita phalloides* fotoğrafı [39]

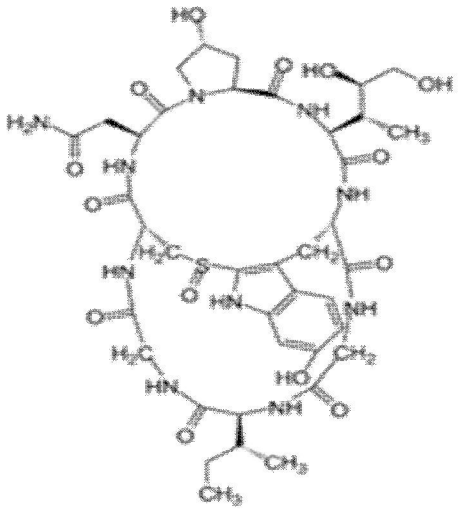
2.3.5. Phalloides sendromu

Phalloides sendromunda latent dönemi bir gündür. Mantar yenildiği gün hiçbir belirti gözlenmez. İkinci gün karın ağrısı ve diyare ile baş gösteren zehirlenme belirtileri üçüncü gün ortadan kalkar ve aldatıcı bir iyileşme görülür. Ancak laboratuar bulguları ciddi bir karaciğer hasarı olduğunu gösterir. Dördüncü günde mide, bağırsak kanaması, beşinci günde ise beyin fonksiyonlarının bozulması ve koma başlangıcı görülür. Altıncı günde böbrek yetmezliği olarak devam eden belirtiler yedinci gün sonunda ölümle son bulur.

Phalloides sendromu zehirlenme derecelerine göre dörde ayrılır. Birinci derece zehirlenmelerde hasta latent döneminden sonra gastrointestinal sendromlar gösterir. Bu zehirlenme derecesinde karaciğer ve böbrekte hasar meydana gelmez. İkinci derece zehirlenmelerde kanda orta şiddette bir koyulaşma bozukluğu görülür. Kandaki akyuvar sayısı yükselir. Bu zehirlenme derecesinde de gastrointestinal sendromlar gözlenir. Üçüncü derece zehirlenmelerde ciddi bir karaciğer hasarı baş gösterir. Akyuvar seviyesi yükselir, bilirubin seviyesi ise değişmez. Dördüncü derece zehirlenmelerde ise akyuvar ve bilirubin seviyesi yükselir. Böbrek yetmezliği başlar ve solunum bozuklukları görülür. Bu zehirlenme derecelerinde hayati tehlike oranları da değişiklik gösterir.

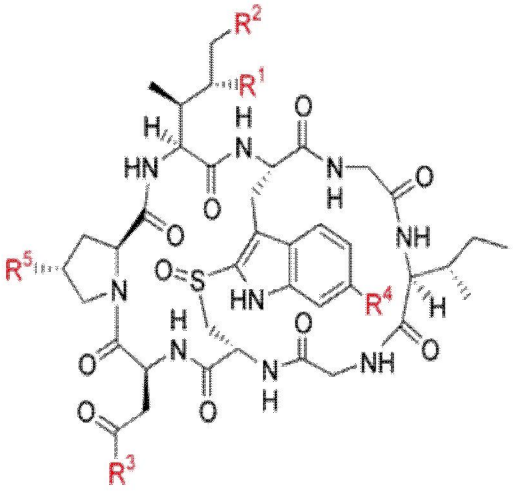
Birinci ve ikinci derece zehirlenmelerde hayati tehlike az iken, üçüncü derece zehirlenmelerde daha tedbirli davranmak gerekir. Dördüncü derece zehirlenmelerde ise böbreklerde ve solunum sisteminde sorunlar oluştuğu için yaşama şansı düşüktür.

Phalloides sendromunda zehirlenmeye neden olan etken madde amatoksinlerdir. Amatoksinler sahip oldukları radikal gruplara göre çeşitli türlere ayrılırlar. Bu türlerden en yaygın görüleni alfa amanitindir. Alfa amanitin RNA polimeraz II enzimini inhibe ederek protein sentezini durdurur ve hücre ölümlerine neden olur. Molekül formülü $C_{39}H_{54}O_{14}S$ olan alfa amanitinin molekül şekli ise aşağıda gösterildiği gibidir.



Şekil 2.6. Alfa amanitin'in molekül yapısı

Diğer amanitin türlerinin genel yapıları ise sahip oldukları radikal gruplara göre şu şekildedir.



Şekil 2.7. Amanitin türlerinin genel yapıları

Name	R^3	R^2	R^1	R^4	R^5
α-Amanitin	NH_2	OH	OH	OH	OH
β-Amanitin	OH	OH	OH	OH	OH
γ-Amanitin	NH_2	OH	H	OH	OH
ε-Amanitin	OH	OH	H	OH	OH
Amanulin	NH_2	H	H	OH	OH
Amanulinska kiselina	OH	H	H	OH	OH
Amaninamid	NH_2	OH	OH	H	OH
Amanin	OH	OH	OH	H	OH
Proamanulin	NH_2	H	H	OH	H

Şekil 2.8. Amanitin türlerinin sahip oldukları radikal gruplar

2.4. Analizde Kullanılan Analitik Teknikler

2.4.1. Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS)

AAS eser element analizinde yaygın olarak kullanılan, ışığın gaz halindeki atomlar tarafından absorpsiyonun ölçülmesi ilkesine dayanan bir tekniktir. Bu ilkeye göre madde konsantrasyonu tayini yapmada kullanılan cihazlar atomik absorpsiyon spektrofotometreleridir. Atomlar absorpladıkları ışığın enerjisi ile temel enerji

düzeyinden kararsız uyarılmış enerji düzeyine geçerler. Absorpsiyon miktarı ise temel düzeydeki atom sayısına bağlıdır.

AAS'de ışın absorpsiyonunda Beer yasası geçerlidir. Absorplanan ışın miktarı veya absorbans, atomun derişimi ve ışığın atomlaştırıcıda aldığı yol ile orantılıdır. Bu nedenle AAS'de uzun ışın yollu (10-11 cm) alev başlıkları kullanılır.

$A = \varepsilon \times b \times C$

Eğer çözeltide aynı dalga boylu ışını absorplayan türler varsa ;

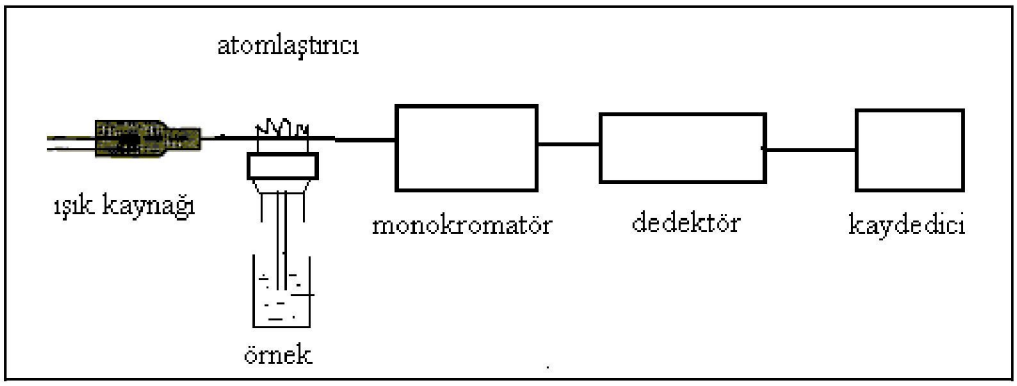
$A_{toplam} = \varepsilon \times b \times C + \varepsilon \times b \times C + \varepsilon \times b \times C + \ldots$

Işın tam monokromatik olmalı, absorpsiyon çözeltisinin her tarafında homojen ve absorplayıcı türler birbirlerinin absorpsiyonunu etkilememelidir.

$C<0,01$ M seyreltik çözeltilere uygulanabilir.

Atomik absorpsiyon spektrofotometrelerinin en önemli bileşenleri:

1) Işın kaynağı
2) Atomlaştırıcı
3) Monokromatör
4) Dedektör



Şekil 2.9. AAS Cihazının Temel Kısımları

Işın kaynağı;

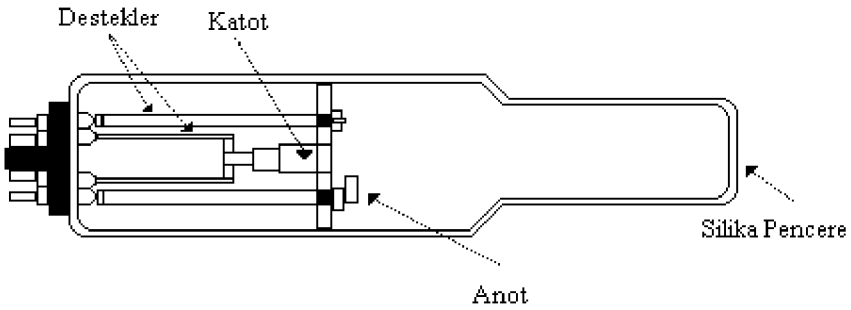
Işın kaynağı genellikle ölçülen elementin katodundan oluşan bir lambadır. Bu nedenle her element farklı bir lamba gerektirir. Anot ile katot arasına 100-400 voltluk bir gerilim uygulandığında lamba içindeki asal gaz atomları iyonlaşır. Oluşan atomlar katoda çarparak yüzeydeki metal atomlarını koparır ve uyarırlar. Uyarılan atomlar temel enerji düzeyine dönerken katot elementine özgü dalga boyundaki ışımayı yayarlar. AAS'de kullanılan iki tür lamba vardır;

1) Oyuk katot lambası
2) Elektrotsuz boşalım lambaları

AAS'de incelenen element çok dar dalga boyu aralığında absorpsiyon yapmaktadır. Bu nedenle sürekli bir ışık kaynağı kullanarak absorpsiyon hattını ayırmak yerine absorpsiyon hattından daha dar emisyon hattı veren bir spektral kaynak kullanmak alet tasarımı açısından çok büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Bu amaçla kullanılan en önemli ışık kaynağı türü oyuk katot lambasıdır.

Oyuk katot lambası;

AAS en çok kullanılan ışık kaynağıdır. Oyuk katot lambası düşük basınçta inert bir gazla doldurulmuş bir katot ve anot içeren cam bir silindirdir.



Şekil 2.10. Oyuk katot lambası

Katot incelenen elementin çok saf metalinden veya o elementi içeren bir alaşımdan yapılmıştır. Anot ise genellikle tungsten veya nikel bir teldir. Lamba düşük basınçta argon veya neon gazı ile doldurulmuştur ve elektrotlar arasında yeterli gerilim

uygulanarak 1 ila 50 mA lik bir akım oluşturulur. Bu gerilimle inert gaz, anotta iyonlaşarak yüksek bir hızla katoda doğru çekilir ve katoda çarparak bir metal atomu bulutu oluşturur. Daha sonra serbest atomlarla olan çarpışmalarla uyarılmış metal atomları elde edilir. Bunlar temel hale geçerken katot elementinin karakteristik spektrumunu yayarlar.

Lambanın yaydığı ışığın şiddeti akım arttıkça belli bir noktaya kadar artar. Yüksek akımda ortaya çıkan doppler genişlemesi ve self-absorpsiyon hattın orta kısmının şiddeti azalırken yan kısımların genişlemesine neden olur. Hat şiddeti ölçülen absorbansı etkilemese de hat genişlemesi etkileyecektir. Dolayısıyla hat genişlemesini önleyecek ve iyi bir lamba kararlılığı verebilecek en iyi bir çalışma akımı seçilmelidir.

Elektrotsuz boşalım lambaları;

AAS'de kullanılan diğer bir ışık kaynağı ise elektrotsuz boşalım lambalarıdır. Bu lamba ise uçucu ve absorpsiyonu 200 nm'den küçük olan elementler için kullanılmaktadır.

Sürekli ışık kaynağı olarak bilinen hidrojen, döteryum ve yüksek basınçlı ksenon lambaları geniş bir spektrumda ışıma yapmaktadırlar. Atomlar ise çok dar bir hatta absorpsiyon yaptıkları için kullanılan ışık kaynaklarının da dar bir hatta emisyon yapmaları gerekmektedir. Bu nedenle sürekli ışık kaynaklarının kullanılması doğru sonuç vermemektedir.

Atomlaştırıcılar;

Atomlaştırıcıların görevi örnekteki molekül veya iyonlardan temel haldeki element atomlarını oluşturmaktır. Bir analizin başarılı olup olmaması atomlaşmanın etkinliğine bağlıdır. Tayinin duyarlığı incelenen elementin atomlaşma derecesi ile doğrudan orantılıdır.

Atomik absorpsiyon spektroskopisinde atomlaştırma için üzerinde en çok çalışılan ve geliştirilen yöntem, örneğin çözelti halinde aleve püskürtülmesi olmuştur. Daha sonraki yıllarda alevsiz atomlaştırıcılar geliştirilmiş ve büyük önem kazanmıştır.

1) Alevli atomlaştırıcılar
2) Elektrotermal atomlaştırıcılar

Alevli atomlaştırıcılar;

Örnek çözeltisi aleve püskürtüldüğünde önce çözücünün buharlaşması ile çözelti damlacıkları kurur. Buharlaşma hızı damlacıkların boyutu ve çözücü cinsine bağlıdır. Oluşan katı tanecikler, alev sıcaklığının etkisi ile çeşitli değişikliklere uğrayabilirler. Organik maddeler yanar, inorganik bileşikler ayrışır, birbirleri ile veya alev gazları ile tepkimeye girebilirler.

Taneciklerin buharlaşması ile oluşan gaz molekülleri ısı etkisi ile atomlarına ayrışmaya başlar. Bu bir denge tepkimesidir ve buna paralel olarak yürüyen birçok tepkime olduğundan alevdeki olaylar çok karışıktır.

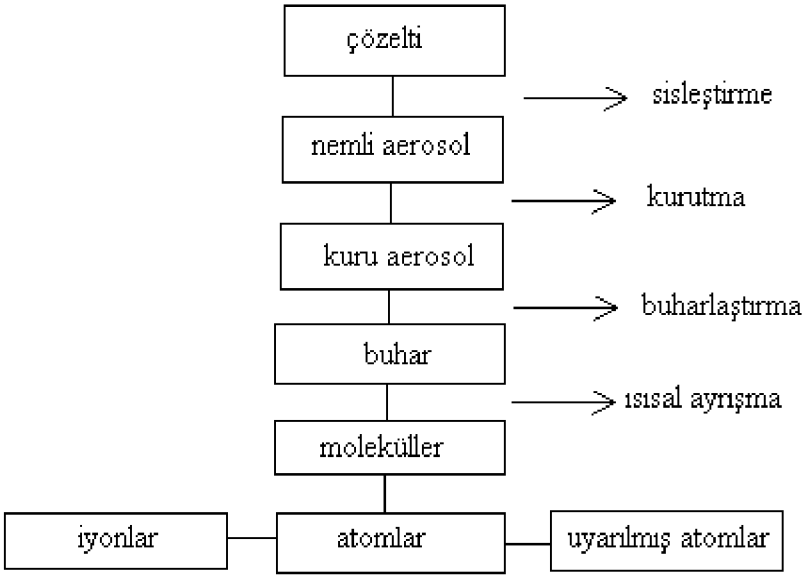
Alev optik olarak geçirgen olmalıdır. Yani alevin kendisi herhangi bir absorpsiyon yapmamalı ve eğer mümkün ise atomlaşma nicel olmalıdır. Tam olmayan atomlaşma ortamı, sadece az atom oluşması değil aynı zamanda ışık saçılmasına yol açabilecek katı veya sıvı taneciklerin halen alevde bulunmasına neden olur. Ayrışmamış moleküller, geniş bir spektral aralıkta absorpsiyon yaptıklarından ışık kayıplarına neden olurlar.

Alevli atomlaştırıcıda kullanılan alev, yanıcı ve yakıcı gazların belirli hacimlerde kullanılması ile elde edilir. Yanıcı ve yakıcı gazlar analizi yapılacak elementin atomlaşma sıcaklığına göre seçilmelidir. Bazı yanıcı-yakıcı gaz karışımlarının sıcaklığı Çizelge 2.1'de görülmektedir

Çizelge 2.1. Yanıcı-Yakıcı Gaz karışımları

Yanıcı Gaz	**Yakıcı Gaz**	**Sıcaklık ˚C**
Doğal gaz	Hava	1800
Propan	Hava	1900
Hidrojen	Hava	2000
Asetilen	Hava	2300
Asetilen	Nitrozoksit (N_2O)	2800
Asetilen	Oksijen	3100

Uygun bir yanıcı-yakıcı gaz bileşimi belirlendikten sonra örnek analizine geçilebilir. Alev ortamına çözelti halinde verilen örneğin alev ortamında izlediği yol şekil 2.11'de görülmektedir.



Şekil 2.11. Alevde gerçekleşen olaylar

Elektrotermal atomlaştırıcılar;

Elektrotermal atomlaştırıcı olarak grafit fırın adı verilen 2-3 cm uzunluğunda 1cm iç çapındaki tüp kullanılır. Bu tüpün her iki yanına bağlanmış elektrik akımı ile ısıtma yapılır. Burada numune çözeltisi (50µL) 20-45 s 110^0C'de kurutma yapılarak suyu uzaklaştırılır. 350-1200 ^{0}C, 20-45 s ısıtılarak atomlaştırılır. Elektrotermal atomlaştırıcılar düşük miktardaki numunelerde bile yüksek gözlenebilme sınırlarına sahiptir. Bu yüzden alevli atomlaştırıcılara göre daha fazla tercih edilir.

Monokromatör;

AAS'de monokromatörün görevi ışık kaynağının yaydığı, incelenen elementin rezonans hattını diğer hatlardan ayırmaktır.

Dedektör;

AAS'de ışık sinyalinin elektrik sinyaline dönüştürülmesi için fotoçoğaltıcı tüpler kullanılır. Dedektör, alternatif akım sinyaline cevap verecek şekilde yapılmıştır.

2.4.2. İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma-kütle spektroskopisi (ICP-MS)

ICP-MS katı ve sıvı örneklerde en çok elementin hızlı, hassas ve doğru biçimde olarak ölçülmesine olanak sağlayan bir analiz tekniğidir. ICP-MS teknolojisi ile aynı anda 76 elementi çok düşük derişimlerde bile hassas ve hızlı bir şekilde analiz etmek mümkündür. ICP-MS ile tek bir örnek içinde 35 kadar elementin analizi üç dakika kadar az bir sürede ölçülebilir. ICP-MS ile örneklerin nitel, nicel ya da yarı-nicel analizleri, izotop analizi ve izotop oran analizleri yapılabilmektedir. Görüldüğü gibi oldukça kullanışlı bir teknik olması nedeniyle sadece kimya alanında değil; jeoloji, hidrojeoloji, çevre, tıp, biyoloji, petrokimya, metalurji ve gıda mühendisliği gibi bir çok alanda da kullanılmaktadır.

ICP-MS analiz tekniğinin en önemli aşamalarından biri örnek hazırlama aşamasıdır. Katı örneklerin analizden önce çözelti haline getirilmesi gerekmektedir. Katı örneğin türüne ve analiz edilmek istenen elementlere göre farklı örnek hazırlama metotları uygulanmaktadır.

Katı örneklerin çözelti haline getirilmesi mikrodalga fırında yüksek basınca (100 bar) dayanıklı kapalı kaplar içinde eritiş yapılmaktadır. Eritiş işlemine tabi tutulan örneklerin toz haline getirilmesi için havan kullanılmaktadır. Eritiş işleminde ise yüksek saflıktaki asitlerden (HNO_3, HCl, HF, $HClO_4$ vb.) hazırlanmış asit karışımları kullanılmaktadır. Hazırlanan asit karışımları analite ve metoda göre değişmektedir. Asitlerde çözünmesi zor olan örneklerde ek olarak mikrodalga tekniği de kullanılmaktadır. Eritiş işleminin başarısı kullanılan standart referans maddeler ile teyit edilmektedir.

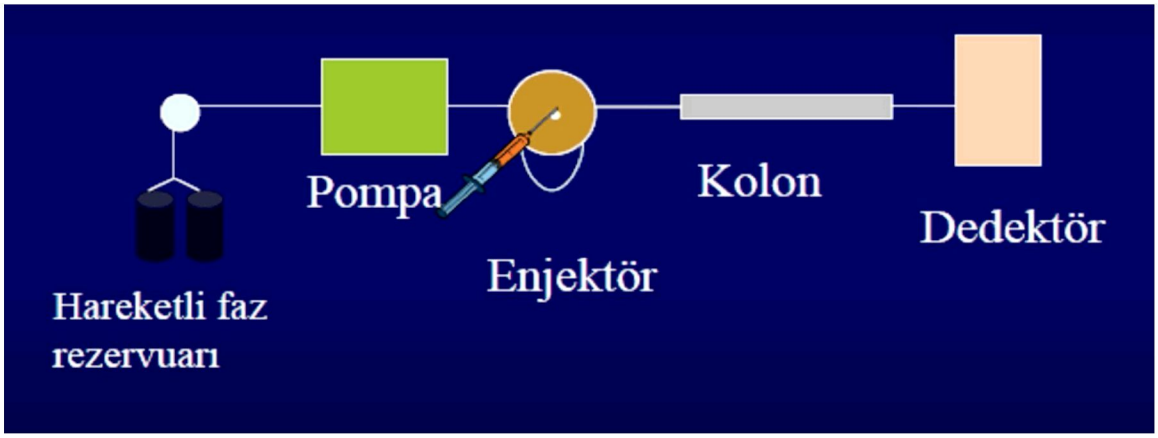
Analize tabi tutulacak sıvı örnekteki bazı maddeler cihaza zarar vermemesi açısından belirli sınır değerlerin altında olmaması gerekir. Sıvı örneklerdeki toplam çözülmüş katı madde miktarı %1'in, organik madde miktarı ise %2'nin altında olmalıdır. Örnekler ayrıca askıda katı partiküller içermemelidir. Analiz edilecek bu tür örneklerin bir kısmı mutlaka 0,45 mikronluk filtreden geçirilmelidir.

Matris etkisini ortadan kaldırmak için örnekler ile standartların aynı asit çözeltisi içinde hazırlanması önemlidir. ICP-MS ölçüm aralığı ppb-ppt aralığında olduğundan daha konsantre analitlerin bu ölçüm aralığına getirilmesi için seyreltme yapılması gerekmektedir.

2.4.3. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC)

Sıvı kromatografisi yönteminin özel bir uygulaması olan yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yönteminde, sabit faz olarak kullanılan dolgu maddelerinin tanecik boyutunun küçültülmesi sonucu hareketli faz ile etkileşen sabit faz yüzey alanı büyür ve böylece kolonun etkinliği arttırılmış olur. Çok sıkı olarak doldurulmuş kolondan hareketli fazın belirli bir hızda geçebilmesi için basınç uygulanması gerekir. Uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolayca ayrıştırılabilmesi için oldukça uygundur. HPLC ile aminoasitler, proteinler, karbonhidratlar, ilaçlar ve pestisitler analiz edilebilir. HPLC kolonunun rejenerasyon gerekmeksizin pek çok kez kullanılabilir olması, HPLC tekniğinin kullanıcının becerisine daha az bağımlı olması ve tekrarlanabilirliğinin yüksek olması, nicel analiz yapabilmesi, analiz süresinin kısa ve duyarlığının yüksek olması HPLC'nin avantajlarındandır.

HPLC cihazı; hareketli faz rezervuar, pompa, enjektör, kolon ve dedektör olmak üzere beş ana bileşenden oluşur.



Şekil 2.12. HPLC cihazının ana bileşenleri

2.4.4. Element analiz cihazı

Organik numunelerdeki karbon, hidrojen, azot, kükürt ve oksijen elementlerinin birbirleri içerisindeki yüzde oransal miktarlarının belirlenmesinde kullanılan bir cihazdır. Bu cihaz ile ilaçlar, kimyasallar, plastikler, reçineler, lastikler ve homojen olan

bütün organik bileşiklerin mikro numune analizi ortalama 2 mg katı ve sıvı bileşikler için yapılabilmektedir. Karbon, hidrojen, azot ve kükürtün aynı anda analiz süresi en çok 3 dakika sürmektedir.

Element analizi yüksek sıcaklıkta (1000-1100°C) yakma yoluyla örnekteki element yüzdeleri tayin edilmektedir. 2 mg'lık örnek kalay ve gümüş kapsüller içine yerleştirilip, örnek yükleme kısmına konmakta, oksijen gazına ulaştığı anda örnek fırına düşüp kül haline dönmektedir. Analizi yapılacak numunelerin sonuçların doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak için elenmiş halde olması gerekmektedir. Ayrıca bu dört elementten karbon, hidrojen ve kükürt infrared absorpsiyon dedektörü, azot ise termal iletkenlik dedektörü ile tayin edilmektedir.

2.4.5. X-ışınları kırınım cihazı (X-RD)

X-ışınları kırınım yöntemi, her bir kristalin fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınlarının karakteristik bir düzen içerisinde kırma esasına dayanır. Her bir kristalin faz içinde bir kırınım profilleri bir nevi parmak izi gibi o kristali tanımlar. X-ışını kırınım analiz metodu, analiz sırasında numuneyi tahrip etmez ve çok az miktardaki numunelerin dahi (sıvı, toz, kristal ve ince film halindeki) analizlerinin yapılmasını sağlar. X-ışını kırınım cihazı ile kayaçların, kristal yapıdaki malzemelerin, ince filmlerin ve polimerlerin nitel ve nicel incelemeleri yapılabilir.

X-ışınları kırınım yönteminde, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre örnek hazırlandıktan sonra analiz şartları belirlenir. Daha önceden havanda toz haline getirilen numuneler cam lamlara konularak X-RD cihazının örnek tutucularına yerleştirilir ve analiz edilir.

X-ışınları kırınım yöntemi; jeolojide minerallerin ve kayaçların tanımlanması, metal ve alaşım analizleri, seramik ve çimento sanayisi, ince film kompozisyonu tayini, polimer analizi, ilaç endüstrisinde belli bir malzeme içindeki safsızlıkların tespiti, arkeolojide tarihi yapıları oluşturan malzemelerin tayini gibi bir çok alanda başvurulan bir tekniktir.

3) MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Mantarlar

Deneysel çalışmalarda kullanılan mantarlar ve özellikleri çizelge 3.1.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1.1. Kullanılan mantarlar

Mantarın türü	Toplandığı bölge	Toplandığı tarih
Amanita phalloides	Düzce-Gümüşova Yeşilyayla	26.06.2010
Amanita pantherina	Düzce-Gölyaka Çamlıbel yaylası	28.09.2010
Amanita muscaria/trabzon	Trabzon-Akçaabat İsabel yaylası	28.09.2010
Amanita muscaria/rize	Rize-Ayder Konifer yaylası	-
Amanita muscaria/düzce	Düzce	-
Agaricus bisporus (Kültür mantarı)	Marketten satın alınmıştır	-

3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Özellikleri

Deneysel çalışmalarda kullanılan kimyasallar ve özellikleri çizelge 3.2.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.2.1. Kullanılan kimyasallar ve özellikleri

Kimyasal adı	Markası	Katolog No/ Özellik
Nitrik asit	Merck	K 40624043-042 %65 saflıkta
Perklorik asit	Sigma-aldrich	30755 %70 saflıkta
Hidrojenperoksit	Merck	Z 204100-027 %35 saflıkta
Hidroklorik asit	Merck	K 130 1621 4 %37 saflıkta
Sülfürik asit	Merck	K 28371613-042 %95-98
Metanol	Sigma-aldrich	34885 Gradient metanol

3.3. Kullanılan Zehir Standartları ve Özellikleri

Deneysel çalışmalarda kullanılan zehir satandartları ve özellikleri çizelge 3.3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.3.1. Kullanılan zehir standartları ve özellikleri

Standartın adı	Markası	Katolog No/ Özellik
Muscimol	Sigma	M1520-5 mg
α-amanitin	Sigma	A2263-1mg ≥ %90 saflıkta

3.4. Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cihazlar

Deneysel çalışmalarda kullanılan cihazlar ve marka/ modelleri Çizelge 3.4.1' de belirtilmiştir.

Çizelge 3.4.1. Kullanılan cihazlar

Kullanılan Cihazın Adı	Marka/Model	Cihazın Kullanıldığı Yer
ICP-MS	Agilent 7500ce	MÜİTM
HPLC	Agilent 1100	İBTAM
AAS	Perkin Emler AS 800	İBTAM
Mikrodalga Fırın	Cem Mars MD2829	İPAL
X-RD	Rigaku RadB-DMAX II	İBTAM
Element analiz cihazı	LECO CHNS-932	İBTAM

Mantarların içerdikleri metal miktarlarının analizi için altı farklı asit karışımında mantar numuneleri hazırlandı ve metal analizleri AGILENT 7000CE ICP-MS cihazı ile analiz edildi.



Şekil 3.1. ICP-MS cihazı

Çizelge 3.4.2. ICP-MS cihazının özellikleri ve çalışma şartları

Taşıyıcı gaz	Argon
Akış hızı	1,2 L/dak.
Güç	1350 W
Örnek alma derinliği	6,7 mm
Püskürtme odası	Çift bölmeli, kuartz
Püskürtme sıcaklığı	2^0C
İç standartlar	6Li, 45Sc, 72Ge, 89Y, 115In, 159Tb, 209Bi

Mantarların içerdikleri cıva miktarının tayini ise Perkin Elmer precisely AS800 Autosempler marka grafit fırınlı AAS cihazı ile yapılmıştır.



Şekil 3.2. Grafit fırınlı AAS sistem

Çizelge 3.4.3. AAS cihazının özellikleri ve çalışma şartları

Kullanılan sistem	Grafit fırın
Kullanılan lamba	c-EDL Hg lamba
Kullanılan matrix	Pd, $Mg(NO_3)_2$
Taşıyıcı gaz	Argon
Dedektör	5973 N
Sıcaklık programı	130^0C-150^0C temizleme amaçlı 1150^0C-2450^0C çıkış
Temizleme çözeltisi	%0,2'lik nitrik asit
Akım	185 mA
Dalga boyu	253,7 λ

Mantarlarda bulunan zehirlerin analizleri ve miktarlarının belirlenmesi için zehirler metanol-su karışımda mantarlardan ekstrakte edildi ve analizleri için AGİLENT 1100 HPLC sistemi kullanıldı.



Şekil 3.3. HPLC sistemi

Çizelge 3.4.4. HPLC cihazının özellikleri ve çalışma şartları

Kolon	Agilent Zorbax eclipse XDB-CB 4,6* 150mm 5µm kolon
Elüent	% 65 su, % 10 metanol, % 25 asetonitril karışımı
Elüent akış hızı	0,5 mL/dk
Kolon içi basınç	33 bar

3.5. Metot



Şekil 3.4. Genel işlem basamağı

3.6. Deneysel Çalışmalar İçin Numunelerin Hazırlanması

Deneysel çalışmalarımızda kullanılmak için piyasada bulunan ve gıda maddesi olarak tüketilen *Agaricus bisporus* (kültür) mantarları açık havada, oda sıcaklığında kuruyuncaya kadar (beş gün) bekletilmiş ve kuruyunca parçalanıp cam havanda dövülerek toz haline getirilmiştir. Kuru olarak temin edilen ve numune hazırlanıncaya kadar dondurucuda bekletilen zehirli mantar türleri ise yine aynı şekilde parçalanıp cam havanda toz haline getirilmiştir.

Toz halindeki mantarlar 50 ^{0}C 'de 1 saat boyunca etüvde bekletilerek tamamen kurumasını sağlanmıştır. Ardından etüvden alınan mantarlar çözeltiler hazırlanıncaya kadar desikatörde muhafaza edilmiştir.

3.6.1. Metal analizi için çözeltilerin hazırlanması

Metal analizinin yapılabilmesi için farklı asitler ve aynı asitlerin farklı oranlarda kullanılması sonucu altı farklı yöntem çalışılmıştır. Her bir yöntem ve içerdikleri asit miktarları aşağıda belirtildiği gibidir.

1. tür asit karışımının hazırlanması

0,4 gram tartılan mantarların üzerine 8 mL % 65 saflıkta HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıkta H_2O_2 eklenmiş, son hacmi saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

2. tür asit karışımının hazırlanması

0,4 gram tartılan mantarların üzerine 12 mL % 65 saflıkta HNO_3 eklenmiş, son hacmi saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

3. tür asit karışımının hazırlanması

0,4 gram tartılan mantarların üzerine 12 mL % 65 saflıkta HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıkta $HClO_4$ eklenmiş, son hacim saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

4. tür asit karışımının hazırlanması

0,4 gram tartılan mantarların üzerine 8 mL % 65 saflıkta HNO_3, 4 mL % 70 saflıkta $HClO_4$, 1 mL % 35 saflıkta H_2O_2, 1 mL % 37 saflıkta HCl eklenmiş, son hacmi saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

5. tür asit karışımının hazırlanması

0,4 gram tartılan mantarların üzerine 8 mL % 65 saflıkta HNO_3, 2 mL % 95-98 saflıkta H_2SO_4, 1 mL % 35 saflıkta H_2O_2 eklenmiş, son hacmi saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

6. tür asit karışımının hazırlanması

Bu karışımımızda kral suyu kullanılmıştır. Yine 0,4 gram tartılan mantarların üzerine 9 mL % 37 saflıkta HCl ve 3 mL % 65 saflıkta HNO_3 eklenmiş, son hacmi saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

3.6.1.1. Hazırlanan numunelerin mikrodalga fırında çözünürleştirilmesi

Hazırlanan mantar çözeltilerinin tamamının daha iyi çözünmesi mikrodalga fırın ile sağlanmıştır. Bu amaçla Cem Mars MD2829 marka mikrodalga fırın kullanılmıştır. Mikrodalga fırında 1500 psi basınçta kademeli olarak artırılarak 200 ^{0}C sıcaklıkta 30 dakika sürede (ilk 10 dakika 100 ^{0}C, ikinci 10 dakika 150 ^{0}C, son 10 dakika ise 200 ^{0}C) çözünme sağlanmıştır.

3.6.2. Zehir analizi için çözeltilerin hazırlanması

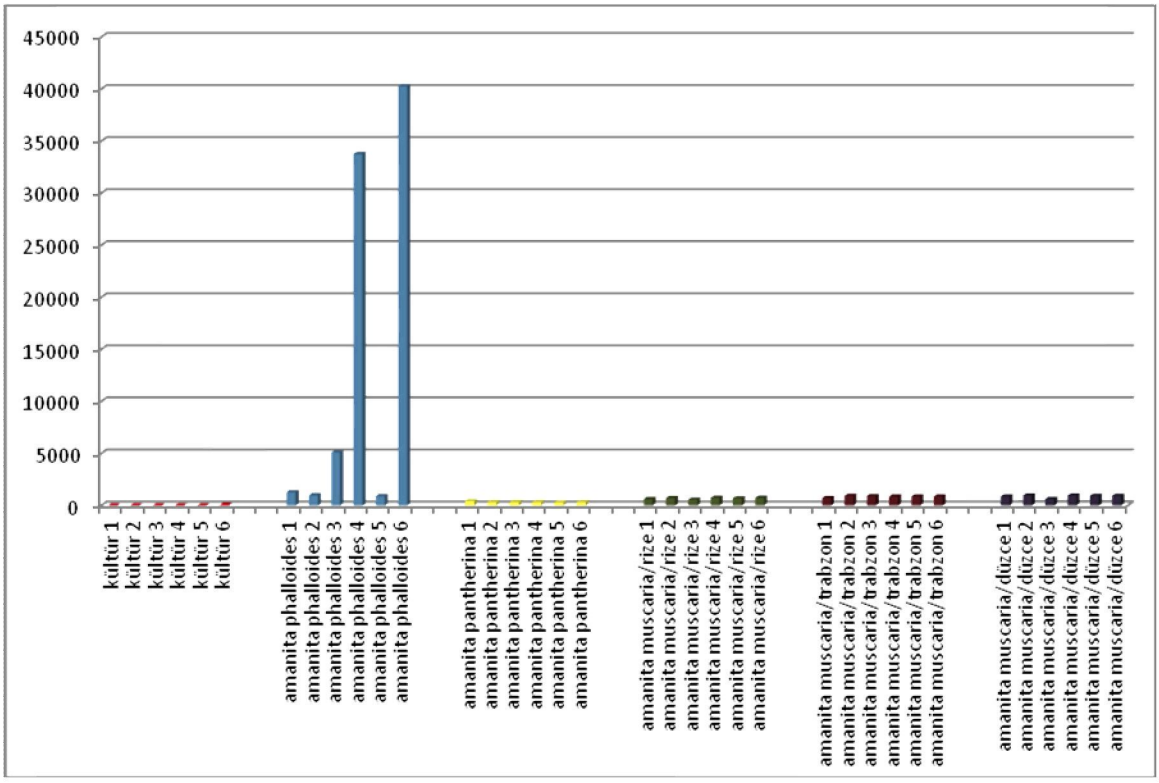
Daha önceden toz haline getirilip kurutulmuş mantarlar metanol-su karışımında oda koşullarında yaklaşık bir saat bekletilerek zehirli bileşenler ekstrakte edilmiş ve süzgeç kağıdı ile süzülerek analize hazırlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi için 5 mL metanol ve 5 mL saf su kullanılmıştır. Zehir analizinde kullanılan standartlarda 2,5 mL metanol ve 2,5 mL saf su ile aynı şekilde hazırlanmıştır.

4) ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Metal Analiz Sonuçları ve Yorumları

Analizi yapılan metal sonuçları incelendiğinde her bir metalin analizi için farklı asit karışımlarının daha iyi çözgenler olduğu gözlenmiştir. Tüm bu sonuçlar grafiklere aktarılarak her bir metal için daha uygun olan çözgen belirlenmiştir.

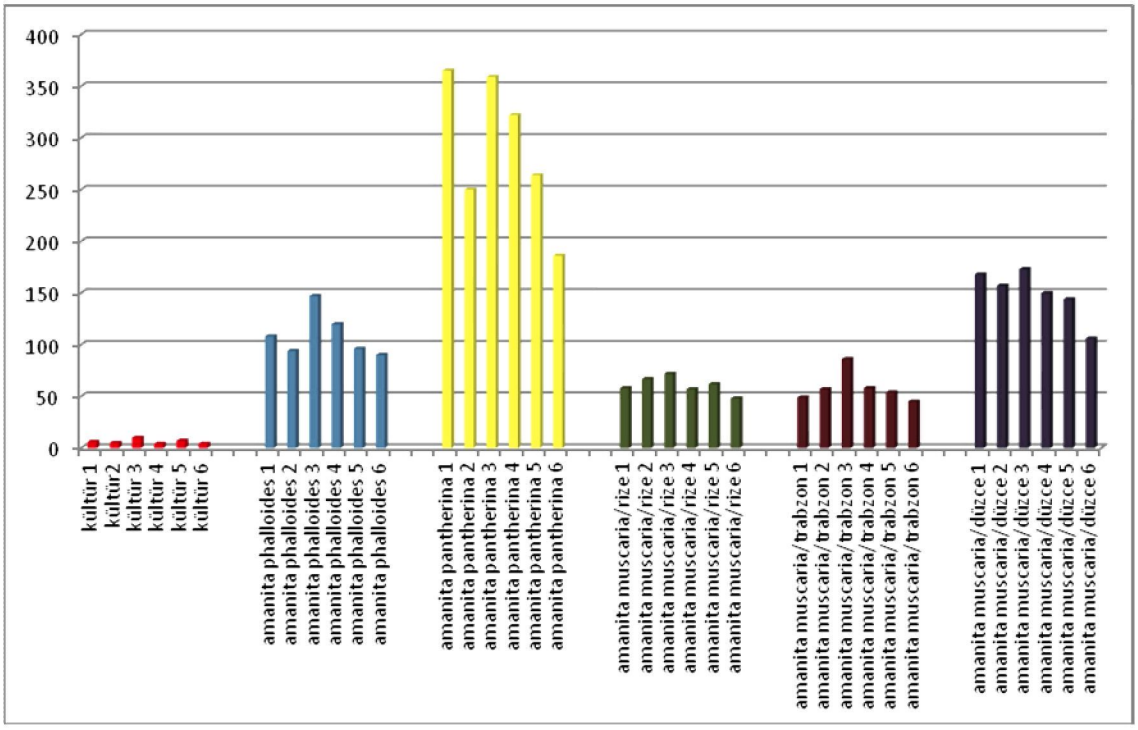
4.1.1. Gümüş metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.1. Gümüş metali analiz değerleri (ppb)

Gümüş metali için analiz sonuçları incelendiğinde genel itibari ile altıncı çözeltinin gümüş metali için daha uygun bir çözgen olduğu gözlemiştir. Diğer bir ifade ile 9 mL % 37 saflıktaki HCl ve 3 mL % 65 saflıktaki HNO_3 karışımı yani kral suyu gümüş elementinin analizi için en uygun çözgendir.

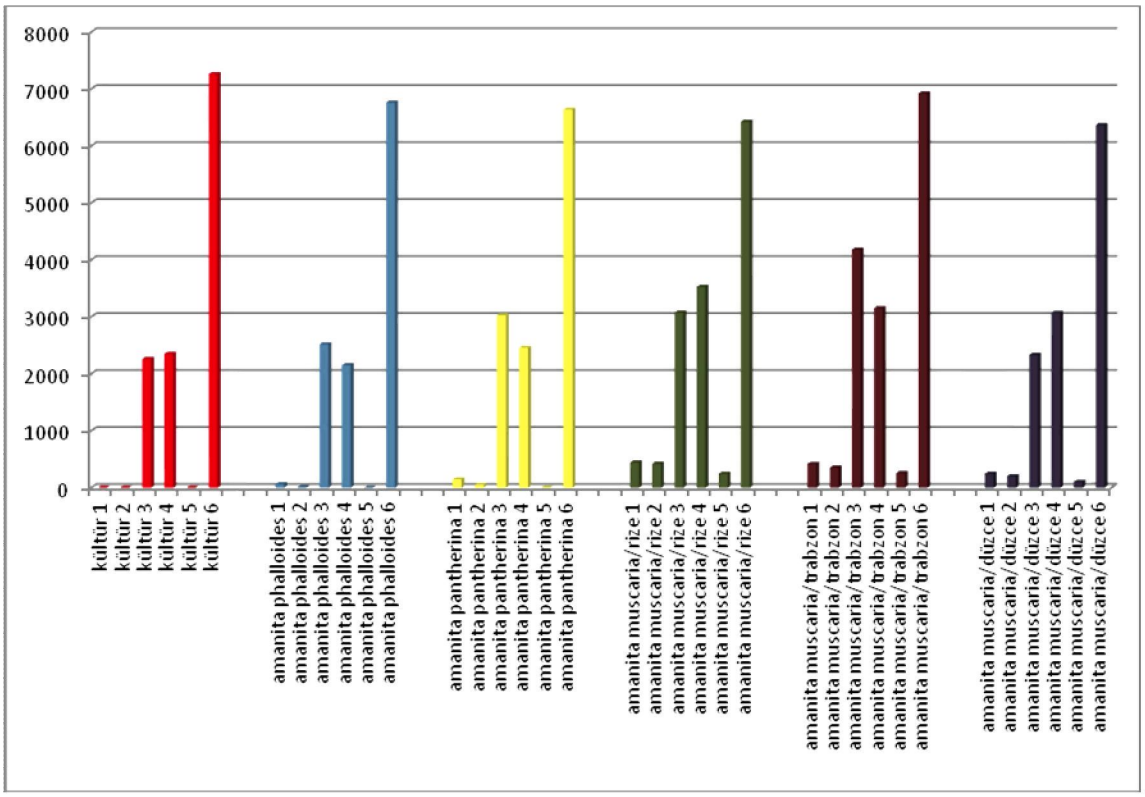
4.1.2. Alüminyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.2. Alüminyum metali için analiz değerleri (ppm)

Alüminyum metali için analiz sonuçları incelendiğinde genel itibari ile üçüncü asit karışımının yani 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımının daha uygun bir çözgen olduğu gözlenmiştir. Ancak *Amanita pantherina* türü mantarda alüminyum metali birinci karışımda yani 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımında daha iyi analiz edilmiştir.

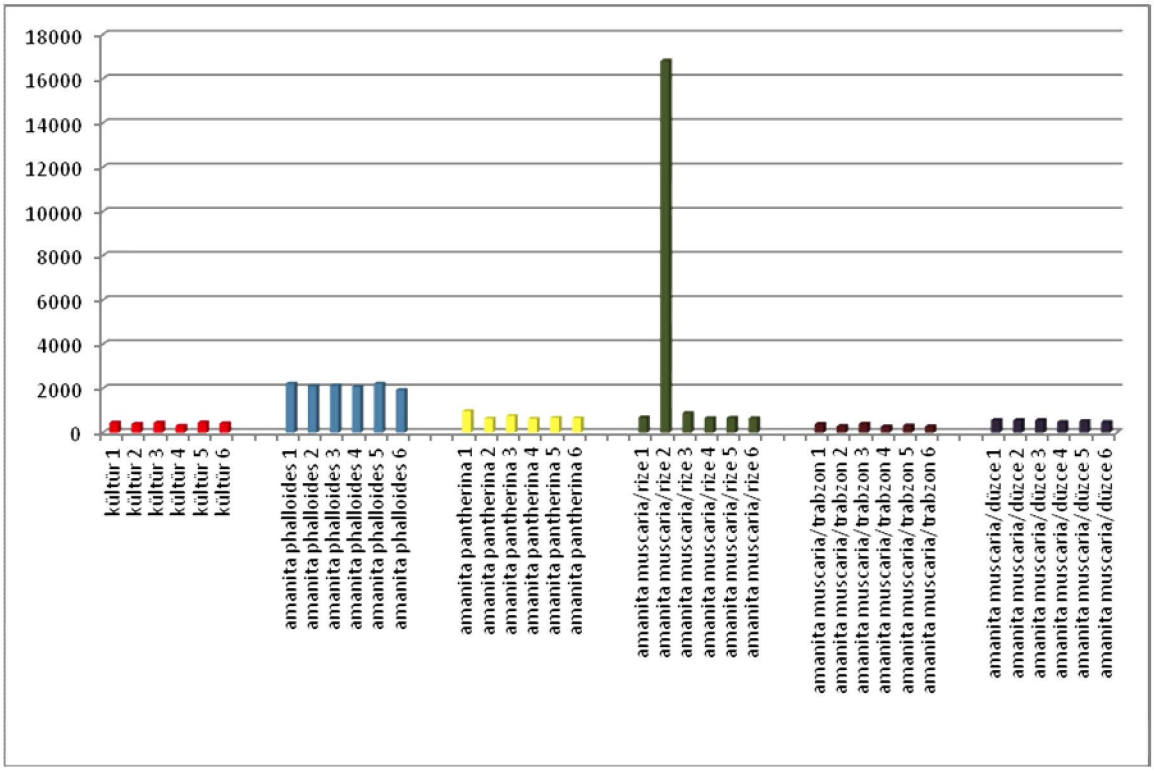
4.1.3. Arsenik metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.3. Arsenik metali için analiz değerleri (ppb)

Arsenik metali için analiz sonuçları incelendiğinde genel itibari ile altıncı çözeltinin arsenik metali için daha uygun bir çözgen olduğu gözlemiştir. Diğer bir ifade ile 9 mL % 37 saflıktaki HCl ve 3 mL % 65 saflıktaki HNO_3 karışımı (kral suyu) arsenik elementinin analizi için en uygun çözgendir.

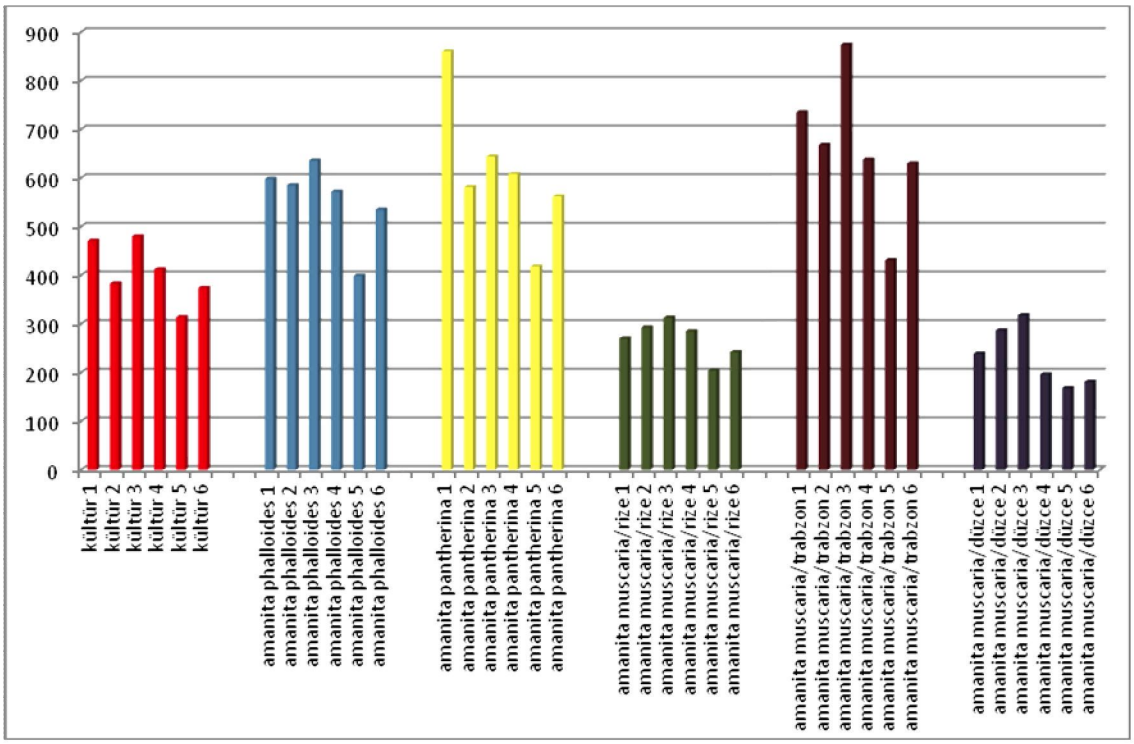
4.1.4. Baryum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.4. Baryum metali için analiz değerleri (ppb)

Baryum elementinin analiz grafiği incelendiğinde farklı mantar türlerinde farklı asit karışımlarının daha iyi çözünme sağladığı gözlenmiştir. Ve bu değerler genel itibari ile her bir mantar türü içerisinde birbirlerine yakın değerlerdir. Ancak Rize Ayder yaylasından toplanan *Amanita muscaria* türü mantarda iki numaralı asit karışımı diğer bir ifade ile sadece 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 diğerlerinden oldukça farklı bir sonuç elde etmemizi sağlamıştır.

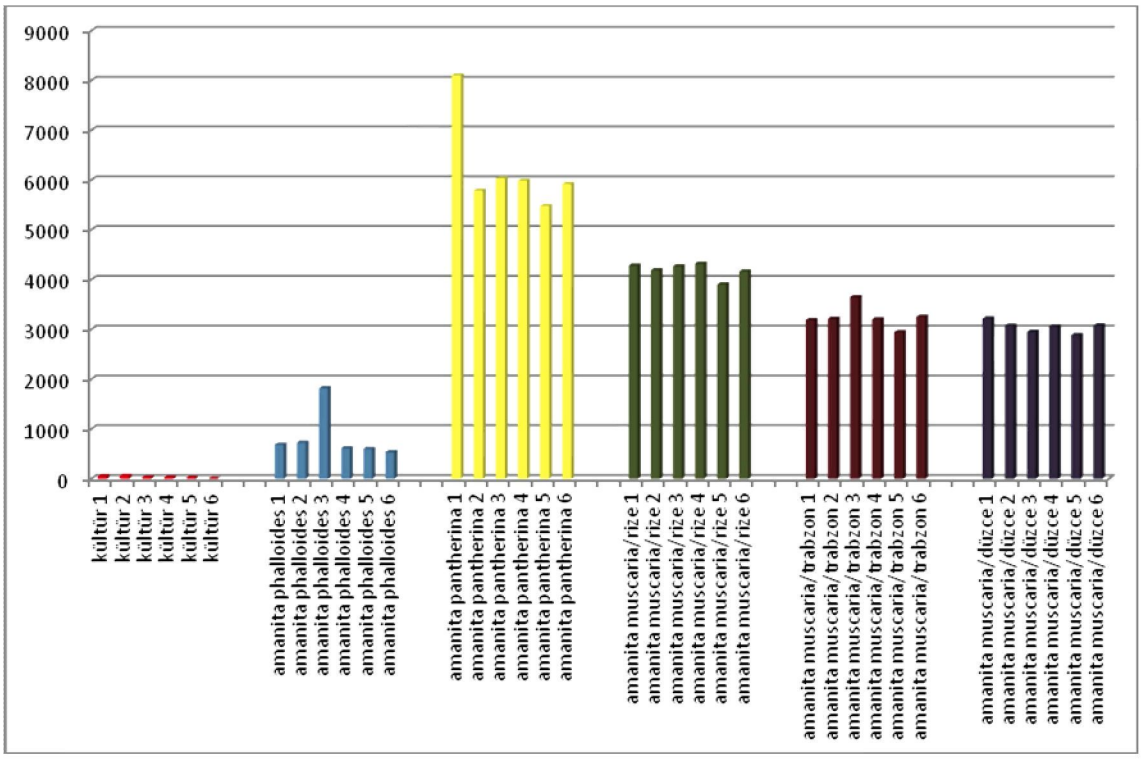
4.1.5. Kalsiyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.5. Kalsiyum metali için analiz değerleri (ppm)

Kalsiyum metali için analiz sonuçları incelendiğinde genel itibari ile üçüncü asit karışımının yani 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımının daha uygun bir çözgen olduğu gözlenmiştir. Ancak *Amanita pantherina* türü mantarda kalsiyum metali birinci karışımda (8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımında) daha iyi analiz edilmiştir.

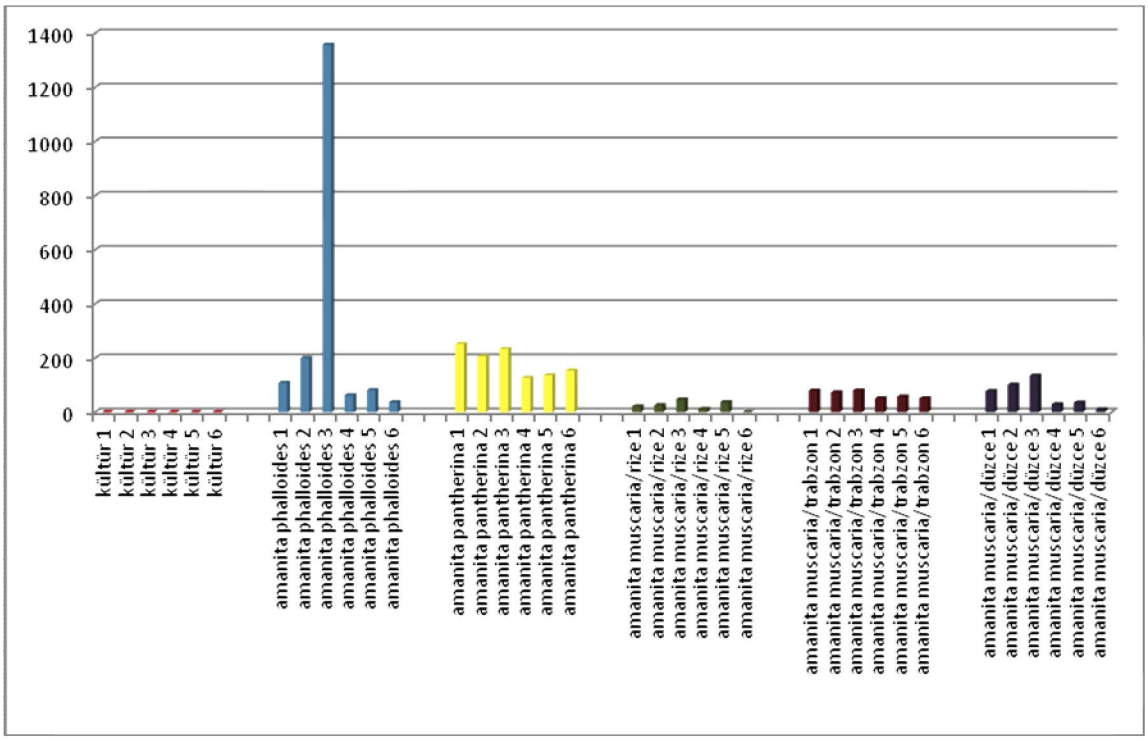
4.1.6. Kadmiyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.6. Kadmiyum metali için analiz değerleri (ppb)

Grafik incelendiğinde kadmiyum metalinin analizinde her bir mantar türünde farklı asit karışımlarının daha iyi çözgen olarak öne çıktığı gözlenmiştir. Genel olarak birinci asit karışımımız olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ve üçüncü asit karışımımız olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı kadmiyum metalinin analizi için öne çıkmaktadır.

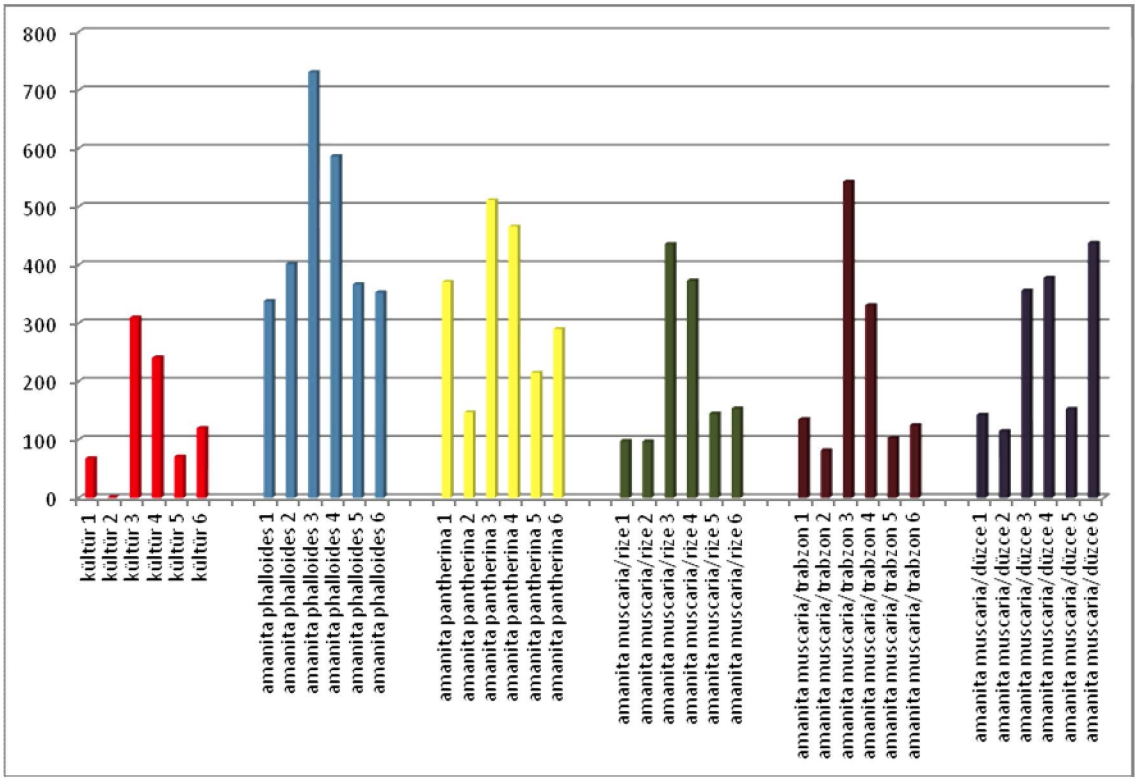
4.1.7. Kobalt metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.7. Kobalt metali için analiz değerleri (ppb)

Grafik incelendiğinde kobalt metali için en uygun çözgenin üç numaralı çözgen olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görülmektedir.

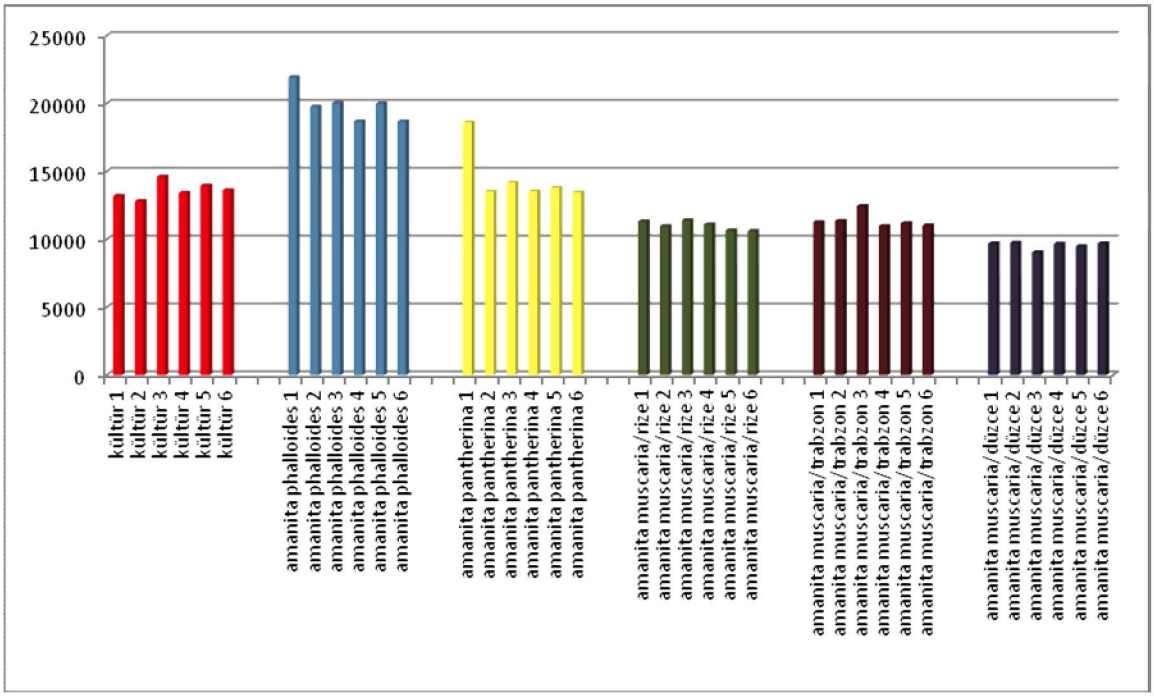
4.1.8. Krom metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.8. Krom metali için analiz değerleri (ppb)

Grafik incelendiğinde krom metali için en uygun çözgenin üçüncü numaralı karışım olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görülmektedir. Ancak Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* türü mantarda diğer mantarlardan farklı olarak altı numaralı karışım olan kral suyunun (9 mL % 37 saflıktaki HCl ve 3 mL % 65 saflıktaki HNO_3 karışımı) daha uygun bir çözgen olduğu gözlenmiştir.

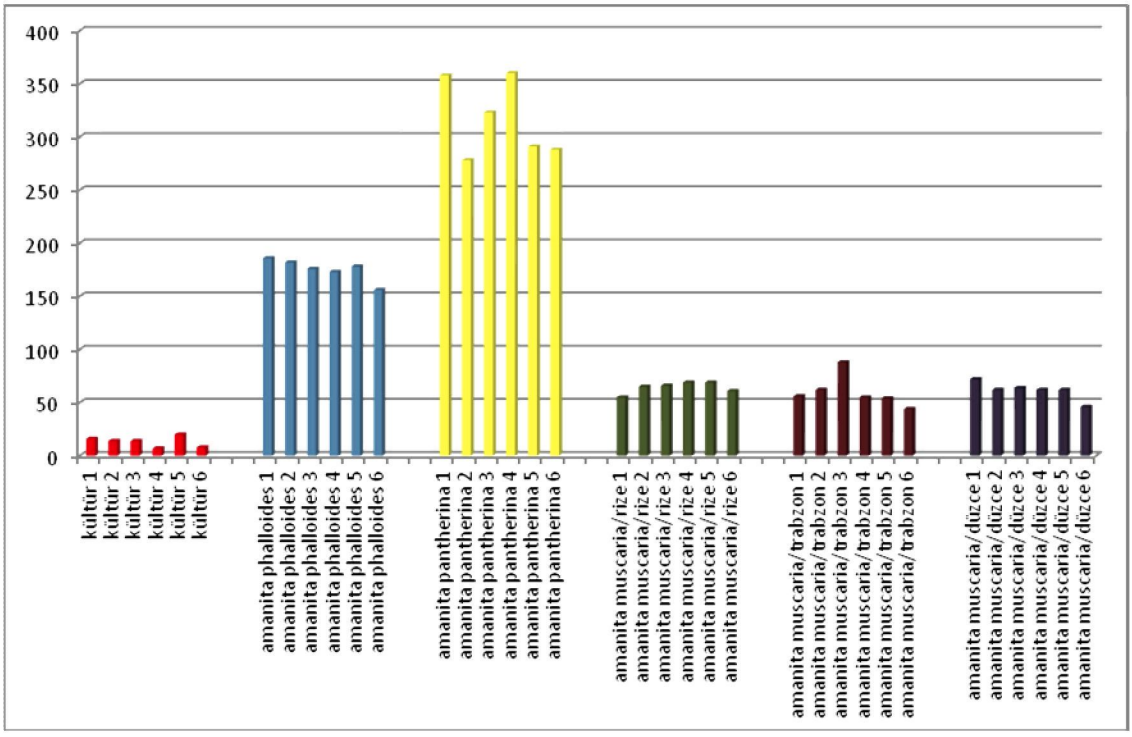
4.1.9. Bakır metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.9. Bakır metali için analiz değerleri (ppb)

Analiz sonuçları incelendiğinde bakır metali için iki farklı çözgenin öne çıktığını görüyoruz. Birinci asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ve üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımlarının bakır metali için en uygun çözgenlerdir.

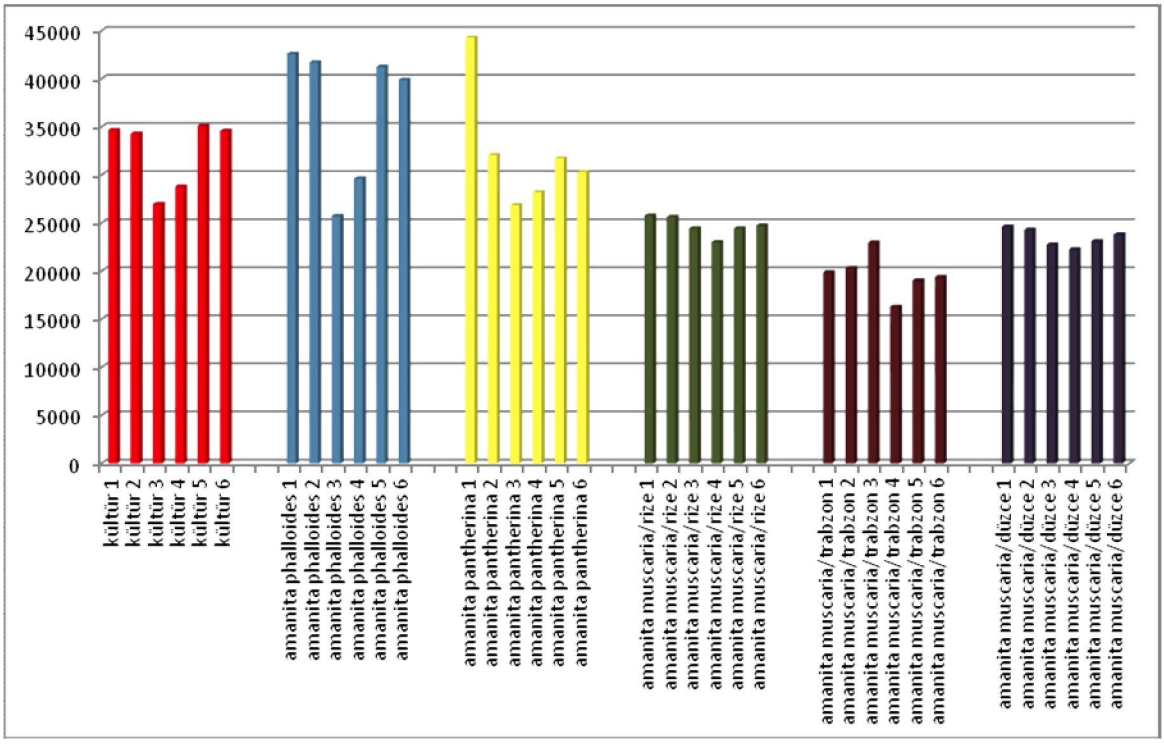
4.1.10. Demir metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.10. Demir metali için analiz değerleri (ppm)

Analiz sonuçları incelendiğinde bakır metalinde olduğu gibi demir metali için de birinci asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ile üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımlarının en uygun çözgen olarak öne çıktıkları görülmüştür.

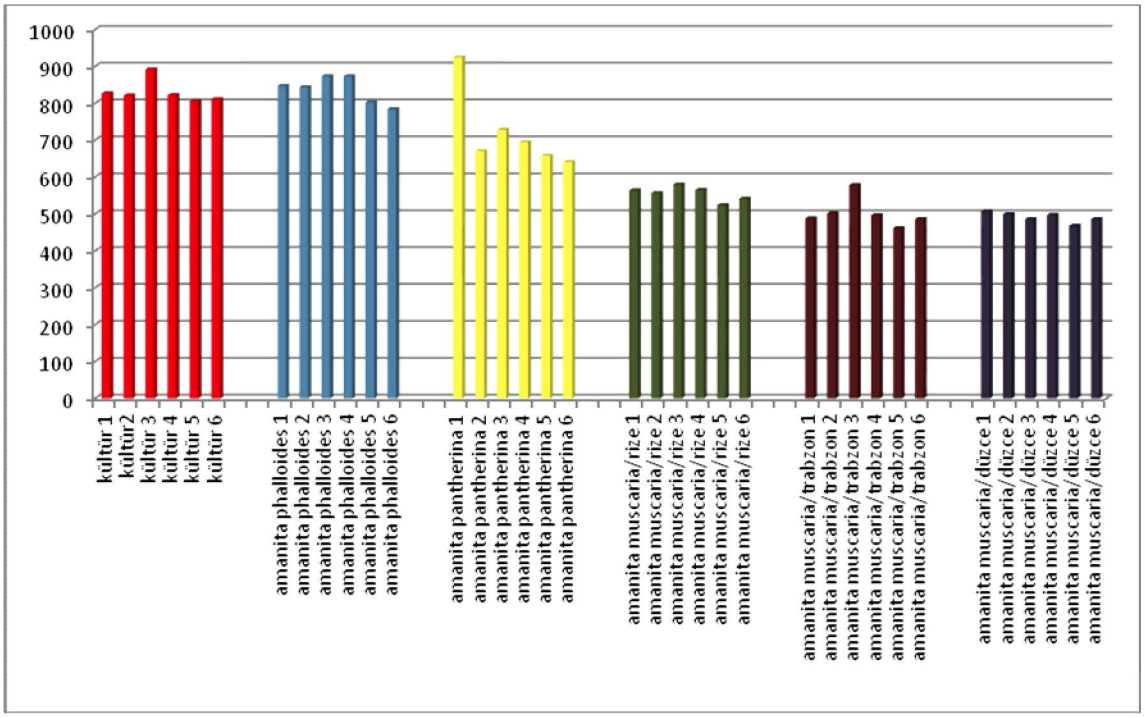
4.1.11. Potasyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.11. Potasyum metali için analiz değerleri (ppm)

Analiz sonuçları incelendiğinde tıpkı bakır ve demir metalinde olduğu gibi potasyum metali için de birinci asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ile üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımlarının en uygun çözgen olduğu görülmüştür.

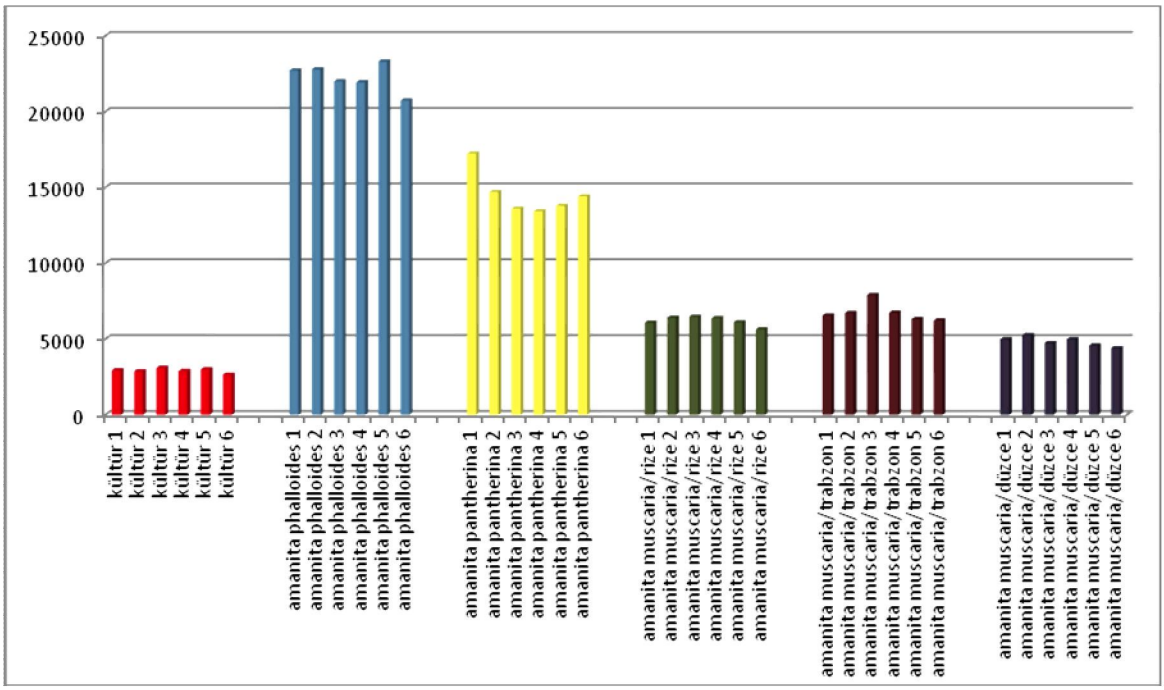
4.1.12. Magnezyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.12. Magnezyum metali için analiz değerleri (ppm)

Analiz sonuçları incelendiğinde magnezyum metali için de birinci asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ile üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımlarının en uygun çözgen olduğu görülmüştür.

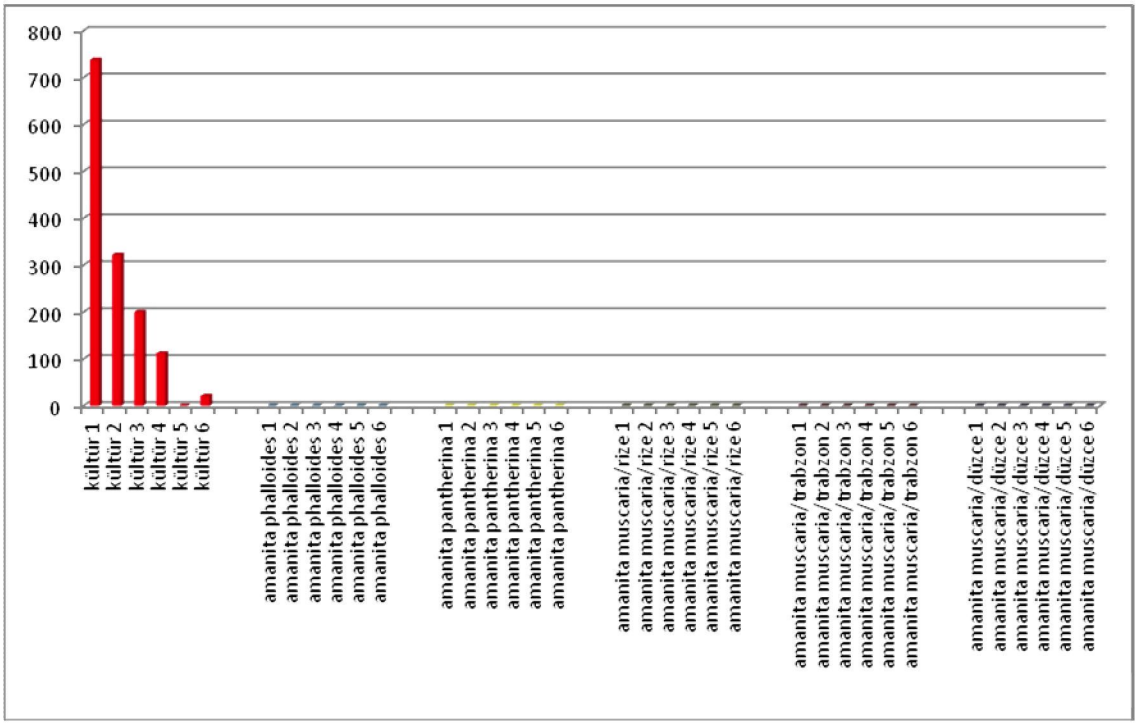
4.1.13. Mangan metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.13. Mangan metali için analiz değerleri (ppb)

Mangan metali için elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde her bir mantar türü için farklı asit karışımlarının daha uygun çözgenler oldukları gözlenmiştir.

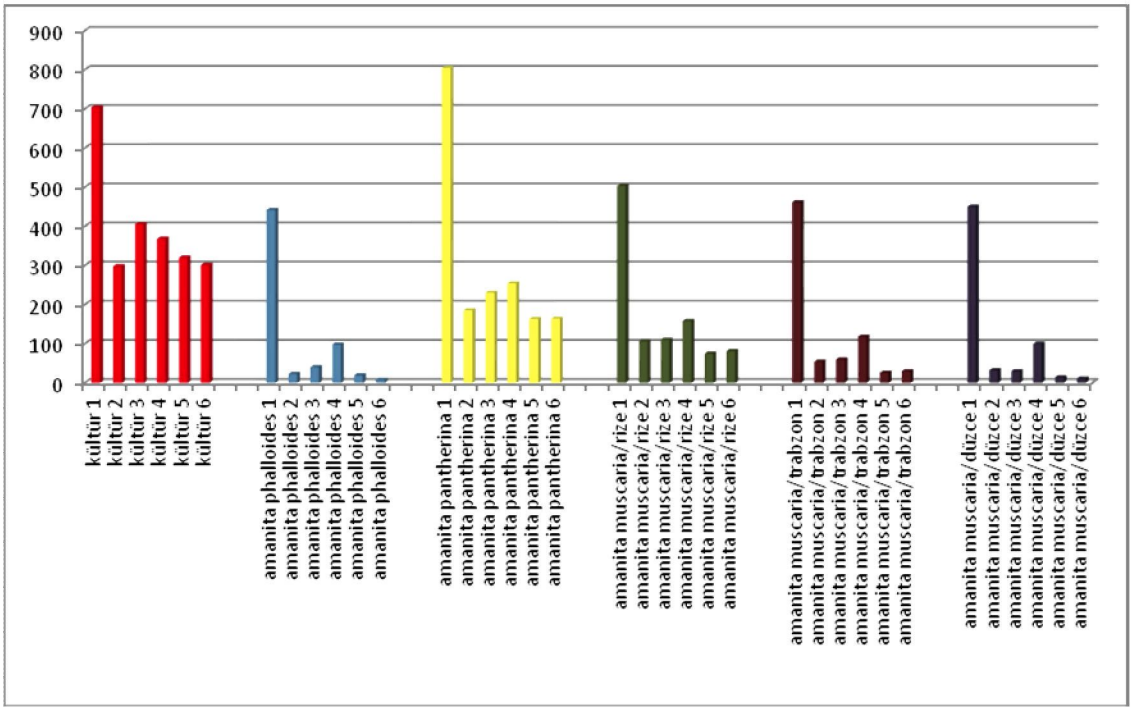
4.1.14. Molibden metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.14. Molibden metali için analiz değerleri (ppb)

Molibden metali için elde edilen grafik incelendiğinde zehirli mantar türlerinde molibden miktarının tayin sınırının altında olduğu sadece *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında tayin edilen molibden metali için en uygun asit karışımının bir numaralı asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu gözlenmiştir.

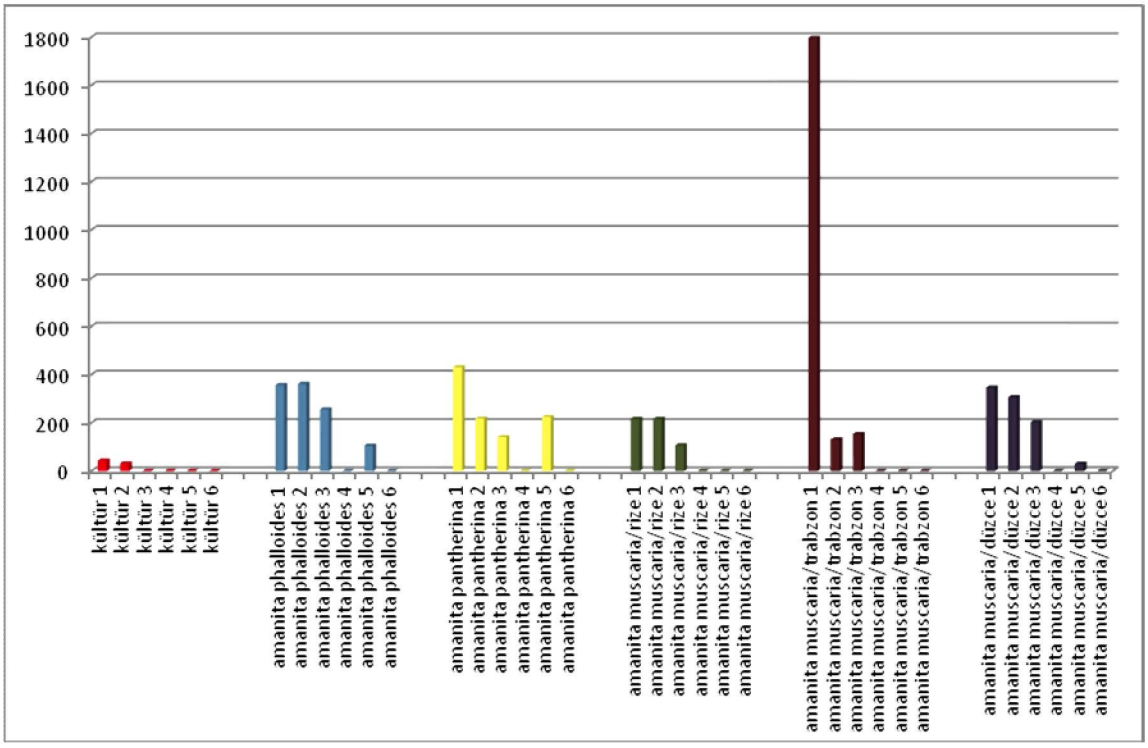
4.1.15. Sodyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.15. Sodyum metali için analiz değerleri (ppm)

Sodyum metali için elde edilen grafik incelendiğinde molibden metalinde de olduğu gibi sodyum metali için de en uygun asit karışımının bir numaralı asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu gözlenmiştir.

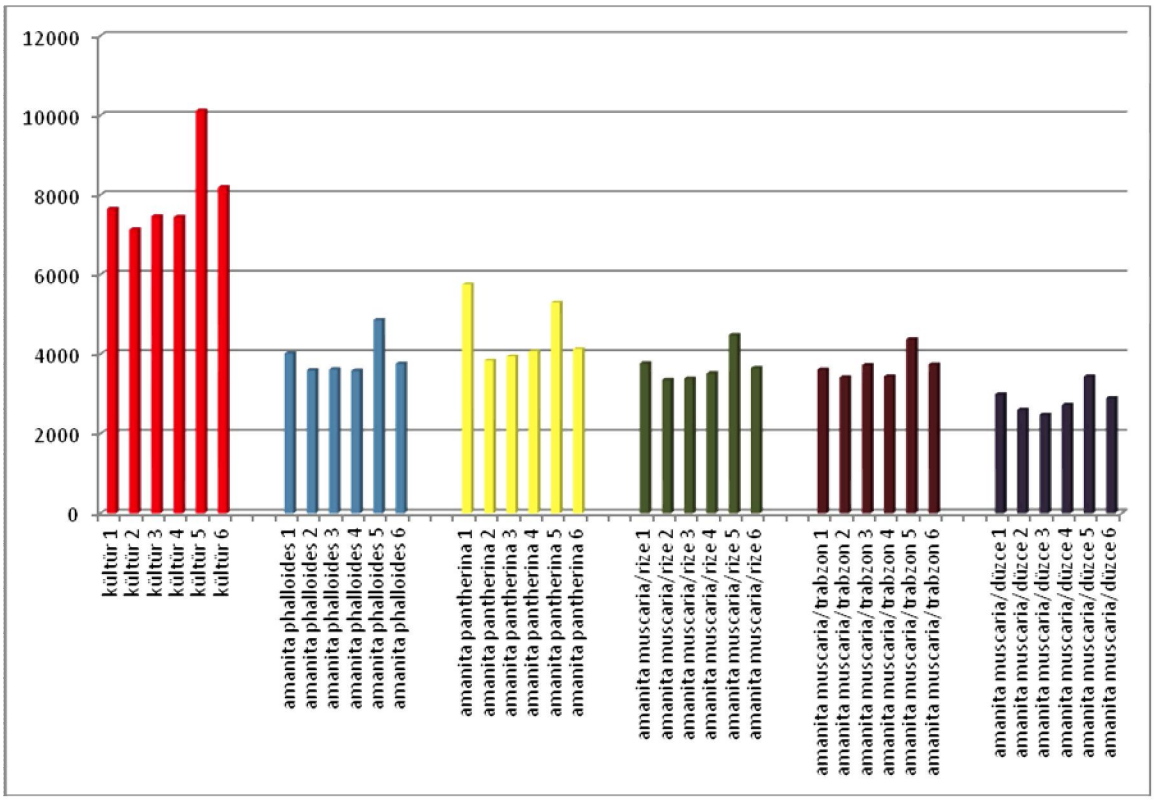
4.1.16. Nikel metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.16. Nikel metali için analiz değerleri (ppb)

Nikel metali için elde edilen grafik incelendiğinde molibden ve sodyum metallerinde de olduğu gibi nikel metali için de en uygun asit karışımının bir numaralı asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu gözlenmiştir. Dikkat çeken diğer bir ayrıntı ise zehirli mantar türlerinin tamamında özellikle de Trabzon Akçaabat'ta yetişen *Amanita muscaria* türü mantarda fazla miktarda bulunan nikel metalinin *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında çok az miktarda bulunmasıdır.

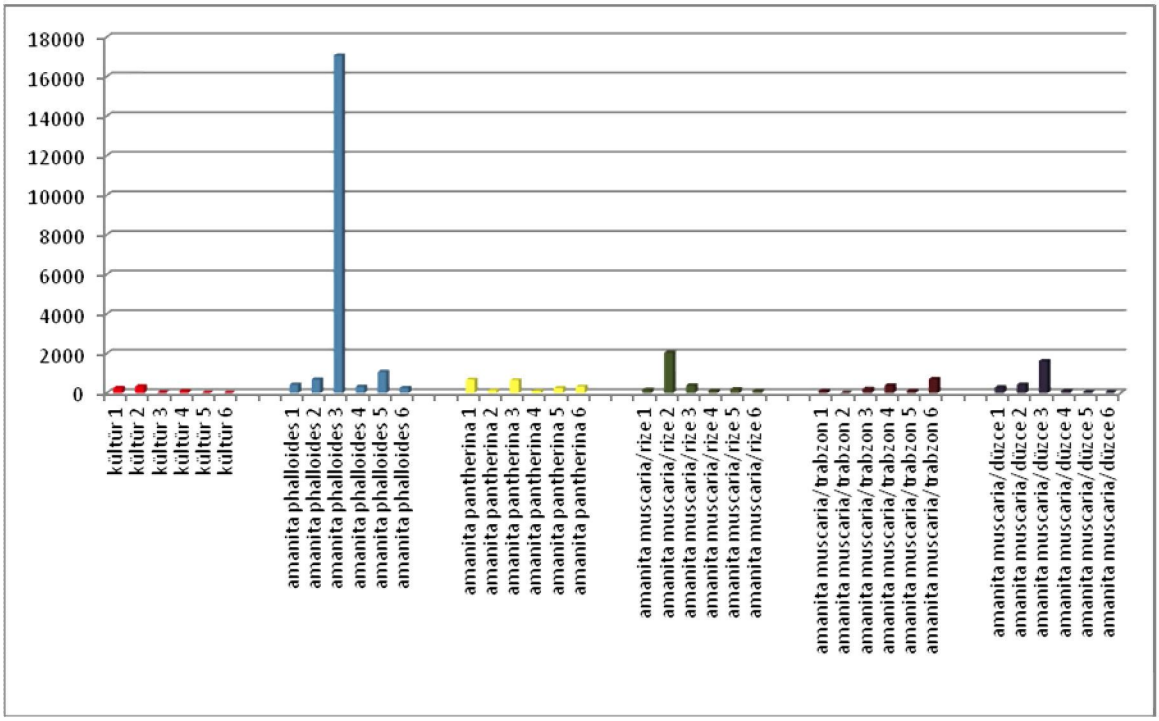
4.1.17. Fosfor elementi için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.17. Fosfor elementi için analiz değerleri (ppm)

Bir ametal olan fosfor elementi için elde edilen grafik sonuçları incelendiğinde genel itibari ile beşinci asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıkta HNO_3, 2 mL % 95-98 saflıkta H_2SO_4, 1 mL % 35 saflıkta H_2O_2 karışımının fosfor elementi için en uygun asit karışımı olduğu görülmektedir. İstisnai bir durum olarak *Amanita pantherina* türü mantarda birinci asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımının öne çıktığı dikkat çekmektedir.

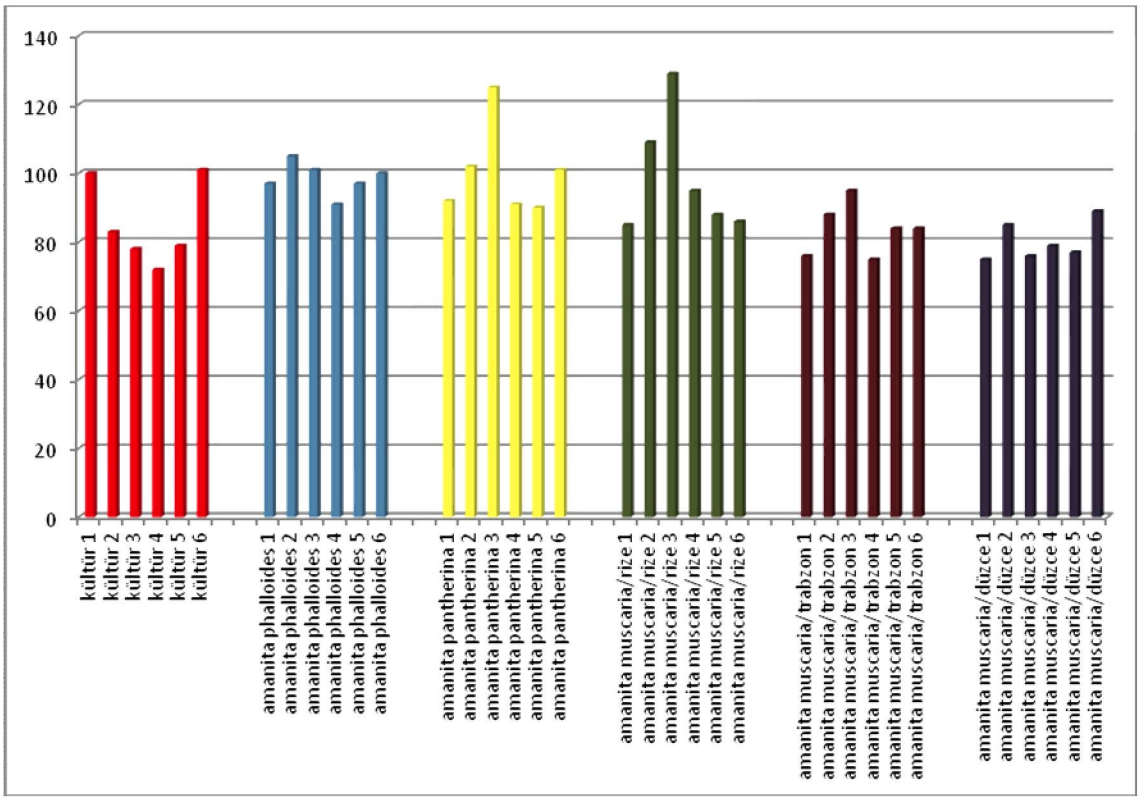
4.1.18. Kurşun metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 1.18. Kurşun metali için analiz değerleri (ppb)

Toksik bir metal olan kurşun elementi için elde edilen grafik incelendiğinde oldukça zehirli olan *Amanita phalloides* türü mantarda fazla miktarda kurşun bulunmasına rağmen *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında oldukça az miktarda bulunması dikkat çeken en önemli ayrıntıdır. Yine kurşun elementi için en uygun çözgenin üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görülmektedir.

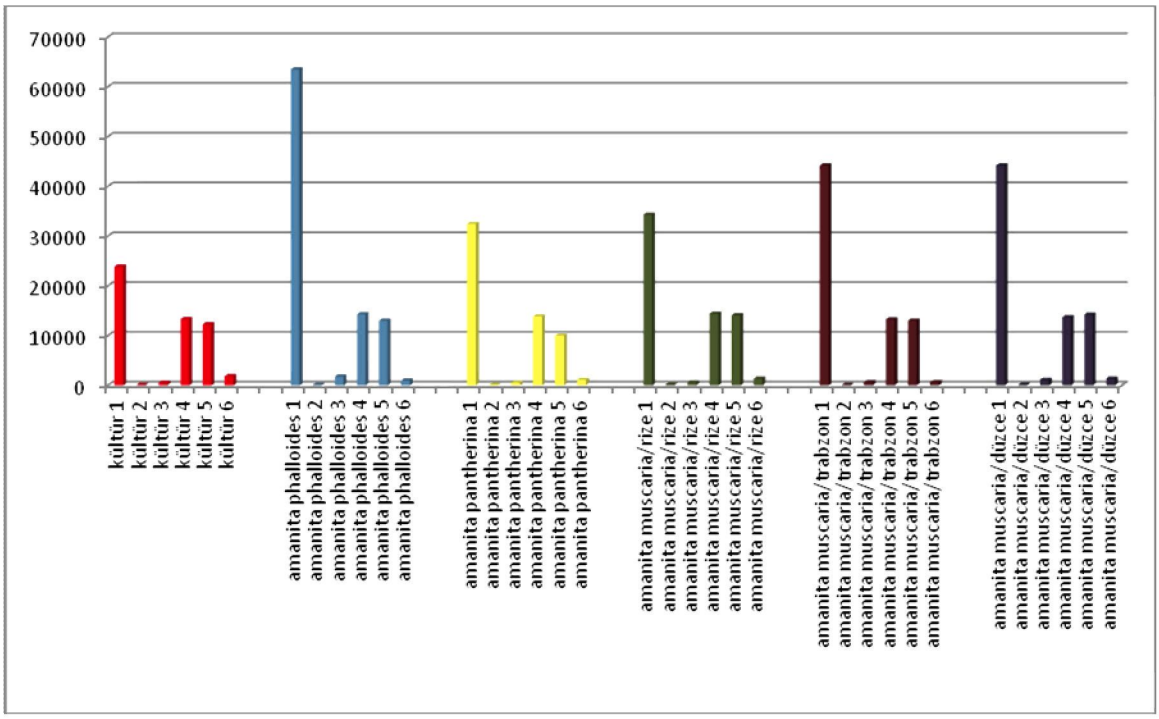
4.1.19. Antimon metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.19. Antimon metali için analiz değerleri (ppb)

Antimon metali için elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde her bir mantar türü için farklı asit karışımlarının daha uygun çözgenler oldukları gözlenmiştir. En çok öne çıkan asit karışımı ise üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımıdır.

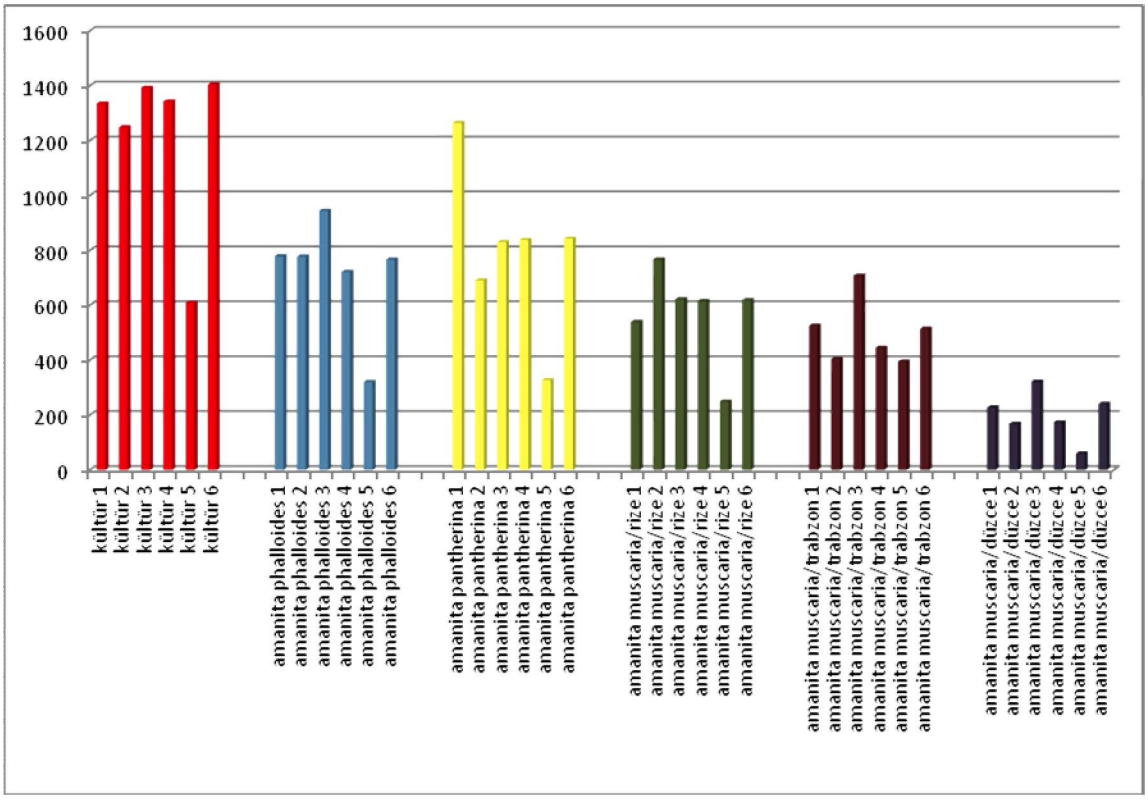
4.1.20. Kalay metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.20. Kalay metali için analiz değerleri (ppb)

Kalay metali için elde edilen grafik incelendiğinde kalay metali için en uygun asit karışımının bir numaralı asit karışımı olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu gözlenmiştir.

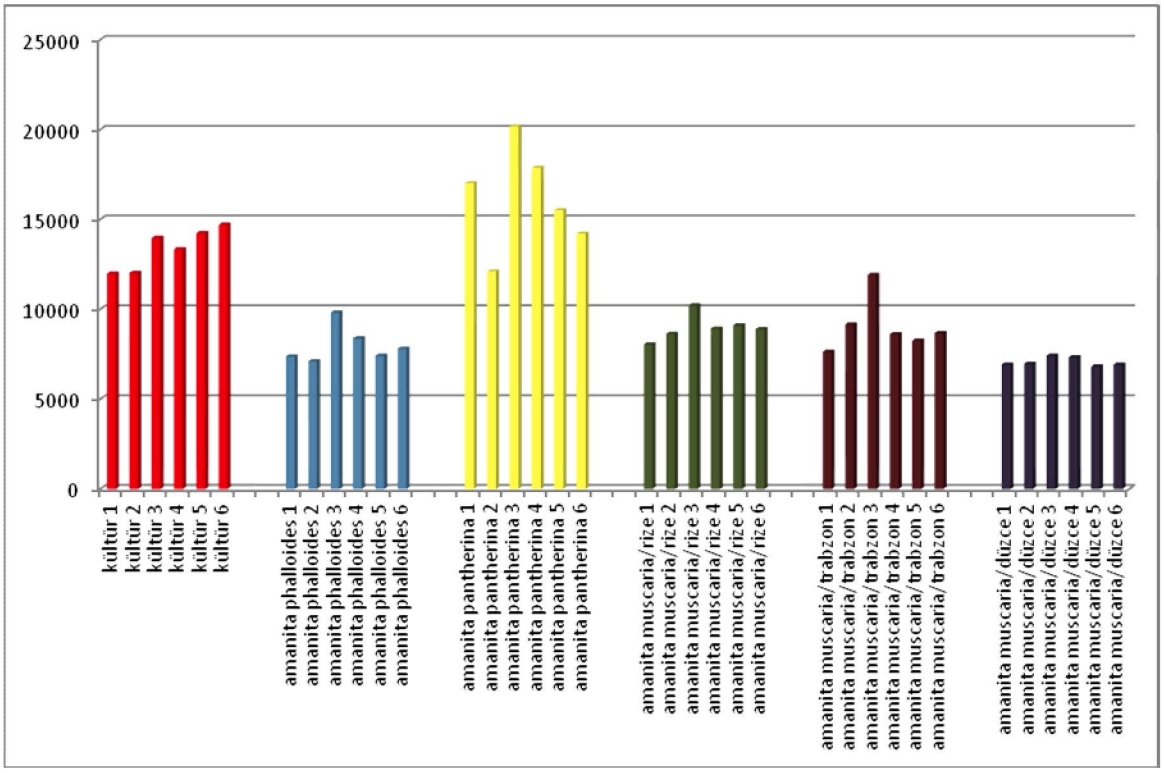
4.1.21. Stronsiyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.21. Stronsiyum metali için analiz değerleri (ppb)

Stronsiyum metali için elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde her bir mantar türü için farklı asit karışımlarının daha uygun çözgenler oldukları gözlenmiştir. En çok öne çıkan asit karışımı ise üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımıdır.

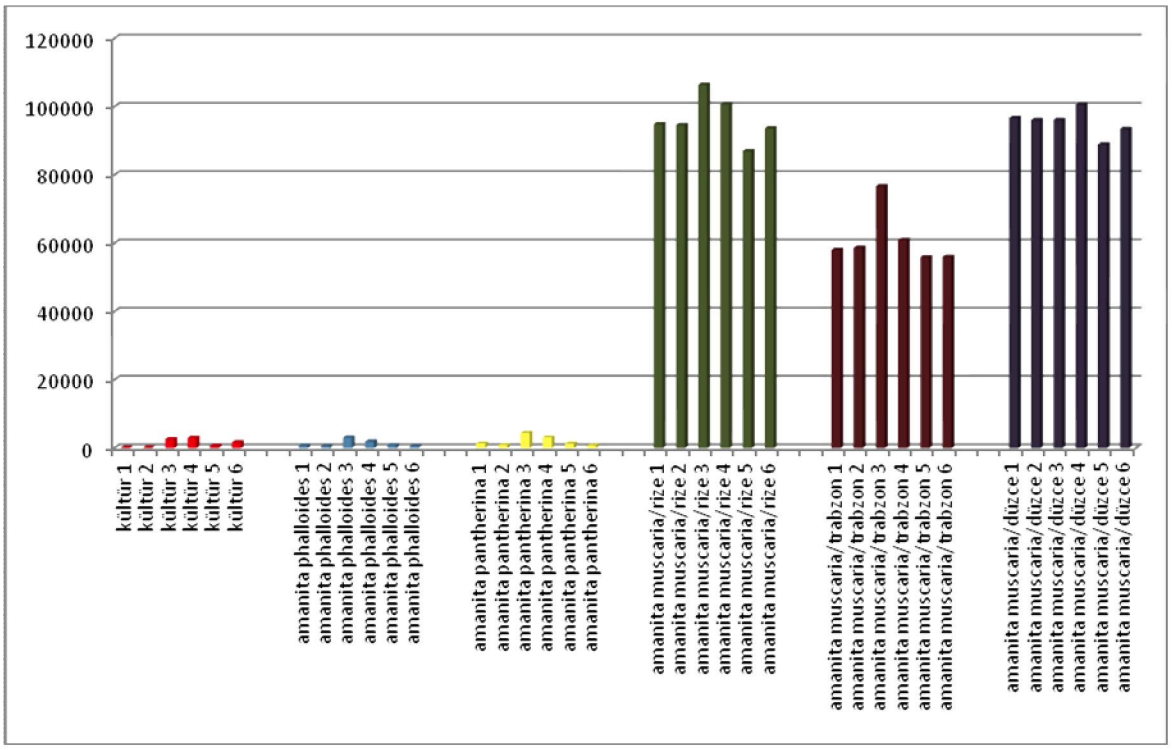
4.1.22. Titanyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.22. Titanyum metali için analiz değerleri (ppb)

Titanyum metali için elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde öne çıkan asit karışımının üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görülmektedir.

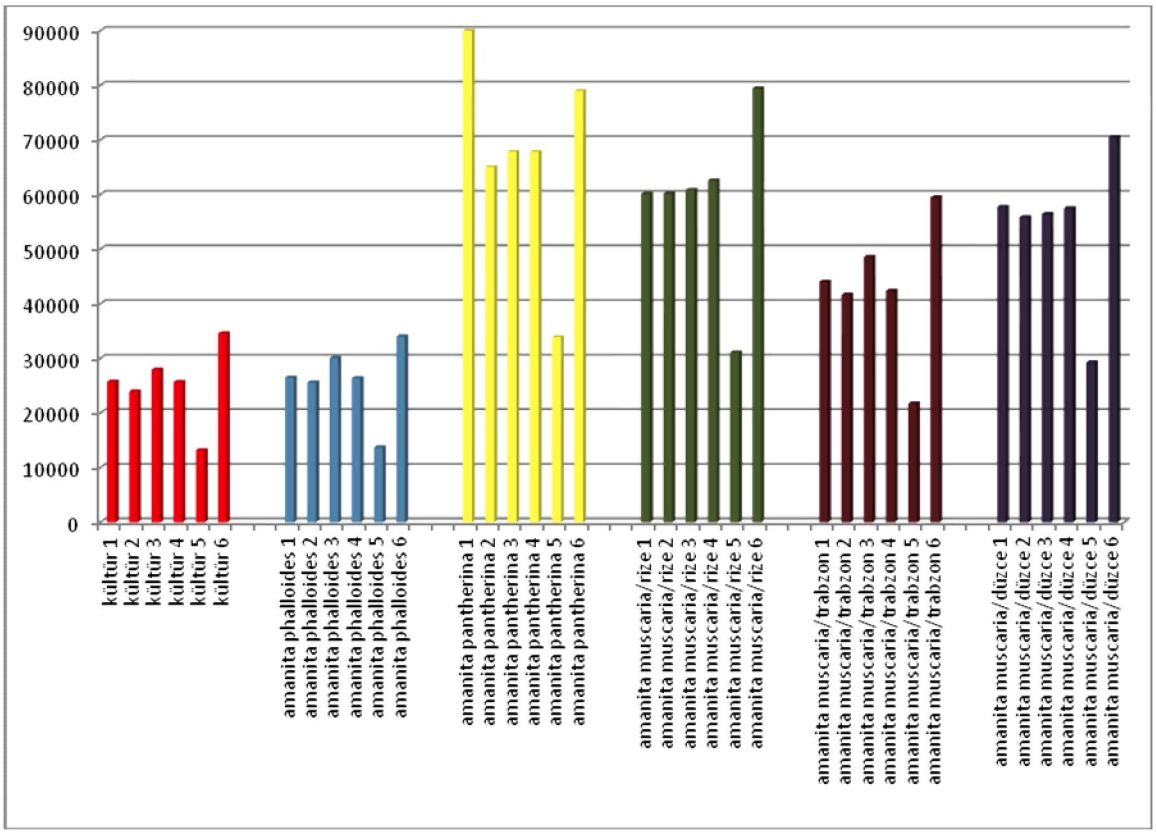
4.1.23. Vanadyum metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.23. Vanadyum metali için analiz değerleri (ppb)

Vanadyum metali için elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde öne çıkan asit karışımının üçüncü asit karışımı olan 12 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görülmektedir. Dikkat çeken diğer bir ayrıntı ise farklı yörelerde yetişmiş olsa dahi *Amanita muscaria* türü mantarların diğer mantarlara nazaran daha fazla vanadyum içermesidir.

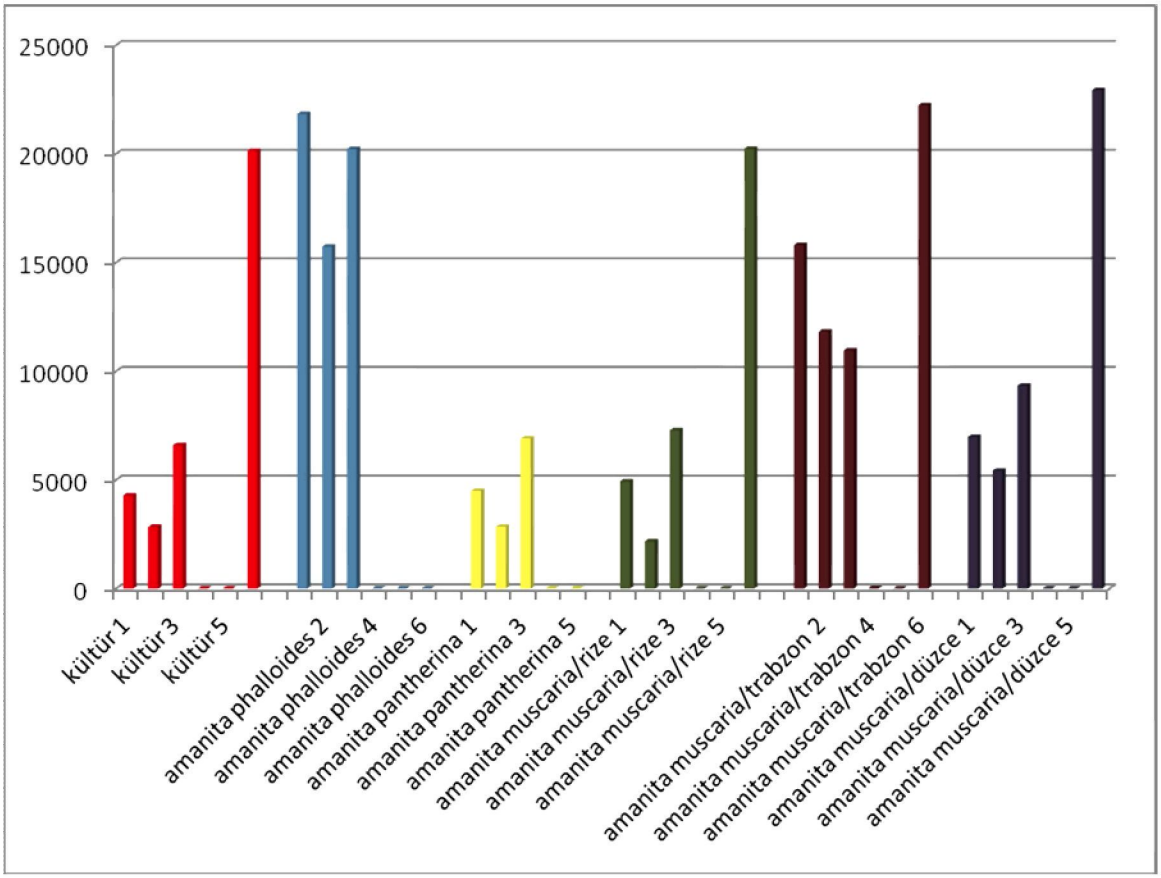
4.1.24. Çinko metali için elde edilen analiz sonuçları



Şekil 4.24. Çinko metali için analiz değerleri (ppb)

Çinko metali için analiz sonuçları incelendiğinde genel itibari ile altıncı çözgen olan 9 mL % 37 saflıktaki HCl ve 3 mL % 65 saflıktaki HNO_3 karışımı (kral suyu)'nın çinko elementinin analizi için en uygun çözgen olduğu görülmektedir. İstisnai bir durum olarak *Amanita pantherina* türü mantarda birinci çözgen olan 8 mL % 65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL % 35 saflıktaki H_2O_2 karışımı en uygun çözgen olarak görülmektedir.

4.1.25. Cıva metali için elde edilen analiz sonuçları

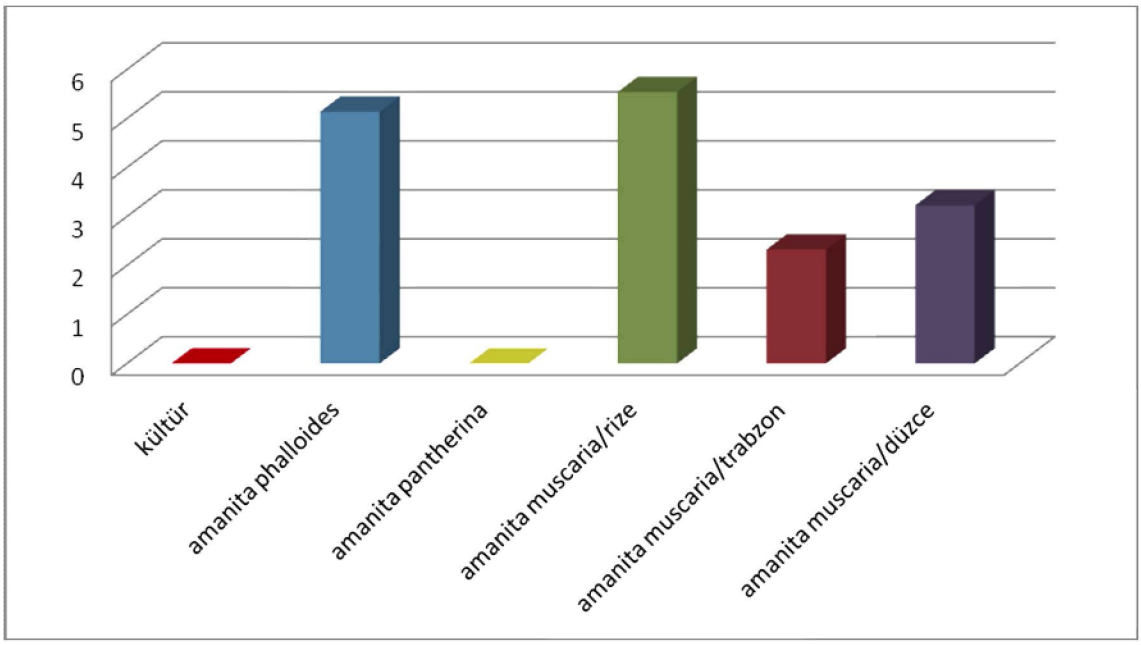


Şekil 4.25. Cıva metali için analiz değerleri (ppm)

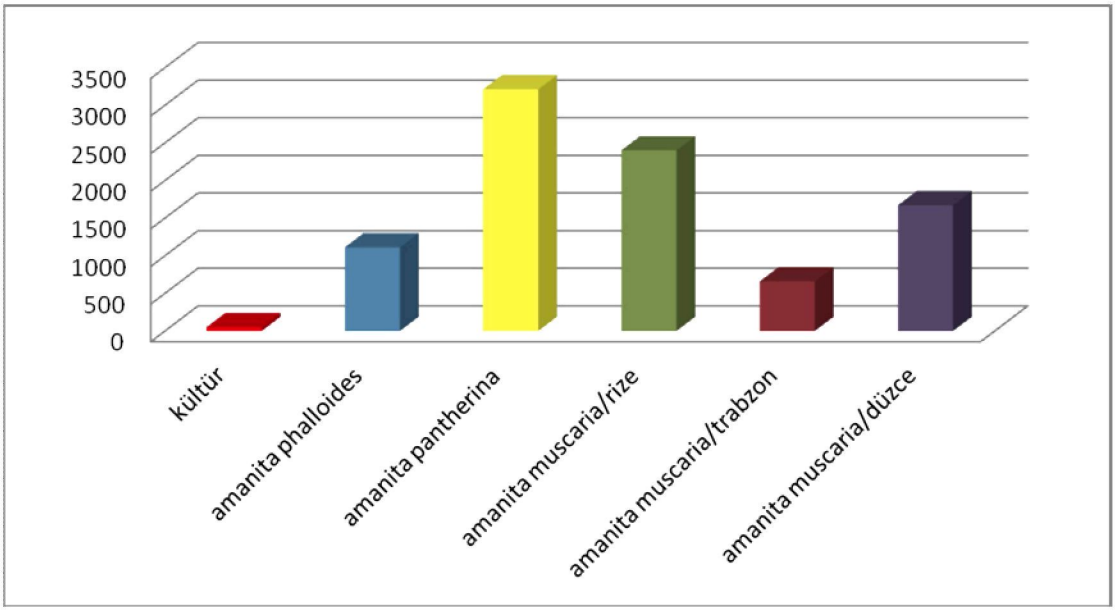
Cıva metali için analiz sonuçları incelendiğinde genel itibari ile altıncı çözgen olan 9 mL % 37 saflıktaki HCl ve 3 mL % 65 saflıktaki HNO_3 karışımı (kral suyu)'nın cıva elementinin analizi için en uygun çözgen olduğu görülmektedir. Ancak *Amanita phalloides* türü mantar için kral suyunun uygun olmadığı görülmektedir.

4.2. Mantarlardaki Metal Miktarları

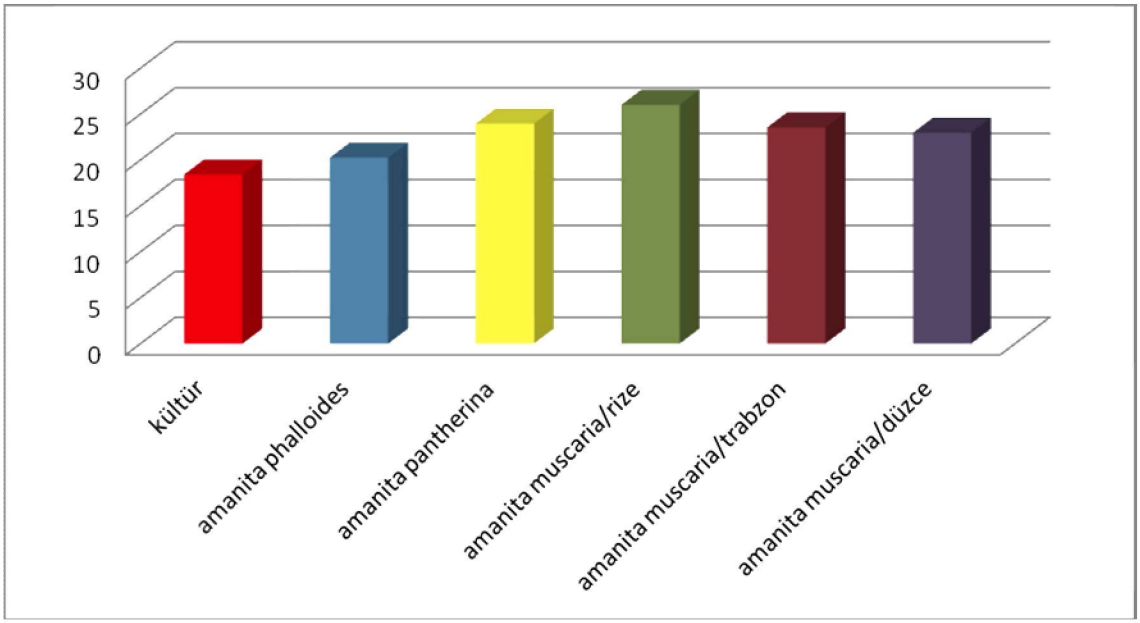
Uygun asit karışımını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada büyük çoğunlukla metallerin analizi için üç numaralı asit karışımı olan 12 mL %65 saflıkta HNO_3 ve 5 mL 70 saflıkta $HClO_4$ karışımının en uygun asit karışımı olduğu belirlenmiş ve bu doğrultuda numuneler tekrar hazırlanarak analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn elementleri için elde edilen analiz sonuçları çizelge 4.1 ve 4.2'de belirtilmiştir. Mo elementinin düzeyi ise tayin sınırının altında kaldığından gözlenememiştir. Her bir element düzeyinin örneklerdeki derişimlerine ait hazırlanan grafikleri sütunlar halinde rahat gözlenebilmesi amacıyla Şekil 4.26 ve 4.49'de verilmiştir. Ayrıca grafit fırınlı AAS'de tayin edilen Hg konsantrasyonları Şekil 4.50'da verilmiştir. Hg elementi için analiz sonuçları ise çizelge 4.3'te belirtilmiştir.



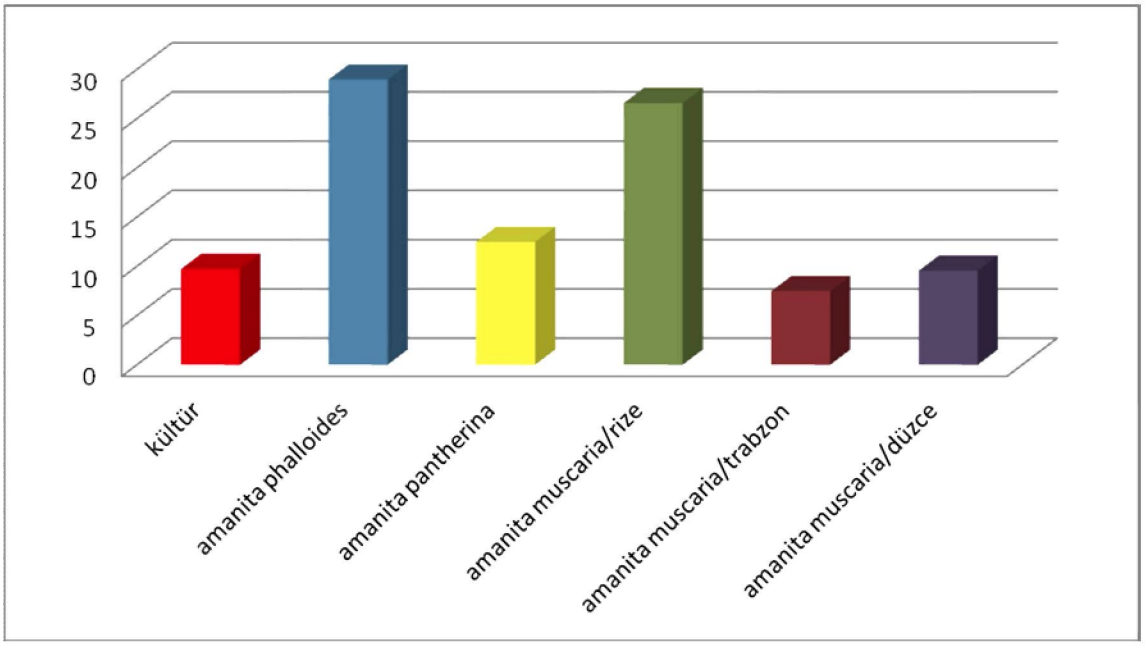
Şekil 4.26. ICP-MS ile tayin edilen Ag (ppb) elementinin miktarı



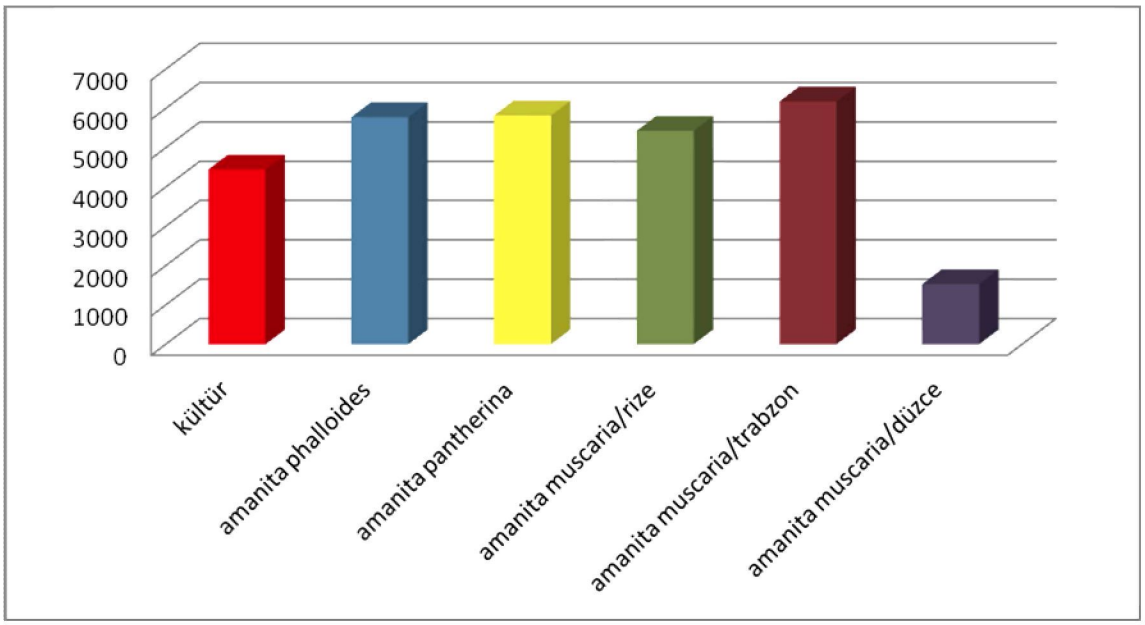
Şekil 4.27. ICP-MS ile tayin edilen Al (ppm) elementinin miktarı



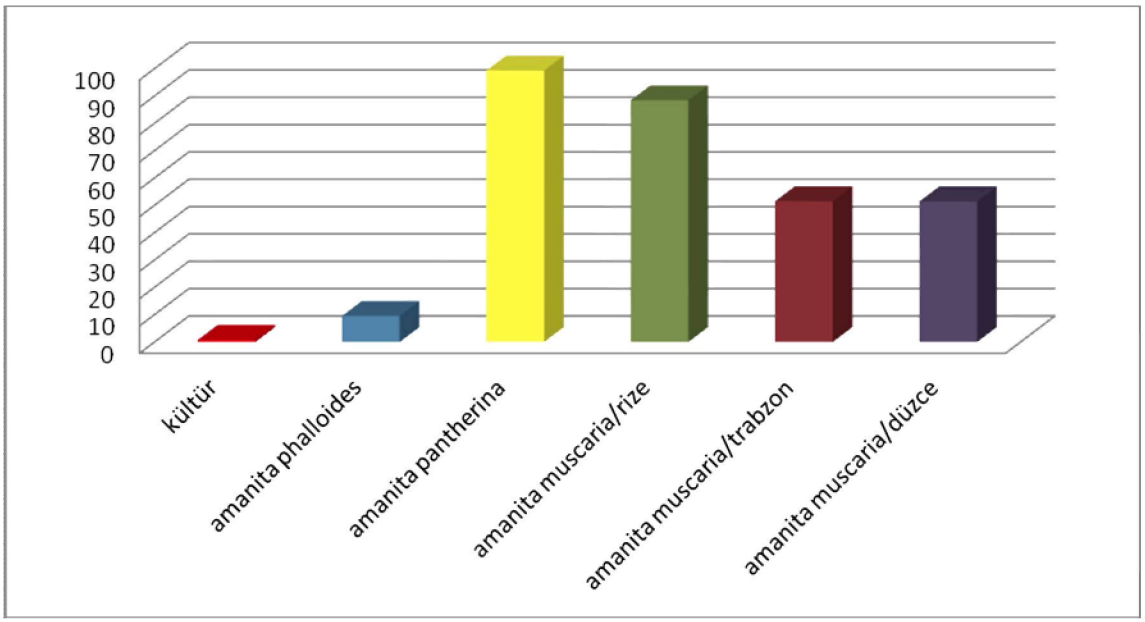
Şekil 4.28. ICP-MS ile tayin edilen As (ppb) elementinin miktarı



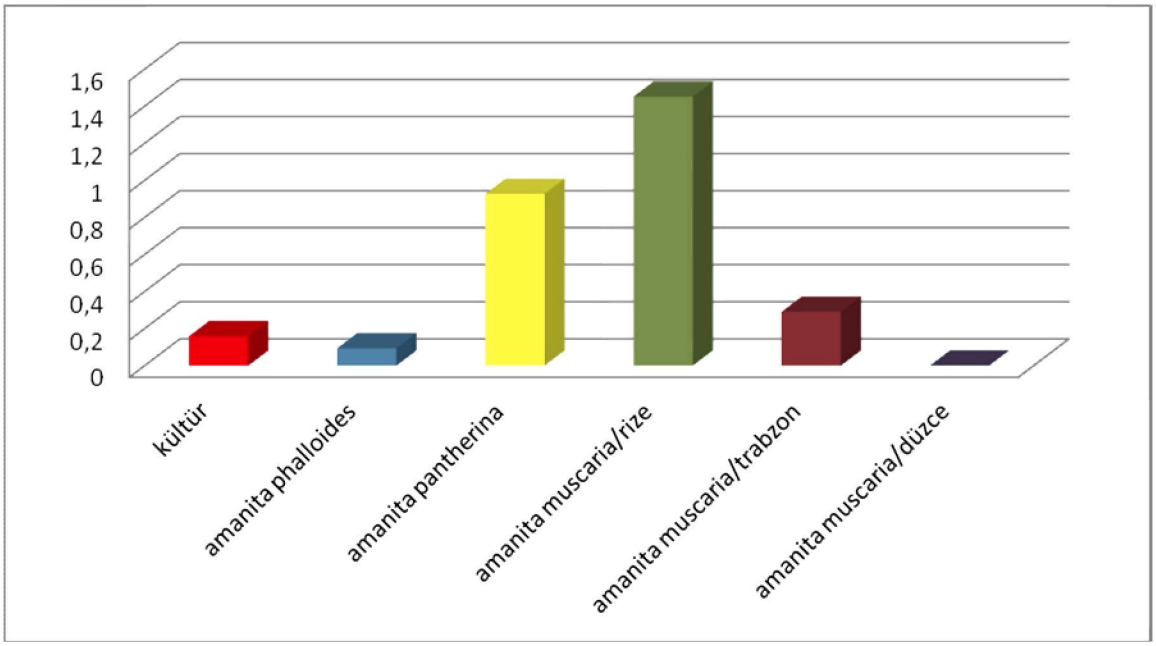
Şekil 4.29. ICP-MS ile tayin edilen Ba (ppb) elementinin miktarı



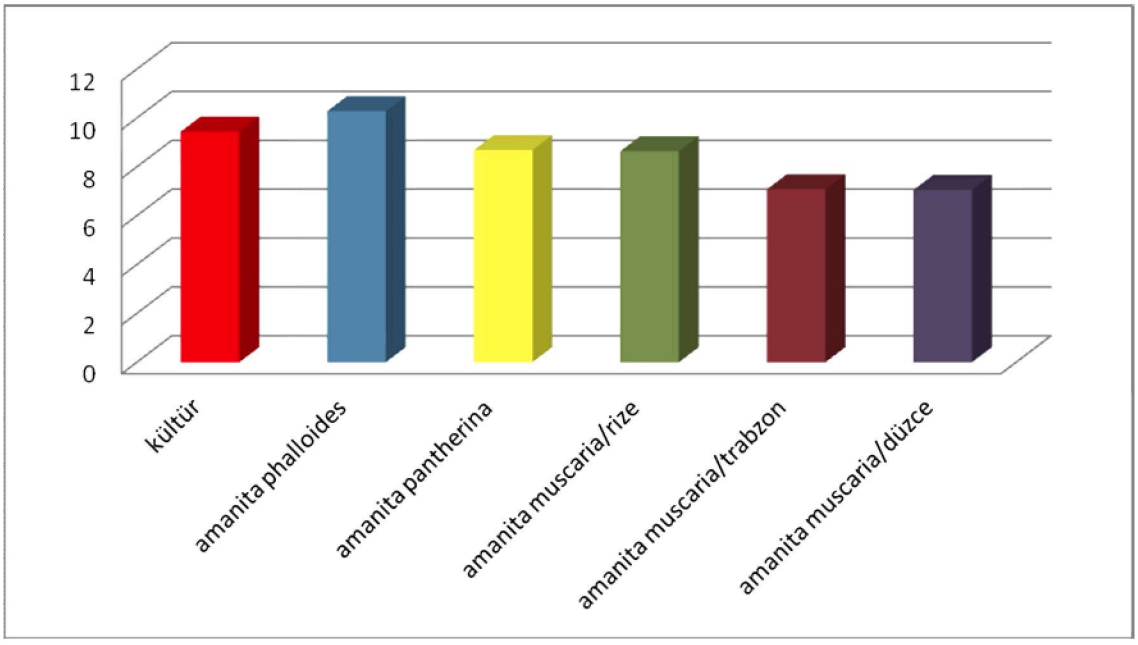
Şekil 4.30. ICP-MS ile tayin edilen Ca (ppm) elementinin miktarı



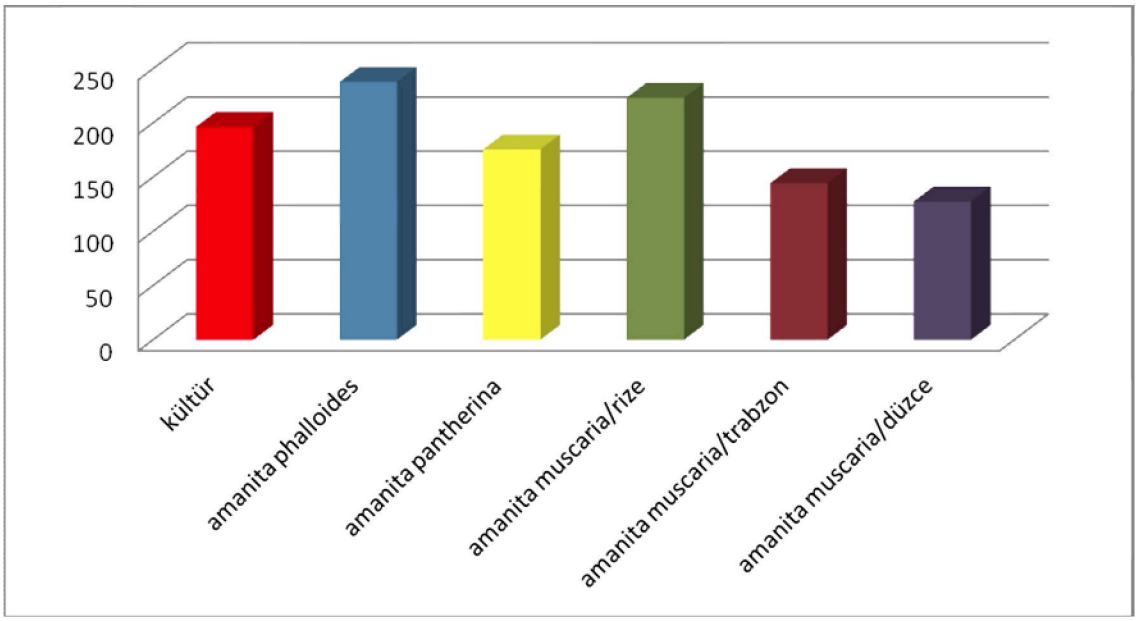
Şekil 4.31. ICP-MS ile tayin edilen Cd (ppb) elementinin miktarı



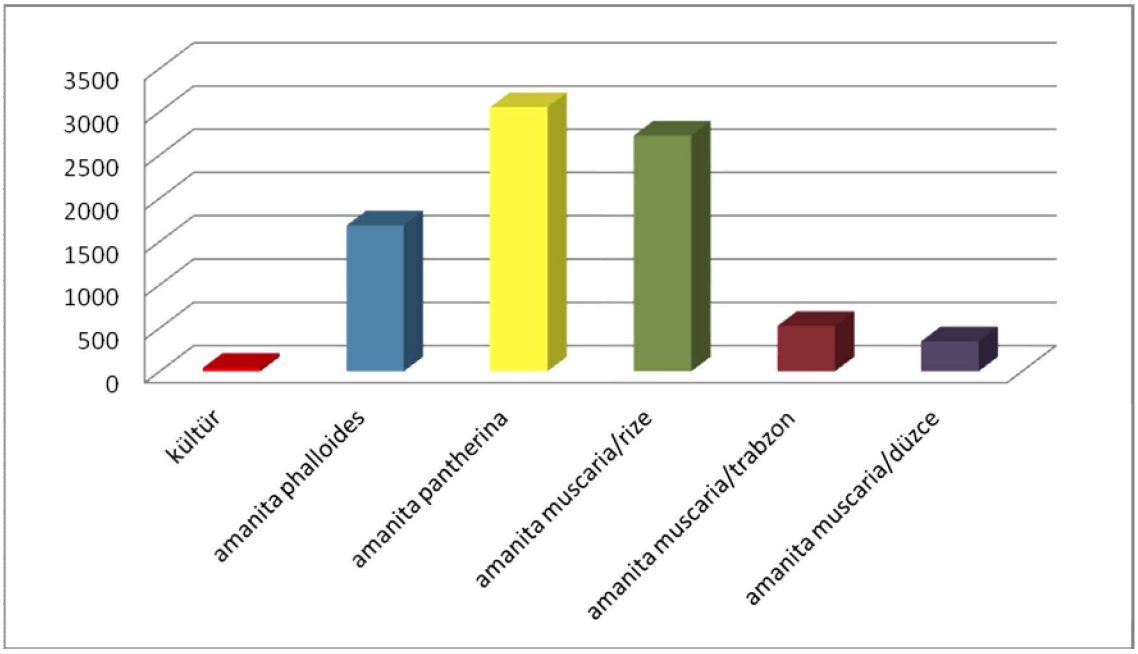
Şekil 4.32. ICP-MS ile tayin edilen Co (ppb) elementinin miktarı



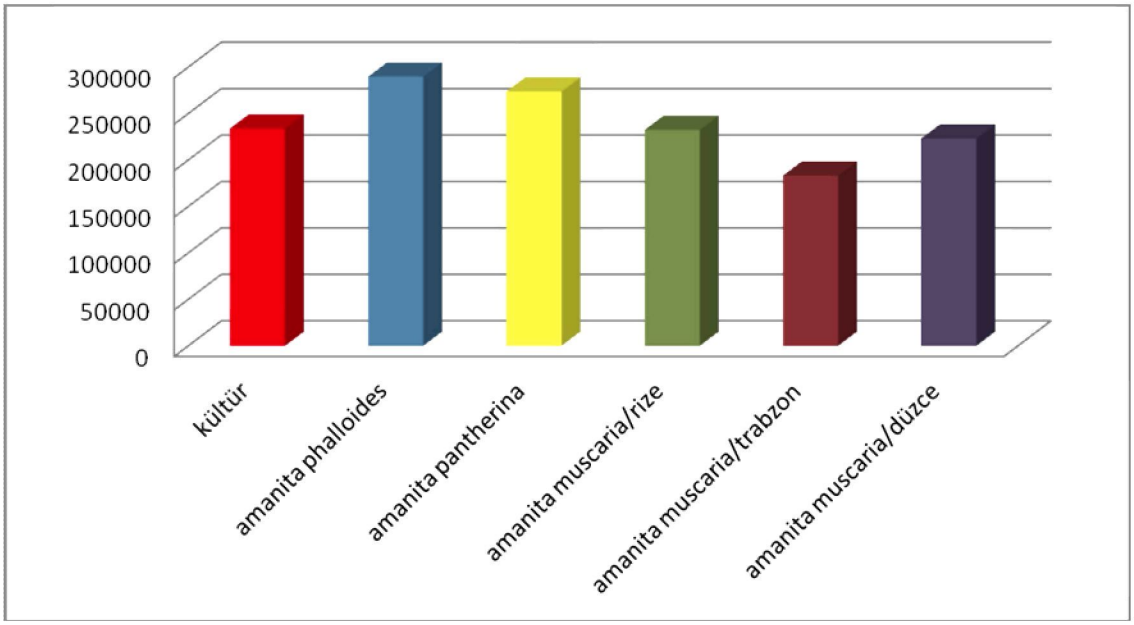
Şekil 4.33. ICP-MS ile tayin edilen Cr (ppb) elementinin miktarı



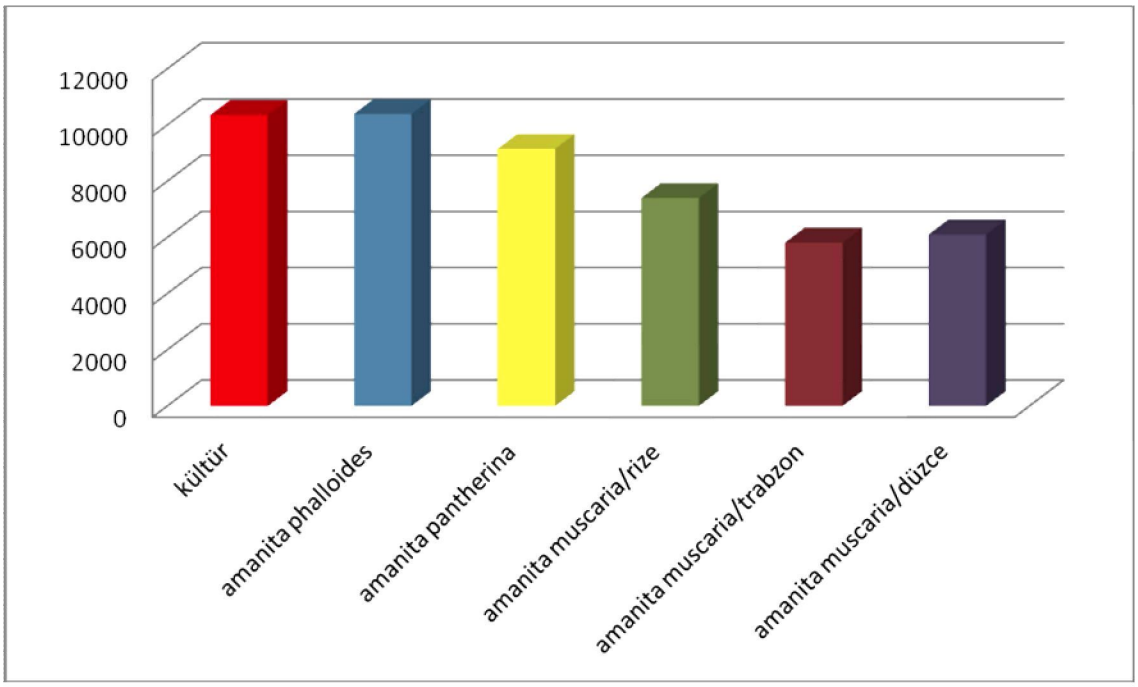
Şekil 4.34. ICP-MS ile tayin edilen Cu (ppb) elementinin miktarı



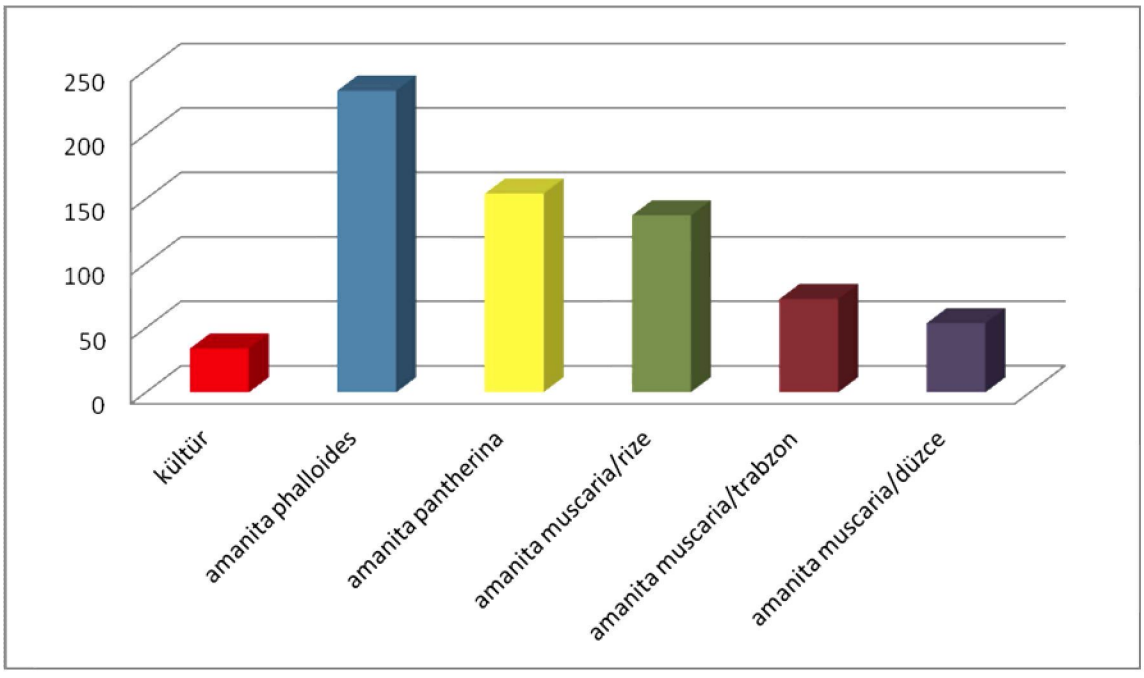
Şekil 4.35. ICP-MS ile tayin edilen Fe (ppm) elementinin miktarı



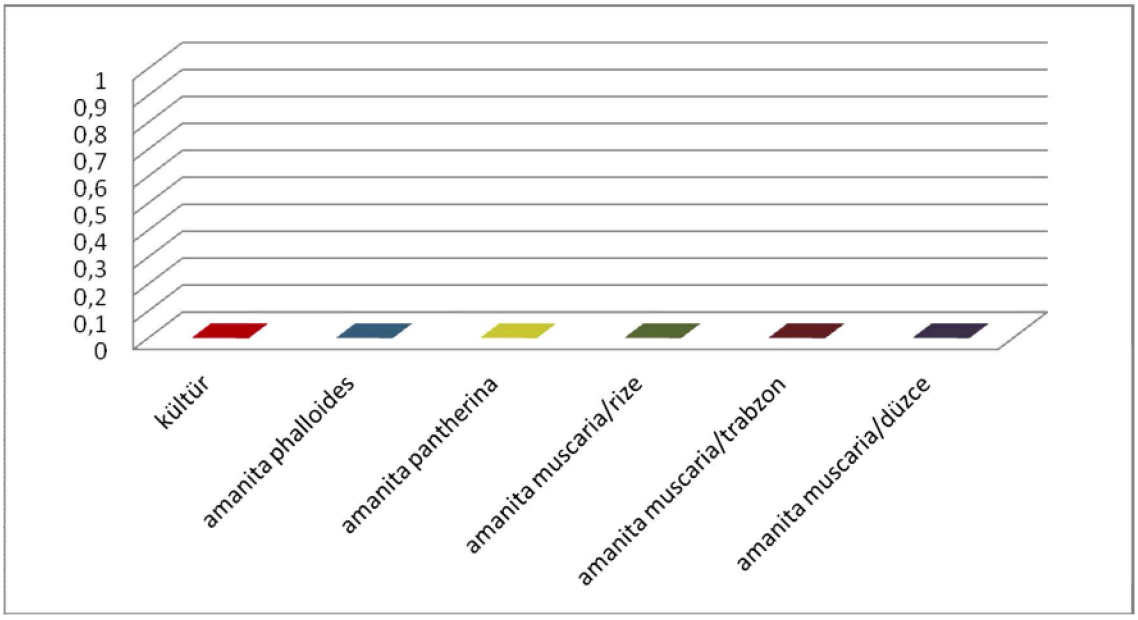
Şekil 4.36. ICP-MS ile tayin edilen K (ppm) elementinin miktarı



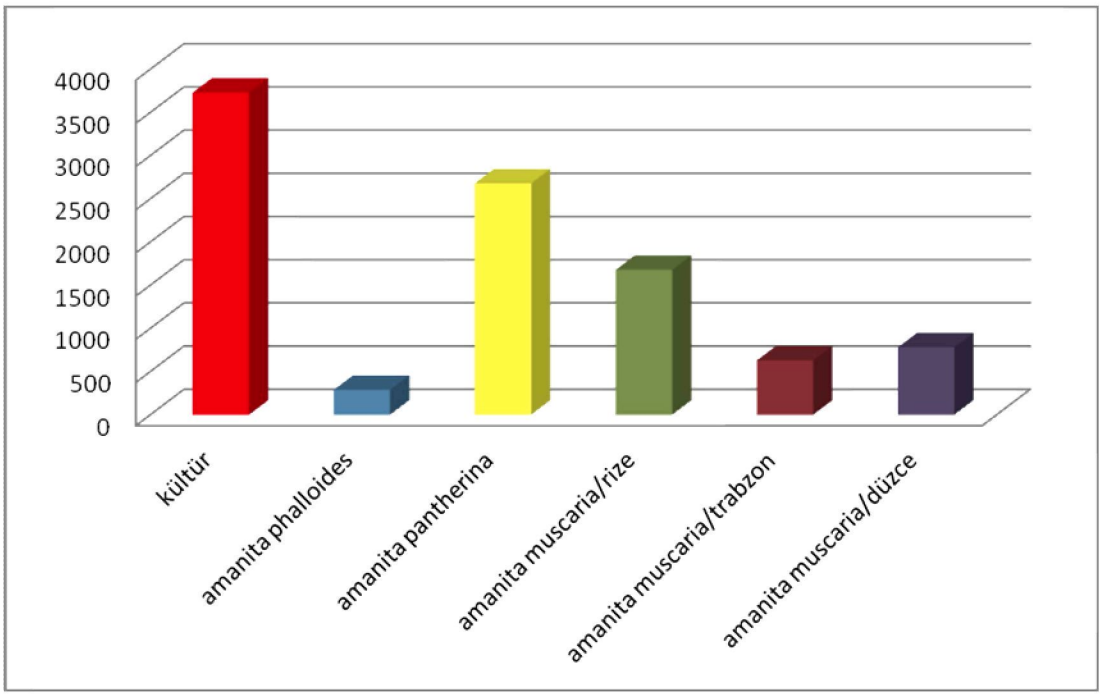
Şekil 4.37. ICP-MS ile tayin edilen Mg (ppm) elementinin miktarı



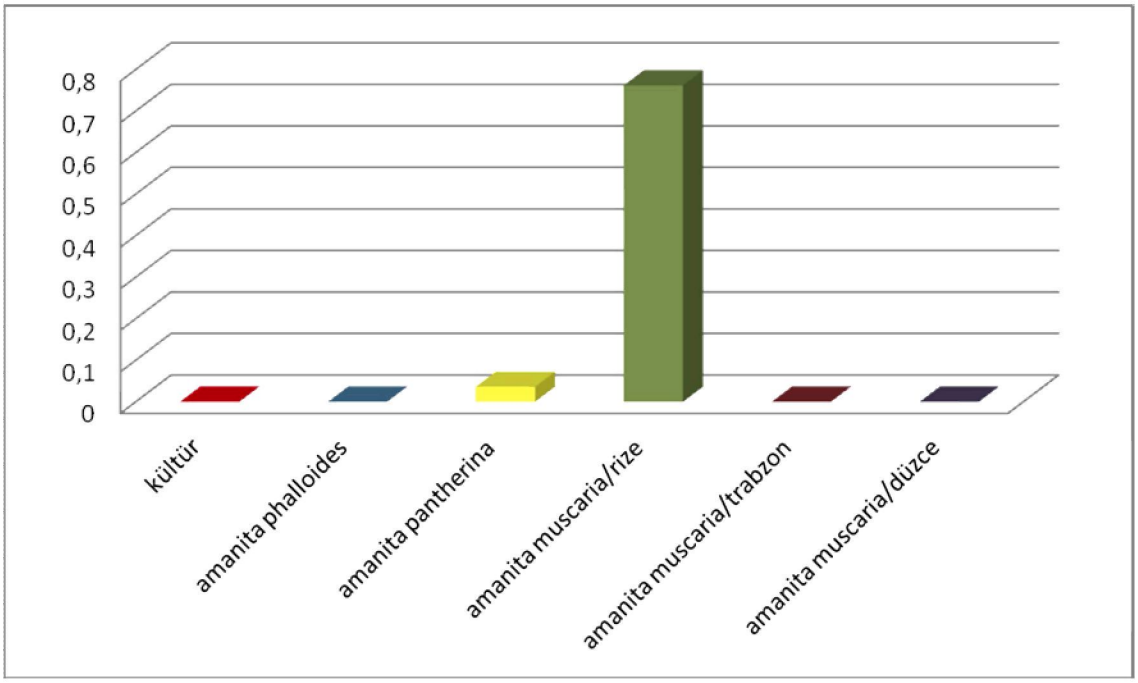
Şekil 4.38. ICP-MS ile tayin edilen Mn (ppb) elementinin miktarı



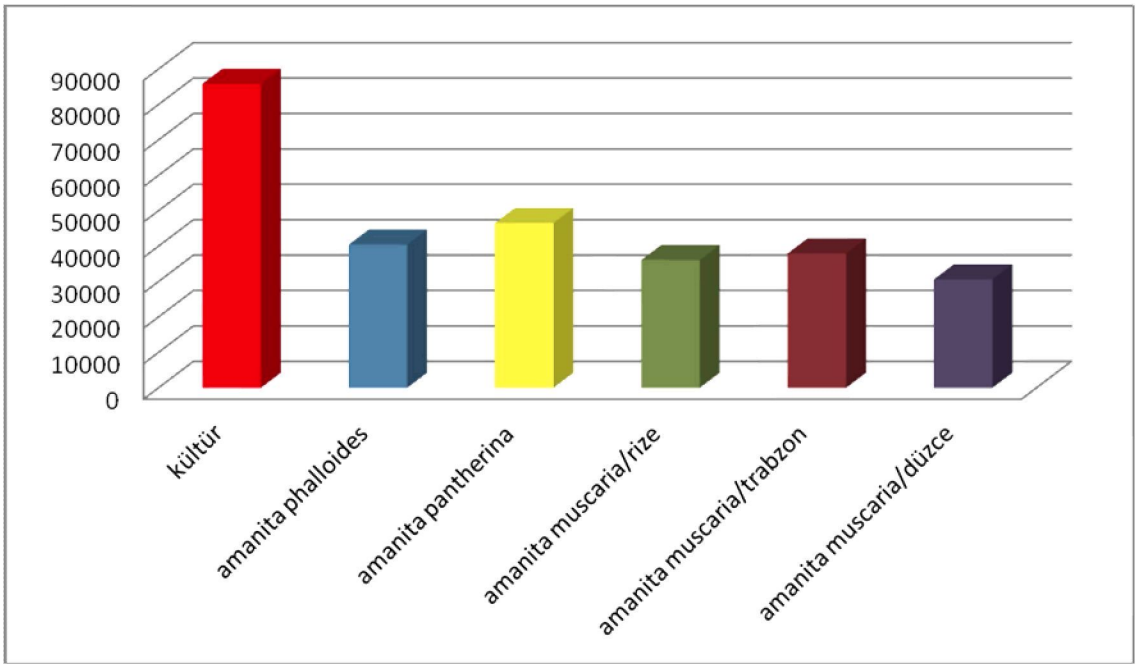
Şekil 4.39. ICP-MS ile tayin edilen Mo (ppb) elementinin miktarı



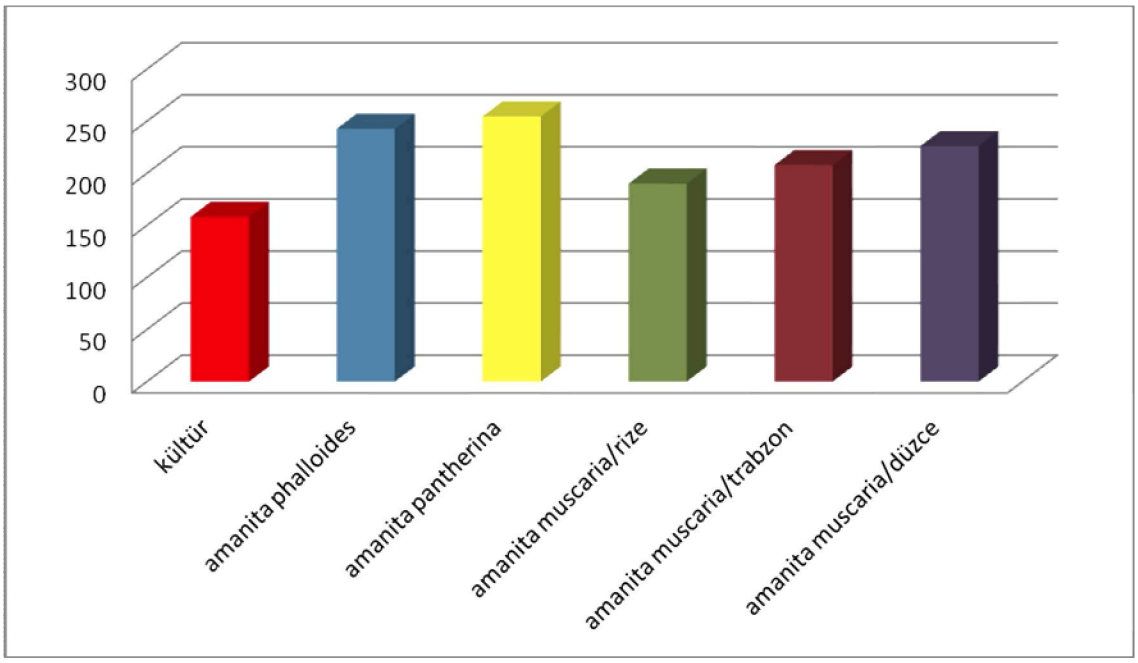
Şekil 4.40. ICP-MS ile tayin edilen Na (ppm) elementinin miktarı



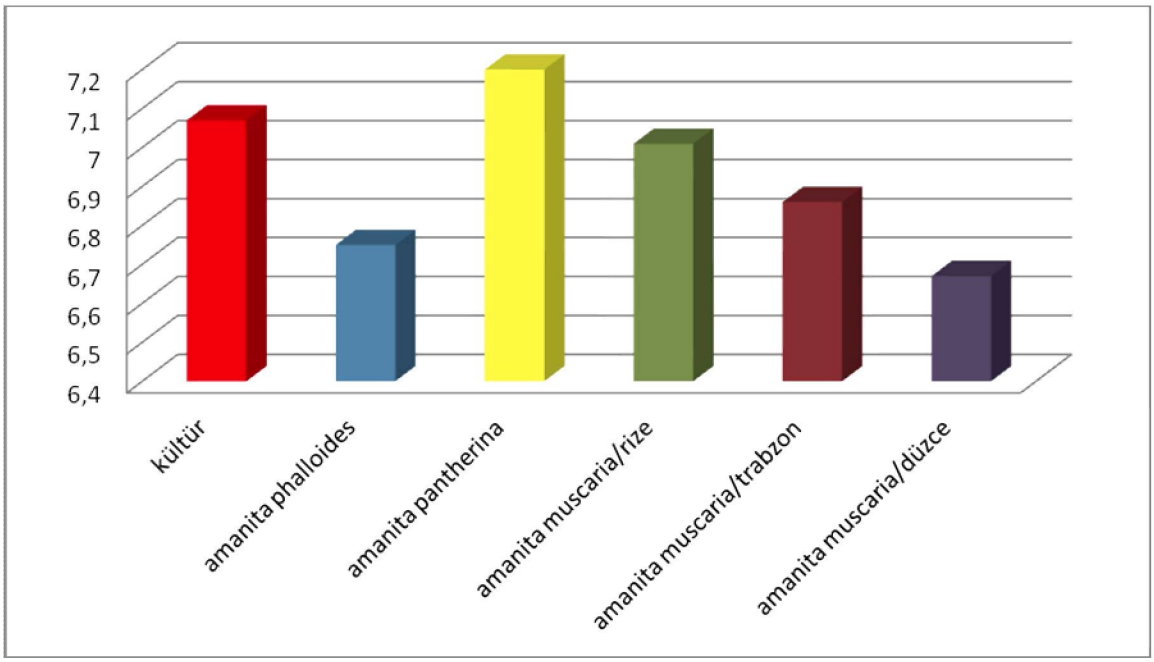
Şekil 4.41. ICP-MS ile tayin edilen Ni (ppb) elementinin miktarı



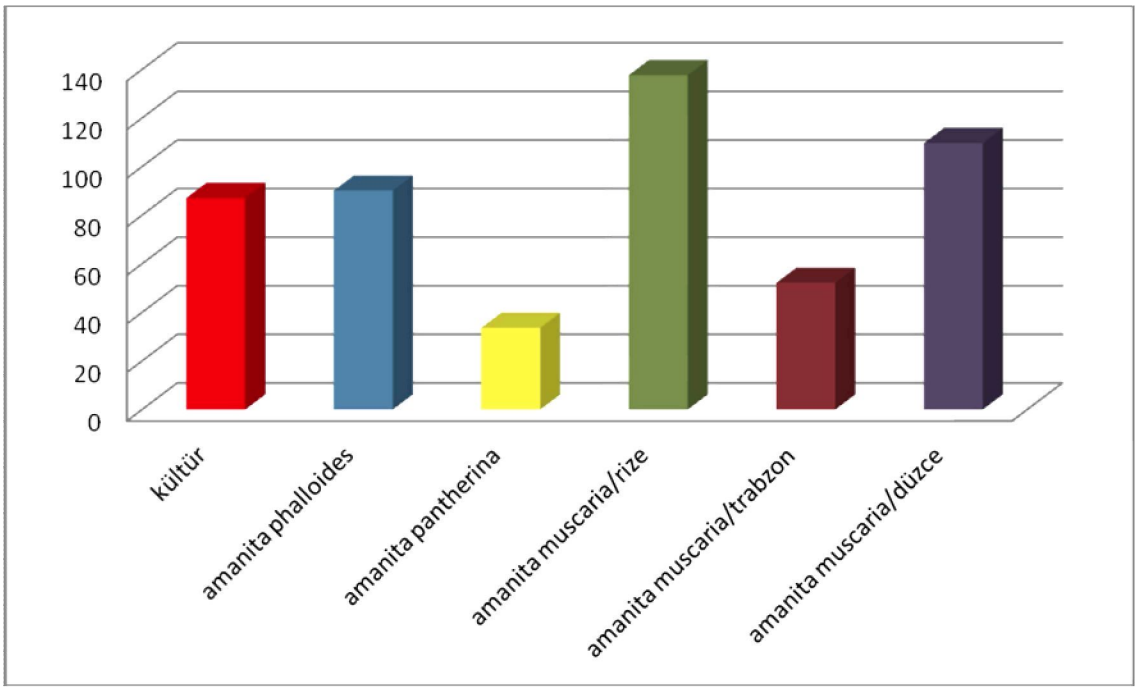
Şekil 4.42. ICP-MS ile tayin edilen P (ppm) elementinin miktarı



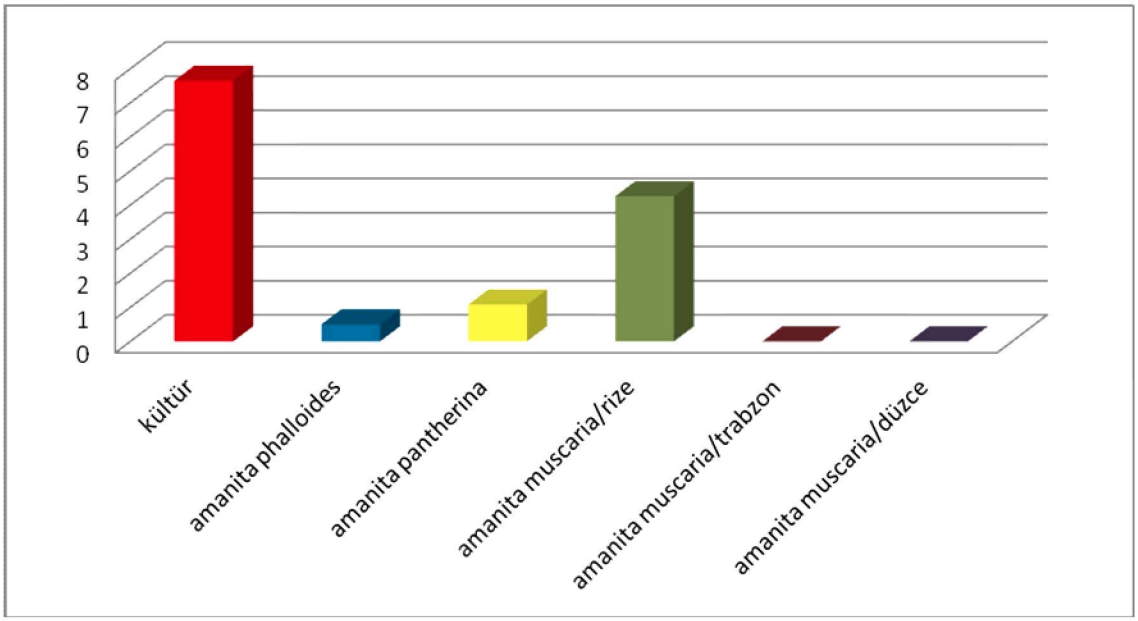
Şekil 4.43. ICP-MS ile tayin edilen Pb (ppb) elementinin miktarı



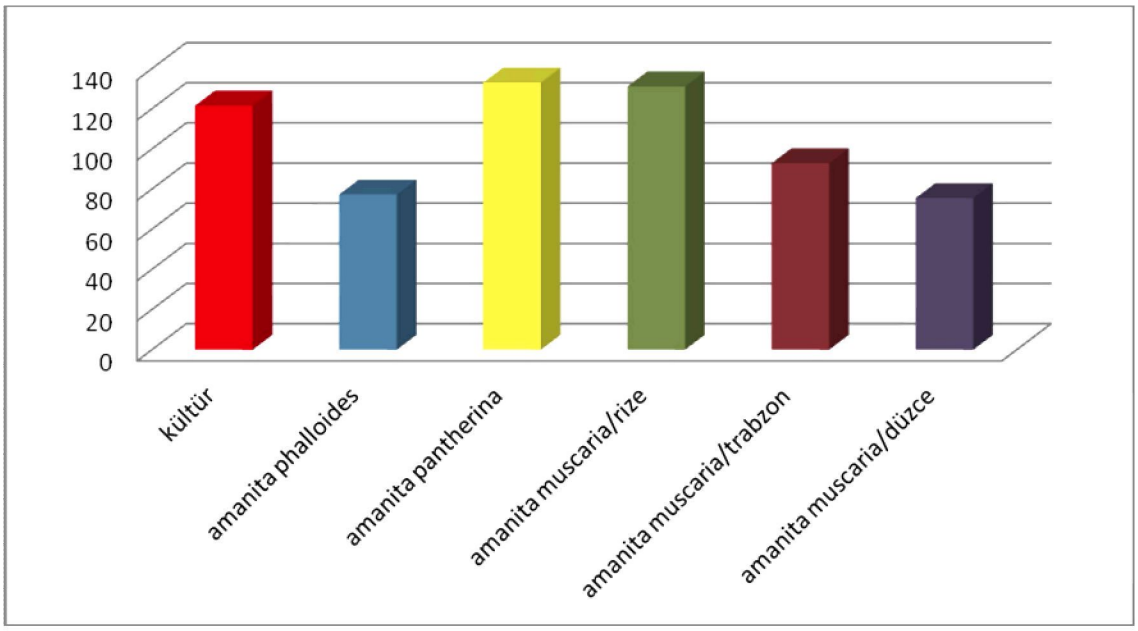
Şekil 4.44. ICP-MS ile tayin edilen Sb (ppb) elementinin miktarı



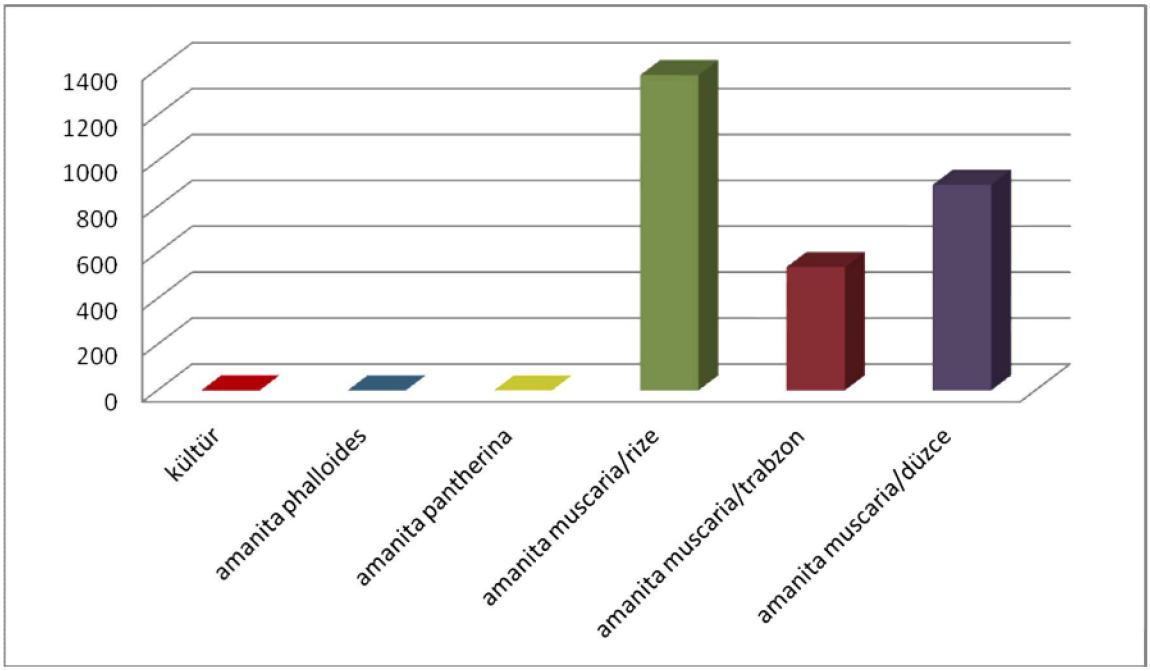
Şekil 4.45. ICP-MS ile tayin edilen Sn (ppb) elementinin miktarı



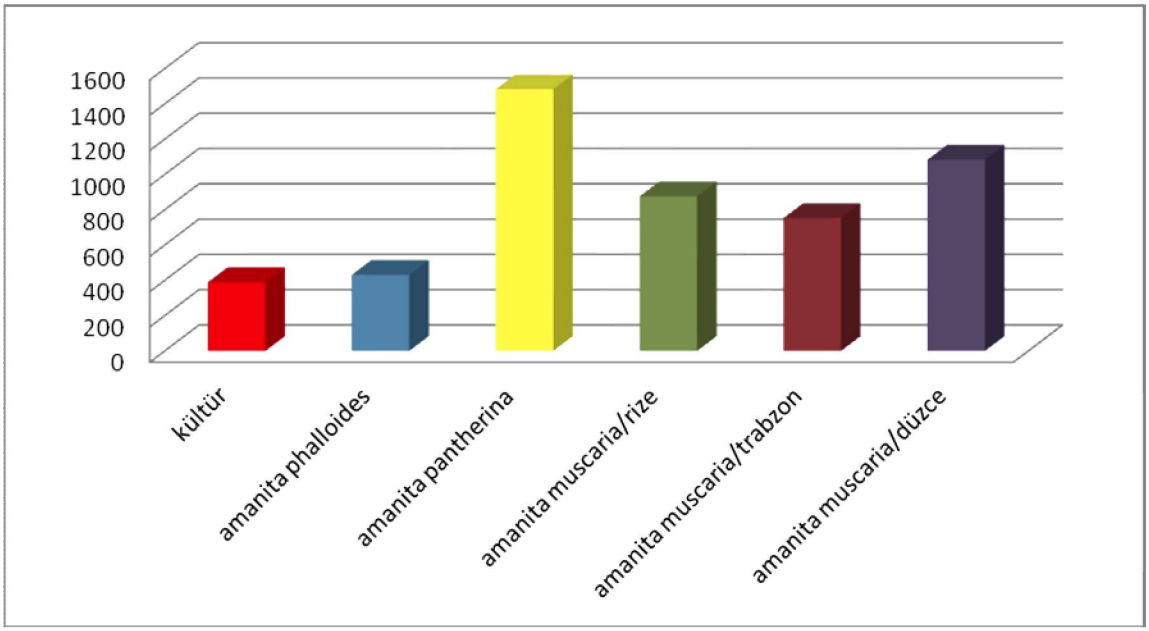
Şekil 4.46. ICP-MS ile tayin edilen Sr (ppb) elementinin miktarı



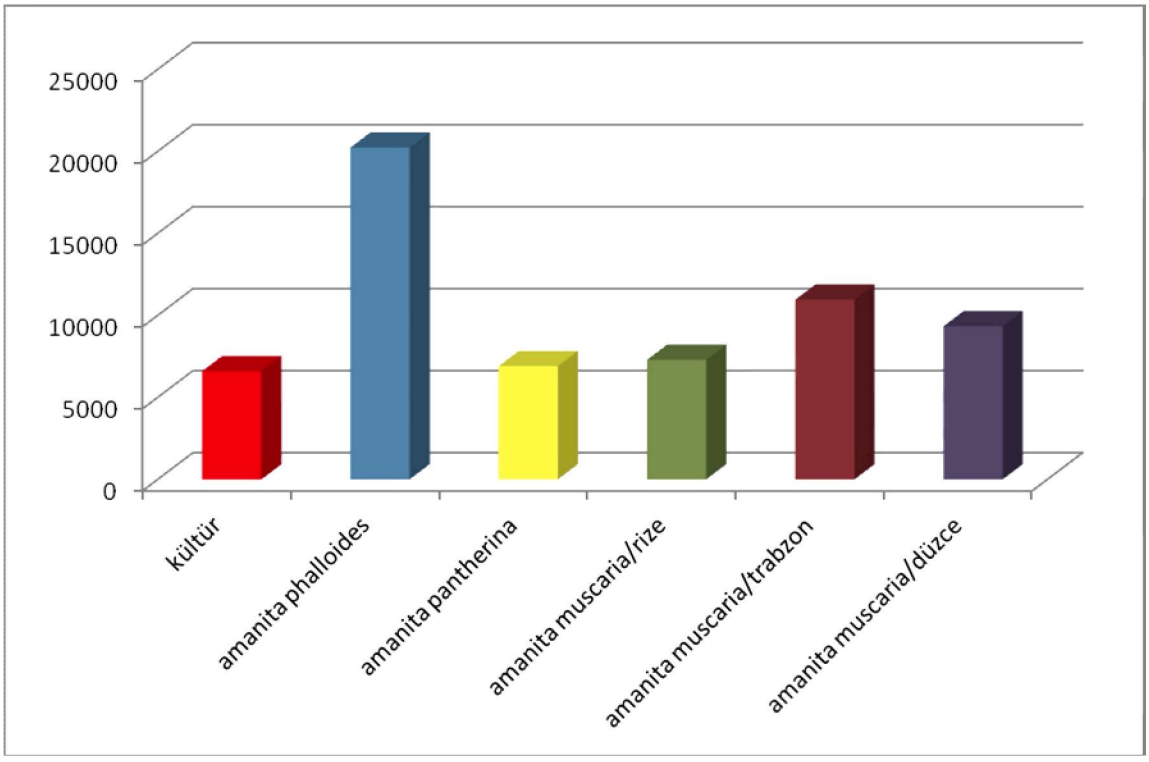
Şekil 4.47. ICP-MS ile tayin edilen Ti (ppb) elementinin miktarı



Şekil 4.48. ICP-MS ile tayin edilen V (ppb) elementinin miktarı



Şekil 4.49. ICP-MS ile tayin edilen Zn (ppb) elementinin miktarı



Şekil 4.50. AAS ile tayin edilen Hg (ppm) elementinin miktarı

Çizelge 4.1. ICP-MS ile tayin edilen element konsantrasyonları

	***Agaricus bisporus* (Kültür)**	***Amanita phalloides***	***Amanita pantherina***
Ag (ppb)	*	5,142±1,08	*
Al (ppm)	49,38±59,25	1111,81±28,99	3211,15±287,45
As (ppb)	18,42±1,69	20,26±1,1	23,95±1,71
Ba (ppb)	9,73±1,54	28,97±1,5	12,48±1,54
Ca (ppm)	4449±209,01	5778,7±1287,59	5819,7±118,78
Cd (ppb)	0,746±0,51	9,561±0,13	99,304±0,53
Co (ppb)	0,159±0,28	0,094±0,07	0,927±0,15
Cr (ppb)	9,442±3,06	10,284±1,85	8,684±2,04
Cu (ppb)	196,37±6,51	237,77±6,04	175,63±6,03
Fe (ppm)	40,23±69,69	1687,3±176,38	3054,7±455,52
K (ppm)	233733,3±27226,16	289633,3±26339,01	273600±43350,09
Mg (ppm)	10353,3±125,03	10396,7±179,26	9150,3±274,52
Mn (ppb)	34,06±0,9	234,1±10,07	154,13±5,02
Mo (ppb)	*	*	*
Na (ppm)	3727,8±97,61	287,3±62,62	2677,8±272,32
Ni (ppb)	*	*	0,036±0,06
P (ppm)	85830±1300	40430±384,32	46530±451,77
Pb (ppb)	158,2±17,45	242,77±4,25	254,6±7,89
Sb (ppb)	7,07±0,57	6,75±0,03	7,2±0,45
Sn (ppb)	87,07±28,73	90,14±102,68	33,63±25,17
Sr (ppb)	7,65±0,11	0,5±0,72	1,08±0,64
Ti (ppb)	121,575±1,18	77,362±0,9	133,075±1,14
V (ppb)	*	*	*
Zn (ppb)	389,48±27,37	431,62±23,82	1482,75±204,86

*: tayin sınırı altında

Çizelge 4.2. ICP-MS ile tayin edilen element konsantrasyonları

	Amanita muscaria/rize	*Amanita muscaria*/trabzon	*Amanita muscaria*/düzce
Ag (ppb)	5,546±0,55	2,327±0,85	3,231±2,23
Al (ppm)	2401,48±264,86	659,28±65,76	1670,81±51,43
As (ppb)	26,01±0,78	23,55±1,6	22,96±2,33
Ba (ppb)	26,58±1,54	7,48±0,77	9,56±0,87
Ca (ppm)	5432,3±663,56	6177,7±434,36	1527±308,39
Cd (ppb)	88,447±1,9	51,524±1,74	51,454±1,86
Co (ppb)	1,452±0,61	0,291±0,06	*
Cr (ppb)	8,645±0,9	7,082±0,7	7,058±1,01
Cu (ppb)	223,23±0,95	144,37±8,05	127,53±5,49
Fe (ppm)	2727,3±289,86	527,23±279,46	349,6±71,96
K (ppm)	232333,3±40802,25	183100±6816,89	232033,3±8533,66
Mg (ppm)	7404,7±145,22	5816±324,73	6106±289,45
Mn (ppb)	137,37±3,11	72,36±17,26	53,7±2,00
Mo (ppb)	*	*	*
Na (ppm)	1677,1±487,01	628,8±92,29	779,8±316,75
Ni (ppb)	0,762±1,26	*	*
P (ppm)	36086,7±707,27	37943,3±1905,37	30633,3±1179,38
Pb (ppb)	190.07±6,11	207,9±5,96	226,13±3,79
Sb (ppb)	7,01±0,39	6,86±0,06	6,67±0,11
Sn (ppb)	137,68±170,35	52,18±79,00	109,67±89,68
Sr (ppb)	4,26±1,56	*	*
Ti (ppb)	131,142±12,9	92,918±4,31	75,582±1,66
V (ppb)	1374,7±20,07	537,8±29,6	896,4±36,00
Zn (ppb)	876,42±45,22	753,58±31,73	1084,08±68,65

*: tayin sınırı altında

Çizelge 4.3. AAS ile tayin edilen cıva konsantrasyonları

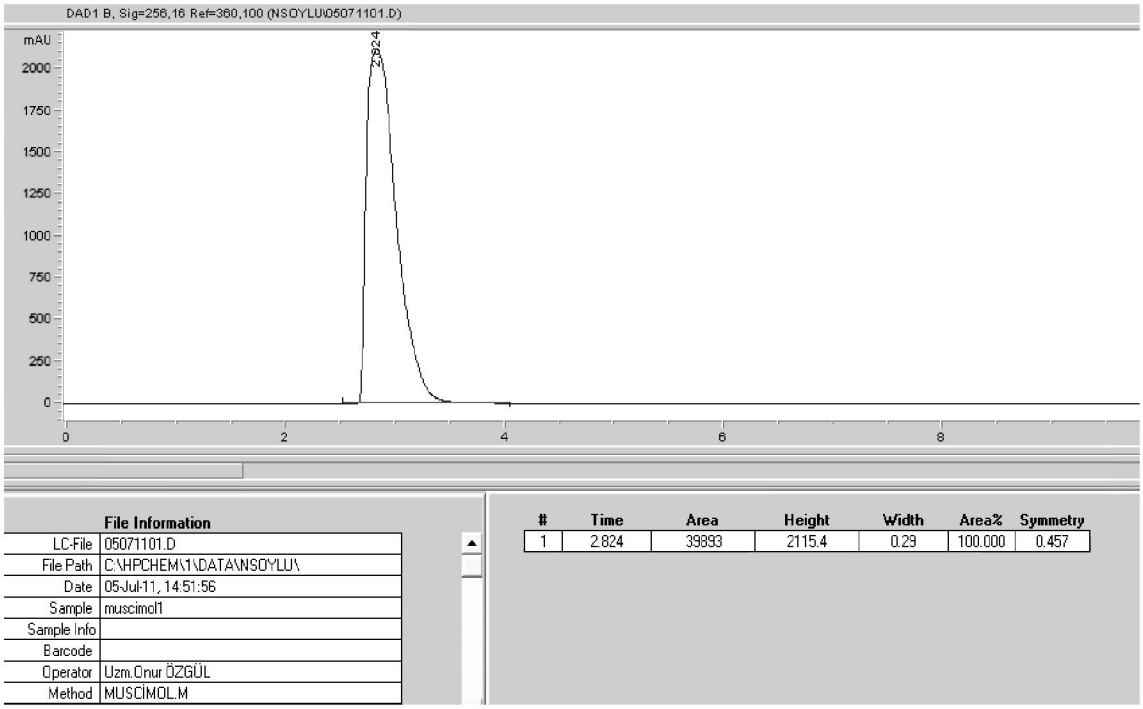
	Hg (ppm)
***Agaricus bisporus* (Kültür)**	6600±22,82
Amanita phalloides	20236±100,6
Amanita pantherina	6908±21,81
***Amanita muscaria*/rize**	7292±17,84
***Amanita muscaria*/trabzon**	10960±22,53
***Amanita muscaria*/düzce**	9340±18,44

4.3. Toksin Madde Analiz Sonuçları ve Yorumları

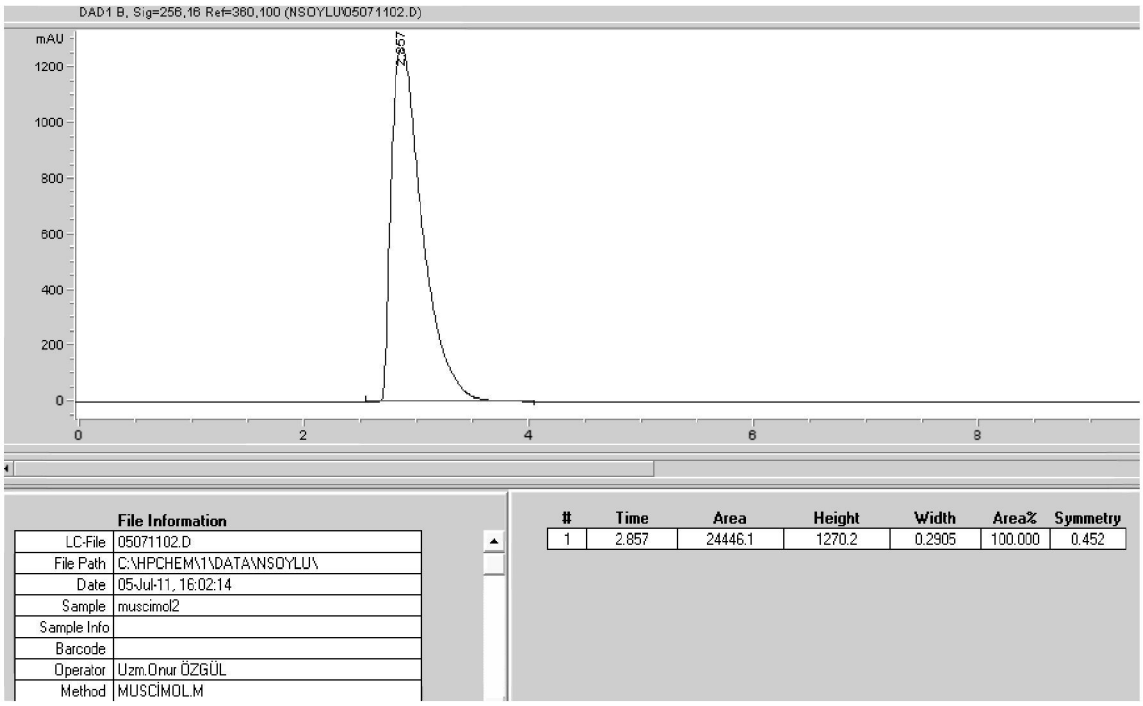
Zehirli mantarlar olan *Amanita muscaria* ve *Amanita pantherina*'da bulunan muscimol ile *Amanita phalloides*'te bulunun alfa amanitin toksin maddeleri HPLC sistemi ile analizlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen grafikler ve bu grafiklerden yola çıkılarak hesaplanan toksin miktarları şu şekildedir:

4.3.1. Muscimol analiz sonuçları

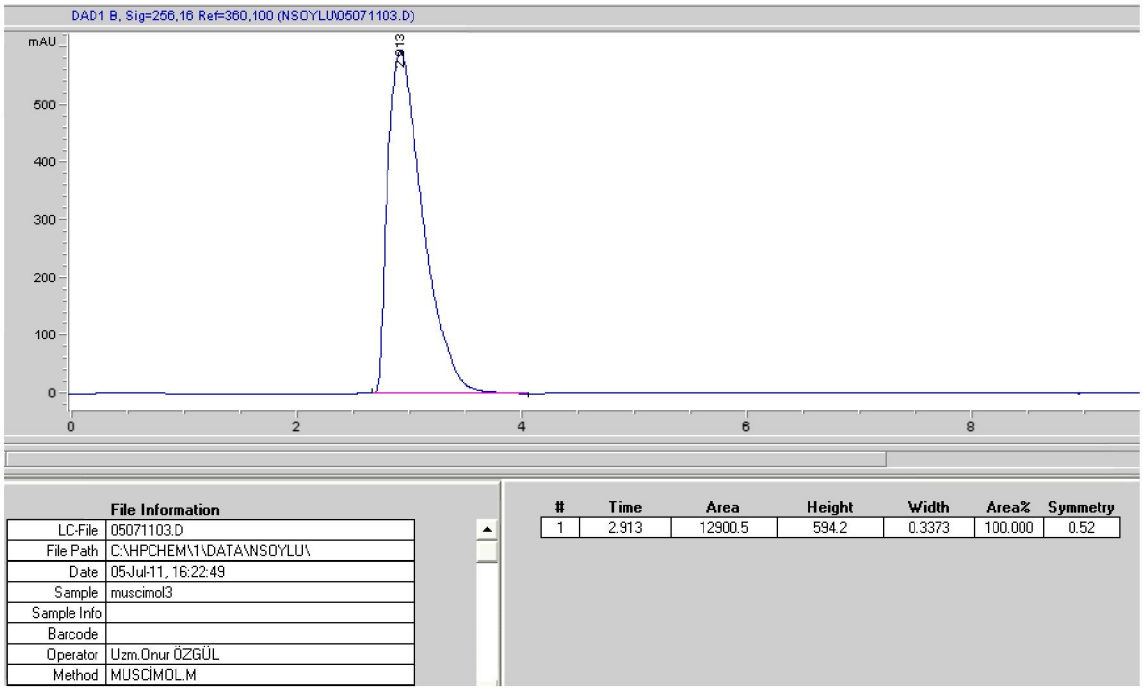
Muscimol toksin maddesinin analizi için 1000 ppm, 500 ppm, 250 ppm derişimlerinde standart çözeltiler hazırlanmış ve bu standartlar için bir kalibrasyon grafiği elde edilmiştir.



Şekil 4.51. 1000 ppm derişimdeki muscimol standart çözelti

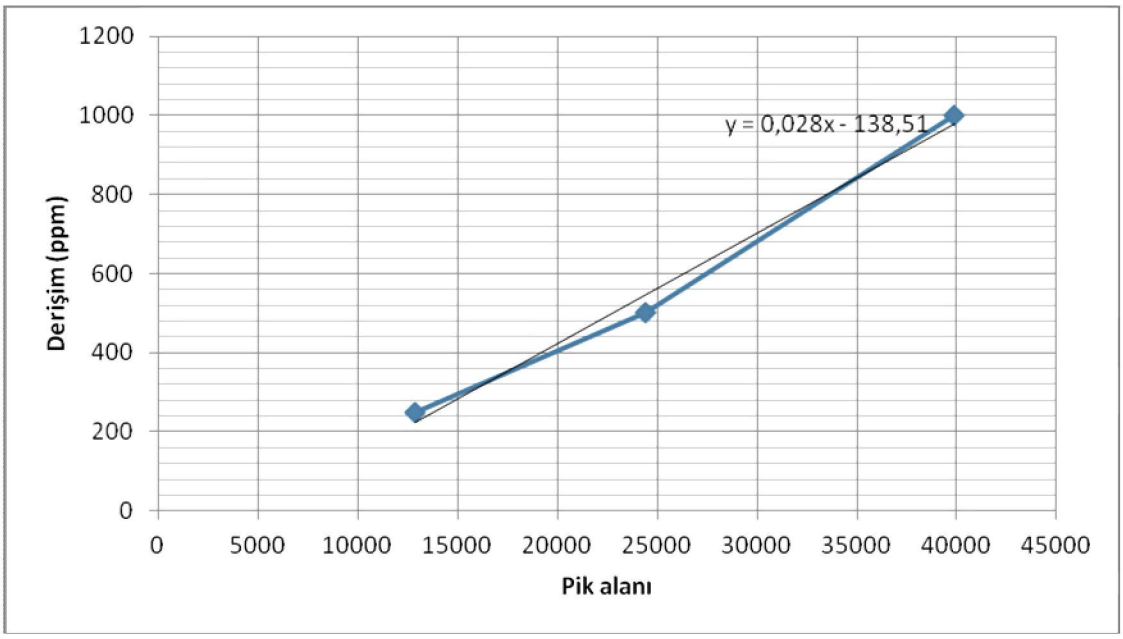


Şekil 4.52. 500 ppm derişimdeki muscimol standart çözelti



Şekil 4.53. 250 ppm derişimdeki muscimol standart çözelti

Elde edilen bu grafiklerdeki pik alanına karşı derişim grafiği çizildi ve numunelerin analizleri sonucunda elde edilen pik alanlarından yararlanarak numunelerdeki toksin miktarı hesaplandı.

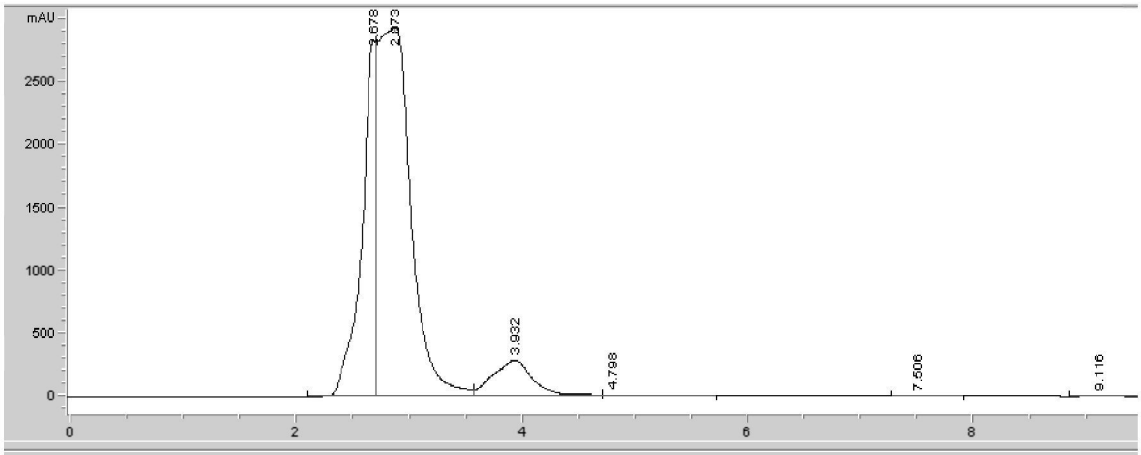


Şekil 4.54. Standart çözeltiler ile elde edilen kalibrasyon grafiği

Mantar numunelerindeki muscimol miktarı şekil 4.54'ten elde edilen y=0,028x-138,51 formülü ile hesaplanmıştır.

4.3.2. *Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarı hesaplanması

4.3.2.1. Rize Ayder yaylasında yetişen *Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarının hesaplanması



File Information	
LC-File	06071102.D
File Path	C:\HPCHEM\1\DATA\NSOYLU\
Date	06-Jul-11, 11:05:12
Sample	mus/rize
Sample Info	
Barcode	
Operator	Uzm.Onur ÖZGÜL
Method	MUSCİMOL.M

#	Time	Area	Height	Width	Area%	Symmetry
1	2.678	25190	2838.9	0.1255	27.686	4.343
2	2.873	58294.5	2938.6	0.2714	64.070	0.947
3	3.932	7111.8	284.9	0.3432	7.816	1.107
4	4.798	291.3	10.2	0.3646	0.320	0.191
5	7.506	54.7	4.1	0.2015	0.060	0.652
6	9.116	43.5	2.9	0.2328	0.048	0.712

Şekil 4.55. Rize Ayder yaylasında yetişen *Amanita muscaria* mantarı için analiz sonuçları

Rize Ayder yaylasında yetişen *Amanita muscaria* mantarında bulunan muscimol miktarı şekil 4.54'te belirtilen kalibrasyon grafiğinden elde edilen y=0,028x-138,51 formülü ile hesaplanmıştır.

y = 0,028x - 138,51

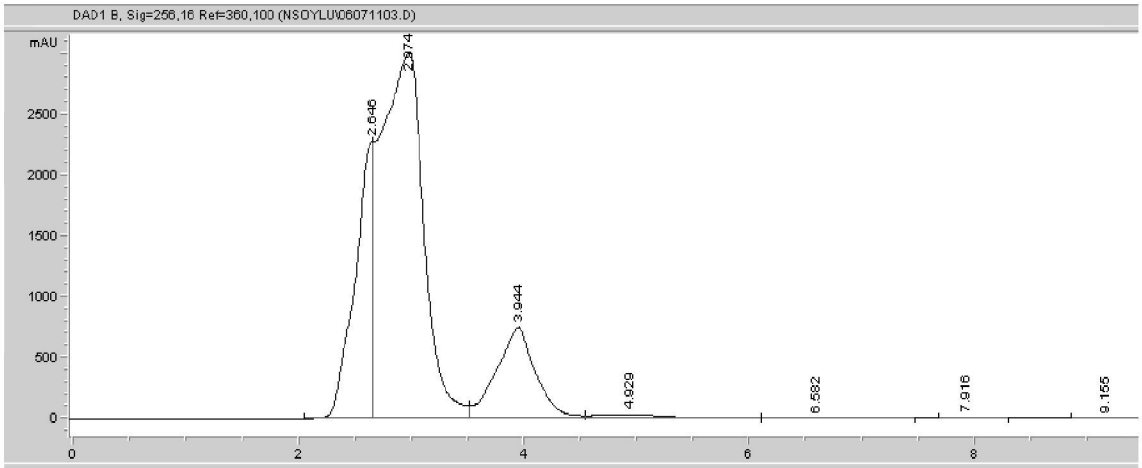
y = 0,028 x 58294,5 - 138,51

y = 1493,74 ppm

Elde edilen miktar 1493,74 ppm 'dir.

Hesaplamada kullanılan alıkonma süresi 2,873 dakikadır.

4.3.2.2. Trabzon Akçaabat'ta yetişen *Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarının hesaplanması



File Information	
LC-File	06071103.D
File Path	C:\HPCHEM\1\DATA\NSOYLU\
Date	06-Jul-11, 11:28:38
Sample	mus/trabzon
Sample Info	
Barcode	
Operator	Uzm.Onur ÖZGÜL
Method	MUSCİMOL.M

#	Time	Area	Height	Width	Area%	Symmetry
1	2.646	25780.2	2277.4	0.1621	20.822	11.243
2	2.974	78090.5	3011.5	0.3445	63.073	1.643
3	3.944	18127.7	750.1	0.33	14.641	1.18
4	4.929	1440.3	32	0.6273	1.163	0.748
5	6.582	168.4	3.7	0.5774	0.136	1.062
6	7.916	71.4	5.5	0.1996	0.058	0.713
7	9.155	67.4	3.1	0.3226	0.054	0.463
8	15.83	64.7	3.2	0.2776	0.052	1.077

Şekil 4.56. Trabzon Akçaabat'ta yetişen *Amanita muscaria* mantarı için analiz sonuçları

Trabzon Akçaabat'ta yetişen *Amanita muscaria* mantarında bulunan muscimol miktarı şekil 4.54'te belirtilen kalibrasyon grafiğinden elde edilen y=0,028x-138,51 formülü ile hesaplanmıştır.

y = 0,028x - 138,51

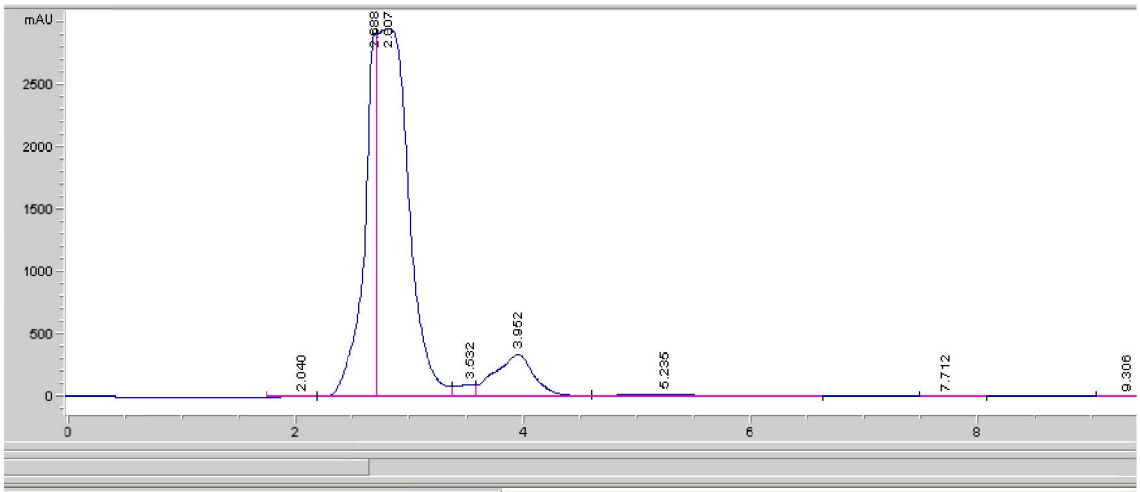
y = 0,028 x 78090,5 - 138,51

y = 2048,02 ppm

Elde edilen miktar 2048,02 ppm 'dir.

Hesaplamada kullanılan alıkonma süresi 2,974 dakikadır.

4.3.2.3. Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* mantarı için muscimol miktarının hesaplanması



File Information	
LC-File	06071105.D
File Path	C:\HPCHEM\1\DATA\NSOYLU\
Date	06-Jul-11, 14:00:21
Sample	mus/düzce
Sample Info	
Barcode	
Operator	Uzm.Onur ÖZGÜL
Method	MUSCİMOL.M

#	Time	Area	Height	Width	Area%	Symmetry
1	2.04	38.1	2.6	0.2324	0.044	1.038
2	2.688	22695.5	2912.9	0.1109	25.947	5.55
3	2.807	54492.5	2943	0.27	62.300	0.472
4	3.532	1144.6	95.5	0.1778	1.309	3.19
5	3.952	8166	338.4	0.3296	9.336	1.405
6	5.235	841.8	19	0.6426	0.962	1.415
7	7.712	45.5	3.3	0.2047	0.052	0.672
8	9.306	44.1	2.7	0.251	0.050	0.734

Şekil 4.57. Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* mantarı için analiz sonuçları

Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* mantarında bulunan muscimol miktarı şekil 4.54'te belirtilen kalibrasyon grafiğinden elde edilen y=0,028x-138,51 formülü ile hesaplanmıştır.

y = 0,028x - 138,51

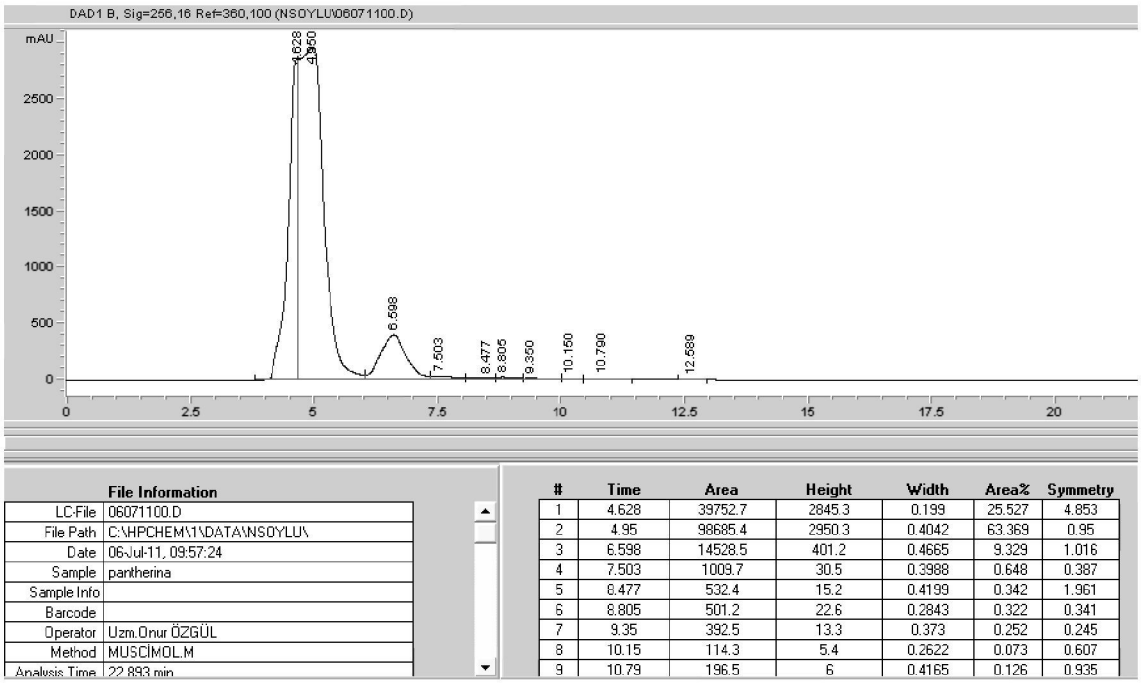
y = 0,028 x 54492,5 - 138,51

y = 1387,28 ppm

Elde edilen miktar 1387,28 ppm 'dir.

Hesaplamada kullanılan alıkonma süresi 2,807 dakikadır.

4.3.3. *Amanita pantherina* mantarı için muscimol miktarının hesaplanması



File Information	
LC-File	06071100.D
File Path	C:\HPCHEM\1\DATA\NSOYLU\
Date	06-Jul-11, 09:57:24
Sample	pantherina
Sample Info	
Barcode	
Operator	Uzm.Onur ÖZGÜL
Method	MUSCİMOL.M
Analysis Time	22.893 min

#	Time	Area	Height	Width	Area%	Symmetry
1	4.628	39752.7	2845.3	0.199	25.527	4.853
2	4.95	98685.4	2950.3	0.4042	63.369	0.95
3	6.598	14528.5	401.2	0.4665	9.329	1.016
4	7.503	1009.7	30.5	0.3988	0.648	0.387
5	8.477	532.4	15.2	0.4199	0.342	1.961
6	8.805	501.2	22.6	0.2843	0.322	0.341
7	9.35	392.5	13.3	0.373	0.252	0.245
8	10.15	114.3	5.4	0.2622	0.073	0.607
9	10.79	196.5	6	0.4165	0.126	0.935

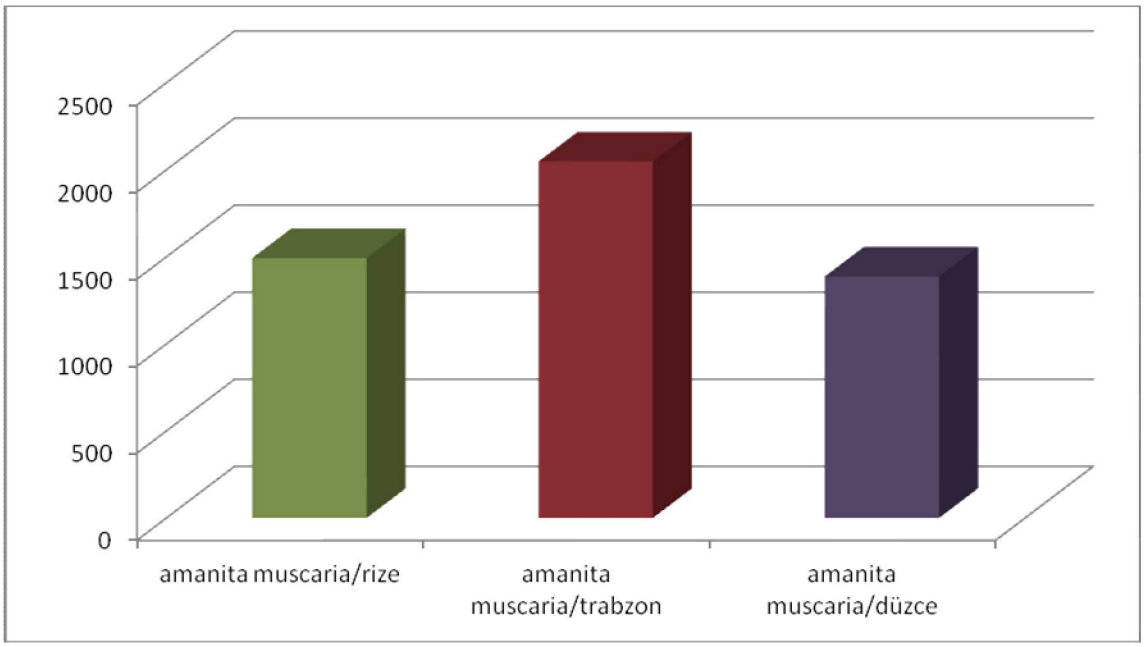
Şekil 4.58. *Amanita pantherina* mantarı için analiz sonuçları

Analizlerimiz sırasında *Amanita pantherina* mantarında muscimol tayin edilememiştir.

Çizelge 4.4. HPLC ile tayin edilen muscimol miktarları

	Muscimol (ppm)
***Amanita muscaria*/rize**	1493,74
***Amanita muscaria*/trabzon**	2048,02
***Amanita muscaria*/düzce**	1387,28
Amanita pantherina	*

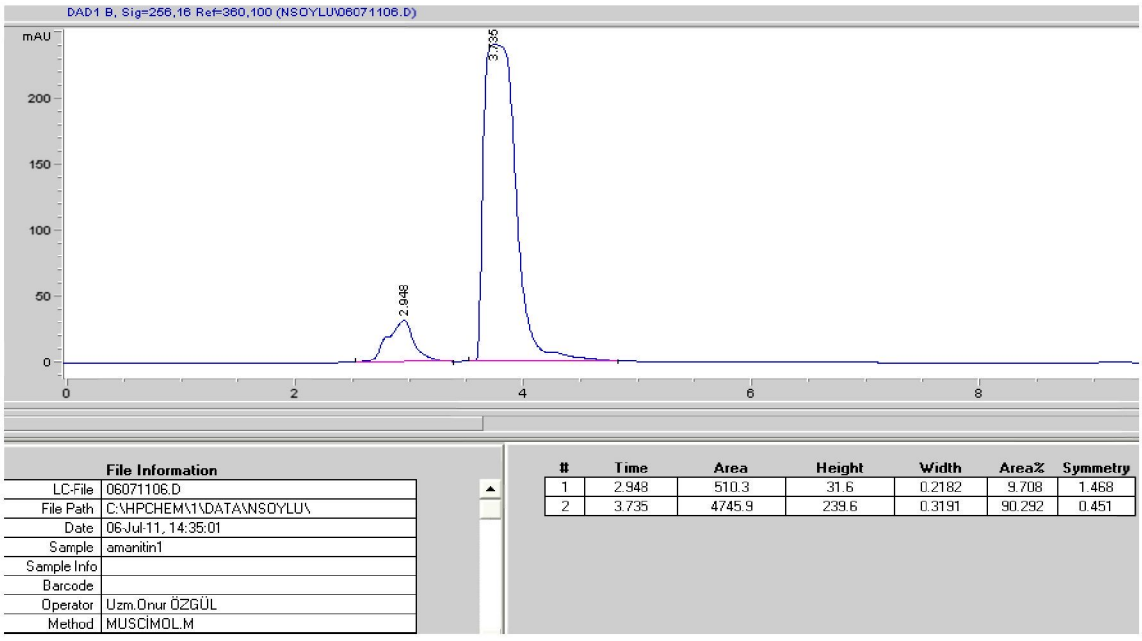
*: tayin edilememiştir



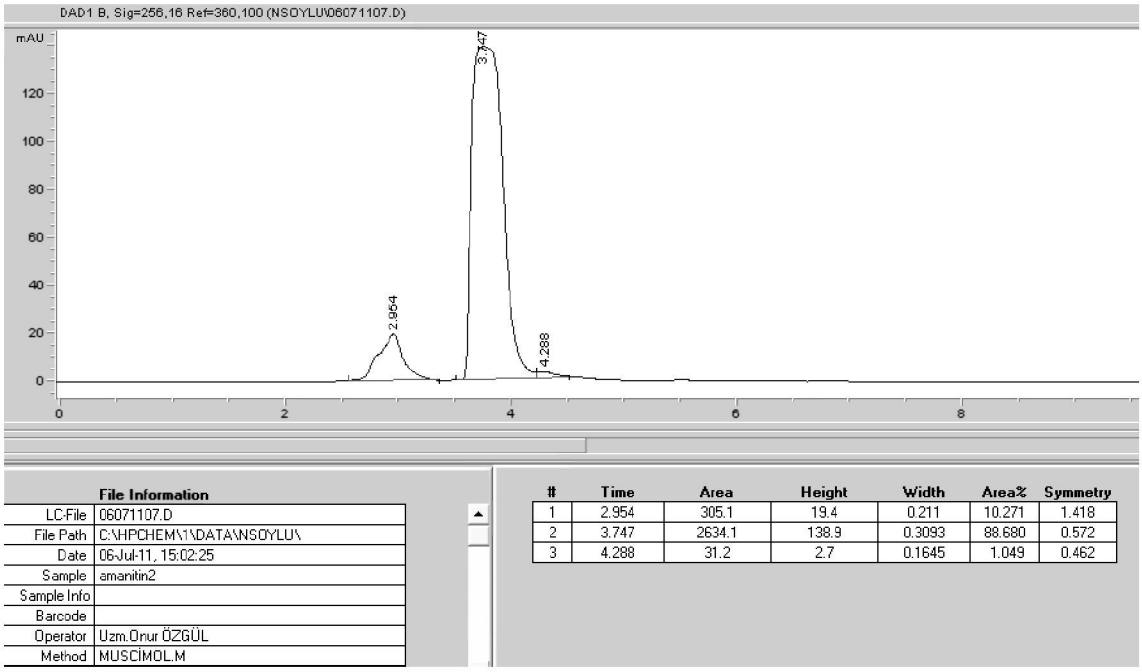
Şekil 4.59. *Amanita muscaria* türü mantarlardaki muscimol miktarları (ppm)

4.3.4. Alfa amanitin analiz sonuçları

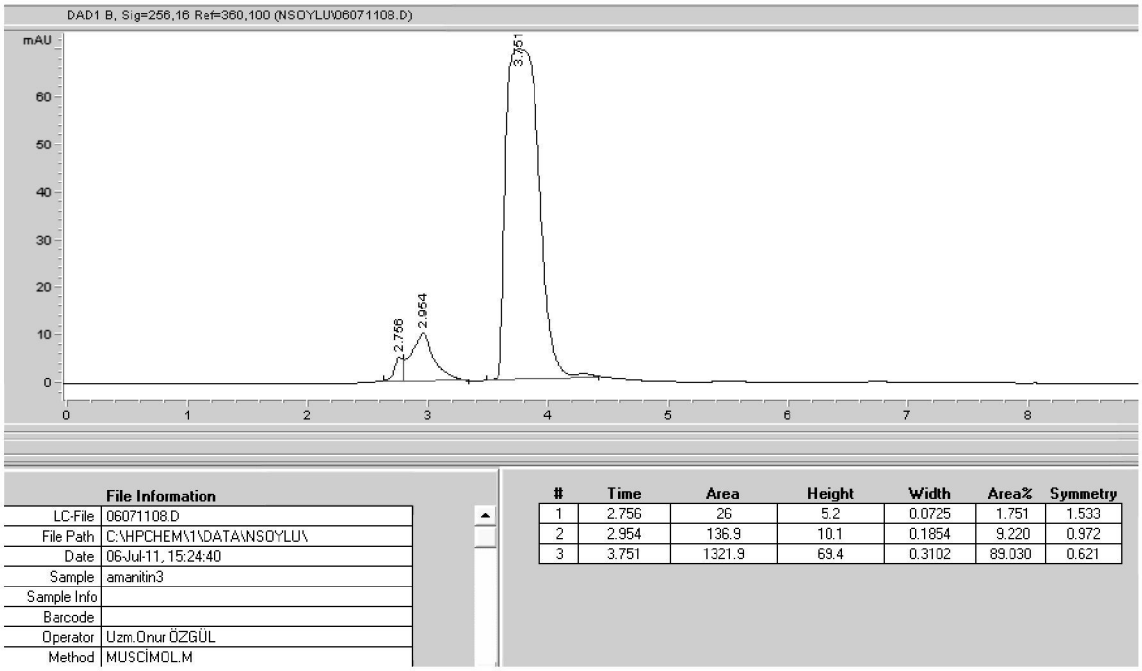
Alfa amanitin toksin maddesinin analizi için 200 ppm, 100 ppm, 50 ppm derişimlerinde standart çözeltiler hazırlanmış ve bu standartlar için bir kalibrasyon grafiği elde edilmiştir.



Şekil 4.60. 200 ppm derişimdeki alfa amanitin standart çözelti

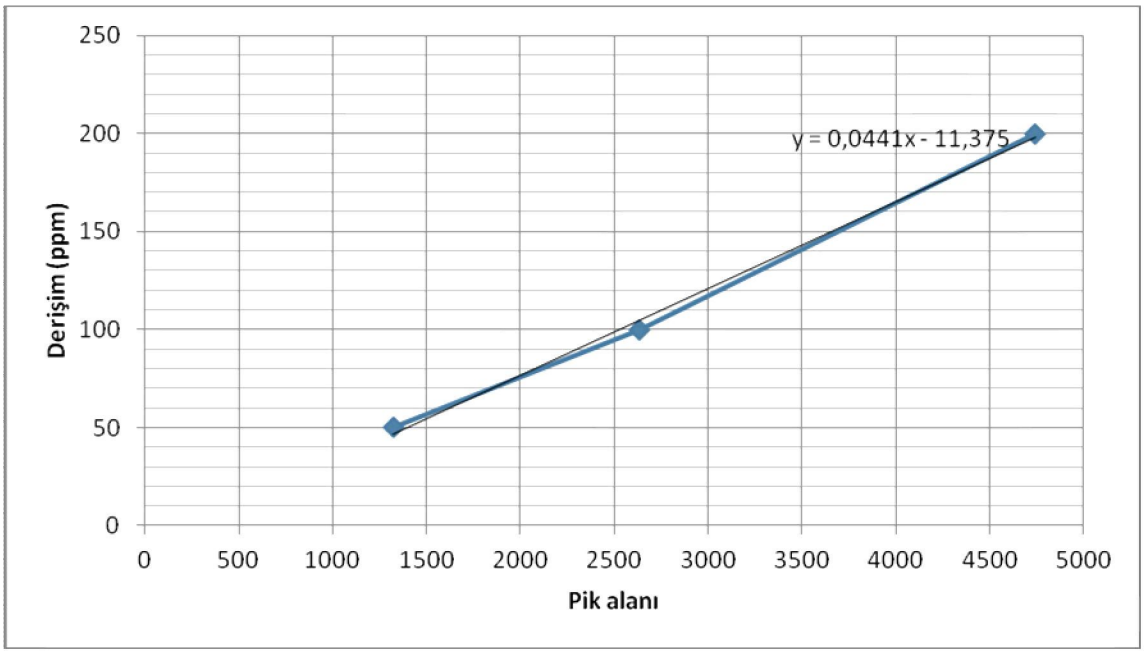


Şekil 4.61. 100 ppm derişimdeki alfa amanitin standart çözelti



Şekil 4.62. 50 ppm derişimdeki alfa amanitin standart çözelti

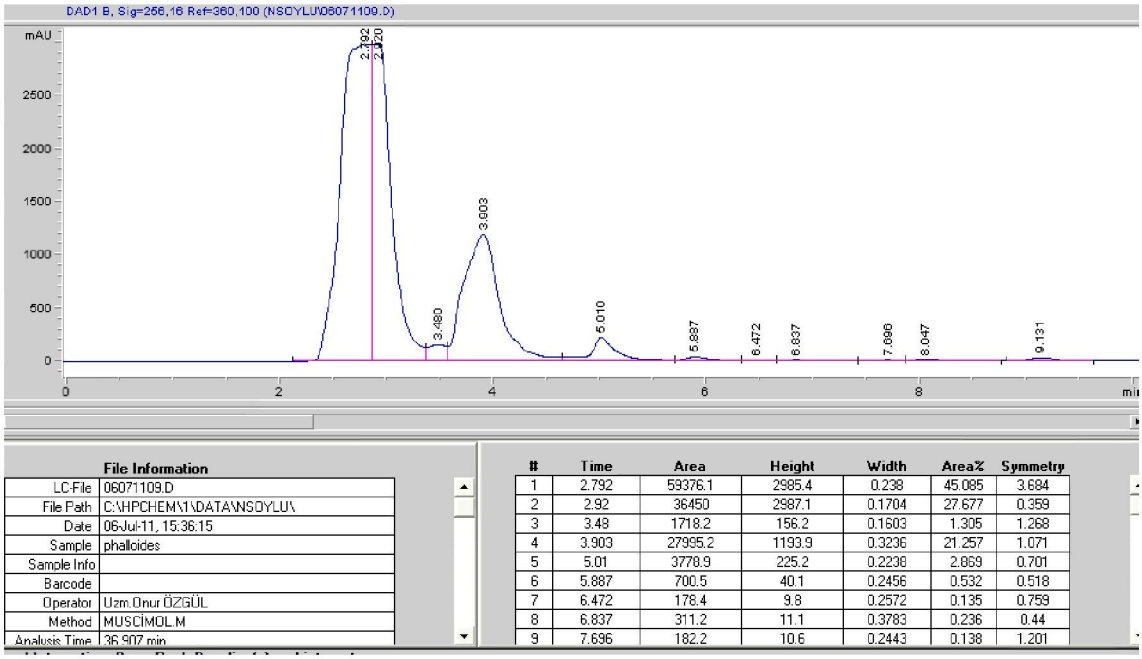
Elde edilen bu grafiklerdeki pik alanına karşı derişim grafiği çizildi ve numunenin analizleri sonucunda elde edilen pik alanlarından yararlanarak numunedeki toksin miktarı hesaplandı.



Şekil 4.63. Standart çözeltiler ile elde edilen kalibrasyon grafiği

Mantar numunelerindeki muscimol miktarı şekil 4.62'den elde edilen y=0,0441x-11,375 formülü ile hesaplanmıştır.

4.3.4.1. *Amanita phalloides* mantarı için alfa amanitin miktarının hesaplanması



Şekil 4.64. *Amanita phalloides* mantarı için analiz sonuçları

Amanita phalloides mantarında bulunan alfa amanitin miktarı şekil 4.62'de belirtilen kalibrasyon grafiğinden elde edilen y = 0,0441x - 11,375 formülü ile hesaplanmıştır.

y = 0,0441x - 11,375

y = 0,0441x27995,2 - 11,375

y = 1223,21 ppm

Elde edilen miktar 1223,21 ppm'dir.

Hesaplamada kullanılan alıkonma süresi 3,903 dakikadır.

Çizelge 4.5. HPLC ile tayin edilen alfa amanitin miktarı

	Alfa amanitin (ppm)
Amanita phalloides	1223,21

4.4. Element analiz sonuçları

Numunelerimizde bulunun karbon, hidrojen, azot, kükürt ve oksijen miktarlarının kendi içlerindeki yüzde miktarlarını belirlemek amacı ile element analiz cihazı ile element analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise çizelge 4.6'te gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.6. Element analiz sonuçlar

Numune adı	% C	% H	% N	% S	% O
Agaricus bisporus (Kültür)	37,78	6,109	3,761	0,212	52,138
Amanita phalloides	42,06	6,285	6,456	0,473	44,726
Amanita pantherina	44,02	6,583	4,812	0,260	44,325
Amanita muscaria/Düzce	45,41	6,813	4,230	0,222	43,325
Amanita muscaria/Rize	44,89	6,740	4,338	0,249	43,783
Amanita muscaria/Trabzon	44,54	6,582	4,851	0,236	43,791

4.5. X-RD analiz sonuçları

Kristal yapıdaki elementlerin yapısal formlarını görmek amacı ile x ışınları difraktometre cihazı ile yapılan analizde elementlerin amorf yapıda bağlanmaları sonucu yapısal gözlem yapılamamıştır. Sadece *Amanita phalloides* mantarında kristal formda potasyum elementi tespit edilmiştir.

5) TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. ICP-MS Sonuçları; *Agaricus bisporus* (Kültür), *Amanita phalloides*, *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria*/rize, *Amanita muscaria*/trabzon ve *Amanita muscaria*/düzce mantar türlerinden hazırlanan örneklerde Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn elementlerinin analizi yapıldı. Elde edilen sonuçlar ppm ve ppb düzeyinde bulundu. Ayrıca her bir element için uygun asit karışımıda belirlendi. Her bir element için elde edilen sonuçlar aşağıda tek tek değerlendirildi.

Ag; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.1'e göre gümüş metalinin analizi için en uygun yöntemin 9 mL %37 saflıktaki HCl ve 3 mL %65 saflıktaki HNO_3 karışımı yani kral suyu olduğu görüldü. Şekil 4.26'ya göre numuneler içerisinde en fazla gümüş metali içeren mantarların *Amanita phalloides* (5,142 ppb) ve Rize'den toplanan *Amanita muscaria* (5,546 ppb) türü mantarlar olduğu görüldü. Ağır bir metal olan gümüş elementi besin olarak tüketilen *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında tespit edilemedi.

Al; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.2'ye göre alüminyum metalinin analizi için en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Ancak *Amanita pantherina* türü mantarda 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımında daha iyi gözlendiği görüldü. Şekil 4.27'ye göre numuneler içerisinde en fazla alüminyum metali içeren mantarın *Amanita pantherina* (3211, 15 ppm) olduğu görüldü. Bu değer benzer çalışmalara oranla daha fazla bulundu [40]. İnsan vücudu için gerekli olmayan alüminyum elementi besin olarak tüketilen *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında zehirli mantarlara oranla oldukça az miktarda (49,38 ppm) bulundu.

As; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.3'e göre arsenik metalinin analizi için en uygun yöntemin 9 mL %37 saflıktaki HCl ve 3 mL %65 saflıktaki HNO_3 karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.28'e göre tün numunelerin birbirine yakın düzeyde olmak üzere en fazla Rize'de yetişen *Amanita muscaria* (26,01 ppb) türünde arsenik metali bulunduğu görüldü. Diğer mantar türlerinde görülen arsenik miktarı bu değere yakın olmakla birlikte en düşük düzey *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında (18,42 ppb) tespit edildi. Bu düzey benzer çalışmalarda tayin edilen düzeyden daha düşüktür [41]. *Amanita muscaria*, ve *Amanita pantherina* mantarlarında tespit edilen düzeyler benzer çalışmalardaki verilere göre daha düşük düzeydedir [40].

Ba; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.4'e göre baryum metalinin analizi için kullanılan asit karışımlarında birbirine yakın sonuçlar elde edildi. Ancak Rize'de yetişen *Amanita muscaria* türü mantarda 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 karışımında farklı bir sonuç gözlendi. Şekil 4.29'a göre baryum metali en fazla *Amanita phalloides* (28,97 ppb) ve Rize'de yetişen *Amanita muscaria* (26,58 ppb) türlerinde görüldü. Ölçülen bu düzeyler benzer çalışmalardaki düzeylerden daha düşüktür [40]. Yaşamsal elementler arasında yer almayan baryum elementi *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında (9,73 ppb) düşük düzeyde tespit edilmiştir.

Ca; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.5'e göre kalsiyum metalinin analizi için en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Ancak *Amanita pantherina* türü mantarda 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımında daha iyi gözlendiği görüldü. Şekil 4.30'a göre mantarlardaki kalsiyum düzeyleri birbirlerine yakındır. Az bir farkla Trabzon'da yetişen *Amanita muscaria* türünde daha fazla kalsiyum metali tayin edilmiştir. Rize'de yetişen *Amanita muscaria* türü mantarda ölçülen kalsiyum miktarı (1527 ppm) benzer bir çalışmada ölçülen değerle yakın düzeydedir [40]. *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında ölçülen kalsiyum miktarı yüksektir.

Cd; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.6'ya göre kadmiyum metalinin analizi için en uygun yöntemlerin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ve 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.31'e göre en fazla kadmiyum miktarı *Amanita pantherina* (99,304 ppm) türünde tayin edilmiştir. Oldukça toksik olan kadmiyum elementi *Agaicus bisporus* (kültür) mantarında 0,746 ppb'lik düzeyi ile 60-480 ppm'lik toksik değerin altında gözlendi [14,15]. Benzer çalışmalarda *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında tayin edilen kadmiyum miktarı çalışmalarımızda tayin edilenden fazladır [41,42]. Zehirli mantarlarda gözlenen kadmiyum düzeyleri ise benzer bir çalışmadaki değerlere kıyasla düşük düzeydedir [40].

Co; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.7'ye göre kobalt metalinin analizi için en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.32'ye göre tüm mantarlarda düşük düzeyde kobalt tayin edildi. Mantar türleri kıyaslandığında ise en fazla kobalt miktarı Rize'de yetişen *Amanita muscaria*

türünde görüldü. Zehirli mantarlarda ölçülen metal düzeyi benzer bir çalışmada ölçülen düzeyden düşüktür [40].

Cr; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.8'e göre krom metalinin analizi için en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Ancak Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* türü mantarda diğer mantarlardan farklı olarak 9 mL %37 saflıktaki HCl ve 3 mL %65 saflıktaki HNO_3 karışımı daha uygun bir çözgen olduğu gözlendi. Şekil 4.33'e göre tüm mantar türlerindeki krom miktarlarının birbirine yakın düzeylerde olduğu görüldü. İnsan vücudu için eser düzeyde gerekli olan ve yüksek düzeyde alındığında mide, karaciğer ve böbrek rahatsızlıklarına neden olan kromun vücuttaki günlük sınır değerleri; yetişkinler için 25 µg, çocuklar için 0,1 µg ve gençler için 1,0 µg'dır. Yetişkin bir insan için ağızdan alınan öldürücü doz 50-70 $mg.kg^{-1}$'dir [7]. Tüm mantarlarımızda eser düzeyde bulunan krom miktarı toksik değerin çok altında tayin edildi. Ayrıca *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında tayin edilen krom miktarı benzer bir çalışmada tayin edilen değerin altındadır [42].

Cu; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.9'a göre bakır metalinin analizi için en uygun yöntemlerin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ve 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.34'e göre bakır miktarının en fazla *Amanita phalloides* (237,77 ppb) ve Rize'de yetişen *Amanita muscaria* (223,23 ppb) türlerinde olduğu görüldü. Eser düzeyde alınması gereken elementlerden biri olan bakır, besin olarak tüketilen *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında 196,37 ppb'lik değeri ile 100 ppm'lik toksik değerin altında bir düzeyde tayin edildi. Benzer çalışmalarda *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında tayin edilen bakır miktarı daha yüksektir [42]. Zehirli mantar türlerinde tayin edilen bakır düzeylerinin ise benzer bir çalışmada tayin edilen bakır miktarından düşük düzeyde olduğu görüldü [40].

Fe; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.10'a göre demir metalinin analizi için en uygun yöntemlerin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ve 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.35'e göre en fazla demir içeren mantar türünün *Amanita pantherina* (3054,7 ppm) olduğu görüldü. İnsan vücudu için oldukça önemli olan demir elementinin eksikliğinde anemi gibi pek çok rahatsız gözlenirken fazla miktarda alınması zehirlenmelere neden

olur. Gıda yoluyla zehirlenme nadirdir. Demir zehirlenmeleri daha çok kimyasal madde alımı sonucu görülür. Tolore edilebilir değer normal kişilerde günlük 50-100 $mg.kg^{-1}$, dir. Yetişkin bir insan için öldürücü doz 100 gramdır [7]. Besin olarak kullanılan *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında ki düzey (40,23 ppm) zehirlenmelere neden olmaz aksine vücut için gerekli düzeydedir. Benzer bir çalışmada *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında tayin edilen demir miktarı çalışmamızda tayin edilen miktardan daha yüksek düzeydedir [42]. Ancak zehirli mantar türlerinde tayin edilen değerler (349,6 ppm ila 3054,7 ppm arası) zehirlenmelere neden olabilir. Zehirli mantarlarda tayin ettiğimiz demir miktarı benzer bir çalışmada gözlenen demir miktarında fazla düzeydedir [40].

K; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.11'a göre potasyum metalinin analizi için en uygun yöntemlerin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ve 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.36'ya göre tüm mantar türlerinin çok yüksek düzeyde potasyum içerdikleri görüldü. Ribozom biyosentezi, piruvat kinaz aktivasyonu, kas aktivitesi gibi birçok biyokimyasal olayda görev alan potasyum insan vücudu için vazgeçilmez bir elementtir. Zehirli mantar türlerinde de olduğu gibi besin olarak tüketilen *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında oldukça yüksek düzeyde (233733,3 ppm) potasyum tayin edildi. Benzer bir çalışmada da potasyum miktarı yüksek düzeyde gözlenmiştir [40]. Ancak çalışmalarımızda daha yüksek düzeyde potasyum miktarı tayin edildi.

Mg; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.12'ye göre magnezyum metalinin analizi için en uygun yöntemlerin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımı ve 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.37'e göre tüm mantar türlerinin yüksek miktarda magnezyum içerdikleri görüldü. DNA, RNA, protein, yağ, nükleik asit ve koenzimlerin sentezi gibi birçok biyokimyasal olayda etkili olan magnezyumun eksikliğinde kalp hastalıkları, kanser, yüksek tansiyon gibi birçok rahatsızlık görülür. Çalışmalarımızda hem zehirli mantar türlerinde hem de *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında yüksek düzeyde (10353,3 ppm) magnezyum tayin edildi. Bu değerlerin benzer bir çalışmada ki değerlere kıyasla yüksek düzeyde olduğu gözlemlendi [40].

Mn; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.13'e göre mangan metalinin analizi için her bir mantar türü için farklı asit karışımlarının daha uygun olduğu görüldü. Ancak genel

olarak bakıldığında her yöntem için birbirine yakın değerler elde edildiği görüldü. Şekil 4.38'e göre en fazla mangan içeren mantar türü *Amanita phalloides* (234,1 ppb)'tir. İnsan vücudu için eser düzeyde gerekli olan ve özellikle mitokondri yapısında bulunan mangan elementi *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında eser düzeyde (34,06 ppb) gözlemlendi. Bu düzey benzer bir çalışmada elde edilen mangan düzeyinden düşüktür [42].

Mo; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.14'e göre molibden metalinin analizi için uygun yöntem molibden miktarının tayin sınırının altında olması sebebiyle belirlenememiştir. Sadece *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında tayin edilen molibden miktarlarına bakılarak en uygun yöntemin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu görüldü. Şekil 4.39'a göre tüm mantar türlerinin içerdikleri molibden düzeyleri tayin sınırının altındadır.

Na; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.15'e göre sodyum metalinin analizi için uygun yöntemin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu görüldü. Şekil 4.40'a göre en fazla sodyum metali içeren mantar türü *Agaricus bisporus* (kültür) mantarıdır (3727,8 ppm). *Amanita phalloides* ve *Amanita muscaria* türü mantarlarda tayin edilen sodyum miktarı benzer bir çalışmada elde edilen sodyum miktarı ile benzer düzeyde gözlemlendi [40].

Ni; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.16'ya göre nikel metalinin analizi için uygun yöntemin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu görüldü. Şekil 4.41' göre birçok mantar türünde nikel miktarının tayin sınırın altında kaldığı buna rağmen Rize'de yetişen *Amanita muscaria* (0,762 ppb) türünde en fazla nikel düzeyinin tayin edildiği görüldü. Nikel toksik bir elementtir. Bu nedenle günlük nikel alımı 150 µg'dan az olmalıdır. İngiltere'de günlük değer; yetişkinler için 140-150 µg'dır. Bu değer ABD'de 69-162 µg ve Danimarka'da 130 (60-250) µg'dır [10]. Çalışmalarımızda besin olarak tüketilen *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında nikel olmadığı gözlemlendi.

P; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.17'ye göre fosfor elementinin analizi için uygun yöntemin 8 mL %65 saflıkta HNO_3, 2 mL %95-98 saflıkta H_2SO_4, 1 mL %35 saflıkta H_2O_2 karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.42'ye göre en fazla fosfor içeren mantar *Agaricus bisporus* (kültür) mantarıdır (85830 ppm). Bu durum besin olarak tüketilen *Agaricus*

bisporus (kültür) mantarının besin değerini daha da artırmaktadır. Çalışmalarımızda tayin edilen fosfor değerleri benzer bir çalışmada gözlenen değerlerden oldukça fazladır [40].

Pb; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.18'e göre kurşun metalinin analizi için en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Bu grafikte dikkat çeken bir ayrıntı ise *Amanita phalloides* türü mantarda kurşun miktarının diğer mantar türlerinden oldukça fazla olmasıdır. Şekil 4.43'e göre mantar numunelerinin içerdikleri kurşun miktarlarının birbirine yakın oldukları görüldü. İnsan vücudu için oldukça toksik olan kurşun elementinin toksisite limiti 120 $mg.70kg^{-1}$'dir [43]. Çalışmalarımızda ise *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında (158,2 ppb) en az düzeyde olmak üzere tüm mantarlarda eser düzeyde gözlemlendi. Benzer çalışmalarda *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında daha yüksek düzeylerde kurşun elementi tayin edilmiştir [41,42].

Sb; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.19'a göre antimon metalinin analizi için her bir mantar türünde farklı asit karışımlarının daha uygun çözgenler oldukları gözlendi. Buna rağmen öne çıkan asit karışımının ise 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.44'e göre en fazla antinom düzeyi *Amanita pantherina* (7.2 ppb) türünde tayin edildi. İnsan vücudu için gerekli olmayan antimon tüm mantar türlerinde eser düzeyde tayin edildi [19].

Sn; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.20'ye göre kalay metalinin analizi için en uygun yöntemin 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımının olduğu görüldü. Şekil 4.45'e göre en fazla kurşun miktarı Rize'de yetişen *Amanita muscaria* (137,68 ppb) türünde görüldü. İnsan vücudunda mide özsuyunun üretilmesinde, gastrin hormonunun aktive edilmesinde ve protein sentezinde görev alan kalay vücut için eser düzeyde gerekli olan bir elementtir. Fazlası zehirlenmelere ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olur [5]. Çalışmalarımızda *Agaricus bisporus* (kültür) mantarı da dahil olmak üzere tüm mantarlarda eser düzeyde kalay tayin edildi.

Sr; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.21'e göre stronsiyum metalinin analizi için farklı mantar türlerinde faklı yöntemlerin daha etkili olduğu dikkat çekse de genel olarak en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görüldü. Şekil 4.46'ya göre en fazla stronsiyum miktarı *Agaricus bisporus*

(kültür) mantarında (7,65 ppb) tayin edildi. Benzer bir çalışmada tayin edilen stronsiyum düzeyi daha yüksektir [40].

Ti; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.22'ye göre titanyum metalinin analizi için en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görülmektedir. Şekil 4.47'ye göre tüm mantar türlerinde birbirine yakın düzeylerde titanyum olduğu görüldü. Benzer bir çalışmada tayin edilen titanyum düzeyi çalışmalarımızda elde ettiğimiz düzeyden daha yüksektir [40].

V; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.23'e göre vanadyum metalinin analizi için en uygun yöntemin 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımı olduğu görülmektedir. Dikkat çeken ayrıntı ise *Amanita muscaria* türü mantarlarda vanadyum miktarının diğer mantar türlerine oranla daha fazla olmasıdır. Şekil 4.48'e göre vanadyum düzeyinin *Agaricus bisporus* (kültür), *Amanita phalloides* ve *Amanita pantherina* türlerinde tayin sınırının altında olduğu görüldü. *Amanita muscaria* türlerinde ise en fazla Rize'den toplanan numunede vanadyum tayin edildi. *Amanita muscaria* türü mantarlarda gözlemlenen vanadyum miktarı benzer çalışmada gözlemlenen düzeyden düşüktür [40].

Zn; Yapılan çalışmalarda Şekil 4.24'e göre çinko metalinin analizi için en uygun yöntemin 9 mL %37 saflıktaki HCl ve 3 mL %65 saflıktaki HNO_3 karışımı olduğu görüldü. Ancak *Amanita pantherina* türü mantar için 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımının daha uygun olduğu dikkat çekmektedir. Şekil 4.49'a göre en fazla çinko metali içeren mantar türü *Amanita pantherina* (1482,75 ppb) 'dır. Çalışmalarımızda, benzer bir çalışmada tayin edilen çinko değerlerinin altında değerler tayin edilmiştir [40,42].

5.2. AAS Sonuçları; *Agaricus bisporus* (kültür), *Amanita phalloides*, *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria*/rize, *Amanita muscaria*/trabzon ve *Amanita muscaria*/düzce mantar türlerinden hazırlanan örneklerde Hg analizi yapıldı. Elde edilen sonuçlara bakıldığında; Şekil4.25'e göre cıva metalinin analizi için en uygun yöntemin 9 mL %37 saflıktaki HCl ve 3 mL %65 saflıktaki HNO_3 karışımı olduğu görüldü. Ancak *Amanita phalloides* türü mantarda 9 mL %37 saflıktaki HCl ve 3 mL %65 saflıktaki HNO_3 karışımının uygun olmadığı onun yerine 8 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve

5 mL %35 saflıktaki H_2O_2 karışımının en uygun yöntem olduğu görüldü. Şekil 4.50'ye göre tüm mantar türlerinde yüksek düzeyde cıva tayin edildi ve en fazla cıva içeren mantar türünün *Amanita phalloides* olduğu görüldü. Benzer bir çalışmada *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında gözlemlenen değer çalışmamızda gözlemlenen değerin altındadır [41].

5.3. HPLC Sonuçları; *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria*/rize, *Amanita muscaria*/trabzon ve *Amanita muscaria*/düzce mantar türlerinden hazırlanan örneklerde muscimol ve *Amanita phalloides* mantar türünde ise alfa amanitin analizi yapıldı. Elde edilen sonuçlara bakıldığında; Şekil 4.59'a göre Rize ve Düzce'de yetişen *Amanita muscaria* türü mantarlarda da yüksek olmak üzere en yüksek muscimol miktarının Trabzon'da yetişen *Amanita muscaria* türü mantarda olduğu görülürken, *Amanita pantherina* türü mantarda muscimol tayin edilemedi. *Amanita phalloides* türü mantarda ise alfa amanitin yüksek miktarda tayin edildi. Öldürücü olan bu zehir türlerinden muscimol 6 mg alındığında toksit etkileri ortaya çıkmaya başlar. 6 mg muscimol ise 2-20 mantar şapkasının içerdiği muscimol miktarıdır [44]. Alfa amanitininde içinde bulunduğu amatoksinlerin ise 0,1 $mg.kg^{-1}$ 'nin ağız yoluyla alınması öldürücüdür. Bir *Amanita phalloides* şapkası yaklaşık 10-15 mg amatoksin içerdiğinden tek bir mantar bile ölüme neden olabilir [44]. Çalışmalarımızda tayin ettiğimiz muscimol miktarı benzer çalışmalara tayin edilen muscimol miktarından fazladır [45,46].

5.4. Element Analiz Sonuçları; *Agaricus bisporus* (kültür), *Amanita phalloides*, *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria*/rize, *Amanita muscaria*/trabzon ve *Amanita muscaria*/düzce mantar türlerinde element analizi yapıldı. Çizelge 4.6'ya göre tüm mantar türlerinin birbirlerine benzer oranlarda karbon, azot, hidrojen, kükürt ve oksijen içerdikleri görüldü. Ancak *Agaricus bisporus* (kültür) mantarındaki değerlerin zehirli mantarlara oranla çok az farklılıklar barındırdığı görüldü.

5.5. X-RD Analiz Sonuçları; *Agaricus bisporus* (kültür), *Amanita phalloides*, *Amanita pantherina*, *Amanita muscaria*/rize, *Amanita muscaria*/trabzon ve *Amanita muscaria*/düzce mantar türlerinde X-RD analizleri yapıldı. Bu analiz sonucunda

elementlerin amorf yapıda bağlanmaları sonucu element miktarları tayin edilemedi. Sadece *Amanita phalloides* mantarında kristal formda potasyum elementinin varlığı tespit edildi.

Sonuç olarak;

Tüm analiz sonuçlarına bakıldığında 12 mL %65 saflıktaki HNO_3 ve 5 mL %70 saflıktaki $HClO_4$ karışımının mantar türlerinde metal analizinde en uygun karışım olduğu görüldü.

Besin olarak kullanılan *Agaricus bisporus* (kültür) mantarında toksik elementler bulunmadığı ya da eser düzeyde bulunduğu; kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum ve fosfor gibi hayati öneme sahip ve faydalı elementlerin bol miktarda bulunduğu görüldü.

Rize, Trabzon ve Düzce illerinden toplanan *Amanita muscaria* türü mantarların aynı mantar türü olmasına rağmen hem muscimol hem de içerdikleri element düzeyleri açısından farklı oldukları gözlemlendi. Bu bağlamda; en fazla muscimol içeren *Amanita muscaria* türü mantarın Trabzon'da toplanan mantar olduğu görüldü. Yine bu mantarlar içerisinde Rize'de yetişen *Amanita muscaria*'nın kalsiyum, cıva, kurşun ve çinko hariç diğer tüm elementleri daha fazla düzeyde içerdiği gözlemlendi. Trabzon'da yetişen *Amanita muscaria*'nın kalsiyum ve cıvayı, Düzce'de yetişen *Amanita muscaria*'nın ise kurşun ve çinkoyu daha fazla içerdiği gözlemlendi.

Ayrıca zehirli mantarların tümünde kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum ve fosfor gibi hayati öneme sahip ve faydalı elementlerin bol miktarda bulunduğu bu açıdan bakıldığında besin değerlerinin yüksek olduğu gözlemlendi. Ancak gerek alüminyum, demir, cıva, çinko gibi metallerin düzeylerinin yüksek olması gerekse içerdikleri zehir miktarlarının öldürücü dozda olması sebebiyle bu mantar türlerinin asla besin maddesi olarak kullanılamayacağı gözlemlendi.

Amanita phalloides, *Amanita pantherina* ve *Amanita muscaria* türü mantarlar içerisinde en zehirli ve ölümcül mantar türünün daha toksik olan alfa amanitini içeren *Amanita phalloides* olduğu gözlemlendi.

6) KAYNAKLAR

[1] N. Durkan, *"Yukarı büyük menderes havzasındaki makrofunguslarda ağır metal içeriklerinin araştırılması"*, doktora tezi, Isparta, 2006.

[2] P. Matilla, P. Salo-vaananen, K. Könkö, H. Aro, T. Jalava, *Basic Composition and Amino Acid Contents of Mushrooms Cultivated in Finland.* **J. S. Agric. Food Chem.,** 2002, 50, 6419-6422.

[3] M. Yabanlı, *"Ula (Muğla) yöresinin makrofungusları üzerinde taksonomik bir araştırma"*, yüksek lisans tezi, Muğla, 2003.

[4] H.İ. Özdemir, *Genel Anorganik ve Teknik Kimya.* Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1981.

[5] J.W.C. Peereboom, *General aspects of trace elements and health,* **The Science of the Total Environment,** 42: (1-2), (1985); 1–27.

[6] W. Mertz,, Trace Elements in Human and Animal Nutrition Fifth Edition, Vol. 1,1987, Acedemic Pres. 137

[7] Anonymous, IPCS, Chemical Safety and the Commission of the European Communities, CEC, 2004.

[8] N.F. Gray, *Drinking Water Quality: Problems and Solutions*, John Wiley & Sons Ltd., Baffins Lane, Chichester, England, 1996, 314 p.

[9] M. Emre, *"Nikelli ve Nikelsiz Altın Alaşımlarının Geniş Bir Bileşim Aralığında Fiziksel, Kimyasal, Mekanik ve Alerjen Özelliklerinin Belirlenmesi"*, Yüksek lisans tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 120 s, 2000.

[10] Anonymous, WHO-FAO, Trace Elements in Human Nutrition and Health, World Health Organization, Geneva, 1996.

[11] E. Merian (édit.), *Metalle in der Umwel,.* **Verteilung, Analytik und biologische Relevanz, Weinheim,** Floride & Bâle, 1984.

[12] Anonymous, ATSDR, Agency for Toxic Substnces and Disease Registry, Toxicological Profile for Copper, Cadmium, Chromium, Lead. Atlanta, Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2001.

[13] F. Habashi, (Editor), *Handbook of Extractive Metallurgy*, ISBN: 3-527 28792-2, PublisherWiley-VCH, 1997.

[14] S.F. Sibley, W.C. Butterman and Staff, *Metals Recycling in the United States, Resources,* **Conservation and Recycling**, 15: 259-267, 1995.

[15] W. Küchler, *Cemische Tecnology*, band 4, Wien, ASBN 3-44-13182-5, C.H.Verlag, 1986.

[16] R.F. Siegel, *Environmental Geochemistry of Potentially Toxic Metals*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Printed in Germany. ISBN 3-540-42030-4, 2002.

[17] Who Food Additives Series: 24, Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, Cabridge.,

[18] J.L. Greger, M.J. Bajer, *Excretion and Retentîon of Low or Moderate Levels of Aluminum By Human Subjects*, **Food and Chemical Toxicology,** 21:4 (1983); 473-77.

[19] S. Blumenthal, D. Lewand, A. Sochanik, D.H. Petering, *Inhibition of Na+-Glucose Cotransport in Kidney Cortical Cells By Cadmium and Copper: Protection By Zinc,* **Tox. and App. Pharm.,** 129:2, (1994); 177-187.

[20] Kirli Su El Kitabı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1975.

[21] A. Niemi, E.R. Venalainen, T. Hırvı, J. Hırn, E. Karppanen, *The Lead, Cadmium and Mercury Concentrations in Muscle, Liver and Kidney from Finnish Pigs and Cattle During 1987-1988,* **Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung,** 192:5, (1991); 427- 429.

[22] J.U. Skaare, N.H. Markussen, G. Norheim, S. Haugen, G. Holt, *Levels of Polychlorinated Biphenyls, Organochlorine Pesticides, Mercury, Cadmium, Copper, Selenium, Arsenic, and Zinc in the Harbor Seal, Phoca Vitulina in Norwegian Waters,* **Environ Pollution,** 66: 4, (1990); 309–324.

[23] World Health Organization, Principles and Methods for Assesing Direct Immunotoxicity Associated with Exposure to Chemicals Criteria No. 180, 1995.

[24] E.W. Taylor, The Examination of Waters and Water Supplies (Thresh, Beale and Suckîing), Seventh Edition, London, 1958.

[25] R.D. Grubbs, M.E. Maguire, *Magnesium as a regulatory cation: Criteria and evaluation,* **Magnesium,** 6, (1987); 113-27.

[26] G.A. Quamme, Renal magnesium handling: New insights in understanding old problems. KidneyInt.,52,(1997);1180-95.

[27] B.T. Altura, B.M. Altura, A. Gebrewold, *Magnesium-Deficiency, Noise Stress And Hypertension - Correlation Between Magnesium Levels And Microcirculatory Changes Invivo,* **Federation Proceedings**, 44: (1985); 1129-1129.

[28] T. Bohmer, A. Rosetha, H. Holm, *Bioavailability of oral magnesium supplementation in female students evaluated from elimination of magnesium in 24-hour urine,* **Magnessium And Trace Elements,** 9: (1990); 272-278.

[29] J.E. Scoble, P. Sweny, Z. Varghese, J. Moorhead, *Investigating hypomagnesaemia,* **The Lancet,** 1: (1987); 276.

[30] M.E. Shils, *Experimental human magnesium deficiency,* **Medicine,** 48: (1969); 61-85.

[31] J. Alary, G. Carrera, Y. Lamboeuf, C. Escrieut, *Cadmium Induced Alterations of Chlorpropham Metabolism in Isolated Rat Hepatocytes,* **Toxicology.,** 59:2, (1989); 211-223.

[32] World Health Organization, Cadmium, Environmental Health Criteria No. 134. Geneva., (1992).

[33] Z. Çobanoğlu, Genel Çevre Sağlığı Bilgisi, ISBN975-7572-72-6, Hatiboğlu Yayınları, Ankara, (1995).

[34] World Health Organization, Adler. P, Fluorides and Human Health,, Geneva, (1970). 74

[35] http:// www.picturesandwords.co.uk/index.php/2009/01/amanita-muscaria-aka-fly agaric/amanita_muscaria_red/

[36] http://en.wikipedia.org/wiki/Amanita_muscaria

[37] http://www.pilzepilze.de/piga/zeige.htm?name=amanita_pantherina

[38] F. C. Stormer, E.B.G. Koller, K. Janak, *Ibotenic acid in Amanita muscaria spores and caps,* **Mycologist,** 18: 3, (2004); 114-117.

[39] http:// clinicalchemistry26-c.blogspot.com/2011/07/exquisite-on-outside-lethal-on-inside.html

[40] J. Vetter, *Mineral composition of basidiomes of Amanita species,* **Mycologist,** 109:6, (2005); 746-750

[41] L. Cocchi, L. Vescovi, L.E. Petrini, O. Petrini, *Heavy metals in edible mushrooms in Italy,* **Food Chemistry** 98 (2006) 277–284.

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

[43] N. Vural, Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:56, Ankara, 1984.

[44] T.C. Sağlık Bakanlığı Birinci basamağa yönelik zehirlenmeler tanı ve tedavi rehberleri, 2006.

[45] K. Tsujikawa, K. Kuwayama, H. Miyaguchi, T. Kanamori, Y. Iwata, H. Inoue, T. Yoshida, T. Kishi, *Determination of muscimol and ibotenic acid in Amanita mushrooms by high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-tandem mass spectrometry,* **Journal of Chromatography** B, 852 (2007) 430–435.

[46] K. Tsujikawa, H. Mohri, K. Kuwayama, H. Miyaguchi, Y. Iwata, A. Gohda, S. Fukushima, H. Inoue, T. Kishi, *Analysis of hallucinogenic constituents in Amanita mushrooms circulated in Japan,* **Forensic Science International** 164 (2006) 172–178.

[47] M.S. Bonnet, P.W. Basson, *The toxicology of Amanita phalloides,* **Homeopathy,** 91,(2002); 249-254.

[48] J. Vetter, *Toxins of Amanita Phalloides,* **Toxicon,** 36: 1, (1998); 13-24.

[49] D. Michelot, L.M. Melendez-Howell, *Amanita muscaria: chemistry, biology, toxicology, and ethnomycology,* **Mycologist,** 107: 2, (2003); 131-146.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Sivas'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sivas'ta tamamladı. 2003 yılında Sivas Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2004 yılında İnönü Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nü kazandı. Aynı bölümden 2009 yılında mezun oldu. 2009 yılında İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı ve bu enstitüde öğrenimine devam etmektedir.