

**T.C.  
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**BALIKESİR (BİGADİÇ) BOR MADENLERİNDEN ALINAN  
MAKROFUNGUS VE TOPRAK ÖRNEKLERİNDEKİ BOR VE AĞIR  
METAL FRAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İSMAİL ŞEN**

**HAZİRAN 2010  
MUĞLA**

**T.C.  
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**BALIKESİR (BİGADİÇ) BOR MADENLERİNDEN ALINAN  
MAKROFUNGUS VE TOPRAK ÖRNEKLERİNDEKİ BOR VE AĞIR  
METAL FRAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İSMAİL ŞEN**

**MUĞLA 2010**

**T.C.**  
**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**

Yrd. Doç. Dr. Hakan ALLI danışmanlığında İsmail ŞEN tarafından hazırlanan “Balıkesir (Bigadiç) Bor Madenlerinden Alınan Makrofungus ve Toprak Örneklerindeki Bor ve Ağır Metal Fraksiyonlarının Belirlenmesi” başlıklı tez, 15/06/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Bilimleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ahmet BALCI

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakan ALLI

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kudret GEZER

İmza : 

## ÖNSÖZ

Yapılan bu çalışmanın, literatürde yeterli verinin olmadığı makrofungusların bor içeriği konusunda önümüzdeki yıllardaki çalışmalara temel oluşturması açısından oldukça önemli bir ilk adım olduğu kanısındayım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her türlü desteği veren ve tez danışmanlığımı üstlenen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan ALLI'ya; mantarlar konusunda verdiği eşsiz bilgilerle desteğini sürekli arkamda hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Mustafa IŞILOĞLU'na; tez konusunun belirlenmesinde ve deneysel aşamada fikirleriyle yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç Dr. Bekir ÇÖL'e; tezin deneysel aşamasında verdiği desteklerden dolayı değerli hocam Prof. Dr. Ahmet BALCI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmaları sırasındaki yardımlarından dolayı Çevre Mühendisi Ahmet MAVİ (Eti Maden Bor İşletme Müdürlüğü), Ali ÖZDEMİR, Vedat ÇAKAR ve diğer maden çalışanlarına; örneklerin kimyasal analizi bölümünde verdiği desteklerden dolayı Ziraat Mühendisi Mustafa ÇELİKKOLLU (Zihni Derin Yaprak Toprak Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı)'ya teşekkür ederim.

Deneysel aşamadaki desteklerinden dolayı Uzm. Ferah YILMAZ, Araş. Gör. Emel YILMAZ, Araş. Gör. Yonca SURGUN'a; arkadaşlarım Nihan AKGÜÇ ve Ramazan KARAKAYA'ya; verilerin istatistiksel analizleri konusunda destek veren arkadaşım Mustafa METİN'e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca her zaman beni destekleyen ve yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Yapılan bu çalışma, 09/27 nolu yüksek lisans tez projesi kapsamında Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

İsmail ŞEN  
Muğla, 2010

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ONAY SAYFASI	I
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VIII
ABSTRACT	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Bor Özellikleri ve Ekstraksiyon Çalışmaları	7
2.2 Ağır Metallerin Toprakta Davranışları ve Ekstraksiyon Prosedürleri	11
2.3 Makrofungusların Bor ve Ağır Metal İçeriği İle İlgili Çalışmalar	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1 Örneklem	19
3.2 Materyal	20
3.3 Örneklerin Kimyasal Analize Hazırlanması	21
3.3.1 Toprak örneklerinin kimyasal analize hazırlanması	21
3.3.2 Makrofungus örneklerinin kimyasal analize hazırlanması	21
3.4 Örneklerin Kimyasal Analizi	22
3.4.1 Toprak örneklerinin kimyasal analizi	22
3.4.1. a pH belirlenmesi	22
3.4.1.b Elektrik iletkenliğinin belirlenmesi	22
3.4.1.c Organik madde miktarının belirlenmesi	22
3.4.1.d Toplam bor ve ağır metal miktarının belirlenmesi	23
3.4.1.e Bor fraksiyonlarının belirlenmesi	23
3.4.1.f Ağır metal fraksiyonlarının belirlenmesi	24
3.4.2 Makrofungus örneklerinin kimyasal analizi	25

	<u>Sayfa No</u>
3.4.3 Örneklerin bor ve ağır metal miktarlarının ölçülmesi	25
3.5 Verilerin İstatistik Analizi	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	27
4.1 Toprak Özellikleri	27
4.2 Toprakların Toplam Bor ve Ağır Metal Konsantrasyonları	28
4.3 Toprak Örneklerinin Bor Fraksiyonları	30
4.4 Toprak Örneklerinin Ağır Metal Fraksiyonları	32
4.4.1 Kadmiyum fraksiyonları	32
4.4.2 Bakır fraksiyonları	34
4.4.3 Çinko fraksiyonları	35
4.4.4 Mangan fraksiyonları	37
4.4.5 Krom fraksiyonları	38
4.5 Yörede Belirlenen Makrofungus Örnekleri	40
4.5.1 Yörede belirlenen makrofungusların deskripsiyonları	40
1. <i>Agaricus aestivalis</i> (F.H. Moller) Pilat	40
2. <i>Agaricus aestivalis</i> var. <i>veneris</i> (R. Heim & G. Becker) Wasser	41
3. <i>Amanita ovoidea</i> (Bull.) Link	41
4. <i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill	42
5. <i>Clavulina cinerea</i> (Bull.) J. Schröt	42
6. <i>Clitocybe costata</i> Kühner & Romagn	43
7. <i>Clitocybe metachroa</i> (Fr.) P. Kumm.	43
8. <i>Cystoderma terrei</i> (Berk. & Broome) Harmaja	44
9. <i>Geastrum sessile</i> (Sowerby) Pouzar	44
10. <i>Gloeophyllum trabeum</i> (Pers.) Murrill	45
11. <i>Hohenbuehelia geogenia</i> (DC.) Singer	45

	<u>Sayfa No</u>
12. <i>Hygrophorus discoideus</i> (Pers.) Fr.	46
13. <i>Inocybe ayeri</i> Furrur-Ziogas	46
14. <i>Inocybe corydalina</i> Quél.	47
15. <i>Inocybe geophylla</i> (Fr.) P.Kumm.	48
16. <i>Lactarius</i> sp. Pers.	48
17. <i>Lepiota cristata</i> (Bolton) P.Kumm.	49
18. <i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	50
19. <i>Leucocoprinus lanzonii</i> Bon, Migl. & Brunori	50
20. <i>Lycoperdon lividum</i> Pers.	51
21. <i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	51
22. <i>Marasmius alliaceus</i> (Jacq.) Fr.	52
23. <i>Melanoleuca paedida</i> (Fr.) Kühner & Maire	52
24. <i>Melanoleuca stridula</i> (Fr.) Singer	53
25. <i>Mycena amicta</i> (Fr.) Quél.	53
26. <i>Mycena galopus</i> var. <i>candida</i> J.E. Lange	54
27. <i>Mycena pura</i> (Pers.) P.Kumm.	54
28. <i>Mycena strobilicola</i> J.Favre & Kühner	55
29. <i>Myxomphalia maura</i> (Fr.) Hora	55
30. <i>Otidea concinna</i> (Pers.) Sacc.	56
31. <i>Phellinus torulosus</i> (Pers.) Bourdor & Galzin	57
32. <i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.) Rauschert	57
33. <i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	57
34. <i>Sepultaria arenosa</i> (Fuckel.) Boud.	58

	<u>Sayfa No</u>
35. <i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	58
36. <i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	59
37. <i>Tapinella panuoides</i> (Batsch) E.J. Gilbert	59
38. <i>Tricholoma fracticum</i> (Britzelm.) Kreisel	60
39. <i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	60
4.5.2 Makrofungus örneklerinin bor içeriği	61
4.5.3 Makrofungus örneklerinin ağır metal içeriği	64
4.6 İstatistikî Bulgular	69
4.6.1 Toprak özelliklerinin bor fraksiyonlarına etkisi	69
4.6.2 Toprak özelliklerinin kadmiyum fraksiyonlarına etkisi	70
4.6.3 Toprak özelliklerinin krom fraksiyonlarına etkisi	71
4.6.4 Toprak özelliklerinin bakır fraksiyonlarına etkisi	72
4.6.5 Toprak özelliklerinin mangan fraksiyonlarına etkisi	73
4.6.6 Toprak özelliklerinin çinko fraksiyonlarına etkisi	74
4.6.7 Toprakta Elementler Arası Etkileşim	75
4.6.8 Makrofungus örneklerinin madene uzaklığı ile bor konsantrasyonları arasındaki korelasyon	75
4.6.9 Makrofungus örneklerinin madene uzaklığı ile ağır metal konsantrasyonları arasındaki korelasyon	76
5. SONUÇ ve TARTIŞMA	78
5.1 Toprak Örneklerinin Bor İçeriği	78
5.1.1 Toprak örneklerinin toplam bor içeriği	78
5.1.2 Toprak örneklerinin bor fraksiyonları	79
5.2 Toprak Örneklerinin Ağır Metal İçeriği	82
5.2.1 Toprak örneklerinin toplam ağır metal içeriği	82
5.2.2 Toprak örneklerinin ağır metal fraksiyonları	83
5.2.2.a Kadmiyum fraksiyonları	84
5.2.2.b Bakır fraksiyonları	85
5.2.2.c Çinko fraksiyonları	87

	<u>Sayfa No</u>
5.2.2.d Mangan fraksiyonları	88
5.2.2.e Krom fraksiyonları	89
5.3 Toprakta Elementler Arasındaki İlişki	90
5.4 Makrofungus Örneklerinin Elemental Kompozisyonu	91
5.4.1 Makrofungus Örneklerinin Bor Kompozisyonu	91
5.4.2 Makrofungus Örneklerinin Ağır Metal Kompozisyonu	94
5.5 Sonuç	96
KAYNAKLAR	99
EKLER	107
EK 1 Bigadiç'te Yer Alan Bor Madenlerinin Çeşitli Açılardan Çekilmiş Resimleri	107
EK 2 Makrofungus Örneklerinin Resimleri	110
EK 3 Meteorolojik Kuraklık Haritası	123
ÖZGEÇMİŞ	124

**BALIKESİR (BİGADİÇ) BOR MADENLERİNDEN ALINAN  
MAKROFUNGUS VE TOPRAK ÖRNEKLERİNDEKİ BOR VE AĞIR  
METAL FRAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**İsmail ŞEN**

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**2010**

**ÖZET**

Bu çalışmada, Balıkesir Bigadiç'te bulunan bor madenleri ve çevresinden toplanan toprak ve makrofungus örneklerinin bor ve ağır metal içeriklerinin belirlenerek, bor akümüle edebilme yeteneği olan makrofungus türlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bunun için, 2009 yılı sonbahar ayları içinde bor madenleri ve çevresinden makrofungus örnekleri madene farklı uzaklıklardan (0-100m, 100-500m ve 500-1000m) toplanmıştır.

Toprak örnekleri kolay çözülebilir, spesifik olarak adsorbe edilmiş ve residual bor fraksiyonlarına ayrılmıştır. Ayrıca, hareketli, hareket edebilir ve residual metal fraksiyonlarına da ayrılarak elementlerin hareketliliği tartışılmıştır.

Araştırma bölgesinden 39 makrofungus taksonu tespit edilmiş ve örneklerin B, Cd, Cr, Cu, Mn ve Zn içerikleri Perkin Elmer Optima 2000 ICP-OES kullanılarak belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, bazı toprak örneklerinde bor elde edilememesine rağmen T16 numaralı toprak örneğinde 173.90 mg/kg bor elde edilmiştir. Araştırma bölgesinin bor havzası olmasına rağmen bazı toprak örneklerinde bor elde edilememesi sudaki çözünürlüğü yüksek olan borun makrofungusların yetişmesi için gerekli olan yağmurlarla beraber toprak yüzeyinden yıkanmasına bağlanabilir. Bununla beraber; toprakta bor fraksiyonlarının düzensiz olarak dağıldığı görülmektedir.

Toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarının literatür bulgularıyla uyum içinde olduğu ve maden çevresinde ağır metal tehdidinin olmadığı görülmektedir.

Bazı makrofungus örneklerinde yüksek düzeyde bor elde edilirken (*Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze, 273.00 mg/kg) bazı örneklerden bor elde edilememiştir. Makrofungus örneklerinin madene uzaklıklarına bağlı olarak ortalama bor konsantrasyonlarında düşüşler olduğu görülmüştür. Ayrıca, madene 500-1000m uzaklıktan alınan *Otidea concinna* (Pers.) Sacc. (30.73 mg/kg), *Sepultaria arenosa* (Fuckel) Boud. (28.94 mg/kg) ve *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr. (24.89 mg/kg)'da bor elde edilmiştir. Bu makrofungus örneklerinin madene yakın bölgelerden toplanamamıştır. Bu nedenle uzak bölgelerden alınmasına rağmen örneklerin bor konsantrasyonunun yüksek olduğu görülürken türe özgün bir özellik nedeniyle bor akümüle yeteneğine sahip olabilecekleri söylenebilir. Nitekim bu örneklerin bor akümüle yeteneğine sahip olduğu sonucuna ulaşabilmek için örnekler üzerinde çok daha fazla denemenin yapılması gerekmektedir.

Makrofungusların ağır metal konsantrasyonları incelendiğinde; örneklerin bakır konsantrasyonlarının madene uzaklığına bağlı olarak değişirken madenden uzaklaştıkça bakır konsantrasyonunda azaldığı tespit edilmiştir. Diğer metallerin konsantrasyonlarının madene uzaklıklarına bağlı olarak değişmediği belirlenmiştir. Makrofungus örneklerinin metal konsantrasyonlarının literatür bulgularıyla uyum içinde olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Makrofungus, Toprak, Fraksiyon, Bor, Ağır Metal

**Sayfa adedi** :124

**Tez yöneticisi** :Yrd. Doç. Dr. Hakan ALLI

**DETERMINATION OF BORON AND HEAVY METAL FRACTIONS OF  
MACROFUNGI AND SOIL SAMPLES COLLECTED FROM THE  
VICINITY OF BORON MINES IN BALIKESIR, TURKEY**

**(M. Sc.Thesis)**

**İsmail ŞEN**

**MUĞLA UNIVERSITY  
INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY**

**2010**

**ABSTRACT**

The aim of the study is to determinate boron and heavy metal content of soil and macrofungi samples collected from the vicinity of boron mines located in Balikesir and types of macrofungi, which possess accumulation ability of boron.

For this purpose, macrofungi samples were collected from the vicinity of boron mines, three different locations (0-100m, 100-500m ve 500-1000m) distanced from the mines in Autumn 2009.

Soil samples were seperated into three boron fractions; readily soluble, spesifically adsorbed and residual fractions, in addition they were seperated into three heavy metal fractions; mobile, mobilisable and residual form and the mobility of the elements were discussed.

In the research field 39 taxon of mushroom were identified and B, Cd, Cr, Cu, Mn, Zn concentration of samples were analyzed with Perkin Elmer Optime 2000 ICP-OES apparatus.

The results of analysis, 173.90 mg/kg boron was obtained from T16, while some of the samples did not contain boron. Althouhg resaerch area was a boron basin, the reason why some soils do not contain boron by rainfalls could be that it must have been washed away from the soil surface where macrofungi grow around the boron mines. At the same time, boron fracitons were distributed irregularly.

In soils, heavy metal fractions were in conformity with literature and it is seen that there is no heavy metal risk in the vicinity of boron mines.

While some of macrofungi accumulate high level of boron (*Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze, 273.00 mg/kg), some of them do not. Boron contents of macrofungi

decreased as the distance of the locations to the mines increased. At the same time boron content of the macrofungi samples collected from 500-1000 m from mines, *Otidea concinna* (Pers.) Sacc. (30.73 mg/kg), *Sepultaria arenosa* (Fuckel) Boud. (28.94 mg/kg) and *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr. (24.89 mg/kg) accumulate high level of boron. So, these species might have boron accumulating ability. But, much research should be done to say these species are hyperaccumulators of boron.

Copper content of macrofungi decreased as the distance of the locations to the mines increased and the other metals do not change depending distance from mines. Heavy metal contents of macrofungi samples were in conformity with literature.

**Key Words:** Macrofungi, Soil, Fractionation, Boron, Heavy Metal

**Page number :**124

**Adviser :** Yrd. Doç Dr. Hakan ALLI

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 Balıkesir ilinin 1975-2008 yılları arasındaki ortalama sıcaklık ve yağış miktarındaki değişim	19
Şekil 3.2 Bor madenleri çevresinde toprak örneklerinin alındığı yerler	20
Şekil 4.1 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama bor konsantrasyonları değişimi	64
Şekil 4.2 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama kadmiyum konsantrasyonları değişimi	66
Şekil 4.3 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama krom konsantrasyonları değişimi	67
Şekil 4.4 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama bakır konsantrasyonları değişimi	67
Şekil 4.5 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama mangan konsantrasyonları değişimi	68
Şekil 4.6 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama çinko konsantrasyonları değişimi	69
Şekil 5.1 Bor fraksiyonlarının yüzde dağılımı	80
Şekil 5.2 Kadmiyum fraksiyonlarının yüzde dağılımı	85
Şekil 5.3 Bakır fraksiyonlarının yüzde dağılımı	86
Şekil 5.4 Çinko fraksiyonlarının yüzde dağılımı	87
Şekil 5.5 Mangan fraksiyonlarının yüzde dağılımı	89
Şekil 5.6 Krom fraksiyonlarının yüzde dağılımı	90

**TABLolar DİZİNİ**

<u>Tablo No.</u>	<u>Sayfa No.</u>
Tablo 2.1 Tessier metodunun işlem basamakları ve kullanılan ekstraktantlar	13
Tablo 2.2 Bazı bitkilerin yenilebilir bölümlerinin bor içeriği	17
Tablo 3.1 Ölçümlerde kullanılan dalga boyları ve gözlenebilme sınırları	26
Tablo 4.1 Toprak örneklerin pH, elektrik iletkenlikleri ve organik madde miktarı	27
Tablo 4.2 Toprak örneklerinin toplam bor ve ağır metal konsantrasyonları	29
Tablo 4.3. Toprak örneklerinin bor fraksiyonları	31
Tablo 4.4 Toprak örneklerinin kadmiyum (Cd) fraksiyonları	33
Tablo 4.5. Toprak örneklerinin bakır (Cu) fraksiyonları	34
Tablo 4.6. Toprak örneklerinin çinko (Zn) fraksiyonları	36
Tablo 4.7. Toprak örneklerinin mangan (Mn) fraksiyonları	37
Tablo 4.8. Toprak örneklerinin krom (Cr) fraksiyonları	39
Tablo 4.9. Makrofungus örneklerinin madene uzaklıkları ve bor içerikleri	62
Tablo 4.10 Makrofungus örneklerinin madene uzaklıkları ve ağır metal içerikleri	64
Tablo 4.11 Toprak özellikleri ile bor (B) fraksiyonları arasındaki korelasyon	70
Tablo 4.12 Toprak özellikleri ile kadmiyum (Cd) fraksiyonları arasındaki korelasyon	71
Tablo 4.13 Toprak özellikleri ile krom (Cr) fraksiyonları arasındaki korelasyon	72
Tablo 4.14 Toprak özellikleri ile bakır (Cu) fraksiyonları arasındaki korelasyon	73
Tablo 4.15 Toprak özellikleri ile mangan (Mn) fraksiyonları arasındaki korelasyon	73
Tablo 4.16 Toprak özellikleri ile çinko (Zn) fraksiyonları arasındaki korelasyon	74
Tablo 4.17 Toprak örneklerinde elementler arası etkileşim	75

<u>Tablo No.</u>	<u>Sayfa No.</u>
Tablo 4.18 Makrofungus örneklerinin bor madenlerine uzaklıkları ile bor konsantrasyonları tek yönlü ANOVA testi sonuçları	76
Tablo 4.19 Makrofungus örneklerinin bor madenlerine uzaklıkları ile ağır metal konsantrasyonları tek yönlü ANOVA testi sonuçları	77
Tablo 5.1 Bazı makrofungus türlerinin Cd, Cr, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonları	95

**SEMBOLLER DİZİNİ**

CaCl <sub>2</sub>	:	Kalsiyum klorür
° C	:	Santigrat derece
DTPA	:	Dietilen triamin pentaasetik asit
gr	:	Gram
HCl	:	Hidroklorik asit
HF	:	Hidroflorik asit
HNO <sub>3</sub>	:	Nitrik asit
ICP-OES	:	Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spektrometry
KA	:	Kuru ağırlık
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	:	Potasyum dihidrojen fosfat
kg	:	Kilogram
L	:	Litre
M	:	Molar
mg	:	Miligram
ml	:	Mililitre
MgCl <sub>2</sub>	:	Magnezyum klorür
NH <sub>4</sub> - Asetat	:	Amonyum asetat
NH <sub>2</sub> OH.HCl	:	Hidroksilamin
rpm	:	Dakikada devir sayısı
TEA	:	Trietanol amin
yy	:	Yüzyıl

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu tarih sahnesine çıktığı ilk andan itibaren çevreyle etkileşim içinde bulunmuştur. Avcı-toplayıcı toplumdaki, tarımcı topluma geçmiş ve tarımla uğraşmıştır. Sonraları kara sabanı icat eden insanoğlu, belki de ilk defa doğal çevreye müdahale etmeye başlamıştır. 1700'li yıllara gelindiğinde ise buhar makinesinin bulunmasıyla insanoğlu ilk defa makineleşme süreciyle tanışmıştır. Bununla beraber; hızlı bir sanayileşme sürecine girilmiş ve ciddi bir ham madde ve enerji gereksinimi ortaya çıkmıştır. Sanayi devrimini sonucunda ortaya çıkan ham madde ve enerji gereksinimini karşılamak için kömür, demir, bakır gibi doğal kaynaklara yönelmiştir. Yaşanan tüm bu gelişmeler sonucunda hızla gelişen teknoloji beraberinde getirdiği kolaylıkların yanında 1950'li yıllardan sonra hepimizin sıklıkla duyduğu bir kavramda doğuşuna neden olmuştur: "Çevre Kirliliği".

Çevre kirliliği; genellikle, insan sağlığını veya doğayı olumsuz yönde etkileyen ve insan aktiviteleri sonucu çevreye bazı maddelerin eklenmesi olarak tanımlanmaktadır (Radojevic ve Bashkin,1999). Nitekim doğaya üstünlük kurma anlayışıyla hareket eden insanoğlunun çevreye vermiş olduğu zararlar, başlarda doğanın kendini yenileyebilme kapasitesi sayesinde fark edilememiştir. Sonraları hızla gelişen teknoloji ve kentleşmeyle birlikte çevreye verilen zararlar kat kat artmış ve doğanın kendini yenileyebilme kapasitesinin çok üstüne çıkmıştır (Keleş ve Hamamcı, 2002). Başlarda bölgesel olarak kendini gösteren sorunlar daha sonraları yaygınlaşarak küresel boyutlarda kendini göstermeye başlamıştır. Doğal çevre kompozisyonundaki bu değişim asit yağmurları, ozon tabakasının yırtılması, küresel ısınma gibi sorunlarla canlı yaşamını tehdit eder duruma gelmiştir.

Sanayi devriminden günümüze kadar geçen zamanda bilim ve teknikteki hızlı gelişme toplumsal hayatı da etkilemiş, teknoloji her alanda hayatımıza girmiştir. Hayatımızın bir parçası haline gelen teknolojik ürünler, beraberinde ciddi boyutlarda enerji ve hammadde ihtiyacını da doğurmuştur. İnsanoğlu ortaya çıkan bu ihtiyacı giderebilmek için doğal kaynakları sömürmeye başlamıştır.

Sanayi devrimi sonrası, doğal çevreyi kontrol altına alma gücüne sahip olan insanoğlunun çeşitli aktiviteleri sonucunda çevreye saçılan kirleticiler arasında kimyasalların büyük bir önemi vardır. Özellikle bu kimyasalların sucul ve karasal ortamlarda bulunmasıyla birlikte besin zincirine dâhil olmuş ve canlı yaşamını tehdit

etmeye başlamıştır. Tüm bu kimyasal maddeler arasında iz elementler önemli bir yere sahiptir. Özellikle 19 yy. sonları ve 20 yy. başlarında artmaya başlayan madencilik ve endüstriyel işlemler sonucunda iz elementler çevreye saçılmaya başlamıştır (Benavides ve ark. 2005).

Biyolojik sistemlerde elementler basitçe üç kategoride toplanabilir; temel elementler, C, H, N, O; ikincil elementler, Ca, Cl, Mg, P, K, Na; ve geriye kalanlar ise iz elementlerdir (Ward, 2000). Bu üç elemental grubun organizmadaki toplam kütesine bakıldığında sırasıyla, %96, %3.6 ve %1 olduğu görülmektedir. Bazı iz elementler, yaşayan canlılar için oldukça önemlidir ve basitçe; gerekli, gerekli olmayan ve zehirli olmak üzere üç grupta toplanabilir. Bitkiler için gerekli iz elementler, doğrudan bitkileri etkileyen ve birbirlerinin yerini dolduramayan elementlerdir ve genel olarak; B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Si ve Zn bitkiler için gerekli element olarak bilinir. Bu elementlerin eksiklikleri veya artan miktarları bitki metabolizmasında bazı düzensizliklere yol açabilmektedir. Nitekim bu elementlerin bazılarının gerekli bazılarının ise gerekli olmamasına rağmen, belirli bir maruz kalma düzeyini aştığında tamamı toksiktir (Ward, 2000).

Biyosferdeki iz elementlerin temel kaynağı olarak, insanların enerji ve mineral tüketimi gösterilebileceği ve ayrıca küresel düzeyde iz element kirliliğinin ve bu elementlerin çevreye birer kirletici olarak yayılımlarını ölçebilmek için dünyanın mineral ve enerji gereksinimlerinin temel alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Kabata-Pendias, 2001). Bununla birlikte, bu elementlerinin madencilik miktarlarının doğal döngü oranını on kat veya daha fazla aştığında birer kirletici olarak düşünülmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Bowen, 1979). Ayrıca, dünya çapında madencilik ürünü olan Cu, Cd, Pb ve Hg dikkate değer düzeydedir (Pinto vd. 2004).

Yer altı kaynakları bakımından oldukça zengin olan ülkemizde, aktif olarak çalışan birçok maden bulunmaktadır. Özellikle dünyada ki bor rezervlerinin yaklaşık %72'sinin ülkemizde bulunduğu göz önüne alınırsa (Uygan ve Çetin, 2004) Bor Madenlerinin ülkemizdeki madenler arasında en önemlilerinden birisi olduğu söylenebilir. Ülkemizdeki bor yatakları Kütahya- Emet, Balıkesir-Bigadiç, Eskişehir-Kırka ve Bursa- Mustafakemalpaşa- Kestelek'de bulunmaktadır (Özkan vd. 1997).

Ülkemizdeki bor yatakları arasında yer alan Bigadiç bölgesi oldukça önemlidir. Nitekim, Bigadiç'te günümüzde aktif olarak çalışan üç adet bor madeni bulunmaktadır. Bu madenler, Bigadiç yerleşim alanından 5-10 km kuzeyde yer almakta ve Simav Nehri'nin yanında bulunmaktadır (Şekil 3.2). Bununla beraber, madenlerin ormanlarla çevrili olduğu görülmektedir.

Günümüzde Bor Madenlerinin sığ derinlikten açık işletme yöntemiyle işletildiği belirtilmektedir (Özkan vd. 1997) (EK1, Resim 4). Açık ocaklarda bor madeni elde edilirken; borca zengin üst tabakanın tıraşlanarak atıldığı belirtilmektedir (Özkurt, 2000). Bu durumda, çözünürlüğü yüksek olan boratlar çeşitli çevresel koşullarla taşınmakta veya çözünerek çevreye saçılabilir.

Dünyadaki bor rezervlerinin büyük kısmının ülkemizde bulunmasının yanı sıra; ülkemiz, mantarların yetişebilmesi için uygun ekolojik özelliklere sahiptir ve mantar florası yönünden oldukça zengindir (Solak vd. 2007; Sesli ve Denchev, 2010).

Mantarlar, doğada oldukça önemli görevler üstlenmiştir ve bununla beraber; yeşil bitkilere oranla yüksek düzeyde ağır metalleri akümüle edebildiği bilinmektedir. Sahip oldukları bu yetenekleri sayesinde uzun yıllardır çevresel kirlilik olan bölgelerde biyoindikatör olarak kullanılmaktadırlar (Kalac ve Svoboda, 2000). Bununla beraber; çeşitli araştırmacılar tarafından mantarların ağır metal konsantrasyonları araştırılmış ve literatürde yer almıştır.

Mantarların ağır metal konsantrasyonları ile ilgili olarak çok çeşitli çalışmalar yapılmasına rağmen bor kompozisyonları ile ilgili oldukça sınırlı veriler olduğu görülmektedir. Bu nedenle literatürde mantarların bor kompozisyonu konusunda bir boşluğun olduğu görülmektedir.

Tüm bu nedenlerden dolayı ülkemizde doğal olarak yetişen mantarların bor kompozisyonunun belirlenmesi ve bor madenleri çevresindeki topraklarda borun davranışlarının araştırılması oldukça önemlidir. Ayrıca, bor madenlerine bağlı olarak ağır metallerin çevreye yayılışı, mantarların metal konsantrasyonu ve bor ile belirli ağır metallerin arasındaki etkileşimin belirlenmesinde yarar vardır. Bunun için sunulan bu çalışmada Bigadiç'te bulunan bor madenleri ve çevresinden toplanan mantar örnekleri ile mantarların altından alınan toprakların bor ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, mantarların madene olan uzaklıklarına bağlı olarak bor ve ağır metal içeriklerinin değişimi belirlenmiştir.

Ayrıca, alınan toprak örneklerinde elementler farklı fraksiyonlara ayrılarak topraktaki hareketliliği tartışılmış ve bu fraksiyonların belirlenen toprak özellikleri ile ilişkisi irdelenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yer kabuğu; çeşitli çevresel, jeolojik, biyolojik ve sucul sistemlerin doğal iz element kaynağıdır. Çağlar boyunca çeşitli kayalar, toprak ve sediment oluşumuyla sonuçlanan kimyasal ve fiziksel işlemlere maruz kalmış; bitkiler için gerekli olan elementlerin akümüle edildiği ve taşındığı substratlar haline dönüşmüştür (Ward, 2000). Yaşayan tüm canlılar için gerekli olan mikro besinlerin büyük bir bölümü, litosferin üst tabakası olan toprak tarafından canlılara sağlanırken, bu besinlerin bazıları atmosferden sağlanmakta ve gerekli olan su da hidrosferden sağlanmaktadır (Kabata-Pendias, 2001). Genellikle, bitkilerin kimyasal kompozisyonu, toprak veya toprak solüsyonundaki element miktarıyla yakından ilişkilidir (Ward, 2000). Bu nedenle toprak, bitkiler için iz elementlerin, mikrobeyn veya kirletici olarak temel kaynağıdır (Ward, 2000; Kabata-Pendias, 2004) ve topraktaki iz elementlerin miktarları oldukça önemlidir. Topraktaki iz elementler, besin zinciri yoluyla insan ve hayvanlara ulaşmakta ve bu canlıların dokularında birikerek metabolizmalarında belirli düzensizliklere neden olabilmektedir.

Toprakta bulunan iz elementler çok çeşitli orijinlere sahiptirler. Bunlar; litojenik, pedojenik ve antropojenik orijinli olmak üzere üç farklı şekilde toprakta yer almaktadır. Litojenik elementler; doğrudan ana kayalardan ortaya çıkmaktadır. Pedojenik elementler ise; litojenik kökenli olmasına rağmen, pedojenik işlemlerle salınmaktadır (Kabata-Pendias, 2001; Kabata-Pendias, 2004). Antropojenik elementler ise doğrudan insan aktiviteleri sonucunda ortaya çıkan elementlerdir (Kabata-Pendias, 2001).

İnsan aktiviteleri sonucunda toprağa karışan bu elementler toprak solüsyonuna geçerek, bitkiler tarafından alınabilir hale gelmektedir. Nitekim, bu elementlerin toprakta hareketinin ve bu hareketleri sonucunda toprak solüsyonuna geçerek besin zincirine dâhil olabilmesinin orijinlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Lewin ve Beckett, 1980). Bununla beraber; yapılan çalışmalarda, antropojenik orijinli elementlerin pedojenik özellikli elementlere göre daha fazla hareketli olduğu belirtilmektedir (Chlopecka, 1993; Kabata-Pendias, 2004). Buna göre; litojenik ve pedojenik özellikli olan elementlerin besin zincirine daha az dâhil olduğu ve canlılar için daha az risk içerdiği söylenebilir. Ayrıca, antropojenik özellikli elementlerin

çevresel döngülere katılarak besin zincirine dâhil olarak çevrenin doğal kompozisyonunda değişikliklere neden olduğu sonucuna varılabilir.

İnsan aktiviteleri sonucunda çevreye saçılan elementler, toprak katmanlarındaki hareketliliği nedeniyle besin zincirine dâhil olarak doğal çevre üzerinde bir takım düzensizliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle, elementlerin çevredeki davranışlarının incelenmesi gerekmektedir.

Toprak, bitkilere çözülmüş iyonlar formunda inorganik ve mineral besinler sağlamaktadır. Bitkilerin tüketilmesiyle birlikte insanlar ve diğer hayvanlar ihtiyaç duydukları besin elementlerini elde edebilmektedirler. Bitki gelişiminde toprağın temel görevlerinden birisi bitkiler için çözülmüş mineralleri sağlaması ve gerekli besinlerin dengesini sağlamasıdır (Brady ve Weil, 2002). Bitkilerin, sadece toprak solüsyonu (toprağın sıvı fazı) içindeki elementleri doğrudan alabildiği bilinmektedir (Fageria vd. 1991; Marschner, 1995; Whitehead, 2000).

İz elementlerin toprak bileşenleri arasındaki değişimleri, bu elementlerin topraktaki davranışlarını ve biyolojik olarak alınabilirliklerini kontrol eden temel işlem olduğu düşünülmektedir (Kabata- Pendias, 2004). Başka bir deyişle, toprakta bulunan elementlerin tamamı toprak solüsyonuna geçemediğinden bitkiler için alınabilir özellikte değildir. Nitekim, tüm elementlerin bitkiler tarafından alınabilmesi ve bu yolla besin zincirine dâhil olabilmesi için toprak solüsyonuna geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle, bir elementin topraktaki davranışlarının irdelenmesinde ve bu elementin besin zincirine dâhil olup canlılar için bir risk içerip içermediğinin belirlenebilmesi için topraktaki toplam miktarının belirlenmesi güvenilir sonuçlar ortaya koymayacaktır (Maiz vd. 1997). Çünkü topraktaki elementler çeşitli formlarda yer almaktadır ve farklı bileşenlerle ilişki içindedir (Tack ve Verloo, 1995).

Günümüzde, elementlerin hareketliliğinin ve toksisitesinin sahip oldukları karmaşık kimyasal formları ve toprakta bağlı bulunduğu bileşenlerle ilişkili olduğu bilinmektedir. Değişen çevre koşulları, iz elementlerin toprağın katı fazından sıvı fazına geçişine neden olabilmektedir. Elementlerin toprakta bağlı bulunduğu bileşenlerin belirlenmesiyle ortaya çıkabilecek muhtemel bir toksik etkinin veya eksikliğinin anlaşılmasında oldukça önemlidir (Gleyzes vd. 2002).

Genel bir tanımlama olmamasına rağmen, türleşme kavramı elementlerin topraktaki formlarının tanımlanması ve bu formların ölçülmesinde kullanılmaktadır. Fraksiyon kavramı ise; topraktaki elementlerin bu türleri arasındaki değişimleri açıklamakta, fakat toplam element miktarının metalin topraktaki formuna bağlı olarak daha küçük bölümlere ayrılmasını ifade etmek için kullanılmaktadır (Tack ve Verloo, 1995). Metal türlerinin bölümlere ayrılması için gerekli olan analitik işleme fraksiyonlama adı verilmektedir. Buna bağlı olarak, çeşitli araştırmacılar tarafından topraktaki elementlerin davranışları incelenmiş ve toprakta yer alan elementlerin farklı fraksiyonlarda bulunduğu belirtilmiştir. Bu fraksiyonlar;

- I) Kolay çözülebilir
- II) Karbonatlara bağlanmış
- III) Fe ve Mn oksitlere bağlanmış
- IV) Organik maddelere bağlanmış
- V) Residual

olarak belirlenmiştir (Tessier vd. 1979).

Bu fraksiyonların toprakta, sadece kolay çözülebilir, değişebilir ve toprak partikülleri tarafından zayıfça bağlanmış olanların canlılar tarafından alınabildiği belirtilmektedir (Kabata-Pendias, 2001). Bu nedenle, bir elementin topraktaki hareketliliği ve besin zincirine dâhil olabilme potansiyelinin değerlendirilebilmesi için toprakta bağlı bulunduğu farklı fraksiyonların değerlendirilmesi gerekmektedir.

## 2.1 Bor Özellikleri ve Ekstraksiyon Çalışmaları

Bor, Mendeleev Periyodik Tablosunda III. Grupta yer alan elementler arasında metal olmayan tek elementtir (Kabata-Pendias, 2001; Kot, 2009). Bor, okyanuslarda, tortul kayalarda, kömür, kil ve bazı topraklarda borat olarak ortaya çıkan bir elementtir. Bor, doğada az bulunan bir element olmasına rağmen, doğal olarak yer kabuğunda yaygın bir şekilde dağılmıştır. Yer kabuğunda yaklaşık olarak 10 mg/kg (5 mg/kg'dan 100 mg/kg aralığında değişmektedir) ve okyanuslarda yaklaşık olarak 4.5 mg/kg kadar bulunur (Kot, 2009).

Bor, çevreye çok çeşitli yollarda yayılmaktadır. Kayaların aşınması doğal çevrede en önemli bor kaynağı olarak gösterilebilir. Park ve Schlesinger (2002) dünya çapında nehirlerde çözünen ve bu yolla taşınan maddelere dayanarak,

kimyasal aşınma ile yıllık  $0.043 \times 10^9$  kg ve mekanik aşınma ile de yıllık  $0.15 \times 10^9$  kg borun çevreye saçıldığını hesaplamışlardır. Klee ve Graedel (2004) kayaların aşınması sonucu  $0.026 \times 10^9$  kg borun çevreye saçıldığını hesaplamıştır.

Doğal yollarla çevreye saçılan bor ile beraber, insan aktiviteleri sonucunda yüksek düzeyde bor saçılmakta ve madencilik uygulamaları insan aktiviteleriyle ortaya çıkan borun en önemli kaynaklarından birisi olarak göze çarpmaktadır. Çeşitli araştırmacılar madencilik işlemleri sonucunda çevreye saçılan boru yaklaşık olarak  $0.31 \times 1.36 \times 10^9$  kg olarak rapor etmişlerdir (Argust, 1998; Park ve Schlesinger, 2002; Klee ve Graedel, 2004). Ayrıca, Argust (1998) ve Park ve Schlesinger (2002)'e göre insanlar tarafından yerkabuğundan ekstrakte edilen borun, kayaların parçalanmasıyla ortaya çıkan bordan yaklaşık olarak 1.5 kat daha fazla olduğu ve yıllık endüstriyel kullanıma giren borun  $0.3-0.4 \times 10^9$  kg olduğu belirtilmektedir.

Bor, endüstriyel olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Cam malzeme ve deterjan üretimi borun endüstride kullanıldığı en önemli alanlardır ve bununla beraber; metal alaşımlarında, yangın söndürücülerde ve kimyasal gübrelere kullanılmaktadır. Ayrıca, borun kullanımı 2001 yılından 2005 yılına kadar % 4.7 arttığı ve  $1.8 \times 10^9$  kg'a ulaştığı belirtilmektedir (Kot, 2009).

Borun endüstride birçok alanda kullanılmasının yanı sıra bitkiler için mikro besin elementidir (Goldberg, 1997; Nable vd. 1997; Kabata-Pendias, 2001; Kot, 2009). Nitekim, bor yüksek bitkilerde optimum büyüme için zorunlu bir mikro besindir. Genellikle, eksikliği ve toksisitesi arasında oldukça küçük bir fark vardır ve bor toksisitesi bor eksikliğine göre daha az yaygındır (Howe, 1998). Bunun için, belirli bir bölgedeki bor toksisitesinin ve eksikliğinin belirlenebilmesi için toprak solüsyonundaki bor miktarının arazi koşulları dikkate alınarak değerlendirilmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Ryan vd. 1977). Çünkü toprak solüsyonundaki bor bitkiler için kolaylıkla alınabilen bordur, fakat bunun toplam borun %3'ünden az olduğu bilinmektedir (Jin vd. 1987; Tsadilas vd. 1994). Bu nedenle; toprakta borun bitkiler için yararlılığının ve ortaya çıkabilecek toksisitenin değerlendirilebilmesi için toplam bor miktarının belirlenmesi güvenilir sonuçlar vermeyecektir.

Toprakta borun farklı formlarda olduğu göz önüne alınarak, araştırmacılar tarafından farklı fraksiyonlarda incelenmiştir ve bu fraksiyonlar;

- I) Kolay çözülebilir bor
- II) Spesifik olarak adsorbe edilmiş bor
- III) Oksitlere bağlanmış bor
- IV) Organik olarak bağlanmış bor
- V) Residual bor

olarak belirlenmiştir (Jin vd. 1987; Tsadilas vd. 1994; Hou vd. 1996). Bor fraksiyonlarının belirlenmesi ve topraktaki hareketliliğinin değerlendirilmesi elementin bitkilere geçişini ve bu yolla besin zincirine dâhil olabilirliliğini anlamamız için önemli bilgiler sunacaktır (Raza vd. 2002).

Borun alınabilirliği, farklı toprak ve iklim faktörleri tarafından etkilenmektedir. Nitekim, bitkilerin sadece toprak solüsyonundaki bor ile ilgilendiği ve toprak yüzeyindeki borun toksik kabul edilemeyeceği belirtilmektedir (Ryan vd 1977; Keren vd. 1985).

Toprakta borun adsorpsiyonunu etkileyen toprak özellikleri çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmış ve buna bağlı olarak topraktaki hareketliliği belirlenmeyi amaçlanmıştır. Goldberg vd. (2000) tarafından bor emiliminin toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi araştırılmıştır. Artan toprak pH'ı ile topraktaki bor adsorpsiyonunun arttığı belirlenmiş ve en yüksek emilimin pH değeri 9 olduğunda ortaya çıktığı ve artan pH değeriyle birlikte bor emiliminde azalmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bu tip emilime parabolik emilim denildiği ve bor adsorpsiyonunda bu tip emilimin karakteristik olduğu belirtilmektedir.

Bor fraksiyonları, çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir. pH, organik madde, killi mineraller, Fe ve Al oksitler, karbonatlar, tarımsal faaliyetler gibi bazı faktörler ekstrakte edilebilir bor miktarını ve bor fraksiyonları içindeki dağılımlarını değiştirebilmektedir (Jin vd., 1987; Hou vd. 1994; Tsadilas vd. 1994).

pH borun topraktaki hareketliliğini ve buna bağlı olarak alınabilirliğini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Toprak solüsyonunun pH'ı artıkça borun bitkiler tarafından alınabilirliğinin azaldığı belirtilmektedir (Goldberg, 1997). Ayrıca, bitkilere kolaylıkla geçebilen topraktaki çözünebilir bor miktarının toprak solüsyonunun pH'ı düşüken daha yüksek olduğu belirtilmektedir ve pH 7

civarındayken bitkiler tarafından alınabilirliğinin en düşük olduğu belirtilmektedir (Kabata-Pendias, 2001).

Çeşitli araştırmacılar bor fraksiyonlarının bitkiler tarafından alınabilirliğini araştırmışlardır. Jin vd. (1987) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, mısır dokularında bor konsantrasyonun kolaylıkla çözülebilen bor formlarıyla (suda çözülebilir, spesifik olarak adsorbe edilmiş, non-spesifik olarak adsorbe edilmiş ve Mn hidroksitlere bağlanmış) pozitif korelasyon gösterdiğini ve bu dört bor formunun topraktaki toplam borun sadece % 0.4-2'si olduğunu belirtmektedir.

Xu vd. (2001) bor fraksiyonlarının toprak özelliklerine bağlı olarak değişimini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, pH ile non-spesifik olarak adsorbe edilmiş bor, Mn oksitlere bağlanmış bor ve Fe-Al oksitlere bağlanmış bor fraksiyonları ile pozitif yönlü anlamlı ilişkiler elde etmişlerdir, bununla beraber; spesifik olarak adsorbe edilmiş borun herhangi bir iklim özelliği veya toprak özelliği ile arasında ilişki olmadığını rapor etmektedir.

Toplam bor miktarının, bitkiler tarafından alınabilir bor için güvenilir bir belirteç olmadığı belirtilmektedir. Bu nedenle, birçok araştırmacı borun topraktaki hareketliliğiyle beraber toprak solüsyonu vasıtasıyla bitkiler tarafından alınabilirliğini belirlemek amacıyla çeşitli ekstraktantlar kullanmıştır (Sah ve Brown, 1997). Uzun zamandır sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor, bitkiler tarafından alınabilirliğinin belirlenmesi için uygun bir indeks olarak kabul edilmektedir. Fakat, sıcak su yönteminin standartlaştırılamaması nedeniyle alternatif olarak çeşitli yöntemler denenmiştir (Sah ve Brown, 1997). Sıcak su ile ekstraksiyon yöntemine alternatif olarak; 0.01 mol/L  $\text{CaCl}_2$  + 0.05 mol/L mannitol ile 20 °C'de ekstraksiyon (Cartwright vd. 1983), 1 N  $\text{NH}_4$ -Asetat (pH:7) ile ekstraksiyon (Sakal vd. 1993), 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  ile ekstraksiyon (Hou vd. 1996) denenilen yöntemlerden bazılarıdır.

Benzer şekilde, Harmankaya ve Gezgın (2005) tarafından Konya Ovasında bor fraksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, toprak partikülleri tarafından zayıf olarak adsorbe edilmiş ve kolaylıkla bitkiler tarafından alınabilen bor miktarının belirlenmesi için beş farklı ekstraktant kullanılmış ve bu çalışmada kullanılan ekstraktantların verimliliğinin toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi irdelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda ekstraktantların verimliliği, 1M  $\text{NH}_4$ -Asetat > 0.005M DTPA > 0.01M  $\text{CaCl}_2$  > Sıcak Su yönünde olduğu ve alkalın

karakterli topraklarda en iyi sonucun 1M  $\text{NH}_4$ -Asetat ile elde edilebildiği belirtilmiştir.

Matula (2009) tarafından farklı tarım arazilerinden alınan topraklara farklı konsantrasyonlarda bor eklenmiş ve çeşitli ekstraktantların verimliliğini test edilmiştir. Buna göre; Mehlich-3 testiyle herhangi bir korelasyon olmadığını görülürken, sıcak su ve  $\text{NH}_4$ -Asetat ile ekstrakte bor arasında bir ilişki olduğunu belirlenmiştir.

Borun, farklı iklim koşulları altında hareketliğinin ve bitkilere geçişinin belirlenmesi amacıyla tek ekstraktantların yanı sıra ardışık ekstraksiyon prosedürleri de geliştirilmiş ve borun davranışları irdelenmiştir (Jin vd. 1987; Hou vd. 1996). Nitekim, yapılan tüm ekstraksiyon çalışmaları kesin sonuç vermemesine rağmen elementlerin topraktaki davranışları hakkında yararlı bilgiler vermesi bakımından önemlidir.

## 2.2 Ağır Metallerin Toprakta Davranışları ve Ekstraksiyon Prosedürleri

Çeşitli yollara çevreye saçılan ağır metallerin bazıları (Cd, Pb, Hg) canlılar için toksik özellikte iken diğerleri bitkiler için gerekli mikrobesein (Cu, Zn, Fe, Co, Mo vb.) elementidir. Fakat bu elementlerin artan miktarları da canlılarda toksin etkisi gösterebilmektedir.

İnsan aktiviteleri sonucunda çevreye saçılan elementlerin oldukça hareketli olması doğal döngülerde bazı düzensizliklere neden olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından elementlerin özellikle topraktaki kabul edilebilir en yüksek konsantrasyonunun ve kirletilmemiş bölgelerdeki elementlerin referans değerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Crommentuijun vd. (2000) yaptıkları uzun süreli gözlemler sonucu, topraklarda kabul edilebilir en yüksek element miktarını ve kirletilmemiş bölgelerdeki toprakların referans değerlerini hesaplamışlardır. Buna göre; Hollanda'dan kirletilmemiş 40 farklı alandan alınan topraklarda yapmış oldukları ölçümler sonucu Cd için 0.8, Cr için 100, Cu için 36, Pb için 85, Hg için 0.3, Mo için 0.5, Ni için 35 ve Zn için 140 mg/kg olarak hesaplariken aynı elementler için sırasıyla en yüksek kabul edilebilir miktarı Cd için 1.6, Cr için 100, Cu için 40, Pb için 140, Hg için 2.2, Mo için 254, Ni için 38 ve Zn için 160 mg/kg olarak rapor etmiştir.

Rapor edilen bu değerlerle beraber toprakta elementlerin çeşitli faktörlere bağlı olarak hareketliliğinin tartişılması gereklidir. Çünkü önceki bölümlerde belirtildiği gibi elementlerin topraktaki hareketliliği sonucu besin zincirine dâhil olurken toksisitesinin değerlendirilebilmesi için topraktaki hareketliliğinin değerlendirilmesinde yarar vardır.

Elementlerin toprağın farklı fazlarındaki dağılımının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan teknikler ve çeşitli ekstraksiyon prosedürleri bulunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında; iki grup ekstraksiyon işlemi göze çapmaktadır. Bunlar; tek ekstraksiyon işlemi ve ardışık ekstraksiyon işlemleridir (Rauret, 1998).

Ardışık ekstraksiyon prosedürleri önceleri sediment analizi için geliştirilmesine rağmen, sonraları toprak analizlerinde de kullanılmaya başlanmıştır (Hickey ve Kittrick, 1984; Jarđao ve Nickless, 1989; Li vd. 1995).

Tessier vd. (1979) tarafından geliştirilen ve “Tessier metodu” olarak bilinen beş adımlı ardışık ekstraksiyon prosedürü yirmi yılı aşkın bir süredir kabul görmektedir (Gleyzes ve ark. 2002). Bu ardışık ekstraksiyon prosedürü ile birlikte metaller beş ayrı fraksiyonda incelenmektedir. Tessier metodunun işlem basamakları ve kullanılan ekstraktantlar Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tessier metodunun yanı sıra birçok araştırmacı tarafından ardışık ekstraksiyon prosedürü geliştirilmiş ve bu ekstraksiyon prosedürlerinin güvenilirliği tartişılarak en uygun ekstraktantın bulunması için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Ma ve Uren, 1998; Maiz ve ark. 1997).

Genel olarak geliştirilen ardışık ekstraksiyon prosedürleri incelendiğinde; geliştirilen prosedürlerin kalite kontrolünün yapılamaması ve işlemler sırasında sonucu etkileyebilecek çeşitli faktörlerin ortaya çıkabilmesi nedeniyle tüm prosedürlerin avantajları ve dezavantajlarının bulunduğu ve hiçbir analitik prosedürün ideal olmadığı belirtilmektedir. Fakat seçilen prosedürlerin örnek özelliklerine bağlı olarak seçilmesinin gerekliliği vurgulanırken kullanışlı bilgiler ortaya koyduğu belirtilmektedir (Gleyzes vd. 2002).

**Tablo 2.1** Tessier metodunun işlem basamakları ve kullanılan ekstraktantlar (Tessier vd. 1979)

İzlenen Adımlar	Fraksiyon	Kullanılan Ekstraktant
1. Adım	Kolay çözülebilir	1 mol/L MgCl <sub>2</sub> pH:7
2. Adım	Karbonatlara Bağlanmış veya Spesifik olarak absorbe edilmiş	1 mol/L NaOAc, pH:5
3. Adım	Fe/ Mn oksitlere bağlanmış	0.04 mol/L NH <sub>2</sub> OH.HCl
4. Adım	Organik maddelere ve sülfütlere bağlanmış	0.02 mol/L HNO <sub>3</sub> , %30 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> içinde, pH:2; 3.2 mol/L NH <sub>4</sub> OAc, %20 HNO <sub>3</sub> içinde
5. adım	Residual	HNO <sub>3</sub> +HCl+HF

Geliştirilen prosedürler, çeşitli araştırmacılar tarafından karşılaştırarak sonuçları tartışıldığı görülmektedir. Benzer şekilde, Romaguera vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, üç ardışık ekstraksiyon prosedürünün karşılaştırılması yapılmış ve elementlerin hareketliliği ve bu yolla bitkiler tarafından alınabilirliğinin toprağın farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değiştiği sonucuna varılmıştır.

Bununla beraber; toprakta elementlerin alınabilirliğini etkileyen en önemli faktörlerin pH, redoks potansiyeli, organik madde niteliği, mineral kompozisyonu, sıcaklık ve su rejimi olduğu belirtilmektedir (Kabata-Pendias, 2004).

Chuan vd. (1996) kirlenmiş topraklarda Pb, Cd, ve Zn hareketliliğini araştırdıkları çalışmada, üç farklı pH derecesinde metal çözünürlüğünün pH'a ve redoks potansiyeline bağlı olarak değiştiği görülürken, metal çözünürlüğünün asidik ve düşük redoks potansiyeli olan topraklarda yüksek olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.

Wang vd. (2006) toprağın pH derecesine bağlı olarak Zn ve Cd hiperakümülatörü olarak bilinen *Thlaspi caerulescens*'e bu elementlerin geçişini araştırdıkları çalışmalarında toprağın pH derecesinin düşmesine bağlı olarak elementlerin geçişinin arttığını rapor etmişlerdir.

Genel olarak, toprakta ağır metallerin ve borun çevresel olarak etkilerinin araştırılması için toplam miktarlarının belirlenmesi güvenilir sonuçlar vermeyecektir. Nitekim, elementlerin farklı toprak bileşenlerinde yer alması ve çeşitli faktörler

tarafından etkilenmesi bitkilere geçişini etkilemektedir. Bu nedenle bir elementin çevresel etkisinin araştırılmasında fraksiyon çalışmalarının yapılmasında yarar vardır.

### 2.3 Makrofungusların Bor ve Ağır Metal İçeriği ile İlgili Çalışmalar

Ülkemiz, mantarların yetişebilmesi için uygun ekolojik özelliklere sahiptir ve ülkemizde mantar florası yönünden oldukça zengindir (Solak vd. 2007; Sesli ve Denchev, 2010).

Gelişen teknolojiyle beraber çevreye saçılan ağır metallerin mantarlar tarafından yüksek düzeyde akümüle edebildiği son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur (Yılmaz vd. 2003; Falandysz vd. 2004; Mendil vd. 2004; Falade vd. 2008; Yağız vd. 2008).

Kalac ve Svobada (2000)'ya göre; mantarların metal konsantrasyonunun türe bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Bununla beraber; mantarların, metalleri yüksek düzeyde akümüle edebilme yeteneği sayesinde çevresel kirliliğin belirlenmesinde biyoindikatör olarak kullanıldığı; fakat hiçbir mantar türünün tam olarak ağır metallerle kirlenmiş bölgelerin biyoindikatörü olamayacağı belirtilmektedir. Bununla beraber; mantarların kirlenmiş ve kirlenmemiş bölgelerin birbirinden ayırt edilebilmesi için kullanışlı bilgiler sağlayabileceği belirtilmektedir.

Ayrıca, iz elementlerin konsantrasyonları mantarların türleri, toplanma alanları, fruktifikasyon organlarının ve misellerinin yaşı, kirlenme kaynağına olan uzaklığıyla yakından bağlantılı olduğu belirtilmektedir (Kalac vd. 1991).

Nikkarinen ve Mertanene (2004) literatürde mantarların elemental kompozisyonu ile ilgili yapılan çalışmaların kirlenmiş bölgelerdeki mantarlar üzerine yapıldığını belirtmektedirler. Yaptıkları çalışmada, Finlandiya'da farklı özelliklerdeki kirlenmemiş iki farklı jeolojik bölgeden topladıkları *Boletus edulis* Bull. ve *Lactarius trivialis* (Fr.) Fr.'in hemen altından toprak örnekleri olarak mantarların element kompozisyonlarını belirleyip doğal ve jeokimyasal bölgelerin örnekler üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Mantarların element konsantrasyonları ile üzerinde yetiştiği substrat kompozisyonu arasında sıkı bir ilişki olduğu bilinmektedir. Kalac (2010)'a göre, mantarların substratlarından element akümüle edebilme yeteneğinin

biyokonsantrasyon faktörü, fruktifikasyon organı ve substratın elemental kompozisyonuna bağlıdır. Bu noktada, ektomikorizal mantarların elementleri aldıkları substrat horizonu hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır. İz element analizlerinde genellikle 0-10 cm derinlikteki toprakların analiz edildiği ve orman topraklarındaki bu katmanın temelde organik madde içerdiği belirtilmektedir. Nitekim, *Suillus luteus* (L.) Roussel gibi bazı mantar türlerinin misellerinin mineral horizonla bağlantılı olduğu bilinmektedir (Rosling vd. 2003). Bu nedenle, mantarların toplandıkları bölge ve substrat kompozisyonunun elemental kompozisyonları üzerinde oldukça etkili ve önemli olduğu görülmektedir.

Işiloğlu vd. (2001) Akhisar'da yol kenarından ve yola uzak alanlardan topladıkları mantar örneklerinin ağır metal içeriğini belirlemiş ve trafik kirliliğine bağlı olarak yol kenarındaki mantarların Pb akümüle ettiğini gözlemlemişlerdir.

Işıldak vd. (2004) Tokat'ta doğal olarak yetişen mantarların ağır metal içeriğini belirlemiş ve Cd, Pb, Zn ve Mn konsantrasyonlarının kabul edilebilir düzeyde olmasına rağmen tüm örneklerde Fe içeriğinin yüksek olduğunu belirtmektedirler.

Rudawska ve Leski (2005) Polonya'dan topladıkları 160 mantar örneği ile 15 orman toprağında makro (N, P, K, S, Ca, Mg) ve mikro (Al, Zn, Fe, Mn, Cd, Pb) elementleri belirlemişlerdir. Mantarların tüm makro element içeriğinin, topraklara oranla daha yüksek değerde olduğu rapor edilmektedir. Ayrıca, *Xerocomus chrysenteron* (Bull.) Quél., *Amanita rubescens* Pers. ve *Xerocomus badius* (Fr.) Kühner'un Cd konsantrasyonlarının tolere edilebilir miktarın üzerinde olduğunu belirtmektedirler.

Son yıllarda mantarların ağır metal konsantrasyonları birçok araştırmacı tarafından araştırılmasına rağmen, bor konsantrasyonları ile yeterli verilerin olmadığı görülürken mantarların bor içeriğinin sınırlı sayıdaki çalışmayla literatürde yer almaktadır.

Vetter (1995) Budapeşte'de 12 farklı lokasyonda doğal olarak yetişen ve yenilebilir özellikte olan mantarların bor içeriğini belirlemiş ve *Marasmius wynneae* Berk. & Broome'nin 54,3 mg/kg ile en yüksek bor içeriğine sahip mantar türü olduğunu rapor etmiştir. Bununla beraber; *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm.'nın 401-607 mg/kg ile karakteristik olarak bor akümüle edebildiğini belirtmektedir.

Sanmee vd. (2003) Tayland'daki ulusal parklardan topladıkları 12 mantar türünün besin değerlerini belirledikleri çalışmalarında *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan 2.4 mg/kg, *Craterellus aureus* Berk. & M.A. Curtis 2.1 mg/kg, *Craterellus odoratus* (Schwein.) Fr. 6 mg/kg, *Heimiella retispora* (Pat. & C.F. Baker) Boedijn 1.6 mg/kg, *Heimiella sp.* 1.8 mg/kg, *Lactarius glaucescens* Crossl 1.9 mg/kg, *Phaeogyroporus portentosus* (Berk. & Broome) McNabb 2.2 mg/kg, *Russula alboareolata* Hongo 4.2 mg/kg, *Russula lepida* Fr. 7.1 mg/kg, *Russula nigricans* (Bull.) Fr. 2.4 mg/kg, *Russula virescens* (Schaeff.) Fr. 2.1 mg/kg, *Russula xerampelina* (Schaeff.) Fr. 4.2 mg/kg bor içerdiğini rapor etmişlerdir.

Vetter (2005) Macaristan'da doğal olarak yetişen *Amanita sp.* üyelerinin mineral kompozisyonunu belirlemiş ve mantarların bor konsantrasyonunu 0.63-15.1 mg/kg aralığında değişirken analiz edilen mantarların çoğunluğunun bor konsantrasyonunun 4-6 mg/kg aralığında yer aldığı rapor edilmiştir. Ayrıca, *Trametes sp.* üyelerinin bor ortalamasının 13.5 mg/kg olduğu ve *Amanita sp.* üyelerinden daha yüksek ortalama sahip olduğunu belirtmektedir.

Eldeki verilere göre; yüksek düzeyde ağır metal akümüle edebilen mantar türleri uzun zamandır araştırılmaktadır. Fakat mantarların bor içeriği konusundaki verilerin yetersizliği, mantarların borla ilişkisinin belirsiz olmasına neden olmaktadır. Nitekim, Vetter (1995), *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm.'da yüksek düzeyde bor elde ederken *Amanita sp.* üyelerinin bor içeriğinin göreceli olarak az olduğu görülmektedir. Bu nedenle, mantarların bor kompozisyonunun belirlenmesinin oldukça önemli olduğu görülmektedir.

Besin maddesi olarak tüketilen mantarların bor konsantrasyonlarının değerlendirilmesi, borun mantarlar vasıtasıyla insanlara geçişinde oldukça önemlidir. Nitekim, bazı bitkilerin yenilebilir bölümlerinin bor konsantrasyonunun 1.3 ile 16 mg/kg aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Tablo 2.2) Bununla beraber; bazı bitkilerin yüksek düzeyde boru tolere edebildiği de bilinmektedir. Makrofungusların besin maddesi olarak kullanılabilen bazı bitkilerden daha yüksek bor içerdiği görülmektedir. Benzer şekilde; Macaristan'da yetişen makrofungusların ortalama bor konsantrasyonunun yeşil bitkilerinkinden daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Vetter, 1995). Bununla beraber; kültür mantarının (*Agaricus bisporus* [J.E. Lange] Imbach) 3.57-3.73 mg/kg bor içerdiği rapor edilmiştir (Vetter, 2005).

**Tablo 2.2** Bazı bitkilerin yenilebilir bölümlerinin bor içeriği (mg/kg, KA) (Kabata-Pendias, 2001)

Bitki türü	Bor	Bitki türü	Bor
Mısır	1.5	Fasülye	13
Lahana	14	Marul	1.3
Havuç	9.9	Soğan	10
Patates	6.1	Domates	6
Elma	8.3	Portakal	9.4

USEPA (Anonim, 2008) verilerine göre, 3.68 mg/kg'dan daha az bor alındığında semptomlar görülmezken, alınan miktar 20-25 mg/kg'a ulaştığında mide bulantısı ve kusmanın ortaya çıktığı belirtilmektedir. Ayrıca, USEPA (Anonim, 2008) verilerine göre; kazayla yüksek dozda maruz kalınmasıyla ortaya çıkan zehirlenme vakalarının araştırıldığı çalışmalar, lethal dozun yetişkinler için 15-20 g. (yaklaşık olarak 200-300 mg/kg), çocuklar için 5-6 g. (yaklaşık olarak 70-85 mg/kg) ve bebekler için 2-3 g. (yaklaşık olarak 30-45 mg/kg) olduğunu belirtmektedir. Murray ve Schlekot (2004) tarafından bor toksisitesinin değerlendirilmesi yapılmış ve günlük tolere edilebilir bor miktarının erkekler için 12-28 mg/kg, kadınlar için 10-24 mg/kg olduğu belirtilmiştir. Bu verilere göre; özellikle Bor Madenleri ve çevresinde yetişen yenilebilir özellikteki mantarların bor konsantrasyonlarının belirlenmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Nitekim, maden çevresinden toplanan mantarların tüketilmesiyle halk sağlığına olan etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Mantarların biyoindikatör olarak kullanılmasının yanı sıra ekosistemde oldukça önemli görevler üstlenmiştir. Mantarların bitkilerle beraber mikoriza yaparak hem bitkiler için hem de kendileri için bazı yararlar sağladığı bilinmektedir. Nitekim, mikorizal mantarların ağır metallerin bitkilere geçişinde filtre görevi gördüğü düşünülmekte ve mikorizanın metal toksisitesinden korunmak için önemli bir hücre dışı strateji olduğu belirtilmektedir (Jentshcke ve Godbold, 2000). Bununla beraber; bazı çalışmalarda metal toksisitesinin azaltılabileceğine yönelik veriler rapor edilmektedir (Leyval vd. 1997; Jentshcke ve Godbold, 2000). Bu nedenle, yenen türlerde ağır metal birikiminin canlılar için toksik özellik göstermesinin yanı sıra,

yenmeyen türlerinde metal konsantrasyonlarının belirlenmesi oldukça önemli olduğu görülmektedir.

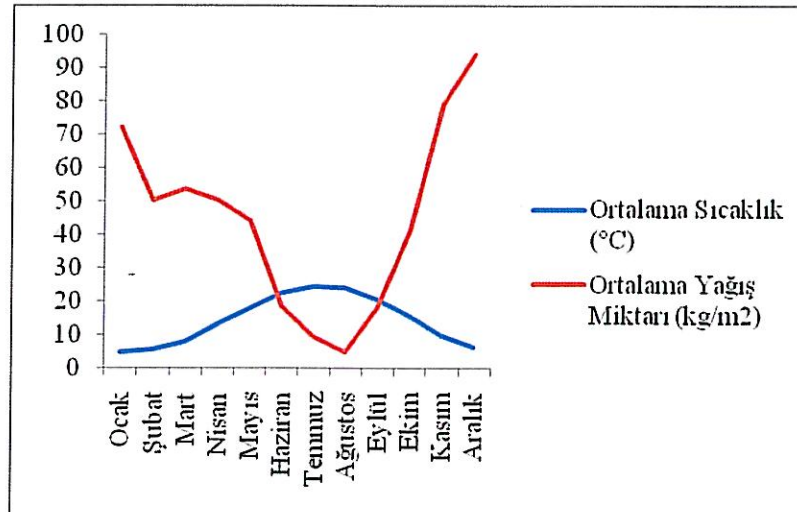
### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Örneklem

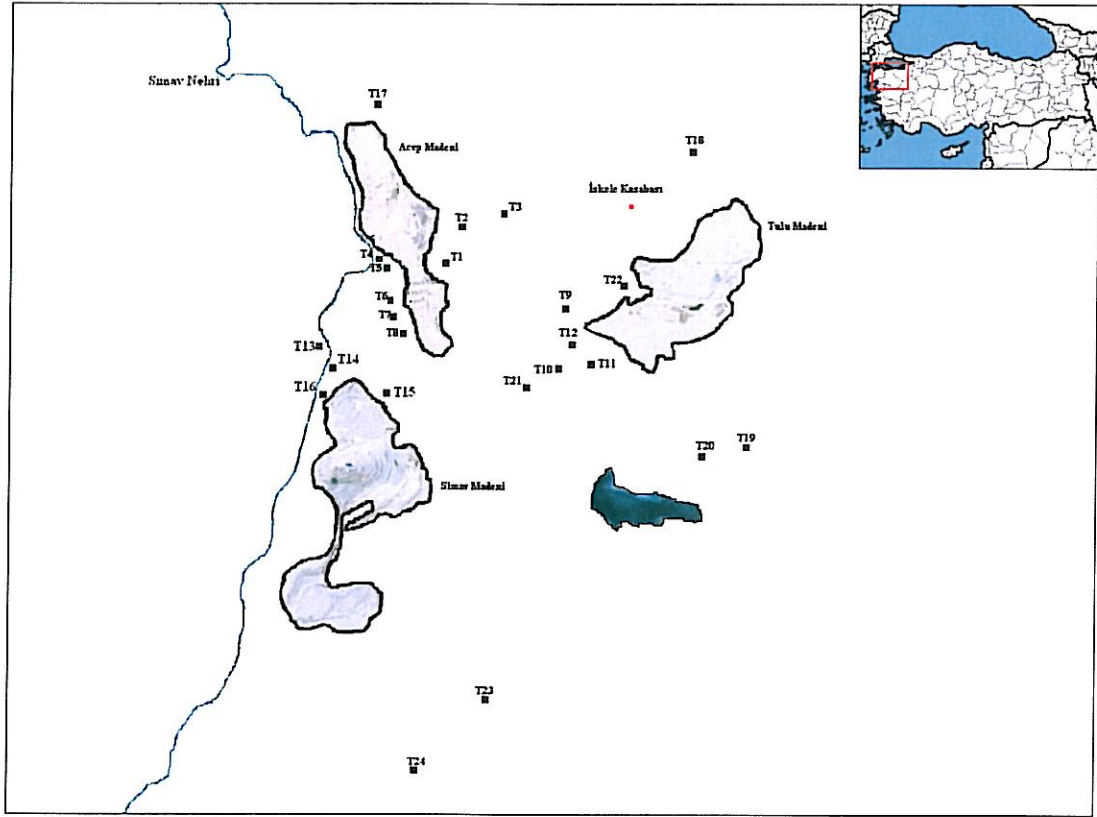
Yapılan bu çalışmada, Balıkesir ilinin Bigadiç ilçesinde yer alan Bor Madenleri ve çevresi araştırma örneklemini olarak seçilmiştir. Bigadiç ilçesi, eski İzmir-Balıkesir karayolu üzerinde Balıkesir'e 38 km uzaklıkta yer almaktadır. Bigadiç ilçesinde, üç tane aktif olarak çalışan Bor Madeni bulunmaktadır ve bu madenlerin çevresinde ormanlık alanlar yer almaktadır. Ayrıca madenlerin yakınından Simav Nehri de geçmektedir.

Bigadiç ilçesinin Marmara ve Ege Bölgesi geçiş alanında yer almasından dolayı Akdeniz ve Karasal iklimin geçiş özelliklerini göstermektedir. Genellikle, yazlar sıcak ve kurak, sonbahar uzun ve ılık geçerken, kış ayları zaman zaman kar yağışlı ve bazen kurak, ilkbahar ise kısa ve yağışlı geçmektedir.

Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü (Anonim, 2010) verilerine göre; Balıkesir ilinin 1975-2008 yılları arasındaki ortalama sıcaklık ve yağış miktarları Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Balıkesir ilinin 1975-2008 yılları arasındaki ortalama sıcaklık ve yağış miktarındaki değişim (Anonim, 2010)



Şekil 3.2. Bor madenleri çevresinde toprak örneklerinin alındığı yerler

### 3.2 Materyal

Araştırma materyalini, 2009 yılı sonbaharında toplanan 46 makrofungus örneği ile makrofungusların hemen altından ve bölgeyi temsil edebilecek 24 adet toprak örneği oluşturmaktadır. Makrofungus örnekleri daha önceden belirlenmiş farklı lokasyonlardan toplanmış ve örneklerin madenlere olan uzaklıkları kaydedilmiştir.

Bor Madenleri çevresinden toplanan makrofungus örneklerinin bor konsantrasyonları ile karşılaştırmak amacıyla bor havzası olmayan bölgelerden (Muğla) toplanan bazı makrofungus örnekleri de çalışma materyali olarak kullanılmıştır.

Toplanan makrofungus örneklerine arazi numarası verilerek habitat bilgileriyle birlikte arazi defterine kaydedilmiş ve tür teşhisinde kullanılmak üzere dijital fotoğraf makinesiyle örneklerin resimleri çekilmiştir. Örnekler laboratuvar ortamına taşınarak analize hazırlanmıştır.

Toprak örneklerinin bir kısmı rastgele olmak üzere makrofungus örneklerinin altından ve diğer kısmı ise çalışma alanını temsil edebilecek şekilde rastgele olarak Bor Madenleri etrafından alınmıştır. Toprak örnekleri alınırken bir bel küreği yardımıyla toprak yüzeyinden “V” şeklinde 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örnekleri, polietilen torbalara konulmuş ve her bir örneğe arazi numarası verilerek arazi defteri kaydedilmiş ve GPS koordinatları alınmıştır.

### **3.3 Örneklerin Kimyasal Analize Hazırlanması**

#### **3.3.1 Toprak örneklerinin kimyasal analize hazırlanması**

Toprak örnekleri, Kacar’a (1998) uygun olarak kimyasal analize hazırlanmıştır. Toplanan her bir toprak örneğine örnek kodu verildikten sonra tozdan ve kirleticilerden arındırılmış bir odada kabından boşaltılarak temiz, kalın bir kâğıt üzerinde serilmiş ve kâğıtların üzerine örnek kodları kaydedilmiştir. Havada kurumamanın kolaylaştırılması için büyük topaklar parçalanmış ve zaman zaman topraklar alt üst edilmiştir.

Havada kurutma işlemi tamamlanan toprak örneği başka bir odaya alınmıştır. Gözle görülen taş parçaları ve organik maddeler ayrıldıktan sonra iri toprak parçaları kuru, temiz ve sert bir ahşap yüzeyde hafifçe ezilmiştir. Ezilme işlemi sırasında kum veya çakıl parçacıklarının ezilmemesine özen gösterilmiştir. Ezilen topraklar, 2 mm (10mesh) gözenek genişliğine sahip bir plastik elek yardımıyla elenmiştir. Eleme işlemi sırasında eleğin üzeri kapatılarak ince toprak taneciklerinin havaya saçılması önlenmiştir. Elekten geçirilen örnekler kimyasal analize kadar temiz polietilen torbalarda saklanmıştır.

#### **3.3.2 Makrofungus örneklerinin kimyasal analize hazırlanması**

Laboratuar ortamına taşınan makrofungus örnekleri, toprak ve bitki parçaları ile mantarın ezilen kısımları plastik bıçak yardımıyla temizlendikten sonra laboratuar ortamında kurutma kâğıdı üzerinde kurumaya bırakılmıştır.

Kuruyan örneklerin sporları, bir pens yardımıyla alınarak mikroskopta incelenmiş ve spor ölçüleri belirlenmiştir. Örneklerin spor ölçüleri, morfolojik özellikleri ve habitat özellikleri göz önüne alınarak bu alanda yazılmış teşhis

anahtarları yardımıyla tür teşhisi yapılmıştır (Phillips, 1988; Moser, 1983; Breitenbach ve Kränzlin, 1984-2000; Hansen ve Knudsen, 2000; Knudsen ve Vesterhold, 2008)

Teşhis edilen makrofungus örnekleri, bidistile su ile yıkanarak toprak ve diğer yabancı maddelerden tamamen arındırılmıştır. Yıkanan örnekler 50 °C'de 48 saat etüvde kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler agat havan ve öğütücü yardımıyla ezilerek kimyasal analize hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan örnekler analize kadar temiz polietilen torbalarda buzdolabında saklanmıştır.

### **3.4 Örneklerin Kimyasal Analizi**

#### **3.4.1 Toprak örneklerinin kimyasal analizi**

##### **3.4.1.a pH belirlenmesi**

Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekte elenmiş 10 gr toprak örneği üzerine 20 ml bidistile su konularak 5 dakika karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karışım 30 dakika bekletildikten sonra cam elektrotlu pHmetre ile pH değeri ölçülmüştür (Radojevic ve Bashkin, 1999). Kullanılan cihazın kalibrasyonu üretici firma tarafından temin edilen solüsyonlar ile yapılmıştır.

##### **3.4.1.b Elektrik iletkenliğinin belirlenmesi**

Havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekte elenmiş 10 gr toprak örneği üzerine 20 ml bidistile su konularak 5 dakika karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karışım 30 dakika bekletildikten sonra iletkenlik ölçerde iletkenlik değerleri ölçülmüştür (Radojevic ve Bashkin, 1999). Kullanılan cihazın kalibrasyonu üretici firma tarafından temin edilen solüsyonlar ile yapılmıştır.

##### **3.4.1.c Organik madde miktarının belirlenmesi**

Havada kurutulmuş 0.5 mm elekte geçirilmiş 10-20 gr. kadar toprak örneği darası (T) önceden belirlenmiş porselen kül kabına konulduktan sonra 105 °C sıcaklıkta fırında 2 saat bekletilmiştir. 2 saat sonunda fırından çıkartılan örnekler oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra elektronik terazi ile ağırlığı belirlenmiştir (A+T).

Ağırlığı belirlenen örnekler fırına tekrar konulmuş ve fırın sıcaklığı yavaş yavaş 550 °C'ye artırılmıştır. Fırın sıcaklığı 550 °C'ye ulaştıktan sonra örnekler bu sıcaklıkta 5 saat boyunca yakılmıştır. 5 saat sonunda örnekler fırından çıkartılmış ve oda sıcaklığına değin soğuduktan sonra elektrikli terazi ile tekrar ağırlığı belirlenmiştir (B+T). Örnekler yakıldıktan sonraki ağırlık kaybına bağlı olarak organik madde miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Horneck vd. 1989).

Toprak örneğindeki organik madde miktarı, % = [(A+T)-(B+T)] / A

#### **3.4.1.d Toplam bor ve ağır metal miktarlarının belirlenmesi**

Havada kurutulmuş ve 2 mm elekten geçirilmiş 1 gr toprak örneği porselen krozeye konulmuştur. Örneğin üzerine 15 ml kral suyu (HCl + HNO<sub>3</sub>, 3:1 oranında) eklenerek bir gece oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bir sonraki gün, bir gece asit karışımı içinde bekleyen örnekler 50 °C'de 30 dakika ısıtılmıştır. Daha sonra fırın sıcaklığı 120 °C'ye yükseltilerek ısıtma işlemi 2 saat boyunca devam etmiştir. Isıtma işlemi tamamlandıktan sonra örneklerin oda sıcaklığına kadar soğumasına izin verilmiştir. Soğuyan örneklere 10 ml 0.25 M HNO<sub>3</sub> eklenmiştir. Örnekler filtre kâğıdı yardımıyla süzölmüştür ve bir miktar 0.25 M HNO<sub>3</sub> ile filtre kâğıdı ve kroze yıkandıktan sonra süzöntü 50 ml'lik bor içermeyen tüplere aktarılmıştır. Tüm örnekler 0.25 M HNO<sub>3</sub> ile 50 ml'ye seyreltilmiştir ve analiz için ayrılmıştır (Radojevic ve Bashkin, 1999).

#### **3.4.1.e Bor Fraksiyonlarının Belirlenmesi**

Toprak örneklerinde bor fraksiyonları belirlenirken, ardışık ekstraksiyon işlemi uygulanmış ve kolay çözülebilir, spesifik olarak adsorbe edilmiş ve residual bor fraksiyonları belirlenmiştir. Kolay çözülebilir bor fraksiyonu belirlenmesinde en uygun ekstraktantın belirlenmesi için bazı ön denemeler yapılmıştır. Harmankaya ve Gezgin (2005) tarafından Konya Ovasındaki toprakların bor fraksiyonların belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada belirtilenlere benzer şekilde en iyi sonuç 1 M NH<sub>4</sub>-CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> tampon çözeltisi ile elde edilmiştir. Bu nedenle yapılan bu çalışmada kolay çözülebilir bor fraksiyonlarının belirlenmesinde 1 M NH<sub>4</sub>-CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> tampon çözeltisi kullanılmıştır.

1. **Adım:** Bu adımda, kolay çözülebilir bor fraksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. 2 gr toprak örneği deney tüpüne aktarıldıktan sonra 20 ml 1 M  $\text{NH}_4\text{-CH}_3\text{COO}^-$  tampon çözeltisi (1/10, toprak/toprak solüsyonu) eklenerek 5 dakika boyunca çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi tamamlandıktan sonra örnek 3000 rpm de 10 dakika santifrüdenden geçirildikten sonra süzüntü analiz için ayrılmıştır ve geriye kalan örneğe 10 ml bidistile su konularak 3000 rpm de 10 dakika tekrar santifrüdenden geçirilerek birinci adımdan kalan kimyasal madde yıkanmıştır. Yıkama sonucunda elde edilen süzüntü atılmıştır. Bu adımda elde edilen ve analiz için ayrılan süzüntüye “B1” kodu verilmiştir (Raza vd. 2002).
2. **Adım:** Bu adımda, spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Birinci adımdan arta kalan ve bidistile su ile yıkanan toprak örneğine 15 ml 0.05 M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (1/3, toprak/toprak solüsyonu) eklenerek 1 saat boyunca çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi tamamlandıktan sonra örnek 3000 rpm’de 10 dakika satifrüdenden geçirildikten sonra elde edilen süzüntü analiz için ayrılmıştır. Elde edilen süzüntüye “B2” kodu verilmiştir (Hou vd. 1996).  
Residual bor fraksiyonu birinci ve ikinci adımda elde edilen bor miktarının toplam bor miktarından çıkartılmasıyla elde edilmiştir ve “B3” kodu verilmiştir.

#### 3.4.1.f Ağır metal fraksiyonlarının belirlenmesi

Toprak örneklerinde ağır metal fraksiyonları belirlenirken, Maiz ve ark (1997) tarafından kirletilmiş bölgelerdeki ağır metal fraksiyonlarının belirlenmesi için geliştirilen kısa ardışık ekstraksiyon prosedürü uygulanmıştır. Bu prosedüre göre; hareketli, hareket edebilir ve residual olmak üzere üç adımda metal fraksiyonları belirlenmektedir.

1. **Adım:** Bu adımda, hareketli metal fraksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Havada kurutulmuş ve 2 mm elekten geçirilmiş 3 gr toprak örneği deney tüpüne aktarıldıktan sonra 30 ml 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  (1/10, toprak/ toprak solüsyonu) eklenerek 2 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi tamamlandıktan sonra örnekler 3000 rpm’de 10 dakika santifrüdenden geçirilmiş ve süzüntü analiz için ayrılmıştır. Ayrılan süzüntüye “A1” kodu verilmiştir. Bu adımda geriye kalan örneğe 10 ml bidistile su eklenerek tekrar

3000 rpm'de 10 dakika santifrjden geçirilerek örnek yıkanmıştır. Yıkama solüsyonu atılmıştır.

2. **Adım:** Bu adımda, toprakta hareket edebilir metal miktarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Birinci adımdan arta kalan ve bidistile su ile yıkanan örneğe 6 ml pH'ı 7.3 olan sulu DTPA (Dietilen triamin pentaasetik asit) solüsyonu (0.005 M DTPA, 0.01 M CaCl<sub>2</sub>, 0.1 M TEA) eklenerek (1/2, toprak/ toprak solüsyonu) 4 saat boyunca çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi tamamlandıktan sonra örnekler 3000 rpm'de 10 dakika santifrjden geçirilmiştir. Elde edilen süzüntü analiz için ayrılmıştır ve "A2" kodu verilmiştir.

Residual metal fraksiyonu birinci ve ikinci adımda elde edilen metal miktarlarının toplam metal miktarından çıkartılmasıyla elde edilmiştir ve "A3" kodu verilmiştir.

#### 3.4.2 Makrofungus örneklerinin kimyasal analizi

Kimyasal analize hazırlanan makrofungus örnekleri 0.5 gr tartıldıktan sonra proselen krozeye aktarılmıştır. Porselen krozelere aktarılan örneklerin üzerine 15 ml kral suyu (HCl + HNO<sub>3</sub>, 3:1 oranında) eklenerek bir gece oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bir sonraki gün, bir gece asit karışımı içinde bekleyen örnekler 50 °C'de 30 dakika ısıtılmıştır. Daha sonra fırın sıcaklığı 120 °C'ye yükseltilerek ısıtma işlemi 2 saat boyunca devam etmiştir. Isıtma işlemi tamamlandıktan sonra örneklerin oda sıcaklığına kadar soğumasına izin verilmiştir. Soğuyan örneklere 10 ml 0.25 M HNO<sub>3</sub> eklenmiştir. Örnekler filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür ve bir miktar 0.25 M HNO<sub>3</sub> ile filtre kağıdı ve kroze yıkandıktan sonra süzüntü 50 ml'lik bor içermeyen falkon tüpe aktarılmıştır. Tüm örnekler 0.25 M HNO<sub>3</sub> ile 25 ml'ye seyreltilmiştir (Radojevic ve Bashkin, 1999).

Elde edilen tüm ekstraktlar analize kadar 4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

#### 3.4.3 Örneklerin bor ve ağır metal miktarlarının ölçülmesi

Bu çalışmada çeşitli analitik yöntemlerle elde edilen ekstraktların bor ve ağır metal (Cd, Cr, Cu, Mn ve Zn) konsantrasyonları Perkin Elmer Optima 2000 ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) ile ölçölmüştür.

İz elementlerin analizinde yeni bir çağ açan ICP-OES, birden fazla elementin aynı ekstrakt içinde çok küçük miktarlarda analiz edilebilmesine olanak sağlayan bir cihazdır. Yapılan ölçümlerde kullanılan parametreler ve elementlerin gözlenebilme sınırları Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1** Ölçümlerde kullanılan dalgaboyları ve gözlenebilme sınırları

Element	Dalgaboyu (nm)	Gözlenebilme Sınırı (mg/L)
Bor	249.677	0.0057
Bakır	327.393	0.0097
Çinko	206.200	0.0059
Kadmiyum	228.802	0.0027
Krom	267.716	0.0071
Mangan	257.610	0.0014

Cihazın kalibrasyonunda üretici firma tarafından kullanılan standart maddeler kullanılmıştır. Yapılan tüm ölçümler üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

Kullanılan tüm kimyasal maddeler analitik saflıkta olup bor içermeyen cam malzemeler kullanılmıştır.

### 3.5 Verilerin İstatistikî Analiz

Elde edilen veriler, SPSS 17 bilgisayar paket programı kullanılarak istatistikî olarak analiz edilmiştir.

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1 Toprak Özellikleri

Bor Madenleri etrafından toplanan toprak örneklerinin bazı özellikleri Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Toprak örneklerin pH, elektrik iletkenlikleri ve organik madde miktarı

Toprak Örneği	pH	E.İ. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	O.M. (%)
T1	7.88	217.00	15.46
T2	8.02	166.40	19.71
T3	8.14	146.30	9.28
T4	8.26	161.00	10.35
T5	8.08	173.20	12.81
T6	8.14	232.00	9.51
T7	7.05	116.20	15.34
T8	6.98	283.00	19.34
T9	8.24	137.40	8.43
T10	7.78	213.00	27.23
T11	7.49	403.00	41.56
T12	7.78	302.00	18.06
T13	7.81	1092.00	3.40
T14	8.70	117.30	5.87
T15	8.86	256.00	7.58
T16	8.99	480.00	12.40
T17	8.16	300.00	4.05
T18	8.40	155.80	9.24
T19	7.87	987.00	9.80
T20	8.03	209.00	9.82
T21	8.45	176.00	3.61
T22	7.80	198.80	8.75
T23	7.69	135.50	9.35
T24	8.33	169.30	5.00

Toprak örneklerinin pH değerleri 6.98-8.99 aralığında değiştiği ve örneklerin zayıf alkalın olduğu görülmektedir. Örneklerin elektriksel iletkenliklerinin 116.20-1092.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (örneklerin çoğunluğunun iletkenlik derecesi  $<500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) aralığında değiştiği görülmektedir. Buna göre toprak örneklerinin tuzluluk probleminin olmadığı görülmektedir.

Örneklerin organik madde miktarının %3.40 ile %41.56 aralığında değiştiği görölmektedir. Ormandan alınan toprak örneklerinin (T1, T2, T4, T5, T7, T8, T10, T11, T12, T13) organik madde miktarının göreceli olarak diğer örneklerinkinden yüksek olduğu görölmektedir.

#### 4.2 Toprakların Toplam Bor ve Ağır Metal Konsantrasyonları

Toprak örneklerinin toplam bor ve ağır metal konsantrasyonları Tablo 4.2’de verilmiştir. Toprak örneklerinin toplam bor konsantrasyonu incelendiğinde bazı toprak örneklerinde bor okunamazken, en yüksek bor konsantrasyonu 173.90 mg/kg ile T16’da elde edilmiştir.

Madenden uzak bölgelerden alınan T17, T18, T21, T23, T24 ve madene yakın bölgelerden alınan T2, T4, T7 numaralı örneklerinin bor miktarı analiz sınırlarının altında bulunmuştur. T1, T3, T11, T15, T17 ve T22 numaralı toprakların göreceli olarak yüksek düzeyde bor içerdiiği görölmektedir.

Toprak örneklerinin kadmiyum konsantrasyonları incelendiğinde; 0.09-2.33 mg/kg aralığında olduğu görölürken en düşük T10’da ve en yüksek T15’de bulunmuştur.

Örneklerin bakır konsantrasyonları 2.10-31.26 mg/kg aralığında değiştiği görölürken, en düşük T10’da ve en yüksek T1’de belirlenmiştir.

Çinko konsantrasyonları ise; en düşük T10 ve en yüksek T22’de gözlenirken 4.27-48.44 mg/kg aralığındadır.

Mangan, en düşük T18 ve en yüksek T7’de gözlenirken 64-514.5 mg/kg aralığındadır. Örneklerin mangan içeriğinin göreceli olarak yüksek değerlerde olduğu görölmektedir.

Krom, en düşük T23 ve en yüksek T13’de gözlenirken 1.69-65.65 mg/kg aralığındadır.

Toprak örneklerinin ağır metal konsantrasyonları incelendiğinde madene olan uzaklığına bağlı olarak belirgin bir şekilde değişmediği gözlenmektedir.

Tablo 4.2 Toprak örneklerinin toplam bor ve ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

Toprak Örneği	B	Cd	Cu	Zn	Mn	Cr
T1	51.40	0.40	31.26	21.93	514.50	20.91
T2	A.L.A	0.19	5.77	8.06	153.40	8.12
T3	63.60	0.15	26.11	9.25	81.85	9.35
T4	A.L.A	0.11	3.29	15.69	134.20	4.57
T5	9.88	0.39	15.91	29.56	290.00	16.81
T6	A.L.A	0.15	4.17	7.22	89.20	6.53
T7	A.L.A	0.20	11.59	24.73	264.55	16.53
T8	5.92	0.59	10.96	33.27	395.00	15.94
T9	2.03	0.45	6.80	11.75	165.05	15.55
T10	A.L.A	0.09	2.10	4.27	65.40	2.89
T11	15.38	0.45	30.82	36.85	523.50	23.47
T12	3.41	0.16	4.93	5.76	71.30	5.05
T13	0.52	0.23	17.95	24.07	309.15	65.65
T14	1.78	1.96	5.43	9.86	138.60	19.04
T15	57.25	2.33	14.98	25.29	360.90	29.94
T16	173.90	1.70	7.15	9.17	92.95	11.56
T17	A.L.A	0.13	5.40	8.63	94.50	12.81
T18	A.L.A	0.15	3.34	5.37	64.00	9.94
T19	46.44	1.09	19.78	46.38	378.80	15.83
T20	0.12	0.80	17.10	30.09	221.35	18.34
T21	A.L.A	0.76	11.22	14.98	179.85	54.20
T22	20.84	0.29	11.08	48.44	194.55	4.81
T23	A.L.A	0.19	7.86	16.05	236.75	1.69
T24	A.L.A	0.29	8.39	14.46	92.70	8.34

A.L.A: Analiz Limitlerinin Altında

### 4.3 Toprak Örneklerinin Bor Fraksiyonları

Bu çalışmada, toprak örnekleri kolay çözülebilir, spesifik olarak adsorbe edilmiş ve residual bor fraksiyonu olmak üzere 3 farklı fraksiyona ayrılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.3'de verilmiştir.

Toprak örneklerinin büyük çoğunluğunda kolay çözülebilir bor içermediği görülürken, T16 numaralı toprak örneğinde 136.70 mg/kg kolay çözülebilir bor ölçülmüştür. Bu toprak örneğinde yüksek düzeyde hareketli bor içerdiği görülmektedir. Bununla beraber; T1, T3, T12, T15, T18, T19 ve T22 numaralı örneklerde sırasıyla, 0.18, 0.72, 3.41, 16.96, 4.37, 3.41 ve 3.45 mg/kg kolay çözülebilir bor ölçülmüştür.

Spesifik olarak adsorbe edilmiş bor konsantrasyonu incelendiğinde (Tablo 4.3); T16 numaralı toprak örneğinde 37.20 mg/kg bor içeriğiyle en yüksek değer sahiptir. Tablo 4.3'e göre; T1, T11, T15, T19 ve T22 numaralı örneklerde 3.93, 1.17, 1.85, 0.15 ve 0.25 mg/kg spesifik olarak adsorbe edilmiş bor elde edilmiştir. Bununla beraber; T3, T12 ve T13 numaralı toprak örneklerinde kolay çözülebilir bor fraksiyonunun bulunmasına rağmen spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonu belirlenememiştir.

Residual bor fraksiyonu incelendiğinde, T1'in 47.29; T3'ün 62.88; T5'in 9.88; T8'in 5.92; T9'un 2.03; T11'in 14.21; T14'ün 1.78; T15'in 38.44; T19'un 41.92; T20'nin 0.12 ve T22'nin 17.14 mg/kg bor içerdiği görülmektedir. Bu örneklere bakıldığında topraklardaki hareketsiz olarak kabul edilen borun daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. T5, T8, T9, T14 ve T20 numaralı örneklerde kolay çözülebilir ve spesifik olarak adsorbe edilmiş bor elde edilemezken residual bor elde edilmiştir. Bu durumda, örneklerdeki borun kararlı bir yapı gösterdiği ve toprak solüsyonunda geçemediği görülmektedir.

T16 numaralı toprak örneğine bakıldığında yüksek düzeyde hareketli bor içerdiği tespit edilirken, residual fraksiyonda bor elde edilememiştir. Bu durumda, örnekteki bor miktarının tamamının hareketli olduğu ve toprak solüsyonuna geçebildiği görülmektedir. Toprak solüsyonuna geçebilen yüksek düzeydeki borun bu örnek üzerinde yetişen bitkiler için toksik etki gösterebilir. Bununla beraber; diğer toprak örnekleri incelendiğinde topraklardaki hareketli bor miktarının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3. Toprak örneklerinin bor fraksiyonları (mg/kg)

Toprak örneği	Kolay Çözülebilir Bor (B1)	Spesifik Olarak Adsorbe Edilmiş Bor (B2)	Residual Bor (B3)
T1	0.18	3.93	47.29
T2	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T3	0.72	A.L.A	62.88
T4	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T5	A.L.A	A.L.A	9.88
T6	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T7	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T8	A.L.A	A.L.A	5.92
T9	A.L.A	A.L.A	2.03
T10	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T11	A.L.A	1.17	14.21
T12	3.41	A.L.A	A.L.A
T13	0.26	A.L.A	0.26
T14	A.L.A	A.L.A	1.78
T15	16.96	1.85	38.44
T16	136.70	37.20	A.L.A
T17	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T18	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T19	4.37	0.15	41.92
T20	A.L.A	A.L.A	0.12
T21	A.L.A	A.L.A	A.L.A
T22	3.45	0.25	17.14
T23	A.L.A	0.17	A.L.A
T24	A.L.A	A.L.A	A.L.A

A.L.A: Analiz Limitlerinin Altında

#### 4.4 Toprak Örneklerinin Ağır Metal Fraksiyonları

Yapılan bu çalışmada, Bor Madenleri ve çevresinden toplanan toprak örneklerinin metal içerikleri hareketli, hareket edilebilir ve residual olmak üzere üç farklı fraksiyona ayrılmıştır.

##### 4.4.1 Kadmiyum fraksiyonları

Toprak örneklerinde belirlenen kadmiyum fraksiyonları Tablo 4.4'te verilmiştir. Buna göre; toprak örneklerinde hareketli kadmiyumun oldukça düşük değerlerde olduğu görülmektedir. T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T13, T17, T18 ve T20 numaralı toprak örneklerinde hareketli kadmiyum elde edilemezken, en yüksek T23'te 0.021 mg/kg hareketli kadmiyum elde edilmiştir.

Hareket edebilir kadmiyum incelendiğinde, en yüksek T20 ve en düşük T22'de sırasıyla 0.08 ve 0.01 mg/kg kadmiyum elde edilmiştir. T20 numaralı toprak örneğinde hareketli kadmiyum elde edilemezken, en yüksek hareket edebilir kadmiyumun elde edilmesi ilginç bir sonuçtur. Ayrıca, hareketli kadmiyumun belirlenemediği diğer toprak örneklerinde de hareket edebilir kadmiyum fraksiyonlarının belirlendiği görülmektedir.

Residual kadmiyum incelendiğinde, en yüksek T15 ve en düşük T4'de sırasıyla 2.30 ve 0.05 mg/kg residual kadmiyum belirlenmiştir. Residual kadmiyumun diğer fraksiyonlara oranla daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Topraktaki kadmiyumun büyük çoğunluğunun hareketsiz olan residual fraksiyonda bulunması örneklerdeki kadmiyumun çoğunlukla daha kararlı bir yapı gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 4.4 Toprak örneklerinin kadmiyum (Cd) fraksiyonları (mg/kg)

Toprak Örneği	Hareketli Kadmiyum (A1)	Hareket edebilir Kadmiyum (A2)	Residual Kadmiyum (A3)
T1	A.L.A	0.03	0.37
T2	A.L.A	0.02	0.17
T3	A.L.A	0.03	0.12
T4	A.L.A	0.06	0.05
T5	A.L.A	0.05	0.34
T6	A.L.A	0.03	0.12
T7	A.L.A	0.03	0.18
T8	A.L.A	0.06	0.54
T9	A.L.A	0.02	0.43
T10	A.L.A	0.03	0.06
T11	A.L.A	0.05	0.39
T12	<0.01	0.02	0.13
T13	A.L.A	0.02	0.21
T14	<0.01	0.02	1.93
T15	0.01	0.02	2.30
T16	0.02	0.02	1.67
T17	A.L.A	0.03	0.10
T18	A.L.A	0.02	0.13
T19	0.01	0.05	1.03
T20	A.L.A	0.08	0.72
T21	<0.01	0.02	0.74
T22	<0.01	0.01	0.27
T23	0.02	0.03	0.13
T24	0.01	0.03	0.25

A.L.A: Analiz Limitlerinin Altında

#### 4.4.2 Bakır fraksiyonları

Toprak örneklerinde belirlenen bakır fraksiyonları Tablo 4.5’de verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Toprak örneklerinin bakır (Cu) fraksiyonları (mg/kg)

Toprak Örneği	Hareketli Bakır (A1)	Hareket Edebilir Bakır (A2)	Residual Bakır (A3)
T1	0.11	5.58	25.56
T2	0.07	5.41	0.30
T3	0.07	5.44	20.60
T4	0.08	3.21	--
T5	0.09	6.00	9.81
T6	0.11	3.58	0.48
T7	0.04	3.39	8.16
T8	0.12	2.29	8.54
T9	0.08	1.99	4.73
T10	0.05	1.56	0.49
T11	0.15	6.20	24.47
T12	0.06	2.83	2.03
T13	0.07	4.24	13.63
T14	0.02	0.89	4.52
T15	0.03	2.96	11.99
T16	0.05	3.39	3.70
T17	0.05	2.47	2.88
T18	0.05	1.83	1.45
T19	0.10	3.55	16.12
T20	0.05	6.60	10.44
T21	0.12	2.33	8.77
T22	0.07	1.98	9.03
T23	0.07	7.78	--
T24	0.09	4.68	3.61

Tablo 4.5'e göre, hareketli bakır fraksiyonu ve en düşük T14'te ve en yüksek T11'de sırasıyla 0.02 ve 0.15 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Hareket edebilir bakır fraksiyonları incelendiğinde, en düşük T14'te ve en yüksek T23'te sırasıyla 0.89 ve 7.79 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Residual bakır fraksiyonu incelendiğinde, T4 ve T23 numaralı toprak örneklerinde residual bakır belirlenememiştir. Bu örneklerin hareketli ve hareket edebilir bakır içermeleri topraklardaki bakırın tamamının toprak solüsyonuna geçerek besin zincirine dâhil olabileceğini göstermektedir. En yüksek residual bakır ise 25.56 mg/kg bakır ile T1'de elde edilmiştir.

#### 4.4.3 Çinko Fraksiyonları

Toprak örneklerinin çinko fraksiyonları Tablo 4.6'da verilmiştir. Buna göre; toprak örneklerinin hareketli çinko fraksiyonları incelendiğinde T16 ve T20'de hareketli çinko elde edilemezken, T7 ve T11 numaralı toprak örneklerinde 0.12 mg/kg çinko ile en yüksek hareketli çinko elde edilmiştir. Bununla beraber; en düşük hareketli çinko T6'da 0.01 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin hareket edebilir çinko fraksiyonları incelendiğinde, en düşük T14'de ve en yüksek T11'de sırasıyla 0.46 ve 5.19 mg/kg çinko elde edilmiştir.

Residual çinko fraksiyonları incelendiğinde, en yüksek T22 ve en düşük T10'da sırasıyla 47.46 ve 2.86 mg/kg çinko olarak belirlenmiştir ve topraktaki çinkonun büyük bölümünün residual fraksiyonda yer aldığı görülmektedir.

Tablo 4.6. Toprak örneklerinin çinko (Zn) fraksiyonları (mg/kg)

Toprak Örneği	Hareketli Çinko (A1)	Hareket Edebilir Çinko (A2)	Residual Çinko (A3)
T1	0.08	2.39	19.46
T2	0.05	2.65	5.36
T3	0.05	2.12	7.07
T4	0.06	2.88	12.75
T5	0.07	2.79	26.71
T6	0.01	1.77	5.35
T7	0.12	2.09	22.52
T8	0.11	3.27	29.88
T9	0.05	1.01	10.69
T10	0.03	1.38	2.86
T11	0.12	5.19	31.54
T12	0.06	1.60	4.09
T13	0.06	2.63	21.38
T14	0.03	0.46	9.36
T15	0.03	1.04	24.22
T16	A.L.A	1.18	7.98
T17	0.06	0.99	7.58
T18	0.05	0.75	4.56
T19	0.05	3.71	42.62
T20	A.L.A	2.87	27.22
T21	0.09	0.93	13.96
T22	0.07	0.91	47.46
T23	0.06	3.18	12.81
T24	0.09	2.07	12.30

A.L.A: Analiz Limitlerinin Altında

#### 4.4.4 Mangan fraksiyonları

Toprak örneklerinde belirlenen mangan fraksiyonları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Toprak örneklerinin mangan (Mn) fraksiyonları (mg/kg)

Toprak Örnekleri	Hareketli Mangan (A1)	Hareket Edebilir Mangan (A2)	Residual Mangan (A3)
T1	0.18	30.54	483.78
T2	0.17	14.6	138.62
T3	0.20	19.42	62.22
T4	0.10	25.80	108.3
T5	0.21	30.92	258.87
T6	0.19	19.53	69.48
T7	3.71	29.00	213.84
T8	1.66	44.92	348.42
T9	0.32	20.58	144.15
T10	0.15	26.24	39.01
T11	0.11	41.46	481.93
T12	0.28	28.06	42.96
T13	0.55	16.36	292.23
T14	0.21	4.35	134.05
T15	0.25	6.22	354.44
T16	0.18	7.9	84.87
T17	0.38	14.28	79.83
T18	0.23	12.95	50.81
T19	1.17	37.74	339.89
T20	A.L.A	22.26	199.09
T21	0.37	11.90	167.58
T22	0.26	3.30	190.99
T23	0.91	23.34	212.50
T24	3.80	17.40	71.50

A.L.A: Analiz Limitlerinin Altında

Tabloya 4.7'ye göre; toprak örneklerindeki hareketli mangan fraksiyonları incelendiğinde T20'de hareketli mangan elde edilemezken, T24 numaralı toprak örneğinde 3.80 mg/kg ile en yüksek hareketli mangan elde edilmiştir.

Toprak örneklerinin hareket edebilir mangan fraksiyonları incelendiğinde; en düşük T22'de ve en yüksek T8'de sırasıyla 3.30 ve 44.92 mg/kg mangan elde edilmiştir.

Residual mangan fraksiyonu incelendiğinde; en düşük T10'da ve en yüksek T1 sırasıyla 39.01 ve 483.78 mg/kg mangan elde edilmiştir. Tablo 4.7'ye göre, hareketli ve hareket edebilir mangan fraksiyonlarının toprakta daha kararlı bir yapı gösteren residual mangan fraksiyonlarına oranla daha az olduğu görülmektedir ve toprak örneklerindeki manganın daha kararlı bir yapı gösterdiği söylenebilir.

#### 4.4.5 Krom fraksiyonları

Toprak örneklerinin krom fraksiyonları Tablo 4.8'de verilmiştir. Tablo 4.8'e göre; hareketli krom fraksiyonları incelendiğinde, T1, T10, T15, T16, T20, T22, T23 numaralı toprak örneklerinde elde edilemezken, en yüksek T14'de 0.016 mg/kg krom elde edilmiştir.

Hareket edebilir krom fraksiyonları incelendiğinde, en düşük T22'de ve en yüksek T8'de sırasıyla 0.002 ve 0.027 mg/kg krom elde edilmiştir.

Residual krom fraksiyonu incelendiğinde, en düşük T23'de ve en yüksek T13'de sırasıyla 1.68 ve 65.62 mg/kg krom elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, toprak örneklerinde belirlenen krom fraksiyonlarının büyük çoğunluğunun residual fraksiyonda yer aldığı ve topraktaki kromun göreceli olarak daha kararlı bir yapı gösterdiği görülmektedir.

Tablo 4.8. Toprak örneklerinin krom (Cr) fraksiyonları (mg/kg)

Toprak Örnekleri	Hareketli Krom (A1)	Hareket Edebilir Krom (A2)	Residual Krom (A3)
T1	A.L.A	0.014	20.90
T2	0.001	0.006	8.11
T3	0.003	0.009	9.33
T4	0.007	0.011	4.55
T5	0.009	0.016	16.78
T6	0.006	0.009	6.51
T7	0.003	0.014	16.51
T8	0.001	0.027	15.91
T9	0.002	0.014	15.53
T10	A.L.A	0.013	2.88
T11	0.006	0.017	23.45
T12	0.015	0.015	5.01
T13	0.011	0.018	65.62
T14	0.016	0.005	19.02
T15	A.L.A	0.007	29.93
T16	A.L.A	0.005	11.56
T17	0.012	0.010	12.78
T18	0.006	0.010	9.92
T19	0.002	0.017	15.81
T20	A.L.A	0.023	18.31
T21	0.001	0.008	54.19
T22	A.L.A	0.002	4.80
T23	A.L.A	0.011	1.68
T24	0.006	0.010	8.32

A.L.A: Analiz Limitlerinin Altında

#### 4.5 Yörede Belirlenen Makrofungus Örnekleri

Yapılan bu çalışmada, Bigadiç'te yer alan Bor madenleri çevresinde 39 takson belirlenmiştir.

Yörede belirlenen makrofungus örneklerinin 16'sı yenir, 14'ü yenmez, 5'i zehirli iken 4'ünün yenilebilirliği belirli değildir. Nitekim; yörede belirlenen 16 yenilebilir tür arasından sadece *Lactarius* cinsi yöre halkı tarafından "melki" olarak tanınmakta ve pazarlarda satılmaktadır.

##### 4.5.1 Yörede belirlenen makrofungusların deskripsiyonları

###### 1. *Agaricus aestivalis* (F.H. Moller) Pilat

Şapka: 5-10 cm çapında, gençken yarı küresel daha sonra konveksten tamamen açılmış şekillerde ve bazen merkezde düzdür. Yüzey düzden ipeksi fibrilozla değişirken beyaz, bazen yaşlı örneklerde donuk okra kahverengi, kenarlar uzun süre içe kavisli ve velum kalıntıları asılıdır (Resim 7).

Etlı kısım: Beyaz, saptı soluk pembe, kalın, daima kokusuz, tadı hafif, bazen fıstık tadındadır.

Lameller: Gençken donuk pembe, sadece yaşlı örneklerde koyu morumsu kahverengi, dar, serbest, kenarlar düzdür.

Sap: 5-10x1.2-2.5 cm, silindirik, uç kısmı doğru bazen hafifçe konik, gençken katı, yaşlılarda içi boş, ince ve kısa ömürlü zarımsı annulusun üzerinde yüzey beyaz ve düz veya hafifçe boyuna çizgili, annulusun altında ince yünümsü fibriloz ve beyazdır. Dokunulduğunda hafifçe sararma eğilimindedir.

Sporlar: 5.9-7.9x3.8-4.8 µm, eliptik, düz, balımsı kahverengi ve kalın duvarlıdır.

Spor baskısı: Morumsu kahverengidir.

Habitat: tek tek veya toplu halde konifer ormanlarında veya karışık ormanlarda özellikle *Picea* sp. yakınlarında yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1995).

## 2. *Agaricus aestivalis* var. *veneris* (R. Heim & G. Becker) Wasser

Şapka: 8-10 cm çapında, gençken küreselden yarı küresele, daha sonra konveksten düze değişirken yüzey genç örneklerde beyazımsı sonraları aynı merkezli bölümlenmiş pullu, merkeze doğru kahverengimsi, bazen sarımsı benekler görülür. Kenarlar uzun süre içe kavisli ve lamellerin ötesine çıkıntılı, yaşamı boyunca beyazımsı velum artıkları bulunur (Resim 8).

Etlı kısım: Beyazımsıdır fakat kesildiğinde soluk bir şekilde sarımsı renk alır, kalın, kokusu ilaç benzeri, tadı hafif ve hoştur fakat belirgin değildir.

Lameller: Gençken gri-beyazımsı, sonraları pembe ve daha sonra menekşe-kahverengi, dar, serbest, çatal şeklinde ve kenarlar düzdür.

Sap: 6-10x1.5-2.5 cm, silindirik, katı, kırılğan, yüzeyi orta kısmın üzerinde beyazımsıdan gri-beyazımsı veya leylak-beyazımsı, tabana doğru artan kahverengimsiden turuncu-kahverengimsiye değişirken ezildiğinde sararır ve gençlerde kısa ömürlü annuluslu etli kısım tabanda turuncu-kahverengiye döner. Schaffer reaksiyonu başlangıçta negatifken 60 dakika sonra pozitifte döner.

Sporlar: 7.2-9.8x4.5-6 µm, eliptik, düz, balımsı kahverengi, kalın duvarlıdır. Spor baskısı: morumsu kahverengidir.

Habitat: Tek tek veya toplu halde konifer ormanlarında veya karışık ormanlarda nemli, nötral veya zayıf asidik ve humuslu topraklarda yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1995).

## 3. *Amanita ovoidea* (Bull.) Link

Şapka: 8-15 cm çapında, önce yarıküre, daha sonra açılarak şemsiye şeklini alır. Şapka üzerinde velum artığı bulunmaz, sadece kenar kısımlarında saçak şeklinde bulunurken saçaklar zar gibidir. Önce beyaz- kireç beyazı, olgunlaşınca saman sarısına dönmekte, kuruyunca ipeğimsi bir görünüm almaktadır (Resim 9).

Etlı kısım: Sulu, beyaz, 1.5-2 cm kalınlığında, tadı ve kokusu güzeldir.

Lameller: İki ucu ince, ortası geniş karınlı lamellerin keskin tarafı ince saçaklıdır. Beyazdan, gri beyaz nihayet kreme döner sapla birleşmez.

Sap: 10-18 x 1.5-3 cm, silindirik, beyaz, üzerinde beyaz annuluslu, toprak içindeki kısmı yumru şeklindedir. Volva diğer *Amanita* sp. üyelerine göre daha derindedir. Üzerinde unumsu yapılı granüller bulunur.

Sporlar: 10-11 x 7,5-8,5 µm, oval şekilli, hiyalin, apikulusu belirgindir. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: İbrelili ve yaprak döken ormanlarda özellikle çam ormanlarında yetişmektedir.

Yenir, fakat öldürücü zehirli *Amanita* sp. üyeleri ile karıştırılabilir (Moser, 1983).

#### 4. *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O.K. Mill

Şapka: 3-6 cm, önce konveks, umbonat, daha sonra açılarak şemsiye şeklini alır. Kenarları devamlı olarak sapa doğru kıvrık, yüzeyi koyu kahverengi radyal fibrillidir. Renk çok değişkendir, şarap kırmızısı, bakır kırmızısı, kırmızımsı kahverengi tonlarında olabilir (Resim 10).

Etili kısım: Şarap renginde, lifli ve elastik, tadı ve kokusu hoştur.

Lameller: Dekurrent, araları geniş, şapka ile aynı renklerdedir.

Sap: 6-12x0.5- 1.5 cm, silindirik, tabanda eğri, içi dolu, şapkayla aynı renklerde olup tabana doğru açılır, yapışkandır.

Sporlar: 15.5-20.5x7-8.5 µm, iğ şeklinde eliptik, pürüzsüz ve siyanofiliktir. Spor baskısı morumsu kahverengidir.

Habitat: Konifer ormanlarında genellikle *Pinus* sp. altında sonbaharda yetişirken *Pinus brutia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus mugo* ve *Pinus austriaca* türleri ile mikorizal olarak yaşar.

Yenilebilen fakat tadından dolayı tavsiye edilmeyen bir tür olduğu tespit edilmiştir (Philips, 1988; Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

#### 5. *Clavulina cinerea* (Bull.) J. Schröt

Bazidyokarp: 2.5-10 cm yüksekliğinde, mercan şeklinde, kısa bir sap vardır ve buradan dallar çıkar. Bu dallar genellikle düz, bazen de V şeklinde olup, çatalı şekille sonlanır. Yüzey boyuna oluklu, başlangıçta kirli sarı veya kül renginde, sonra grimsi leylaktan menekşe grisine değişen tonlarda, dalların uç kısımları ise açık veya kirli beyaz, sarımsı renktedir (Resim 11).

Etili kısım: Yumuşak sağlam yapılı, küf kokusunda ve tadı güzeldir.

Sporlar: 9-10x6-7.5  $\mu\text{m}$ , geniş eliptik veya küresimsi, düz yağ damlalı ve renksizdir.

Habitat: Sonbahar ve yaz aylarında ibreli ormanlarda, genellikle toprak üzerinde, bazen çürümüş kütükler üzerinde yetişir.

Literatüre göre yenir (Philips, 1988).

#### 6. *Clitocybe costata* Kühner & Romagn

Şapka: 2.5-7 cm çapında, önce merkez baskılanmış kenarları içe kıvrılmışken sonra kenar hafif dalgalanarak huni şeklini alır. Yüzey düz, mat, beyaz, kadifemsi kumaş veya deriye benzer bir yapıdadır. Merkez tüylü, renk nemli ve kuruyken değişken, koyu sarı, kahverengi, bej kahverengi iken merkez daha koyudur.

Etlı kısım: Beyaz, ince, aromatik kokulu ve tatlımsıdır (Resim 12).

Lameller: Önce beyazımsı, sonra soluk kreme döner, dekurrent ve kenarlar dişlidir.

Sap: 3-4.5x0.4-0.8 cm, silindirik, düz, koyu sarı, kahverengi, boyuna beyazımsı fibrillerle örtülü ve içi doludur.

Sporlar: 5-7x3.5-4.6  $\mu\text{m}$ , çekirdek şeklinde, düz, hiyalin, yağ damlalıdır. Spor baskısı krem beyazdır.

Habitat: İbreli ormanlarda, genellikle yol kenarlarında, yüksek kesimlerdeki kireçli topraklarda yetişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

#### 7. *Clitocybe metachroa* (Fr.) P. Kumm.

Şapka: 3-6 cm çapında, gençken göbek şeklinde veya baskılanmış merkezle beraber düz-konveks, sonraları baskılanmış merkezle birlikte düzleşirken bazen dalgalıdır. Yüzeyi düz, güçlü şekilde suyla beraber renk değiştiren, kuruyken kahverengimsi merkezle beraber krem- beyazımsı renklere ve satenimsi, nemliken bej-kahverengi ve parlak amioid, kenarlar keskin ve nemli iken yarı saydam çizgilidir (Resim 13).

Etlı kısım: Beyazımsı, ince, koku belirsiz ve hoş mantarsı, tadı hafif ve biraz mantarsıdır.

Lameller: Renk soluk krem tonlarında, gri kahverengimsiden bej kahverengimsiye değişirken geniş, subdekurrent ve kenarları düzdür.

Sap: 3.5-6x0.3-0.7 cm, silindirik, basık ve bazen boyuna buruşuk, genellikle kıvrık ve bazen de bükülmüştür. Uç kısımlar beyazımsı krem, taban krem renklerinde damarlı, katı, içi boş ve kıkırdaksı yapıdadır.

Sporlar: 5.6-7.3x3.1-4.1 µm, eliptik, düz, hiyalin ve yağ damlalıdır. Spor baskısı kremdir.

Habitat: Sert odunlu ve konifer ormanlarında toprak üzerinde yetişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 8. *Cystoderma terrei* (Berk. & Broome) Harmaja

Şapka: 3-7 cm, gençken küresel konveks, sonra düz ve dalgalı, yüzey konik siğil ve granüllerle kaplı, portakal-kahverengiden tuğla kırmızısına değişir, kenar uzun süre içe doğru kıvrık ve lamelleri zar gibi örter (Resim 14).

Etlı kısım: Beyazımsı-krem, lamellerin üzeri ve kütikulun altı gri-sarı, kalın ve mantar tadındadır.

Lameller: Beyazımsı krem, ensiz, sapla birleşik, kenarları dalgalıdır.

Sap: 3-7 x 0.6-10 cm, silindirik, içi dolu, elastik, yüzey açık portakal renginde, belirsiz annular bölgenin üzeri beyaz fibrilli, koyu portakal renginde pullarla kaplıdır.

Sporlar: 3.5-5 x 2.5-3.5 µm, genişçe eliptik-oval, düz, hiyalindir. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Konifer, sert odunlu ağaçların bulunduğu ormanlarda, ibre, yaprak, çayır ve yosunlar arasında yetişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1995).

### 9. *Geastrum sessile* (Sowerby) Pouzar

Bazidyokarp: 2-5 cm, genç evrede küresel daha sonra açılır. Bir ekzoperidium bir de endoperidiuma sahiptir. Ekzoperidium, kalınca etli yıldız şeklinde 7-8 loba ayrılmıştır, olgunlaştığında loblar aşağıya doğru kıvrılır, rengi grimsi beyaz tonlardadır. Endoperidium, basık küre şeklinde sapsız, kâğıt gibi ince, kuru, açık

krem bej renklerindedir. Tepe kısmında bulunan peristomun kenarları ipliğimsi veya yünümsüdür (Resim 15).

Gleba: Endoperidiumla çevrili, gençken sarımsı kahverengi, olgunlaştığında koyu kahverengiye döner. Peristoma açıldığında çikolata renkli sporları ortama dağılır.

Sporlar: 3-4µm, küresel, çeperi seyrek sığillerle kaplıdır.

Habitat: Karışık konifer ormanlarda, özellikle kireçli topraklar üzerinde yaz ve sonbahar aylarında yetişmektedir.

Literatüre göre yenmez (Philips, 1988).

#### 10. *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill

Bazidyokarp: 2-7 x 1-2.5 cm çapında, yelpaze veya yarım daire şeklinde, bazen tek bir merkezden yatay olarak substrat üzerinde gelişip kıvrım yaparak birleşir ve üst üste bulunur. Yüzey dalgalı, küçük yumrulu, çıkıntılı, gençken tüylü, olgunlaşınca hemen hemen pürüzsüz hale döner. Tarçın kahverengi-sarımsı kahverengi, kenar daha açık gri kahverengi ve düzensiz dalgalı yarım daire şeklinde bir zon oluşturur (Resim 16).

Trama: Tarçın kahverengi, sert yapılı, 1-3 mm kalınlığında, belirgin bir kokusu yoktur.

Himenyum: Kısa lamelli, köşeli dağınık ve uzun olup labirent şeklindedir. 0.2-0.5 mm kalınlığında, 4 mm uzunluğunda açık kahverengi sarımsı kahverengidir.

Sporlar: 7-7.5 x 3.5-5 µm, eliptik, düz, hiyalindir.

Habitat: İbrelî ağaçların ölü ve canlı kısımlarında yetişmektedir.

Sert odunsu yapısı nedeniyle yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1986).

#### 11. *Hohenbuehelia geogenia* (DC.) Singer

Şapka: 4-13 cm çapında, dil, spatula, yarı hunî şeklinde veya yelpaze şeklinde ve dalgalıdır. Yüzeyi mattan hafifçe parlak amioide değişirken bazen beyazımsı toz benzeri salgı ile kaplıdır. Nemliyken biraz kaygan ve kuruyken hafifçe tüylü, açık gri-kahverengiden kırmızı-kahverengiye değişen renklerde ve kenarlar keskindir (Resim 17).

Etlî kısım: Beyaz, yumuşak, ince, kokusu ve tadı belirgin şekilde unumsudur.

Lameller: Beyaz, geniş, dekurant, sapa doğru çatallaşmış ve kenarlar dalgalı ve çentiklidir.

Sap: 2-6x0.6-1.5 (2) cm, şapkaya yandan bağlanmış, silindirik, kıvrık, uç kısım damarlı, düz ve üst kısımlarda tüylü, gri-kahverengiden okra benzeri renklerde değişen, katı ve beyaz etli kısma sahiptir.

Sporlar: 5.5-8.5x3.7-4.9  $\mu\text{m}$ , genişçe eliptik, düz ve hiyalindir. Spor baskısı beyazımsıdır.

Habitat: Kütük veya yaprak döken ağaçlar üzerinde yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 12. *Hygrophorus discoideus* (Pers.) Fr.

Şapka: 2-5 cm çapında, gençken yarım küreselden konvekse değişir. Kısa ömürlü örtü kaybolur ve iz halinde umboludur. Yüzey nemliyen kaygan, kurduğunda donuk, düz, kahverengi-bejden sarımsı kahverengiye farklı renklerde değişirken ortada kestane kahverengi, kenarlar içe kavisli, keskin ve donuktur (Resim 18).

Etili kısım: Bej, ince, belirgin bir kokusu yoktur, tadı hafif, bazen mantarımıdır.

Lameller: Geniş, kalın, yumuşak ve mumlu, krem renklidir. Genişçe adnattan, subdekurante değişirken kenarlar düzgündür.

Sap: 3-5x0.3-0.8 cm, silindirik, bazen kıvrık, donuk kahverengi renkte ve beyazımsı fibrilli veya ince tüylü, uç kısım donuk veya beyazımsı, tabanda bazen beyazımsı, gençken katı sonraları içi boştur.

Sporlar: 5.5-7.7x3.3-4.7  $\mu\text{m}$ , eliptik, düz, hiyalindir. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Ladin ağacı ormanlarında kalkerli topraklar üzerine yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 13. *Inocybe ayeri* Furrur-Ziogas

Şapka: 2-5 cm çapında, gençken yarı küresel daha sonra konveks veya tamamen açılmıştır. Umbo yoktur. Yüzey gençken yünümsü fibrilöz, sonra merkezden dışa doğru ayrılarak küçük pullar oluşur ve yüzey pullu bir hal alır. Gençken krem-okra renklerde iken, sonraları açık gri-okraya dönüşür, kenarlar uzun süre içe kıvrık ve

çok genç olduğu dönemlerde kortinanın bağlandığı kısımlarda beyazımsı kalıntılar bulunur (Resim 19).

Etlı kısım: Beyazımsı, ince, kokusu spermatik, tadı hafiftir.

Lameller: Gençken gri-beyaz, daha sonra açık kahverengi, geniş, genişçe bağlanmış, kenarlar beyaz kirpiklidir.

Şap: 2-3 x 0.5-1 cm, silindirik, katı ve kırılğan, yüzey gençken beyaz yünümsü sonraları tüysüz ve kahverengimsi zemin üzerine beyaz fibriloza döner.

Sporlar: 8-11.5x4.5-6 µm, eliptik, düz, açık okra-sarı ve kalın duvarlıdır. Spor baskısı pas kahverengidir.

Habitat: Asidik konifer ormanlarında *Picea* sp. ve *Pinus sylvestris* yanında odun artıkları veya toprak üzerinde toplu halde yetişir.

Literatüre göre zehirlidir (Breitenbach ve Kranzlin, 2000).

#### 14. *Inocybe corydalina* Quél.

Şapka: 3-6 cm çapında, gençken konikten çan biçimine değişirken sonraları çan biçiminde veya tamamen açıktır ve genellikle belirgin bir umbosu vardır. Yüzey, merkezden yayılan şekilde fibriloz, merkezde soluk mavi-yeşil renkleyen gri tonlarda da olabilmektedir. Kenarlara doğru artan okra-kahverengiden gri-kahverengiye değişen renklerdeyken kenarlar pürüzsüz ve keskindir (Resim 20).

Etlı kısım: Beyazımsı, ince, kokusu çiçeksi-meyvemsi veya parfümlü sabun gibi, tadı hafif ve yavandır, fakat belirgin değildir.

Lameller: Gençken okra-krem, sonraları toprak kahverenginden koyu kırmızımsı-kahverengiye döner ve geniştir. Kenarlar hafifçe dişli ve beyazımsıdır.

Şap: 3.5-8x5-8 cm, silindirik, taban bazen kalın, katı, esnek, yüzeyi gençken beyazımsı, sonraları tabana doğru artan kahverengimsi renkleyen bazen taban grimsi renklerde, uç kısım daima düz ve sadece seyrek şekilde fibrilozdur.

Sporlar: 7.1-9.5 x 4.8-6 µm, eliptik, oval veya hafifçe badem şekilli, düz, sarı-kahverengi, kalın duvarlıdır. Spor baskısı zeytuni kahverengidir.

Habitat: Sert odunlu ve konifer ormanlarında kalkerli topraklarda toplu halde, nadiren de tek tek yetişir.

Literatüre göre zehirlidir (Breitenbach ve Kranzlin, 2000).

**15. *Inocybe geophylla* (Fr.) P.Kumm.**

Şapka: 1.5-3.5 cm, genç iken koni şeklinde gelişme ile şapka açılır ve konveksleşir. Sivri umbolu, kenarları içe kıvrık ve düzgün, bazen yarılmalar meydana gelebilir. Yüzeyi düz ve ipeksi görünümlüdür. Rengi menekşe veya leylak olup, umbosu sarıdır (Resim 21).

Etili kısım: Beyaz, ince, spermatik kokulu ve tadı tatlımsıdır.

Lameller; Sinuat, lamelciklere sahip, başlangıçta açık leylak, olgunlaştığında açık kahverengi renklerindedir.

Sap: 2-7x0.4-0.5 cm, silindirik, taban kısmı hafifçe şişkin, yüzeyi ipeksi, özellikle tabanda boyuna fibrillidir. Genç örneklerde beyaz renkli bir kortinaya sahiptir. Yüzey açık leylak veya şapkadan daha açık renklerde, taban toprak sarısıdır.

Sporlar: 8-10.5x 5-6 µm, badem şekilli, açık kahverengi, çeperi düzgündür. Spor baskısı kahverengidir.

Habitat: Değişik ormanlarda orman içi yolların kenarlarında, orman arası çayırlarda ve otlar arasında yetişen ve genellikle yaz ve sonbahar sonlarında görülür.

Literatüre göre zehirlidir (Breitenbach ve Kranzlin, 2000).

**16. *Lactarius* sp. Pers.**

Şapka: 1.5-20 cm, önceleri yarı küreselden konveks veya düz şekillerdeyken, daha sonra baskılanmış veya umbonat, çoğunlukla üzerinde papilla benzeri çıkıntılı, düzenli iken bazı türleri düzensiz ve dalgalıdır. Beyaz, krem, sarı, sülfür, turuncu, gri, soluk veya koyu kahverengi, siyahımsı kahverengi, kırmızımsı kahverengi, zeytuni gibi çeşitli renklerde görülürken sık sık üzerinde farklı renklerde benekler görülür ve bazı türlerinde çeşitli zonlar vardır. Kenarlar düz, yünlü, tüylü, dikenli ve pürüzlü, içe kavisli veya içe kıvrıktır. Yüzey mat veya parlak, kuru veya yapışkan, düz, kadifemsi, kılsı çıkıntılı, tüylü ve bazı türlerinde pulsudur (Resim 22).

Etili kısım: Beyaz, kirli gri, krem okra, kahverengi ve kırmızımsı renklerde, kırılğan, yumuşak veya sert, *Russula* sp. benzeri granülozken asla fibriloz değildir. Tadı hafiften keskin veya acıya değişir. Kokusu meyvemsi veya aromatiktir. Sütü bol veya az olabilirken, hafif veya acı, beyaz, beyazımsı, sulu, havuç kırmızısıyken çeşitli türlerinde yavaşça veya bazılarında çok çabuk sarı, pembemsi kahverengi, parlak pembe, şarap kırmızısı, gri veya menekşe gibi diğer renklere döner.

Lameller: Adnattan dekurrente değişirken, bazen hafifçe çentik yaparak sapa bağlanır ve bazı türlerinde sapın yakınlarında çatallaşırken ince, kırılğan, beyaz, beyazımsı, krem, sarımsı, turuncu okra, soluk pembe renklerdeyken bazı türleri yaralandığında menekşe, kırmızı, kahverengi, gri veya diğer renklere döner.

Sap: 1.5-10x0.2-3 cm, silindirik, katı, gözenekli veya içi boş, kuru veya yapışkan, düz, bazen toz benzeri salgı ile kaplı veya kılsı çıkıntılı, beyaz, krem, sarımsı, turuncu, yeşilimsi, kahverengi, siyahımsı kahverengi renklerde dir.

Sporlar: Genellikle yarı-küresel veya genişçe eliptik, siğılden dikensi yapıya değişen amloid ornamentasyonlar karakteristiktir. Spor baskısı beyazdan sarımtırak tonlara değişir.

Habitat: Konifer ormanlarında yetişmekte ve bazı ağaçlara zorunlu mikorizal olarak yaşamaktadır.

Literatüre göre yenir özelliğindedir (Hansen ve Knudsen, 1992). Yöre halkı tarafından "melki" olarak tanınmakta ve pazarlarda satılmaktadır.

### 17. *Lepiota cristata* (Bolton) P.Kumm.

Şapka: 1-3 (4) cm çapında, gençken yarı küre, gelişmeyle birlikte konveks şekilden düzleşir, merkezi basık umboludur. Gençken düz ve krem renkteyken olgunlaşmayla beraber merkezi kahverengi, diğer kısımlar krem renkte dairesel dizilmiş basık pullu şekil alır, kenarları ie kıvrıktır (Resim 23).

Etlı kısım: Gri beyaz, şapka merkezinde kalınken kenarlara doğru incelmektedir. Kokusu ve tadı hoş değildir.

Lameller: Gençken beyaz, olgunlaşmayla beraber açık kreme döner, geniş ve serbestken kenarlar çentiklidir.

Sap: 4-6x2-4 cm, silindirik, tabanı biraz şişkin, içi boş, kırılğan, yüzeyi beyaz, zarımsı bir annulus bulunur. Üzeri boyuna beyaz fibrilliyken olgunlaşmayla beraber pembe-şarap kırmızısına döner.

Sporlar: 6-9.5x3-4 µm, bir kenarı çıkıntılı mermi şeklinde, düz ve hiyalindir. Spor baskısı krem sarıdır.

Habitat: Orman ilerinde veya dışında, yol kenarlarında, bahçe ilerinde, parklarda, çayırılık ve çimenlik alanlarda genellikle toplu halde yetişir.

Literatüre göre zehirlidir (Philips, 1988).

### 18. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke

Şapka: 5-10 cm çapında, önce küreselken mantarın gelişmesiyle sonra düzgünleşir ve dalgalı bir yapıya döner, merkezi hafif umbonat veya içe çöküktür. Yüzey düz, nemliken yapışkan, mantarın genç evresinde grimsi açık mavi iken gelişme ile menekşe, menekşe-mavi veya menekşe kahverengidir (Resim 24).

Etlı kısım: Yumuşak ve sulu, beyaz, merkezde kalın, kenarlarda ince, leylak renkte, sapta lifsidir. Kuvvetli aromatik ve meyve kokusunda olup, tatlımsıdır.

Lameller: Menekşe gri, menekşe bazen mavimsi veya sarımsı kahverengidir. Sapa çentik şeklinde girinti yaparak bağlanır.

Sap: 5-10 x 1-3 cm, silindirik, tabanı şişkin çomak şeklindedir. Gençken yüzeyde menekşe, gelişme ilerleyince renk açılır. Boyuna fibrilli yapıdadır.

Sporlar: 6.5-8.5 x 4-5 µm, eliptik, küçük siğilli, hiyalin ve siyanofiliktir. Spor baskısı pembedir.

Habitat: Orman içinde veya dışında, park ve bahçelerde yol ve patika kenarlarında, çimler arasında yetişmektedir.

Literatüre göre yenir (Philips, 1988).

### 19. *Leucocoprinus lanzonii* Bon, Migl. & Brunori

Şapka: 2-4 cm çapında, gençken yarım küre-konveks olgunlaşmayla beraber konik-konveks, düz ve bazen yaşlı örneklerde düzleşir. Yüzey ipeksi, nazik, krem-beyazdan krem-sarımsı arka zemin üzerinde açık kahverengi pulluyken küçük pullar merkeze doğru gittikçe sıklaşır, merkez bütünüyle açık kahverengimsi, bazen turuncu- kahverengimsi damlacıklar bulunur. Kenarlar belirgin şekilde dairesel biçimde oluklu ve yaşlı örneklerde birbirinden ayrılır (Resim 25).

Etlı kısım: Beyaz, gözenekli-yumuşak, ince, kokusu hafifçe küflü mantarımı, tadı hafiftir, fakat belirgin değildir.

Lameller: Gençken krem tonlarında daha sonra sarımsı ve yaşlı örneklerde sarımsı pembe zemine sahip, geniş, serbest, kenarlar düzdür.

Sap: 4-5.5x2-3 cm, silindirik, tabana doğru hafifçe geniş ve bazen taban hafifçe şişkin ve beyaz misel ağıyla kaplı, genç örneklerde kırılğan yüzey beyaz, sonraları kremden sarımsı-beyaza döner, düz, annulus veya gençken annular bölge yoktur, tabana doğru turuncu-kahverengi küçük pullar vardır.

Sporlar: 4.7-5.5x3.2-4.1  $\mu\text{m}$ , genişçe eliptik, düz, hiyalin, metakromatik, kalın duvarlıdır. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Tek tek veya kümelenmiş bir şekilde turbalı topraklar üzerinde yetişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1995).

## 20. *Lycoperdon lividum* Pers.

Bazidyokarp: 1.5-2.5 cm yüksekliğinde ve 1.5-3 cm çapında eliptik veya armut şeklinde kısa konik şekilli bir sapla substrata bağlanır. Ekzoperidyum üzerinde dağınık şekilde kısa ve küçük çıkıntılar bulunur. Genç evrede sarımsı kahverengi, olgunlaşınca kahverengiye dönerken yüzeyi düzleşir ve damarsı bir görünüm alır. Endoperidyum tepe kısmında parçalı, taban kısa miselyum tabakasının oluşturduğu yumru şeklini alır (Resim 26).

Gleba: Tazeyken beyaz, yumuşak yapıda, olgunlaşınca ağ şekline döner ve yeşilimsi bir renk alır.

Sporlar: 3.5-4.5x3.5-4  $\mu\text{m}$ , küresimsi, ince iğneli, kalın duvarlı ve kahverengidir.

Habitat: Orman kenarlarında kumul veya çayırılık alanlarda sonbahar ve yaz aylarında yetişir.

Literatüre göre genç örnekleri yenilebilir (Philips, 1988).

## 21. *Lycoperdon perlatum* Pers.

Bazidyokarp: Belirgin sap ve şapka kısmından oluşur. 4-6 cm yüksekliğinde ve baş kısmı 3 cm çapında, sapa bağlandığı kısım bazen yuvarlağımsı, ancak genelde yassılaşıp, mercek şeklini alarak bağlanır. Ekzoperidyumda bulunan 1.5-2 mm'lik küçük piramit şeklindeki ince çıkıntılar düzensiz bir ağsı yapı oluşturmaktadır. Olgunlaşınca çıkıntılar dökülür ve periderm üzerinde iz bırakır. Mantarın tamamı gençken beyazımsı, gelişme ile sarımsı kahverengi- zeytin kahverengiye döner. Gelişmenin bir sonucu olarak mantarın tepe noktası zayıflayarak yırtılır ve bir por meydana gelir. Böylece periderm kahverengi bir renk alır ve kına renkli sporlar etrafa yayılır (Resim 27).

Gleba: Gençken beyaz, süngerimsi yapıda, sonra zeytin kahverengiye, kına rengine döner. Tadı güzel kokusu ise belirsizdir.

Sporlar: 4-5  $\mu\text{m}$ , küresel ince dikensi çıkıntılı ve kahverengidir.

Habitat: Sonbahar ve yaz aylarında karışık ve ibreli ormanlarda yaprak ve ibre döküntüleri arasında yetişir.

Literatüre göre genç örnekleri yenabilir (Philips, 1988).

## 22. *Marasmius alliaceus* (Jacq.) Fr.

Şapka: 2-4 cm çapında, girintili bir merkez ile beraber konvektir. Yüzey düz, donuk, okra bejken merkezde daha koyu, nemliyken yarı saydam çizgili, kenarlar keskin ve donuktur (Resim 28).

Etlı kısım: Gri- grimsi bej, ince, sarımsak kokulu, tadı keskin ve sarımsak benzeridir.

Lameller: Soluk beyazımsıdan krem renklerine, geniş ve kenarlar düzdür.

Sap: 6-10.5 (15) x 0.3-0.6 cm, sert, bazen konik, tabana doğru geniş, içi boş, düz, uç kısım bazen beyazımsı, gittikçe koyu kahverengiden siyaha döner.

Sporlar: 9.1-11x5.8-6.9 µm, oval, düz hiyalin, yağ damlalı, spor baskısı beyazımsıdır.

Habitat: Yaprak döküntüleri, yanmış dallar ve diğer ağaç döküntüleri üzerinde yetişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

## 23. *Melanoleuca paedida* (Fr.) Kühner & Maire

Şapka: 3.5-5 cm çapında, gençken yarı küre, sonraları konveksten düz şekillerde değişirken her zaman küçük keskin bir umbosu vardır. Yüzeyi düz, mat satenimsi gümüşü tonda, gri kahverengi, nemliyken gri beje döner. Şapka yüzeyine büyüteçle bakıldığında küçük tüyler görülür (Resim 29).

Etlı kısım: Kremden açık sarıya değişir, kesilince çabucak kahverengiye döner. Şapka merkezinde kalınken kenarlara doğru incelmekte, hafif baharat kokusunda ve tatlımsıdır.

Lameller: Gri beyazdan griye değişen tonlarda, kenarlar sarımsı kahverengi, geniş ve sapa girinti yaparak bağlanır.

Sap: 3-5 x 0.5-1 cm, silindirik, taban kısmı şişkin, yüzey boyuna fibriloz, kirli krem renkte ve tabanda beyaz misel ağı bulunmaktadır.

Sporlar: 8-9.5x5.5-6.5 µm, eliptik, ince siğilli, renksiz ve yağ damlalıdır.

Habitat: Ormanlık alanların kıyılarında, çayırılık alanlarda açığa çıkmış toprak üzerinde yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

#### 24. *Melanoleuca stridula* (Fr.) Singer

Şapka: 3-5.5 cm çapında, gençken konveks sonra açılır ve bazen orta kısmı umbonat, kenar kısımlar içe kıvrıktır. Yüzey düz, mat, sarımsı kahverengiden isli kahverengi- koyu kahverengiye dönmekte, ortası daha koyu kahverengidir (Resim 30).

Etili kısım: Beyaz, lamellerin üzeri kahverengi, ince yapılı koku hafif aromatik ve tatlımsıdır.

Lameller: Krem beyaz, sapa girinti yaparak birleşir.

Sap: 4.5-7x0.5- 1 cm çapında, silindirik, tabanı yumru şeklinde şişkin ve tabanda beyaz yünümsü yapıda misel topluğu bulunmaktadır. Beyaz zemin üzerinde gri kahverengi boyuna fibriller bulunur.

Sporlar: 7-8.5x5-6 µm, geniş, eliptik, ince siğilli, hiyalin ve yağ damlalıdır. Spor baskısı krem beyazdır.

Habitat: Genellikle ilkbahardan yazaya kadar çayırılık alanlarda, yol kenarlarında ve su kenarlarındaki alanlarda, makilik ve çayırlar arasında yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

#### 25. *Mycena amicta* (Fr.) Quél.

Şapka: 0.5-1.5 cm çapında, gençken çan ya da hemen hemen yarı küre, sonra konik çan şekline döner. Yüzey düz, mat, büyüteçle bakılınca beyaz renkli ince tüyümsü yapılar görülür. Merkezi gri sarımsı kenara doğru kreme dönmekte, yüzeyi boyunca çizgili, kenar ince dişlidir (Resim 31).

Etili kısım: Gri-sarı, ince ve turp kokusundadır. Lamelleri önce beyazımsı, sonra grimsiyeye dönmekte sap üzerine ilerlemekte, kenar kısımlar açık renkte ve dişlidir.

Sap: 4-6x0.05-0.1 cm çapında, tepe kısmı krem beyaz, alt kısım gri kahverengi-gri, yüzeyi boyunca küçük tüylü ve içi boştur.

Sporlar: 6-10x3.5-5 µm, eliptik, düz, hiyalin ve yağ damlalıdır. Spor baskısı beyazımsı kremdir.

Habitat: İbrelili ve karışık ormanlarda, ölü ağaç, gövde, kütük, dal ve kökleri üzerinde yetişmektedir.

Yenilebilirliği bilinmiyor (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 26. *Mycena galopus* var. *candida* J.E. Lange

Şapka: 0.8-2cm çapında konik veya çan şeklinde, merkez kısmı tümsekli yüzey boyuna çizgili, gençken beyazımsı granüllü, renk beyazımsı bejden gri-kahverengiye değişir, merkez daha koyu, kenarlarda ise donuk veya beyazımsıdır (Resim 32).

Etili kısım: İnce beyaz renkte, kokusu ve tadı turpsudur.

Lameller: Sapa yapışık, beyaz veya beyazımsı gri renktedir.

Sap: 5-7.5x0.1-0.2 cm ölçülerinde silindir şeklinde, zamanla tabana doğru kalınlaşan bir görünüm alır. Yüzey düz, donuk, tepe kısmı beyazımsı veya krem renkte, taban kısmında ise koyu griden kırmızımsı kahverengiye değişen renklerde içi boş ve esnek yapıdadır.

Sporlar: 9-12x4.5-6 µm, silindirik ve elips şeklinde, düz ve yağ damlalıdır. Spor baskısı soluk kremdir.

Habitat: Sonbahar ve yaz aylarında ibrelili ve geniş yapraklı ormanlarda, odun kalıntıları, yaprak döküntüleri veya toprak üzerinde, özellikle karayosunları arasında yetişir.

Yenilebilirliği bilinmiyor (Philips, 1988).

### 27. *Mycena pura* (Pers.) P.Kumm.

Şapka: 2-5 cm çapında, gençken çan şeklindeyken sonraları konveks veya düz, genellikle aynı merkezli çöküntüyle beraber umbonatken yaşlandıkça dalgalanır. Yüzey hemen hemen düz, mat, renk leylak menekşeden pembe menekşeye veya pembeden beyazımsıya değişirken merkezden kenarlara doğru donuklaşır, kenarlardan merkeze doğru yarı saydam çizgiler vardır ve en dışta marginal kısım beyazımsı ve keskindir (Resim 33).

Etili kısım: Sulu, gri- leylak, ince, tadı ve kokusu raphanoiddir.

Lameller: Leylak zemin üzerinde beyazdan grimsi beyaza değişirken, geniş, çentikli, basık tepe gibi subdecurrent kenarlar tırtıklı ve beyazdır.

Sap: 3.5-6.5x0.3-0.8 cm, silindirik, hafifçe tabana doğru kalın, yüzeyi düz, mattan mat ipeksi, boyuna fibrilli, genellikle tabana doğru koyulaşırken gri-menekşe renkte, gençken katı, olgunlaşınca içi boş ve oldukça kırılmandır. Tek tek veya toplu halde yetişir.

Sporlar: 5.9-7.8x3.7-4.2 µm, silindirik- eliptik, düz, hiyalin ve yağ damlalıdır. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Sert kütüklü ve konifer ormanlarında yaprak ve ibre döküntüleri arasında yetişir.

Literatüre göre zehirlidir (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 28. *Mycena strobilicola* J.Favre & Kühner

Şapka: 0.75-2.5 cm çapında, gençken çan şeklinde olup geliştikçe konikleşir, olgunları düzdür. Merkezi kısım bombelidir. Dış yüzeyi düz, mat kahverengi, ancak kurduğunda metalik grimsi ya da parlak kahverengidir. Üzerinde merkezden uçlara doğru uzanan ışınsal çizgiler bulunur. Kenarları hafif girintili çıkıntılı olup, olukları yoktur (Resim 34).

Etlı kısım: Çok ince, beyazımsı renkte, hafif turp tadında olup, bariz klor kokusundadır.

Lameller: Krem ya da pembemsi renktedir ve geniş dişli, kenarları düz, bazen dalgalıdır.

Sap: 2.5-5 x 0.1-0.5 cm, silindirik olup, eğik durumda kolay kırılabilen, içi boş, düz ve boyuna olukludur.

Sporlar: 9-12.5 x 5-7.5 µm, elips veya elma çekirdeği şeklinde, hiyalin, düzgün çeperli, çok damlalı ya da geniş tek damlalıdır. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Kış ayları ve ilkbaharın ilk aylarında, çam kozalakları üzerinde gömülü veya toprağa gömülü şekilde gelişir. Kozalak ve odunların bozulup çürütmesine neden olur. Tek tek veya gruplar halinde gelişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 29. *Myxomphalia maura* (Fr.) Hora

Şapka: 2-4 (5) cm çapında, genç dönemlerden sonra güçlü şekilde içe doğru göçmüş göbek şeklinde merkezle beraber yarı küresel, olgunlaşmayla beraber

düz-konveks bir hal alır. Yüzey düz, mat, ısladığında merkezden dışarı doğru radyal fibriloz bir hal alırken merkezden dışarıya doğru hemen hemen yarı saydam çizgili bir hal alır. Nemliken okra-kahverengiden is-kahverengiye dönerken koyu kahverengiden siyah-kahverengi renklerde olabilir. Bazen zeytuni zemin renklerine sahip olabilmektedir. Kuruyken gri- bej renklerde dir. Kenarlar hafifçe çentikliken bazen soyulabilir (Resim 35).

Etili kısım: Beyazımsı, lamellerin üzerinde gri-kahverengi, ince, kokusu bozulmuş-spermatik, tadı hafif ve biraz acımtıraktır, fakat belirgin değildir.

Lameller: Gençken beyazımsıyken olgunlaşmayla beraber kahverengimsi-beyaz, geniş ve şapkanın ikiye ayrılmasıyla beraber şapkadan koparak ayrılırlar.

Sap: 3-5x0.2-0.4 cm, silindirik, yüzeyi düz, mat, uç kısım açık kahverengi, tabana doğru inildikçe koyulaşarak siyah-kahverengiye döner, uç kısım beyazımsı toz benzeri bir salgıyla kaplı, bazen tabanda beyaz misel ağı görülür, katı fakat kırılğandır, içi tıkalıdır.

Sporlar: 4.7-6.8x3.5-4.9 µm, genişçe eliptik, düz, hiyalin ve yağ damlalıdır. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Bir yıllık süre içinde yanmış alanlarda bazen *Funaria* sp. arasında veya nemli ormanlık alanlarda (eski yanmış alanlar olabilir) genellikle toplu halde yetişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 30. *Otidea concinna* (Pers.) Sacc.

Fruktifikasyon organı: 5 cm uzunluğunda, genellikle yana doğru oluk şeklinde ve biraz sarmalanmış gibidir fakat belirgin biçimde kulak şeklinde değildir. Daha açık taban kısmıyla beraber parlak limon sarısı renktedir (Resim 36).

Etili kısım: Beyaz renkteyken yüzey düzdür.

Sporlar: 10-12x5-6 µm, eliptik, hiyalin, düz ve çift yağ damlalıdır.

Habitat: Geniş yapraklı ormanlarda yosunlu alanlarda özellikle *Fagus* sp. altında tek tek veya grup halinde yetişir.

Yenilebilirliği bilinmiyor (Breitenbach ve Kranzlin, 1984).

### 31. *Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdor & Galzin

Bazidyokarp: 13-21 x 6-11 cm, genellikle üzeri yosun ve otlarla kaplı ağaçlarda görülür. Üst yüzey dalgalı, oluklu, kahverengi veya pas rengindedir (Resim 37).

Tüpler: 2.5-6 cm, sert odunsu, koyu tarçın renkli ve kırılındır.

Sporlar: 4.5-5 x 3-3.5 µm, oval ve elips şekilli, düzgün çeperli, renksiz ve incedir. Spor baskısı turuncu kahverengidir.

Habitat: İğne yapraklı ağaçlarda ve çürümüş ağaçlarda parazit olarak ortaya çıkmıştır.

Sert odunsu yapısı nedeniyle yenmez (Philips, 1988).

### 32. *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert

Bazidyokarp: 5-10 x 5-15 cm, pyriform şekilli, alt kısmında kök benzeri bir yapı bulunur. Bir kısmı toprak içine gömülüdür. Toprak üzerinde kalan kısmı kahverengi veya yeşilimsi kahverengidir. Toprak altında kalan kısmı ise sarımsı bir renktedir. Olgunlaşma ile dış duvar yıkılır ve morumsu kahverengi olan tozumsu kitle halindeki sporlar etrafa yayılır (Resim 38).

Gleba: Çok sayıdaki sarı-kahverengi, bezelye şeklinde peridiollerden oluşur. Genç evrede bir parça kesilince siyahımsı bir sıvı akmaktadır. Olgunlaşınca tozumsu spor kitlelerini ihtiva eder.

Sporlar: 7.5 – 11 µm, küresel, dikensi çıkıntılı, morumsu kahverengi renktedir.

Habitat: Kumlu, çakıllı topraklarda yol kenarlarında, sonbahar mevsiminde yetişir.

Literatüre göre yenmez (Philips, 1988).

### 33. *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.

Şapka: 5-15 cm çapında, başlangıçta küresimsi, sonra yassı, merkez kısmı çukur, donuk leylak, morumsu, zeytuni, yeşilimsi, kahverengimsi veya şarap renginde, sıkı ve dayanıklı yapıda, nemli iken yüzeyi kaygandır (Resim 39).

Etili kısım: Beyaz, kokusu belirsiz ve tatlımsıdır.

Lameller: Sık, beyazımsıdan soluk kreme doğru değişen tonlarda, esnek, olgun bireylerde çatallı, sap üzerinde hafifçe dökük durumdadır.

Sap: 5-10 x 1.5-3 cm ölçülerinde, silindirik, beyaz bazen morumsu ve sert yapıdadır.

Sporlar: 7-9.5 x 6.5-7 µm, genişçe eliptik, siğilli ve renksizdir. Spor baskısı beyazımsıdır.

Habitat: Sonbahar ve yaz aylarında genellikle geniş yapraklı ormanlarda yetişir. Kayın ağacıyla mikoriza yapar.

Literatüre göre yenir (Philips, 1988).

#### 34. *Sepultaria arenosa* (Fuckel.) Boud.

Bazidyokarp: 10-20 mm, başlangıçta küresel yapıda ve toprağa gömülüdür. Daha sonra bir miktar açılarak fincan şeklini alır (Resim 40).

Etlı kısım: Beyaz, kalın ve kırılımandır.

Himenyum: Açık gri, düz dış yüzey ve iç kısımlar kahverengi renkte olup, uç kısımlarda nokta şeklinde yarıklar vardır.

Sporlar: 20-22x10-12 µm, eliptik, düz ve şeffaf renkte olup tek veya çift yağ damlalıdır. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Genellikle nemli, kumlu topraklarda, bazen yanmış alanlar çevresinde tek tek ya da grup halinde yetişir. İlkbahardan sonbahara kadar görülebilmektedirler.

Yenilebilirliği bilinmiyor (Breitenbach ve Kranzlin, 1984).

#### 35. *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers.

Bazidyokarp: 2-10 cm çapında, 1-2 mm kalınlığında, yarım daire yelpaze şeklinde, kabuğumsu yapıda ve birbirine bağlı gruplar halindedirler. Yüzeyi derimsi ve ince tüylüdür. Konsantrik zonlu, sarımsı portakal renkli, zemin üzeri gri beyaz tüylü, gelişme ilerleyince renk solar ve gri sarıya dönerek yüzeydeki tüyler azalır. Kenar kısmı dalgalı ve şişkindir. Sap taşımazlar (Resim 40).

Trama: İnce, portakal sarısı, belirgin tadı ve kokusu yoktur.

Himenyum: Düz hafif çıkıntılı, açık sarı- portakaldan kahverengi portakal, olgunlaşınca gri kahverengiye döner.

Sporlar: 5-7.5x 2.5-3 µm, eliptik silindirik, düz, amiloid ve hiyalindir. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Geniş yapraklı ağaçların dalları ve küçük parçalar üzerine yetişmektedir.

Oldukça sert yapısı nedeniyle yenmezler (Breitenbach ve Kranzlin, 1986).

### 36. *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze

Şapka: 8-11 cm, gençken yarı küresel, sonra konveks, gelişme ilerlemesiyle birlikte hemen hemen düzleşir. Yüzeyi nemli ortamlarda kaygan, kuruduğu zaman donuk ve ipeksidir. Genç örneklerde ilk önce açık kahverengi, daha sonra geyik kahverengi ve yaşlı örneklerde çikolata kahverengidir (Resim 42).

Etlı kısım: Açık kahverengi renkte, ekşimsi kokulu ve hafif tatlıdır.

Porlar: Sarıdan zeytinimsi sarıya kadar değişen renklerde, 0.5-1 mm uzunluğunda ve sapa yapışıktır.

Sap: 4-7 x 1-2 cm, silindirik şapkaya doğru biraz kalınlaşır. Sarı renklidir ve dip kısma doğru kırmızı-kahverengidir.

Sporlar: 7.5-11 x 3.5- 5 µm, eliptik, düz, açık sarı ve damlalıdır. Spor baskısı turuncu-toprak renklidir.

Habitat: *Pinus* sp. altında, kalkerli topraklarda, yazdan sonbahara kadar, tek tek veya gruplar halinde yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 37. *Tapinella panuoides* (Batsch) E.J. Gilbert

Şapka: 2-10 cm çapında, gençken yarı dairesel veya parantez benzeriyken sonraları yelpaze şeklinde veya düzensiz huni biçiminden kulak benzeri şekle döner. Yüzey ülgerli- tüylü iken sonraları tüysüz, okra-kahverengi, sarı-zeytuni, zeytuni-kahverengimsi renklerde, kenarlar daima kıvrıktır (Resim 43).

Etlı kısım: Krem tonlarından açık sarı renklerde, ince, yumuşak, kokusu hoş fakat belirgin değilken, tadı hafif ve hoştur.

Lameller: Sarıdan zeytuni sarıya veya tarçın renkli, geniş, substrata daima dekurrent bağlanırken, dalgalıdır.

Sap: Tam gelişmemiş veya yoktur.

Sporlar: 4.5-6 x 3-3.5 µm, oval, düz, sarımsı ve yağ damlalıdır. Spor baskısı açık kahverengidir.

Habitat: Konifer döküntüleri üzerinde yaşar ve enfekte olduğu odunu yumuşak ve renksiz hale getirir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 38. *Tricholoma fracticum* (Britzelm.) Kreisel

Şapka: 5-12 (15) cm çapında, gençken yarım küre, olgunlaşmayla beraber konveks ve bazen dalgalanmalar görülür. Yüzey düz, nemliyen kaygan ve parlak, kuruyken mat ve ipeksi, merkezden kenarlara doğru radyal olarak fibriloz, kestane kahverengiden kızıl kahveye değişen renklerde, kenarlar hafifçe çentikli ve keskindir (Resim 44).

Etli kısım: Beyazdan beyazımsıya değişirken aynı zamanda olgunlarda kırmızımsı, merkezde kalın, kokusu unumsu, tadı acı ve unumsudur.

Lameller: Gençken beyazdan krem tonlarına değişirken bazen hafif pembemsi, geniş, çentikli, kenarlarda düz veya hafif çentikli, bazen olgunlaşmayla kırmızı lekeler görülebilir.

Sap: 5-10 x 1-2.5 cm, silindirik, tabana doğru sivri, genellikle biraz eğri, yüzey boyuna kırmızı-kahverengi fibrilli, kuru, gençken annular bölüm zarımsı fakat kısa ömürlü ve bazen sap bu bölümün 2-3 mm üzerinde kırmızı-kahverengi daha sonra daima beyaz- beyazımsı, hafifçe pullu ve katıdır.

Sporlar: 4.6-6.4x4-5.6 µm, yarı küresel veya küresel, düz, hiyalin ve büyük yağ damlalıdır. Spor baskısı beyazdır.

Habitat: Konifer ormanlarında kalkerli topraklar üzerinde özellikle *Pinus silvestris* altında yetişir.

Literatüre göre yenmez (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

### 39. *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm.

Şapka: 5-8 cm, gençken çan şeklinde, sonra konveks en sonunda düzensiz dalgalanmalar göstererek açılır. Merkezde geniş umbolu, kenarları içe kıvrık, yüzey yünsüdür ve radyal fibriller taşır. Rengi fare grisinden kahverengimsi griye kadar değişir, bazen oldukça siyahtır (Resim 45).

Etli kısım: İnce, beyaz ve bariz kokusu ve tadı yoktur.

Lameller: Geniş, kenarları dişli ve beyaz renklidir.

Sap: 4-7x1-1.5 cm, silindirik yüzeyi düzgün, gençken içi dolu ve sert, gelişmesiyle birlikte içi oyulur ve kırılmanlaşır. Rengi beyazdan açık griye kadar değişir.

Sporlar: 6.5-8.5 µm, eliptik yarı küresel, renksiz ve yağ damlalıdır. Spor baskısı beyazımsıdır.

Habitat: Kalkerli topraklarda, konifer ormanlarında özellikle *Picea* sp. ve *Pinus* sp. altında, orman kenarları boyunca çayırlar üzerinde yaz sonu ve sonbaharda yetişir.

Literatüre göre yenir (Breitenbach ve Kranzlin, 1991).

#### 4.5.2 Makrofungus örneklerinin bor içeriği

Bor madenleri ve çevresinden daha önceden belirlenmiş beş farklı lokasyondan toplanmış makrofungus örneklerinin bor içeriği ve örneklerin madene olan uzaklıkları Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9'a göre; *Clavulina cinerea*, *Clitocybe metachroa*, *Cystoderma terreii*, *Gloeophyllum trabeum*, *Hohenbuehelia geogenia*, *Hygrophorus discoideus*, *Inocybe aperi*, *Inocybe geophylla*, *Lepiota cristata*, *Lepista nuda*, *Marasmius alliaceus*, *Mycena galopus* var. *candida*, *Mycena pura*, *Mycena amicta*, *Phellinus torulosus*, *Stereum hirsutum*'ta bor elde edilememiştir. Bu örneklerin madenden uzaklıklarına bakıldığında 500-1000m aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Bununla beraber; madene olan uzaklığı 100-500m aralığında olan *Lycoperdon perlatum*'da da bor elde edilememiştir.

Bor madenine 0-100 m uzaklığına toplanan makrofungus örnekleri incelendiğinde en düşük 8.27 mg/kg ile *Amanita ovoidea*'da elde edilirken en yüksek 273 mg/kg ile *Suillus collinitus*'ta elde edilmiştir. 0-100 m aralığından toplanan makrofungus örneklerinin ortalama bor içeriği 53.81 mg/kg olarak bulunmuştur.

Bor madenine 100-500 m uzaklıktan toplanan makrofungus örnekleri incelendiğinde; 28.33 mg/kg ile en yüksek bor konsantrasyonu *Melanoleuca paedida* elde edilirken *Lycoperdon perlatum*'da bor elde edilememiştir. Bununla beraber; madene 100-500m uzaklıktan makrofungus örnekleri içinde iki farklı lokasyondan iki farklı *Lepista nuda* örneği alınmış ve bu örneklerden birinden 1.32 mg/kg bor elde edilirken diğer örnekte 22.58 mg/kg bor bulunmuştur.

Tablo 4.9. Makrofungus örneklerinin madene uzaklıkları ve bor içerikleri (mg/kg, K.A.)

Tür	Madene uzaklık	Bor Konsantrasyonu (mg/kg, Kuru Ağırlık)
<i>Agaricus aestivalis</i> (F.H. Moller) Pilat	2	13.61
<i>Agaricus aestivalis</i> var. <i>veneris</i> (R. Heim & G.Becker) Wasser	2	1.53
<i>Amanita ovoidea</i> (Bull.) Link	1	8.27
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	1	22.45
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	3	7.08
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	3	12.14
<i>Clavulina cinerea</i> (Bull.) J. Schröt	3	A.L.A
<i>Clitocybe costata</i> Kühner & Romagn.	1	21.04
<i>Clitocybe metachroa</i> (Fr.) P. Kumm.	1	26.84
<i>Clitocybe metachroa</i> (Fr.) P. Kumm.	3	A.L.A
<i>Cystoderma terreii</i> (Berk. & Broome) Harmaja	2	3.51
<i>Cystoderma terreii</i> (Berk. & Broome) Harmaja	3	A.L.A
<i>Geastrum sessile</i> (Sowerby) Pouzar	3	1.28
<i>Gloeophyllum trabeum</i> (Pers.) Murrill	3	A.L.A
<i>Hohenbuehelia geogenia</i> (DC.) Singer	3	A.L.A
<i>Hygrophorus discoideus</i> (Pers.) Fr.	3	A.L.A
<i>Inocybe ayeri</i> Furrer-Ziogas	3	A.L.A
<i>Inocybe corydalina</i> Quél.	3	1.19
<i>Inocybe geophylla</i> (Fr.) P. Kumm.	3	A.L.A
<i>Lactarius</i> sp. Pers.	3	12.19
<i>Lepiota cristata</i> (Bolton) P. Kumm.	3	A.L.A
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	3	A.L.A
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	2	1.32
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	2	22.58
<i>Leucocoprinus lanzonii</i> Bon, Migl. & Brunori	2	13.17
<i>Lycoperdon lividum</i> Pers	2	28.31
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	2	A.L.A
<i>Marasmius alliaceus</i> (Jacq.) Fr.	3	A.L.A
<i>Melanoleuca paedida</i> (Fr.) Kühner & Maire	2	28.33
<i>Melanoleuca stridula</i> (Fr.) Singer	1	15.65
<i>Mycena amicta</i> (Fr.) Quél.	3	A.L.A

<i>Mycena galopus</i> var. <i>candida</i> J.E. Lange	3	A.L.A
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	3	A.L.A
<i>Mycena strobilicola</i> J. Favre & Kühner	3	9.99
<i>Myxomphalia maura</i> (Fr.) Hora	1	36.52
<i>Otidea concinna</i> (Pers.) Sacc.	3	30.70
<i>Phellinus torulosus</i> (Pers.) Bourdot & Galzin	3	A.L.A
<i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.) Rauschert	1	10.98
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	3	24.89
<i>Sepultaria arenosa</i> (Fuckel) Boud.	3	28.94
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	3	A.L.A
<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	1	273.00
<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	3	19.43
<i>Tapinella panuoides</i> (Batsch) E.-J. Gilbert	3	3.22
<i>Tricholoma fracticum</i> (Britzelm.) Kreisel	2	13.55
<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	1	69.52

1: Madene 0-100 m uzaklık

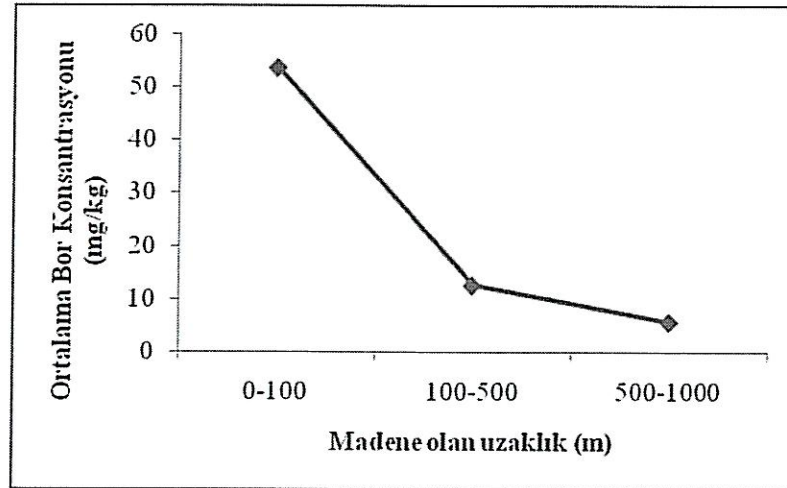
2: Madene 100-500 m uzaklık

3: Madene 500-1000 m uzaklık

A.L.A: Analiz Limitlerinin Altında

Madene 500-1000 m uzaklıktan toplanan *Otidea concinna*'da 30.70 mg/kg bor bulunmuştur. Bununla beraber; *Sepultaria arenosa* ve *Russula cyanoxantha*'da sırasıyla 28.94 ve 24.89 mg/kg bor bulunmuştur. Madene uzak bölgeden toplanan bu örneklerin yüksek düzeyde bor içermesi bor biriktirebilme yeteneğine sahip olabileceklerini göstermektedir.

Madenler ve çevresinden toplanan makrofungus örneklerinin uzaklığa bağlı olarak ortalama bor konsantrasyonları uzaklık artıka sırasıyla, 53.81, 12.59 ve 5.59 (0-100m, 100-500m ve 500-1000m) mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.1). Bu verilere göre, makrofungus örneklerinin madene olan uzaklığına bağlı olarak bor konsantrasyonların değiştiği ve uzaklık artıka makrofungusların bor konsantrasyonlarında kesin bir düşüş gözlenmektedir.



Şekil 4.1 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama bor konsantrasyonları değişimi

#### 4.5.3. Makrofungus örneklerinin ağır metal içeriği

Bor madenleri ve etrafından toplanan makrofungus örneklerinin ağır metal konsantrasyonları ve madene olan uzaklıkları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10 Makrofungus örneklerinin madene uzaklıkları ve ağır metal içerikleri (mg/kg, KA)

Tür	Madene uzaklık	Cd	Cr	Cu	Mn	Zn
<i>Agaricus aestivalis</i> var. <i>veneris</i> (R. Heim & G. Becker) Wasser	2	0.54	6.88	72.44	28.11	84.47
<i>Agaricus aestivalis</i> (F.H. Moller) Pilát	2	0.37	15.53	57.78	27.93	50.19
<i>Amanita ovoidea</i> (Bull.) Link	1	0.26	4.59	5.00	9.23	29.78
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	3	0.11	3.71	6.91	10.65	16.73
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	1	0.19	4.45	7.01	9.62	16.74
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Mill.	3	0.13	11.78	6.08	13.69	16.05
<i>Clavulina cinerea</i> (Bull.) J. Schröt.	3	0.18	9.26	8.13	5.21	37.03
<i>Clitocybe costata</i> Kühner & Romagn.	1	0.62	2.88	32.09	14.35	24.70
<i>Clitocybe metachroa</i> (Fr.) P. Kumm.	3	1.27	8.15	48.64	18.60	37.32
<i>Clitocybe metachroa</i> (Fr.) P. Kumm.	1	2.92	10.79	70.29	29.82	39.16
<i>Cystoderma terreii</i> (Berk. & Broome) Harmaja	2	1.41	7.21	12.69	14.63	20.32
<i>Cystoderma terreii</i> (Berk. & Broome) Harmaja	3	0.97	8.65	22.24	35.99	39.99
<i>Gastrum sessile</i> (Sowerby) Pouzar	3	0.56	3.02	43.17	79.45	47.27
<i>Gloeophyllum trabeum</i> (Pers.) Murrill	3	0.36	4.00	8.68	10.88	20.00
<i>Hohenbuehelia geogenia</i> (DC.) Singer	3	0.11	1.01	2.61	1.38	5.75

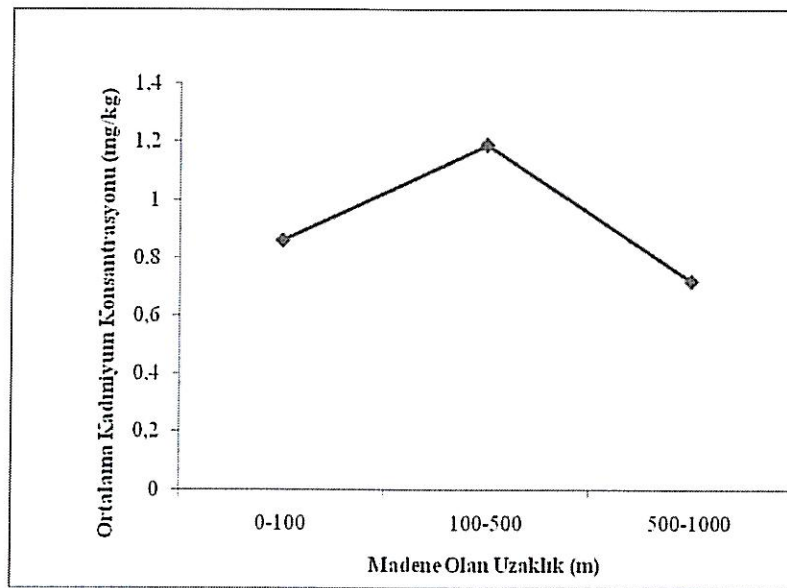
<i>Hygrophorus discoideus</i> (Pers.) Fr.	3	1.84	7.66	56.28	7.10	49.87
<i>Inocybe ayeri</i> Furrer-Ziogas	3	0.69	17.13	6.91	21.47	44.28
<i>Inocybe corydalina</i> Quél.	3	2.02	6.06	7.93	8.63	80.19
<i>Inocybe geophylla</i> (Fr.) P. Kumm.	3	1.54	6.44	16.47	3.57	63.96
<i>Lactarius</i> sp.	3	0.18	3.63	3.37	1.68	13.99
<i>Lepiota cristata</i> (Bolton) P. Kumm.	3	0.66	5.98	41.67	5.92	45.58
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	3	0.99	4.95	59.70	21.12	77.40
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	2	1.15	6.29	67.42	13.87	76.07
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	2	0.82	13.68	65.60	20.25	57.71
<i>Leucocoprinus lanzonii</i> Bon, Migl. & Brunori	2	2.58	10.11	60.16	11.93	44.09
<i>Lycoperdon lividum</i> Pers.	2	1.74	6.13	71.08	18.58	150.10
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	2	0.72	3.47	61.78	6.81	97.06
<i>Marasmius alliaceus</i> (Jacq.) Fr.	3	0.55	3.65	29.59	47.52	55.42
<i>Melanoleuca paedida</i> (Fr.) Kühner & Maire	2	1.21	3.76	61.37	45.21	54.61
<i>Melanoleuca stridula</i> (Fr.) Singer	1	0.60	3.92	37.97	17.51	35.73
<i>Mycena amicta</i> (Fr.) Quél.	3	1.10	42.00	29.09	31.00	67.30
<i>Mycena galopus</i> var. <i>candida</i> J.E. Lange	3	1.65	61.50	19.76	14.62	97.55
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	3	2.01	6.11	71.82	18.30	54.90
<i>Mycena strobilicola</i> J. Favre & Kühner	3	0.34	12.81	11.35	12.31	49.57
<i>Myxomphalia maura</i> (Fr.) Hora	1	1.35	6.64	11.10	31.53	34.67
<i>Otidea concinna</i> (Pers.) Sacc.	3	0.25	6.75	17.55	6.70	213.60
<i>Phellinus torulosus</i> (Pers.) Bourdot & Galzin	3	0.22	8.16	19.52	10.29	7.84
<i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.) Rauschert	1	0.12	2.44	12.20	6.86	9.68
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	3	0.27	15.65	17.76	9.17	49.65
<i>Sepultaria arenosa</i> (Fuckel) Boud.	3	0.77	12.98	29.27	93.68	84.32
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	3	0.18	8.18	8.33	20.42	17.97
<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	3	0.21	9.46	7.64	8.53	34.02
<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	1	0.17	9.97	15.24	4.29	21.34
<i>Tapinella panuoides</i> (Batsch) E.-J. Gilbert	3	0.25	3.62	7.67	2.54	15.78
<i>Tricholoma fracticum</i> (Britzelm.) Kreisel	2	1.39	19.55	3.54	17.14	19.84
<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.	1	1.47	7.07	28.90	43.15	68.07

1: Madene 0-100 m uzaklık

2: Madene 100-500 m uzaklık

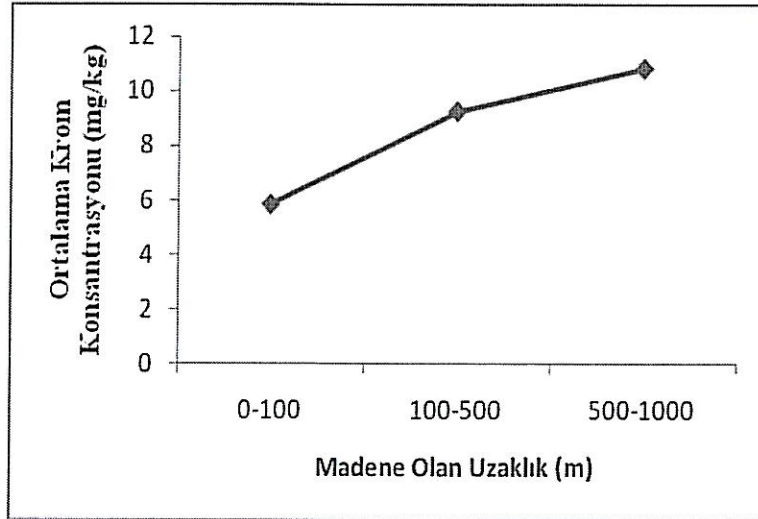
3: Madene 500-1000 m uzaklık

Bor madenleri ve çevresinden toplanan makrofungus örneklerinin kadmiyum konsantrasyonlarının 0.11-2.92 mg/kg aralığında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.10). En düşük kadmiyum madene 500-1000m uzaklıktan alınan *Chroogomphus rutilus* ve *Hohenbuehelia geogenia*'da (0.11 mg/kg), en yüksek ise madene 0-100 m uzaklıktan alınan *Clitocybe metachroa*'da (2.92 mg/kg) elde edilmiştir. Bununla beraber; madene olan uzaklıklara bağlı olarak örneklerin ortalama kadmiyum miktarları sırasıyla, 0.86, 1.19 ve 0.72 mg/kg (0-100m, 100-500m ve 500-1000m) olarak elde edilmiştir. Buna göre; maden ve çevresinden toplanan örneklerin ortalama kadmiyum konsantrasyonunun uzaklığa bağlı olarak doğrusal bir şekilde değişmediği görülmektedir (Şekil 4.2).



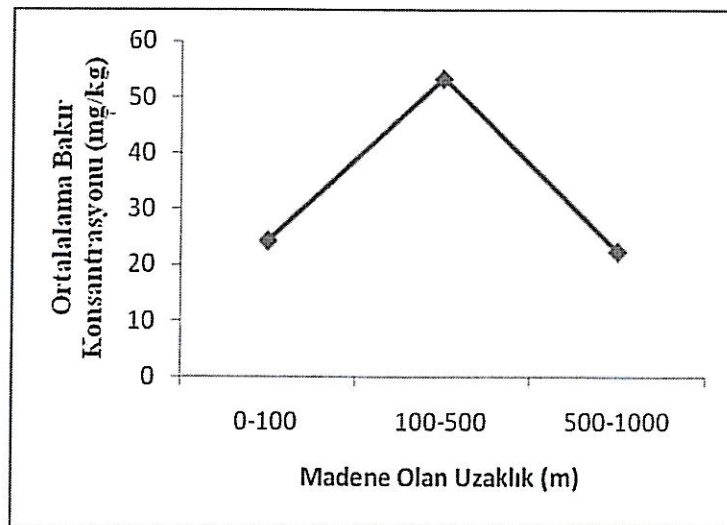
Şekil 4.2 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama kadmiyum konsantrasyonları değişimi

Bor madeni ve çevresinden toplanan makrofungus örneklerinin krom konsantrasyonunun 1.01 ile 61.50 mg/kg aralığında değiştiği gözlemlenirken en düşük *Hohenbuehelia geogenia* en yüksek *Mycena galopus* var. *candida*'da bulunmuştur (Tablo 4.10). En düşük ve en yüksek kromun madene en uzak aralık olan 500-1000 m aralığındaki iki örnekten elde edildiği görülmektedir. Bununla beraber; makrofungus örneklerinin ortalama krom konsantrasyonunun madenden uzaklaştıkça arttığı göze çarpmaktadır (Şekil 4.3).



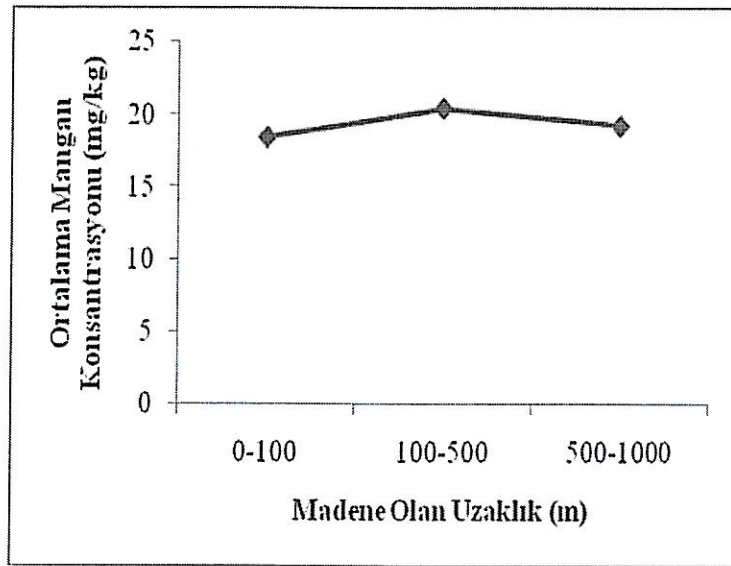
Şekil 4.3 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama krom konsantrasyonları değişimi

Makrofungus örneklerinin bakır konsantrasyonları 2.61 ile 72.44 mg/kg aralığında değiştiği gözlenirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla *Hohenbuehelia geogenia* ve *Agaricus aestivalis* var. *veneris*'te elde edilmiştir (Tablo 4.10). Bununla beraber; madene olan uzaklıklara bağlı olarak örneklerin ortalama bakır miktarları sırasıyla, 24.42, 53.39 ve 22.52 mg/kg (0-100m, 100-500m ve 500-1000m) olarak elde edilmiştir (Şekil 4.4). Buna göre; 100-500m aralığından toplanan örneklerin türe bağlı olarak yüksek düzeyde bakır biriktirebildiği düşünülebilir.



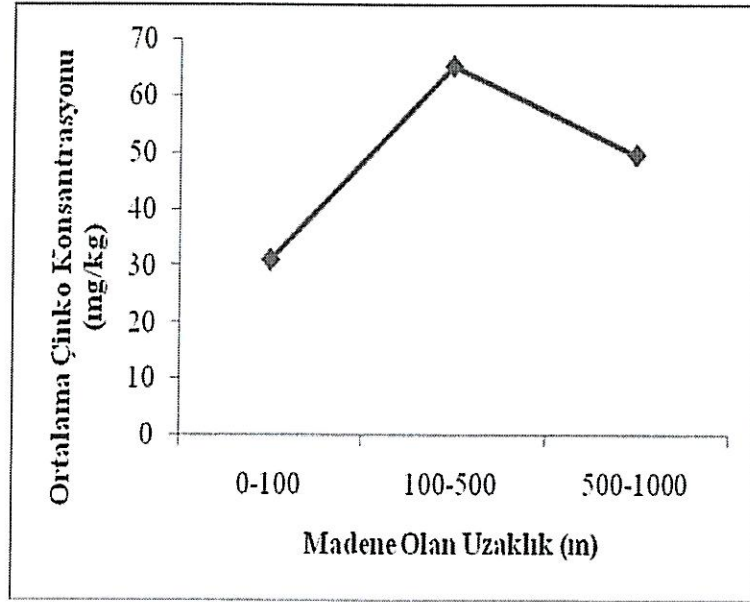
Şekil 4.4 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama bakır konsantrasyonları değişimi

Tablo 4.10'e göre; bor madenleri ve çevresinden toplanan makrofungus örneklerinin mangan konsantrasyonlarının 1.38 ile 93.68 mg/kg aralığında değiştiği gözlemlenirken, en düşük ve en yüksek sırasıyla 500-1000 m uzaklıkta toplanan *Hohenbuehelia geogenia* ve *Sepultaria arenosa*'da elde edilmiştir. Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama mangan konsantrasyonları sırasıyla 18.48, 20.45 ve 19.27 mg/kg (0-100m, 100-500 ve 500-1000m) elde edilmiştir (Şekil 4.5). Buna göre; makrofungus örneklerinin ortalama mangan içeriğinin madene olan uzaklığa bağlı olarak gözle görülür bir şekilde değişmediği görülmektedir.



Şekil 4.5 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama mangan konsantrasyonları değişimi

Makrofungus örneklerinin çinko konsantrasyonlarının 5.75 ile 213.60 mg/kg aralığında değiştiği gözlenirken, en düşük ve en yüksek çinko sırasıyla, 500-1000m uzaklıktan toplanan *Hohenbuehelia geogenia* ve *Otidea concinna*'da elde edilmiştir. Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama çinko konsantrasyonları sırasıyla, 31.10, 65.45 ve 49.75 mg/kg olarak (0-100m, 100-500 ve 500-1000m) elde edilmiştir (Şekil 4.6). Buna göre, makrofungus örneklerinin madene olan uzaklıklarının çinko konsantrasyonları üzerinde kesin bir etkisinin olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.6 Uzaklığa bağlı olarak makrofungus örneklerinin ortalama çinko konsantrasyonları değişimi

## 4.6 İstatistikî Bulgular

### 4.6.1 Toprak özelliklerinin bor fraksiyonlarına etkisi

Toprakta bor fraksiyonları ve toprak özellikleri arasındaki korelasyon Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11'e göre; pH ile kolay çözülebilir bor ve spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonları arasında negatif yönlü korelasyon olduğu görülmekle beraber, residual bor ve toplam borun pozitif yönde bir korelasyon gösterdiği görülmektedir. pH ile bor fraksiyonları arasındaki ilişkinin benzer olarak elektrik iletkenliği ve organik madde ile bor fraksiyonları arasında da görülmektedir. Bununla beraber; B1 ile B2 arasında pozitif yönde güçlü bir korelasyon olduğu görülmektedir ve bununla beraber; toplam borun B3 ile pozitif yönde ilişkili olduğu görülmekle beraber istatistikî olarak anlamlıdır.

**Tablo 4.11** Toprak özellikleri ile bor (B) fraksiyonları arasındaki korelasyon.

	pH	Elektrik İletkenliği	Organik Madde	B1	B2	B3	Toplam Bor
pH	1.000						
Elektrik İletkenliği	-0.091	1.000					
Organik Madde	-0.487**	-0.052	1.000				
B1	-0.117	-0.131	-0.094	1.000			
B2	-0.138	-0.146	-0.059	0.983**	1.000		
B3	0.035	0.146	0.013	-0.082	-0.074	1.000	
Toplam Bor	0.428*	0.232	0.001	-0.084	-0.091	0.414*	1.000

\*p&lt;0.05

\*\*p&lt;0.01

B1: Kolay çözülebilir bor fraksiyonu

B2: Spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonu

B3: Residual bor fraksiyonu

#### 4.6.2 Toprak özelliklerinin kadmiyum fraksiyonlarına etkisi

Toprakta kadmiyum fraksiyonları ve toprak özellikleri arasındaki korelasyon Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12'ye göre; toprağın pH derecesi ile residual kadmiyum ve toplam kadmiyumun pozitif yönde korelasyon gösterdiği ve anlamlı sonuçlar verdiği görülmektedir.

Elektrik iletkenliği ile kadmiyum fraksiyonları arasında pozitif yönde korelasyon olmasına rağmen elde edilen verilerin anlamlı olmadığı görülmektedir.

Organik madde miktarı ile hareketli kadmiyum, residual kadmiyum ve toplam kadmiyum arasında pozitif yönde, hareket edebilir kadmiyum arasında negatif yönde korelasyon vardır. Fakat elde edilen sonuçların anlamlı olmadığı görülmektedir. Bununla beraber; hareketli kadmiyum fraksiyonu ile residual kadmiyum ve toplam kadmiyum arasında güçlü bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Ayrıca toplam kadmiyuma bağlı olarak residual kadmiyum fraksiyonunun anlamlı bir şekilde arttığı belirlenmiştir.

**Tablo 4.12** Toprak özellikleri ile kadmiyum (Cd) fraksiyonları arasındaki korelasyon

	pH	Elektrik İletkenliği	Organik Madde	Hareketli Cd	Hareket Edebilir Cd	Residual Cd	Toplam Cd
pH	1.000						
Elektrik İletkenliği	-0.091	1.000					
Organik Madde	-0.487**	-0.052	1.000				
Hareketli Cd	0.337	0.228	-0.245	1.000			
Hareket Edebilir Cd	-0.336	0.053	0.261	-0.174	1.000		
Residual Cd	0.573**	0.127	-0.191	0.524**	-0.102	1.000	
Toplam Cd	0.566**	0.129	-0.184	0.529**	-0.077	1.000**	1.000

\*p&lt;0.05

\*\*p&lt;0.01

#### 4.6.3 Toprak özelliklerinin krom fraksiyonlarına etkisi

Toprakta krom fraksiyonları ve toprak özellikleri arasındaki korelasyon Tablo 4.13'de verilmiştir.

Toprak örneklerinin pH derecesi ile hareket edebilir krom fraksiyonu arasında negatif yönlü bir korelasyon vardır. Elektrik iletkenliğinin residual krom fraksiyonu ve toplam kroma pozitif yönde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir. Bununla beraber; residual krom fraksiyonu ile toplam krom arasında oldukça güçlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmekte ve toplam krom miktarına bağlı olarak residual krom fraksiyonunda kesin bir değişimin olduğu görülmektedir.

Toprağın organik madde miktarının sadece hareket edebilir krom fraksiyonuyla pozitif yönde bir korelasyon gösterirken diğer fraksiyonlarla arasında negatif yönlü bir korelasyon olduğu görülmektedir. Nitekim, toprağın organik madde miktarı ile topraktaki krom fraksiyonları arasında istatistikî olarak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir.

**Tablo 4.13** Toprak özellikleri ile krom (Cr) fraksiyonları arasındaki korelasyon

	pH	Elektrik iletkenliği	Organik Madde	Hareketli Cr	Hareket Edebilir Cr	Residual Cr	Toplam Cr
pH	1.000						
Elektrik iletkenliği	-0.091	1.000					
Organik Madde	-0.487**	-0.052	1.000				
Hareketli Cr	0.099	0.129	-0.137	1.000			
Hareket Edebilir Cr	-0.625**	0.304	0.309	-0.008	1.000		
Residual Cr	0.079	0.501**	-0.235	0.098	0.187	1.000	
Toplam Cr	0.079	0.501**	-0.235	0.099	0.187	1.000**	1.000

\*p&lt;0.05

\*\*p&lt;0.01

#### 4.6.4 Toprak özelliklerinin bakır fraksiyonlarına etkisi

Toprakta bakır fraksiyonları ve toprak özellikleri arasındaki korelasyon Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.14’e göre; toprak örneklerinin pH derecesine bakır fraksiyonları arasında negatif yönlü bir korelasyon olduğu görülmektedir ve sadece pH ile hareketli bakır fraksiyonu arasında istatistiki olarak anlamlı sonuç elde edilmiştir.

Elektrik iletkenliğinin bakır fraksiyonları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Toprağın organik madde miktarı ile bakır fraksiyonları arasında pozitif yönde bir korelasyon elde edilmesine rağmen sadece hareketli bakır ile anlamlı bir ilişki göstermektedir.

Bakır fraksiyonları aralarında pozitif yönde anlamlı ilişkiye sahipken sadece hareketli ve hareket edebilir bakır fraksiyonları arasında istatistiki olarak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir.

**Tablo 4.14** Toprak özellikleri ile bakır (Cu) fraksiyonları arasındaki korelasyon

	pH	Elektrik İletkenliği	Organik Madde	Hareketli Cu	Hareket Edebilir Cu	Residual Cu	Toplam Cu
pH	1.000						
Elektrik İletkenliği	-0.091	1.000					
Organik Madde	-0.487**	-0.052	1.000				
Hareketli Cu	-0.370*	0.158	0.379*	1.000			
Hareket Edebilir Cu	-0.214	0.031	0.204	0.306	1.000		
Residual Cu	-0.213	0.321	0.259	0.426*	0.358*	1.000	
Toplam Cu	-0.239	0.297	0.279	0.454*	0.539**	0.979**	1.000

\*p&lt;0.05

\*\*p&lt;0.01

**4.6.5 Toprak özelliklerinin mangan fraksiyonlarına etkisi**

Toprakta mangan fraksiyonları ve toprak özellikleri arasındaki korelasyon Tablo 4.15'de verilmiştir.

**Tablo 4.15** Toprak özellikleri ile mangan (Mn) fraksiyonları arasındaki korelasyon

	pH	Elektrik İletkenliği	Organik Madde	Hareketli Mn	Hareket Edebilir Mn	Residual Mn	Toplam Mn
pH	1.000						
Elektrik İletkenliği	-0.091	1.000					
Organik Madde	-0.487	-0.052	1.000				
Hareketli Mn	-0.377	-0.029	-0.099	1.000			
Hareket Edebilir Mn	-0.728	0.181	0.601	0.216	1.000		
Residual Mn	-0.374	0.333	0.342	0.027	0.480	1.000	
Toplam Mn	-0.420	0.334	0.375	0.051	0.542	0.997	1.000

\*p&lt;0.05

\*\*p&lt;0.01

Toprak örneklerinde belirlenen mangan fraksiyonları ile pH arasında negatif yönlü bir korelasyon elde edilirken istatistiki olarak anlamlı sonuçlar elde edilememiştir. Benzer şekilde elektrik iletkenliği ve organik madde miktarları ile mangan fraksiyonları arasında anlamlı korelasyona rastlanamamıştır.

#### 4.6.6 Toprak özelliklerinin çinko fraksiyonlarına etkisi

Toprakta çinko fraksiyonları ve toprak özellikleri arasındaki korelasyon Tablo 4.16'de verilmiştir.

Tablo 4.16 Toprak özellikleri ile çinko (Zn) fraksiyonları arasındaki korelasyon

	pH	Elektrik İletkenliği	Organik Madde	Hareketli Zn	Hareket Edebilir Zn	Residual Zn	Toplam Zn
pH	1.000						
Elektrik İletkenliği	-0.091	1.000					
Organik Madde	-0.487**	-0.052	1.000				
Hareketli Zn	-0.620**	-0.084	0.289	1.000			
Hareket Edebilir Zn	-0.569**	0.335	0.558**	0.368*	1.000		
Residual Zn	-0.376*	0.362*	0.098	0.229	0.434*	1.000	
Toplam Zn	-0.412*	0.376*	0.144	0.254	0.505**	0.997**	1.000

\*p<0.05

\*\*p<0.01

Tablo 4.16'ya göre; toprakta elde edilen tüm çinko fraksiyonlarının toprağın pH derecesi ile negatif yönde istatistiki olarak anlamlı korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla beraber; örneklerin elektrik iletkenliği ile residual çinko ve toplam çinko arasında pozitif yönde bir korelasyon vardır.

Organik madde miktarı ile çinko fraksiyonları arasında pozitif yönde korelasyon varken, bu değerler arasında sadece hareket edebilir çinko ile anlamlı bir sonuç göstermektedir. Ayrıca hareket edebilir çinkonun hareketli çinko, residual çinko ve toplan çinko ile pozitif yönde korelasyon gösterdiği görülmektedir.

#### 4.6.7 Toprakta elementler arası etkileşim

Toprakta analiz edilen elementlerin toplam konsantrasyonlarının birbirleriyle olan korelasyonları Tablo 4.17’de verilmiştir.

**Tablo 4.17** Toprak örneklerinde elementler arası etkileşim

	Cr	B	Cd	Cu	Zn	Mn
Cr	1.000					
B	-0.039	1.000				
Cd	0.247	0.517**	1.000			
Cu	0.364*	0.255	0.074	1.000		
Zn	0.197	0.031	0.152	0.546**	1.000	
Mn	0.386*	0.064	0.201	0.758**	0.713**	1.000

\*p<0.05

\*\*p<0.01

Tablo 4.17’ye göre; B/Cd arasında pozitif yönde istatistiki olarak anlamlı bir korelasyon vardır. Benzer şekilde, Cr/Cu, Cr/Mn, Cu/Zn, Cu/Mn ve Zn/Mn arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

#### 4.6.8 Makrofungus örneklerinin madene uzaklığı ile bor konsantrasyonları arasındaki korelasyon

Makrofungus örneklerinin bor madenlerine uzaklıkları ile bor konsantrasyonları tek yönlü ANOVA testine göre korelasyonları Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18’e göre; makrofungus örneklerinin bor konsantrasyonları ile örneklerin alındığı yerin madene olan uzaklığı arasında negatif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, makrofungus örnekleri madenden uzaklaştıkça bor konsantrasyonunda bir azalma olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.18** Makrofungus örneklerinin bor madenlerine uzaklıkları ile bor konsantrasyonları tek yönlü ANOVA testi sonuçları

(I) grup	(J) grup	Ortalama Farklılık (I-J)	Standart Hata	p
1	2	41.21678	17.19427	0.054
	3	48.21333*	14.40377	0.005
2	1	-41.21678	17.19427	0.054
	3	6.99656	13.85311	0.869
3	1	-48.21333*	14.40377	0.005
	2	-6.99656	13.85311	0.869

\*Ortalama farklılık 0.05 seviyesine göre anlamlıdır ( $p < 0.05$ ).

1: Madene 0-100m uzaklık

2: Madene 100-500 m uzaklık

3: Madene 500-1000m uzaklık

#### 4.6.9 Makrofungus örneklerinin madene uzaklığı ile ağır metal konsantrasyonları arasındaki korelasyon

Makrofungus örneklerinin bor madenlerine uzaklıkları ile ağır metal konsantrasyonları tek yönlü ANOVA testine göre korelasyonları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19'a göre; makrofungus örnekleri bor madenlerinden uzaklaştıkça kadmiyum, krom, çinko ve mangan konsantrasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemektedir. Bununla beraber; madenden uzaklaştıkça makrofungus örneklerinin bakır konsantrasyonlarındaki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve madenden uzaklaştıkça bakır konsantrasyonlarının azaldığı ortaya çıkmıştır.

**Tablo 4.19** Makrofungus örneklerinin bor madenlerine uzaklıkları ile ağır metal konsantrasyonları tek yönlü ANOVA testi sonuçları

	(I) grup	(J) grup	Ortalama Farklılık (I-J)	Standart Hata	p
Kadmiyum	1	2	-0.33744	0.31938	0.546
		3	0.13667	0.26754	0.866
	2	1	0.33744	0.31938	0.546
		3	0.47411	0.25732	0.168
	3	1	-0.13667	0.26754	0.866
		2	-0.47411	0.25732	0.168
Krom	1	2	-3.39989	4.71595	0.753
		3	-4.96481	3.95059	0.427
	2	1	3.39989	4.71595	0.753
		3	-1.56493	3.79956	0.911
	3	1	4.96481	3.95059	0.427
		2	1.56493	3.79956	0.911
Bakır	1	2	-28.96378*	9.50140	0.011
		3	1.89852	7.95940	0.969
	2	1	28.96378*	9.50140	0.011
		3	30.86230*	7.65510	0.001
	3	1	-1.89852	7.95940	0.969
		2	-30.86230*	7.65510	0.001
Mangan	1	2	-1.96156	8.69060	0.972
		3	-0.79037	7.28019	0.994
	2	1	1.96156	8.69060	0.972
		3	1.17119	7.00186	0.985
	3	1	0.79037	7.28019	0.994
		2	-1.17119	7.00186	0.985
Çinko	1	2	-34.34933	17.08243	0.122
		3	-18.65630	14.31009	0.401
	2	1	34.34933	17.08243	0.122
		3	15.69304	13.76300	0.495
	3	1	18.65630	14.31009	0.401
		2	-15.69304	13.76300	0.495

\*Ortalama farklılık 0.05 seviyesine göre anlamlıdır ( $p < 0.05$ ).

1: Madene 0-100m uzaklık

2: Madene 100-500 m uzaklık

3: Madene 500-1000m uzaklık

## 5 SONUÇ ve TARTIŞMA

### 5.1 Toprak Örneklerinin Bor İçeriği

#### 5.1.1 Toprak örneklerinin toplam bor içeriği

Yapılan bu çalışmada, Balıkesir- Bigadiç'te aktif olarak çalışmakta olan Bor Madenleri ve çevresinden alınan toprak örneklerinin bor miktarları belirlenmiştir. Analiz edilen toprak örneklerinin bor konsantrasyonları incelendiğinde (Tablo 4.2); T2, T4, T6, T7, T10, T12, T13, T17, T18, T21, T23 ve T24 numaralı toprak örneklerinde bor elde edilemediği görülürken, Şekil 3.2'e göre; bu toprak örneklerinin bazılarının madenleri çevreleyen ormanlık araziden (T2, T4, T6, T7, T10, T12), diğerlerinin ise madenlere uzak bölgelerden (T13, T17, T18, T21, T23, T24) alındığı görülmektedir.

Toprakta bor, suda çözülebilir fraksiyonunun toplam bor miktarının yaklaşık olarak %3.2 ile %5.3'ü arasında olmasına rağmen, mikro besin elementleri arasında en hareketlisi olarak rapor edilmektedir (Cumakov, 1988). Bu nedenle; toprakta borun hareketinin su akıntılarını izlediği ve sıcak, nemli veya kurak, yarı kurak bölgelerde toprak yüzeyinde konsantre olurken, nemli serin bölgelerde toprak profilinden aşağıya doğru süzülmesi belirtilmektedir (Kabata-Pendias, 2001). Başka bir deyişle; serin ve nemli bölgelerdeki topraklardaki borun kolaylıkla çözünerek yüzeyden toprak derinliklerine doğru hareket ettiği görülmektedir. Sunulan bu çalışmada da araştırma materyalini oluşturan toprak örnekleri yüzeyden alınmıştır. Şekil 3.1 incelendiğinde, örneklerin alındığı sonbahar aylarında yağış miktarının diğer aylara göre yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca Devlet Meteoroloji İşleri (Anonim, 2010) verilerine göre, araştırma bölgesinin Ağustos 2009 - Nisan 2010 tarihleri arasında nemli olarak gösterilmektedir (Ek 3). Bu durum, araştırma alanının bor havzası olmasına rağmen toprak örneklerinde bor elde edilememesi, örneklerin toplandığı iklim koşullarına bağlı olarak borun yüzeyden yıkanıp toprak profilinden aşağıya doğru süzülmesi düşüncesini kuvvetlendirmektedir.

Bor, diğer elementlere göre yer kabuğunda daha az bulunmasına rağmen yer kabuğuna yaygın bir şekilde dağılmıştır (Kot, 2009) ve kayalarda yaklaşık olarak ortalama 10-20 mg/kg bulunduğu, deniz suyunda ise 1-10 mg/kg aralığında dağıldığı belirtilmektedir (Power ve Woods, 1997). Bununla beraber; tarım yapılabilir

topraklarda bor konsantrasyonu dünya çapında yaygın bir şekilde araştırılmış ve yüzey topraklarındaki toplam bor miktarının 1- 467 mg/kg aralığında değişirken, ortalama miktarının 9-85 mg/kg aralığında olduğu belirlenmiştir (Kabata-Pendias, 2001). Yapılan bu çalışma sonucunda, bölgeden alınan toprak örneklerinin ortalama bor konsantrasyonu 6.95 mg/kg (Bor miktarı belirlenemeyen toprak örneklerinin konsantrasyonları ortalamaya "0" olarak dâhil edilmiştir. Bu örnekler göz ardı edildiğinde ortalama 20.84 mg/kg olarak hesaplanmaktadır) olarak elde edilmiştir. Bu durum, yukarıda da açıklandığı gibi iklim koşulları nedeniyle yüzeydeki borun toprak profilinden aşağılara doğru süzülmesiyle açıklanabilir. Benzer şekilde, madenlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bazı çalışmalarda, A.B.D'deki batı maden alanlarının yüzey topraklarındaki suda çözülebilir bor konsantrasyonu 26 mg/kg (Severson ve Gough, 1983) olarak bulunurken, toplam bor konsantrasyonunun 96mg/kg (Severson ve Tindball, 1979) olduğu belirtilmiştir. Montana'daki maden alanlarında kabul edilebilir en yüksek bor seviyesinin 8 mg/kg olduğu vurgulanmaktadır (Severson ve Gough, 1983). Buna göre, ülkemizdeki bor madenleri çevresindeki alanlardaki ortalama bor konsantrasyonunun Severson ve Gough (1983)'e göre kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir.

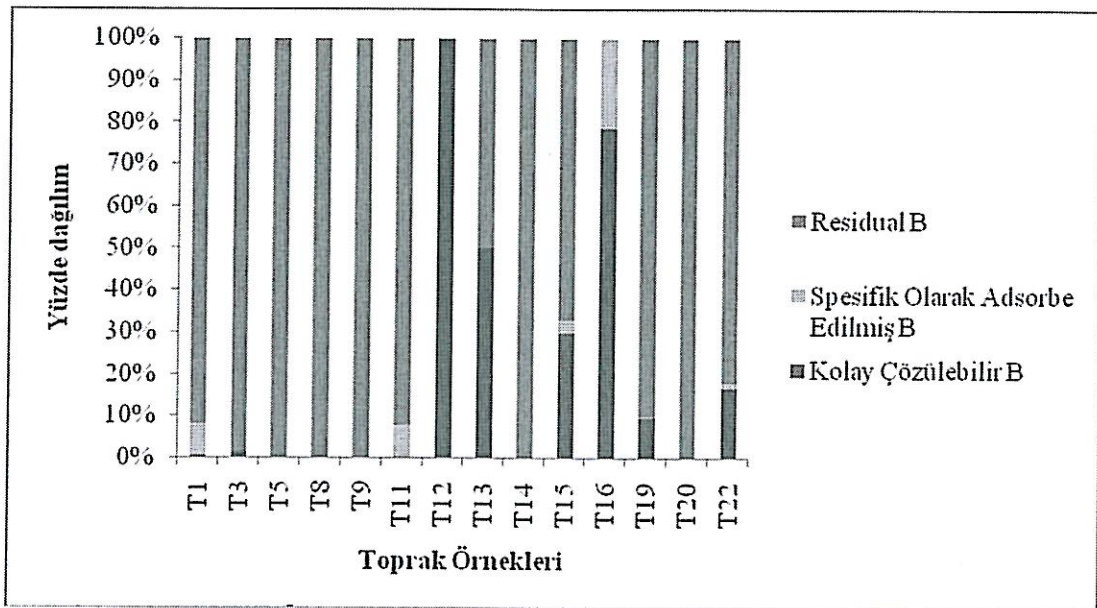
### 5.1.2 Toprak örneklerinin bor fraksiyonları

Bor madenleri ve çevresinden alınan toprak örnekleri kolay çözülebilir, spesifik olarak adsorbe edilmiş ve residual bor fraksiyonları olmak üzere üç farklı fraksiyona ayrılmıştır.

Toprakta elde edilen bor fraksiyonları incelendiğinde, kolay çözülebilir bor T5, T8, T9, T11, T12, T14 ve T20'de ölçülememiştir (Tablo 4.3). Bununla beraber; T12, T13 ve T16'da elde edilen kolay çözülebilir bor fraksiyonun toprakta elde edilen toplam borun büyük bir kısmını oluşturduğu görülmektedir (Şekil 5.1). Buna göre; bu topraklardaki borun oldukça hareketli olduğu ve kolaylıkla toprak solüsyonuna geçerek bitkiler tarafından elde edilebildiği göze çarpmaktadır. Bu toprak örneklerinin alındığı noktalar harita üzerinde incelendiğinde T13 ve T16'nın madenle Simav Nehri arasındaki alandan alındığı görülmektedir ve burada madenden kaynaklı olarak çevreye saçılan bor olduğu düşünülebilir. Bununla beraber, T12 ve T13 numaralı toprak örneklerinden elde edilen bor miktarının oldukça düşük olması

nedeniyle madene bağı olarak bir kirliliğin veya bitkiler için bir bor stresi oluşturmayacağı görülmektedir. Fakat T16 numaralı toprak örneğinin madenin içi denilebilecek bir noktadan alınması, örneğin yüksek düzeyde kolay çözülebilir bor içermesinin nedeni olarak gösterilebilir.

Ayrıca, çeşitli araştırmacılar tarafından, bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilen kolay çözülebilir bor fraksiyonlarının topraktaki toplam borun %3'ünden daha az olduğu rapor edilmektedir (Jin vd, 1987; Tsadilas vd, 1994). Nitekim, yapılan bu çalışmada elde edilen kolay çözülebilir borun bazı örnekler için toplam borun %3'ünden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni, araştırma bölgesinin bor havzası olmasına bağlanabilir.



Şekil 5.1 Bor fraksiyonlarının yüzde dağılımı

Spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonları incelendiğinde T3, T12 ve T13 numaralı toprak örneklerinde kolay çözülebilir bor fraksiyonu elde edilirken spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonunun elde edilemediği görülmektedir. Nitekim, T1 ve T11 numaralı toprak örnekleri göz ardı edildiğinde toprakta elde edilen tüm kolay çözülebilir bor fraksiyonlarının spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonlarından fazla olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar Hou vd. (1996) tarafından elde edilen verilerle uyum içinde olduğu görülmektedir.

Yapılan fraksiyon çalışmaları sonucunda; toprakta belirlenen fraksiyonlardan residual bor fraksiyonunun en yüksek değerlere sahip bor fraksiyonu olduğu görülmektedir. Nitekim benzer çalışmalarda da topraktaki bor fraksiyonları içinde en fazla ekstrakte edilen bor residual bor fraksiyonlarında olduğu rapor edilmektedir (Xu vd. 2001; Lucho-Constantino vd. 2005; Harmankaya ve Gezgin, 2005). Bununla beraber; T16 numaralı toprak örneğinde ekstrakte edilen borun kolay çözülebilir ve spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonları içinde yer alması örnekteki borun tamamının hareketli özellikte olduğunu ve toprak solüsyonuna geçerek besin zincirine dahil olabileceğini göstermektedir.

Toprakta bor fraksiyonlarının etkileyen en önemli faktörün pH olduğu belirtilmektedir. Sunulan bu çalışmada, pH ile kolay çözülebilir bor fraksiyonu ile spesifik olarak adsorbe edilmiş bor fraksiyonları arasında negatif korelasyon ve residual ile toplam bor arasında pozitif korelasyon gözlenmektedir. Ayrıca, toplam bor miktarın pH tarafından etkilendiği görülmektedir. Nitekim; çeşitli araştırmacılar, borun toprak partikülleri tarafından adsorpsiyonunun pH derecesine bağlı olarak arttığı ve pH'ın 9 olduğu durumlarda en güçlü adsorpsiyonun gözlemlendiğini rapor etmektedirler (Goldberg vd. 2000; Brady ve Weil, 2002). Bununla beraber; pH derecesinin 7-9 aralığında olduğu durumlarda borun bitkiler tarafından topraktan alınabilirliğinin en düşük olduğu belirtilmektedir (Brady ve Weil, 2002). Sunulan bu çalışmada, toprak örneklerinin pH derecelerinin 6.98-8.99 aralığında olduğu görülürken çeşitli araştırmacılar tarafından bu aralık, borun toprak solüsyonuna en az geçebildiği pH aralığı olarak tanımlanmaktadır. T12, T13 ve T16 numaralı örnekler göz ardı edilirse topraktaki bor fraksiyonlarının büyük çoğunluğunun residual bor fraksiyonunda yer alması literatür bulgularıyla uyum içindedir. T12, T13 ve T16 numaralı toprak örneklerinde hareketli bor fraksiyonlarının yüksek düzeyde olmasının nedeni, çalışma alanının bor havzası olması ve yürütülen madencilik işlemleri sonucunda bir miktar borun çevreye saçılmasıyla ortaya çıkmış olabilir.

Toprak örneklerinin organik madde miktarının, topraktaki bor fraksiyonları üzerinde herhangi etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuç diğer araştırmacıların verileriyle uyum içindedir (Xu vd. 2001; Harmankaya ve Gezgin, 2005).

Bor madenleri çevresindeki yüzey topraklarında ekstrakte edilebilir borun en fazla hareketsiz olarak kabul edilen residual formda yer alması ve toplam bor miktarının çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilen kabul edilebilir bor seviyesinde olması nedeniyle madenlerin çevresinde bor kirliliğinin olmadığını aşikârdır. Bununla beraber; tarım topraklarında farklı yıllara göre kabul edilebilir en yüksek bor konsantrasyonu Avrupa Birliği ve A.B.D’nde rapor edilmezken, Avustralya’da 100 mg/kg (1977 yılında) olarak rapor edilmiştir (Lucho-Constantino vd. 2005). Bu verilere göre, bor madenleri çevresinden alınan toprak örneklerinde kabul edilebilir bor konsantrasyonu sınırları içinde olduğu görülmektedir.

## 5.2 Toprak Örneklerinin Ağır Metal İçeriği

### 5.2.1 Toprak örneklerinin toplam ağır metal içeriği

Yapılan bu çalışmada, araştırma materyalini oluşturan toprak örneklerinin toplam ağır metal konsantrasyonları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Örneklerde, belirlenen ortalama kadmiyum konsantrasyonu 0.55 mg/kg’dır. Dünya çapında, yüzey topraklarındaki ortalama kadmiyum konsantrasyonunun 0.53 mg/kg olarak hesaplandığı ve tüm yüksek değerlerin insan aktiviteleri ile etkilenen alanlarda ortaya çıktığı rapor edilmektedir. Ayrıca, A.B.D.’nde en büyük tarımsal üretim alanlarının yüzey topraklarındaki kadmiyum konsantrasyonunun <0.01 ve 2 mg/kg aralığında değiştiği belirtilmektedir (Holmgren vd. 1993). Bor madenleri ve çevresinden toplanan toprak örneklerinin kadmiyum konsantrasyonlarının 0.09-2.33 mg/kg aralığında değiştiği göz önüne alındığında dünya çapında topraklardaki kadmiyum konsantrasyonlarıyla uyum içinde olduğu görülmektedir.

Sunulan bu çalışmada, bor madenleri ve çevresinden alınan toprak örneklerindeki bakır konsantrasyonlarının 2.00 ve 31.26 mg/kg aralığında değişmektedir (Tablo 4.2) ve ortalama olarak 11.81 mg/kg olarak elde edilmiştir. Çeşitli araştırmacılar tarafından, farklı ülkelerdeki kirlenmemiş bölgelerdeki referans değerlerinin belirlenmesi amacıyla yüzey toprakları analiz edilmiştir. Buna göre, yüzey topraklarında elde edilen ortalama bakır miktarının 13 ile 24 mg/kg aralığında değiştiği rapor edilmektedir (Kabata-Pendias, 2001). Bununla beraber, A.B.D. en büyük tarım alanlarından alınan yüzey topraklarının bakır miktarının <0.06 ile 495 mg/kg aralığında değiştiği bildirilmektedir (Holmgren vd. 1993). Tüm

bu verilere göre, bor madeni ve çevresindeki toprak örneklerinde bakır miktarının yapılan diğer çalışmalarla uyum içinde olduğu görülmektedir.

Toprak örneklerinin çinko konsantrasyonları 4.27 ile 48.44 mg/kg aralığında değişmektedir ve 19.21 mg/kg ortalamaya sahiptir. Çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilen ve referans değeri olarak kabul edilen ortalama çinko konsantrasyonun 17 ile 125 mg/kg aralığında değiştiği belirtilmektedir (Kabata-Pendias, 2001). Bununla beraber, A.B.D.'nde tarım alanlarından alınan toprak örneklerinin çinko konsantrasyonlarının <3 ile 264 mg/kg aralığında değiştiği görülmektedir (Holmgren vd. 1993). Bu verilere göre, bor madeni ve çevresinden alınan toprak örneklerinin toplam çinko konsantrasyonlarının uyum içinde olduğu görülmektedir.

Toplam mangan konsantrasyonları 64.00 ile 514.50 mg/kg aralığında değişmektedir ve 213.00 mg/kg ortalamaya sahiptir (Tablo 4.2). Manganın litosferde en fazla bulunan element olduğu ve kayalardaki miktarının 350 ile 2000 mg/kg aralığında değiştiği ve dünya çapında, toprak birimlerindeki ortalama miktarının 270 ile 525 mg/kg aralığında değiştiği belirtilmektedir. Ayrıca, mangan toprakta bir kirletici olarak düşünülmediği ve tarımsal topraklarda kabul edilebilir en yüksek miktarın 1500 mg/kg olarak hesaplandığına vurgu yapılmaktadır (Kabata-Pendias, 2001). Tüm bu verilere göre, bor madeni ve çevresinden toplanan toprak örneklerinin mangan konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu görülmektedir.

Bor madeni ve çevresinden alınan toprak örneklerinin, krom konsantrasyonları 1.69 ile 65.65 mg/kg aralığında değişmektedir ve 16.58 mg/kg ortalamaya sahiptir. Tarım topraklarındaki kabul edilebilir en yüksek krom miktarı A.B.D., Avrupa Birliği ve Avustralya'da sırasıyla 1500, 50-150 ve 100 mg/kg olarak rapor edilmiştir (Lucho- Constantino vd. 2005). Bu verilere göre; bor madeni ve çevresinden toplanan toprak örneklerindeki krom miktarının kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu görülmektedir.

### 5.2.2 Toprak örneklerinin ağır metal fraksiyonları

Sunulan bu çalışmada, bor madenleri ve çevresinden alınan toprak örnekleri hareketli, hareket edebilir ve residual metal fraksiyonları olmak üzere üç farklı fraksiyona ayrılmıştır (Tablo 4.4; Tablo 4.5; Tablo 4.6; Tablo 4.7; Tablo 4.8).

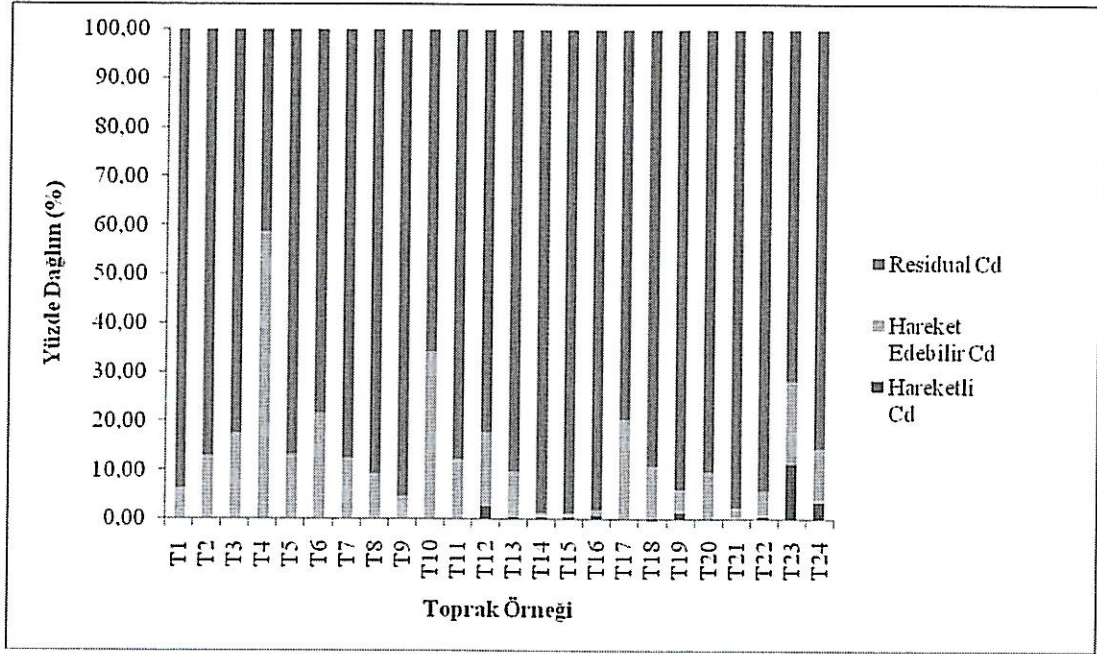
### 5.2.2.a Kadmiyum fraksiyonları

Toprak örneklerinin kadmiyum fraksiyonları incelendiğinde; ekstrakte edilebilir kadmiyumun büyük çoğunluğunun residual fraksiyonda (%41.25-%98.72) bulunduğu ve kadmiyum fraksiyonları arasında “residual >hareket edebilir > hareketli” gibi bir ilişki olduğu görülmektedir (Şekil 5.2). Buna göre, ekstrakte edilen kadmiyumun toprakta göreceli olarak daha kararlı bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar, Maiz vd. (1997) ve Lucho-Constantino (2005) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilmiş ve insan aktiviteleri tarafından etkilenen çeşitli topraklarda da kadmiyumun residual fraksiyonda daha çok yer aldığı belirtilmiştir.

Maiz vd. (2000) tarafından yapılan insan aktiviteleri tarafından etkilenen toprakların metal fraksiyonlarının araştırıldığı bir çalışmada, hareketli ve hareket edebilir kadmiyum fraksiyonunun %30 ortalamaya sahip olduğunu ve kısa dönemli olarak yüksek hareketliliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Buna göre; sunulan bu çalışmada topraktaki hareketli ve hareket edebilir kadmiyum fraksiyonları ortalaması %13.94 olarak elde edilirken, toprak örneklerinin hareketli ve hareket edebilir kadmiyum fraksiyonlarının yüksek olmadığı görülmektedir.

Toprakta kadmiyumun emilimi ve buna bağlı olarak hareketliliği çok çeşitli faktörler tarafından kontrol edilmektedir. Kadmiyumun hareketliliğini etkileyen faktörler arasında en önemlilerinden birisi olarak pH gösterilebilir. Sunulan bu çalışmada, residual kadmiyum fraksiyonu ile toplam kadmiyum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiş ve toprağın pH derecesi arttıkça residual kadmiyum fraksiyonunun arttığı görülmektedir. Kabata-Pendias (2001)'e göre pH derecesi 7.5 ve üzeri olan topraklarda emilen kadmiyumun hareketliliğinin düşük olduğu belirtilmektedir. Başka bir deyişle, pH derecesi arttıkça toprakta kadmiyumun hareketliliği azalmakta ve toprakta daha kararlı bir yapı göstermektedir.

Govindaraju (1994) farklı ülkelerden aldığı kirletilmemiş topraklardaki kadmiyum miktarını 0.06-4.3 mg/kg aralığında değiştiğini belirtmektedir. Buna göre; bor madenleri ve çevresinden alınan toprak örneklerinde kadmiyum kirliliğinin bulunmadığı söylenebilir.

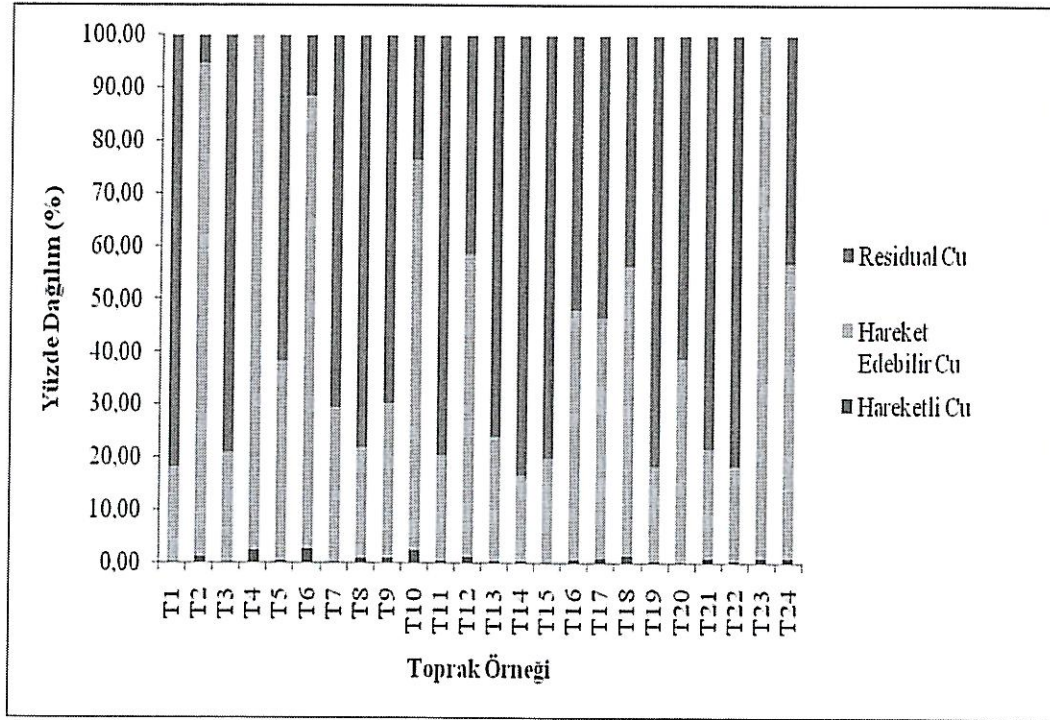


Şekil 5.2 Kadmiyum fraksiyonlarının yüzde dağılımı

### 5.2.2.b Bakır fraksiyonları

Toprak örneklerinin bakır fraksiyonları incelendiğinde; hareketli bakır fraksiyonunun en düşük yüzdeye sahip fraksiyon olduğu görülmektedir (Şekil 5.3). Bununla beraber; T2, T4, T6, T10, T18, T23, T24 numaralı toprak örneklerinde bakır fraksiyonları arasında “hareket edebilir > residual > hareketli” gibi bir ilişki varken; diğer örneklerde “residual > hareket edebilir > hareketli” gibi bir ilişkiye sahiptir.

Hareketli ve hareket edebilir bakır fraksiyonlarının %44.39 gibi yüksek bir ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen bu yüksek ortalama topraktaki bakırın yüksek miktarda toprak solüsyonuna geçerek besin zincirine dâhil olabildiğini göstermektedir. Bakırın bu hareketliliği, Maiz vd. (1997) ve Maiz vd. (2000) tarafından elementlerin topraktaki hareketliliğinin araştırıldığı çalışmalarda rapor edilen verilerden yüksektir.



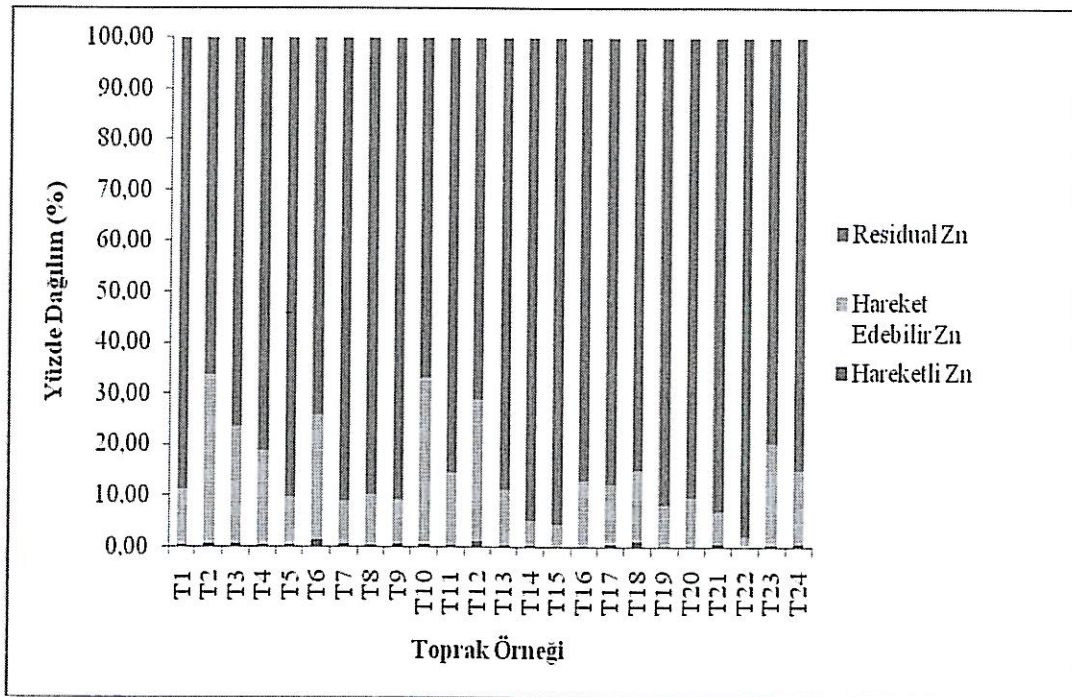
Şekil 5.3 Bakır fraksiyonlarının yüzde dağılımı

Toprakta, bakırın hareketliliğini etkileyen temel faktörün toprak pH'ı olduğu belirtilmektedir. Toprakta elde edilen kolay çözülebilir bakır fraksiyonu ile toprak pH'ı arasında negatif yönlü bir korelasyon elde edilmiştir. Benzer şekilde Alva vd. (2000) tarafından yapılan saksı kültürü çalışmalarında, topraklardaki kolay çözülebilir bakır fraksiyonunun toprak pH'ı 6.5 seviyesinin üzerine çıktığında azaldığını görülmüştür. Ayrıca, bakırın katyonik ve anyonik formlarının çözünürlüğünün pH 7-8 aralığında azaltıldığı belirtilmektedir. Bununla beraber; Sanders ve Bloomfield (1980),  $\text{CuCO}_3$ 'ün çözünebilirliğinin pH'a bağlı olmadığını ve bu bileşiğin nötral ve alkalın topraklarda en önemli çözünebilir inorganik bakır kaynağı olduğunu belirtmektedir. Bu noktada belirtildiği gibi, bor madenleri çevresindeki toprakların hareketli ve hareket edebilir bor fraksiyonlarının göreceli olarak yüksek olması örneklerin  $\text{CuCO}_3$  içeriğine bağlı olarak değişmesi muhtemeldir. Bununla beraber; organik madde miktarı yüksek topraklarda toprak solüsyonundaki çözülmüş organik madde miktarı bakırın çözünebilirliğini pH'dan daha çok etkileyebileceği belirtilmektedir (Reichman, 2002). Ayrıca, toprakta bakırın baskın olarak organik maddelere bağlı formlarda bulunduğu ve toprak organik maddesinin bakırın alınabilirliğinin irdelenmesinde pH'dan daha önemli bir faktör

olabileceğine vurgu yapılmaktadır (del Castilho vd. 1993). Bor madenleri çevresinden alınan toprak örneklerinin organik madde miktarı ile bakır fraksiyonları arasında anlamlı bir ilişki elde edilememesine rağmen bakır fraksiyonları ile organik madde miktarı arasında pozitif bir korelasyon elde edilmiştir. Bu durumda, topraklardaki hareketli ve hareket edebilir bakır fraksiyonunun organik madde miktarına bağlı olarak daha fazla elde edilebileceği görülmektedir.

### 5.2.2.c Çinko Fraksiyonları

Çinko fraksiyonları incelendiğinde, ekstrakte edilebilir çinkonun büyük bölümün residual fraksiyonda bulunduğu (%66.44-%97.98) ve fraksiyonlar arasında “residual > hareket edebilir > hareketli” gibi bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.4). Buna göre; toprakta ekstrakte edilebilen çinkonun büyük bir bölümünün kararlı bir yapıya sahiptir. Elde edilen bu sonuçlar Maiz vd. (1997) ve Maiz vd. (2000) tarafından rapor edilen hareketli ve hareket edebilir çinko fraksiyonlarının yüzdesiyle uyum içindedir.



Şekil 5.4 Çinko fraksiyonlarının yüzde dağılımı

Topraklarda, azalan pH çinko çözünebilirliğini artırmaktadır ve toprak solüsyonunda serbest çinko iyonlarının artışına neden olduğu belirtilmektedir (Sauve vd. 1997). Bor madeni çevresinden alınan toprak örneklerinde belirlenen çinko fraksiyonları ve pH arasında negatif yönde anlamlı ilişkinin var olduğu görülmektedir ve azalan pH ile topraklarda çinkonun çözünebilirliğinin arttığı görülmektedir.

Topraklardaki organik maddelerin kararlı yapılarda çinko bağlayabilme kapasitesine sahip olduğu bilinmekte ve organik toprak horizonlarında çinko adsorpsiyonu rapor edilmektedir. Bu bağlamda, çinkonun hareketliliğinin azaldığı görülmektedir (McBride vd. 1997; Kabata-Pendias, 2001). Buna göre; bor madenleri çevresinden alınan toprakların organik madde miktarı ile residual çinko ve toplam çinko arasında belirlenen ilişki literatürdeki bulgularla uyum içindedir ve topraklardaki organik maddeler tarafından çinkonun toprakta kararlı olarak tutulduğu görülmektedir.

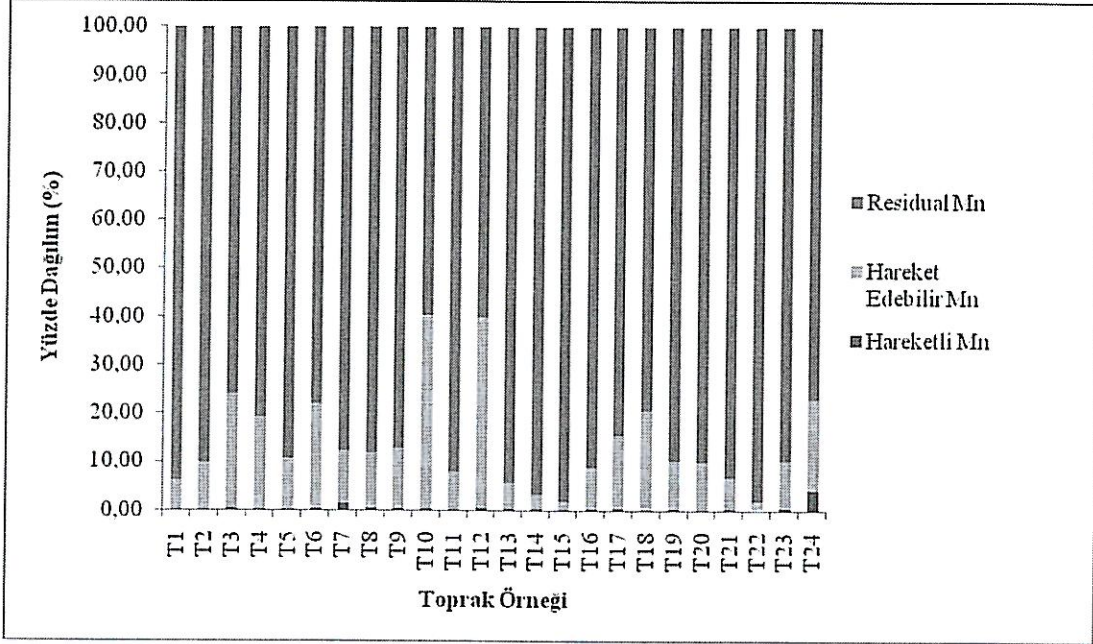
#### 5.2.2.d Mangan fraksiyonları

Mangan fraksiyonları incelendiğinde, ekstrakte edilebilir manganın büyük bölümünün residual formda (%60.25- %98.21) bulunduğu ve fraksiyonlar arasında “residual >hareket edebilir > hareketli” gibi bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.5). Ayrıca hareketli ve hareket edebilir mangan fraksiyonlarının %13.92 ortalamasına sahip olması araştırma bölgesindeki topraklarda manganın göreceli olarak yüksek düzeyde hareketlilik gösterdiği görülmektedir.

Maiz vd (2000) tarafından yapılan bir çalışmada insan aktiviteleri tarafından etkilenen bölgelerden alınan toprak örneklerindeki mangan fraksiyonlarına göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim, Maiz vd. (2000) tarafından, hareketli ve hareket edebilir mangan fraksiyonunu ortalama olarak %4 gibi düşük bir yüzde elde edilmiştir.

Azalan toprak pH'ı ile manganın alınabilirliğinin arttığı belirtilmektedir (Suave vd. 1997). Benzer şekilde araştırma bölgesinden alınan toprak örneklerinin pH'ı ile mangan fraksiyonları arasında anlamlı veriler elde edilememesine rağmen pH ile mangan fraksiyonları arasında negatif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Araştırma bölgesindeki topraklarda manganın hareketliliğinin literatür bulgularına oranla yüksek olmasının yanı sıra, örneklerin toplam mangan içeriğinin kabul edilebilir sınırlar içinde olması nedeniyle herhangi bir mangan kirliliğinden söz etmenin zor olduğu görülmektedir.



Şekil 5.5 Mangan fraksiyonlarının yüzde dağılımı

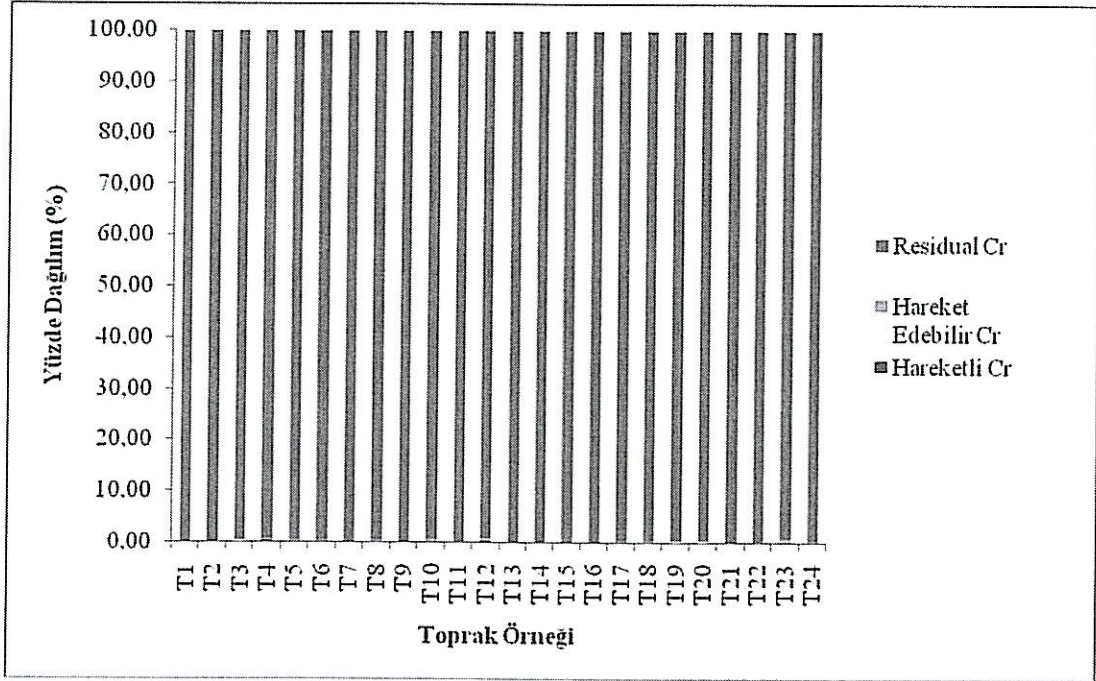
### 5.2.2.e Krom fraksiyonları

Krom fraksiyonlarının büyük bir bölümünün residual formda (%99.36-%99.98) bulunduğu görülmekte ve toprakta “residual > hareket edebilir > hareketli” gibi bir ilişkiye sahiptir (Şekil 5.6). Nitekim, residual krom fraksiyonunun oldukça yüksek olması nedeniyle toprakta bu elementin oldukça kararlı bir yapı gösterdiği görülmektedir.

Lucho-Constantino vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada, atık sularla sulanan topraklardaki krom miktarının büyük çoğunluğunun residual fraksiyonda yer aldığı belirtilmektedir. Fakat, residual fraksiyonda sunulan bu miktarın %28-%95 aralığında değiştiği görülmektedir.

Hareketli ve hareket edebilir krom fraksiyonlarının <%0.7 gibi bir ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Bu değer Maiz vd. (2000) tarafından elde edilen verilerle uyum içindedir.

Topraktaki kromun dağılımı incelendiğinde kromun büyük bölümünün residual fraksiyonda yer alması örneklerdeki kromun oldukça kararlı yapıda olduğunu göstermektedir ve bu bağlamda toprak örneklerinde krom toksisitesinin olmadığı görülmektedir.



Şekil 5.6 Krom fraksiyonlarının yüzde dağılımı

### 5.3 Toprakta Elementler Arasındaki İlişki

Elementlerin topraktaki etkileşimleri, bitkiler için toksisitesi ve eksikliğinin irdelemesi için oldukça önemli olduğu görülmektedir. Nitekim, toprakta elementler arasındaki etkileşim antagonistik ve sinerjik etkiler olarak ortaya çıkmaktadır. Antagonistik etki, bir elementin diğer bir elementin kullanımını azaltması olarak ortaya çıkarken, sinerjik etki elementin kullanımının artması olarak ortaya çıkmaktadır (Kabata-Pendias, 2001; Brady ve Weil, 2002). Elementler arasındaki etkileşimin araştırıldığı bazı çalışmalar yapılmasına rağmen etki mekanizmaları veya etkileyen faktörler tam olarak bilinmemektedir.

Yapılan bu çalışmada, toprakta belirlenen elementler arasındaki ilişki istatistiki olarak incelenmiştir (Tablo 4.17). Buna göre; bor ve kadmiyum arasında pozitif

yönlü bir ilişkinin olduğu göze çarpmaktadır. Daha önceki çalışmalarda böyle bir ilişki rapor edilmemiştir.

Yapılan önceki çalışmalarda Cr/Cu, Cr/Mn ve Cu/Zn arasında antagonistik etkinin varolduğu rapor edilmektedir. Fakat yapılan bu çalışmada, bu elementler arasında sinerjik bir etkiden söz edilebilir. Bununla beraber, Cu/Mn ve Zn/Mn arasında da sinerjik bir etki görülürken literatür bulgularıyla uyum içinde olduğu görülmektedir.

Elementler arasındaki etkileşimi kontrol eden faktörlerin ve etkileşim mekanizmalarının kesin olarak bilinmemesi, literatürde daha önceden rapor edilen verilerle yapılan bu çalışmada elde edilen veriler arasındaki farklılığın sebebinin net olarak açıklanamamasına neden olmaktadır.

#### **5.4 Makrofungus Örneklerinin Elemental Kompozisyonları**

Bor madenleri ve çevresinden 3 farklı lokasyondan toplanan makrofungus örneklerinin bor ve ağır metal konsantrasyonları analiz edilmiş ve yapılarına alabildiği elementlerin madene uzaklıklarına bağlı olarak değişimleri değerlendirilmiştir.

##### **5.4.1 Makrofungus örneklerinin bor kompozisyonları**

Bor madenleri ve çevresinden toplanan makrofungus örneklerinin bor konsantrasyonları ve madene olan uzaklıkları Tablo 4.9'da verilmiştir. Tablo 4.9 incelendiğinde; bazı makrofungus örneklerinin bor akümüle edebildiği gözlenirken, bazı türlerin bor akümüle edemediği görülmektedir. Özellikle madene 0-100 m uzaklıktan alınan *Suillus collinitus*'un karakteristik olarak bor akümüle (273 mg/kg) edebildiği görülmektedir. Ayrıca; bu türün madene olan uzaklığı arttıkça bor konsantrasyonunda kesin bir düşüş olduğu görülmektedir. Benzer şekilde; madenden farklı uzaklıklarda *Chroogomphus rutilus*, *Clitocybe metachroa*, *Cystoderma terrei*, *Lepista nuda*'da da uzaklık arttıkça bor konsantrasyonlarında bir düşüş gözlenmiştir. Bununla beraber; madene 500-1000m uzaklıktan alınan *Otidea concinna*'da 30.70 mg/kg, *Sepultaria arenosa*'da 28.94 mg/kg ve *Russula cyanoxantha*'da 24.89 mg/kg bor elde edildiği görülmektedir. Nitekim, bu makrofunguslardan sadece birer örnek bulunabilmesi nedeniyle madene uzaklıklarına bağlı olarak bor içeriklerinin nasıl

değiştirdiği belirlenmemiştir. Fakat bu örneklerin, diğerlerine oranla yüksek düzeyde bor içerdiği görülmektedir.

Vetter (1995) tarafından Macaristan'da doğal olarak yetişen makrofungusların bor içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, *Tricholoma terreum*'da 3.05 mg/kg, *Chroogomphus rutilus*'da 13.83 mg/kg ve *Lepista nuda*'da 7.75-23.62 bor elde etmiştir.

Bor madenine yakın bölgelerden alınan *Tricholoma terreum*'un bor içeriği 69.52 mg/kg olarak elde edilmiş ve Macaristan'dan alınan örneğinin bor içeriğinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bununla beraber; makrofungusların bor kompozisyonu ile ilgili olarak literatürde yeterli verilerin olmaması nedeniyle, bor havzası olmayan Muğla ilinden alınan *Tricholoma terreum*'dan 2.66 mg/kg bor elde edilmiştir. Buna göre; *Tricholoma terreum*'un madene bağlı olarak bor akümüle edebildiği görülmektedir.

Maden çevresinden toplanan *Chroogomphus rutilus* ve *Lepista nuda*'nın bor içeriğinin sırasıyla 7.08-22.45 ve 1.32-22.58 mg/kg aralığında değiştiği görülürken, Macaristan'dan toplanan örneklerin bor içeriğiyle benzer sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Bununla beraber; bor havzası olmayan bölgelerden (Muğla) alınan *Lepista nuda* örneklerinde bor elde edilememiştir. Benzer şekilde *Lepista nuda*'da da madene bağlı olarak bor içeriğinin arttığı görülmektedir.

Vetter (1995) yapmış olduğu çalışmada, *Mycena pura*'nın 401-607 mg/kg bor akümüle ettiğini rapor etmiştir. Nitekim, bor madeni çevresinden ve bor havzası olmayan bölgelerden (Muğla) alınan *Mycena pura*'dan bor elde edilememiştir. Bu durum, örneklerin üzerinde yetiştiği substratların bor kompozisyonu ve substrat özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir. Çeşitli araştırmacılar tarafından iz elementlerin alınımında substrat kompozisyonunun önemi vurgulanmaktadır (Michelot vd 1998; Kalac ve Svoboda, 2000). Bununla beraber; Kalac ve Svoboda (2000)'ya göre, fruktifikasyon organının metal konsantrasyonu misel yaşı ve fruktifikasyon arasındaki zamanla etkilenmektedir. Bu durumda, Macaristan'dan alınan ve bor madenleri etrafından alınan *Mycena pura*'nın bor konsantrasyonu arasındaki farklılığın yetiştiği substrat kompozisyonu, misel yaşı gibi çeşitli faktörler tarafından etkilendiği düşünülebilir. Ayrıca; bor madenleri çevresindeki toprakların pH derecelerinin elementin en az hareketli olduğu aralıkta (6.98-8.99) olduğu

görülmektedir (Brady ve Weil, 2002). Fakat, Macaristan'daki makrofungus örneklerinin toplandığı bölgelerdeki toprakların pH derecelerinin ve bor alınımı etkileyebilecek diğer faktörlerin tam olarak bilinmemesi nedeniyle bu farklılığın nedeni tam olarak açıklanamamaktadır.

Yörede "melki" olarak tanınan ve pazarlarda satılan *Lactarius sp.* 12.19 mg/kg bor içerdiği belirlenmiştir. Ayrıca, bor madenlerine yaklaşık olarak 10 kilometre uzaklıkta bulunan Durasalar Köyünden toplanarak Bigadiç merkezde pazarda satılan *Lactarius sp.* ile Muğla'dan alınan *Lactarius sp.* örneklerinde bor elde edilememiştir. Buna göre, yörede sıklıkla tüketilen makrofungus örneğinin madene yakın bölgelerde uzaklığa bağlı olarak bor akümüle edebildiği görülmektedir. Ayrıca, Vetter (1995) tarafından Macaristan'dan toplanan *Lactarius subdulcis* (Pers.) Gray'da 4.10-13.92 mg/kg, *Lactarius deliciosus* (L.) Gray'da 7.80 mg/kg ve *Lactarius serifulus* (DC.) Fr.'da 2.94 mg/kg bor elde edildiği rapor edilmektedir.

Muğla'dan toplanan *Pisolithus arhizus*'da 7.99 mg/kg bor elde edilirken, bor madenlerine 0-100 m uzaklıktan alınan *P.arhizus* örneğinde 10.98 mg/kg bor akümüle ettiği belirlenmiştir. Buna göre, maden çevresinden toplanan *P.arhizus* örneğinde Muğla'dan toplanan örneğe oranla bor konsantrasyonları arasında ciddi bir farklılık elde edilememiştir. Bu durumda mantarın yetiştiği bölgeye göre bor akümüle edemediği görülmektedir.

Besin maddesi olarak tüketilen mantarların bor konsantrasyonlarının değerlendirilmesi, borun mantarlar vasıtasıyla insanlara geçişinde oldukça önemlidir. Özellikle yenen makrofungus örnekleri arasından *Chroogomphus rutilus*'un 22.45 mg/kg, *Lepista nuda*'nın 22.58 mg/kg, *Melanoleuca padedia*'nın 28.33 mg/kg, *Russula cyanoxantha*'nın 24.89 mg/kg, ve *Tricholoma terreum*'un 69.52 mg/kg bor içerdiği görülmektedir. USEPA (Anonim, 2008) verilerine göre, yenilebilir makrofungusların bor konsantrasyonlarının tolere edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir. Fakat, madene yakın bölgelerden alınan *Tricholoma terreum*'un tolere edilebilir bor sınırının üzerinde bor içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Madene çok yakın bölgelerden makrofungusların toplanarak uzun süreli olarak tüketilmesi küçük çocuklar için akut etki gösterebilirken uzun vadede yetişkinler için de bazı sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, madene yakın bölgelerde yetişen makrofungusların tüketiminden kaçınılmalıdır.

Sunulan tüm bu verilere göre; bazı makrofungus örneklerinin yüksek düzeyde bor akümüle edebildiği görülürken, bazılarının akümüle edemediği görülmektedir. Nitekim, makrofungusların bor kompozisyonuyla ilgili verilerin yetersiz olması nedeniyle bor madeni ve çevresinden alınacak örneklerle farklı bölgelerden alınacak örneklerin bor kompozisyonlarının daha ileri çalışmalarda belirlenerek karşılaştırmalarının yapılması ve karakteristik olarak bor akümüle edebilen makrofungus örneklerinin belirlenmesinde yarar vardır.

#### 5.4.2 Makrofungus örneklerinin ağır metal kompozisyonları

Bor madenleri ve çevresinden toplanan makrofungusların ağır metal konsantrasyonları ve madene olan uzaklıkları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Makrofungus örneklerinin en düşük ve en yüksek element konsantrasyonları Cd için 0.11- 2.92 mg/kg; Cr için 1.01-61.50 mg/kg; Cu için 2.61-72.44 mg/kg; Mn için 1.38-93.68 mg/kg; Zn için 5.75-213.60 mg/kg aralığında bulunmuştur.

Makrofungus örneklerinin bakır konsantrasyonlarının madene olan uzaklığına bağlı olarak değiştiği istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.19). Buna göre; madenden uzaklaştıkça bakır konsantrasyonunda bir azalma olduğu görülmektedir. Analiz edilen diğer metallerin madene uzaklığına bağlı olarak değişim gözlenememiştir.

Makrofungusların metal konsantrasyonlarının daha önceki yapılmış çalışmalarda elde edilen değerleri Tablo 5.1'de verilmiştir. Buna göre; bor madenleri ve çevresinden toplanan makrofungus örneklerinin metal konsantrasyonlarının literatür bulgularıyla uyum içinde olduğu görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada, makrofungus örneklerinin Mn konsantrasyonunun literatür bulgularına oranla daha düşük olmasına rağmen; *Geastrum sessile*'de Işıloğlu vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada elde edilen verilere oranla oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bor madeni ve çevresinden alınan toprak örneklerindeki hareketli ve hareket edebilir Mn fraksiyonlarının 3.56- 46.58 mg/kg (örneklerin hareketli ve hareket edebilir mangan konsantrasyonlarının büyük çoğunluğu 15 mg/kg üzerinde dağılmaktadır) aralığında değişmektedir (Tablo 4.7). Toprakta yüksek bir hareketliliğe sahip olan Mn makrofungus örnekleri tarafından

absorbe edilebilmesi nedeniyle makrofungus örneğinde litaretür bulgularına oranla daha yüksek elde edilmiş olabilir.

**Tablo 5.1** Bazı makrofungus türlerinin Cd, Cr, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonlarının karşılaştırması (mg/kg, KA)

Tür	Cd	Cr	Cu	Mn	Zn	Kaynak
<i>Suillus collinitus</i>	0.33-0.37	--	50-60	7.50-12	54-60	Işıloğlu vd. 2001
	0.28	10.28	26.60	6.20	45.20	Yamaç vd. 2007
	0.17-0.21	9.46-9.97	7.64-15.24	4.29-8.53	21.34-34.02	Şen, 2010**
<i>Geastrum sessile</i>	1.50-1.70	--	68-98	6.70-7.10	100-110	Işıloğlu vd. 2001
	0.56	3.02	43.17	<b>79.45</b>	47.27	Şen, 2010
<i>Chroogomphus rutilus</i>	0.16-0.37	--	12-24	10-35	7.70-18	Işıloğlu vd. 2001
	0.11-0.19	3.71-11.78	6.08-7.01	9.62-13.69	16.05-16.74	Şen, 2010
<i>Lepista nuda</i>	2.90	10.40	68.40	49.30	47.60	Işıldak vd. 2004
	--	--	26.60	58.90	75.50	Gençcelep vd. 2009
	0.73	15.84	144.20	480.00	121.00	Yamaç vd. 2007
	1.1	--	20.00	16.00	45.00	Türkekul vd. 2004
	0.82-1.15	4.95-13.68	59.70-67.42	13.87-21.12	57.71-77.40	Şen, 2010
<i>Lycoperdon perlatum</i>	--	--	10.90	26.50	93.60	Gençcelep vd. 2009
	0.10	3.70	42.90	93.30	56.90	Mendil vd. 2004
	0.72	3.47	<b>61.78</b>	6.81	<b>97.06</b>	Şen, 2010
<i>Tricholoma terreum</i>	1.67	0.60	35.80	24.80	48.00	Demirbaş, 2001
	1.47	7.07	28.90	<b>43.15</b>	<b>68.07</b>	Şen, 2010

\*\* Sunulan bu çalışmada elde edilen veriler "Şen, 2010" olarak tabloya yerleştirilmiştir.

Avrupa'da 2000-2009 yılları arasında kirletilmemiş bölgelerde yetişen makrofungusların ağır metal konsantrasyonlarının tartışıldığı bir çalışmada, Cd 0.5-5mg/kg; Cu <20-100 mg/kg; Cr 0.5-5 mg/kg; Mn 10-60 mg/kg; Zn 25-200 mg/kg aralığında değiştiği rapor edilmektedir (Kalac, 2010). Makrofungus örneklerinin Cd ve Cu konsantrasyonlarının kirletilmemiş bölgelerden toplanan makrofunguslardaki miktarı ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Nitekim, Cr konsantrasyonlarının kirletilmemiş bölgelerden toplanan örneklerdeki miktarlardan yüksek olduğu görülmektedir. Bölgeden alınan toprak örneklerinin hareketli ve hareket edebilir Cr fraksiyonları oldukça düşük olması, makrofungus örnekleri toprak solüsyonunda yer alan çözülmüş Cr'un yanı sıra kararlı bir yapı gösteren residual formdaki Cr'u da yapısına alarak biriktirebildiğine işaret etmektedir.

Makrofungus örneklerinin Mn konsantrasyonunun kirletilmemiş bölgelerden toplanan örneklerin Mn içeriğiyle uyum içinde olduğu görülürken; *Geastrum sessile* ve *Sepultaria arenosa*'nın daha yüksek Mn biriktirdiği görülüyor. Bu durum, türe özgü farklılıklardan dolayı ortaya çıkmış olabilir. Benzer şekilde, Zn konsantrasyonları kirletilmemiş bölgelerden elde edilen verilerle uyum içinde iken *Otidea concinna*'nın Zn içeriği verilen değerlerden yüksektir. Tüm bu verilere göre; araştırma bölgesindeki ve kirletilmemiş bölgelerden toplanan makrofungus örneklerinin ağır metal konsantrasyonları arasındaki uyum göz önüne alınırsa, bor madenleri çevresinde ağır metal kirliliğinin olmadığı sonucuna ulaşılabilir.

Mantarların ağır metalleri akümüle edebilme yeteneğinin türe bağlı olarak değişmektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda bazı türlerin tek tek element içeriğinin diğer türlere oranla daha yüksek olduğu görülüyor, fakat bu türlerin verilen elementler için biyoakümülatör olduğunun belirlenebilmesi için çok sayıda örnekle çok çeşitli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## 5.5 Sonuç

Yer altı kaynakları bakımından oldukça zengin olan ülkemizde Bor Madenleri oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bununla beraber, makrofungusların yetişebilmesi için uygun ekolojik özelliklere sahip olan ülkemiz, makrofungus florası bakımından da oldukça zengin olduğu görülmektedir. Makrofungusların bazı elementleri yüksek düzeyde yapılarında biriktirebilme yetenekleri sayesinde uzun zaman biyoindikatör

olarak kullanılmışlardır. Bu gibi nedenlerle, ülkemizde yer alan Bor Madenleri çevresinde yetişen makrofungusların ve maden çevresindeki toprakların bor ve ağır metal miktarlarının belirlenmesi oldukça önemli olduğu görülmektedir.

Sunulan bu çalışmada, Bigadiç'te aktif olarak çalışan Bor Madenleri ve çevresinden toplanan makrofungus ve toprak örneklerinin bor ve ağır metal miktarları belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin bor ve ağır metal miktarlarına bakıldığında, daha önceden çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla uyum içinde olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, madene bağlı olarak çevresel bir kirliliğin olmadığı ve literatürde rapor edilen referans değerleri ile uyum içinde olduğu görülmüştür. Bununla beraber; toprakta elementlerin hareketliliği tartışılarak besin zinciri yoluyla canlılara geçişi irdelenmiştir. Buna göre; bazı toprak örnekleri için hareketli bor fraksiyonlarının (kolay çözülebilir ve spesifik olarak adsorbe edilmiş) yüksek olduğu görülmesine rağmen genellikle borun residual fraksiyonda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumda, Bor Madenleri çevresinde madenden kaynaklanan bor kirliliğinin olmadığı görülmektedir. Bununla beraber, analiz edilen ağır metallerin genellikle hareketsiz olarak kabul edilen residual fraksiyonda yer alması madenlerin çevresinde ağır metal kirliliğinin olmadığını ve sürdürülen madencilik işlemlerinin bir risk taşımadığı görülmektedir.

Madenlerin çevresinden toplanan bazı makrofungus örneklerinin yüksek düzeyde bor içerdiği görülürken bazılarının bor içermediği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle, *Suillus collinitus* ve *Tricholoma terreum*'un madene yakın bölgelerde yüksek düzeyde bor içerdiği görülmüştür. Bununla beraber, madene uzak bölgelerden toplanan *Otidea concina*, *Sepultaria arenosa* ve *Russula cyanoxantha*'nın yüksek düzeyde bor içerdiği görülmekle beraber madenlere yakın bölgelerde bu örneklerle rastlanamamıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda, bahsi geçen makrofungus örneklerinin yüksek düzeyde bor içermesi örneklerin bor akümülatörü olabileceğini göstermektedir. Fakat bu örneklerin kesin olarak bor hiperakümülatörü olup olmadığının belirlenebilmesi için çok sayıda örnekle çok farklı bölgelerde çeşitli araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Besin maddesi olarak tüketilen makrofungus örneklerinin madene yakın bölgelerden toplanarak uzun süreli olarak tüketilmesi çeşitli sağlık problemlerinin

ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, madene yakın bölgelerde yetişen makrofungus örneklerinin besin maddesi olarak tüketilmesinden kesinlikle kaçınılmalıdır.

Madenlerin çevresinde yetişen makrofungus örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarının kirletilmemiş bölgelerden toplanarak analiz edilen örneklerin metal konsantrasyonlarıyla uyum içinde olduğu görülmektedir. Bununla beraber, bazı türlerin metal konsantrasyonlarının literatürde rapor edilen değerlerden yüksek olması türe bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Ayrıca, örneklerin metal konsantrasyonlarının madene olan uzaklıklarına bağlı olarak değişmediği görülmüştür.

Doğada oldukça önemli görevler üstlenen makrofungusların elemental kompozisyonu ve elementlerin makrofunguslara geçişi çeşitli araştırmalarla irdelenmesi ileri çalışmalara ışık tutacaktır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2008; *Health Effects Support Document for Boron*; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Health and Ecological Criteria Division, Washington DC, 136 p.
- Anonim, 2010; Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, (<http://www.meteor.gov.tr/>).
- Alva A.K., Huang B., Paramasivam S., 2000; *Soil pH Affects Copper Fractionation and Phytotoxicity*; Soil Sci. Soc. Am. J., 64: 955-962.
- Argust P., 1998; *Distribution of Boron in the Environment*; Biol Trace Elem Res 66: 131-143.
- Benavides M.P., Gallego S.M., Tomaro M.L., 2005; *Cadmium Toxicity in Plants*; Braz. J. Plant Physiol. 17(1): 21-34.
- Bowen H. J.M., 1979; *Environmental Chemistry of the Elements*; Academic Press, New York.
- Brady N. C., Weil R.R., 2002; *The Nature and Properties of Soils*, Thirteenth Edition; Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 960p.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1984; *Fungi of Switzerland Vol.1*; Luzerne: Verlag Mykologia, 310p.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1986; *Fungi of Switzerland Vol.2*; Luzerne: Verlag Mykologia, 412p.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1991; *Fungi of Switzerland Vol.3*; Luzerne: Verlag Mykologia, 361p.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1995; *Fungi of Switzerland Vol.4*; Luzerne: Verlag Mykologia, 368p.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 2000; *Fungi of Switzerland Vol.5*; Luzerne: Verlag Mykologia, 338p.
- Cartwright B., Tiller K.G., Zarcinas B.A., Spouncer L.R., 1983; *The Chemical Assessment of B Status of Soils*; Aust. J. Soil Res., 21: 321-332.
- Chuan M.C., Shu G.Y., Liu J.C., 1996; *Solubility of Heavy Metals in a Contaminated Soil; Effects of Redox Potential and pH*; Water, Air and Soil Pollution, 90: 543-556.
- Chlopecka A., 1993; *Forms of Trace Metals From in Organic Sources in Soils and Amounts Found in Spring Barley*; Water Air Soil Pollut. 69:127-134.

- Crommentuijn T., Sijm D., de Bruijn J., van den Hoop M., van Leeuwen K., van de Plassche M., 2000; *Maximum Permissible and Negligible Concentrations for Metals and Metalloids in the Netherlands, Taking into Account Background Concentrations*; Journal of Environmental Management, 60: 121-143.
- Cumakov A., 1988; *Trace Elements in Slovakian Soils and Plant Nutrition, Ph.D. thesis*; Institute of Sugar Industry, Bratislava.
- Demirbaş A., 2001; *Concentration of 21 Metals in 18 Species of Mushrooms Growing in the East Black Sea Region*; Food Chemistry, 75: 453-457.
- del Castilho P., Chardon W.J., Salomons W., 1993; *Influence of Cattle-Manure Slurry Application on the Solubility of Cadmium, Copper, and Zinc in a Manured Acidic, Loamy-Sand Soil*; J. Environ. Qual., 22: 689-697.
- Fageria N.K., Baligar V.C., Jones C.A., 1991; *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*; Marcel Dekker, New York.
- Falade O.S., Adepoju O.O., Owoyomi O., Adewusi S.R., 2008; *Chemical Composition and Toxic Trace Element Composition of Some Nigerian Edible Wild Mushrooms*; International Journal of Food Science and Technology, 43: 24-29.
- Falandysz J., Jedrusiak A., Lipka K., Kannan K., Kawano M., Gučia M., Brzostowski A., Dadej M., 2004; *Mercury in Wild Mushrooms and Underlying Soil Substrate from Koszalin, North-Central Poland*; Chemosphere 54: 461-466.
- Genççelep H., Uzun Y., Tunçtürk Y., Demirel K., 2009; *Determination of Mineral Contents of Wild-Growing Mushrooms*; Food Chemistry, 113: 1033-1036.
- Gleyzes C., Tellier S., Astruc M., 2002; *Fractionation Studies of Trace Elements in Contaminated Soils and Sediments: A Review of Sequential Extraction Procedures*; Trend in Analytical Chemistry, 21:451-467.
- Goldberg S., 1997; *Reaction of Boron with Soils*; Plant and Soil, 193:35-48.
- Goldberg S., Lesch S.M, Suarez D.L., 2000; *Predicting Boron Adsorption by Soils Using Soil Chemical Parameters in the Constant Capacitance Model*; Soil Sci. Soc. Am. J., 64: 1356-1363.
- Govindaraju K., 1994; *Compilation of Working Values and Sample Description for 383 Geostandards*, Geostand. Newslett. 18: 1.
- Hansen L., Knudsen H., 2000; *Nordic Macromycetes Vol.1, Ascomycetes*; Nordsvamp – Copenhagen, 309p.
- Hansen L., Knudsen H., 1992 ; *Nordic Macromycetes Vol. 2* ; Nordsvamp – Copenhagen, 474p.
- Harmankaya M., Gezgin S., 2005; *Konya Ovası Topraklarında Bor Fraksiyonlarının Belirlenmesi*; S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(36): 93-105.

- Hickey M.G., Kittrick J.A., 1984; *Chemical Partitioning of Cadmium, Copper, Nickel and Zinc in Soils and Sediments Containing High Levels of Heavy Metals*; J. Environmental Qual., 13: 372-376.
- Holmgren G.G.S., Meyer M.W., Cahney R.L., Daniels R.B., 1993; *Cadmium, Lead, Zinc, Copper and Nickel in Agricultural Soils of the United States of America*; J. Environ. Qual., 22: 335-348.
- Horneck D.A., Hart J.M., Topper K., Koepsell B., 1989; *Methods of Soil Analysis Used in the Soil Testing Laboratory at Oregon State University*; SM 89:4-16, Agricultural Experiment Station, Oregon State University, USA.
- Howe P.D., 1998; *A Review of Boron Effects in the Environment*; Biological Trace Element Research, 66:153-166.
- Hou J., Evans L.J., Spiers G.A., 1994; *Boron fractions in soils*; Commun. Soil Sci. Plant Anal. 25:1841-1853.
- Hou J., Evans L. J., Spiers G.A., 1996; *Chemical Fractionation of Soil Boron: I. Method Development*; Can. J. Soil Sci., 76:485-491.
- İşildak Ö., Türkekul İ., Elmastas M., Tüzen M., 2004; *Analysis of Heavy Metals in Some Wild-Growing Edible Mushrooms from the Middle Black Sea Region, Turkey*; Food Chemistry, 86: 547-552.
- İşiloğlu M., Merdivan M., Yılmaz F., 2001; *Heavy Metal Contents in Some Macrofungi Collected in the Northwestern Part of Turkey*; Arch. Environ. Contam. Toxicol., 41: 1-7.
- Jardao C.P., Nickless G., 1989; *Chemical Associations of Zn, Cd, Pb, and Cu, in Soils and Sediments Determined by the Sequential Extraction Technique*; Environ. Technol. Lett., 10: 743-752.
- Jentschke G., Godbold D.L., 2000; *Metal Toxicity and Ectomycorrhizas*; Phisol. Plant, 109:107-116.
- Jin J., Martens D.C., Zelazny L.W., 1987; *Distribution and Plant Availability of Soil Boron Fractions*; Soil Sci. Soc. Am. J., 51:1228-1231
- Kabata-Pendias A., 2001; *Trace Elements in Soils and Plants, 3<sup>rd</sup> Edition*; CRC Press, Washington, 413p.
- Kabata-Pendias A., 2004; *Soil-Plant Transfer of Elements-An Environmental Issue*; Geoderma 122:143-149.
- Kacar B., 1998; *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri*; A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara.
- Kalac P., Burda J., Staskova I., 1991; *Concentrations of Lead, Cadmium, Mercury and Copper in Mushrooms in the Vicinity of a Lead Smelter*; The Science of the Total Environment, 105: 109-119.

- Kalac P., Svoboda L., 2000; *A Review of Trace Element Concentrations in Edible Mushrooms*; Food Chemistry, 69 (3): 273-281.
- Kalac P., 2010; *Trace Element Contents in European Species of Wild Growing Edible Mushrooms: A Review for the Period 2000-2009*; Food Chemistry, (Baskıda).
- Keleş R., Hamamcı C., 2002; *Çevrebilim, 4. Baskı*; İmge Kitabevi Yayınları, Ankara.
- Keren R., Bingham F.T., Rhoades J.D., 1985; *Plant Uptake of Boron as Affected by Boron Distribution Between Liquid and Solid Phases in Soil*; Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 97-302.
- Klee R.J., Graedel T.E., 2004; *Elemental Cycles: A Status Report on Human or Natural Dominance*; Annu. Rev. Environ. Resour., 29: 69-107.
- Knudsen H., Vesterholt J., 2008; *Funga Nordica, Agaricoid, Boletoid and Cyphelloid Genera*; Nordsvamp – Copenhagen.
- Kot F.S., 2009; *Boron Sources, Speciation and Its Potential Impact on Health*; Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 8:3-28.
- Lewin V.H., Beckett P.H.T., 1980; *Monitoring Heavy Metal Accumulation in Agricultural Soils Treated with Sewage Sludge*; Effluent Water Treat. J., 71:205-208.
- Leyval C., Turnao K., Haselwandler K., 1997; *Effect of Heavy Metal Pollution on Mycorrhizal Colonization and Function: Physiological, Ecological, and Applied Aspects*; Mycorrhiza, 7:139-153.
- Lucho-Constantino C.A., Prieto-Garcia F., Del Razo L.M., Rodriguez-Vazquez R., Poggi-Varaldo H.M., 2005; *Chemical Fractionation of Boron and Heavy Metals in Soils Irrigated with Wastewater in Central Mexico*; Agricultural, Ecosystems and Environment, 108: 57-71.
- Li X., Coles B.J., Ramsey B.H., Thorton I., 1995; *Chemical Partitioning of the New National Institute of Standarts and Technology Standards Reference Materials (SRM 2709-2711) by Sequential Extraction Using Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*; Analyst, 120:145-149.
- Ma Y. B., Uren N.C., 1998; *Transformation of Heavy Metals Added to Soil-Application of A New Sequential Extraction Procedure*; Geoderma, 84: 157-168.
- Maiz I., Esnaola M.V., Millan E., 1997; *Evaluation of Heavy Metal Availability in Contaminated Soils by A Short Sequential Extraction Procedure*; The Science of Total Environment, 206: 107-115.

- Maiz I., Arambarri I., Garcia R., Millan E., 2000; *Evaluation of Heavy Metal Availability in Polluted Soils by Two Sequential Extraction Procedures Using Factor Analysis*; Environmental Pollution 110: 3-9.
- Marschner H., 1995; *Mineral Nutrition of Higher Plants, 2<sup>nd</sup> Edition*; Academic Press. London 889p.
- Matula J., 2009; *Boron Sorption in Soils and Its Extractability by Soil Tests (Mehlich 3, Ammonium Acetate and Water Extraction)*; Plant Soil Environ., 55: 42-49.
- McBride M., Sauve S., Hendershot W., 1997; *Solubility Control of Cu, Zn, Cd, and Pb in Contaminated Soils*; European Journal of Soil Science, 48: 337-346.
- Mendil D., Uluözlu Ö.D., Hasdemir E., Çağlar A., 2004; *Determination of Trace Elements on Some Wild Edible Mushroom Samples from Kastamonu, Turkey*; Food Chemistry, 88: 281-285.
- Michelot D., Siobud E., Dore J.C., Viel C., Poirier F., 1998; *Update of Metal Content Profiles in Mushrooms-Toxicological Implications and Tentative Approach to the Mechanism of Bioaccumulations*; Toxicon., 36: 1997-2012.
- Moser M., 1983; *Keys to Agarics and Boleti, London*; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 535p.
- Murray F.J., Schlekot C.E., 2004; *Comparison of Risk Assessments of Boron: Alternate Approaches to Chemical-Specific Adjustment Factors*; Human and Ecological Risk Assessment, 10:57-68.
- Nable R.O., Banuelos G.S., Paull J.G., 1997; *Boron Toxicity*; Plant and Soil, 193: 181-198.
- Nikkarinen M., Mertanen E., 2004; *Impact of Geological Origin on Trace Element Composition of Edible Mushrooms*; Journal of Food Composition and Analysis, 17: 301-310.
- Özkurt Ş. 2000; *Çatalören ve Kunduz ( Kırka- Eskişehir) Baraj Göletlerindeki Sazanların (Cyorinus carpio L., 1758) Dokularındaki Bor Birikimi*; Turk J Biol, Tübitak, 24: 663-676.
- Özkan Ş.G., Çebi H., Delice S., Doğan M., 1997; *Bor Minerallerinin Özellikleri ve Madenciligi*; 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 16-17 Ekim 1997, İzmir.
- Park H., Schlesinger W.H., 2002; *Global Biogeochemical Cycle of Boron*; Global Biogeochem Cycles, 16:1072-1082.
- Phillips R., 1988; *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Europe*. London: Pan Books Ltd.

- Pinto A.P., Mota A.M., de Varennes A., Pinto F.C., 2004; *Influence of Organic Matter on the Uptake of Cadmium, Zinc, Copper and Iron by Sorghum Plants*; Sci. Tot. Environ. 326: 239-247.
- Power P.P., Woods W.G., 1997; *The Chemistry of Boron and Its Speciation in Plants*; Plant and Soil, 193: 1-13.
- Radojevic M., Bashkin V.N., 1999; *Practical Environmental Analysis*; Royal Society of Chemistry, MPG Books Ltd., Bodmin, Cornwall, UK.
- Rauret G., 1998; *Extraction Procedures for the Determination of Heavy Metals in Contaminated Soil and Sediment*; Talanta, 46: 449-455.
- Raza, M., Mermut A.R., Schoenau J.J., Malhi S.S., 2002; *Boron fractionation in some Saskatchewan soil*; Can. J. Soil Sci. 82: 173-179.
- Reichman S.M., 2002; *The Responses of Plants to Metal Toxicity: A Review Focusing on Copper, Manganese and Zinc*; Australian Minerals & Energy Environment Foundation 144 High St Prahran VIC 3181 Melbourne, Victoria, Australia.
- Romaguera F., Boluda R., Fornes F., Abad M., 2008; *Comparison of Three Sequential Extraction Procedures for Trace Element Partitioning in Three Contaminated Mediterranean Soils*; Environ. Geochem. Health, 30: 171-175.
- Rosling A., Landeweert R., Lindahl B.D., Larsson K.H., Kuyper T.W., Taylor A.F.S., Finlay R.D., 2003; *Vertical Distribution of Ectomycorrhizal Fungal Taxa in a Podzol Soil Profile*; New Phytologist 159:775-783.
- Rudawska M., Leski T., 2005; *Macro- and Mikroelement Contents in Fruiting Bodies of Wild Mushrooms from the Notecka Forest in West- Central Poland*; Food Chemistry, 92: 499-506.
- Ryan J., Miyamoto S., Stroehlein J.L., 1977; *Relation of Solute and Sorbed Boron to the Boron Hazard in Irrigation Water*; Plant and Soil, 47:253-256.
- Sah R.N., Brown P.H., 1997; *Techniques for Boron Determination and Their Application to the Analysis of Plant and Soil Samples*; Plant and Soil, 193: 15-33.
- Sakal R., Singh S.P., Singh A.P., Bhogal N.S., 1993; *Evaluation of Soil Test Methods for Response of Chickpea to Boron in Calcareous Soil*; Anal. Agric. Res. 14:377-387.
- Sanders J.R., Bloomfield C., 1980; *The Influence of pH, Ionic Strength and Reactant Concentrations on Copper Complexing by Humified Organic Matter*; J. Soil Sci., 31: 53- 63.

- Sanmee R., Dell B., Lumyong P., Izumori K., Lumyong S., 2003; *Nuritive Value of Popular Wild Edible Mushrooms from Northern Thailand*; Food Chemistry, 82 (4): 527-532.
- Sauve S., McBride M.B., Norwell W.A., Hendershot W.H., 1997; *Copper Solubility and Speciation of in situ Contaminated Soils: Effects of Copper Level, pH and Organic Matter*; Water, Air and Soil Pollution, 100: 133-149.
- Sesli E., Denchev C.M., 2010; Checklist of the Myxomycetes Larger Ascomycetes and Larger Basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon*, 106: 65-68. (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>).
- Severson R.C., Tindball R.R., 1979; *Spatial Variation in Total Element Concentration in Soil Within the Northern Great Plains Cool Region.*; U.S. Geological Survey Paper 1134-A. Washington, DC, USA.
- Severson R.C., Gough Z.P., 1983; *Boron in Mine Soils And Rehabilitation Plant Species at Selected Cool Mines in Western U.S.J.*; Environ. Qual., 12:142-146.
- Solak M.H., Işıloğlu M., Kalmış E., Allı H., 2007; *Macrofungi of Turkey, Checklist Vol. I*; Genç Üniversiteler Ofset, Bornova, İzmir.
- Tack F.M., Verloo M.G., 1995; *Chemical Speciation and Fractionation in Soil and Sediment Heavy Metal Analysis: A Review*; International Journal of Analytical Chemistry, 59: 225-238.
- Tessier A., Campbell P.G.C., Bisson M., 1979; *Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals*; Anal. Chem., 51:844-851.
- Türkekul İ., Elmastas M., Tüzen M., 2004; *Determination of Iron, Copper, Manganese, Zinc, Lead, and Cadmium in Mushroom Samples from Tokat, Turkey*; Food Chemistry, 84, 389–392.
- Tsadilas C.D, Yassoglou N., Kosmas C.S., Kallinanou C.H., 1994; *The Availability of Soil Boron Fractions to Olive Trees and Barley and Their Relationship to Soil Properties*; Plant Soil, 162: 211-217.
- Uygan D., Çetin Ö. 2004; *Borun Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Su Toplama Havzası*; II. Uluslar arası Bor Sempozyumu, Eskişehir, Türkiye.
- Vetter J., 1995; *Bor- Gehalt in Haufigen Eßbaren Wildpilzarten Ungarns*; Z Lebensm Unters Forsch, 201: 524-527.
- Vetter J., 2005; *Mineral Composition of Basidiomes of Amanita Species*; Mycol. Res., 109: 746-750.
- Ward N.I., 2000; *Trace Elements*; Environmental Analytical Chemistry, 2<sup>nd</sup> Edition ; Editor; Fifield F.W., Haines P.J.; Balckwell Science Ltd. Edinburgh, UK.

Wang A.S., Angle J.S., Chaney R.L., Delorme T.A., Reeves R.D., 2006; *Soil pH Effects on Uptake of Cd and Zn by Thlaspi caerulescens*; Plant and Soil, 281: 325-337.

Whitehead D.C., 2000; *Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships*; CABI Publishing, Wallingford, 369p.

Xu J.M., Wang K., Bell R.W., Yang Y.A., Huang L.B., 2001; *Soil Boron Fractions and Their Relationship to Soil Properties*; Soil Sci. Soc. Am. J., 65:133-138.

Yağız D., Konuk M., Afyon A., Kök Ş.M., 2008; *Minor Element and Heavy Metal Content of Edible Wild Mushrooms Native to Bolu, North-West Turkey*; Fresenius Environmental Bulletin, 17: 249-252.

Yamaç M., Yıldız D., Sarıkürkçü C., Çelikkollu M., Solak M.H., 2007; *Heavy Metals in Some Edible Mushrooms from the Central Anatolia, Turkey*; Food Chemistry, 103: 263-267.

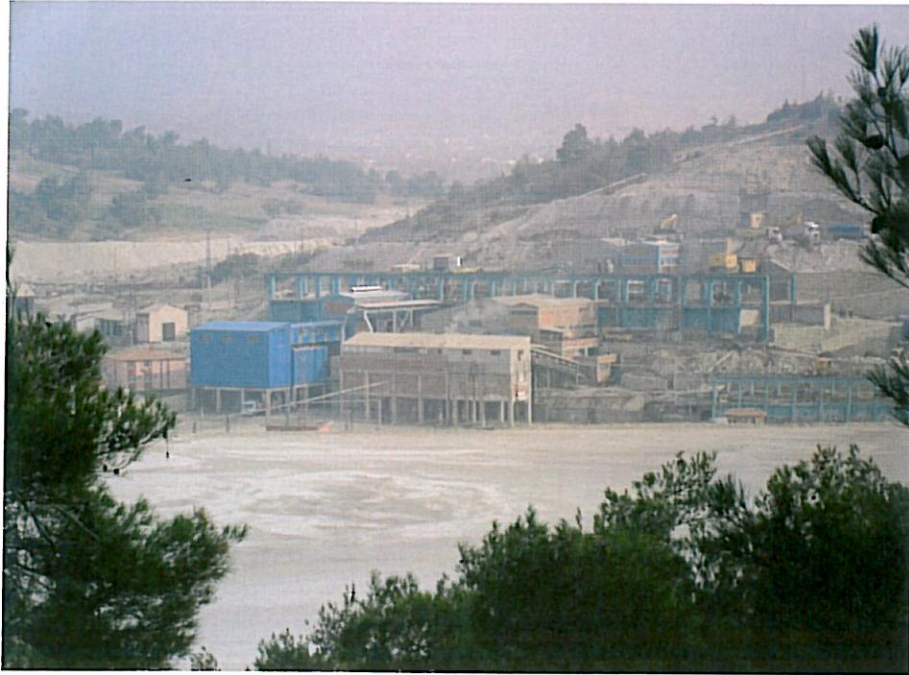
Yılmaz F., Işıloğlu M., Merdivan M., 2003; *Heavy Metal Levels in Some Macrofungi*; Turk J. Bot., 27: 45-56.

## EKLER

## EK 1. Bigadiç'te Yer Alan Bor Madenlerinin Çeşitli Açılardan Çekilmiş Resimleri



**Resim 1.** Maden bölgesi ve atık su toplama havuzu



**Resim 2.** Maden işleme binaları



**Resim 3.** Madenden farkı bir görünüm



**Resim 4.** Açık işletme yöntemi ile borca fakir tabakanın traşlanması



**Resim 5.** Merkez binası



**Resim 6.** Madenin orman içinden çekilmiş görüntüsü

## Ek 2. Makrofungus Örneklerinin Resimleri



Resim 7. *Agaricus aestivalis* (F.H. Moller) Pilat



Resim 8. *Agaricus aestivalis* var. *veneris* (R. Heim & G. Becker) Wasser



Resim 9. *Amanita ovoidea* (Bull.) Link



Resim10. *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O.K. Mill.



Resim 11. *Clavulina cinerea* (Bull.) J. Schröt.



Resim 12. *Clitocybe costata* Kühner & Romagn.



Resim 13. *Clitocybe metachroa* (Fr.) P. Kumm.



Resim 14. *Cystoderma terreii* (Berk. & Broome) Harmaja



Resim 15. *Geastrum sessile* (Sowerby) Pouzar



Resim 16. *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill



Resim 17. *Hohenbuehelia geogenia* (DC.) Singer



Resim 18. *Hygrophorus discoideus* (Pers.) Fr.



Resim 19. *Inocybe ayeri* Furrer-Ziogas



Resim 20. *Inocybe corydalina* Quéél.



Resim 21. *Inocybe geophylla* (Fr.) P. Kumm.



Resim 22. *Lactarius* sp.



Resim 23. *Lepiota cristata* (Bolton) P. Kumm.



Resim 24. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke



Resim 25. *Leucocoprinus lanzonii* Bon, Migl. & Brunori



Resim 26. *Lycoperdon lividum* Pers.



Resim 27. *Lycoperdon perlatum* Pers.



Resim 28. *Marasmius alliaceus* (Jacq.) Fr.



Resim 29. *Melanoleuca paedida* (Fr.) Kühner & Maire



Resim 30. *Melanoleuca stridula* (Fr.) Singer



Resim 31. *Mycena amicta* (Fr.) Quél.



Resim 32. *Mycena galopus* var. *candida* J.E. Lange



Resim 33. *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm.



Resim 34. *Mycena strobilicola* J. Favre & Kühner



Resim 35. *Myxomphalia maura* (Fr.) Hora



Resim 36. *Otidea concinna* (Pers.) Sacc.



Resim 37. *Phellinus torulosus* (Pers.) Bourdot & Galzin



Resim 38. *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert



Resim 39. *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.



Resim 40. *Sepultaria arenosa* (Fuckel) Boud.



Resim 41. *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers.



Resim 42. *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze



Resim 43. *Tapinella panuoides* (Batsch) E.-J. Gilbert



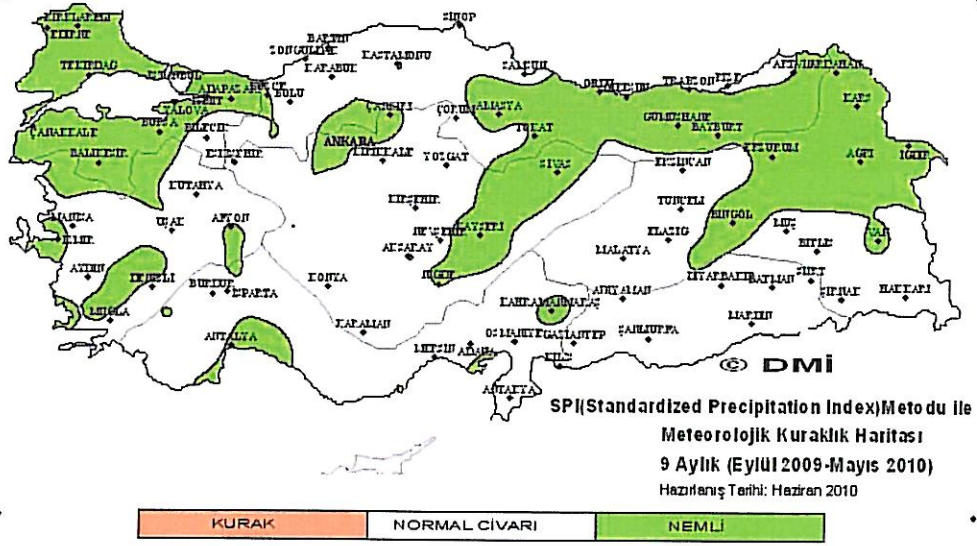
Resim 44. *Tricholoma fracticum* (Britzelm.) Kreisel



Resim 45. *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm.

Ek 3. Meteorolojik Kuraklık Haritası (Anonim, 2010).

## 9 AYLIK DEĞERLENDİRME



## ÖZGEÇMİŞ

21.09.1985 yılında Muğla'nın Bayır Kasabasında doğan yazar, Bayır İlköğretim Okulundan mezun olduktan sonra lise eğitimini Muğla Anadolu Lisesi'nde tamamlamıştır. Muğla Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra Dokuz Eylül Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalını kazanarak lisans eğitimine devam etmiştir. Bu programdan 2007 yılında mezun olduktan sonra Muğla Üniversitesi Çevre Bilimleri Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.