

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**SARP-SAMSUN SAHİL KARAYOLU ÇEVRESİNDEKİ KARAYOSUNU VE
LİKENLERDE ELEMENT ANALİZİ**

DOKTORA TEZİ

Bahadır KOZ

**EYLÜL 2007
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**SARP-SAMSUN SAHİL KARAYOLU ÇEVRESİNDEKİ KARAYOSUNU VE
LİKENLERDE ELEMENT ANALİZİ**

Bahadır KOZ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor (Biyoloji)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 03.09.2007
Tezin Savunma Tarihi : 14.09.2007**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Turan ÖZDEMİR
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Osman BEYAZOĞLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Uğur ÇEVİK
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Barbaros ÇETİN
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kamil COŞKUNÇELEBİ**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2007

ÖNSÖZ

Sarp- Samsun sahil karayolu çevresindeki karayosunu ve likenlerde element analizi konulu çalışmada karayosunu ve liken örneklerinin teşhisi Giresun Üniversitesi Biyoloji Bölümü araştırma laboratuvarında, Element analizi için örneklerin hazırlanması ve tüm ölçümlerinin yapılması K. T. Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Atom ve Çekirdek Fiziği Laboratuvarı ve Kimya Bölümü Atomik Spektrometri Araştırma Laboratuvarı imkanlarıyla gerçekleştirildi.

Doktora tez çalışmamın her aşamasında bana her türlü desteği veren sayın hocalarım Prof. Dr. Uğur ÇEVİK ve Danışmanım Yrd. Doç. Dr. Turan ÖZDEMİR'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Ayrıca doktora çalışmamı sürdürebilmem için Fizik Bölümü araştırma laboratuvarındaki çalışmalarında her türlü olanakları kullanımına sunan Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ali İhsan KOBYA'ya saygılarımı sunuyorum. Çalışmalarım esnasında yardımlarından ve desteklerinden dolayı Yrd. Doç. Dr. Kenan YAZICI, Öğr. Gör. Dr. Celal DURAN, Yrd. Doç. Dr. Birol ERTUĞRAL, Yrd. Doç. Dr. Gökhan APAYDIN, Arş. Gör. Volkan Numan BULUT, Arş. Gör. Ali GÜNDOĞDU ve Sevgili Kardeşim Selim KAYA'ya teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Bu zamana kadar bana vermiş oldukları destek ve göstermiş oldukları sabır için sevgili Eşime, Anneme ve Babama en içten şükranlarımı sunuyorum.

Bahadır KOZ

Trabzon 2007

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Karayosunları	4
1.3. Likenler	6
1.3.1. Likenlerin Yapısal Özellikleri.....	7
1.4. EDXRF (Enerji Ayrımlı X Işını Floresans Spektrometresi).....	8
1.4.1. Elektromagnetik Radyasyonun Madde ile Etkileşmesi.....	9
1.4.1.1. Fotoelektrik Olay.....	9
1.4.2. Karakteristik X Işınlarnın Meydana Gelmesi.....	10
1.4.3. Kantitatif Analiz Yöntemleri.....	11
1.4.3.1. Dış Standartlama (Standartlarla Mukayese).....	11
1.4.4. Yarı iletken Sayaçlar ve Çalışma Prensipleri.....	12
1.5. Atomik Spektrometri.....	13
1.5.1. Atomik Spektrumlar	15
1.5.1.1. Absorpsiyon Spektrumları.....	15

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	21
2.1.	Numunelerin Toplanması	21
2.2.	Numunelerin Teşhis Edilmesi	29
2.3.	Numunelerin Analiz için Hazırlanması	30
2.4.	Karayosunu Model	33
2.5.	Numunelerin Kalitatif Analizi	34
2.6.	Numunelerin Kantitatif Analizi	38
2.6.1.	Karayosunlarındaki Fosfor Miktarının Belirlenmesi	38
2.6.2.	Karayosunlarındaki Potasyum Miktarının Belirlenmesi	40
2.6.3.	Karayosunlarındaki Kalsiyum Miktarının Belirlenmesi	41
2.6.4.	Karayosunlarındaki Titanyum Miktarının Belirlenmesi	42
2.6.5.	Karayosunlarındaki Demir Miktarının Belirlenmesi	45
2.6.6.	Karayosunlarındaki Stronsiyum Miktarının Belirlenmesi	47
2.6.7.	Karayosunlarındaki Baryum Miktarının Belirlenmesi	48
2.6.8.	Karayosunlarındaki Kalay Miktarının Belirlenmesi	50
2.6.9.	Karayosunlarındaki Kurşun Miktarının Belirlenmesi	51
2.6.10.	Likenlerdeki Potasyum Miktarının Belirlenmesi	53
2.6.11.	Likenlerdeki Kalsiyum Miktarının Belirlenmesi	54
2.6.12.	Likenlerdeki Titanyum Miktarının Belirlenmesi	55
2.6.13.	Likenlerdeki Demir Miktarının Belirlenmesi	57
2.6.14.	Likenlerdeki Baryum Miktarının Belirlenmesi	58
2.6.15.	Likenlerdeki Kalay Miktarının Belirlenmesi	59
2.6.16.	Likenlerdeki Bakır Miktarının Belirlenmesi	61
2.6.17.	Likenlerdeki İtiryum Miktarının Belirlenmesi	62
3.	BULGULAR	64
4.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	80
5.	ÖNERİLER	110

6. KAYNAKLAR.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	117

ÖZET

Sarp-Samsun Sahil Karayolu Çevresindeki Karayosunu ve Likenlerde Element Analizi

Bahadır KOZ

Bu çalışmada, Sarp-Samsun sahil karayolu çevresinden 2005-2006 yıllarında toplanan 21 tür karayosununun ve 5 tür likenin EDXRF ve AAS teknikleri kullanılarak element analizi gerçekleştirildi. 400 mesh'lik eleklerden elenerek 40 mg'lık tablet haline getirilen karayosunu ve liken örnekleri ²⁴¹Am radyoaktif kaynağından yayılan 59,5 keV'lik fotonlara ve ⁵⁵Fe radyoaktif kaynağından yayılan 5,95 keV'lik fotonlara maruz bırakıldı. Numunelerden geçen fotonlar Ultra LEGe dedektörü ve buna bağlı çok kanallı analizör kullanılarak sayıldı. EDXRF ile analizler neticesinde P, K, Ca, Ti, Fe, Cu, Sr, Y, Sn, Ba tesbit edildi. EDXRF'de dedeksiyon limitinin altında kalan elementler AAS tekniği ile yapılan sayımlar neticesinde ise Na, Mg, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd ve Pb tesbit edildi. Ayrıca 6 karayosunu türüne 3 farklı konsantrasyonda Pb çözeltilisinden verilerek karayosunlarının Pb tutabilme kapasiteleri araştırıldı. Bunun neticesinde farklı karayosunu türlerinin değişik kapasitelerde Pb tutabildikleri gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Karayosunu, Liken, Elementel Analiz, EDXRF, AAS

SUMMARY

Elemental Analysis of Mosses and Lichens along Sarp-Samsun Highway in Turkey by EDXRF and AAS Spectrometry

Bahadır KOZ

In this study, elemental analysis in 5 species lichen and 21 species mosses collected on 2005-2006 from Sarp- Samsun highway was performed samples by using EDXRF and AAS techniques. For analysis with EDXRF, the 40 mg tablets which were prepared from lichen and moss samples by sieving with 400 mesh, were irradiated by ^{241}Am and ^{55}Fe radioactive sources emitting 59,5 and 5,95 keV photons, respectively. Photons passed through the samples were counted by Ultra LEGe detector with multi channel analyser. After the analysis with EDXRF it was found that the samples contain P, K, Ca, Ti, Fe, Cu, Sr, Y, Sn and Ba. Because of the detection limit of EDXRF, Na, Mg, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb were identified by using AAS. In addition, 6 different moss samples were given 3 different Pb concentrated solutions in order to observe the Pb absorption capacity of these samples. It was observed that different moss species has different Pb absorption capacity.

Key Words: Moss, Lichen, Elemental Analyses, EDXRF, AAS.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1.	Fotoelektrik olay	10
Şekil 2.	(a) Sodyum buharı için bazı absorpsiyon pikleri ve bu piklerin kaynağı, (b)'de bir bölümü verilen enerji düzeyleriyle görülmektedir	15
Şekil 3.	Alevli atomik absorpsiyon spektrometre'nin başlıca kısımları.....	16
Şekil 4.	Oyuk katot lambanın şematik görünümü	17
Şekil 5.	Elektrotsuz boşalım lambasının kesiti	18
Şekil 6.	(a) Bir grafit fırın kesiti (b) Grafit tüp	19
Şekil 7.	Çalışma alanının haritası.....	22
Şekil 8.	Elek seti.....	30
Şekil 9.	Spex marka değirmen ve press aparatları	31
Şekil 10.	Press	31
Şekil 11.	X-ışını ölçüm sisteminin genel görünüşü	32
Şekil 12.	Sayma sisteminin şematik gösterimi.....	33
Şekil 13.	Enerji ayrımlı X-ışını floresans (EDXRF) spektrometresi deney geometrisi	35
Şekil 14.	⁵⁵ Fe Radyoaktif kaynağının uyarılmasıyla elde edilen 61 nolu karayosunu örneğinin spektrumu	36
Şekil 15.	²⁴¹ Am radyoaktif kaynağının uyarılmasıyla elde edilmiş 20 nolu Karayosunu örneğinin spektrumu	36
Şekil 16.	⁵⁵ Fe Radyoaktif kaynağının uyarılmasıyla elde edilmiş 12 nolu Liken örneğinin spektrumu	37
Şekil 17.	²⁴¹ Am Radyoaktif kaynağının uyarılmasıyla elde edilmiş 13 nolu Liken örneğinin spektrumu	37
Şekil 18.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan P standardı	39
Şekil 19.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan K standardı.....	40
Şekil 20.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Ca standardı	42
Şekil 21.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 1. Ti standardı.....	43
Şekil 22.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 2. Ti standardı.....	44
Şekil 23.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 1. Fe standardı.....	45
Şekil 24.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 2. Fe standardı.....	46
Şekil 25.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Sr standardı	47
Şekil 26.	Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 1. Ba standardı	49

Şekil 27. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 2. Ba standardı	49
Şekil 28. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Sn standardı	51
Şekil 29. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Pb standardı	52
Şekil 30. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan K standardı.....	53
Şekil 31. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Ca standardı	55
Şekil 32. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Ti standardı	56
Şekil 33. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Fe standardı.....	57
Şekil 34. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Ba standardı	59
Şekil 35. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Sn standardı.....	60
Şekil 36. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Cu standardı.....	61
Şekil 37. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Y standardı.....	63
Şekil 38. Karayosunlarında Na konsantrasyonu	80
Şekil 39. Karayosunlarında Mg konsantrasyonu	81
Şekil 40. Karayosunlarında P konsantrasyonu.....	81
Şekil 41. Karayosunlarında K konsantrasyonu	82
Şekil 42. Karayosunlarında Ca konsantrasyonu.....	82
Şekil 43. Karayosunlarında Ti konsantrasyonu	83
Şekil 44. Karayosunlarında Cr konsantrasyonu	83
Şekil 45. Karayosunlarında Mn konsantrasyonu	84
Şekil 46. Karayosunlarında Fe konsantrasyonu	84
Şekil 47. Karayosunlarında Co konsantrasyonu	85
Şekil 48. Karayosunlarında Ni konsantrasyonu	85
Şekil 49. Karayosunlarında Cu konsantrasyonu	86
Şekil 50. Karayosunlarında Zn konsantrasyonu.....	86
Şekil 51. Karayosunlarında Sr konsantrasyonu	87
Şekil 52. Karayosunlarında Sn konsantrasyonu.....	87
Şekil 53. Karayosunlarında Ba konsantrasyonu.....	88
Şekil 54. Karayosunlarında Pb konsantrasyonu.....	88
Şekil 55. Karayosunlarında Pb konsantrasyonunun kirlilik haritası	92
Şekil 56. Likenlerde Na konsantrasyonu	93
Şekil 57. Likenlerde Mg konsantrasyonu.....	94
Şekil 58. Likenlerde K konsantrasyonu	94
Şekil 59. Likenlerde Ca konsantrasyonu.....	95
Şekil 60. Likenlerde Ti konsantrasyonu.....	95

Şekil 61. Likenlerde Cr konsantrasyonu	96
Şekil 62. Likenlerde Mn konsantrasyonu.....	96
Şekil 63. Likenlerde Fe konsantrasyonu	97
Şekil 64. Likenlerde Co konsantrasyonu	97
Şekil 65. Likenlerde Ni konsantrasyonu	98
Şekil 66. Likenlerde Cu konsantrasyonu	98
Şekil 67. Likenlerde Zn konsantrasyonu.....	99
Şekil 68. Likenlerde Sn konsantrasyonu.....	99
Şekil 69. Likenlerde Ba konsantrasyonu.....	100
Şekil 70. Likenlerde Pb konsantrasyonu.....	100
Şekil 71. Likenlerde Pb konsantrasyonunun kirlilik haritası	104
Şekil 72. Karayosunlarında şehir merkezi araç sayısı ile kurşun miktarı arasındaki istatistiksel grafik.....	105
Şekil 73. Karayosunlarında Sarp-Samsun sahil karayolundaki araç sayısı ile kurşun miktarı arasındaki istatistiksel grafik.....	106
Şekil 74. Likenlerde Sarp-Samsun sahil karayolundaki araç sayısı ile kurşun miktarı arasındaki istatistiksel grafik	107

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Ağır metallerin atom numaraları (çekirdekdeki proton sayıları) ile yoğunlukları ve kirleticilik özellikleri (K= Kirletici)	3
Tablo 2. Atomik spektrometri'nin sınıflandırılması	14
Tablo 3. Atomik spektrometri'nin başlıca bölümleri	14
Tablo 4. Çalışma alanındaki merkezler	23
Tablo 5. Çalışma alanındaki merkezlerin nüfusu	23
Tablo 6. Çalışma alanından toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları.....	24
Tablo 7. Çalışma alanından toplanan likenlerin listesi ve istasyonları	27
Tablo 8. Kontrol bölgesinden toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları.....	28
Tablo 9. Kontrol bölgesinden toplanan Likenlerin listesi ve istasyonları.....	29
Tablo 10. Karayosunlarında P konsantrasyonlarının standartları	39
Tablo 11. Karayosunlarında K konsantrasyonlarının standartları.....	41
Tablo 12. Karayosunlarında Ca konsantrasyonlarının standartları	42
Tablo 13. Karayosunlarında Ti konsantrasyonlarının standartları	44
Tablo 14. Karayosunlarında Fe konsantrasyonlarının standartları.....	46
Tablo 15. Karayosunlarında Sr konsantrasyonlarının standartları	48
Tablo 16. Karayosunlarında Ba konsantrasyonlarının standartları	50
Tablo 17. Karayosunlarında Sn konsantrasyonlarının standartları	51
Tablo 18. Karayosunu Modellemesindeki Pb konsantrasyonlarının standartları.....	52
Tablo 19. Likenlerde K konsantrasyonlarının standartları	54
Tablo 20. Likenlerde Ca konsantrasyonlarının standartları	55
Tablo 21. Likenlerde Ti konsantrasyonlarının standartları	56
Tablo 22. Likenlerde Fe konsantrasyonlarının standartları.....	58
Tablo 23. Likenlerde Ba konsantrasyonlarının standartları	59
Tablo 24. Likenlerde Sn konsantrasyonlarının standartları.....	60
Tablo 25. Likenlerde Cu konsantrasyonlarının standartları	62
Tablo 26. Likenlerde Y konsantrasyonlarının standartları.....	63
Tablo 27. Karayosunlarının EDXRF ile analizleri sonucu elde edilen element konsantrasyonları (mg/g)	64
Tablo 28. Likenlerin EDXRF ile analizleri sonucu elde edilen element konsantrasyonları (mg/g)	66

Tablo 29. Kontrol bölgesindeki karayosunlarının EDXRF ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları (mg/g).....	67
Tablo 30. Kontrol bölgesindeki likenlerin EDXRF ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları (mg/g).....	68
Tablo 31. Karayosunlarının AAS ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları.....	68
Tablo 32. Likenlerin AAS ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları	70
Tablo 33. Kontrol bölgesindeki karayosunlarının AAS ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları.....	71
Tablo 34. AAS ile ölçülmüş kontrol bölgesindeki liken numunelerinin element konsantrasyonları	71
Tablo 35. EDXRF ile analizleri yapılan karayosunlarının türlere göre P, K, Ca, Ti ortalaması.....	72
Tablo 36. EDXRF ile analizleri yapılan karayosunlarının türlere göre Fe, Sr, Sn, Ba ortalaması.....	73
Tablo 37. AAS ile analizleri yapılan karayosunlarının türlere göre ortalaması.....	75
Tablo 38. EDXRF ile analizleri yapılan liken numunelerinin türlere göre ortalaması (mg/g).....	77
Tablo 39. AAS ile analizleri yapılan liken numunelerinin türlere göre Na, Mg, Cr, Mn, Co ortalaması	78
Tablo 40. AAS ile analizleri yapılan liken numunelerinin türlere göre Ni, Cu, Zn, Pb ortalaması.....	78
Tablo 41. Karayosunu model	79
Tablo 42. Dünyadaki bazı çalışmalarla, bizim çalışmamızda elde edilen bazı elementlerin sonuçları.....	108

SEMBOLLER DİZİNİ

c	: Işıık hızı
E_b	: Elektornun bağlanma enerjisi
h	: Planck sabiti
α	: Alfa
β	: Beta
μg	: Mikro gram
γ	: Gama
λ	: Dalgaboyu
\AA	: Angstrom
$^{\circ}\text{C}$: Santigrad derece
V	: Potansiyel

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Havadan kaynaklanan elementel birikimin çevre üzerine olan etkileri çok uzun zamandan beri çalışılmaktadır. Atmosferik birikimin bilimsel olarak tanımlanmış ilk etkisi de, atmosferik kirliliğin yüksek olduğu alanlardaki epifitik likenlerin azlığıdır, Nylander'in (1866) Paris ve çevresinin epifitik likenleri üzerine olan raporu da daha sonraki çalışmalara temel oluşturmuştur. Atmosferik kirlilik, ağaçların canlılığının ve ormanların azalmasına, ilk defa İskandinavya'da gözlenmiş olan asidifikasyona, asit yağmurlarına ve bu asit yağmurları da tatlı sularda, ormanın ağaç tabakalarında, fundalıklarda, makiliklerde, çimenliklerde etkisini göstererek birçok bitki türünün azalmasına neden olmaktadır (Wolterbeek, 2002).

Araştırmalar atmosferik birikimin, atmosferin, toprağın ve suyun kimyasal yapısı üzerine olan etkilerinin ortaya çıkmasına yardımcı olmuştur, fakat biyotik etkileri özellikle de toprağın çevresi hakkındaki bilgilerimiz hala çok eksiktir. Vejetasyondaki çoğu değişim hala atmosferik birikime mal edilmesine rağmen, doz-etkisi ilişkisi hakkındaki bilgiler de oldukça azdır (Wolterbeek, 2002).

Ekosistemle ilgili çalışmalar insan sağlığı üzerine odaklanmıştır. Dünyadaki epidemiyolojik çalışmalar hava kirliliğinin, solunum sağlığı üzerine etkileri ile ölüm oranları arasındaki ilişkiye yoğunlaşmaktadır (özellikle hava partikülleri, ozon, asit yağmurları, azot oksitler ve sülfür oksitler üzerine) (Castillejos vd., 2000). Bugün epidemiyolojik çalışmalar, partiküllerdeki elementel konsantrasyon ile bunun insan sağlığı üzerine olan etkilerini ortaya koymaya çalışmaktadır. Elementel biyomonitörleme verileriyle, hastalıklar arasındaki ilişki ilk kez Almanya-Polonya-Çek Cumhuriyeti arasındaki Neisse bölgesindeki bir çalışmada, ortaya konmuştur. Bu da geleneksel hava kirleticilerinden (Sülfür oksit, Ozon, Nitrojen oksitler) ziyade atmosferik kirleticiler üzerine dikkatleri toplamıştır, Örneğin; ağır metaller, Polisiklik aromatik bileşikler, halojenli aromatik bileşikler gibi atmosferik kirleticiler birçok ülke de sağlık ve çevre üzerine olan planlamalarda, kara listede yer almaktadırlar (Laden vd., 2000).

Atmosferik partiküllerin insanda solunum hastalıklarına neden olduğu ortaya konduktan sonra çevre kirliliğine olan ilgi de giderek artmıştır (Dockery vd., 1994).

Özellikle de çevreye verilen ağır metallerin akciğer dokularında zarara sebebiyet verdiği bulunmuştur (Dreher vd., 1997). Son yıllardaki endüstriyel gelişme ve hızlı şehirleşmeden dolayı, atmosferik kirlilik çoğu ülkede karasal çevrenin ciddi bir şekilde kirlenmesine neden olmuştur. Böylece, şehir çevresindeki hava kaynaklı metallerin monitörlenmesi, dünyanın çoğu kısmındaki kontrol programları ve çevre planlamalarının önemli bir parçası olmuştur. Biyomonitörleme, Biyosfer'in belirli özellikleri üzerine kantitatif bilgi elde etmek için biyolojik materyaller ve organizmaları kullanan bir tekniktir (Wolterbeek 2002). Karayosunları ve Likenler, atmosferik kirliliğin biyomonitörlenmesinde bol miktarda kullanılmaktadır. Yüksek bitkilerin aksine, Karayosunları ve likenlerin kök sistemleri ve kütikula tabakası yoktur. Bu yüzden de mineral emilimini bütün yüzeyleriyle yapmaktadırlar. Karayosunları 30 yıldan daha fazla zamandan beri atmosferik ağır metal birikiminin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Zechmeister vd., 2003, Zechmeister 1997, Aslan vd.,2004, Tüzen 2003, Aslan 2006)

Karayosunları ağır metal kirliliğinin hassas biyoindikatörleri olarak kullanılmışlardır. Bu bitkiler ağır metallerin büyük bir kısmını dokularında biriktirirler (Grodzinska 1982, Uyar vd., 2007). Karayosunları indikatör organizmalar olarak birkaç avantaja sahiptirler: 1. Karayosunları çok geniş bir coğrafik dağılıma sahiptir ve çeşitli doğal habitatlarda bol miktarda gelişirler hatta endüstri ve şehir merkezlerinde bile bulunurlar fakat temiz bölgeye nazaran daha azdırlar. 2. Kütikula ve epidermise sahip olmadıklarından hücre duvarları kolaylıkla metal iyonlarını soğurur. 3. Onların substrat'dan minerallerin alımı için organları yoktur, çökeltme sonucunda mineralleri biriktirirler. 4. Organı yapılar arasında minerallerin taşınması vasküler dokuların olmamasından dolayı zayıftır. 5. Karayosunlarında metal birikimi ve iyon değişimi pasif yolla olmaktadır. 6. Karayosunları atmosferik birikim miktarının bir fonksiyonu olarak çoğu metallerin fonksiyonunu gösterir (Rühling vd., 1998).

Bir metalin yoğunluk değeri, 5 gr/cm^3 ten fazla ise, bu metale ağır metal denir. Bazı uzmanlar bu tanımı, ekolojik olarak yeterli bulmamaktadırlar; atom numarası 20'den büyük olan ve kirlilik yaratan zehirli maddeleri de ağır metal sınıfına dahil etmektedirler. Bir başka tanıma göre ise atomik ağırlığı 100'ün üzerinde olan metallere ağır metal denmektedir. Ağır metaller, genellikle, toprağın üst katmanlarında birikme eğilimindedirler. Bunun nedeni, üst toprak maddesinin organik madde bakımından daha zengin olması ve organik maddelerin ağır metalleri tutucu özelliğe sahip olması ile

açıklanmaktadır (Anonim, 2001). Ağır metallerin atom numaraları ve kirleticilik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Ağır metallerin atom numaraları (çekirdekdeki proton sayıları) ile yoğunlukları ve kirleticilik özellikleri (K= Kirletici)

Element	Atom Numarası	Yoğunluk (gr/cm ³)	Kirleticilik Özelliği
Ag (Gümüş)	47	10,5	K
Cd (Kadmiyum)	48	8,7	K
Cr (Krom)	24	7,2	K
Co (Kobalt)	27	8,9	K
Cu (Bakır)	29	8,9	K
Fe (Demir)	26	7,9	K
Hg (Civa)	80	13,6	K
Mn (Mangan)	25	7,4	-
Pb (Kurşun)	82	11,3	K
Mo (Molibden)	42	10,2	K
Ni (Nikel)	28	8,9	K
Pt (Platin)	78	21,5	-
Tl (Talyum)	81	11,9	K
Th (Toryum)	90	11,5	K
Sn (Kalay)	50	7,3	K
U (Uranyum)	92	19,1	K
V (Vanadyum)	23	6,1	-
W (Tungsten)	74	19,3	K
Zn (Çinko)	30	7,1	K

Araçların çevreye verdiği hasarın sadece akaryakıtın yanmasından kaynaklanmadığı, burada motor yağlanması ve motor gövdesinden aşınmalar, araba gövdesinden metal aşınmaları, fren yapma esnasındaki aşınmalar ve lastik aşınmalarından kaynaklanan emisyonların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Zechmeister vd., 2003).

Bugün karayolu taşımacılığı, hızlı ve etkili oluşuyla, insanlığın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bununla beraber, hava kalitesinin düşmesine, doğal yapının bozulmasına ve gürültü kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca, bitkileri, hayvanları ve insanları da tehdit

etmektedir (Button vd., 2003). Avusturya'daki lisanslı motorlu araç sayısı son 15 yıl esnasında %50 artmıştır ve ağır yüklü araçların sayısı da son 20 yıl esnasında yaklaşık olarak iki katına çıkmıştır. Bu artış hem ülke içindeki trafikte hem de Avusturya'dan geçen transit trafikte yoğunluğa sebep olmaktadır. Avusturya'daki durum dünyanın birçok ülkesinde de görülmektedir.

Trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin belirlenmesinde Kurşun(Pb), yıllardan beri esas indikatör olarak kullanılmıştır (Jaradat & Monami, 1999). Yapılan çalışmalarda kurşun emisyon oranının ve çevredeki hava konsantrasyonlarının, 1970'in sonlarından itibaren orta avrupa ve batı'da hızlı bir düşüş gösterdiği ortaya konulmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da 1990 yılından itibaren araçlarda kurşunsuz benzin kullanma zorunluluğu getirilmiştir. Avrupa'da böyle bir uygulamayı ilk defa Avusturya 1993'te başlattı ve bunu diğer Avrupa ülkeleri takip etti (Berg vd., 1997, Ruhling vd., 1984, Masadeh vd., 2002).

Türkiye'de böyle bir kanuni zorunluluk yoktur, fakat 2007 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı böyle bir çalışma yapmayı planlamaktadır. Ayrıca Türkiye'de 1993'ten sonra üretilen ve ithal edilen araçların hepsinin motor yapısı da kurşunsuz benzin kullanımına elverişlidir. Türkiye'deki otomobillerde süper benzin, kurşunsuz benzin ve LPG tüketimi incelendiği zaman kurşunlu benzin (süper benzin) tüketiminde 2001 yılından itibaren önemli düşüşlerin olduğu görülmektedir. Son yıllarda normal ve süper benzinin yerini LPG almıştır. 2003 yılı verileri incelenecek olursa benzin ve benzine eşdeğer LPG kullanımı dağılımında, süper benzin %25, LPG %36 ve kurşunsuz benzin %39 paya sahip olduğu görülür. Bunun anlamı, ülkede hala ciddi miktarda kurşunlu benzine bağımlı araç bulunmaktadır (URL-1, 2006).

1.2. Karayosunları

Karayosunları, eğreltiotları, açık tohumlu bitkiler ve kapalı tohumlu bitkiler karada gelişmiştir. Bunun sonucu olarak da epidermis, stoma ve vasküler (iletim) dokuları gelişmiştir. Karasal ortamın önemi, bitkilerin yaşama ortamı olması yanında, evrimlerinde de etkili olması açısından önemlidir. Bütün kara bitkileri embriyo meydana getirir. Bunun için de *Embriophyta* (embriyolu bitkiler) olarak da adlandırılırlar. İstisnai durumlar da vardır. Örneğin; bazı algler toprak üzerinde yaşar fakat embriyo meydana getirmezler. Bunun yanında embriyolu bitkilerden sucul ortamda yaşayanlar da mevcuttur. Kısaca kara

bitkileri, ister suda yaşasın isterse karada yaşasın *Embriyophyta* adı altında sınıflandırılırlar.

Embriyofitler, klorofil a, b, karotinler ve birkaç ksantofil ile lutein içerirler. Kloroplastları her bir bantta 3-6 tilakoid lameline sahiptir ve fotosentez sırasında O₂ üretirler. Hücre duvarları selüloz içerikli olup glikolat oksidaz enzimi de dahil pek çok enzim içeren peraksisomerlere sahip olan nişastayı depo eder ve hücre bölünmesi sırasında bir fragmoplast oluştururlar (Smith, 1980).

Dünya üzerindeki yaşam tarihinin en önemli olaylarından biri, kökeni yeşil alglere dayanan karayosunlarının kara ortamına geçişidir. Eğreltiotları, açık tohumlu bitkiler ve kapalı tohumlu bitkiler karada gelişmiştir. Karayosunları ise üremelerinin suya bağımlı olması fakat gelişmelerini farklı ortamlarda sürdürebilmelerinden dolayı bitkiler dünyasının amfibileri olarak adlandırılabilirler. Karayosunları *Thallophyta* dediğimiz algler, mantarlar ve likenlere göre daha gelişmiş yapıdadırlar. Özellikle bazı gelişmiş gruplarında gözlenen ve bir bakıma iletim demetli bitkilerin iletim demetlerini hatırlatan bazı özel hücrelerin (leptoidler ve hidroidler) varlığı su ortamından kara ortamına geçişi göstermektedir (Smith, 1980).

Bryophitler kara bitkilerinin yaklaşık 23 bin kadar türünü ihtiva eden bir gruptur. Bitki hayatının devamını sağlayabilecek kadar yeterli miktarda nemin var olduğu, tropikal bölgelerden subarktik bölgelere kadar, dünyanın bütün iklimlerinde geniş bir yayılışa sahiptir. Bu nedenle karayosunları tropikal ve mutedil ormanlarda, bataklık alanlarda ve subarktik bölgelerde, ekosistemin son derece önemli bir parçasını oluşturmaktadırlar (Nyholm, 1981).

Bryophyta (Karayosunları), ciğerotları, boynuzsuotlar ve yapraklı karayosunları (gerçek karayosunları, *Musci*) olmak üzere 3 kısma ayrılır. Hepsi küçük yapılı, yeşil renkli ve gerçek köksüzdür, çoğu epifittiktir. Kara ortamına uyum sağlamışlar, sadece küçük bir grubu ikincil olarak sucul ortamlara adapte olmuştur. Bütün karayosunları heteremorfik döl almaşı gösterir. Karayosunu fertleri tek başlarına olduklarında pek dikkat çekmezler ancak içiçe kümeler halinde oldukları zaman oldukça geniş alanları kaplarlar ve dikkat çekerler. Haploid olan gametofit, yeşil renkli ve hayat devresinde bağımsız durumdadır. Sporofit bütün hayatı boyunca gametofite bağımlı yaşar. Birkaç türün sporofiti fotosentez yapabilmesine karşın yine de su ve mineraller için gametofite bağımlıdır. Bryofitlerin gametofiti *Riccia* L. ve *Marchantia* L.'da olduğu gibi basit tallussu yapıda olabildiği gibi

gövdemsi, yapraksı ve köksü yapılar şeklinde yüksek organizasyonlu yapılara da sahip olabilmektedirler (Smith, 1980, Watson, 1981, Schofield, 1985).

Bryofitlerin yaprak ve gövdeleri, vasküler bitkilerin yaprak ve gövdeleriyle homolog değildir. Vasküler bitkilerde gövdeler ve yapraklar sporofitin bir parçasıdır, gametofite ait değildir. Ayrıca vasküler bitkilerin yaprakları da tipik vasküler yapıya sahiptir. Bryofitlerin emici ve tutunucu organları (köksü yapıları-rizoidleri) tam bir köksü yapıda değildir, ancak tek hücreli veya çok hücreli yapıda saçsı şekilde rizoid adı verilen köksü yapılara sahiptirler. Karayosunları dışındaki diğer bütün bitkilerin iletim dokuları, ksilem ve floem'den oluşmuş olması belkide karayosunlarıyla diğer bitkiler arasındaki en önemli farktır (Özdemir ve Çetin, 1999).

1.3. Likenler

Yeryüzünde son derece geniş yayılım alanına sahip olan ve ülkemizde de günümüze kadar pek fazla araştırma yapılmamış bir bitki grubu olan likenlerin 18. yüzyıldan bu yana 17000 den fazla türünün tespit edildiği ve 2000 den fazla türünün de kuzey Amerika'da tanımlandığı bildirilmektedir (Scagel vd., 1966).

Gerçek anlamda ilk kez liken terimi M.Ö. 371–284 yılları arasında yaşayan Theophrastus tarafından kullanılmıştır. Fakat Theophrastus'un liken olarak adlandırdığı bu bitkiler liken olmayıp ciğer otları (*Hepaticae*) grubuna aittir. Likenler daha sonra M.S. 68 yılında Dioscorides ve 512 yılında Byzantine'nin yapıtındaki tablolarla açıklanmaktadır (Abbeyes, 1951).

1753 yılında Linne, likenleri bir cins altında toplamış ve morfolojik yapılarına göre de 7 bölüme ayırmıştır. Daha sonra İsveçli Botanikçi Acharyus "Lichenography universalis" adlı eserinde üreme organlarına dayanarak yaptığı sınıflandırmada likenleri 41 cinse çıkarmıştır (Szatala, 1927a).

1867 yılında Alman botanikçisi Schwendener, likenlerin alg ve mantardan meydana geldiğini ilim dünyasına tanıttıktan sonra değişik araştırmacılar bu özellikleri göz önüne alarak çeşitli sistemler geliştirmişlerdir. 19. yüzyıldan sonra likenlerin biyolojisi ve sistematigi üzerine Nylander, Quispel, Zopf, Asahina, Naren, Wainio, Hesse, Waren, Raths, Thomas, Moeller, Tobler, Stahl, Werner gibi araştırmacılar likenler üzerinde birçok araştırma yapmışlardır (Abbeyes, 1951).

Likenlerin tanısının zor oluşu ve 19. yüzyılda sentetik boyaların bulunup da likenlerden elde edilen doğal boyaların ekonomik öneminin azalması nedeniyle, likenlerin sınıflandırılması konusundaki çalışmalar gerilemeye başlamıştır. Bu yüzyılın başından itibaren elektron mikroskoplarının bulunması, yeni fitokimyasal analiz yöntemlerinin geliştirilmesi, radyoaktif işaretlemenin kullanılması, gibi yöntemler likenlerin sınıflandırılması konusunda çok yönlü incelemenin yapılmasına imkân tanımıştır. Ayrıca hava kirliliği ile ilişkisinin belirlenmesi, tıpta ve diğer alanlarda öneminin vurgulanması, likenlerin tekrar ilgi çekmesine neden olmuştur (Hale, 1974). Günümüzde ekonomik kullanımları yanında hava kirliliği ile ilgili çalışmalarda biyoindikatör ve monitör olarak kullanılabilirlikleri için birçok araştırmaya konu olmuşturlar (Mendil, 2005, Kauppi vd.,1992, Sloof vd., 1991, Holopainen, 1984).

Likenler radyoaktif maddeleri biriktirme özelliğine sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı özellikle Çernobil olayından sonra ülkemiz de dahil olmak üzere birçok ülkede radyoaktif kirliliğin belirlenmesi çalışmalarında likenler bol miktarda kullanılmışlardır (Steinnes vd., 1993, Sloof vd., 1992).

1.3.1. Likenlerin Yapısal Özellikleri

Bilindiği gibi likenler basit bir organizma grubu olmayıp mantarlar ve alglerin bir araya gelerek oluşturdukları ortak yaşam birlikleridir.

Likenlerin yapısına katılan algler ya *Cyanophyceae* sınıfından ya da *Chlorophyceae* sınıfındandır. Genellikle bir alg ile bir mantar liken yapısına katılır. Bazen iki alg ile bir mantar da üçlü bir simbiyoz yapı meydana getirerek bir liken oluşturabilirler (Abbeyes, 1951).

Likenlerin yapısına katılan mantarlar çoğunlukla *Ascomycetes* sınıfından, bazen *Phycomycetes* sınıfından, ender olarak da *Basidiomycetes* sınıfından olup heterotrof organizmalardır. Bazı likenlerde ise mantar *Deuteromycetes* sınıfından bile olabilmektedir.

Karayosunları ve Likenler hava kaynaklı kirliliğin belirlenmesinde, anatomik yapılarından dolayı en uygun bitkilerdir. Almanya’da bazı otoyollar boyunca, trafik ilişkili elementler ve Platinum grubu elementlerin dağılımını inceleyebilmek için 5 farklı bitki türünün analizleri yapılmıştır (Djingova vd.,2003). Bu çalışmada kullanılan bitki türleri; *Taraxacum officinale* G.H. Weber ex Wigger (Karahindiba), *Plantago lanceolata* L. (Sinirotu), *Lolium multiflorum* Lam. (Çavdar), *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.)

Warnst. (Karayosunu) ve *Vascellum pratense* (Pers.) Kreisel (Mantar) olup bunların analizleri neticesinde belirlenmiş elementlerde en yüksek konsantrasyonun *Rhytidiadelphus squarrosus*'da (karayosunu), en düşük konsantrasyon da *Plantago lanceolata*'da (sinirotu) olduğu görülmüştür. *Vascellum pratense* (mantar) türü, Pt ve Pb miktarlarına bakılarak *Taraxacum officinale* (Karahindiba) türüyle kıyaslandığında en düşük konsantrasyonlara sahip olduğu görülmüştür (Djingova vd., 2003).

İspanya, Preneler, Aron vadisindeki terkedilmiş Pb-Zn madeni çevresindeki vejetasyon ve atık sularının EDXRF ve TXRF'deki analizlerinde maden çevresinden 3 yabancı çim (*Bromus L. sp.*, *Rumex L.sp.* ve *Pseudoavena L. sp.*), 2 karayosunu türü (*Dicranum Hedw. sp.* ve *Pleurocarpus sp.*) ve atıksu analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre en fazla birikimi karayosunları yapmaktadır. Karayosunlarında da özellikle *Pleurokarp* (Halı şeklindeki karayosunları) türlerinin ağır metal birikim miktarını tayin çalışmalarında kullanılması tavsiye edilmiştir (Marques vd., 2003)

1.4. EDXRF (Enerji Ayrımlı X Işını Floresans Spektrometresi)

X-Işını floresans tekniği, yayınlanan karakteristik X-ışınının dalga boyu veya enerjisinin ölçülmesiyle element hakkında bilgi verir. Bu metod, önce yayınlanmış karakteristik çizginin enerjisinin veya dalga boyunun ölçülmesiyle verilen bir elementin nitel (kalitatif) tayininin yapılmasını sağlar ve sonra bu çizginin şiddetinin ölçülmesiyle elementel konsantrasyon tayin edilebilir (kantitatif analiz). Metod, bu yüzyılın başlarından itibaren kullanılmaya başlanmıştır.

X-Işını spektrometrik metodunun ilk kullanımı Henry Moseley'in 1912'deki klasik çalışmalarında görülmüştür. 1922'de Hadding, minerallerin analizi için bir teknik tanımlamıştır. Floresans metod pratikte ilk olarak Glocker ve Schreiber tarafından 1928'de kullanılmıştır (Jenkins, 1988).

X-Işını Floresans tekniği maden cevherlerinin analizinde, çevre kirliliği, petrol sanayi, tıp v.b. gibi alanlarda yaygınca kullanılmaktadır. Bu metod, karakteristik X-ışınlarının şiddetinin ölçülmesi prensibine dayanır. Karakteristik X-ışınları, madde içerisindeki bir elementin herhangi bir atomunun klasik manada iç yörünge elektronlarının koparılması sonucunda oluşur. Bu koparıma sonucunda iç tabakaların herhangi birisinde meydana gelen elektron boşluğunun, diğer üst tabakalardaki elektronlardan biri tarafından doldurulması esnasında karakteristik X-ışını yayınlanır. Herhangi bir numuneden, herhangi

bir uyarma yoluyla elde edilen bu ışınların enerjilerinin ölçülmesiyle, numune içerisindeki elementlerin kimlik tespiti yapılır. Bu ışınların şiddetlerinin ölçülmesiyle de, numune içerisindeki konsantrasyonları belirlenebilir (Çevik, 1994).

1.4.1. Elektromagnetik Radyasyonun Madde ile Etkileşmesi

Elektromagnetik radyasyonun madde ile etkileşmesi neticesinde şu olaylar meydana gelebilir:

1. Fotoelektrik Olay
2. Saçılma Olayı
 - a) İnkoherent saçılma (Compton saçılması)
 - b) Koherent saçılma
3. Çift Oluşumu Olayı

1.4.1.1. Fotoelektrik Olay

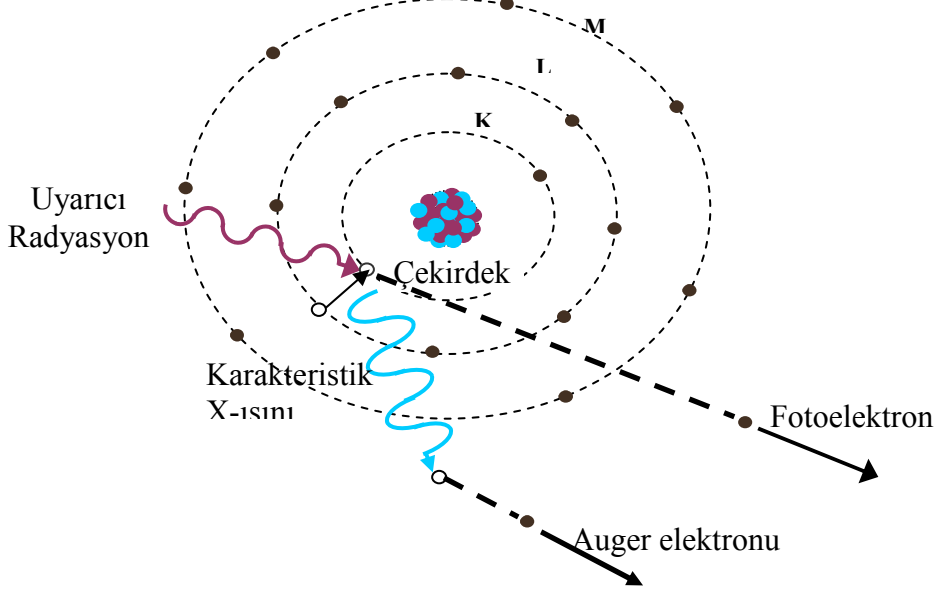
Enerjisi atoma bağlı bir elektronun enerjisinden büyük olan bir foton, bağlı elektronla etkileşirse elektron fotonun toplam enerjisini soğurarak serbest hale geçebilir. Serbest hale geçen elektronlara fotoelektron ve bu olaya fotoelektrik olay denir. K kabuğu elektronlarından birinin sökülmesiyle sonuçlanan fotoelektrik olay, bu kabuktan sökülen elektronunun kinetik enerjisi

$$E_e = \frac{hc}{\lambda} - E_b \quad (1)$$

şeklinde ifade edilir. Burada hc/λ gelen fotonun enerjisi, E_b elektronun K tabakasına bağlanma enerjisidir. Bu şekilde K tabakasında oluşturulan boşluk, atomun kararsız bir halini gösterir. Sonuçta daha düşük bağlanma enerjili bir tabakadan bir elektron bu boşluğu doldurmak üzere K tabakasına geçer. Bu işlem sonucu iki tabakanın bağlanma enerjileri arasındaki fark kadar enerjiye sahip bir foton yayınlanır. Atomdan yayınlanan bu foton karakteristik X-ışını olarak adlandırılır.

Oluşan karakteristik X-ışını her zaman atomu terk etmez, bazen bu foton atomun dış kabuklarındaki elektronlardan birisini sökerek yok olur. Bu olaya Auger olayı, sökülen

elektrona da Auger elektronu denir. Fotoelektrik olayının şekli aşağıdaki şekilde verilmektedir.



Şekil 1. Fotoelektrik olay

1.4.2. Karakteristik X Işıklarının Meydana Gelmesi

X-Işıkları gözle görülebilir ışıktan daha yüksek enerjili elektromagnetik radyasyonlardır. Bunlar atomun iç kabuklarındaki etkileşmelerden dolayı meydana gelmektedir. Eğer hedefi bombardıman eden elektron, foton veya parçacıklardan birisi en az atomdaki elektronun bağlanma enerjisi kadar kinetik enerjiye sahipse çekirdeğe yakın yörüngedeki bir elektronu atomun diğer tabakalarından birine veya dışarı atabilir. Bunun anlamı atom uyarılmış yani daha yüksek enerjili bir duruma geçmiştir. Daha dış yörüngedeki elektronlardan biri hemen alt kabuktaki bu boşluğu doldurur ve bu işlem neticesinde foton yayınlanır. Böylece atom yeniden minimum enerjili temel haline dönmüş olur. Bu yayınlanan fotonun enerjisi iki hal arasındaki enerji farkına eşittir. Karakteristik olmasının sebebi her elementin K, L, M,... tabakaları arasındaki enerji seviyelerinin farklı, yani sadece o element atomlarına has olmasıdır.

Bir atomun K kabuğunda meydana getirilen boşluk L kabuğundaki elektron tarafından doldurulmuşsa yayınlanan karakteristik x-ışınına K_{α} x-ışını, şayet geçiş M veya N kabuğunda olmuşsa yayınlanan karakteristik x-ışınına K_{β} x-ışını adı verilir.

Kabuklardaki elektronların enerji seviyeleri arasındaki küçük farklardan dolayı K_{α} x-ışınları, $K_{\alpha 1}$ ve $K_{\alpha 2}$ x-ışınları olarak iki gruba ayrılabilir.

K kabuğunda olduğu gibi L kabuğunda meydana gelen elektron boşluğunun M ve N kabuklarındaki elektronlarla doldurulması sırasında L_{α} , L_{β} , L_{γ} x-ışınları yayınlanır.

1.4.3. Kantitatif Analiz Yöntemleri

X-Işını spektrometrisinde kantitatif analiz yöntemleri sekiz kategoride sınıflandırılabilir.

1. Standart ilave ve seyreltme yöntemleri
2. İç standartlama
3. Dış standartlama (Standartlarla mukayese)
4. İnce film yöntemleri
5. Matris seyreltme yöntemleri
6. Saçılmış ışınlar ile standartlama
7. Deneysel düzeltme
8. Matematiksel düzeltme

Biz bu kantitatif analiz yöntemlerinden dış standartlama (Standartlarla mukayese) yöntemini kullandık.

1.4.3.1. Dış Standartlama (Standartlarla Mukayese)

Numunelerle aynı özelliklere sahip standartlardan ölçülmüş veri noktalarına, lineer regresyon metoduyla, en uygun bir doğru uydurulur. Matris etkileri çok önemli değilse (numune ve standart aynı bileşime ve şekle sahip olduklarında bu etkiler hemen hemen ortadan kalkar) ve standartlar numunelere çok benzer ise analit çizgi şiddetine karşı konsantrasyonun çizilmesiyle basit bir kalibrasyon eğrisi elde edilebilir. Böylece, elementel analiz basitçe numuneden analit çizgi şiddetinin ölçülüp kalibrasyon eğrisine uygulanmasıyla yapılabilir.

1.4.4. Yarı iletken Sayaçlar ve Çalışma Prensipleri

Lityum katkılı sayaç, bir silikon veya germanyum kristalinden ibarettir. Yarı iletken kristal pozitif (p-tipi) ve negatif (n-tipi) bölgeler ile bunların arasına sıkıştırılmış bir intrinsik (i-tipi) bölgeden ibarettir. Yani bu sayaçlar p-i-n tipi bir diyottur. İntrinsik bölge, dikkatli olarak ve kontrollü şartlar altında p-tipi silikon veya germanyum içerisine lityum sürüklenmesi ile meydana gelir. Fakat sayaç yüzeyinin üzerindeki ince p-tipi tabaka aktif değildir. Aktif olmayan bu tabakaya ölü tabaka adı verilir.

Sayaçın iki önemli özelliği kristalin kalınlığı ve alanıdır. Geometrik verimliliği, yani katı açısı, sayaçın alanı arttıkça artar. Elektrotlar, lityum katkılı silikon yüzeyine buharlaştırılmış yaklaşık 200 Å kalınlığında altın filmlerdir. Sayaç takriben 5 mikron kalınlığında bir berilyum pencere tarafından yüzey kirlenmesinden, çok ince numune tozlarından korunmuş ve boşluk içerisine alınması temin edilmiştir. Sayaç en iyi ayırma gücünü temin etmek ve gürültüyü azaltmak için -196 °C sıcaklıktaki sıvı azot içerisinde tutulmaktadır. Lityum oda sıcaklığında çok yüksek difüzyon hızına sahip olduğundan iyi bir ayırma gücü için Si (Li) ve Ge (Li) sayaçları daima düşük sıcaklıklarda çalıştırılmalıdır.

Sayaça 300-1000 V'luk bir ters besleme potansiyeli uygulandığında meydana gelen elektrik alanı meydana gelen bu elektron-boşluk serbest yüklerini süpürür. Elektronlar p-tipi bölgeye, boşluklar ise n-tipi bölgeye sürüklenirler.

Katıhal sayaçlarında, sayaç içi bir yükseltme olmadığından alçak gürültülü ve yüksek kazançlı ön yükselticilere ihtiyaç vardır. Sayaçın gürültü seviyesi, sayaç sıvı azot sıcaklığında tutularak azaltılmaktadır. Sayaçın yüksek kazançlı olması için FET (Alan etkili transistör) kullanılmaktadır. FET akım pulsunu büyüterek potansiyel pulsuna dönüştürmektedir. Ön yükselticiden gelen potansiyel pulsları lineer yükselticide lineer olarak büyütüldükten sonra ADC'ye (analog sayısal dönüştürücü) gönderilir. ADC'de analog işlemleri yapılan bu pulslar MCA'ya (çok kanallı analizöre) gönderilirler ve orada enerjilerine karşılık gelen kanallarda toplanarak sayılırlar. Bu sayımlar sonucu, sayaçın ayırma gücüyle ilgili olarak, aynı enerjili karakteristik x-ışını fotonları bir pik oluştururlar. Bu tür pikler bir araya geldiğinde, enerjiye karşı şiddetin çizildiği desenler, yani spektrumlar oluşur.

1.5. Atomik Spektrometri

Numunede hangi elementten ne kadar olduğunu tayin etmek için günümüzde Atomik Spektrometri, X–Işınları Floresans Spektrometri, Kütle Spektrometri, Elektrokimyasal Yöntemler ve Kromatografi gibi çok değişik enstrümental metotlar geliştirilmiştir. Özellikle Atomik Spektrometri bu yöntemler arasında önemli bir yer tutmaktadır (Dean, 2003).

Atomik spektrometri 70 kadar elementin kalitatif ve kantitatif tayininde kullanılır. Atomik metotların tipik duyarlılığı milyonda bir ile milyarda bir arasında değişir. Bu metotların diğer üstün yönleri arasında hız, kullanılabilirlik, az bulunan yüksek seçicilik ve fazla yüksek olmayan cihaz fiyatları da sayılabilir (Dean, 2003).

Atomik türlerin spektrometrik tayini, ancak tek atomların (veya bazen Fe^+ , Mg^+ , Al^+ gibi element iyonlarının) birbirlerinden iyice ayrılmış bulunduğu gaz ortamında yapılabilir. Dolayısıyla tüm atomik spektrometri işlemleri için ilk aşama atomlaştırmadır. Atomlaşma, bir numunenin gaz halindeki atomlara dönüşmesi işlemidir. Bu süreç sırasında numune, atomik bir gaz oluşturacak şekilde buharlaştırılır ve parçalanır. Metodun duyarlılık, kesinlik ve doğruluk gibi nitelikleri, büyük ölçüde atomlaştırma basamağının verimliliği ve tekrarlanabilirliğine bağlıdır. Dolayısıyla atomlaştırma atomik spektrometride en önemli aşamadır (Skoog vd., 1996).

Atomik spektrometri çalışmalarında numunelerin atomlaşması için kullanılan bazı metotlar Tablo 2’de gösterilmektedir. Ayrıca Tablo 3’te, başlıca Atomik Spektrometri bölümlerini özetlemektedir. Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılanı alev atomlaştırması olup, burada ayrıntılı olarak verilecektir. Alevle atomlaşmış numuneler, atomik absorpsiyon, emisyon ve floresans spektrumlarının elde edilmesinde kullanılır.

Tablo 2. Atomik spektrometri'nin sınıflandırılması

Atomlaştırma Metodu	Atomlaştırma Sıcaklığı, °C	Metodun Temeli	Metodun Temel Adı ve Kısaltması
Alev	1700–3150	Absorpsiyon Emisyon Floresans	Atomik absorpsiyon spektrometri, AAS Atomik emisyon spektrometri, AES Atomik floresans spektrometri, AFS
Elektrotermal	1200–3000	Absorpsiyon Floresans	Elektrotermal atomik abs. spektrometri
Endüktif eşleşmiş argon plazma	6000–8000	Emisyon Floresans	Endüktif eşleşmiş plazma spektrometri, ICP Endüktif eşleşmiş plazma floresans spektrometri
Doğru–akım argon plazma	6000–10000	Emisyon	DC plazma spektrometri, DCP
Elektrik arkı	4000–5000	Emisyon	Ark kaynaklı emisyon spektrometri
Elektrik kıvılcımı	40000	Emisyon	Kıvılcım kaynaklı emisyon spektrometri

Tablo 3. Atomik spektrometri'nin başlıca bölümleri

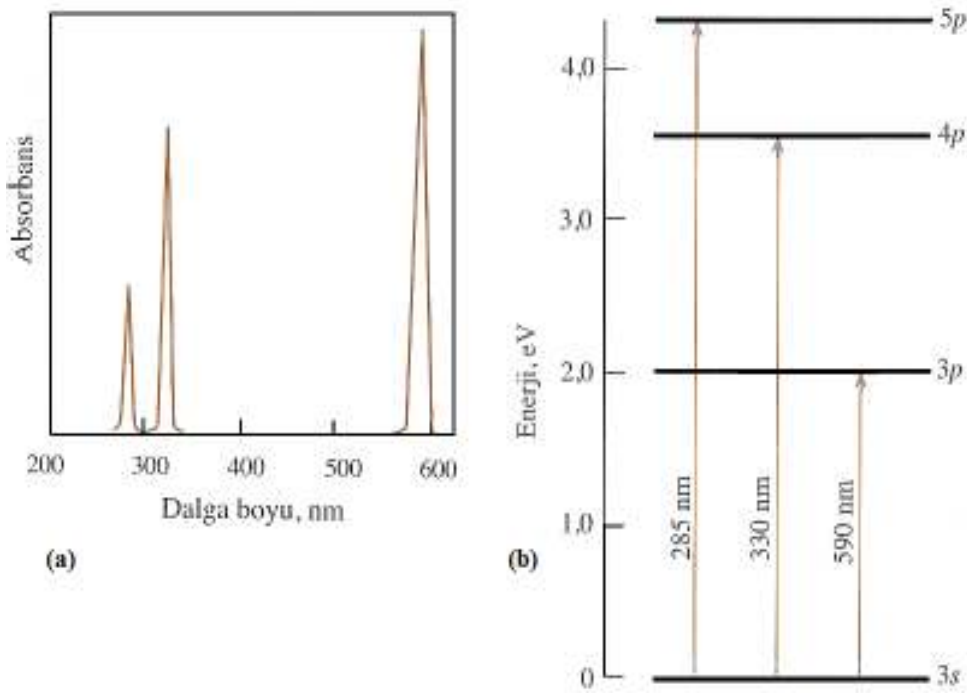
ATOMİK SPEKTROMETRİ		
ATOMİK ABSORPSİYON	ATOMİK EMİSYON	ATOMİK FLORESANS
1. Alevli AAS	1. Alevli AES	1. Alevli AFS
2. Alevsiz AAS	2. Alevsiz AES	2. Alevsiz AFS
a) Elektrotermal AAS	a) ICP–AES	a) Elektrotermal AFS
b) Soğuk Buhar AAS	b) DCP–AES	b) ICP–AFS
c) Hidrür Oluşturma AAS	c) Ark Kaynaklı–AES	b) ICP–AFS
	d) Kıvılcım Kaynaklı–AES	

1.5.1. Atomik Spektrumlar

Kimyasal bağlar olmadan titreşimsel ve dönme enerji düzeyleri ve bunlar arasındaki geçişler var olamaz. Bunun sonucu olarak atomik emisyon, absorpsiyon ve floresans spektrumları az sayıda ince pik veya çizgi içerir.

1.5.1.1. Absorpsiyon Spektrumları

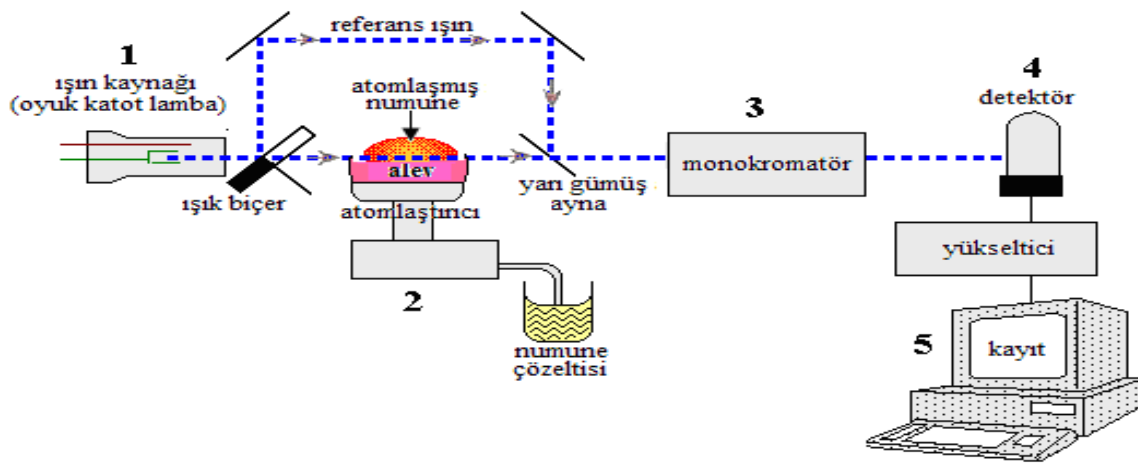
Sodyum buharı için bazı absorpsiyon pikleri Şekil 2 (a)'da verilmektedir. Bu piklerin kaynağı, Şekil 2 (b)'de bir bölümü verilen enerji düzeyleriyle görülmektedir. Buna göre 285, 330 ve 590 nm'de ışımının absorpsiyonu, sodyumun en dış orbitalinde tek elektronu 3s temel enerji düzeyinden sırasıyla 3p, 4p ve 5p orbitallerine uyarır. Birkaç mikrosaniye sonra uyarılmış atomlar fazla enerjilerini ortamdaki diğer atom veya moleküllere aktararak durulma ile temel hale dönerler. Durulma için diğer bir seçenek ise floresans ışınması şeklindedir.



Şekil 2. (a) Sodyum buharı için bazı absorpsiyon pikleri ve bu piklerin kaynağı, (b)'de bir bölümü verilen enerji düzeyleriyle görülmektedir

Sodyumun absorpsiyon ve emisyon spektrumları oldukça basit olup 40 kadar pik içerir. En dış orbitallerinde uyarılacak birkaç elektronu olan elementler için ise absorpsiyon spektrumları çok daha karmaşık olup yüzlerce, hatta binlerce çizgi içerebilir.

Temel olarak bir alevli atomik absorpsiyon spektrometresi 5 parçadan oluşur; ışın kaynağı (oyuk katot lamba), atomlaştırıcı, monokromatör, dedektör ve kaydedici. Çok sayıda üretici tarafından hem tek, hem de çift ışınlı cihazlar sunulmaktadır. Aşağıdaki Şekil 3'te Alevli Atomik Absorpsiyon spektrometrenin başlıca kısımları görülmektedir.



Şekil 3. Alevli atomik absorpsiyon spektrometre'nin başlıca kısımları

1. Işın Kaynağı: Atomik absorpsiyon cihazlarında ışın kaynağı olarak iki tür lamba kullanılır: oyuk katot lambaları ve elektrotsuz boşalım lambaları.

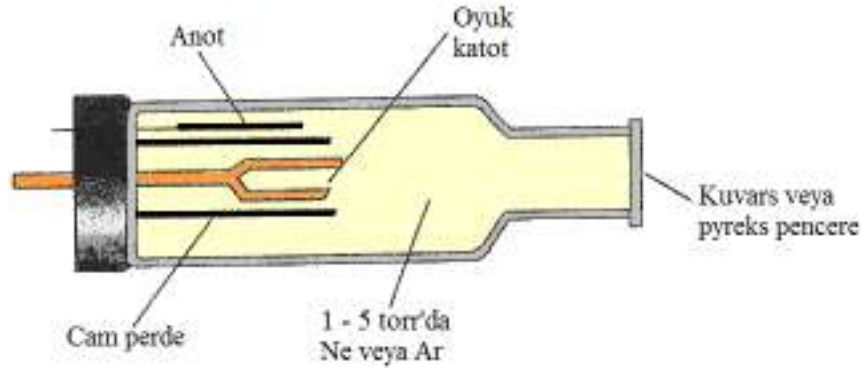
a) Oyuk Katot Lambaları: Atomik absorpsiyon spektrometride en kullanışlı ışık kaynağı olan oyuk katot lamba, şematik olarak Şekil 8'de gösterilmektedir. Bu kaynak, 1–5 torr arasında basınca sahip argon gibi inert bir gaz ortamında kapatılmış bir cam boruda tungsten bir anot ve silindir şeklinde bir katottan ibarettir. Katot, analitin metalinden yapılmıştır veya o metalin kaplamasına destek olabilecek yapıdadır.

Elektrotlar arasında uygulanan 300 V kadar bir potansiyel, argonun iyonlaşmasını ve argon iyonları ile elektronların elektrotlara yönelişinden doğan 5–10 mA'lık bir akımı oluşturur. Potansiyel yeterince büyükse, argon katyonları katoda yeterli bir enerji ile çarparak metal atomlarının bazılarını yerinden sökerek bir atom bulutu oluşturabilir. Bu işleme sıçratma adı verilir. Sıçratılan metal atomlarından bazıları uyarılmış halde olup, temel hale dönerken karakteristik dalga boyundaki emisyonu neden olurlar. Hatırlanması gerekli önemli bir nokta, emisyonun oluşturulduğu lambadaki atomların, alevdeki analit

atomlarına göre önemli ölçüde daha düşük sıcaklıkta olmasıdır. Böylece lambanın emisyon çizgileri, alevdeki absorpsiyon piklerine göre daha az genişlerler.

Lambada sıçratılan metal atomları sonunda katot yüzeyine veya lambanın iç çeperlerine dönerek buralarda toplanırlar.

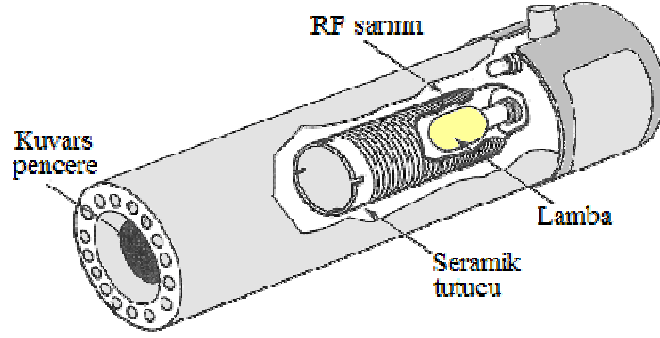
Ticari olarak yaklaşık 40 element için oyuk katot lambası bulunabilir. Bazılarının katodu, birden fazla element içerebilir. Böyle kaynaklar birkaç analitin tayini için gerekli spektrum çizgilerini aynı anda verebilir. Oyuk katot lambalarının geliştirilmesi, genellikle atomik absorpsiyon spektrometrinin doğuşunda rol oynamış en önemli olay olarak kabul edilir. Aşağıdaki Şekil 4'te oyu katot lambanın şekli verilmektedir.



Şekil 4. Oyuk katot lambanın şematik görünümü

b) Elektrotsuz Boşalım Lambaları: Elektrotsuz boşalım lambası, atomik çizgi spektrumu için yararlı bir kaynak olup, aynı element için yapılmış oyuk katot lambalarına göre 10 ila 100 kat fazla ışın şiddeti sağlayabilir. Tipik bir lamba, birkaç torr basınçlı argon gibi inert bir gaz ortamında, analiti metal veya bir tuzu şeklinde içeren kapalı bir kuvars borudur. Bu kaynak elektrot içermez, bunun yerine şiddetli bir radyo frekansı veya mikrodalga ışınım alanı ile gerekli enerji sağlanır. Bu alanda argon iyonlaşır ve iyonlar, alanın yüksek frekanslı bileşeni ile hızlandırılırlar. Böylece spektrumu istenilen metalin atomlarını uyaracak enerjiye ulaşırlar.

Ticari olarak elektrotsuz boşalım lambaları birkaç element için bulunabilir. Performansları oyuk katot lambalar kadar güvenilir değildir. Şekil 5, 27 MHz'lik radyo frekans kaynağı ile çalışan bir ticari elektrotsuz boşalım lambasının şemasıdır.

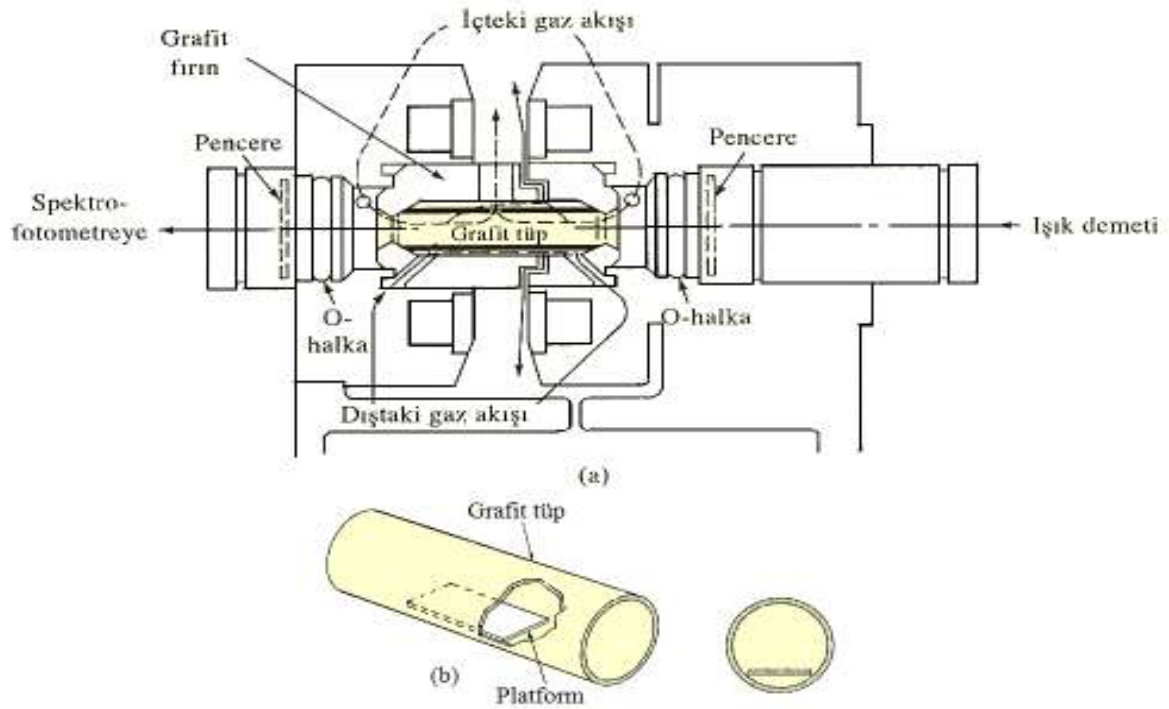


Şekil 5. Elektrotsuz boşalım lambasının kesiti

2. Atomlaştırıcı: AAS’de iki tip atomlaştırma tekniği vardır; alevli ve alevsiz. Alevsiz atomlaştırma başlıca, elektrotermal atomlaştırma, hidrür oluşturma ve soğuk buhar tekniklerini içerir.

a) Elektrotermal Atomlaştırıcılar: Alevle göre çok daha fazla duyarlılık sağlarlar. Çünkü numunenin tümü kısa bir sürede atomlaştırılır ve ışın yolunda atomların ortalama kalış süresi bir saniye veya daha uzundur. Elektrotermal atomlaştırıcılarda, elektrikle ısıtılmış bir grafit tüpü veya kap içerisinde önce düşük sıcaklıkta buharlaştırılan birkaç mikrolitre numune, sonra daha yüksek bir sıcaklıkta kül edilir. Kül etme aşamasından sonra elektrik akımının hızla birkaç yüz ampere yükseltilmesi sonucu, 2000 °C–3000 °C arasındaki bir değere ulaşan sıcaklıkla numunenin atomlaşması birkaç milisaniye ile saniye arasındaki bir süreçte gerçekleşir. Atomlaşmış analitin absorpsiyon sinyali ısıtılmış yüzeyin hemen yukarısındaki bir bölgede kaydedilir.

Şekil 6’da ticari bir elektrotermal atomlaştırıcının kesit görünümü verilmektedir. Atomlaşmanın yer aldığı silindirik şeklindeki grafit tüpün iki ucu açık olup, merkezinde numunenin bir mikropipet ile konulması için bir delik bulunmaktadır. Tüpün uzunluğu 5 cm kadar olup, iç çapı ise 1 cm’den azdır (Skoog vd., 1996).

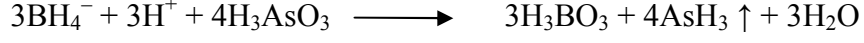


Şekil 6. (a) Bir grafit fırın kesiti (b) Grafit tüp

b) Soğuk Buhar Tekniği: Bu atomlaştırma tekniği yalnızca cıva (Hg) tayininde kullanılan bir tekniktir. Çünkü cıva, düşük sıcaklıklarda yeterli buhar basıncına sahip olan tek metalik elementtir (Lajunen, 1992). Çeşitli organik cıva bileşiklerinin zehirli olması ve çevredeki geniş dağılımları sebebiyle birçok numunede cıva tayini hayati öneme sahiptir. Bu analiz için seçilen yöntem, soğukta buharlaştırma ve sonra da atomik absorpsiyon spektrometri ile analiz etmektir. Bu yöntemde cıva, önce bir yükseltgen karışımla muamele edilerek Hg^{2+} haline dönüştürülür. Daha sonra $SnCl_2$ ile metalik hale indirgenir. Elementel cıva, oluştuğu karışımdan bir inert gaz akımıyla uzun absorpsiyon tüpü içine sürüklenir. Analiz 253.7 nm 'de absorbans ölçümü ile tamamlanır. Gözlenebilme sınırı ppb aralığındadır.

c) Hidrür Oluşturarak Atomlaştırma: Hidrür oluşum teknikleri, arsenik (As), antimon (Sb), kalay (Sn), selenyum (Se), bizmut (Bi) ve kurşun (Pb) elementlerinin gaz halinde atomlaştırıcıya verilmesi için bir yöntem oluşturur (Nakahara, 1990; Didina ve Tsalev, 1995). Bu işlem, bu elementler için gözlenebilme sınırını 10 veya 100 kat düşürür. Bu türlerin oldukça toksik olmaları sebebiyle, düşük derişim düzeylerinde tayinleri oldukça önemlidir. Bu toksiklik, atomlaştırıcıdan gazların güvenli ve etkin şekilde uzaklaştırılması gerektiğini hatırlatır (Skoog vd, 1998).

Uçucu hidrürlerin hızlı oluşumu genel olarak bir cam kapta bulunan % 1'lik sulu sodyum borhidrürün (NaBH₄) küçük bir hacmi içine numunenin asitlendirilmiş sulu çözeltisinin ilavesiyle hemen sağlanır. Tipik bir reaksiyon denklemi aşağıdaki gibidir:



Uçucu hidrür inert bir gaz ile atomlaştırma odasına sürüklenir. Bu oda silisten yapılmış bir borudur. Bu boru, yine boru şeklinde bir fırın yardımı ile birkaç yüz dereceye ısıtılır. Bu sıcaklıkta hidrür bozunur ve analitin nötral atomları oluşur ve atomların derişimi, absorpsiyon veya emisyon ölçümünden bulunur.

3. Monokromatör (Dalga Boyu Seçici): Spektroskopik analizlerin çoğunda *bant* adı verilen ve dar, sürekli dalga boyu gösteren ışınlar ihtiyacı duyulmaktadır. Dar bant genişlikleri absorpsiyon ölçümlerinin duyarlılığını artırır, absorpsiyon ve emisyon yöntemlerine seçicilik sağlar ve optik sinyal ile derişim arasında doğrusal ilişki elde etmede aranan özellikler arasındadır ($A=\epsilon bc$). Dalga boyu seçicisinden çıkan ışınların tek dalga boylu veya frekanslı olması ideal olarak beklenebilir. Ancak bu isteği hiçbir dalga boyu seçicisi yerine getiremeyip, aksine bir bant oluşturmaktadır.

Monokromatörler, spektral taramaları yapabilmek için tasarlanmış sistemlerdir. Ultraviyole, görünür ve infrared ışınları için kullanılan monokromatörler mekanik açıdan aynı tasarlanmış olup, yapılarında slitler, mercekler, pencereler ve optik ağ veya prizmalar içerirler. Ancak bu bileşenlerin yapımında kullanılan malzemeler dalga boyu aralıkları dikkate alınarak seçilir.

4. Detektör: Detektörler, ışın enerjisini elektrik sinyallerine çeviren cihazlardır. İdeal bir detektör yüksek duyarlılık göstermeli, sinyal/gürültü oranı yüksek olmalı ve geniş bir dalga boyu aralığında sabit, orantılı cevap verme özellikleri gösterebilmelidir.

5. Kaydedici: Detektörden çıkan sinyallerin belli bir düzende anlaşılabilir şekilde gösterildiği düzeneklerdir. Bu bir yazıcı, dijital bir ortam veya bir bilgisayar olabilir.

Çalışmanın amacı; Sahil karayolundan kaynaklanan, trafik kaynaklı element birikimini sahil karayolu çevresindeki karayosunu ve likenleri analiz ederek belirlemek ve bunlarda bulunan element miktarı ile kontrol bölgesindeki karayosunu ve likenlerin element miktarlarının kıyaslamasını yapabilmek ve bu elementlerin çevre ve bölge insanı üzerindeki muhtemel etkilerini tartışmaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Numunelerin Toplanması

Elementel analizi yapılacak olan karayosunu ve liken örnekleri, kirliliğin mertebesini belirlemek amacıyla şehir merkezlerinden ve kontrol bölgesi olarak belirlenen merkezlerin dışından bir bölgeden (araç yoğunluğunun daha düşük olduğu) toplandı. Çalışma alanı olarak Sarp-Samsun sahil karayolu, kontrol bölgesi olarak da Giresun ili Barçacakır köyü (350 m), Giresun ili Kümbet yaylası (1650 m) ve Artvin ili Hatila vadisi milli parkı (1350 m) belirlendi

Çalışma alanı olarak belirlenen Sarp-Samsun sahil karayolunun toplam uzunluğu 510 km olup, içerisinde 5 il ve 31 ilçe merkezi mevcuttur. Bu da ortalama 14 km'de bir yerleşim yeri anlamına gelmektedir. Bölgedeki yerleşim merkezleri çalışma bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Aşağıda Şekil 7'de çalışma alanının haritası verilmektedir.



Şekil 7. Çalışma alanının haritası

Bölgenin nüfus yoğunluğu da çalışma alanı çevresinde yoğunlaşmaktadır. Çalışma alanındaki merkezler Tablo 4'te ve Çalışma alanındaki merkezlerin nüfusları da Tablo5'te verilmektedir.

Tablo 4. Çalışma alanındaki merkezler

Artvin	Rize	Trabzon	Giresun	Ordu	Samsun
Hopa	Fındıklı	Of	Eynesil	Gülyalı	Terme
Arhavi	Ardeşen	Sürmene	Görele	Merkez	Çarşamba
	Pazar	Araklı	Tirebolu	Perşembe	Tekkeköy
	Çayeli	Arsin	Espiye	Fatsa	Merkez
	Merkez	Yomra	Keşap	Ünye	
	Derepazarı	Merkez	Merkez		
	İyidere	Akçaabat	Bulancak		
		Çarşıbaşı	Piraziz		
		Vakfikebir			
		Beşikdüzü			

Tablo 5. Çalışma alanındaki merkezlerin nüfusu

Şehir	Toplam	Şehir Merkezi
Hopa	32584	15445
Arhavi	19347	14079
Fındıklı	16740	11043
Ardeşen	58499	45392
Pazar	32215	14682
Çayeli	51816	22546
Merkez	127320	78144
Derepazarı.	10239	6172
İyidere	10074	5466
Of	78560	25478
Sürmene	42256	17063
Araklı	62139	22506
Arsin	35863	13038
Yomra.	39736	13346
Merkez	283233	214949
Akçaabat	120693	39102
Çarşıbaşı	17456	8532
Vakfikebir.	53227	33394
Beşikdüzü	47331	29766
Eynesil	21110	10667

Tablo 5'in devamı

Görece	52420	27214
Tirebolu	36947	16112
Espiye	30567	12990
Keşap	22468	9475
Merkez	112501	83636
Bulancak	59841	32182
Piraziz	17901	9416
Gülyalı	10566	5245
Merkez	150586	112525
Perşembe	37512	10804
Fatsa	120774	63721
Ünye	126124	61552
Terme	82608	25052
Çarşamba	131194	49189
Tekkeköy	50476	15071
Samsun	437189	363180

Çalışma alanındaki istasyonların her birinin şehir ve şehirler arasından, ayrıca kontrol bölgesinden karayosunu ve liken örnekleri spatula yardımıyla toplandı ve polietilen torbalara konuldu. Bu torbaların üzerine sınıflama bakımından numaralar verildi ve bu numaralarla ayrı bir dosyaya materyalin alındığı ortamın özellikleri, alanın yüksekliği, toplanma tarihi bilgileri not edildi. Çalışma alanından toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. Çalışma alanından toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları

Numune No	Karayosunu Türleri	2004 Yılı Ortalama Araç sayısı	Toplama Tarihi	İstasyonlar
1	<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske		01.07.2005	Hopa
2	<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Brush&Schimp	1844	01.07.2005	Hopa-Arhavi
3	<i>Plagiothecium succulentum</i> ((Wils.) Lindb.		01.07.2005	Hopa-Arhavi
4	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Hopa-Arhavi
5	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		01.07.2005	Hopa-Arhavi
6	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.		01.07.2005	Arhavi
7	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	3402	01.07.2005	Arhavi-Fındıklı

Tablo 6'nın devamı

8	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr		01.07.2005	Fındıklı-Ardesen
9	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.)		01.07.2005	Ardesen
10	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.		01.07.2005	Ardesen-Pazar
11	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.		01.07.2005	Pazar
12	<i>Eurhyncnium hians</i> (Hedw.) Lac.		01.07.2005	Pazar-Çayeli
13	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Pazar-Çayeli
14	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	6350	01.07.2005	Çayeli-Rize
15	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	21816	01.07.2005	Rize
16	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.		01.07.2005	Rize-Derepazarı
17	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Rize-Derepazarı
18	<i>Hypnum resupinatum</i> Tayl.		01.07.2005	Rize-Derepazarı
19	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Derepazarı-İyidere
20	<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Lindb.		01.07.2005	İyidere-Of
21	<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske		01.07.2005	Of
22	<i>Tortella fragilis</i> (Hook.&Wils.) Limpr.		01.07.2005	Of
23	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp	10015	01.07.2005	Of-Sürmene
24	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.		01.07.2005	Sürmene
25	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Sürmene-Araklı
26	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		01.07.2005	Sürmene-Araklı
27	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.		01.07.2005	Araklı
28	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.		01.07.2005	Araklı
29	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	9647	01.07.2005	Araklı-Arsin
30	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.		01.07.2005	Arsin
31	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		01.07.2005	Arsin-Yomra
32	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Arsin-Yomra
33	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Yomra-Trabzon
34	<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Brush&Schimp		01.07.2005	Yomra-Trabzon
35	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.		01.07.2005	Yomra-Trabzon
36	<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	42284	01.07.2005	Trabzon
37	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	25618	17.09.2005	Trabzon-Akçaabat
38	<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.) Brush&Schimp		17.09.2005	Akçaabat
39	<i>Bryum capillare</i> Hedw.	7547	17.09.2005	Akçaabat-Çarşıbaşı
40	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.		17.09.2005	Akçaabat-Çarşıbaşı
41	<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Lindb.		17.09.2005	Çarşıbaşı
42	<i>Hypnum resupinatum</i> Tayl.		17.09.2005	Vakfikebir

Tablo 6'nın devamı

43	<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Brush&Schimp		17.09.2005	Beşikdüzü
44	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.		17.09.2005	Beşikdüzü- Eynesil
45	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	7355	17.09.2005	Eynesil-Görele
46	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.		17.09.2005	Görele
47	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	8420	17.09.2005	Görele- Tirebolu
48	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		17.09.2005	Tirebolu
49	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		17.09.2005	Espiye-Keşap
50	<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Lindb.		17.09.2005	Keşap-Giresun
51	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp	6350	17.09.2005	Keşap-Giresun
52	<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	18514	17.09.2005	Giresun
53	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.	11155	25.09.2005	Giresun- Bulancak
54	<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.) Lindb.		25.09.2005	Giresun- Bulancak
55	<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr.		25.09.2005	Bulancak
56	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.		25.09.2005	Bulancak- Piraziz
57	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.		25.09.2005	Piraziz-Gülyalı
58	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp	6800	25.09.2005	Gülyalı-Ordu
59	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.		25.09.2005	Ordu
60	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		25.09.2005	Ordu-Perşembe
61	<i>Eurhyncnium striatulum</i> (spruce) Brush&Schimp	7183	25.09.2005	Perşembe-Fatsa
62	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.		25.09.2005	Perşembe-Fatsa
63	<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Milde		25.09.2005	Fatsa
64	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	7623	25.09.2005	Fatsa-Ünye
65	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	7949	25.09.2005	Ünye
66	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp		25.09.2005	Terme
67	<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr.	8424	25.09.2005	Terme- Çarşamba
68	<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Brush&Schimp		25.09.2005	Çarşamba
69	<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Milde	13478	25.09.2005	Çarşamba- Tekkeköy

Tablo 6'nın devamı

70	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.		25.09.2005	Çarşamba-Tekkeköy
71	<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Lindb.		25.09.2005	Tekkeköy-Samsun
72	<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	43177	25.09.2005	Samsun
73	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.		25.09.2005	Samsun
74	<i>Tortella fragilis</i> (Hook.&Wils.) Limpr.		25.09.2005	Samsun-Kavak

Çalışma alanından toplanan likenler ve istasyonları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Çalışma alanından toplanan likenlerin listesi ve istasyonları

Numune No	Numune Adı	2004 yılı Araç sayısı	Toplama Tarihi	Alındığı merkez
1	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	1844	07.11.2006	Artvin-Hopa
2	<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ehrh. ex Ach.) Hale	3402	07.11.2006	Arhavi-Fındıklı
3	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		07.11.2006	Fındıklı
4	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		07.11.2006	Fındıklı-Ardeşen
5	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H.Olivier		07.11.2006	Çayeli-Pazar
6	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.)H.Olivier	21816	07.11.2006	Rize
7	<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy		07.11.2006	Of
8	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		07.11.2006	Sürmene
9	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	9647		Araklı-Arsin
10	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	42284	07.11.2006	Trabzon
11	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H.Olivier	7547	18.11.2006	Akçaabat-Çarşıbaşı
12	<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy		18.11.2006	Vakfikebir-Beşikdüzü
13	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		18.11.2006	Beşikdüzü-Eynesil
14	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		18.11.2006	Eynesil
15	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.)H.Olivier	6251	18.11.2006	Eynesil-Görele
16	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	7355	18.11.2006	Görele-Tirebolu
17	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	8420	18.11.2006	Tirebolu-Espiye
18	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	7073	18.11.2006	Espiye-Keşap

Tablo 7'nin devamı

19	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.)H.Olivier	18514	18.11.2006	Giresun
20	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	11155	22.11.2006	Giresun -Bulancak
21	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		22.11.2006	Piraziz
22	<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy		22.11.2006	Gülyalı-Ordu
23	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H.Olivier		22.11.2006	Ordu
24	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale		22.11.2006	Ordu-Perşembe
25	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H.Olivier		22.11.2006	Perşembe-Fatsa
26	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H. Olivier	8424	22.11.2006	Çarşamba-Terme
27	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	13478	22.11.2006	Çarşamba-Tekkeköy
28	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H. Olivier	43177	22.11.2006	Samsun

Kontrol bölgesinden toplanan karayosunları ve istasyonları Tablo 8'de verilmektedir.

Tablo 8. Kontrol bölgesinden toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları

Numune No	Karayosunu Türleri	Alındığı Tarih	Yükseklik (m)	Alındığı Yerler
1	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	25.08.2006	1650	Giresun Kümbet Yaylası
2	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) B.S.G.	25.08.2006	1650	Giresun Kümbet Yaylası
3	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr	09.08.2006	1350	Artvin Hatıla Vadisi Milli Parkı
4	<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr	25.08.2006	1650	Giresun Kümbet Yaylası
5	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	09.08.2006	1350	Artvin Hatıla Vadisi Milli Parkı
6	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) B.S.G.	09.08.2006	1350	Artvin Hatıla Vadisi Milli Parkı
7	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. Toprak	01.07.2005	15	Sürmene
8	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Toprak	01.07.2005	20	Çayeli-Pazar

Kontrol bölgesinden toplanan likenlerin listesi ve istasyonları Tablo 9'da verilmektedir.

Tablo 9. Kontrol bölgesinden toplanan Likenlerin listesi ve istasyonları

Numune No	Liken Türleri	Alındığı Tarih	Yükseklik (m)	Alındığı Yerler
1	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	21.09.2006	350	Giresun Barçacakır Köyü
2	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	21.09.2006	350	Giresun Barçacakır Köyü
3	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H.Olivier	21.09.2006	350	Giresun Barçacakır Köyü
4	<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H.Olivier (Ağaç k.)	25.09.2005	40	Samsun

Karayosunu ve liken örneklerimiz Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Herbaryumunda saklanmaktadır.

2.2. Numunelerin Teşhis Edilmesi

Karayosunu ve liken örnekleri 2005 ve 2006 yılında yapılan arazi çalışmaları ile araziden toplandı. Laboratuvarda karayosunu örnekleri makroskobik ve mikroskobik çalışmalara tabi tutularak çeşitli flora eserleri yardımıyla teşhisleri gerçekleştirildi. Karayosunu örneklerinin teşhis edilmesinde, The Moss Flora of Britain and Ireland (Smith, 1980), British Mosses and Liverworts (Watson, 1981), Illustrated Moss Flora of Fennoscandia and Grasses (Nyholm, 1981), Introduction to Bryology (Schofield, 1985) gibi flora eserlerinden faydalanıldı.

Liken örnekleri toplanırken liken tallusunun morfolojik yapısının zedelenmemesine özen gösterilerek kabuksu likenlerin tayin aşamasında kullanılan karakterlerden biri olan kenar kısımlarını içerecek biçimde parçalanmadan alınmasına özen gösterildi. Aynı şekilde yapraksı likenlerinde tallus yapıları bozulmadan ve üreme organlarını içerecek biçimde toplanmasına özen gösterildi.

Liken örneklerinin tayininde liken asitleri ile renk reaksiyonu vererek tayinde kolaylık sağlayan bazı reaktifler, ışık mikroskobu, stereomikroskop, çeşitli flora kitapları (Lichens of North America (Brodo & Shrnoff, 2001), Bestimmungsschlüssel europaischer Flechten (Poelt, 1974) ve liken tayin anahtarları kullanıldı.

2.3. Numunelerin Analiz için Hazırlanması

Laboratuvarında teşhisleri gerçekleştirilen türler direk güneş ışığı almayan gölge bir yerde bir ay süreyle kurutuldu. Kurutulan numuneler yıkanmadan bütün yabancı maddelerden temizlendi ve 105 °C'lik inkübatör'de 24 saat süreyle kurutuldu. Kurutulan numuneleri steril bir şekilde Spex marka değirmende öğütülerek toz haline getirildi. Toz haline getirilen numuneler parçacık büyüklüğü etkisini ihmal etmek için 400 Mesh'lik elekte elendi 38µm çapında parçacıklar oluştu. Aşağıdaki şekilde elekler görülmektedir



Şekil 8. Elek seti

Aşağıdaki şekilde Spex marka değirmen ve press'in aparatları görülmektedir.



Şekil 9. Spex marka değirmen ve press aparatları

Böylece numuneler 10^{-4} hassasiyete sahip terazi yardımıyla 40 mg'lık numuneler tartıldı ve press yardımıyla basınç uygulanarak 13 mm çapında tabletler oluşturuldu. Aşağıdaki şekilde press görülmektedir.



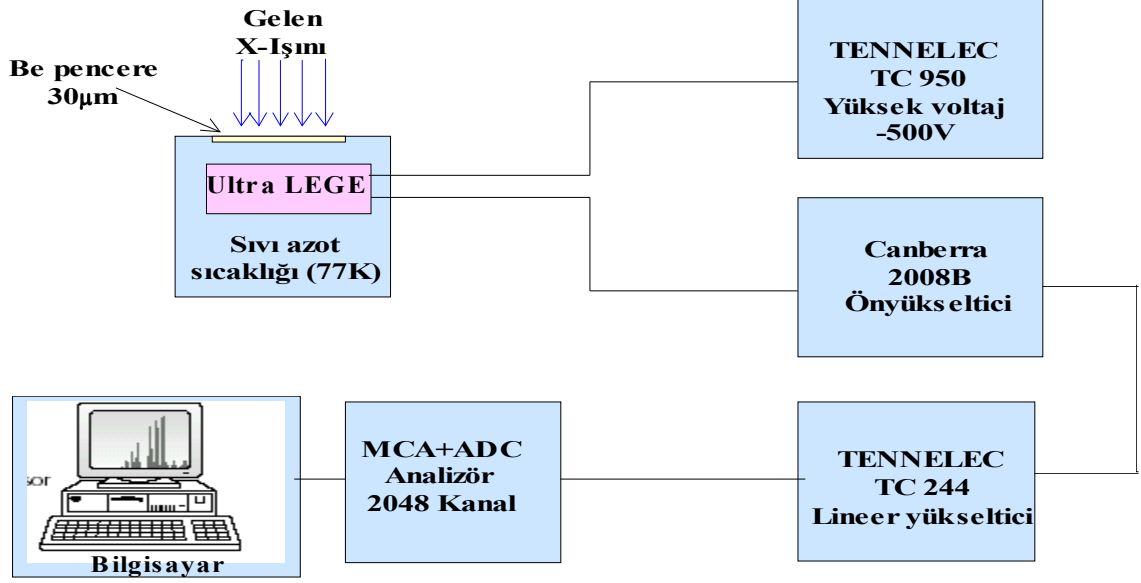
Şekil 10. Press

Oluşturulan tabletler Şekil 11 ve Şekil 12’de gösterilen EDXRF (Enerji Ayrımlı X Işını Floresans Spektrometresi)’de sayıma hazır hale getirildi. X-Işını floresans tekniği, yayınlanan karakteristik X-ışınının dalga boyu veya enerjisinin ölçülmesiyle element hakkında bilgi verir. Bu metod, önce, yayınlanmış karakteristik çizginin enerjisinin veya dalga boyunun ölçülmesiyle verilen bir elementin nitel (kalitatif) tayininin yapılmasını ve sonra bu çizginin şiddetinin ölçülmesiyle de elementel konsantrasyonun tayin edilmesini sağlar (kantitatif analiz).



Şekil 11. X-ışını ölçüm sisteminin genel görünüşü

Aşağıdaki şekilde sayma sisteminin şematik gösterimi verilmektedir



Şekil 12. Sayma sisteminin şematik gösterimi

2.4. Karayosunu Model

Karayosunlarının element tutma kapasitelerini belirlemek amacıyla ayrı bir deney düzeneği kuruldu. Hazırlanan deneyde, bu tür çalışmalarda kullanılan ve yöremizde de sıklıkla bulunan karayosunu türleri tercih edildi. Bu türler *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Eurhyncnium striatulum* (spruce) B.S.G., *Eurhyncnium striatum* (Hedw.) Schimp., *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B.S.G., *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) B.S.G.'dur. Bu numuneler 25 cm, 36 cm ve 55 cm ebatlarına sahip, 3 tane kutunun içine aynı türler aynı yerde olacak şekilde yerleştirildi. Diğer taraftan aşağıdaki bağıntılarla verilen 3 tane çözelti ayrı ayrı hazırlandı. 1. çözelti: %0,5 Pb (7,85 g Pb(CH₃COO)₂ + 1lt saf su), 2. çözelti: %0,05 Pb (100mg %0,5'lik Pb(CH₃COO)₂ çözeltisi +1lt saf su), 3. çözelti: %0,005 Pb (100 mg %0,05'lik Pb(CH₃COO)₂ +1lt saf su) çözeltileri hazırlandı. Hazırlanan 1. nolu düzeneğe her gün Atomizer yardımıyla %0,5'lik Pb çözeltisinden 100 ml., 2. nolu düzeneğe her gün Atomizer yardımıyla %0,05'lik Pb çözeltisinden 100 ml., 3. nolu düzeneğe her gün Atomizer yardımıyla %0,005'lik Pb çözeltisinden 100 ml. püskürtüldü. Bu işleme 10 gün boyunca devam edildi. Daha sonra numuneler, 105 °C'lik inkübatör'de 24 saat süreyle kurutuldu. Kurutulan numuneleri steril bir şekilde Spex marka değirmende öğütülerek toz haline getirildi. Toz haline getirilen numuneler parçacık büyüklüğü etkisini ihmal etmek için 400 Mesh'lik elekte elendi, 38µm çapında parçacıklar oluştu. Toz haline getirilen numuneler 10⁻⁴ hassasiyete sahip Sartorius

Bp 110s terazisi yardımıyla 40 mg tartıldı ve press yardımıyla basınç uygulanarak 13 mm çapında tabletler oluşturuldu. Oluşturulan tabletler EDXRF (Enerji Ayrımlı X Işını Floresans Spektrometresi)'de sayıma hazır hale getirildi.

2.5. Numunelerin Kalitatif Analizi

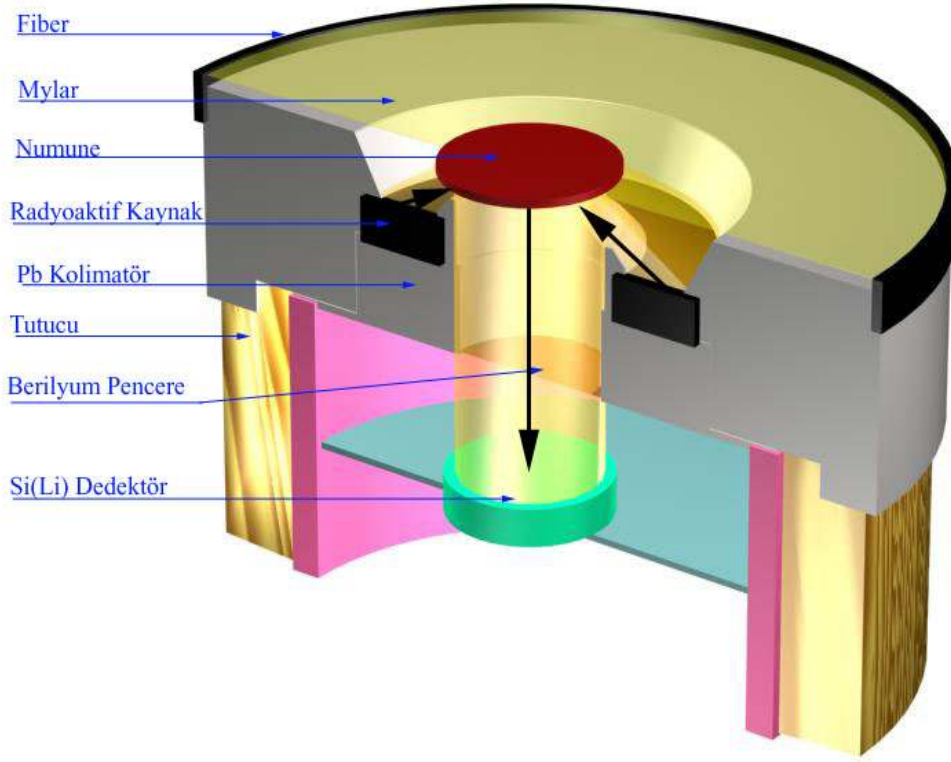
Tablet haline getirilen numuneler Şekil 13'te gösterilen deney geometrisinde 100 mCi'lik ²⁴¹Am radyoaktif halka kaynağından çıkan 59,543 keV'lik fotonlar, ⁵⁵Fe radyoaktif halka kaynağından çıkan 5,89 keV'lik fotonlar ve ⁵⁷Co radyoaktif halka kaynaklarından çıkan fotonlar ile bütün numuneler 2000 sn bombardımana tabi tutuldu ve ayrıca karayosunu ve likenlerden rasgele seçilen 4'er örnek 5000sn ve 10000 sn bombardımana tabi tutuldu ve neticede 2000 sn'deki sonuçlarla 5000 sn ve 10000sn'deki sonuçların değişmediği gözlemlendi.

Enerji ayrımlı X-Işını floresans tekniği kullanılarak yapılan element analizlerinde, matriks etkisi konsantrasyona karşılık gelen foto pik alanının lineer eğimi olarak bilinir. Matriks etkisini minimuma indirmek veya ortadan kaldırmak için aşağıdaki işlemler gerçekleştirildi.

Numune spektrumundan elde edilen Demir, Stronsiyum, Kalay, Baryum için K α net pik alanları, Compton net pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Numune spektrumlarından elde edilen Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Titanyum için K α net pik alanları Mn K α net pik alanlarına bölünerek normalize edildi. İdeal ölçülerde materyal elde edebilmek için 400 mesh'lik elekler kullanıldı ve 38 μ m çapında parçacıklar oluştu.

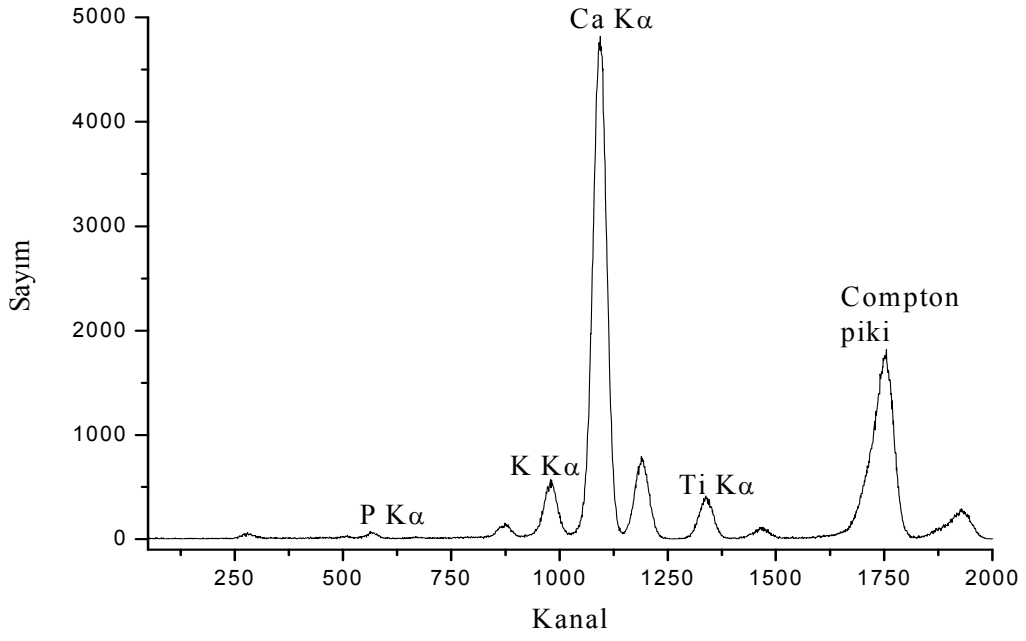
EDXRF'deki ölçümlerimizde sayma sistemimizden kaynaklanan hatalar %0,5-5 arasındadır. Numune tartımından kaynaklanan hatalar, kaynak şiddeti ve sistem geometrisinden kaynaklanan hatalar %4'tür. Bizim sonuçlarımızdaki toplam hata yaklaşık %8 civarındadır.

Enerji ayrımlı X-ışını floresans spektrometresinde ölçümleri gerçekleştirdiğimiz deney geometrisi Şekil 13'te verilmektedir

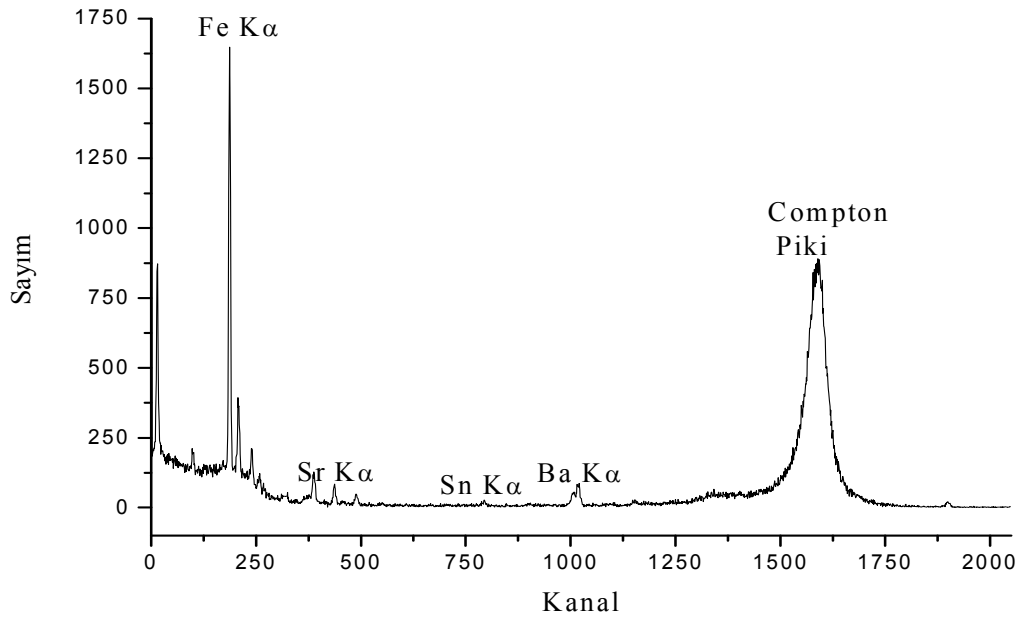


Şekil 13. Enerji ayırlı X-ışını floresans (EDXRF) spektrometresi deney geometrisi

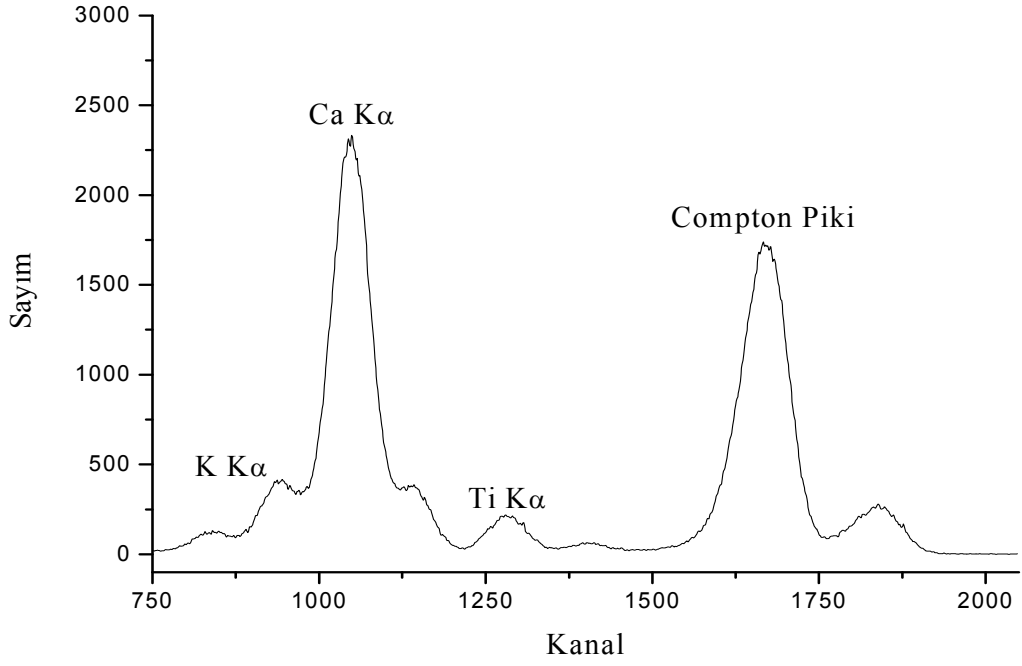
Aşağıdaki, Şekil 14, Şekil 15 ve Şekil 16, Şekil 17’de radyoaktif kaynakların numuneleri uyarmaları neticesinde elde edilen spektrumlar görülmektedir.



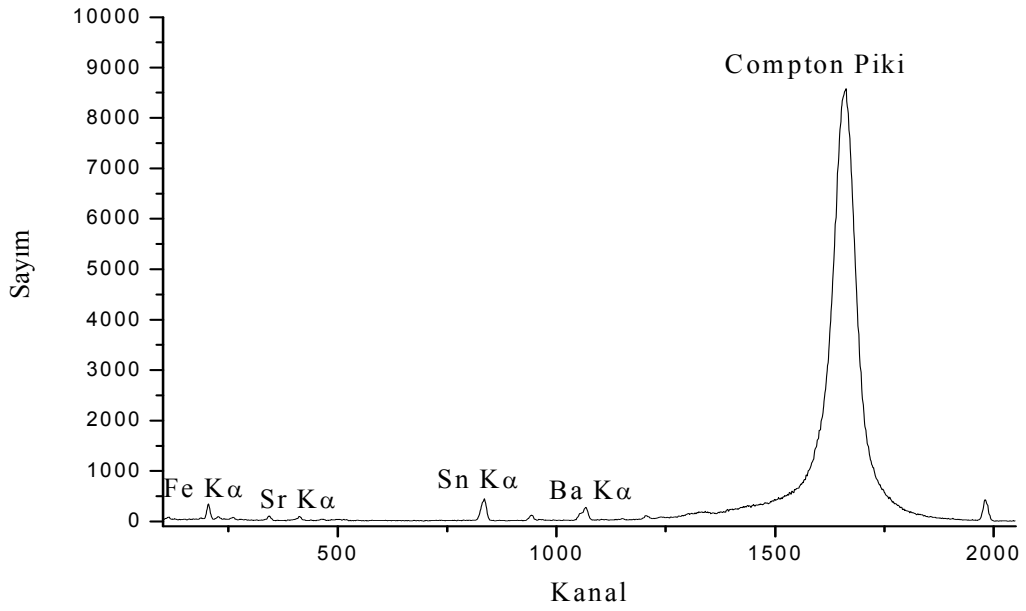
Şekil 14. ^{55}Fe Radyoaktif kaynağının uyarılmasıyla elde edilen 61 nolu karayosunu örneğinin spektrumu



Şekil 15. ^{241}Am radyoaktif kaynağının uyarılmasıyla elde edilmiş 20 nolu Karayosunu örneğinin spektrumu



Şekil 16. ^{55}Fe Radyoaktif kaynağının uyarmasıyla elde edilmiş 12 nolu Liken örneğinin spektrumu



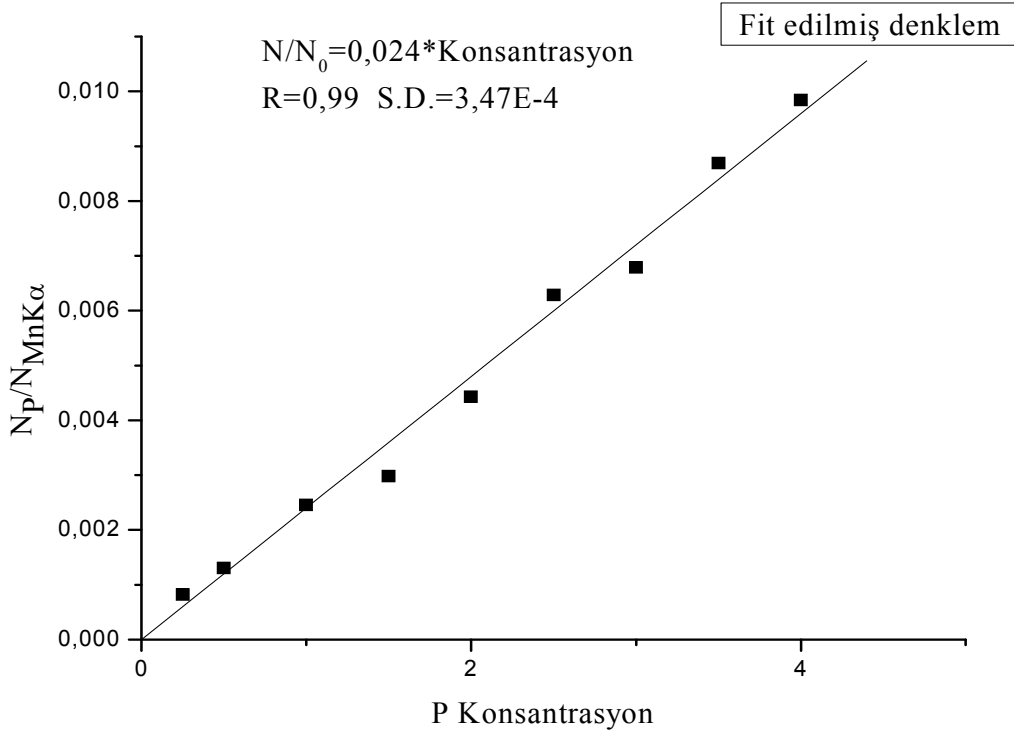
Şekil 17. ^{241}Am Radyoaktif kaynağının uyarmasıyla elde edilmiş 13 nolu Liken örneğinin spektrumu

2.6. Numunelerin Kantitatif Analizi

Kalitatif analizi yapılan karayosunu numunelerinde, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Titanyum, Demir, Stronsiyum, Baryum, Kalay elementleri belirlendi. Kantitatif analiz için standartlarla mukayese metodu uygulandı.

2.6.1. Karayosunlarındaki Fosfor Miktarının Belirlenmesi

Fosfor miktarının tayininde, %4'lük P elde edebilmek amacıyla, ilk önce 32mg %99,99'luk saf fosfor 800 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 10.'da görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ⁵⁵Fe kaynağıyla uyarılarak, 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan PK_{net} pik alanları ve MnK_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra PK_{net} pik alanları MnK_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği P yüzdeleri (ağırlık kuantasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 18'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği P değerleri hesaplandı.



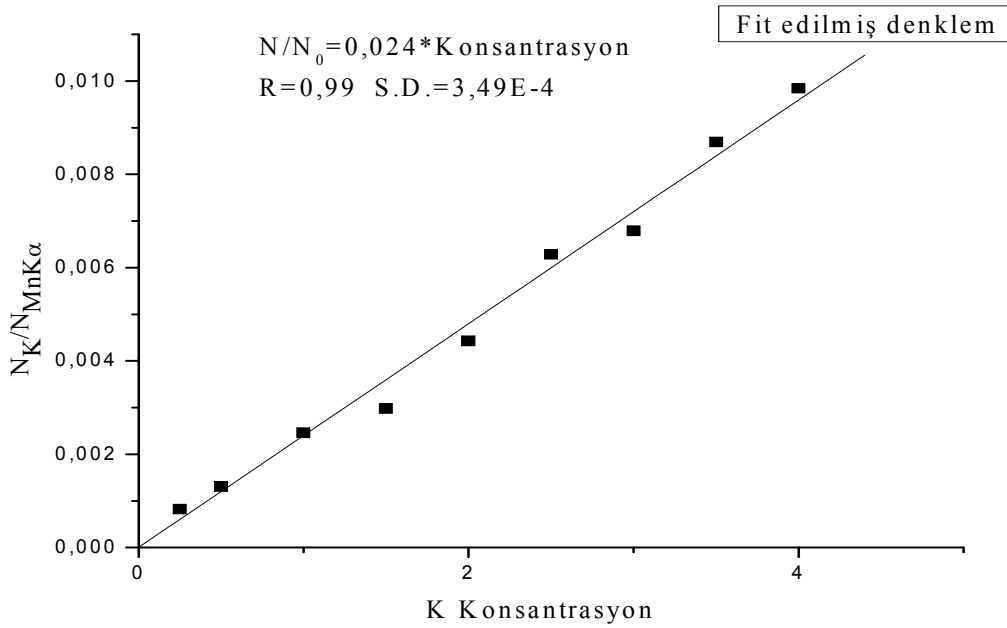
Şekil 18. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan P standardı

Tablo 10. Karayosunlarında P konsantrasyonlarının standartları

%4 P	32 mg P	800 mg Selüloz
%3,5 P	100 mg %4	100 mg %3
%3 P	200 mg %4	200 mg %2
%2,5 P	100 mg %2	100 mg %3
%2 P	400 mg %4	400 mg Selüloz
%1,5 P	100 mg %2	100 mg %1
%1 P	200 mg %2	200 mg Selüloz
%0,5 P	100 mg %1	100 mg Selüloz
%0,25 P	100 mg %0,5	100 mg Selüloz

2.6.2. Karayosunlarındaki Potasyum Miktarının Belirlenmesi

Potasyum miktarının belirlenmesinde, %1'lik K elde edebilmek amacıyla, ilk önce 20 mg KNO_3 , 800 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 11.'de görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{55}Fe kaynağıyla uyarılarak, 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan KK_{net} pik alanları ve MnK_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra KK_{net} pik alanları MnK_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği K yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil19'da görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği K değerleri hesaplandı.



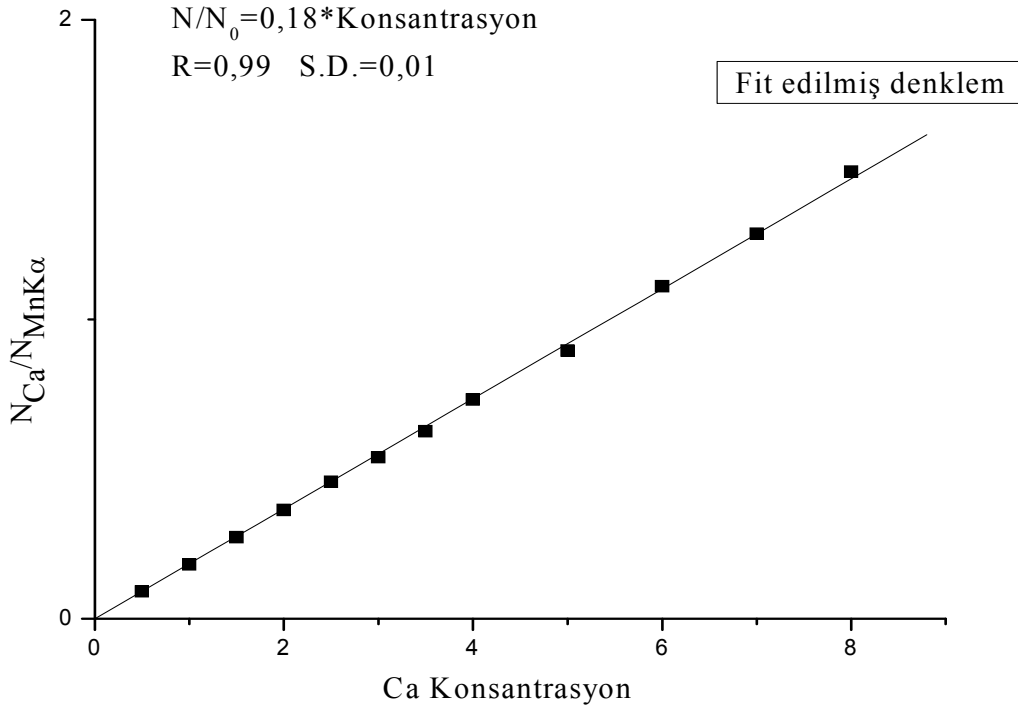
Şekil 19. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan K standardı

Tablo 11. Karayosunlarında K konsantrasyonlarının standartları

%1 K	20 mg KNO ₃	800 mg Selüloz
%0,875 K	100 mg %1 K	100 mg %0,75 K
%0,75 K	200 mg %1 K	200 mg %0,5 K
%0,625 K	100 mg %0,5 K	100 mg %0,75 K
%0,5 K	400 mg %1 K	400 mg Selüloz
%0,375 K	100 mg %0,5 K	100 mg %0,25 K
%0,25 K	200 mg %0,5 K	200 mg Selüloz
%0,125 K	100 mg %0,25	100 mg Selüloz

2.6.3. Karayosunlarındaki Kalsiyum Miktarının Belirlenmesi

Kalsiyum miktarının belirlenmesinde, %8'lik Ca elde edebilmek amacıyla, ilk önce 39,92 mg CaCO₃, 800 mg selüloza katılmış ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 12.'de görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ⁵⁵Fe kaynağıyla uyarılarak, 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan CaK_{net} pik alanları ve MnK_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra CaK_{net} pik alanları MnK_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Ca yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 20'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Ca değerleri hesaplandı.



Şekil 20. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Ca standardı

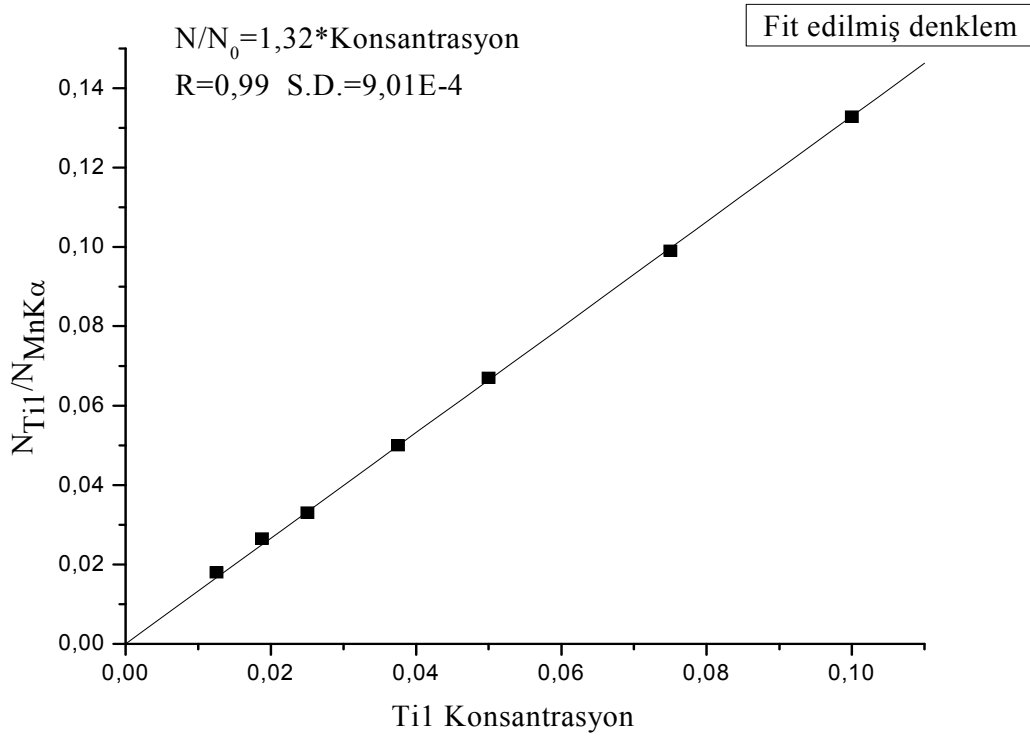
Tablo 12. Karayosunlarında Ca konsantrasyonlarının standartları

%8 Ca	79,84 mg CaCO ₃	800 mg Selüloz
%7 Ca	50 mg %8	50 mg %6
%6 Ca	200 mg %8	200 mg Selüloz
%5 Ca	50 mg %6	50 mg %4
%4 Ca	400 mg %8	400 mg Selüloz
%3,5 Ca	100 mg %4	100 mg %3
%3 Ca	200 mg %2	200 mg %4
%2,5 Ca	100 mg %3	100 mg %2
%2 Ca	200 mg %4	200 mg Selüloz
%1,5 Ca	100 mg %2	100 mg %1
%1 Ca	200 mg %2	200 mg Selüloz
%0,5 Ca	100 mg %1	100 mg Selüloz

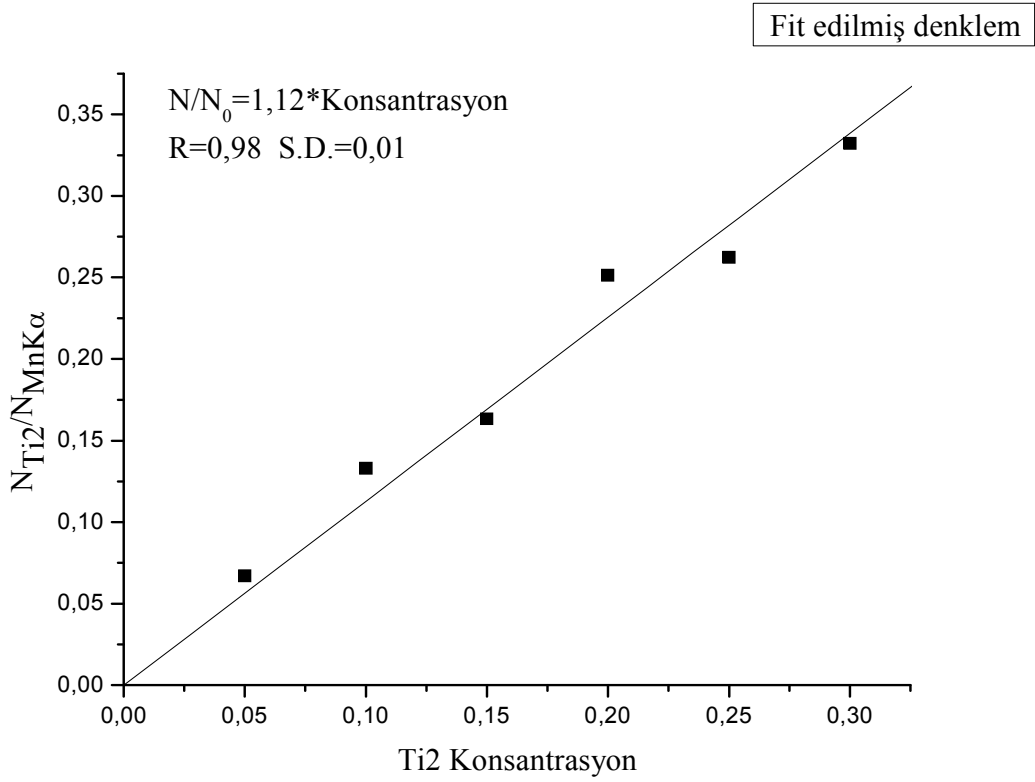
2.6.4. Karayosunlarındaki Titanyum Miktarının Belirlenmesi

Titanyum miktarının belirlenmesinde, %0,3'lük Ti elde edebilmek amacıyla, ilk önce 3 mg TiO₂, 600 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 13.'te görülen karışımlar elde edilerek

herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{55}Fe kaynağıyla uyarılarak, 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan TiK_{net} pik alanları ve MnK_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra TiK_{net} pik alanları MnK_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Ti yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 21 ve Şekil 22'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Ti değerleri hesaplandı.



Şekil 21. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 1. Ti standardı



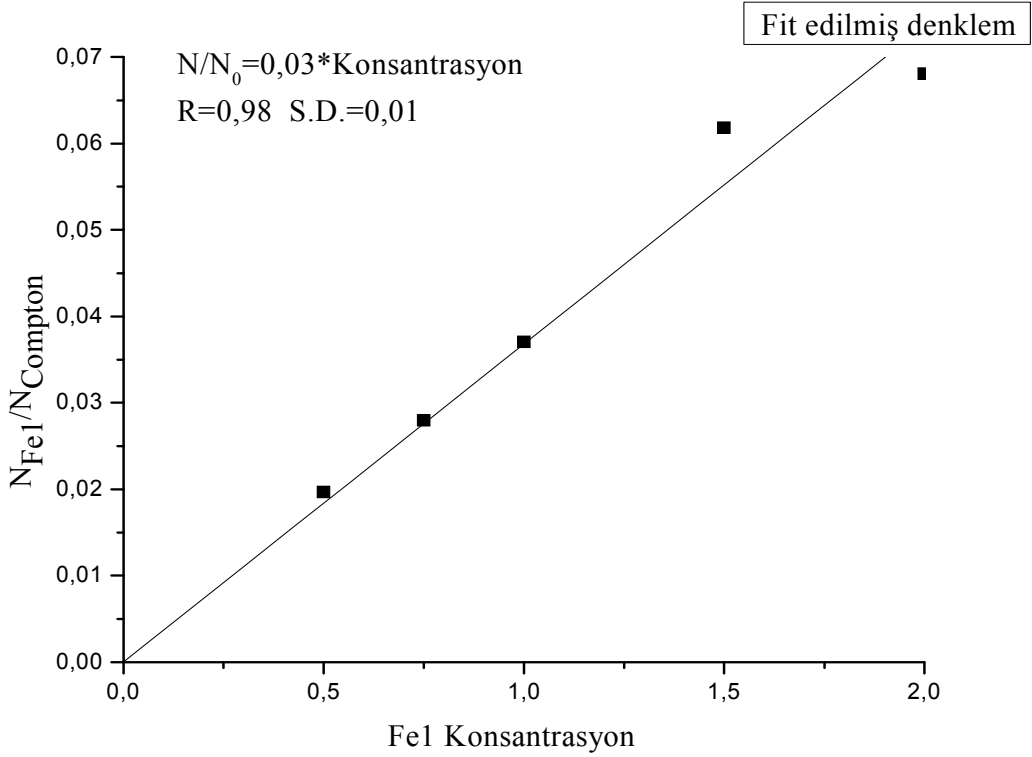
Şekil 22. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 2. Ti standardı.

Tablo 13. Karayosunlarında Ti konsantrasyonlarının standartları

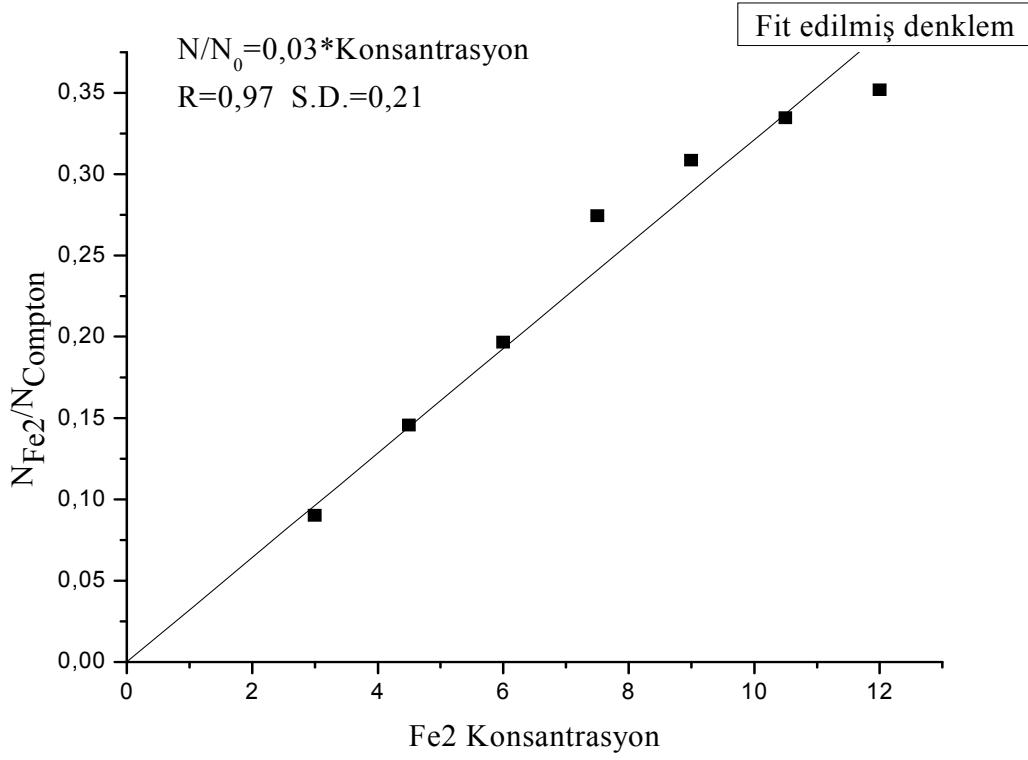
%0,3 Ti	3 mg TiO ₂	600 mg Selüloz
%0,25 Ti	100 mg %3	100 mg %2
%0,2 Ti	2 mg TiO ₂	600 mg Selüloz
%0,15 Ti	100 mg %0,3	100 mg Selüloz
%0,1 Ti	1 mg TiO ₂	600 mg Selüloz
%0,075 Ti	200 mg %0,1	200 mg %0,05
%0,05 Ti	300 mg %0,01	300 mg Selüloz
%0,0375 Ti	100 mg %0,05	100 mg %0,025
%0,025 Ti	200 mg %0,05	200 mg Selüloz
%0,01875 Ti	100 mg %0,025	100 mg %0,0125
%0,0125 Ti	100 mg %0,025	100 mg Selüloz

2.6.5. Karayosunlarındaki Demir Miktarının Belirlenmesi

Demir miktarının belirlenmesinde, %12'lik Fe elde edebilmek amacıyla, ilk önce 120 mg Fe, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 14'te görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{241}Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan FeK_{net} pik alanları ve $\text{Compton}_{\text{net}}$ pik alanları ölçüldü. Daha sonra FeK_{net} pik alanları $\text{Compton}_{\text{net}}$ pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Fe yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 23 ve Şekil 24'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Fe değerleri hesaplandı.



Şekil 23. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 1. Fe standardı



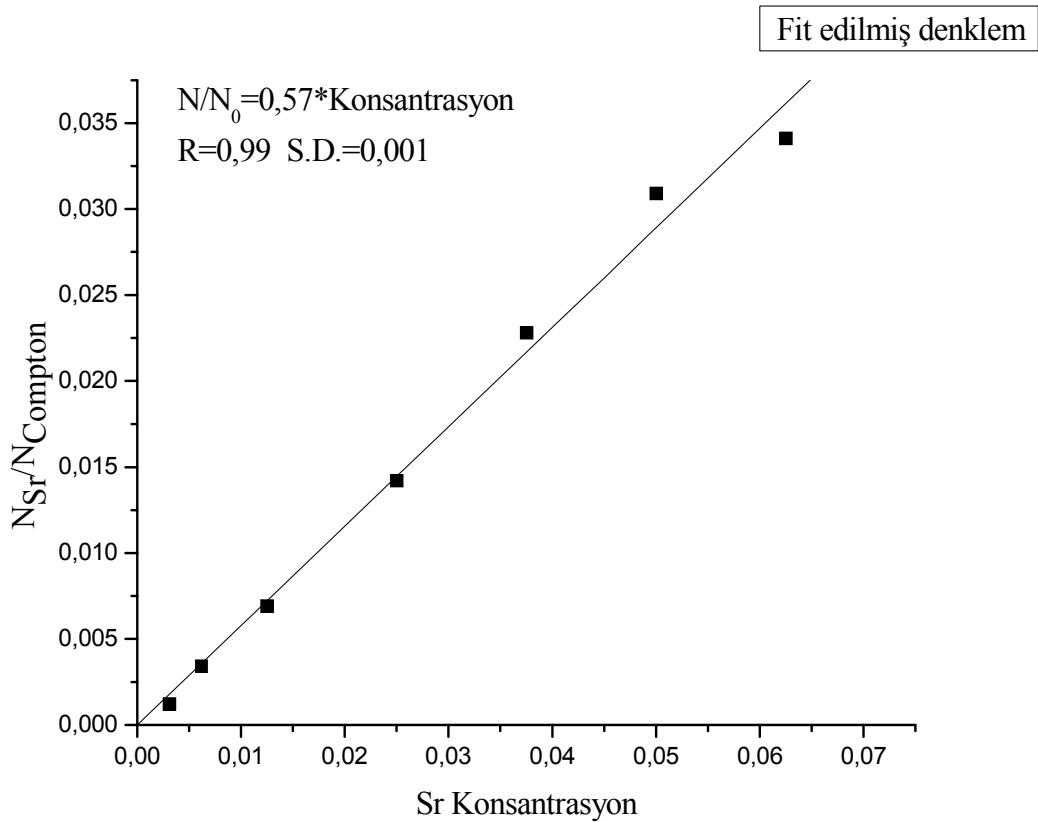
Şekil 24. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 2. Fe standardı

Tablo 14. Karayosunlarında Fe konsantrasyonlarının standartları

%12 Fe	120 mg Fe	1000 mg Selüloz
%10,5 Fe	100 mg %12	100 mg %9
%9 Fe	250 mg %12	250 mg %6
%7,5 Fe	100 mg %9	100 mg %6
%6 Fe	500 mg %12	500 mg Selüloz
%4,5 Fe	100 mg %6	100 mg %3
%3 Fe	250 mg %6	250 mg Selüloz
%2 Fe	10 mg Fe	500 mg Selüloz
%1,5 Fe	100 mg %2	100 mg %1
%1 Fe	250 mg %2	250 mg Selüloz
%0,75 Fe	100 mg %1	100 mg %0,5
%0,5 Fe	200 mg %1	200 mg Selüloz

2.6.6. Karayosunlarındaki Stronsiyum Miktarının Belirlenmesi

Stronsiyum miktarının belirlenmesinde, %0,1'lik Sr elde edebilmek amacıyla, ilk önce 1,6849 mg SrCO₃, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 15'te görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ²⁴¹Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan SrK_{net} pik alanları ve Compton_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra SrK_{net} pik alanları Compton_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Sr yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 25'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Sr değerleri hesaplandı.



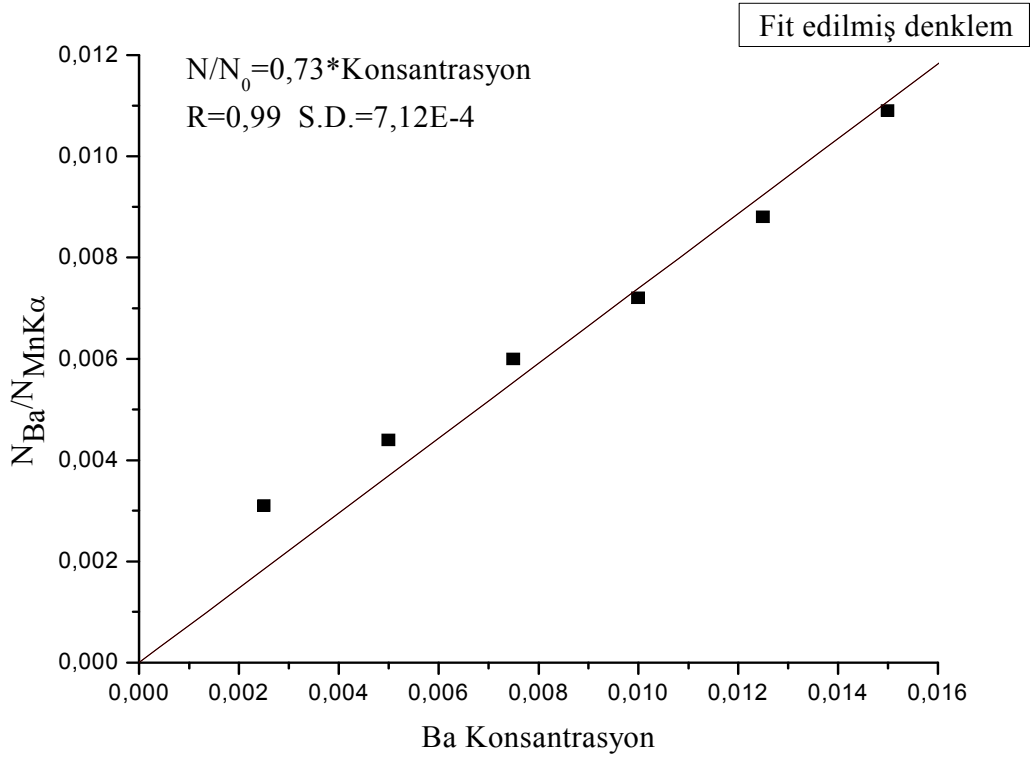
Şekil 25. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Sr standardı

Tablo 15. Karayosunlarında Sr konsantrasyonlarının standartları

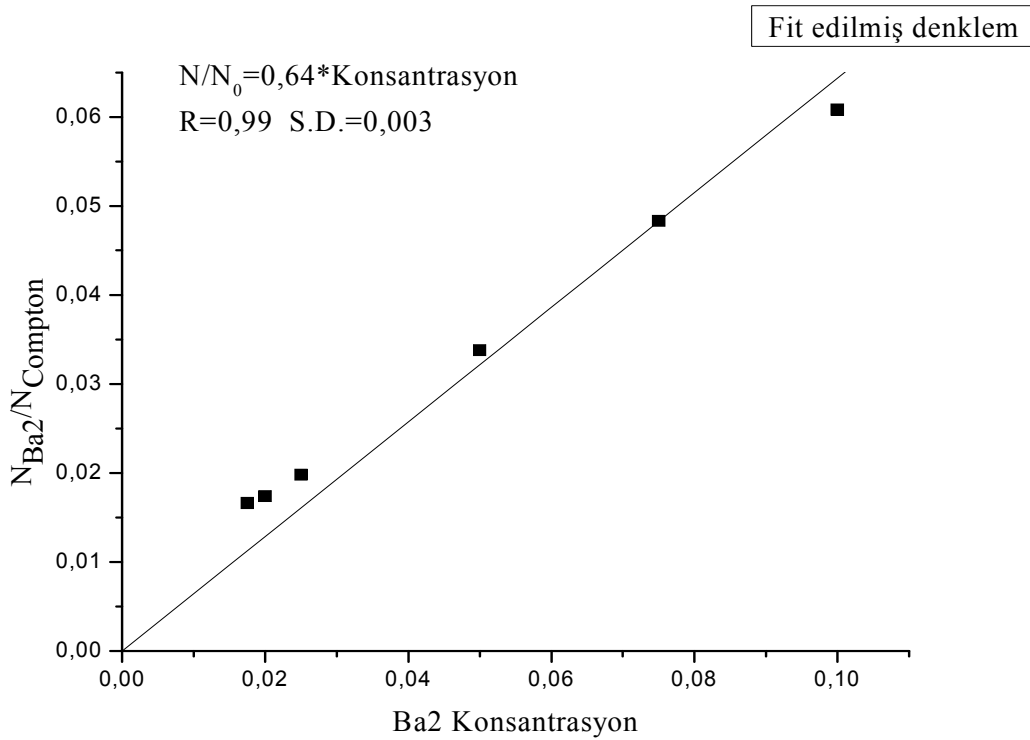
%0,1 Sr	1,6849 mg SrCO ₃	1000mg Selüloz
%0,0875 Sr	100mg %0,1	100 mg %0,075
%0,075 Sr	250 mg %0,1	250 mg %0,05
%0,0625 Sr	100 mg %0,075	100 mg %0,05
%0,05 Sr	500 mg %0,1	500 mg Selüloz
%0,0375 Sr	100 mg %0,05	100 mg %0,025
%0,025 Sr	250 mg %0,05	250 mg Selüloz
%0,0125 Sr	200 mg %0,025	200 mg Selüloz
%0,00625 Sr	200 mg %0,0125	200 mg Selüloz
%0,003125 Sr	100 mg %0,00625	100 mg Selüloz

2.6.7. Karayosunlarındaki Baryum Miktarının Belirlenmesi

Baryum miktarının belirlenmesinde, %0,1'lik Ba elde edebilmek amacıyla, ilk önce 1,553 mg Ba(NO₃)₂, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 16'da görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ²⁴¹Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan BaK_{net} pik alanları ve Compton_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra BaK_{net} pik alanları Compton_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Ba yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 26 ve Şekil 27'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Ba değerleri hesaplandı.



Şekil 26. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 1. Ba standardı



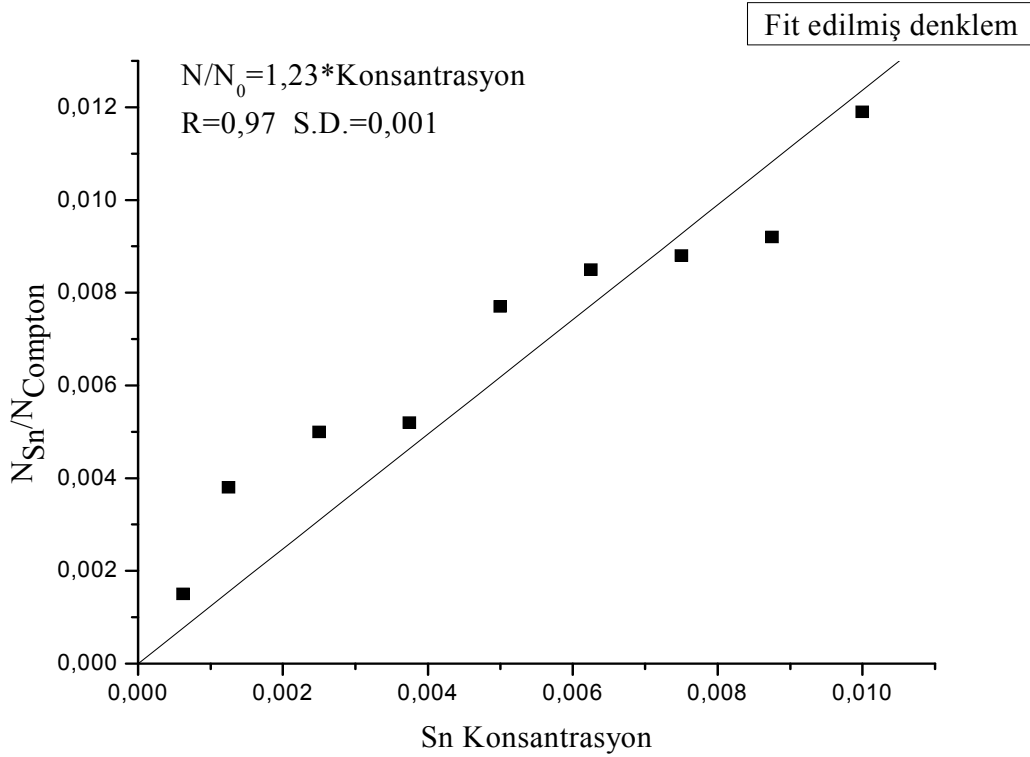
Şekil 27. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan 2. Ba standardı

Tablo 16. Karayosunlarında Ba konsantrasyonlarının standartları

%0,1 Ba	1,553 mg Ba(NO ₃) ₂	1000 mg Selüloz
%0,075 Ba	250 mg %0,1	250 mg %0,05
%0,05 Ba	500 mg %0,1	500 mg Selüloz
%0,025 Ba	250 mg %0,05	250 mg Selüloz
%0,02 Ba	0,7765 mg Ba(NO ₃) ₂	2500 mg Selüloz
%0,0175 Ba	100 mg %0,02	100 mg %0,015
%0,015 Ba	250 mg %0,02	250 mg %0,01
%0,0125 Ba	100 mg %0,015	100 mg %0,01
%0,01 Ba	1000 mg %0,02	1000 mg Selüloz
%0,0075 Ba	250 mg %0,01	250 mg %0,005
%0,005 Ba	500 mg %0,01	500 mg Selüloz
%0,0025 Ba	250 mg %0,005	250 mg Selüloz

2.6.8. Karayosunlarındaki Kalay Miktarının Belirlenmesi

Kalay miktarının belirlenmesinde, %0,01'lik Sn elde edebilmek amacıyla, ilk önce 0,5 mg Sn, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 17'de görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ²⁴¹Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan SnK_{net} pik alanları ve Compton_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra SnK_{net} pik alanları Compton_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Sn yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 28'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Sn değerleri hesaplandı.



Şekil 28. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Sn standardı

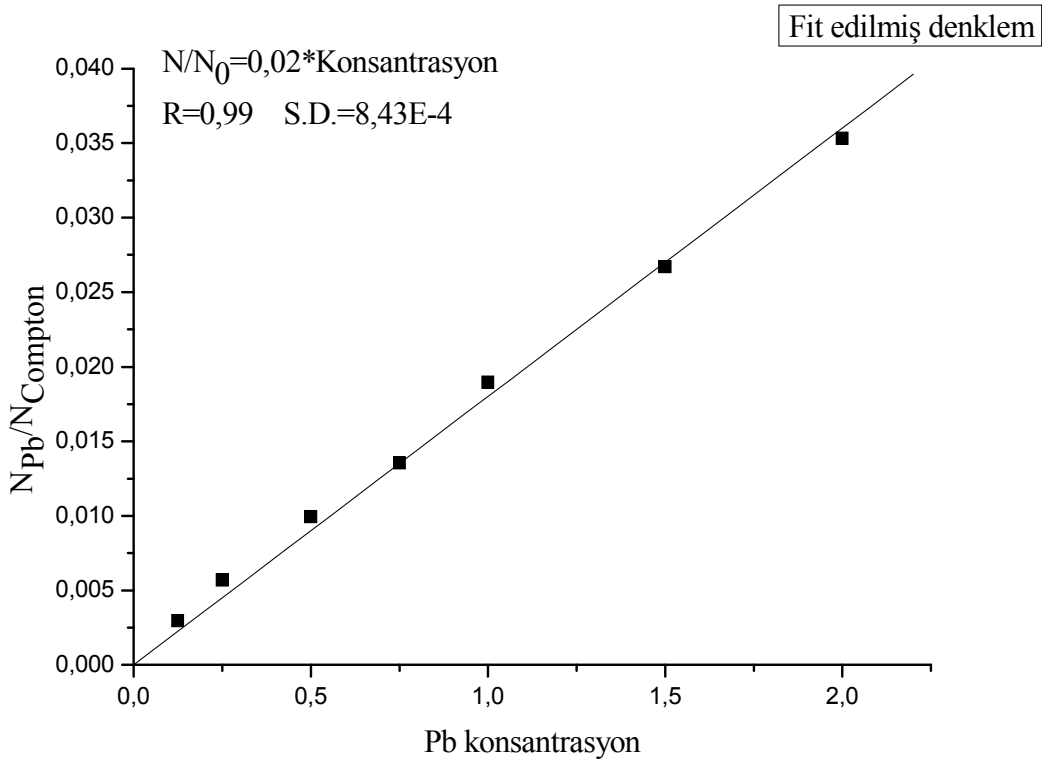
Tablo 17. Karayosunlarında Sn konsantrasyonlarının standartları

%0,01 Sn	0,5 mg Sn	5000mg Selüloz
%0,00875 Sn	100 mg %0,01	100 mg %0,0075
%0,0075 Sn	250 mg %0,01	250 mg %0,05
%0,00625 Sn	200 mg %0,0075	200 mg %0,005
%0,005 Sn	500 mg %0,01	500 mg Selüloz
%0,00375Sn	100 mg %0,005	100 mg %0,0025
%0,0025 Sn	250 mg %0,005	250 mg Selüloz
%0,00125 Sn	100 mg %0,0025	100 mg Selüloz
%0,000625 Sn	100 mg %0,00125	100 mg Selüloz

2.6.9. Karayosunlarındaki Kurşun Miktarının Belirlenmesi

Kurşun miktarının belirlenmesinde, %2'lik Pb elde edebilmek amacıyla, ilk önce 0,5 mg 20 mg $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 18'de görülen karışımlar elde edilerek her bir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{241}Am kaynağıyla uyarılarak

2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan SnK_{net} pik alanları ve $\text{Compton}_{\text{net}}$ pik alanları ölçüldü. Daha sonra PbK_{net} pik alanları $\text{Compton}_{\text{net}}$ pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Sn yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğriside Şekil 29'da görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Pb değerleri hesaplandı.



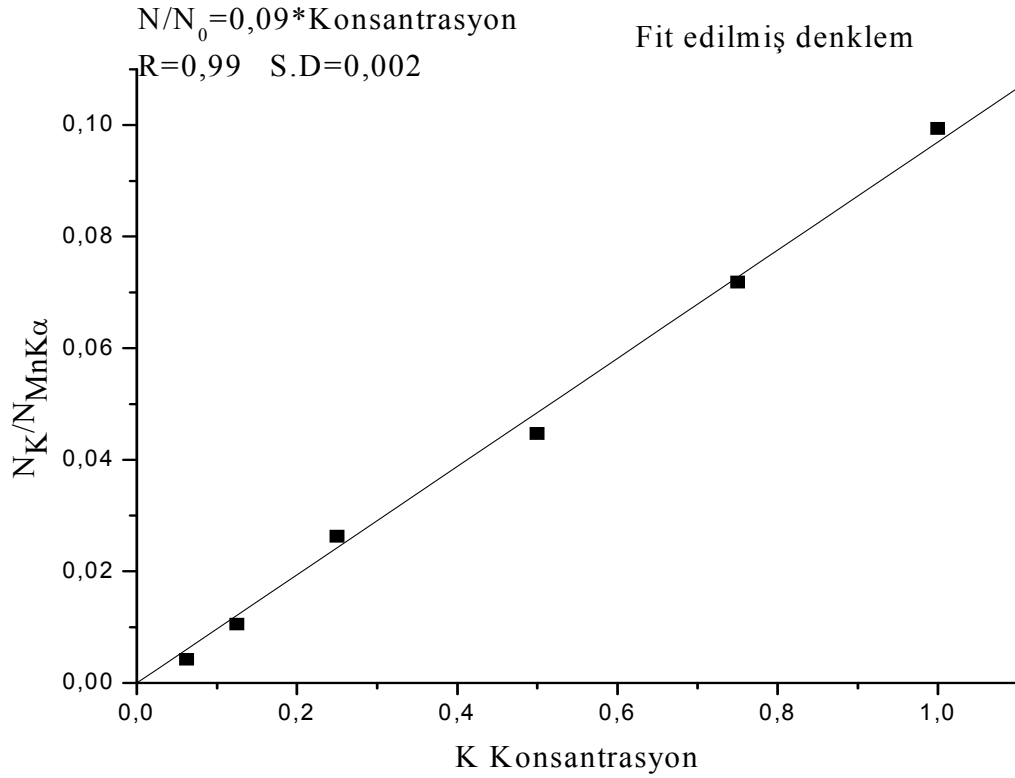
Şekil 29. Karayosunlarının EDXRF ile analizinde kullanılan Pb standardı

Tablo 18. Karayosunu Modellemesindeki Pb konsantrasyonlarının standartları

%2 Pb	20 mg $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	1000 mg Selüloz
%1,5 Pb	100 mg %2	100 mg %1
%1 Pb	500 mg %2	500 mg Selüloz
%0,75 Pb	100 mg %1	100 mg %0,5
%0,5 Pb	500 mg %1	500 mg Selüloz
%0,25 Pb	500 mg %0,5	500 mg Selüloz
%0,125 Pb	250 mg %0,25	250 mg Selüloz

2.6.10. Likenlerdeki Potasyum Miktarının Belirlenmesi

Potasyum miktarının belirlenmesinde, %2'lik K elde edebilmek amacıyla, ilk önce 40 mg KNO_3 , 800 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 19'da görülen karışımlar elde edilerek her bir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{55}Fe kaynağıyla uyarılarak, 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan KK_{net} pik alanları ve MnK_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra KK_{net} pik alanları MnK_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği K yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 30'da görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği K değerleri hesaplandı.



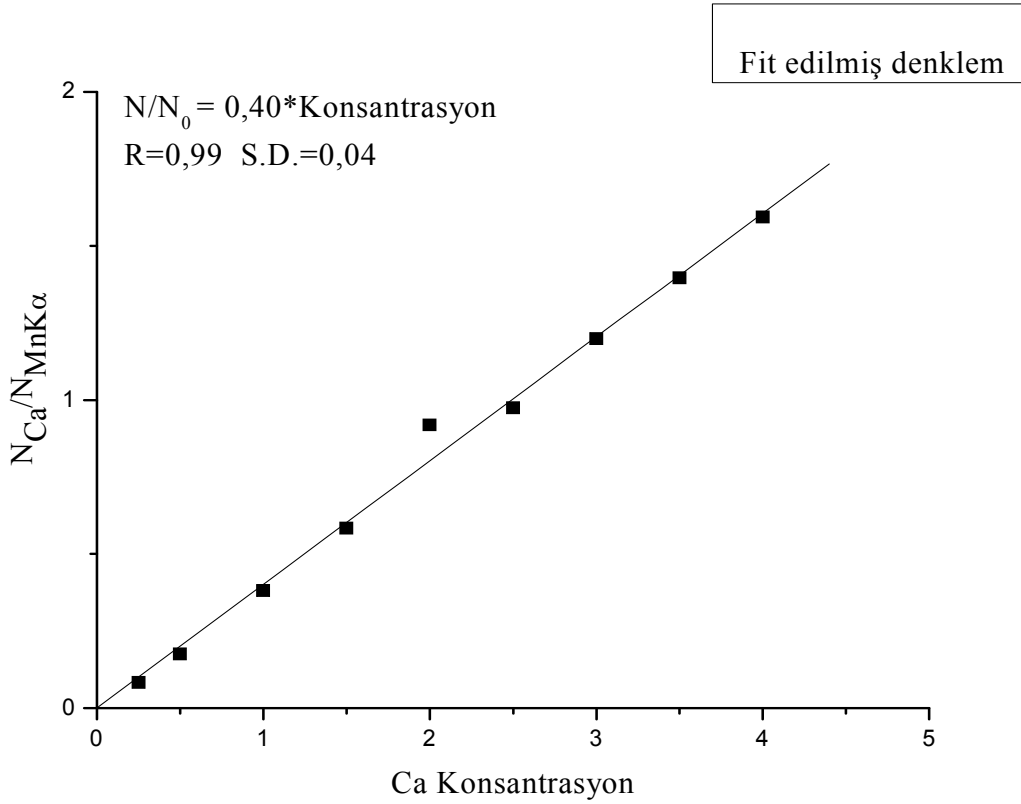
Şekil 30. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan K standardı

Tablo 19. Likenlerde K konsantrasyonlarının standartları

%2 K	40 mg KNO ₃	800 mg Selüloz
%1,75 K	100 mg %2	100 mg %1,5
%1,5 K	200 mg %2	200 mg %1
%1,25 K	100 mg %1,5	100 mg %1
%1 K	400 mg %2	400 mg Selüloz
%0,75 K	100 mg %1	100 mg %0,5
%0,5 K	200 mg %1	200 mg Selüloz
%0,25 K	200 mg %0,5	200 mg Selüloz
%0,125 K	100 mg %0,25	100 mg Selüloz
%0,0625 K	100 mg %0,125	100 mg Selüloz

2.6.11. Likenlerdeki Kalsiyum Miktarının Belirlenmesi

Kalsiyum miktarının belirlenmesinde, %4'lik Ca elde edebilmek amacıyla, ilk önce 79,86 mg CaCO₃, 800 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 20'de görülen karışımlar elde edilerek her bir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ⁵⁵Fe kaynağıyla uyarılarak, 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan CaK_{net} pik alanları ve MnK_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra CaK_{net} pik alanları MnK_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Ca yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 31'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Ca değerleri hesaplandı.



Şekil 31. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Ca standardı

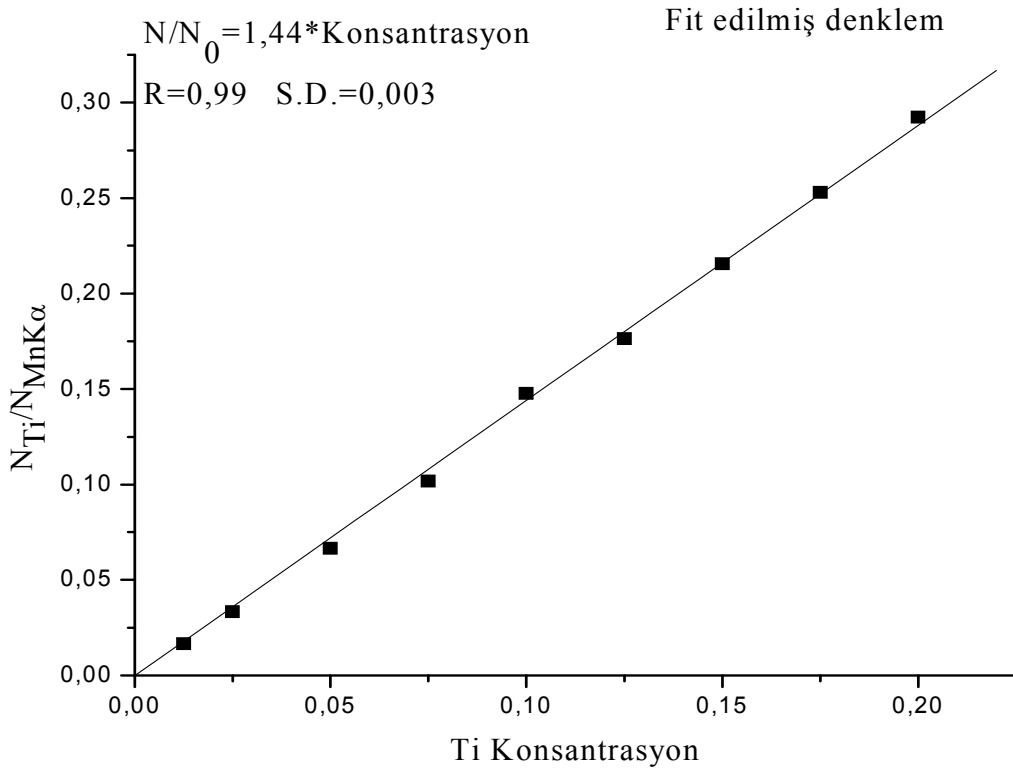
Tablo 20. Likenlerde Ca konsantrasyonlarının standartları

%4 Ca	79,86 mg CaCO ₃	800 mg Selüloz
%3,5 Ca	100 mg %4	100 mg %3
%3 Ca	200 mg %4	200 mg %2
%2,5 Ca	100 mg %3	100 mg %2
%2 Ca	400 mg %4	400 mg Selüloz
%1,5 Ca	100 mg %2	100 mg %1
%1 Ca	200 mg %2	200 mg Selüloz
%0,5 Ca	100 mg %1	100 mg Selüloz
%0,25 Ca	100 mg %0,5	100 mg Selüloz
%0,125 Ca	100 mg %0,25	100 mg Selüloz

2.6.12. Likenlerdeki Titanyum Miktarının Belirlenmesi

Titanyum miktarının belirlenmesinde, %0,2'lük Ti elde edebilmek amacıyla, ilk önce 2,66 mg TiO₂, 800 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 21'de görülen karışımlar elde edilerek

herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{55}Fe kaynağıyla uyarılarak, 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan TiK_{net} pik alanları ve MnK_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra TiK_{net} pik alanları MnK_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Ti yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 32'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Ti değerleri hesaplandı.



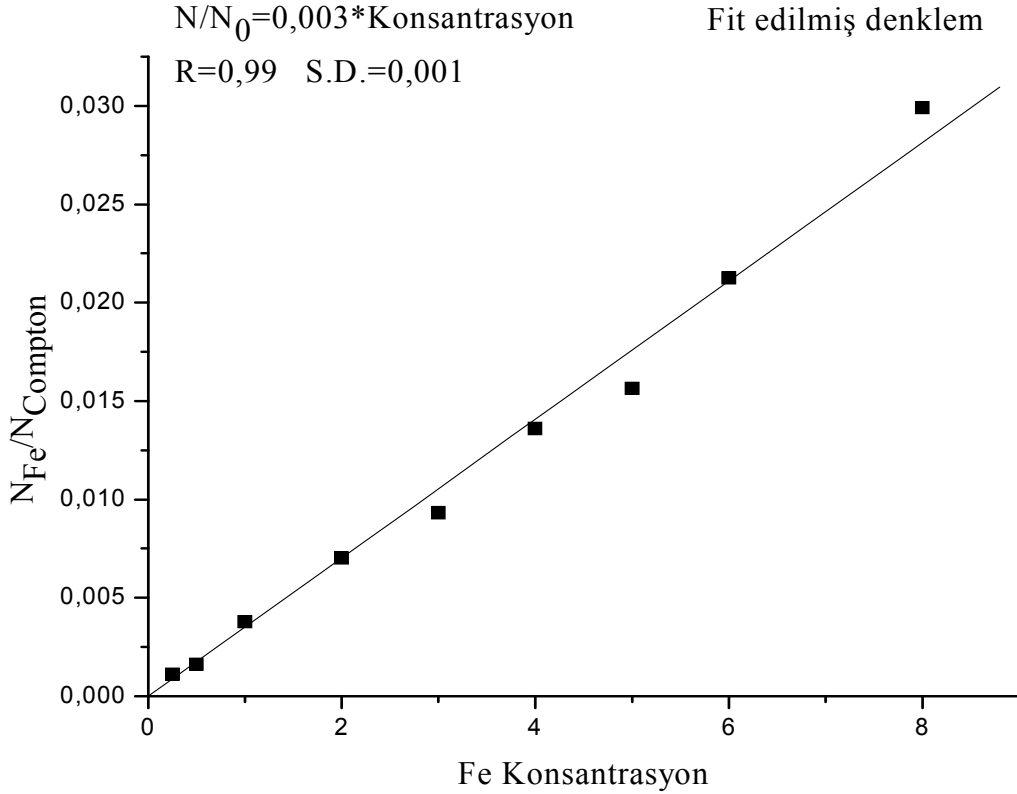
Şekil 32. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Ti standardı

Tablo 21. Likenlerde Ti konsantrasyonlarının standartları

%0,2 Ti	2,66 mg TiO_2	800 mg Selüloz
%0,175 Ti	100 mg %0,2	100 mg %0,15
%0,15 Ti	200 mg %0,2	200 mg %0,1
%0,125 Ti	100 mg %0,15	100 mg %0,1
%0,1 Ti	400 mg %0,2	400 mg Selüloz
%0,075 Ti	100 mg %0,1	100 mg %0,05
%0,05 Ti	200 mg %0,1	200 mg Selüloz
%0,025 Ti	200 mg %0,05	200 mg Selüloz
%0,0125 Ti	100 mg %0,025	100 mg selüloz
%0,00625 Ti	100 mg %0,0125	100 mg Selüloz

2.6.13. Likenlerdeki Demir Miktarının Belirlenmesi

Demir miktarının belirlenmesinde, %8'lik Fe elde edebilmek amacıyla, ilk önce 80 mg Fe, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 22'de görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{241}Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan FeK_{net} pik alanları ve $\text{Compton}_{\text{net}}$ pik alanları ölçüldü. Daha sonra FeK_{net} pik alanları $\text{Compton}_{\text{net}}$ pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Fe yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edilmiştir. Ayar eğrisinde Şekil 33'te görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Fe değerleri hesaplandı.



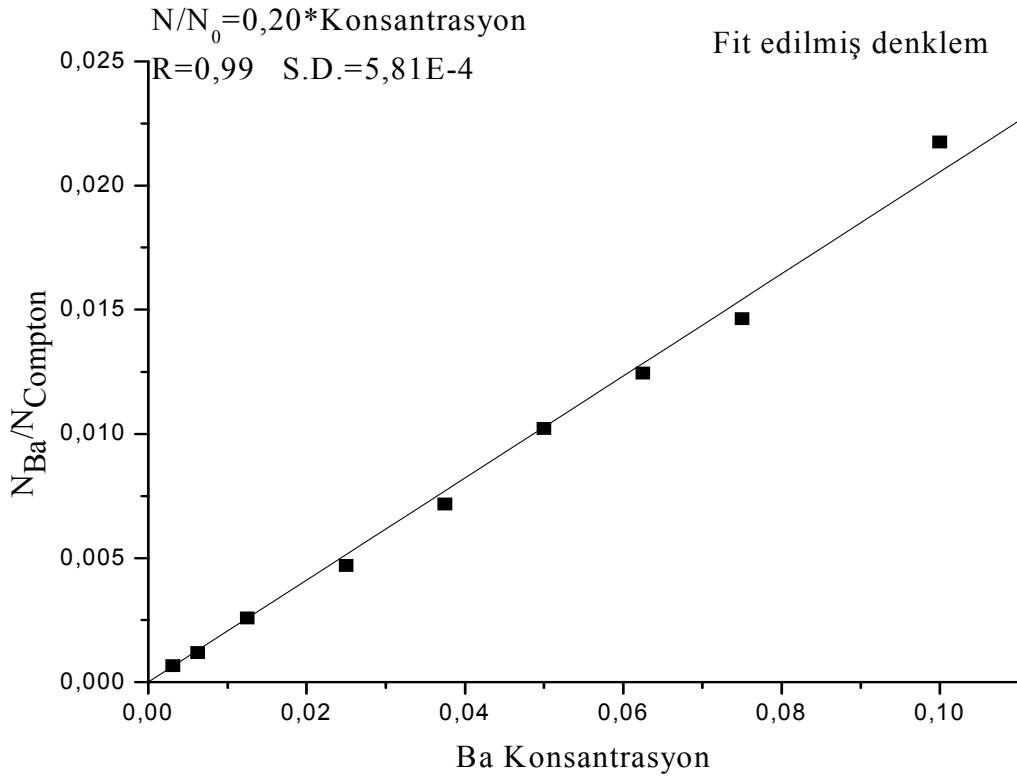
Şekil 33. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Fe standardı

Tablo 22. Likenlerde Fe konsantrasyonlarının standartları

%8 Fe	80 mg Fe	1000 mg Selüloz
%7 Fe	100 mg %8	100 mg %6
%6 Fe	250 mg %8	250 mg %4
%5 Fe	100 mg %6	100 mg %4
%4 Fe	500 mg %8	500 mg Selüloz
%3 Fe	100 mg %4	100 mg %2
%2 Fe	250 mg %4	250 mg Selüloz
%1 Fe	250 mg %2	250 mg Selüloz
%0,5 Fe	250 mg %1	250 mg Selüloz
%0,25 Fe	100 mg %0,5	100 mg selüloz

2.6.14. Likenlerdeki Baryum Miktarının Belirlenmesi

Baryum miktarının belirlenmesinde, %0,1'lik Ba elde edebilmek amacıyla, ilk önce 1,553 mg $Ba(NO_3)_2$, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 23'te görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ^{241}Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan BaK_{net} pik alanları ve $Compton_{net}$ pik alanları ölçüldü. Daha sonra BaK_{net} pik alanları $Compton_{net}$ pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Ba yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 34'te görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Ba değerleri hesaplandı.



Şekil 34. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Ba standardı

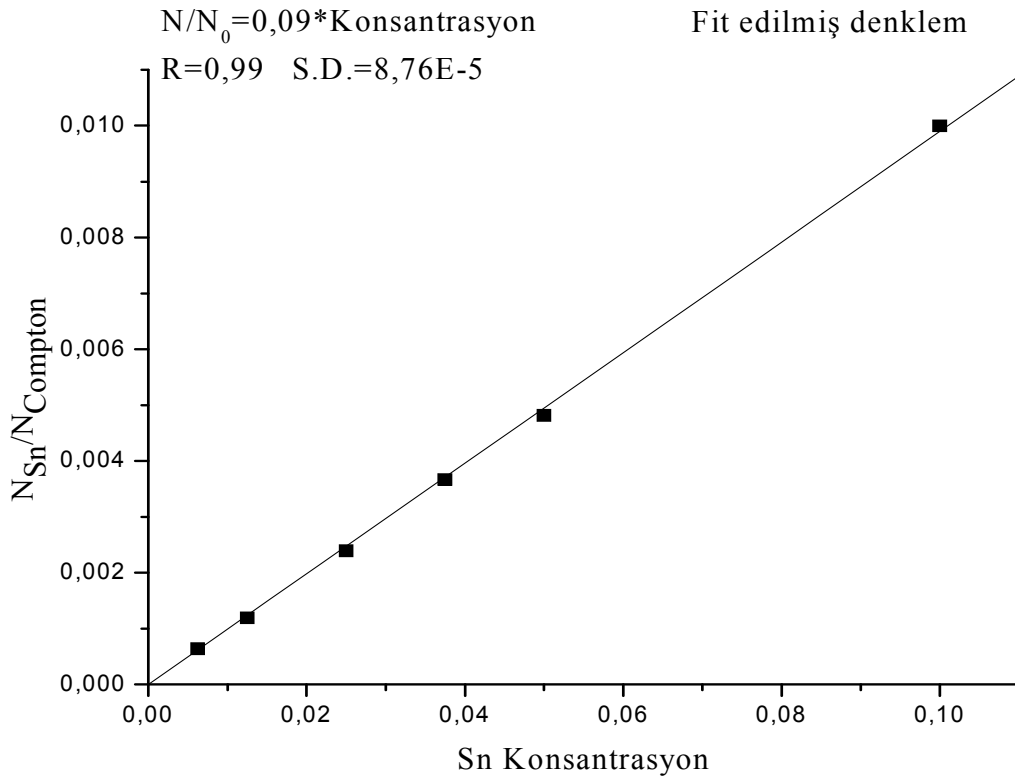
Tablo 23. Likenlerde Ba konsantrasyonlarının standartları

%0,1 Ba	1,55 mg Ba(NO ₃) ₂	1000 mg Selüloz
%0,0875 Ba	100 mg %0,1	100 mg %0,075
%0,075 Ba	250 mg %0,1	250 mg %0,05
%0,0625 Ba	100 mg %0,075	100 mg %0,05
%0,05 Ba	500 mg %0,01	500 mg Selüloz
%0,0375 Ba	100 mg %0,05	100 mg %0,025
%0,025 Ba	250 mg %0,05	250 mg Selüloz
%0,0125 Ba	250 mg %0,025	250 mg Selüloz
%0,00625 Ba	250 mg %0,0125	250 mg Selüloz
%0,003125 Ba	100mg %0,00625	100 mg selüloz

2.6.15. Likenlerdeki Kalay Miktarının Belirlenmesi

Kalay miktarının belirlenmesinde, %0,1'lik Sn elde edebilmek amacıyla, ilk önce 1 mg Sn, 1000 mg Selülozla katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 24'te görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ²⁴¹Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn

Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan SnK_{net} pik alanları ve $Compton_{net}$ pik alanları ölçüldü. Daha sonra SnK_{net} pik alanları $Compton_{net}$ pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Sn yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 35'te görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Sn değerleri hesaplandı.



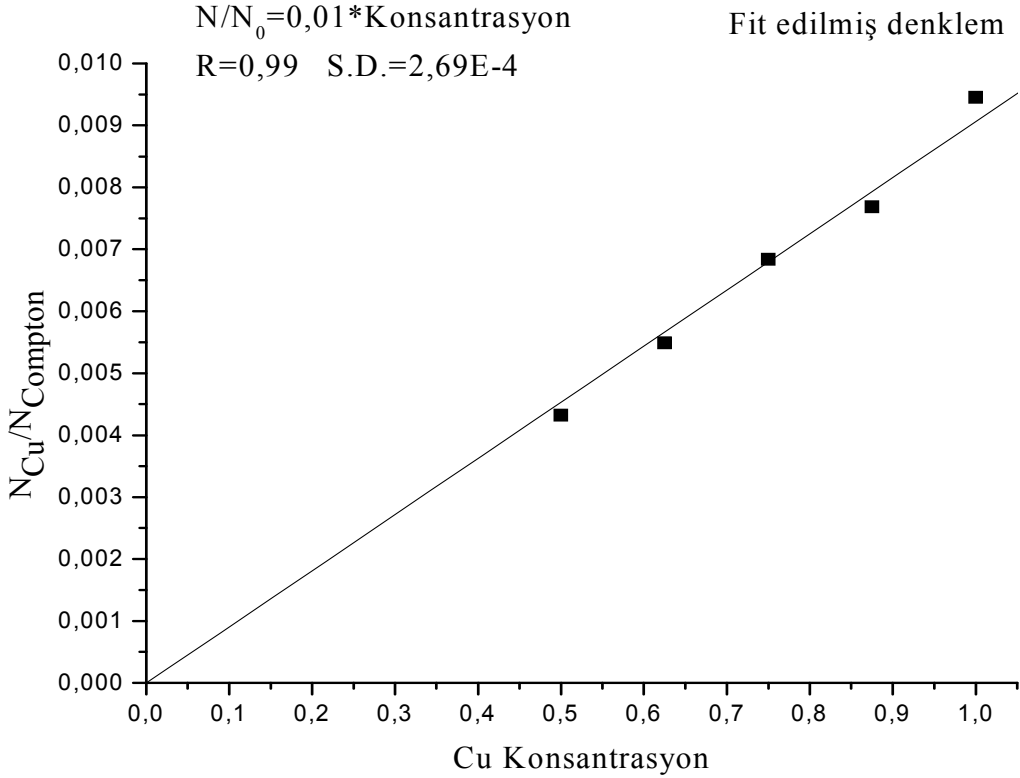
Şekil 35. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Sn standardı

Tablo 24. Likenlerde Sn konsantrasyonlarının standartları

%0,1 Sn	1 mg Sn	1000 mg Selüloz
%0,05 Sn	500 mg %0,1	500 mg Selüloz
%0,0375 Sn	100 mg %0,05	100 mg %0,025
%0,025 Sn	250 mg %0,05	250 mg Selüloz
%0,0125 Sn	250 mg %0,025	250 mg Selüloz
%0,00625 Sn	250 mg %0,0125	250 mg Selüloz
%0,003125 Sn	250 mg %0,00625	250 mg Selüloz
%0,0015625 Sn	100mg %0,003125	100 mg Selüloz

2.6.16. Likenlerdeki Bakır Miktarının Belirlenmesi

Bakır miktarının belirlenmesinde, %2'lik Cu elde edebilmek amacıyla, ilk önce 11,05 mg Cu₂O, 1000 mg selülole karıştırıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 25'te görülen karışımlar elde edilerek her bir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ²⁴¹Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan CuK_{net} pik alanları ve Compton_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra CuK_{net} pik alanları Compton_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Cu yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 36'da görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Cu değerleri hesaplandı.



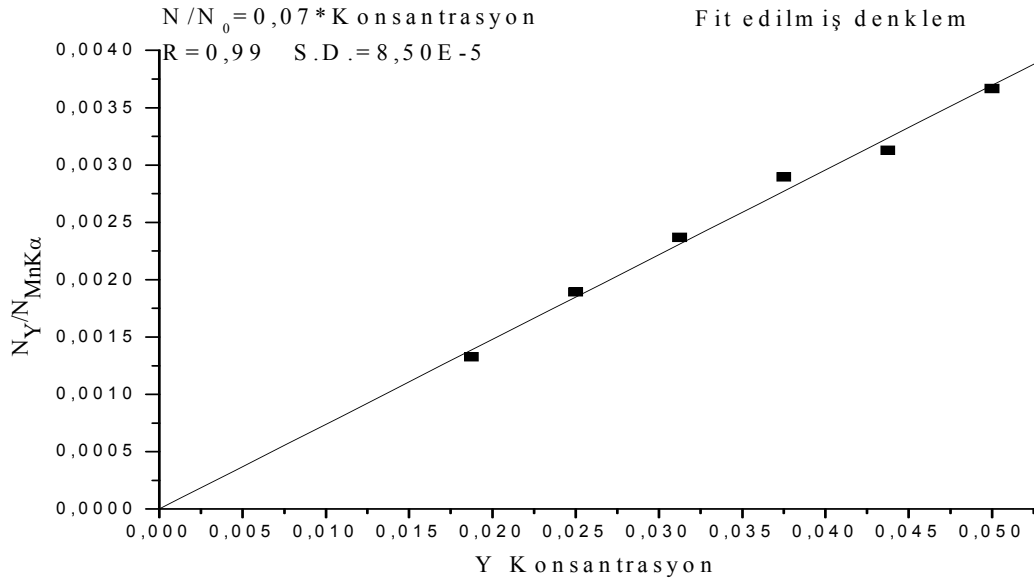
Şekil 36. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Cu standardı

Tablo 25. Likenlerde Cu konsantrasyonlarının standartları

%2 Cu	11,05 mg Cu ₂ O	500 mg Selüloz
%1 Cu	250 mg %2	250 mg Selüloz
%0,875 Cu	50 mg %1	50 mg %0,75
%0,75 Cu	100 mg %1	100 mg %0,5
%0,625 Cu	50 mg %0,75	50 mg %0,5
%0,5 Cu	250 mg %1	250 mg Selüloz
%0,375 Cu	50 mg %0,5	50 mg %0,25
%0,25 Cu	100 mg %0,5	100 mg Selüloz

2.6.17. Likenlerdeki İtiryum Miktarının Belirlenmesi

İtiryum miktarının belirlenmesinde, %0,1'lik Y elde edebilmek amacıyla, ilk önce 1 mg Y, 1000 mg selüloza katıldı ve homojenliği sağlayabilmek için de numune karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra Tablo 26'da görülen karışımlar elde edilerek herbir karışımdan 40 mg tartılıp, bu numuneler ²⁴¹Am kaynağıyla uyarılarak 2000'er sn Ultra LEGe dedektöründe sayıldı. Elde edilen spektrumlardan YK_{net} pik alanları ve Compton_{net} pik alanları ölçüldü. Daha sonra YK_{net} pik alanları Compton_{net} pik alanlarına bölünerek normalize edildi. Bu değerler kullanılarak çizilen ayar eğrilerinden numunelerin içerdiği Y yüzdeleri (ağırlık konsantrasyonları) tesbit edildi. Ayar eğrisinde Şekil 37'de görülmektedir. Ayar eğrisindeki değerler kullanılarak numunelerin içerdiği Y değerleri hesaplandı.



Şekil 37. Likenlerin EDXRF ile analizinde kullanılan Y standardı

Tablo 26. Likenlerde Y konsantrasyonlarının standartları

%0,1 Y	1 mg Y	1000 mg Selüloz
%0,05 Y	500 mg %0,1	500 mg Selüloz
%0,04375 Y	100 mg %0,05	100 mg %0,0375
%0,0375 Y	250 mg %0,05	250 mg %0,025
%0,03125 Y	100 mg %0,0375	100 mg %0,025
%0,025 Y	500 mg %0,05	500 mg Selüloz
%0,01875 Y	100 mg %0,025	100 mg 50,0125
%0,0125 Y	250 mg %0,025	250 mg Selüloz

EDXRF ile ölçümler sonucunda, sayma sisteminden kaynaklanan maksimum hata %0,5-5 arasındadır. Bununda yaklaşık olarak %4'ü numune tartımı, kaynak yoğunluğu veya sistem geometrisinden kaynaklanmaktadır.

AAS ile yapılan ölçümlerde Bağlı Standart Sapma; Fe<%4, Cu<%3, Mn<%3, Zn<%6, Co<%4, Ni<%3, Cr<%2, Pb<%7, Na<%6, K<%5, Ca<%6, Mg<%4, Cd<%3 olarak belirlendi.

3. BULGULAR

Bu çalışmada sarp-samsun sahil karayolu boyunca 5 il, 31 ilçe merkez ve merkezleri arasından toplanan 74 karayosunu ve 28 liken numunesine ait element konsantrasyonları EDXRF (Enerji Ayırımı X-Işınları Floresans Spektrometresi) ve AAS (Atomik Absorpsiyon Spektrometresi) kullanılarak belirlendi. Ayrıca kontrol bölgesinden toplanan karayosunu ve liken numunelerinin de konsantrasyonları aynı analiz yöntemleri ile belirlendi.

Buna göre, toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları Tablo 6'da verilmektedir. Bu 74 karayosunu 21 farklı türden oluşmaktadır.

EDXRF ile analizleri yapılan karayosunlarındaki element konsantrasyonları Tablo 27'de verilmektedir.

Tablo 27. Karayosunlarının EDXRF ile analizleri sonucu elde edilen element konsantrasyonları (mg/g)

Numune No	P	K	Ca	Ti	Fe	Sr	Sn	Ba
1	D.L.A.	08.31	20.96	06.90	33.50	0.17	0.03	0.21
2	12.97	05.85	22.79	05.04	26.00	0.11	0.03	0.17
3	15.06	08.79	23.40	07.09	28.00	0.14	0.03	0.38
4	19.09	05.74	47.64	07.57	38.90	0.29	D.L.A.	0.42
5	D.L.A.	D.L.A.	15.36	01.51	34.30	0.26	D.L.A.	0.41
6	44.68	08.94	87.51	09.79	35.30	0.29	0.03	0.41
7	38.07	07.81	66.02	12.30	47.60	0.39	0.02	0.64
8	D.L.A.	09.13	02.66	06.06	29.70	0.13	D.L.A.	0.43
9	D.L.A.	08.84	23.99	06.16	43.20	0.35	0.04	0.49
10	D.L.A.	09.97	72.23	17.40	55.30	0.32	D.L.A.	0.56
11	14.07	09.85	25.14	21.80	104.00	0.24	0.03	0.52
12	D.L.A.	07.65	58.96	06.97	24.50	0.19	0.02	0.38
13	16.17	06.74	25.58	03.89	13.10	0.11	0.04	0.11
14	D.L.A.	12.40	55.88	13.00	41.80	0.11	0.03	0.42
15	D.L.A.	09.57	68.83	11.30	42.50	0.34	D.L.A.	0.56
16	13.21	07.50	27.30	06.07	26.50	0.12	0.03	0.21
17	44.67	11.30	89.85	13.10	44.20	0.35	0.03	0.51
18	18.14	07.67	29.64	02.69	10.10	0.11	0.03	0.10
19	56.57	09.49	83.16	10.50	34.60	0.27	0.03	0.39
20	10.55	03.52	17.22	02.42	07.79	0.02	0.02	0.08
21	46.5	10.70	81.96	12.40	39.20	0.32	D.L.A.	0.43
22	52.66	11.20	86.91	15.00	42.20	0.40	0.02	0.58

Tablo 27'nin devamı

23	33.92	09.39	51.13	09.76	37.10	0.19	0.04	0.52
24	13.20	06.71	26.03	10.20	45.10	0.20	0.03	0.22
25	28.57	12.30	52.69	11.90	36.60	0.24	0.04	0.91
26	25.5	12.10	50.82	12.20	38.40	0.24	0.03	0.77
27	12.91	09.05	19.89	06.58	25.20	0.12	0.03	0.40
28	22.21	09.43	42.04	15.60	72.40	0.28	0.07	0.52
29	30.49	06.42	48.14	08.09	41.60	0.14	0.04	0.24
30	14.69	06.09	26.25	13.70	49.00	0.11	0.03	0.46
31	15.16	08.69	26.64	12.30	59.90	0.21	0.03	0.28
32	53.01	11.40	84.52	13.90	41.50	0.32	0.02	0.50
33	18.23	09.19	37.86	12.50	72.80	0.22	0.04	0.47
34	28.57	08.17	53.25	10.60	35.10	0.19	0.04	0.46
35	21.33	09.81	36.16	11.40	65.00	0.18	0.04	0.40
36	16.22	07.70	25.44	06.04	23.20	0.10	0.04	0.25
37	12.26	04.70	19.00	01.83	06.15	0.07	0.03	0.09
38	18.98	07.46	29.52	04.62	24.90	0.13	0.03	0.08
39	17.95	03.51	24.96	02.75	08.34	0.05	0.03	0.11
40	03.75	04.53	20.23	06.72	15.60	0.08	0.02	0.16
41	08.15	03.45	14.57	02.39	07.66	0.03	0.03	0.05
42	27.11	06.85	54.20	12.10	28.90	0.17	D.L.A.	0.35
43	17.04	07.50	32.54	12.80	46.60	0.15	0.02	0.47
44	15.43	06.54	28.42	05.08	25.90	0.11	0.03	0.16
45	15.79	07.56	27.21	06.34	45.80	0.17	0.02	0.52
46	15.54	05.05	30.65	14.10	47.10	0.16	0.03	0.38
47	15.73	04.26	33.25	09.33	37.00	0.13	0.03	0.31
48	25.8	04.93	44.05	09.29	35.90	0.11	0.03	0.23
49	30.01	06.12	48.72	10.70	29.00	0.21	0.02	0.42
50	17.01	04.93	32.75	11.30	44.40	0.14	0.03	0.28
51	17.49	04.96	31.72	10.90	38.40	0.11	0.04	0.36
52	12.39	05.27	22.29	10.30	47.90	0.17	0.02	0.53
53	14.42	06.41	34.84	13.40	35.80	0.11	0.04	0.27
54	17.57	05.29	30.12	11.70	47.50	0.14	0.02	0.33
55	15.49	05.89	30.20	13.80	47.50	0.14	0.03	0.31
56	14.90	05.78	27.94	17.80	53.80	0.19	0.04	0.49
57	13.64	07.09	22.44	13.10	42.00	0.12	0.01	0.32
58	08.92	08.76	29.16	15.90	49.70	0.15	0.03	0.63
59	16.26	07.27	32.81	13.20	51.60	0.16	0.03	0.57
60	17.21	07.92	31.89	15.10	52.60	0.19	0.02	0.54
61	09.82	08.98	25.35	07.59	23.20	0.10	0.03	0.29
62	17.14	05.24	31.54	10.92	39.50	1.60	0.03	0.35
63	19.95	06.70	36.72	17.80	50.30	0.28	0.04	0.66
64	16.71	05.32	31.60	11.00	40.20	0.14	0.04	0.33
65	20.46	04.54	33.65	11.00	40.80	0.14	0.04	0.31
66	17.31	05.82	29.67	16.00	49.80	0.18	0.03	0.54
67	13.47	05.66	20.88	12.50	42.80	0.12	0.03	0.49

Tablo 27'nin devamı

68	19.77	06.50	29.64	13.80	46.10	0.15	0.04	0.36
69	07.56	05.77	13.80	33.00	62.80	0.47	0.03	1.10
70	11.97	05.23	23.17	13.60	42.40	0.13	0.03	0.29
71	16.86	06.32	32.49	12.70	6.860	0.18	0.03	0.39
72	22.00	08.23	31.00	16.80	53.20	0.17	0.03	0.62
73	17.02	05.12	31.38	13.30	47.30	0.14	0.03	0.42
74	D.L.A.	13.60	15.50	01.85	53.50	D.L.A.	0.10	0.88

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altında

Toplanan 28 likenin listesi ve istasyonları Tablo 7'de verilmektedir. Bu 28 liken 5 farklı türden oluşmaktadır. Kontrol bölgesinden toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları da Tablo 8'de verilmektedir. Kontrol bölgesinden toplanan likenlerin listesi ve istasyonları da Tablo 9'da verilmektedir.

74 Karayosunu EDXRF ile analizleri sonucunda 8 tane element (Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Titanyum, Demir, Stronsiyum, Kalay, Baryum) tesbit edildi. Bütün bu analizlerin sonuçları Tablo 27'de verilmektedir.

28 Likenin EDXRF ile analizleri sonucunda 6 tane element (Potasyum, Kalsiyum, Titanyum, Demir, Kalay, Baryum) tesbit edildi. Bütün bu analizlerin sonuçları Tablo 28'de verilmektedir.

Tablo 28. Likenlerin EDXRF ile analizleri sonucu elde edilen element konsantrasyonları (mg/g)

Numune No	K	Ca	Ti	Fe	Sn	Ba
1	1,38	51,38	2,94	42,22	0,07	0,05
2	2,77	62,35	20,84	10,19	0,10	0,13
3	3,39	45,32	3,08	9,06	0,09	0,11
4	3,41	27,65	2,63	23,85	0,11	0,08
5	1,24	39,90	2,83	32,60	0,10	0,16
6	13,28	9,95	11,75	27,90	0,45	0,51
7	4,14	12,21	6,34	20,25	0,18	0,21
8	4,04	21,35	5,07	17,57	0,07	0,15
9	1,21	68,48	4,09	18,42	0,06	0,43
10	11,18	10,94	12,34	14,22	0,16	0,61
11	10,46	11,45	8,96	16,30	0,06	0,43
12	5,33	22,76	5,86	21,94	0,14	0,31
13	13,08	30,14	6,57	14,27	0,10	0,61
14	2,87	73,85	5,13	27,66	0,14	0,31
15	15,65	12,95	10,84	12,00	0,27	0,69
16	7,36	13,01	7,21	16,10	0,06	0,38

Tablo 28'in devamı

17	2,31	25,65	5,27	16,15	0,05	0,21
18	9,09	46,82	6,12	12,99	0,14	0,26
19	4,62	23,71	7,19	4,29	0,13	0,49
20	3,46	37,48	5,74	18,61	0,06	0,28
21	11,15	26,72	6,48	16,59	0,09	0,39
22	6,01	20,13	5,37	93,85	0,03	0,30
23	13,02	8,69	6,10	15,60	0,24	0,17
24	3,46	23,21	5,90	19,53	0,16	0,22
25	12,92	9,02	9,44	17,62	0,04	0,63
26	9,04	5,66	5,95	34,01	0,32	0,14
27	2,03	51,60	3,90	36,36	0,04	0,14
28	5,31	30,21	8,28	19,77	0,22	0,50

Kontrol bölgesinden toplanan karayosunlarının sonuçları da Tablo 29'da verilmektedir. Buna göre Bakır ve İtiryum sadece 2 tane toprak numunesinde mevcuttur diğer numunelerde tesbit edilemedi fakat Potasyum, Kalsiyum, Titanyum, Demir, Baryum bütün numunelerde, Kalay ise 4 numunede bulundu, 4 numunede de bulunamadı.

Tablo 29. Kontrol bölgesindeki karayosunlarının EDXRF ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları (mg/g)

Numune Adı	K	Ca	Ti	Fe	Cu	Y	Sn	Ba
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	3,74	9,82	0,30	8,86	D.L.A.	D.L.A.	D.L.A.	0,09
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp.	3,74	7,51	0,30	8,33	D.L.A.	D.L.A.	D.L.A.	0,12
<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.	3,13	8,12	0,40	9,12	D.L.A.	D.L.A.	D.L.A.	0,11
<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.) Limpr.	3,45	9,34	0,35	8,46	D.L.A.	D.L.A.	D.L.A.	0,10
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	2,17	10,96	0,37	9,44	D.L.A.	D.L.A.	0,32	0,15
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp.	4,15	9,78	0,27	8,30	D.L.A.	D.L.A.	0,02	0,06
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. Toprak	9,01	16,55	2,06	50,97	8,06	0,95	0,33	10,70
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schimp Toprak	1,86	44,37	1,37	38,33	3,92	0,34	0,32	3,95

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altında

Kontrol bölgesinden toplanan likenlerin sonuçları da Tablo 30’da verilmektedir. Buna göre her numunede Potasyum, Kalsiyum, Titanyum, Demir, Kalay ve Baryum belirlendi.

Tablo 30. Kontrol bölgesindeki likenlerin EDXRF ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları (mg/g)

Numune No	K	Ca	Ti	Fe	Sn	Ba
1	4,39	22,99	0,58	12,99	0,08	0,13
2	2,26	30,07	0,25	4,29	0,03	0,13
3	2,85	27,16	0,43	8,34	0,05	0,14
4	2,18	26,47	0,24	9,05	0,10	0,31

74 Karayosununun AAS ile analizleri sonucunda 9 tane element (Sodyum, Magnezyum, Krom, Mangan, Kobalt, Nikel, Bakır, Çinko, Kurşun) tesbit edildi. Bütün bu analizlerin sonuçları da Tablo 31’de verilmektedir.

Tablo 31. Karayosunlarının AAS ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları

Numune No	Na	Mg	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Pb
	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/k	mg/kg
1	3,56	0,74	10,5	580	10,5	1,4	138	88	39,2
2	0,63	0,12	31,8	1517	5,5	14,8	103	63	16,5
3	5,97	0,78	42,0	850	9,2	11,7	699	181	12,2
4	1,32	0,53	38,2	745	12,0	11,9	81	180	41,8
5	7,80	0,14	42,7	268	9,3	23,3	115	140	28,1
6	3,58	0,85	129,4	848	23,9	54,1	206	76	5,4
7	5,95	0,70	10,4	346	4,3	D.L.A.	161	75	18,7
8	6,58	0,84	37,8	1139	13,4	16,5	1071	578	70,5
9	4,01	0,83	42,0	1141	15,4	13,6	986	514	82,1
10	3,66	0,79	30,3	920	11,8	8,8	98	193	51,5
11	0,97	0,96	23,5	1607	24,6	6,4	149	171	45,0
12	4,32	0,85	28,6	868	9,8	7,8	725	416	53,6
13	2,77	0,09	18,8	1232	D.L.A.	3,6	63	55	8,8
14	6,66	0,90	99,7	594	8,8	29,5	262	137	44,5
15	5,10	0,76	22,2	660	7,0	6,4	536	325	56,2
16	4,24	0,71	23,4	706	9,1	9,3	152	202	33,6
17	3,96	1,15	135,0	850	13,2	39,1	152	174	45,7
18	4,35	0,92	22,3	692	7,0	4,9	643	350	49,4
19	1,59	0,90	35,1	792	9,4	9,4	97	189	52,0
20	1,77	1,08	122,0	820	11,4	40,7	122	138	33,5
21	3,95	0,93	26,7	895	8,3	6,0	113	261	42,8
22	3,22	0,67	43,6	1018	8,4	14,0	309	185	32,6
23	4,56	0,71	85,8	1357	12,8	40,5	261	143	37,7
24	3,68	0,83	37,4	718	7,4	13,1	407	162	25,1
25	5,32	1,02	37,5	830	9,6	10,3	611	371	48,3

Tablo 31'in devamı

26	4,00	0,39	22,4	632	6,9	11,0	128	176	29,6
27	1,81	1,04	76,3	805	10,3	18,8	249	191	52,2
28	1,85	0,31	45,3	627	4,9	8,3	147	84	18,3
29	4,60	0,74	53,6	577	6,8	13,6	97	122	32,3
30	1,24	0,75	57,7	606	10,1	17,6	45	149	17,1
31	4,71	1,10	32,6	793	10,6	7,3	59	205	34,4
32	1,72	0,79	46,2	1118	10,7	15,7	179	182	29,9
33	4,74	0,79	43,5	983	10,9	14,4	161	208	47,1
34	4,15	0,72	48,6	1097	12,5	17,5	340	257	53,3
35	6,44	0,79	29,9	512	5,7	11,1	164	121	30,3
36	5,17	0,90	114,6	590	8,9	30,7	684	190	61,2
37	5,23	0,71	38,1	702	8,3	14,2	498	262	34,0
38	4,25	1,03	36,0	1278	14,6	14,9	88	189	60,0
39	4,78	1,06	41,5	962	12,3	15,0	700	441	59,2
40	4,57	0,89	39,9	918	12,4	17,6	104	182	44,5
41	5,16	1,12	131,3	683	11,3	31,1	168	147	39,5
42	4,12	0,55	53,2	1131	16,2	27,1	202	216	19,8
43	5,14	0,76	31,15	800,5	8,1	8,5	512	105	32,75
44	2,16	1,01	39,1	939	12,6	12,3	80	188	38,9
45	4,85	0,95	46,4	938	13,7	21,4	190	251	42,8
46	4,14	0,96	123,2	1064	19,1	56,4	141	68	16,5
47	5,39	0,69	44,2	918	8,0	14,3	216	207	41,7
48	1,25	0,70	34,7	606	6,5	5,7	127	130	34,5
49	1,32	0,63	29,9	659	7,8	9,4	639	302	65,0
50	4,71	1,04	45,9	988	14,0	16,9	173	224	48,8
51	2,10	0,91	157,7	1326	30,3	78,8	203	111	21,1
52	9,15	0,78	22,7	458	5,2	7,5	165	89	47,3
53	1,50	0,94	28,5	798	8,6	8,5	455	264	42,3
54	5,02	0,85	38,0	933	13,1	19,7	147	235	44,6
55	4,92	0,62	22,9	580	2,5	10,2	214	96	18,5
56	11,91	0,76	29,8	1316	7,6	7,5	99	67	23,3
57	1,84	0,84	39,7	897	11,7	14,8	226	280	63,4
58	1,40	0,80	41,0	986	7,9	11,4	321	169	35,7
59	10,02	1,01	24,5	623	D.L.A	7,6	140	70	69,8
60	1,39	0,72	32,9	762	9,6	14,1	118	207	39,0
61	4,13	1,09	33,6	987	14,5	9,5	62	166	33,4
62	7,02	0,95	32,97	640	8,03	12,91	129	183	32,89
63	5,03	1,21	129,6	886	11,7	13,78	132	169	39,7
64	7,02	0,95	32,97	640	8,03	12,91	129	183	32,89
65	4,99	0,27	39,9	1272	10,8	12,07	635	225	36,0
66	5,46	0,91	33,8	771	8,1	8,5	89	221	39,6
67	5,44	0,70	35,3	846	9,8	12,3	880	326	52,4
68	3,42	1,14	235,1	1294	31,6	79,2	705	134	19,2

Tablo 31'in devamı

69	5,45	0,80	25,1	492	35,0	7,8	179	117	25,7
70	1,89	0,93	37,1	821	9,9	8,9	93	170	82,2
71	21,27	1,13	42,9	471	7,0	12,5	289	120	101,1
72	33,40	1,58	50,0	471	2,5	34,5	584	97	72,,3
73	27,50	1,27	31,4	839	3,6	12,1	302	64	72,3
74	8,70	0,85	66,6	1183	19,2	28,1	1051	365	89,1

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altında

Bu elementlerden Kadmiyum sadece toprak numunelerinde belirlendi, diğer numunelerde belirlenemedi.

28 Liken numunesinin AAS ile analizleri sonucunda karayosunlarında olduğu gibi bunda da 9 element (Sodyum, Magnezyum, Krom, Mangan, Kobalt, Nikel, Bakır, Çinko, Kurşun) belirlendi. Bütün bu analizlerin sonuçları da Tablo 32'de verilmektedir.

Tablo 32. Likenlerin AAS ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları

Numune No	Na	Mg	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Pb
	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	33,21	1,67	44,5	132	7,0	14,0	500	97	18,6
2	21,53	1,05	54,8	927	10,0	16,4	1114	158	40,2
3	4,85	0,95	46,4	938	13,7	21,4	190	251	42,8
4	31,25	1,32	37,4	163	D.L.A.	9,0	407	103	36,7
5	10,74	0,85	58,3	487	7,8	27,4	683	281	154,4
6	74,72	7,37	191,2	362	nd	62,2	2140	374	136,0
7	0,83	D.L.A.	57,0	325	6,8	31,2	1087	77	22,1
8	13,67	1,23	56,0	222	5,3	23,9	746	128	34,2
9	24,50	1,09	39,6	1772	7,0	11,6	803	206	85,1
10	27,91	1,72	69,2	386	6,2	31,5	1122	156	67,0
11	58,62	2,24	73,8	609	8,4	27,8	952	78	33,9
12	16,31	1,06	39,3	327	8,1	9,7	661	138	33,8
13	11,45	1,07	43,1	162	nd	11,4	636	172	111,0
14	24,99	1,21	63,3	354	6,9	23,3	935	112	40,2
15	13,56	1,00	85,6	1927	10,4	29,6	1572	254	78,6
16	25,44	1,31	47,1	201	4,5	15,6	321	105	31,2
17	17,46	1,27	38,4	995	8,7	9,8	640	188	51,6
18	4,74	0,67	36,7	930	13,9	24,5	1175	239	99,4
19	26,32	1,31	50,7	1976	7,9	17,5	840	432	74,4
20	18,11	1,25	28,0	255	7,9	8,5	632	113	30,5
21	20,43	0,87	34,5	490	7,0	12,8	824	139	33,3
22	0,69	0,10	63,4	181	5,1	10,9	384	122	14,6
23	96,93	3,99	100,2	294	6,4	34,0	938	107	55,4
24	31,91	1,47	49,4	169	1,7	11,9	1427	149	87,7
25	16,00	1,01	41,2	828	12,1	15,2	404	132	33,1
26	24,89	1,12	50,5	282	6,0	25,8	50	107	29,8
27	59,94	2,55	79,9	224	4,2	37,1	2168	202	48,1
28	12,44	0,80	64,9	657	12,9	39,6	1217	260	156,7

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altında

Kontrol bölgesinden toplanan karayosunlarının AAS ile analizlerinin sonuçları da Tablo 33'te verilmektedir. Buna göre 10 element (Sodyum, Magnezyum, Krom, Mangan, Kobalt, Nikel, Bakır, Çinko, Kadmiyum, Kurşun) belirlendi. Bu ölçümler neticesinde Kadmiyum sadece 2 tane toprak numunesinde belirlendi. Diğer numunelerde belirlenemedi.

Tablo 33. Kontrol bölgesindeki karayosunlarının AAS ile analizleri sonucunda elde edilen element konsantrasyonları

Numune No	Na	Mg	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	26,86	1,32	25,5	69	5,6	7,9	231	60	D.L.A.	18,9
2	29,19	1,26	35,3	351	2,7	15,2	969	291	D.L.A.	18,1
3	19,34	0,03	46,8	298	2,7	25,3	63	89	D.L.A.	24,6
4	24,89	1,12	50,5	282	6,0	25,8	50	107	D.L.A.	29,8
5	29,60	1,35	35,4	85	4,9	15,2	4	49	D.L.A.	9,9
6	32,47	1,80	41,9	662	9,2	28,0	28	87	D.L.A.	18,9
7	1,03	0,77	57,9	1085	12,9	17,0	3393	936	26,0	79,8
8	1,18	0,54	78,7	1089	21,8	56,6	6939	1395	19,0	119,6

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altında

Kontrol bölgesinden toplanan likenlerin AAS ile analizlerinin sonuçları da Tablo 34'te verilmektedir. Buna göre 9 element (Sodyum, Magnezyum, Krom, Mangan, Kobalt, Nikel, Bakır, Çinko, Kurşun) belirlendi.

Tablo 34. AAS ile ölçülmüş kontrol bölgesindeki liken numunelerinin element konsantrasyonları

Numune No	Na	Mg	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Pb
	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	26,82	1,29	36,0	140	2,6	10,4	769	96	23,0
2	9,51	D.L.A.	36,4	173	7,0	9,2	270	193	54,2
3	33,33	1,49	44,8	295	3,8	28,3	865	195	45,2
4	18,11	1,42	44,6	231	3,2	19,4	558	115	69,2

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altında

EDXRF ile analizleri yapılan karayosunlarının türlere göre içerdikleri konsantrasyonlarının dağılımı Tablo 35 ve 36'da verilmektedir. Buna göre P'nin en düşük değeri 8,05 mg/g, en yüksek değeri 34,02 mg/g ve ortalaması da 19,03 mg/g olarak belirlendi. K'nun en düşük değeri 4,84 mg/g, en yüksek değeri 12,08 mg/g, ortalaması da 7,62 mg/g olarak belirlendi. Ca'nun en düşük değeri 20,18 mg/g, en yüksek değeri

67,42mg/g ve ortalaması da 37,94 mg/g olarak belirlendi. Ti'un en düşük değeri 3,25 mg/g, en yüksek değeri 15,64 mg/g ve ortalaması 10,77 mg/g olarak belirlendi. Fe'nin en düşük değeri 11,33 mg/g, en yüksek değeri 72,39 mg/g ve ortalaması 40,13 mg/g olarak belirlendi. Sr'un en düşük değeri 0,11 mg/g, en yüksek değeri 0,34 mg/g ve ortalaması 0,18 mg/g olarak belirlendi. Sn'nin en düşük değeri 0,01 mg/g, en yüksek değeri 0,35 mg/g ve ortalaması da 0,05 mg/g olarak belirlendi. Ba'un en düşük değeri 0,12 mg/g, en yüksek değeri 0,77 mg/g ve ortalaması 0,4 mg/g olarak belirlendi.

Tablo 35. EDXRF ile analizleri yapılan karayosunlarının türlere göre P, K, Ca, Ti ortalaması

Numune Adı	P (mg/g)	K (mg/g)	Ca (mg/g)	Ti (mg/g)
<i>Eurhyncnium striatulum</i> (spruce)B.S.G.	D.L.A	08,31	20,96	06,91
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	16,56	08,09	33,61	09,73
<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.)Limpr.	10,57	06,47	20,18	05,71
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	34,02	09,21	67,42	10,84
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.)B.S.G.	17,15	06,29	34,28	10,06
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.)Milde	22,33	10,62	81,04	15,24
<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.)Schimp.	18,53	07,14	31,72	13,61
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.)B.S.G.	17,72	06,45	40,92	09,34
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.)Schwaegr.	8,05	09,55	40,73	08,43
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.)Warnst.	25,50	12,08	50,82	12,15
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	22,21	09,43	42,04	15,64
<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.)B.S.G.	30,49	06,42	48,14	08,09
<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.)Lindb.	14,69	06,09	26,25	13,73
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.)Loeske	21,49	07,79	38,64	13,51
<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.)Lindb.	17,98	07,01	32,51	13,47

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altınd

Tablo 35'in devamı

<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.)Mitt.	13,65	04,84	20,99	03,25
<i>Eurhyncnium hians</i> (Hedw.)Lac.	27,11	06,85	54,21	12,07
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.)Warnst.	15,79	07,56	27,21	06,34
<i>Tortella fragilis</i> (Hook.&Wils.)Limpr.	17,21	05,81	31,31	12,18
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.)B.S.G.	13,64	07,09	22,44	13,05
<i>Hypnum resupinatum</i> Tayl.	15,82	06,83	31,38	12,91
Ortalamaları	19,03	07,62	37,94	10,77
En küçük ve En büyük değerleri	08,05–34,02	04,84–12,08	20,18–67,42	03,25–15,64

D.L.A.=Dedeksiyon Limitinin Altında

Tablo 36. EDXRF ile analizleri yapılan karayosunlarının türlere göre Fe, Sr, Sn, Ba ortalaması

Numune Adı	Fe (mg/g)	Sr (mg/g)	Sn (mg/g)	Ba (mg/g)
<i>Eurhyncnium striatulum</i> (spruce)B.S.G.	33,47	0,17	0,03	0,21
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	40,66	0,16	0,04	0,52
<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.)Limpr.	19,13	0,09	0,03	0,26
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	39,77	0,32	0,02	0,48
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.)B.S.G.	36,83	0,15	0,03	0,31
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Milde	49,71	0,34	0,01	0,53
<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.)Schimp.	50,82	0,17	0,03	0,41
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.)B.S.G.	35,07	0,16	0,03	0,38
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.)Schwaegr.	27,42	0,11	0,35	0,26
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.)Warnst.	38,41	0,24	0,03	0,77
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	72,39	0,28	0,07	0,52
<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.)B.S.G.	41,61	0,14	0,04	0,24

Tablo 36'nın devamı

<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.)Lindb.	49,04	0,11	0,03	0,46
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.)Loeske	52,76	0,23	0,04	0,52
<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.)Lindb.	53,42	0,17	0,03	0,48
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.)Mitt.	11,33	0,06	0,03	0,12
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.)Lac.	28,93	0,17	D.L.A.	0,35
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.)Warnst.	45,84	0,17	0,02	0,52
<i>Tortella fragilis</i> (Hook.&Wils.)Limpr.	27,21	0,16	0,03	0,36
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.)B.S.G.	42,04	0,12	0,01	0,32
<i>Hypnum resupinatum</i> Tayl.	46,81	0,16	0,03	0,43
Ortalamaları	40,13	0,18	0,05	0,40
En küçük ve En büyük değerleri	11,33– 72,39	0,11–0,34	0,01–0,35	0,12–0,77

AAS ile analizleri yapılan karayosunlarının türlere göre içerdikleri konsantrasyonlarının dağılımı Tablo 37'de verilmektedir. Buna göre, Na'un en düşük değeri %1,32, en yüksek değeri %8,22 ve ortalaması %4,62 olarak belirlendi. Mg'un en düşük değeri %0,63, en yüksek değeri %1,09 ve ortalaması %0,85 olarak belirlendi. Cr'un en düşük değeri 23,5 mg/kg, en yüksek değeri 123,2 mg/kg ve ortalaması 47,87 mg/kg olarak belirlendi. Mn'nin en düşük değeri 492 mg/kg, en yüksek değeri 1278 mg/kg ve ortalaması 915,36 mg/kg olarak belirlendi. Co'm en düşük değeri 7,8 mg/kg, en yüksek değeri 24,6 mg/kg ve ortalaması 13,3 mg/kg olarak belirlendi. Ni'in en düşük değeri 6,4 mg/kg, en yüksek değeri 56,4 mg/kg ve ortalaması 17,28 mg/kg olarak belirlendi. Cu'nun en düşük değeri 62 mg/kg, en yüksek değeri 700 mg/kg ve ortalaması 347 mg/kg olarak belirlendi. Zn'nin en düşük değeri 117 mg/kg, en yüksek değeri 441 mg/kg ve ortalaması 217,44 mg/kg olarak belirlendi. Pb'un en düşük değeri 16,5 mg/kg, en yüksek değeri 60,85 mg/kg ve ortalaması 43,35 mg/kg olarak belirlendi.

Tablo 37. AAS ile analizleri yapılan karayosunlarının türlerine göre ortalaması

Numune Adı	Na	Mg	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Pb
	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<i>Eurhyncnium striatulum</i> (spruce)Brush.	4,13	1,09	33,6	987	14,5	9,5	62	166	33,4
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	6,53	0,74	36,47	700	8,2	13,03	216,9	190	39,53
<i>Scleropodium purum</i> (Hedw.)Limpr	5	0,84	33,95	1037,5	10	12	462,75	297,25	50
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	6,37	0,74	34	766	8,14	12,25	264,25	178	33,02
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Brush&Schim	3,25	0,79	60	1011	12,75	21,43	267	209,75	40,82
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.)Milde	5,45	0,8	25,1	492	35	7,8	179	117	25,7
<i>Eurhyncnium striatum</i> (Hedw.)Schimp.	7,71	0,87	43,08	705,66	8,3	15,65	222,11	148,22	35,46
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Brush&Schim	3,34	0,69	86,66	1177,12	14,43	30	415	139,25	30,44
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.)Schwaegr.	3,64	0,77	37,5	871,5	10,75	13,55	553	303	57,9
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.)Warnst.	4,14	0,96	123,2	1064	19,1	56,4	141	68	16,5
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	4,78	1,06	41,5	962	12,3	15	700	441	59,2
<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.) Brush&Schim	4,25	1,03	36	1278	14,6	14,9	88	189	60

Tablo 37'nin devamı

<i>Plagiothecium succulentum</i> (Wils.)Lindb.	5,5	0,81	40	891,5	11,15	15,7	423	208	41,9
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.)Loeske	4,23	0,85	50,6	688,3 3	9,23	12,7	311,6 7	179,6 7	32,27
<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.)Lindb.	8,22	1,09	85,52	740	11	25,3	188	157,2 5	55,72
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.)Mitt.	3,3	0,88	63,3	705	12,1	27,27	177,2 5	128	39,63
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.)Lac.	4,32	0,85	28,6	868	9,8	7,8	725	416	53,6
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.)Warnst.	0,97	0,96	23,5	1607	24,6	6,4	149	171	45
<i>Tortella fragilis</i> (Hook.&Wils.)Limpr.	5,96	0,76	55,1	1100, 5	13,8	21,05	680	275	60,85
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.)Brush&Schim	1,32	0,63	29,9	659	7,8	9,4	639	302	65
<i>Hypnum resupinatum</i> Tayl.	4,24	0,74	37,75	911,5	11,6	16	422,5	283	34,6
Ortalamları	4,62	0,85	47,87	915,3 6	13,3	17,28	347	217,4 4	43,35
En küçük ve En büyük değerler	1,32- 8,22	0,63- 1,09	23,5- 123,2	492- 1607	7,8- 24,6	6,4- 56,4	62- 700	68- 441	16,5- 60,85

EDXRF ile analizleri yapılan likenlerin türlere göre içerdikleri konsantrasyonlarının dağılımı Tablo 38'de verilmektedir. K'un en düşük değeri 2,77 mg/g, en yüksek değeri 11,18 mg/g, ortalaması da 6,7 mg/g olarak belirlendi. Ca'un en düşük değeri 10,94 mg/g, en yüksek değeri 62,35 mg/g ve ortalaması da 29,45 mg/g olarak belirlendi. Ti'un en düşük değeri 5,01 mg/g, en yüksek değeri 20,84 mg/g ve ortalaması 10,4 mg/g olarak belirlendi. Fe'nin en düşük değeri 10,19 mg/g, en yüksek değeri 45,35 mg/g ve ortalaması 22,09 mg/g

olarak belirlendi. Sn'nin en düşük değeri 0,1 mg/g, en yüksek değeri 0,2 mg/g ve ortalaması da 0,13 mg/g olarak belirlendi. Ba 'un en düşük değeri 0,13 mg/g, en yüksek değeri 0,61 mg/g ve ortalaması 0,34 mg/g olarak belirlendi.

Tablo 38. EDXRF ile analizleri yapılan liken numunelerinin türlere göre ortalaması (mg/g)

Numune Adı	K	Ca	Ti	Fe	Sn	Ba
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	4,87	38,76	5,01	20,67	0,09	0,26
<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ehrh. ex Ach.) Hale	2,77	62,35	20,84	10,19	0,10	0,13
<i>Physcia adscendens</i> (Th. Fr.) H.Olivier	9,5	16,84	7,93	20,01	0,20	0,41
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M.Choisy	5,16	18,37	5,86	45,35	0,12	0,28
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	11,18	10,94	12,34	14,22	0,16	0,61
Ortalamaları	6,70	29,45	10,40	22,09	0,13	0,34
En Küçük ve En Büyük Değerler	2,77- 11,18	10,94- 62,35	5,01- 20,84	10,19- 45,35	0,09- 0,2	0,13- 0,61

AAS ile analizleri yapılan likenlerin türlere göre içerdikleri konsantrasyonlarının dağılımı Tablo 39 ve 40'da verilmiştir. Buna göre, Na'un en düşük değeri %5,94, en yüksek değeri %37,14 ve ortalaması %23,1 olarak belirlendi. Mg'un en düşük değeri %0,58, en yüksek değeri %2,19 ve ortalaması %1,36 olarak belirlendi. Cr'un en düşük değeri 46,02 mg/kg, en yüksek değeri 79,6 mg/kg ve ortalaması 60,57 mg/kg olarak belirlendi. Mn'nin en düşük değeri 386 mg/kg, en yüksek değeri 927 mg/kg ve ortalaması 583,16 mg/kg olarak belirlendi. Co'nun en düşük değeri 6,2 mg/kg, en yüksek değeri 10 mg/kg ve ortalaması 7,83 mg/kg olarak belirlendi. Ni'in en düşük değeri 16,4 mg/kg, en yüksek değeri 31,5 mg/kg ve ortalaması 22,58 mg/kg olarak belirlendi. Cu'nun en düşük değeri 710,67 mg/kg, en yüksek değeri 1114 mg/kg ve ortalaması 947,71 mg/kg olarak belirlendi. Zn'nin en düşük değeri 112,33 mg/kg, en yüksek değeri 225 mg/kg ve ortalaması 161,75 mg/kg olarak belirlendi. Pb'un en düşük değeri 23,5 mg/kg, en yüksek değeri 83,58 mg/kg ve ortalaması 53,57 mg/kg olarak belirlendi.

Tablo 39. AAS ile analizleri yapılan liken numunelerinin türlere göre Na, Mg, Cr, Mn, Co ortalaması

Numune Adı	Na	Mg	Cr	Mn	Co
	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.)Hale	23	1,28	46,02	500,5	7,32
<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ehrh.ex Ach.)Hale	21,53	1,05	54,8	927	10
<i>Physcia adscendens</i> (Th.Fr.)H.Olivier	37,14	2,19	79,6	824,66	9
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.)M.Choisy	5,94	0,58	53,23	277,66	6,66
<i>Xanthoria parietina</i> (L.)Th.Fr.	27,91	1,72	69,2	386	6,2
Ortalamaları	23,1	1,36	60,57	583,16	7,83
En Küçük ve En Büyük Değerler	5,94-37,14	0,58-2,19	46,02-79,6	386-927	6,2-10

Tablo 40. AAS ile analizleri yapılan liken numunelerinin türlere göre Ni, Cu, Zn, Pb ortalaması

Numune Adı	Ni	Cu	Zn	Pb
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.)Hale	16,77	814,57	157,42	53,6
<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ehrh.ex Ach.)Hale	16,4	1114	158	40,2
<i>Physcia adscendens</i> (Th.Fr.)H.Olivier	31,01	977,33	225	83,58
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.)M.Choisy	17,26	710,67	112,33	23,5
<i>Xanthoria parietina</i> (L.)Th.Fr.	31,5	1122	156	67
Ortalamaları	22,58	947,71	161,75	53,57
En Küçük ve En Büyük Değerler	16,4-31,5	710,67-1122	112,33-225	23,5-83,58

Karayosunlarının element tutma kapasiteleri ile ilgili modelleme çalışmasında bulunan değerler Tablo 41’de verilmektedir. Buna göre en yüksek Pb elementi tutma oranı *Eurhynchium striatum*’da en düşük Pb elementi tutma oranı da *Thuidium tamariscinum*’da görülmektedir.

Tablo 41. Karayosunu model

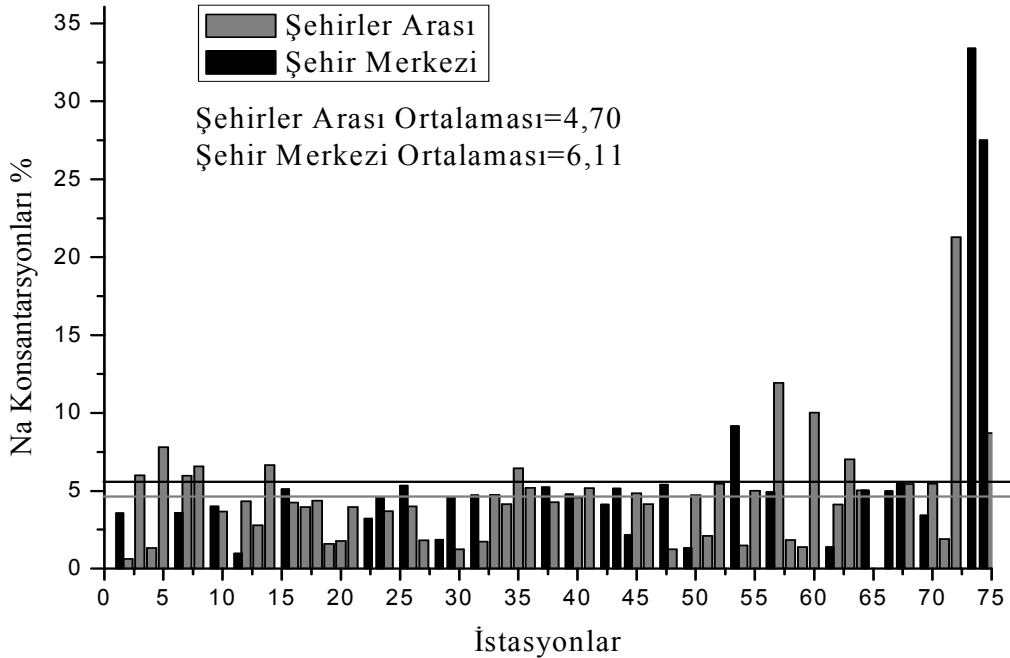
Numune Adı	Pb (mg/g)
Saf <i>Homalothecium sericeum</i>	0,76
%0.005 Pb'lu <i>Homalothecium sericeum</i>	1,50
%0.05 Pb'lu <i>Homalothecium sericeum</i>	4,27
%0.5 Pb'lu <i>Homalothecium sericeum</i>	7,68
Saf <i>Thuidium tamariscinum</i>	1,16
%0.005 Pb'lu <i>Thuidium tamariscinum</i>	4,37
%0.05 Pb'lu <i>Thuidium tamariscinum</i>	5,39
%0.5 Pb'lu <i>Thuidium tamariscinum</i>	7,74
Saf <i>Eurhynchium striatulum</i>	0,72
%0.005 Pb'lu <i>Eurhynchium striatulum</i>	2,71
%0.05 Pb'lu <i>Eurhynchium striatulum</i>	5,90
%0.5 Pb'lu <i>Eurhynchium striatulum</i>	32,80
Saf <i>Eurhynchium striatum</i>	0,75
%0.005 Pb'lu <i>Eurhynchium striatum</i>	3,53
%0.05 Pb'lu <i>Eurhynchium striatum</i>	13,38
%0.5 Pb'lu <i>Eurhynchium striatum</i>	113,73
Saf <i>Hypnum cupressiforme</i>	0,65
%0.005 Pb'lu <i>Hypnum cupressiforme</i>	1,64
%0.05 Pb'lu <i>Hypnum cupressiforme</i>	7,81
%0.5 Pb'lu <i>Hypnum cupressiforme</i>	69,48
Saf <i>Pleurozium schreberi</i>	0,80
%0.005 Pb'lu <i>Pleurozium schreberi</i>	1,82
%0.05 Pb'lu <i>Pleurozium schreberi</i>	4,38
%0.5 Pb'lu <i>Pleurozium schreberi</i>	45,05

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

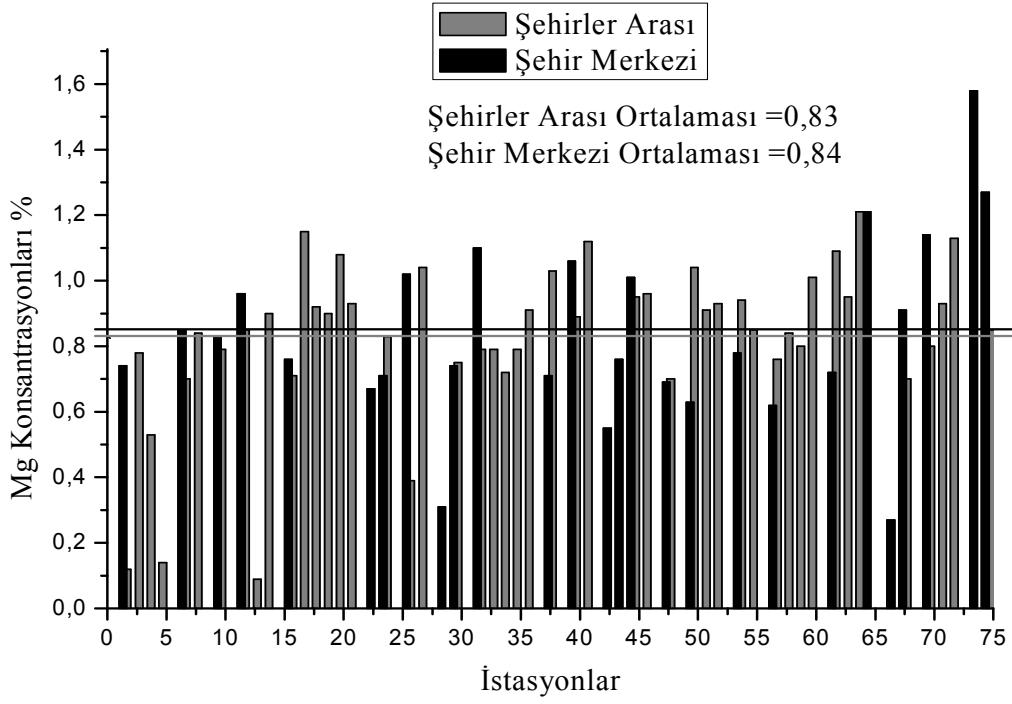
Bu çalışmada enerji ayrımlı X-ışını tekniği (EDXRF) ve atomik absorpsiyon tekniği (AAS) kullanılarak Sarp-Samsun sahil karayolu çevresindeki karayosunu ve likenlerde, ayrıca kontrol bölgesindeki karayosunu ve likenlerde elementel analiz yapıldı.

Karayosunu numunelerindeki 17 elementin konsantrasyonları Tablo 27 ve Tablo 31’de verilmektedir, belirlenen elementlerin konsantrasyonlarına ait şekillerde Şekil 38-54’te verilmektedir.

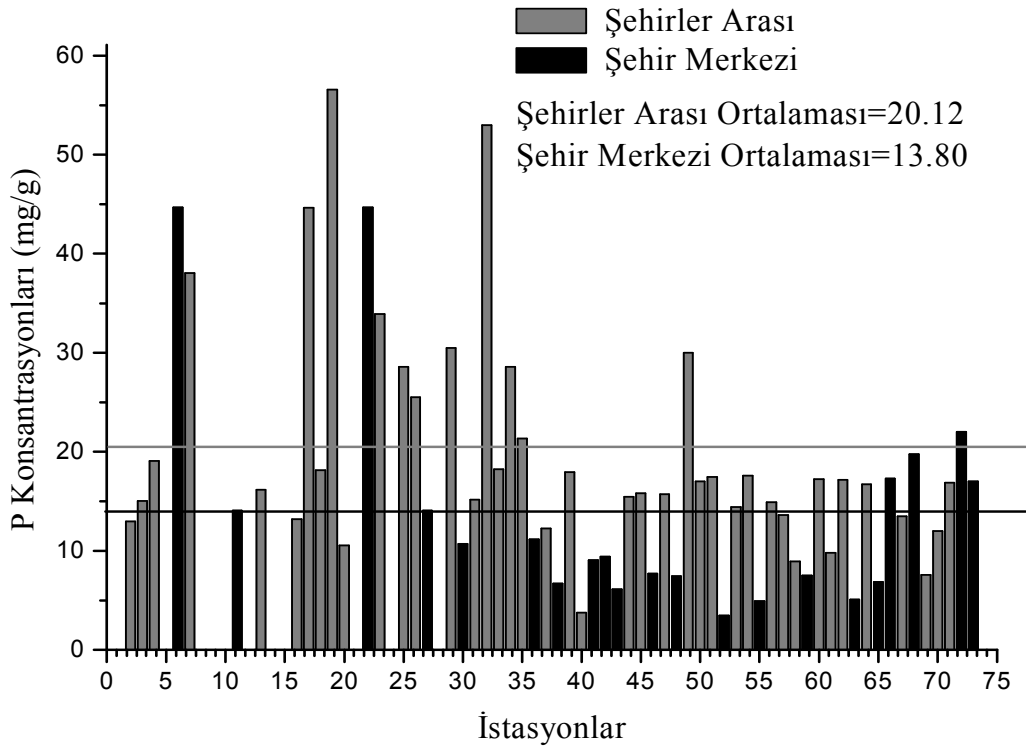
Yapılan analizler neticesinde görülmektedir ki, şehirler arasından toplanan numunelere göre şehir merkezlerinden toplanan numunelerdeki element konsantrasyonları, P hariç oldukça yüksektir. Bu duruma da endüstriyel faaliyetler, şehirleşme, sahil karayolu, tarımdaki gübreleme gibi etkenler neden olmaktadır. Diğer taraftan bazı yerlerdeki P’nin mevcudiyeti, tarımda kullanılan gübrelerin ana kaynağı P olduğu için P’nin şehir dışındaki numunelerde yüksek olması oldukça normaldir, aynı zamanda P ötrofikasyonda neden olmaktadır.



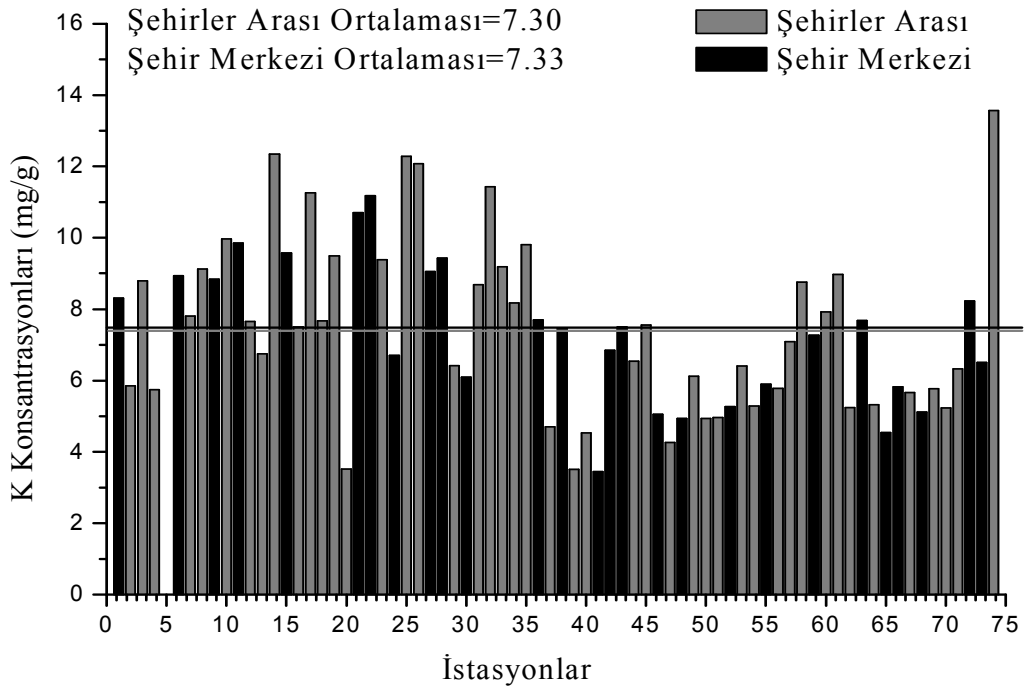
Şekil 38. Karayosunlarında Na konsantrasyonu



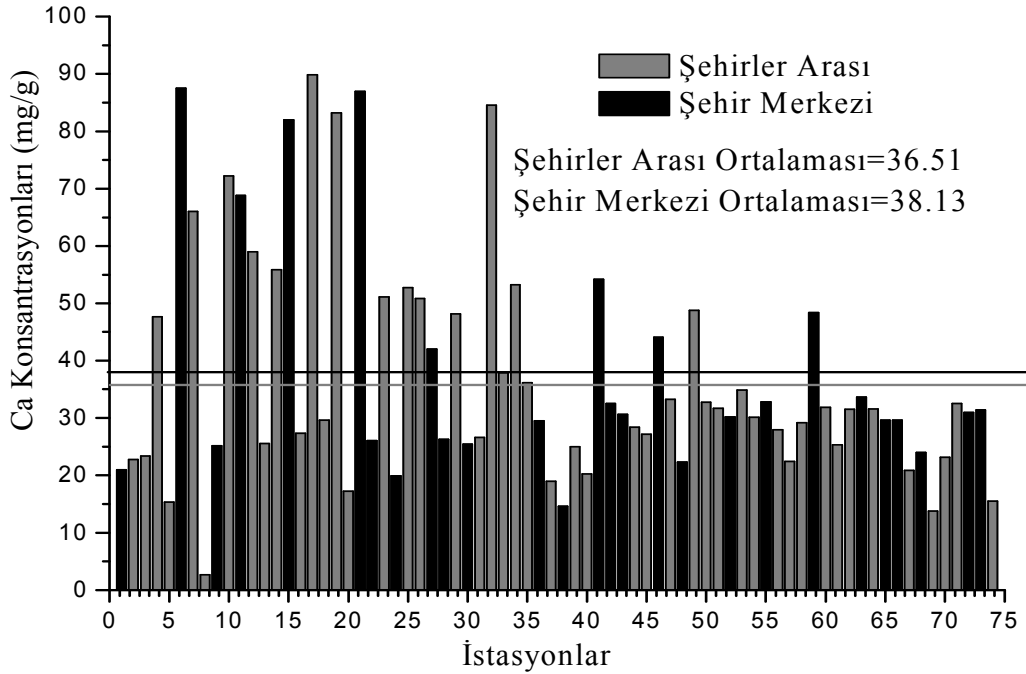
Şekil 39. Karayosunlarında Mg konsantrasyonu



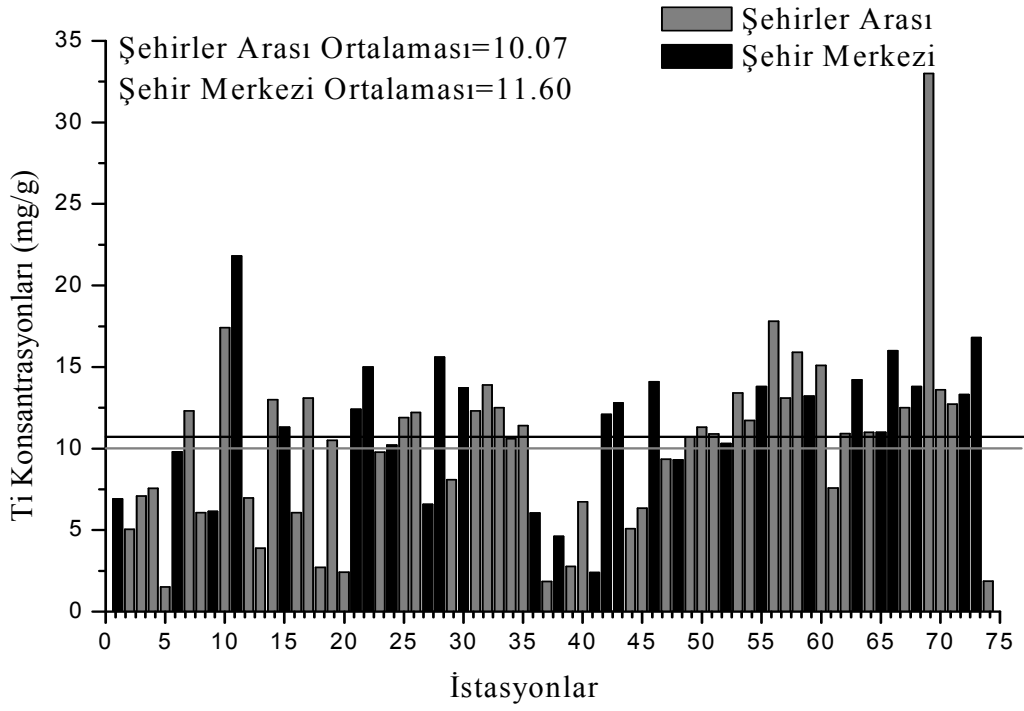
Şekil 40. Karayosunlarında P konsantrasyonu



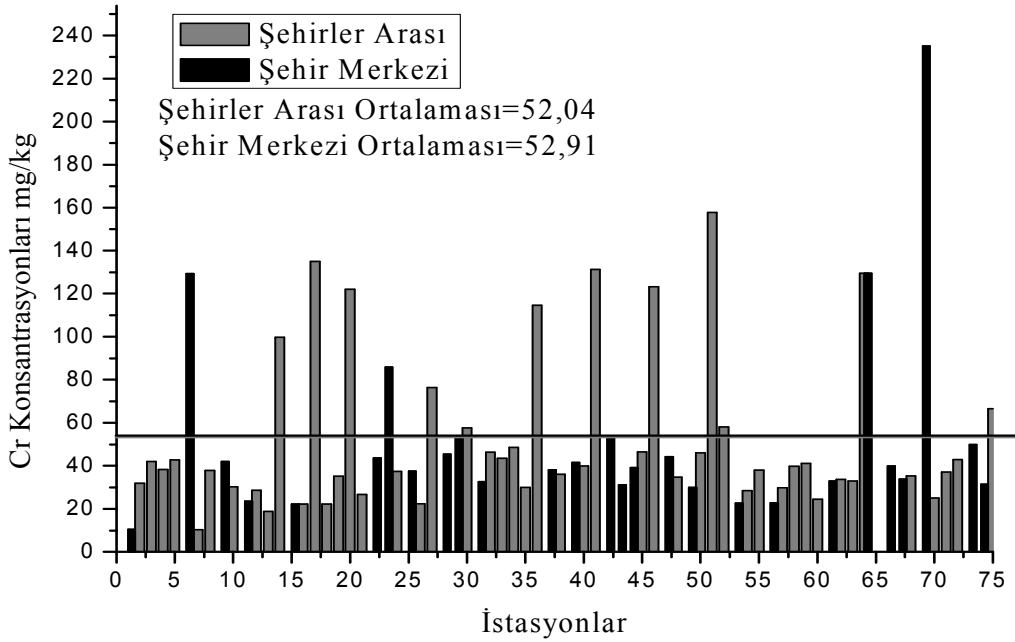
Şekil 41. Karayosunlarında K konsantrasyonu



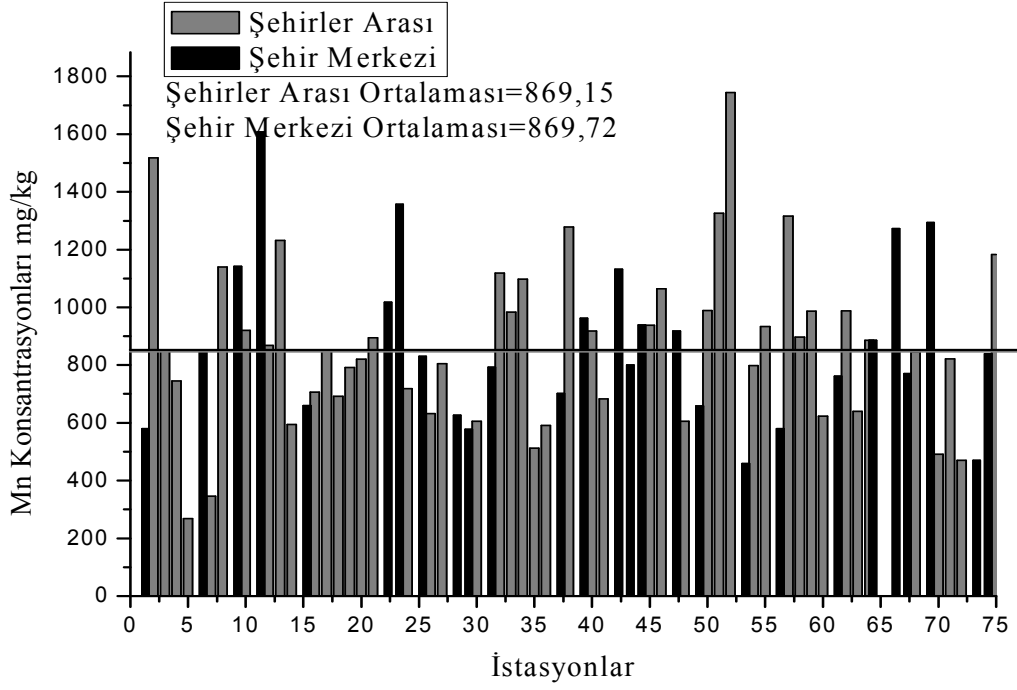
Şekil 42. Karayosunlarında Ca konsantrasyonu



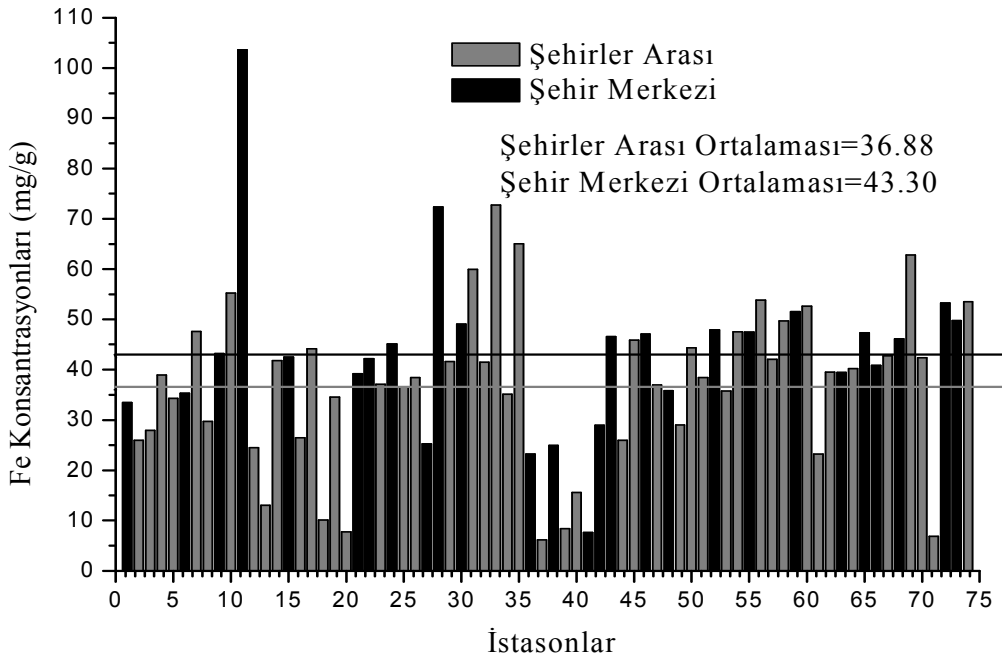
Şekil 43. Karayosunlarında Ti konsantrasyonu



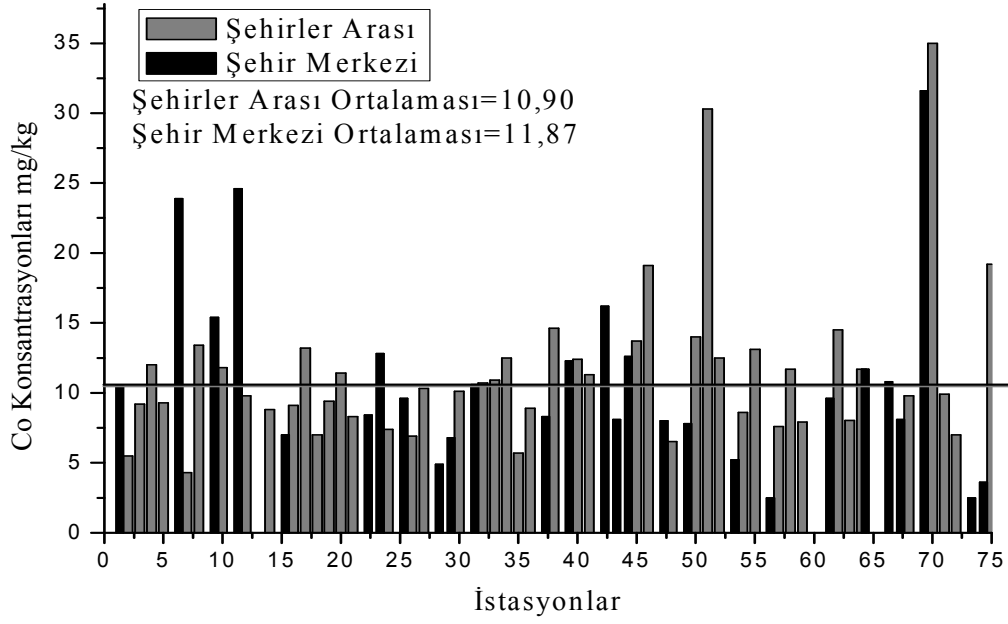
Şekil 44. Karayosunlarında Cr konsantrasyonu



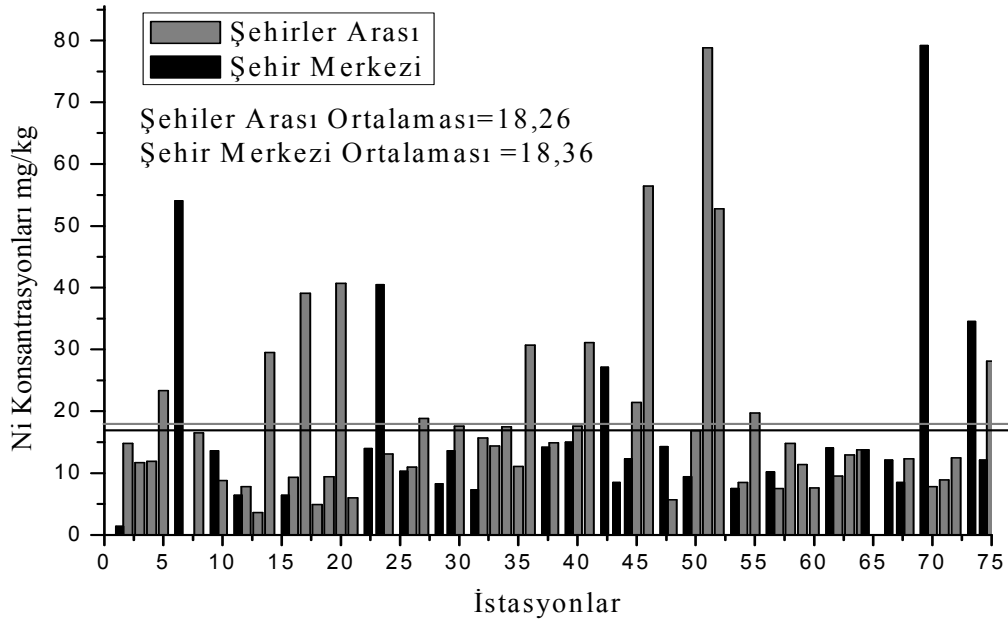
Şekil 45. Karayosunlarında Mn konsantrasyonu



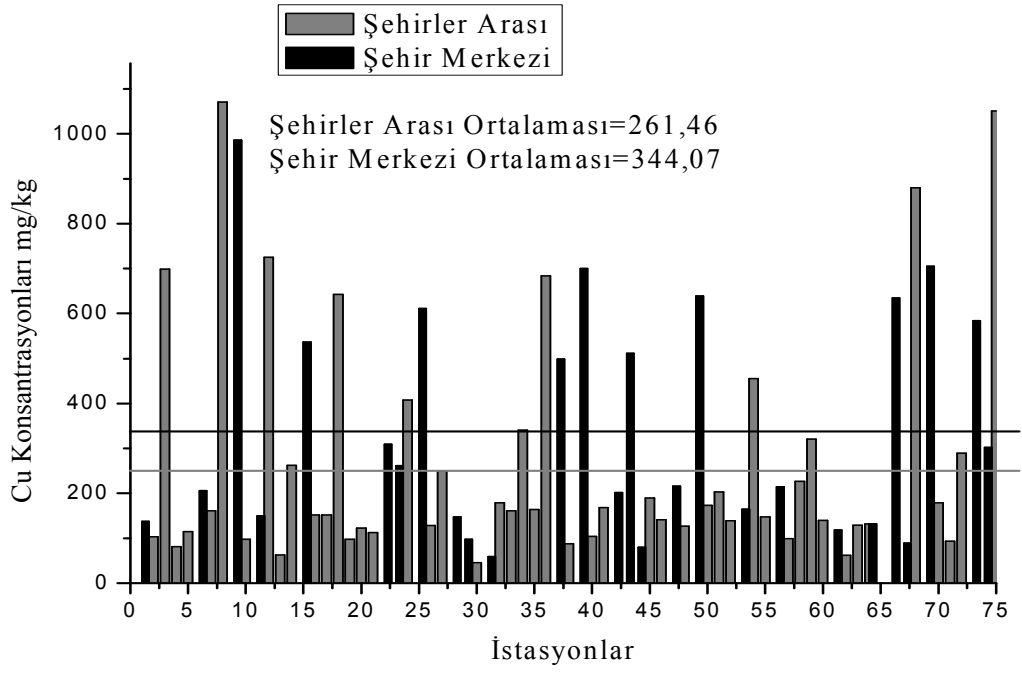
Şekil 46. Karayosunlarında Fe konsantrasyonu



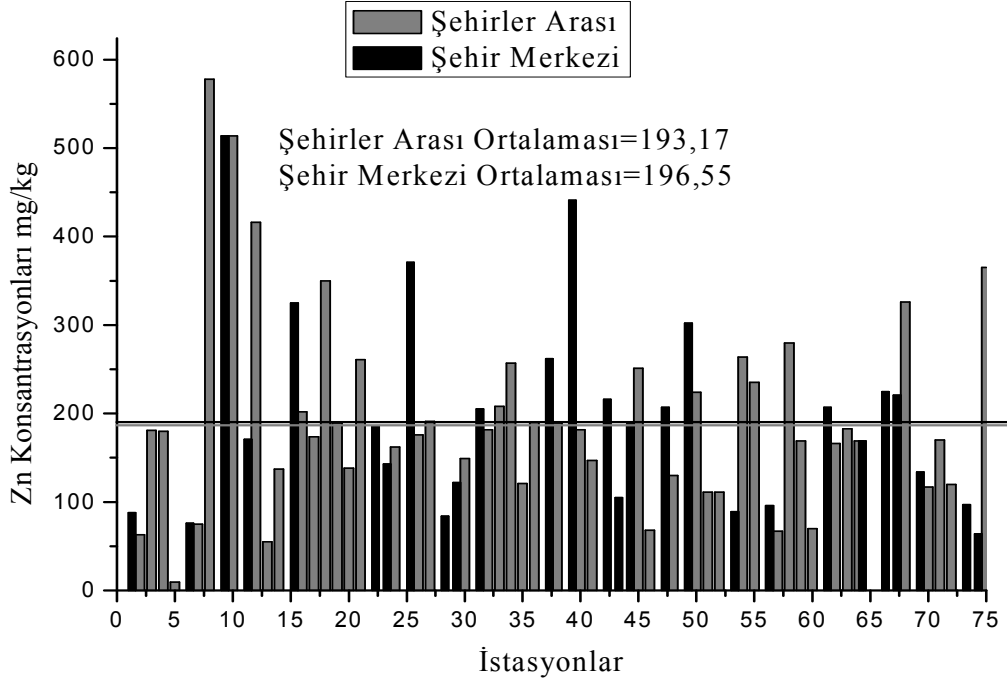
Şekil 47 Karayosunlarında Co konsantrasyonu



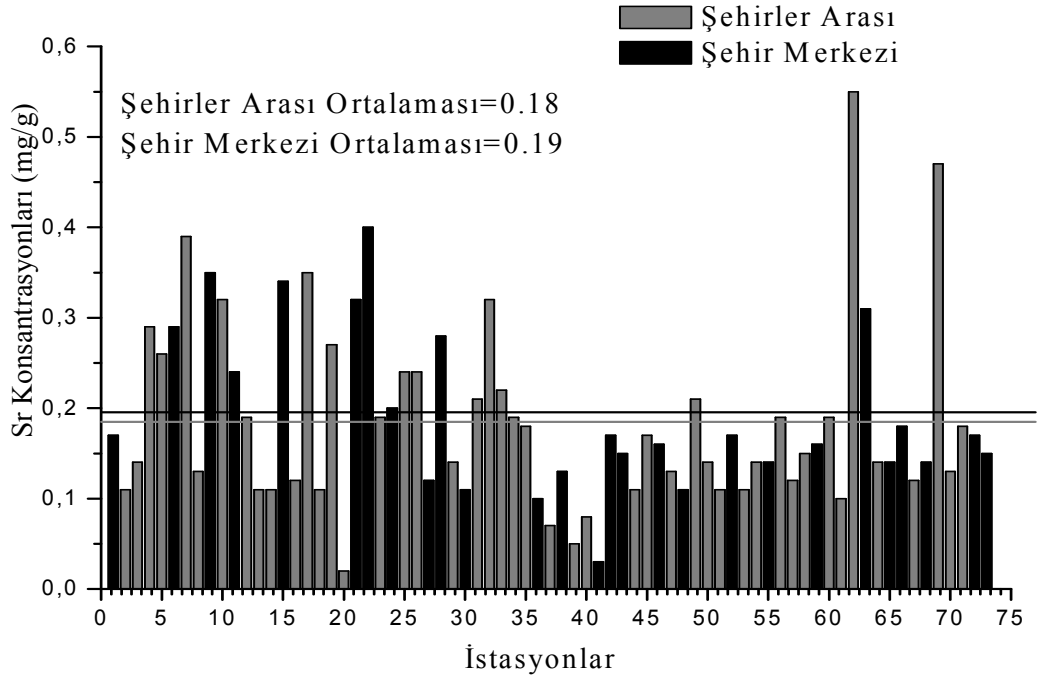
Şekil 48. Karayosunlarında Ni konsantrasyonu



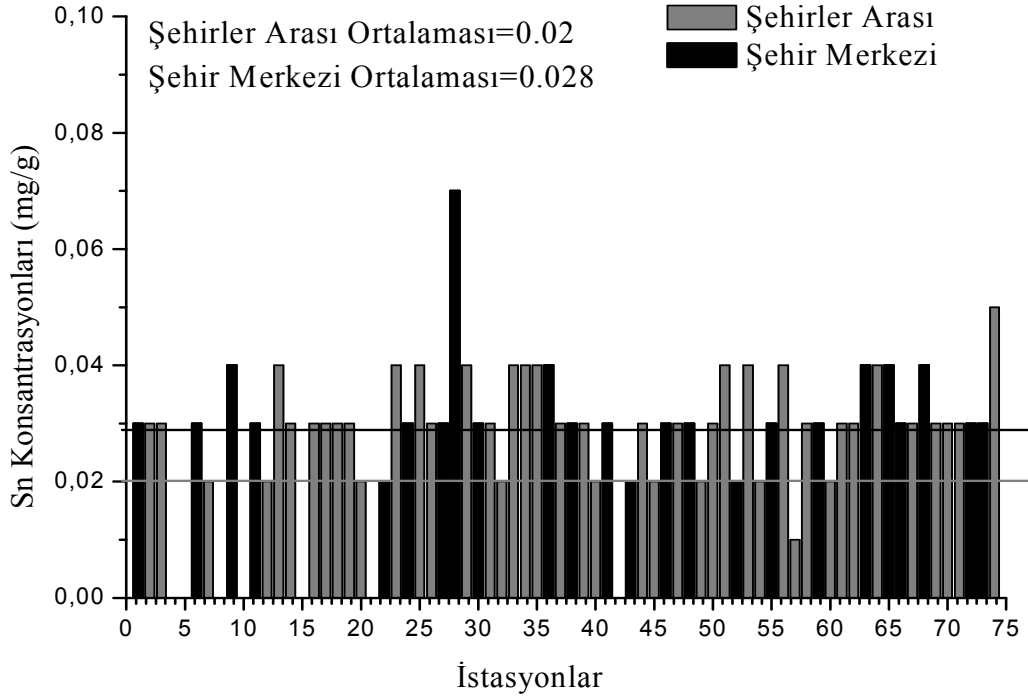
Şekil 49. Karayosunlarında Cu konsantrasyonu



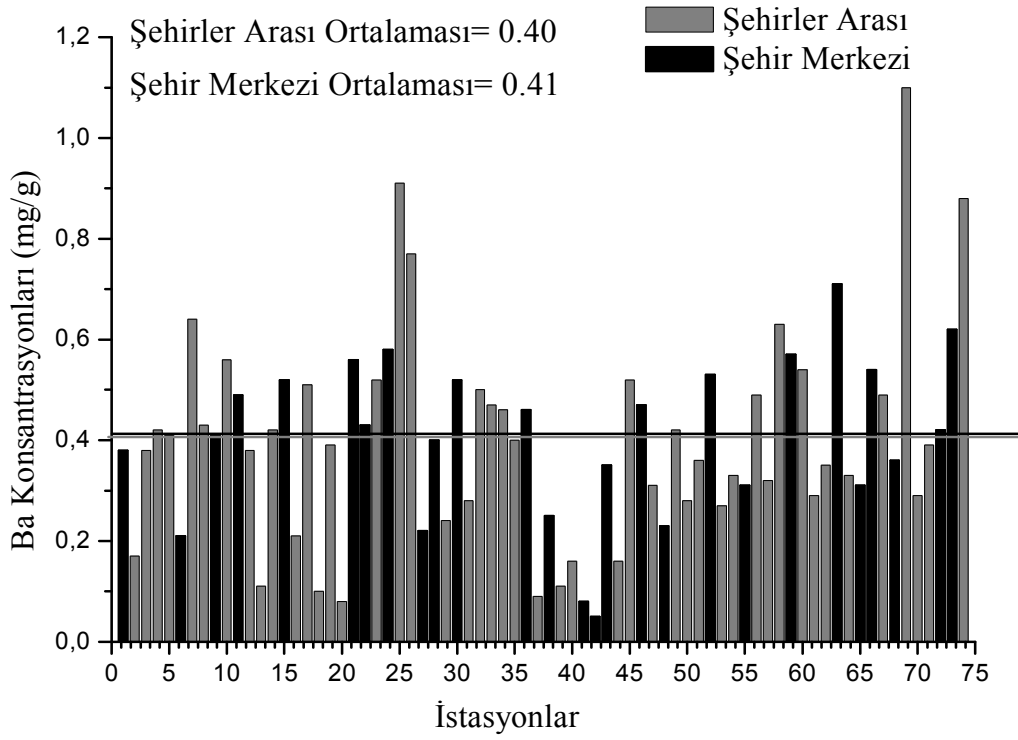
Şekil 50. Karayosunlarında Zn konsantrasyonu



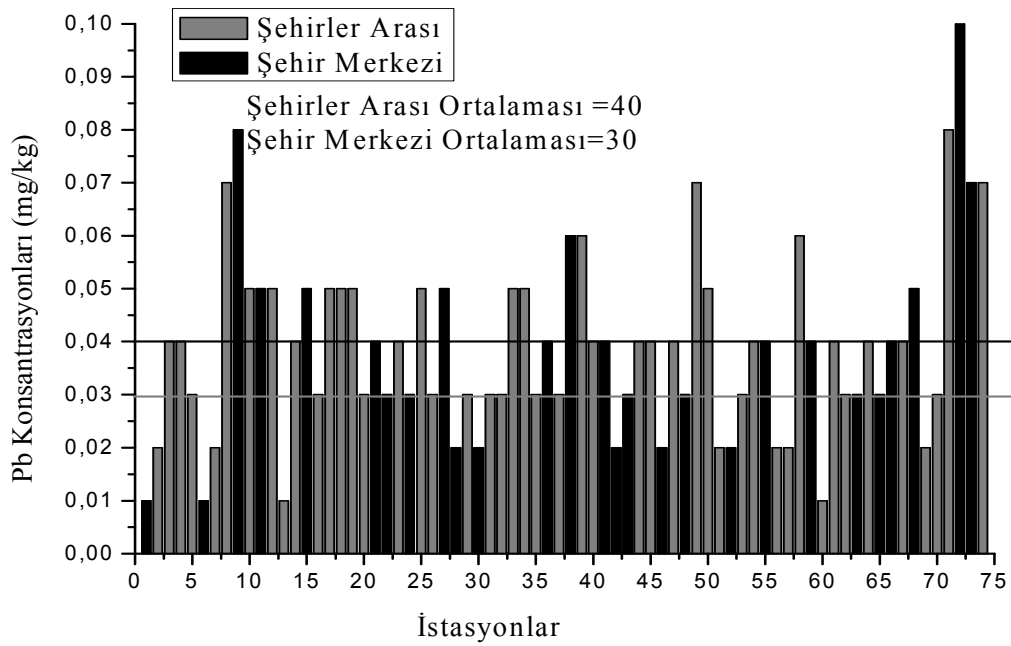
Şekil 51. Karayosunlarında Sr konsantrasyonu



Şekil 52. Karayosunlarında Sn konsantrasyonu



Şekil 53. Karayosunlarında Ba konsantrasyonu



Şekil 54. Karayosunlarında Pb konsantrasyonu

Analizler neticesinde karayosunlarında belirlenen element konsantrasyonları, Na şehirler arası ortalaması %4,70, şehir merkezi ortalaması %6,11 ve kontrol bölgesi %27,06 olarak belirlendi, ayrıca Na toprak numunelerinde de %1,1 olarak belirlendi. Mg şehirler arası ortalaması %0,829, şehir merkezi ortalaması %0,837 ve kontrol bölgesi %1,43 olarak belirlendi. P şehirler arası ortalaması 20,12 mg/g, şehir merkezi ortalaması 13,80 mg/g olarak belirlendi ve kontrol bölgesinde P hiç belirlenemedi. Na ve P elementleri gübrelere bulunduğundan dolayı tarımsal gübrelemede çevre kirliliğine neden olmaktadır. K şehirler arası ortalaması 7,3 mg/g, şehir merkezi ortalaması 7,33 mg/g ve kontrol bölgesi de 3,41 mg/g olarak belirlendi. Ca şehirler arası ortalaması 36,5 mg/g, şehir merkezi ortalaması 38,13 mg/g ve kontrol bölgesi 9,26 mg/g olarak belirlendi. Ti şehirler arası ortalaması 10,07 mg/g, şehir merkezi ortalaması 11,60 mg/g ve kontrol bölgesi 0,33 mg/g olarak belirlendi. Cr şehirler arası ortalaması 52,04 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 52,91 mg/kg ve kontrol bölgesi 39,2 mg/kg olarak belirlendi. Mn şehirler arası ortalaması 869,15 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 869,72 mg/kg ve kontrol bölgesi 291,1 mg/kg olarak belirlendi. Fe şehirler arası ortalaması 36,88 mg/g, şehir merkezi ortalaması 43,30 mg/g ve kontrol bölgesi 8,75 mg/g olarak belirlendi. Co şehirler arası ortalaması 10,90 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 11,87 mg/kg ve 5,2 mg/kg olarak belirlendi. Ni şehirler arası ortalaması 18,26 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 18,36 mg/kg ve kontrol bölgesi 17,57 mg/kg olarak belirlendi. Cu şehirler arası ortalaması 261,46 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 344,07 mg/kg ve kontrol bölgesi 224,1 mg/kg olarak belirlendi. Zn şehirler arası ortalaması 193,17 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 196,15 mg/kg ve kontrol bölgesi 114 mg/kg olarak belirlendi. Sr şehirler arası ortalaması 0,18 mg/g ve şehir merkezi ortalaması 0,19 mg/g olarak belirlendi ve Sr kontrol bölgesinde belirlenemedi. Sn şehirler arası ortalaması 0,02 mg/g, şehir merkezi ortalaması 0,028 mg/g olarak belirlendi, kontrol bölgesindeki bütün numunelerde belirlenemedi. Ba şehirler arası ortalaması 0,40 mg/g, şehir merkezi ortalaması 0,41 mg/g ve kontrol bölgesi olarak 0,1 mg/g olarak belirlendi. Pb şehirler arası ortalaması 30 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 40 mg/kg ve kontrol bölgesinde 20,01 mg/kg olarak belirlendi.

Yukarıdaki sonuçlardan da görüldüğü gibi, Na ve Mg'un şehir merkezi ortalamaları şehirler arası ortalamalarından ve kontrol bölgesi ortalamalarından daha yüksek, P'in da şehir merkezi ortalaması şehirler arası ortalamasından daha düşüktür, bu üç element ağır metal değildir. Diğer bütün elementlerin şehir merkezi değerleri, şehirler arası ve kontrol bölgesi değerlerinden oldukça yüksektir. Fakat bununla birlikte şehirler arası ve şehir

merkezi değerleri birbirlerine oldukça yakındırlar bununda nedeninin bölgedeki şehirleşme sahil kasiminde yoğunlaşmaktadır öyle ki bazı yerleşim yerleri birbirlerine bitişmiş durumdadır bu da element konsantrasyonlarının birbirlerine yakın çıkmasına neden olmuştur. Bu elementlerden Tablo 1.'de verilen, Cr (Krom), Mn (Mangan), Fe (Demir), Co (Kobalt), Ni (Nikel), Cu (Bakır), Zn (Çinko), Cd (Kadmiyum), Sn (Kalay) ve Pb (Kurşun) kirleticilik özelliğine sahiptir. Bu elementlerden Cr (Krom), Cu (Bakır), Zn (Çinko) özellikle trafikten kaynaklanan elementlerdir, Cu (Bakır), Zn (Çinko)'nun potansiyel kaynağı aynı zamanda araba fren ve lastikleridir. Ba'da araba frenlerinden kaynaklanmaktadır. Cd (Kadmiyum) karayosunu numunelerinde hiç rastlanmamıştır bu da trafikten kaynaklanan bir element olmadığını göstermektedir (Zechmeister vd., 2005). Avusturya'da Zechmeister'in ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada da karayosunlarında Cd çok az tespit edilebilmiştir. (Valiulis vd., 2002). Bu sonuçlarda bize bölgedeki şehirleşmenin ve Sarp-Samsun sahil karayolunun çevreyi ve bölge insanını nasıl etkilediğini göstermektedir.

K yaşayan karayosunlarının içlerinde bulunmaktadır. K'un aksine diğer bütün elementler çoğunlukla hücre dışında bulunmaktadır burada da ya hücre duvarına tutunmuş halde yada hücre duvarına tuzaklanmış olarak bulunmaktadırlar. Bu ikinci grup elementler başlıca kirlilik kaynaklarından çevreye verilen elementlerdir (Co, Mo, Pb), havadan gelen elementlerin çoğu toprak kökenlidir (Al, Ca, Fe), her iki kaynaktan da çevreye verilen elementlerdir (Cr, Ni, V) (Gerdol, 2002).

AAS ile analizleri yapılan karayosunu numunelerindeki elementlerin türlere göre dağılımı Tablo 34'te verilmektedir. Buna göre, Na'un en yüksek değeri *Amblystegium varium*'da, en düşük değeri ise *Thuidium tamariscinum*'da belirlendi. Mg'un en yüksek değeri *Amblystegium varium*'da, en düşük değeri ise *Thuidium tamariscinum*'da belirlendi. Cr'un en yüksek değeri *Rhytidiadelphus squarrosus*'da, en düşük değeri ise *Leptodictyum riparium*'da belirlendi. Mn'in en yüksek değeri *Leptodictyum riparium*'da, en düşük değeri ise *Brachythecium mildeanum*'da belirlendi. Co'in en yüksek değeri *Leptodictyum riparium*'da, en düşük değeri ise *Thuidium tamariscinum*'da belirlendi. Ni'in en yüksek değeri *Rhytidiadelphus squarrosus*'da, en düşük değeri ise *Leptodictyum riparium*'da belirlendi. Cu'in en yüksek değeri *Bryum capillare*'de, en düşük değeri ise *Eurhynchium striatulum*'da belirlendi. Zn'nin en yüksek değeri *Bryum capillare*'de, en düşük değeri ise *Rhytidiadelphus squarrosus*'da belirlendi. Pb'un en yüksek değeri *Tortella fragilis*'de en düşük değeri ise *Rhytidiadelphus squarrosus*'da belirlendi.

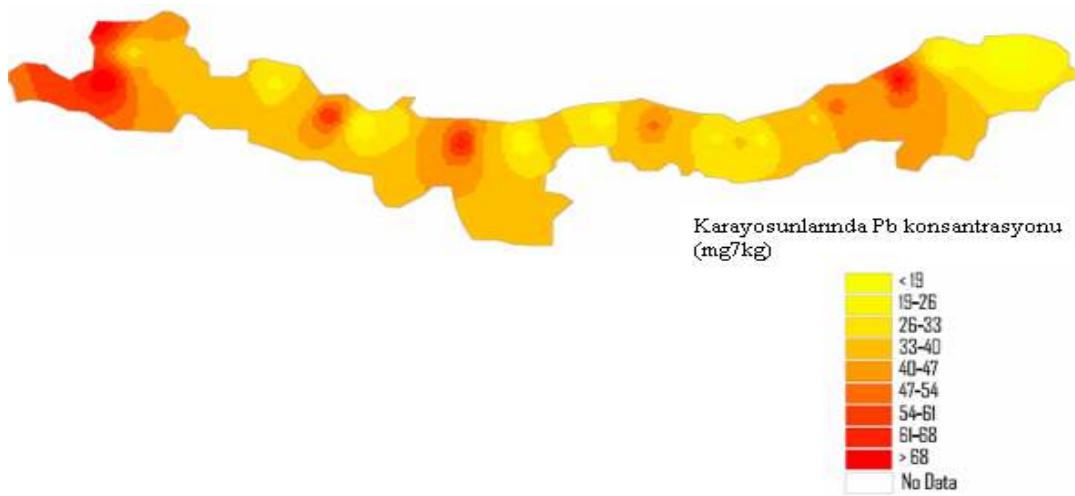
EDXRF ile analizleri yapılan karayosunu türlerine ait elementlerin türlere göre dağılımı da Tablo 35 ve 36'da verilmektedir. Buna göre, P'in en yüksek değeri *Ctenidium molluscum*'da, en düşük değeri ise *Leucodon sciuroides*'de belirlendi. K'un en yüksek değeri *Rhytidiadelphus squarrosus*'da, en düşük değeri ise *Pleurozium schreberi*'de belirlendi. Ca'un en yüksek değeri *Brachythecium mildeanum*'da, en düşük değeri *Scleropodium purum*'da belirlendi. Ti'un en yüksek değeri *Bryum capillare*'de en düşük değeri ise *Pleurozium schreberi*'de belirlendi. Fe'in en yüksek değeri *Bryum capillare*'de, en düşük değeri ise *Pleurozium schreberi*'de belirlendi. Sr'nin en yüksek değeri *Brachythecium mildeanum*'da, en düşük değeri ise *Leucodon sciuroides*'de ve *Plagiothecium succulentum*'da belirlendi. Sn'in en yüksek değeri *Bryum capillare*'de, en düşük değeri ise *Thuidium tamariscinum* ve *Brachythecium mildeanum*'da belirlendi. Ba'un en yüksek değeri *Rhytidiadelphus squarrosus*'da, en düşük değeri *Pleurozium schreberi*'de belirlendi.

Yukarıdaki sonuçlara göre, beş elementin (Ti, Fe, Cu, Zn, Sn) en yüksek değerleri *Bryum capillare*'de belirlenirken, dört elementin (K, Cr, Ni, Ba) en yüksek değerleri *Rhytidiadelphus squarrosus* belirlendi. Dört elementin (K, Ti, Fe, Ba) en düşük değerleri *Pleurozium schreberi*'de belirlendi. Üç elementinde (Na, Mg, Co) en düşük değerleri *Thuidium tamariscinum*'da belirlendi.

Karayosunlarında P'in en yüksek değerine Derepazarı-İyidere'de, en düşük değerine Çarşamba-Tekkeköy'de rastlanmıştır. K'un en yüksek değerine Çayeli-Rize'de, en düşük değerine Çarşıbaşı'nda rastlanmıştır. Ca'un en yüksek değerine Rize-Derepazarı'nda, en düşük değerine Fındıklı-Ardeşen'de rastlanmıştır. Ti'un en yüksek değerine Çarşamba-Tekkeköy'de, en düşük değerine Hopa-Arhavi'de rastlanmıştır. Fe'in en yüksek değerine Pazar'da, en düşük değerine Trabzon-Akçaabat'da rastlanmıştır. Sr'in en yüksek değerine Perşembe-Fatsa'da, en düşük değerine Çarşıbaşı'nda rastlanmıştır. Sn'in en yüksek değerine Araklı'da, en düşük değerine Piraziz-Gülyalı'da rastlanmıştır. Ba'un en yüksek değerine Çarşamba-Tekkeköy'de, en düşük değerine Çarşıbaşı'nda rastlanmıştır. Na'un en yüksek değerine Samsun'da, en düşük değerine Pazar'da rastlanmıştır. Mg'un en yüksek değerine Samsun'da, en düşük değerine Hopa-Arhavi'de rastlanmıştır. Cr'un en yüksek değerine Çarşamba'da, en düşük değerine Arhavi-Fındıklı'da rastlanmıştır. Mn'in en yüksek değerine Pazar'da, en düşük değerine Hopa-Arhavi'de rastlanmıştır. Co'ın en yüksek değerine Çarşamba-Tekkeköy'de, en düşük değerine Bulancak'ta rastlanmıştır. Ni'in en yüksek değerine Çarşamba'da, en düşük değerine Hopa'da rastlanmıştır. Cu'ın en

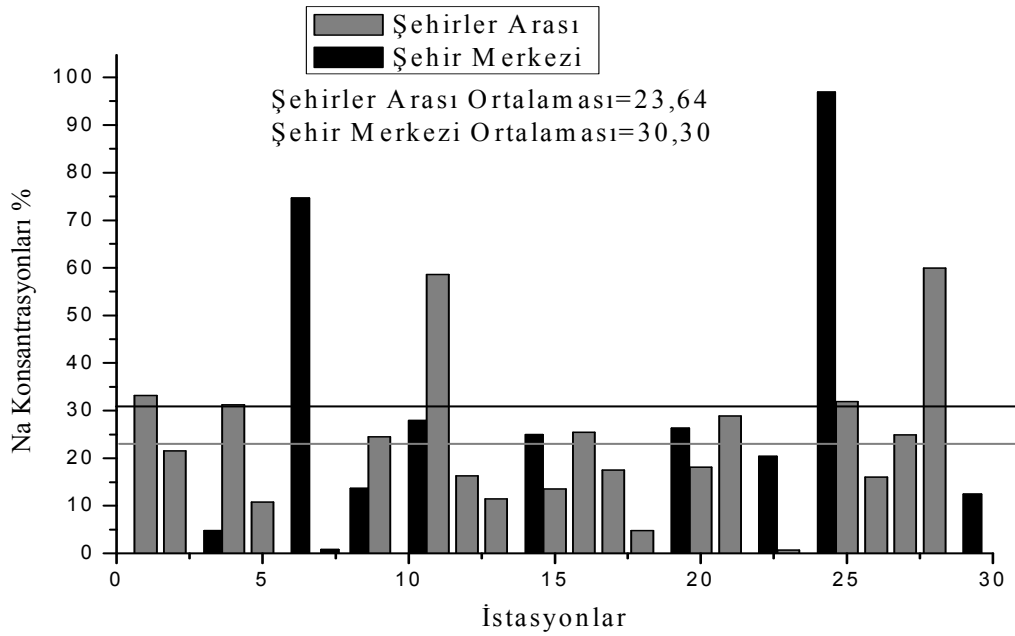
yüksek değerine Fındıklı-Ardeşen’de, en düşük değerine Arsin’de rastlanmıştır. Zn’nun en yüksek değerine Pazar Çayeli’nde, en düşük değerine Bulancak-Piraziz’de rastlanmıştır. Pb’un en yüksek değerine Tekkeköy-Samsun’da, en düşük değerine Arhavi’de rastlanmıştır.

Likenlerde K’un en yüksek değerine Eynesil-Görece’de, en düşük değerine Artvin-Hopa’da rastlanmıştır. Ca’un en yüksek değerine Eynesil’de, en düşük değerine Perşembe-Fatsa’da rastlanmıştır. Ti’un en yüksek değerine Trabzon’da, en düşük değerine Fındıklı-Ardeşen’de rastlanmıştır. Fe’in en yüksek değerine Gülyalı-Ordu’da, en düşük değerine Giresun’da rastlanmıştır. Sn’in en yüksek değerine Rize’de, en düşük değerine Gülyalı-Ordu’da rastlanmıştır. Ba’un en yüksek değerine Eynesil-Görece’de, en düşük değerine Artvin-Hopa’da rastlanmıştır. Na’un en yüksek değerine Rize’de, en düşük değerine Gülyalı-Ordu’da rastlanmıştır. Mg’un en yüksek değerine Ordu’da, en düşük değerine gülyalı-Ordu’da rastlanmıştır. Cr’un en yüksek değerine Rize’de, en düşük değerine Giresun-Bulancak’da rastlanmıştır. Mn’in en yüksek değerine Giresun’da, en düşük değerine Giresun-Bulancak’da rastlanmıştır. Co’nun en yüksek değerine Espiye-Keşap’da, en düşük değerine Ordu-Perşembe’de rastlanmıştır. Ni’in en yüksek değerine Rize’de, en düşük değerine Giresun-Bulancak’da rastlanmıştır. Cu’nun en yüksek değerine Rize’de, en düşük değerine Çarşamba-Terme’de rastlanmıştır. Zn’nun en yüksek değerine Giresun’da, en düşük değerine Of’da rastlanmıştır. Pb’un en yüksek değerine Samsun’da, en düşük değerine Gülyalı-Ordu’da rastlanmıştır.

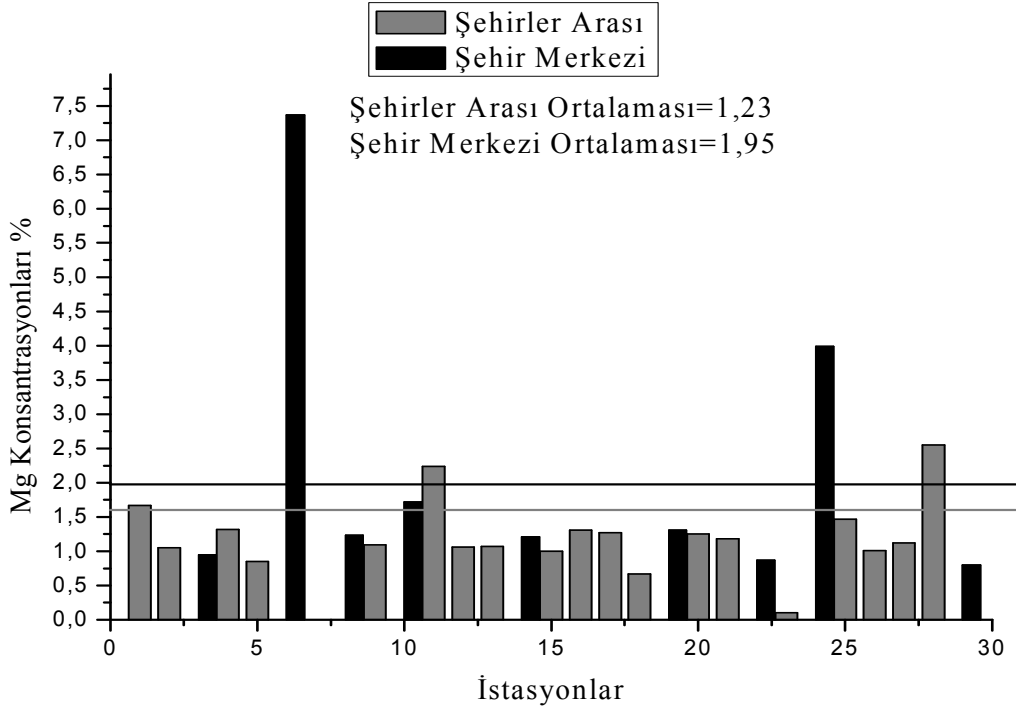


Şekil 55. Karayosunlarında Pb konsantrasyonunun kirlilik haritası

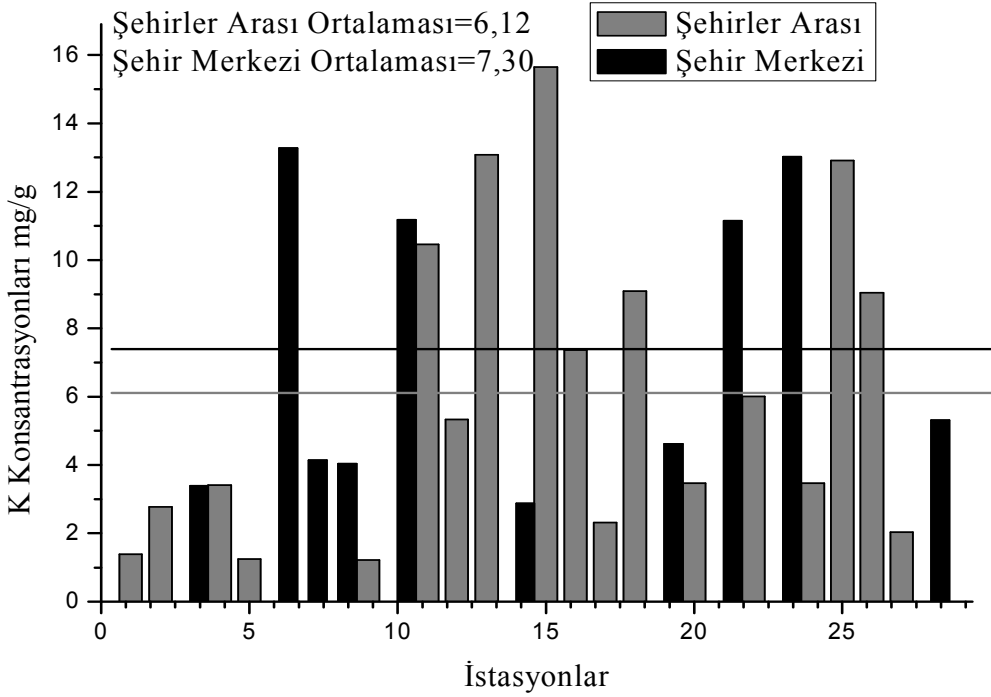
Liken numunelerindeki 15 elementin konsantrasyonları Tablo 28 ve Tablo 32’de verilmektedir, belirlenen elementlerin konsantrasyonlarına ait şekillerde Şekil 55-69’da verilmektedir. Şehirler arasından toplanan numunelere göre şehir merkezlerinden toplanan numunelerdeki element konsantrasyonları, Ca ve Fe hariç oldukça yüksektir. Bu duruma da endüstriyel faaliyetler, şehirleşme, sahil karayolu, tarımdaki gübreleme gibi etkenler neden olmaktadır. Diğer taraftan bazı yerlerdeki Ca ve Fe’nin mevcudiyeti Ca’un ve Fe’nin toprakta bol bulunan bir element olmasından kaynaklanmaktadır. Liken numunelerinde, karayosunlardan farklı olarak P ve Sr belirlenemedi.



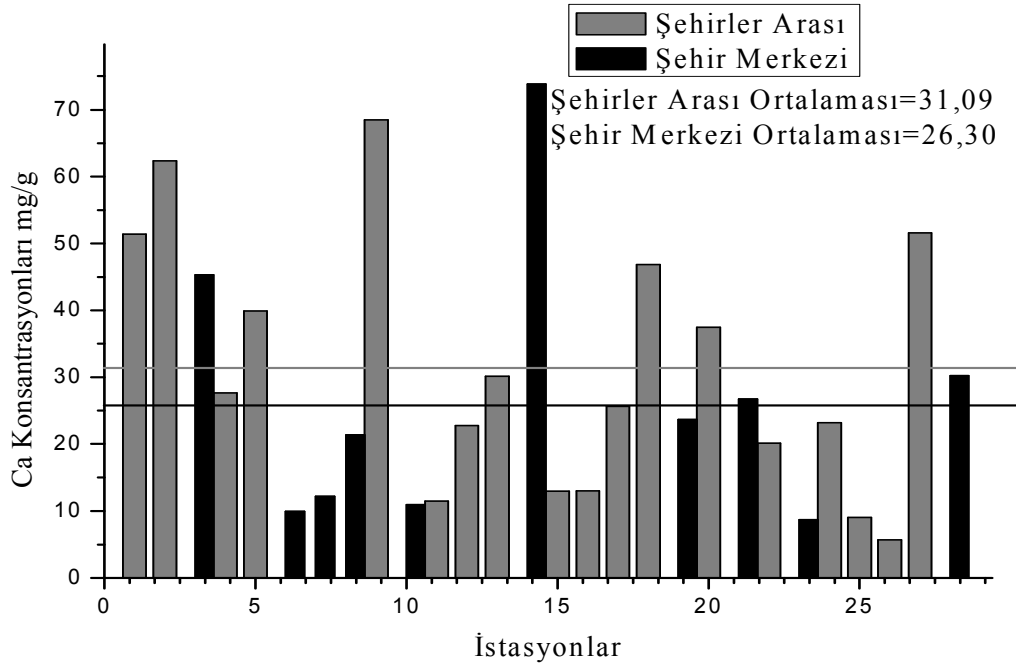
Şekil 56. Likenlerde Na konsantrasyonu



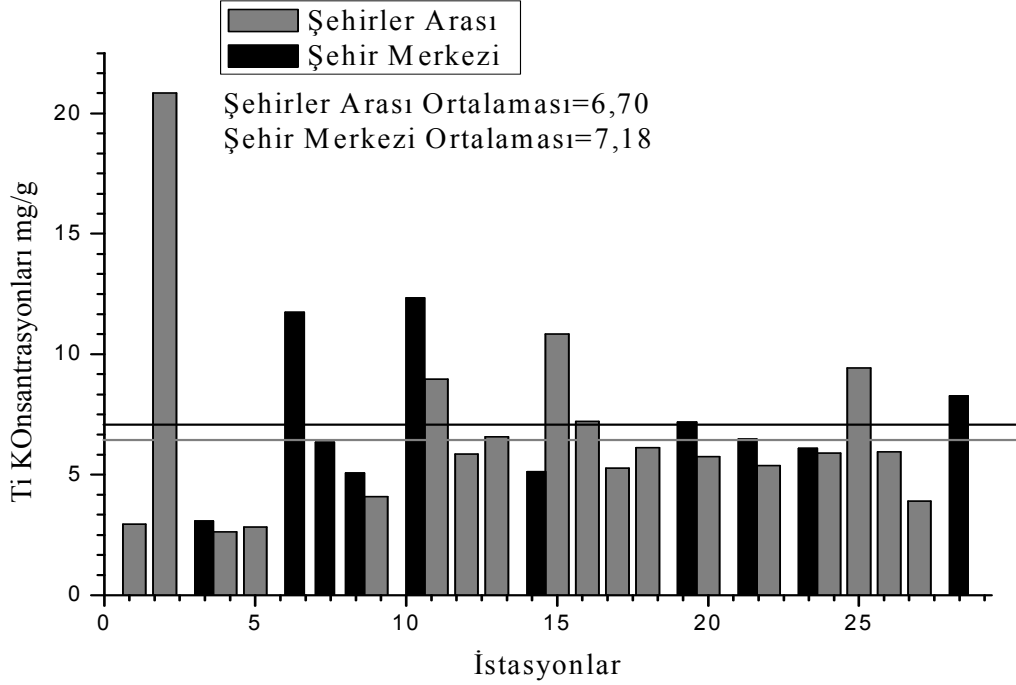
Şekil 57. Likenlerde Mg konsantrasyonu



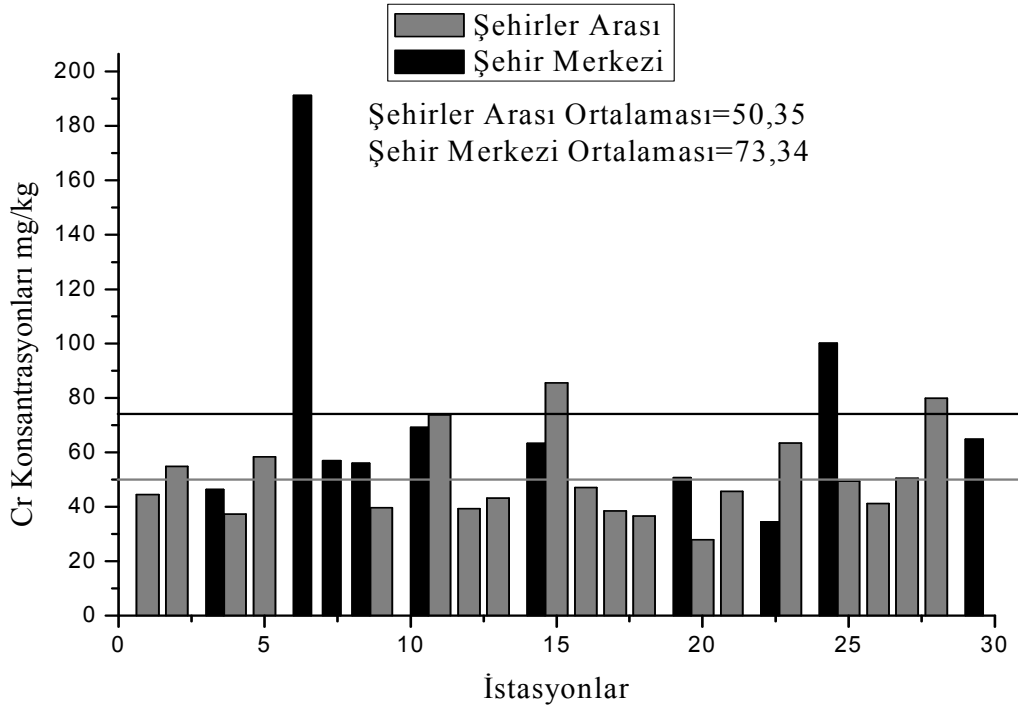
Şekil 58. Likenlerde K konsantrasyonu



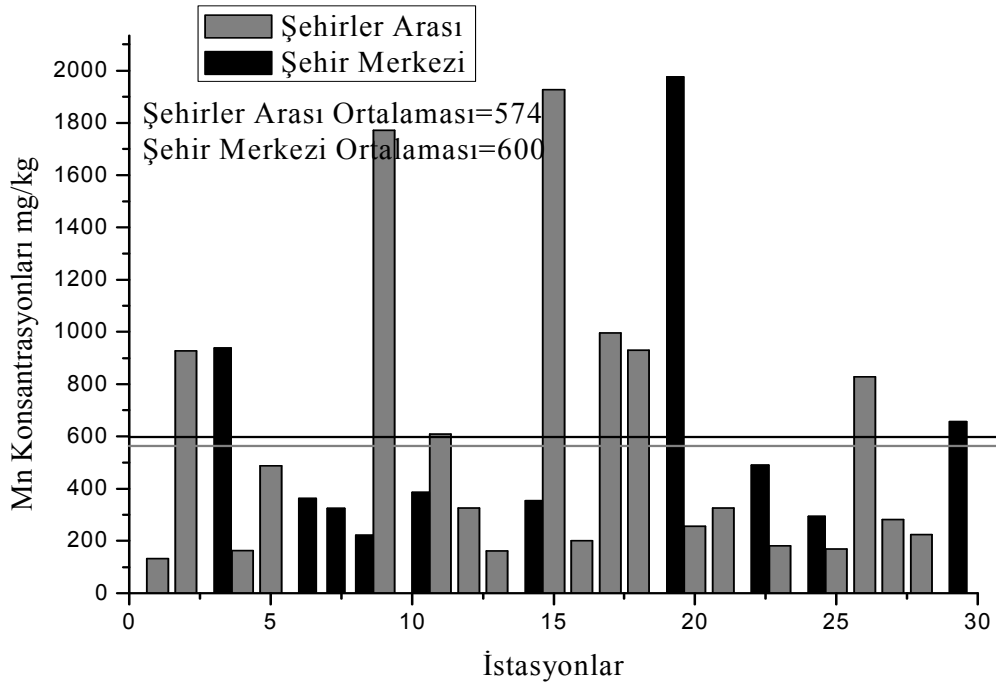
Şekil 59. Likenlerde Ca konsantrasyonu



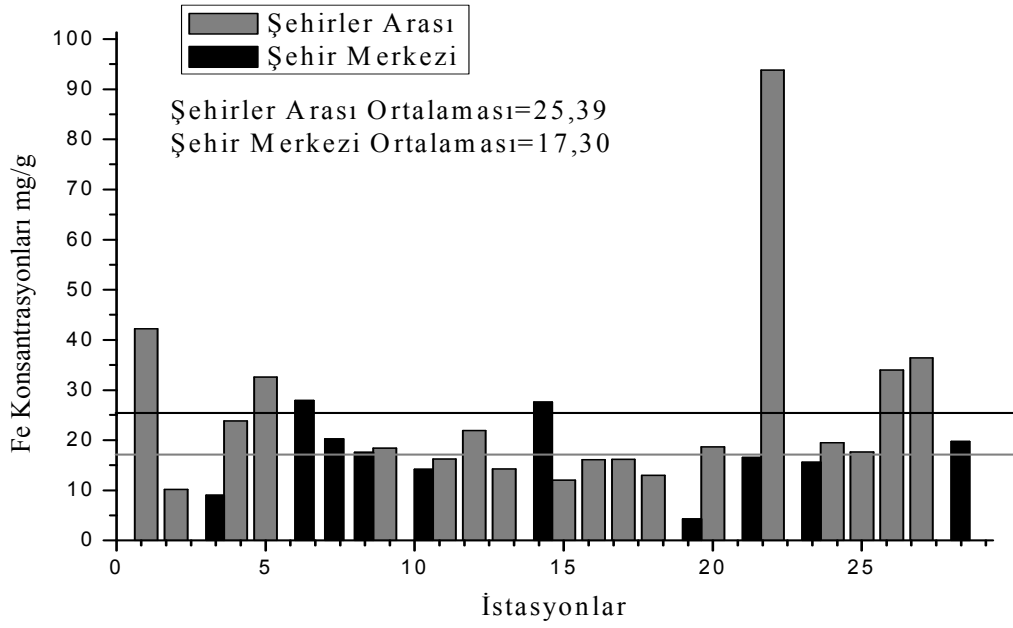
Şekil 60. Likenlerde Ti konsantrasyonu



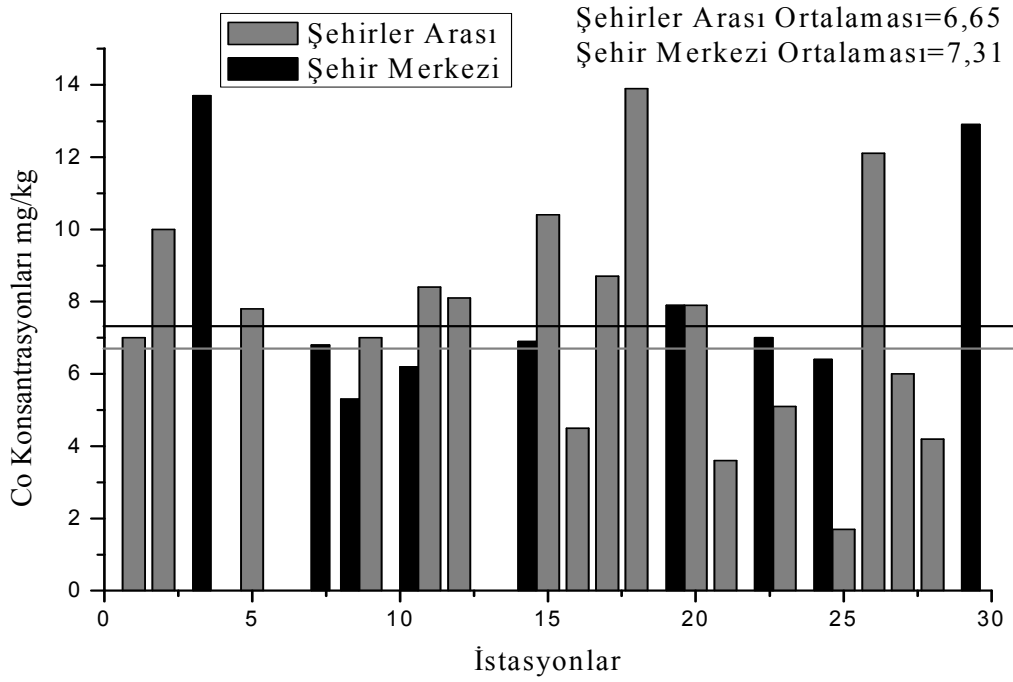
Şekil 61. Likenlerde Cr konsantrasyonu



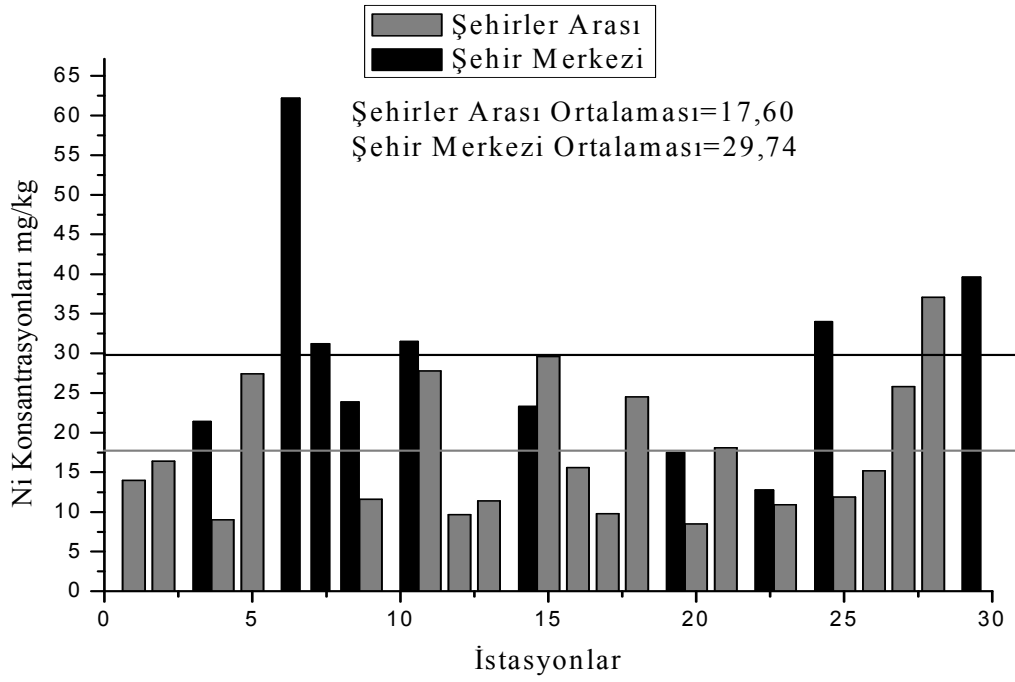
Şekil 62. Likenlerde Mn konsantrasyonu



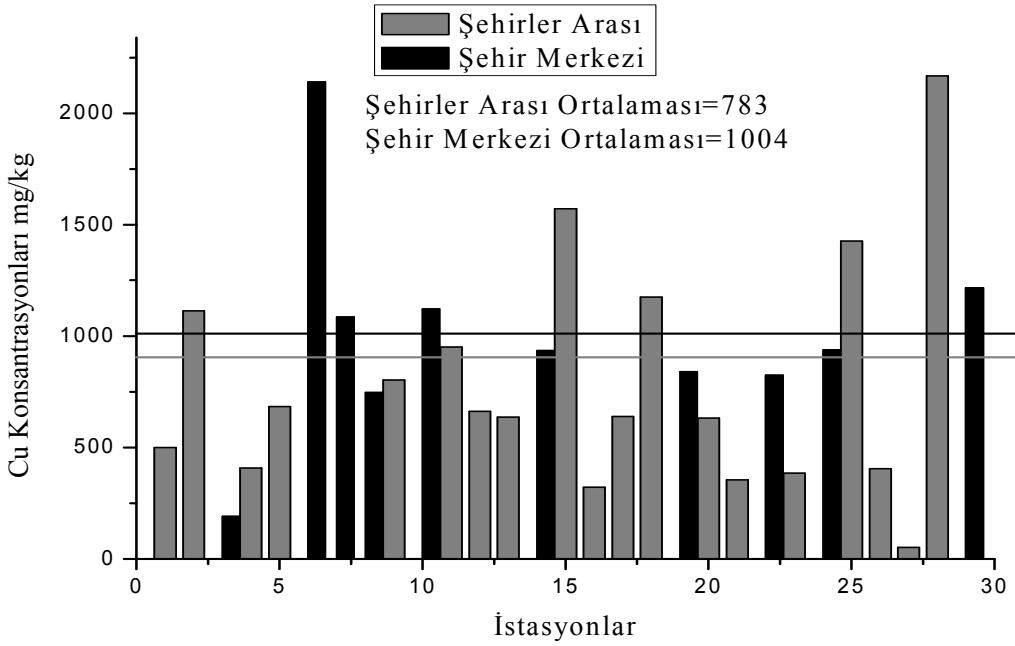
Şekil 63. Likenlerde Fe konsantrasyonu



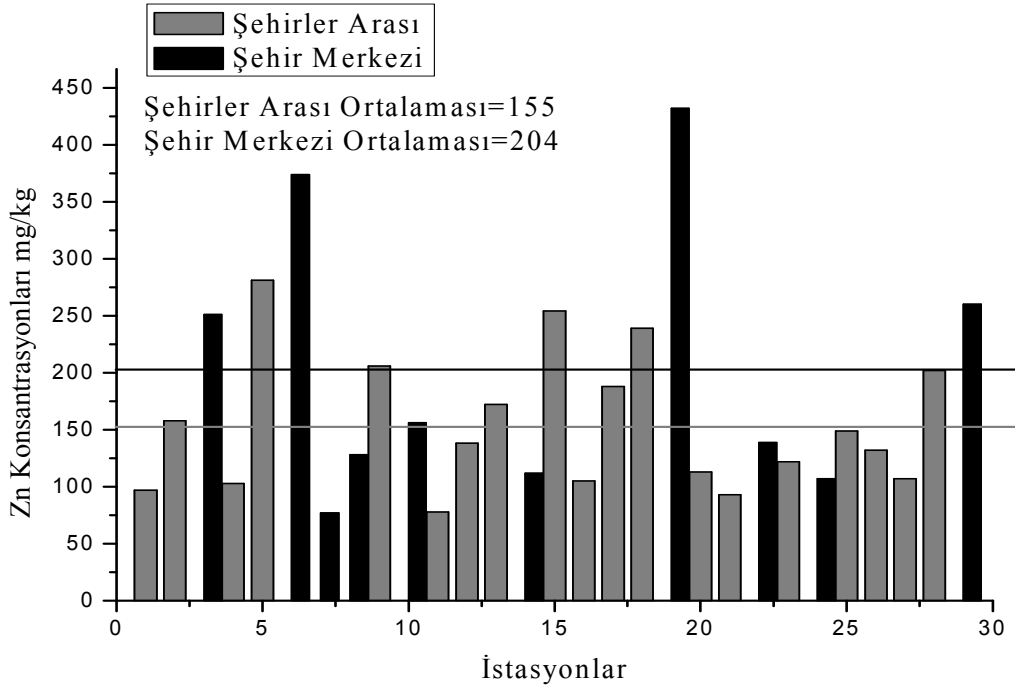
Şekil 64. Likenlerde Co konsantrasyonu



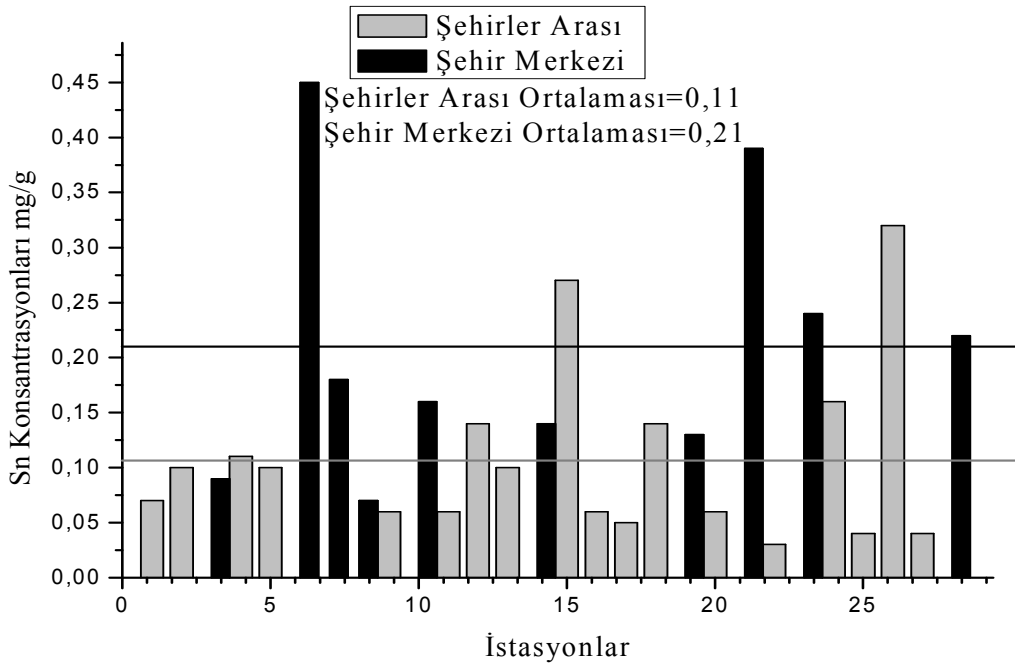
Şekil 65. Likenlerde Ni konsantrasyonu



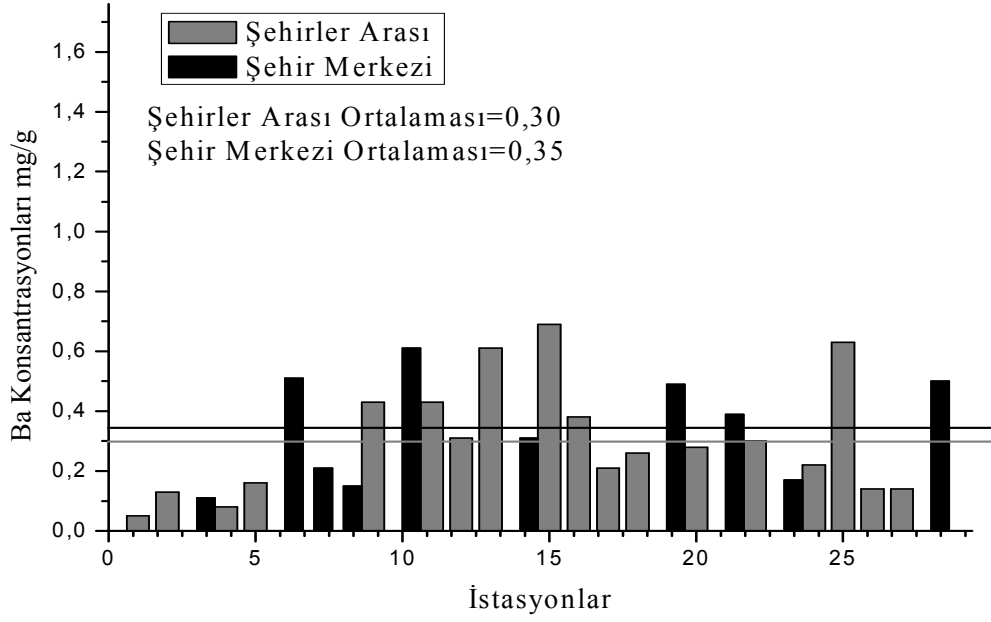
Şekil 66. Likenlerde Cu konsantrasyonu



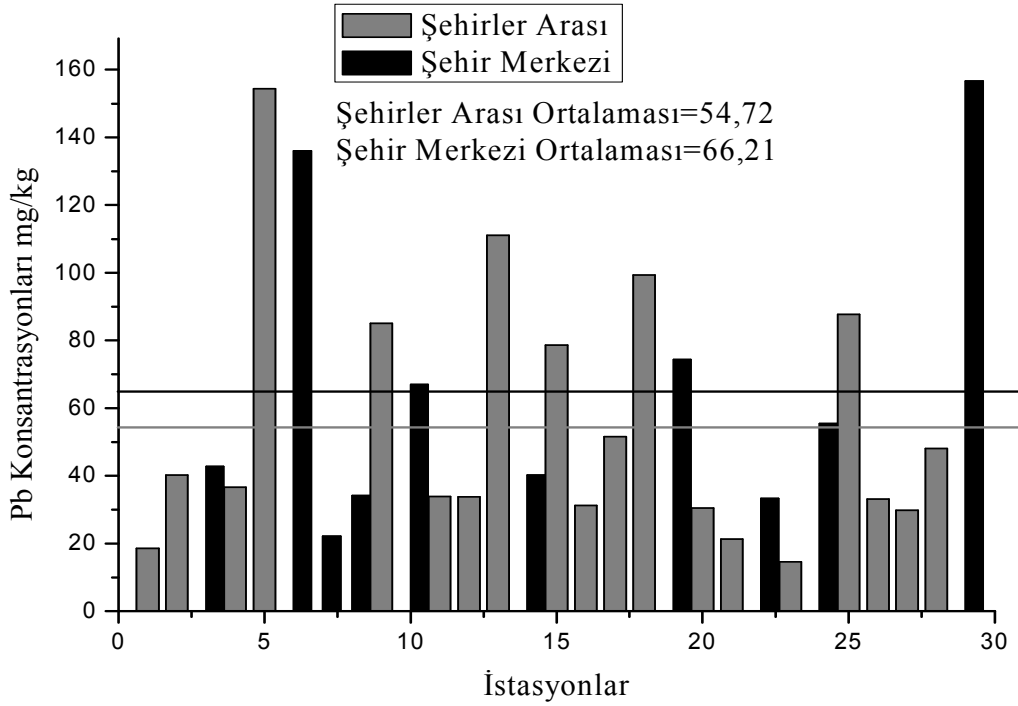
Şekil 67. Likenlerde Zn konsantrasyonu



Şekil 68. Likenlerde Sn konsantrasyonu



Şekil 69. Likenlerde Ba konsantrasyonu



Şekil 70. Likenlerde Pb konsantrasyonu

Analizler neticesinde likenlerde belirlenen element konsantrasyonları, Na şehirler arası ortalaması %23,64, şehir merkezi ortalaması %30,30 ve kontrol bölgesi %21,94 olarak belirlendi. Mg şehirler arası ortalaması %1,23, şehir merkezi ortalaması %1,30 ve kontrol bölgesi %1,05 olarak belirlendi. K şehirler arası ortalaması 6,12 mg/g, şehir merkezi ortalaması 7,30 mg/g ve kontrol bölgesi 2,92 mg/g olarak belirlendi. Ca şehirler arası ortalaması 31,09 mg/g, şehir merkezi ortalaması 26,30 mg/g ve kontrol bölgesi 26,17 mg/g olarak belirlendi. Ti şehirler arası ortalaması 6,70 mg/g, şehir merkezi ortalaması 7,18 mg/g ve kontrol bölgesi 0,37 mg/g olarak belirlendi. Cr şehirler arası ortalaması 50,35 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 73,34 mg/kg ve kontrol bölgesi 40,45 mg/kg olarak belirlendi. Mn şehirler arası ortalaması 574 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 600 mg/kg ve kontrol bölgesi 210 mg/kg olarak belirlendi. Fe şehirler arası ortalaması 25,39 mg/g, şehir merkezi ortalaması 17,30 mg/g ve kontrol bölgesi 8,66 mg/g olarak belirlendi. Co şehirler arası ortalaması 6,65 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 17,30 mg/kg ve kontrol bölgesi 4,15 mg/kg olarak belirlendi. Ni şehirler arası ortalaması 17,60 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 29,74 mg/kg ve kontrol bölgesi 16,8 mg/kg olarak belirlendi. Cu şehirler arası ortalaması 783 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 1004 mg/kg ve kontrol bölgesi 615,5 mg/kg olarak belirlendi. Zn şehirler arası ortalaması 155 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 204 mg/kg ve kontrol bölgesi 155 mg/kg olarak belirlendi. Sn şehirler arası ortalaması 0,11 mg/g, şehir merkezi ortalaması 0,21 mg/g ve kontrol bölgesi 0,06 mg/g olarak belirlendi. Ba şehirler arası ortalaması 0,30 mg/g, şehir merkezi ortalaması 0,35 mg/g ve kontrol bölgesi 0,18 mg/g olarak belirlendi. Pb şehirler arası ortalaması 54,72 mg/kg, şehir merkezi ortalaması 66,21 mg/kg ve kontrol bölgesi 47,9 mg/kg olarak belirlendi.

Yukarıdaki sonuçlardan da görüldüğü gibi, Ca ve Fe hariç diğer bütün elementlerin şehir merkezi değerleri, şehirler arası ve kontrol bölgesi değerlerinden oldukça yüksektir, Ca ve Fe ise şehirler arası ortalamaları şehir merkezi ortalamalarından daha yüksek çıkmıştır bunda sebebi bu elementler toprak kökenlidirler bu sonuçları bundan etkilenmiş olabilir. Bu sonuçlarda bize bölgedeki şehirleşmenin ve Sarp-Samsun sahil karayolunun çevreyi ve bölge insanını nasıl etkilediğini göstermektedir

Karayosunu analizlerinde belirlenen P ve Sr elementleri likenlerdeki numunelerde belirlenemedi. Diğer taraftan karayosunu analizlerinde kontrol bölgesi değerleri şehir merkezi değerlerinden yüksek belirlenen Na ve Mg'un liken analizlerindeki kontrol bölgesi değerleri şehir merkezi değerlerinden daha düşük belirlendi.

EDXRF ile analizleri yapılan liken türlerine ait elementlerin türlere göre dağılımı Tablo 35 ve 36'da verilmektedir. Buna göre K'un en yüksek değeri *Xanthoria parietina*'da, en düşük değeri ise *Xanthoparmelia conspersa*'da belirlendi. Ca'un en yüksek değeri *Xanthoparmelia conspersa*'da, en düşük değeri ise *Xanthoria parietina*'da belirlendi. Ti'un en yüksek değeri *Xanthoparmelia conspersa*'da, en düşük değeri ise *Flavoparmelia caperata*'da belirlendi. Fe'nin en yüksek değeri *Parmotrema perlatum*'da, en düşük değeri ise *Xanthoparmelia conspersa*'da belirlendi. Sn'nin en yüksek değeri *Physcia adscendens*'de, en düşük değeri ise *Flavoparmelia caperata*'da belirlendi. Ba'un en yüksek değeri *Xanthoria parietina*'da, en düşük değeri ise *Xanthoparmelia conspersa*'da belirlendi.

AAS ile analizleri yapılan liken numunelerindeki elementlerin türlere göre dağılımı Tablo 39 ve 40'da verilmektedir. Buna göre, Na'un en yüksek değeri *Physcia adscendens*'de, en düşük değeri ise *Parmotrema perlatum*'da belirlendi. Mg'un en yüksek değeri *Physcia adscendens*'de, en düşük değeri ise *Parmotrema perlatum*'da belirlendi. Cr'un en yüksek değeri *Physcia adscendens*'de, en düşük değeri ise *Flavoparmelia caperata*'da belirlendi. Mn'in en yüksek değeri *Xanthoparmelia conspersa*'da, en düşük değeri ise *Xanthoria parietina*'da belirlendi. Co'nun en yüksek değeri *Xanthoparmelia conspersa*'da, en düşük değeri ise *Xanthoria parietina*'da belirlendi. Ni'in en yüksek değeri *Xanthoria parietina*'da, en düşük değeri ise *Xanthoparmelia conspersa*'da belirlendi. Cu'nun en yüksek değeri *Xanthoria parietina*'da, en düşük değeri ise *Parmotrema perlatum*'da belirlendi. Zn'nun en yüksek değeri *Physcia adscendens*'de, en düşük değeri ise *Parmotrema perlatum*'da belirlendi. Pb'un en yüksek değeri *Physcia adscendens*'de, en düşük değeri ise *Parmotrema perlatum*'da belirlendi.

Yukarıdaki sonuçlara göre, altı elementin (Na, Mg, Cr, Zn, Sn, Pb) en yüksek değerleri *Physcia adscendens*'de belirlendi. Dört elementin (K, Ni, Cu, Ba) en yüksek değerleri *Xanthoria parietina*'da belirlendi. Dört elementin (Ca, Ti, Mn, Co) en yüksek değerleri *Xanthoparmelia conspersa*'da belirlendi. Beş elementin (Na, Mg, Cu, Zn, Pb) en düşük değerleri *Parmotrema perlatum*'da belirlendi. Dört elementin (K, Fe, Ni, Ba) en düşük değerleri *Xanthoparmelia conspersa*'da belirlendi.

Likenlerde K'un en yüksek değerine Eynesil-Görece'de, en düşük değerine Artvin-Hopa'da rastlanmıştır. Ca'un en yüksek değerine Eynesil'de, en düşük değerine Perşembe-Fatsa'da rastlanmıştır. Ti'un en yüksek değerine Trabzon'da, en düşük değerine Fındıklı-Ardeşen'de rastlanmıştır. Fe'in en yüksek değerine Gülyalı-Ordu'da, en düşük değerine

Giresun'da rastlanmıştır. Sn'in en yüksek değerine Rize'de, en düşük değerine Gülyalı-Ordu'da rastlanmıştır. Ba'un en yüksek değerine Eynesil-Görece'de, en düşük değerine Artvin-Hopa'da rastlanmıştır. Na'un en yüksek değerine Rize'de, en düşük değerine Gülyalı-Ordu'da rastlanmıştır. Mg'un en yüksek değerine Ordu'da, en düşük değerine gülyalı-Ordu'da rastlanmıştır. Cr'un en yüksek değerine Rize'de, en düşük değerine Giresun-Bulancak'da rastlanmıştır. Mn'in en yüksek değerine Giresun'da, en düşük değerine Giresun-Bulancak'da rastlanmıştır. Co'nin en yüksek değerine Espiye-Keşap'da, en düşük değerine Ordu-Perşembe'de rastlanmıştır. Ni'in en yüksek değerine Rize'de, en düşük değerine Giresun-Bulancak'da rastlanmıştır. Cu'nin en yüksek değerine Rize'de, en düşük değerine Çarşamba-Terme'de rastlanmıştır. Zn'nun en yüksek değerine Giresun'da, en düşük değerine Of'da rastlanmıştır. Pb'un en yüksek değerine Samsun'da, en düşük değerine Gülyalı-Ordu'da rastlanmıştır.

EDXRF ile analiz yapılan kontrol bölgesinden toplanan karayosunları ve likenlerin listesi Tablo 7 ve Tablo 8'de verilmektedir. Kontrol bölgesinden toplanan karayosunu ve likenlerin element konsantrasyonları ise Tablo 27 ve Tablo 28'de verilmektedir. P ve Sr elementleri bu numunelerde hiç belirlenemedi. İki toprak numunesinde Cu ve Y belirlendi. Kontrol bölgesinden toplanan karayosunu ve liken örneklerindeki element konsantrasyonları sarp-samsun sahil karayolu çevresindeki karayosunları ve likenlerdeki element konsantrasyonlarından oldukça düşük olduğu belirlendi.

Karayosunu ve liken numunelerindeki bazı elementlerin konsantrasyonları çok yüksek veya çok düşük miktarlarda belirlendi. Bu seviyelerdeki farklılıklar, karayosunları ve likenlerin anatomik ve morfolojik özellikleri ile ilişkilidir, metal absorblama yeteneği, yüzey alanı, hücreler arası alanın genişliği, yüksek hücre zarı geçirgenliği, PH, atmosferdeki elementel konsantrasyon, nem, baskın rüzgarların yönü ve diğer iklimsel faktörler karayosunlarındaki ve likenlerdeki metal konsantrasyonlarını değişik şekillerde etkilemektedir.

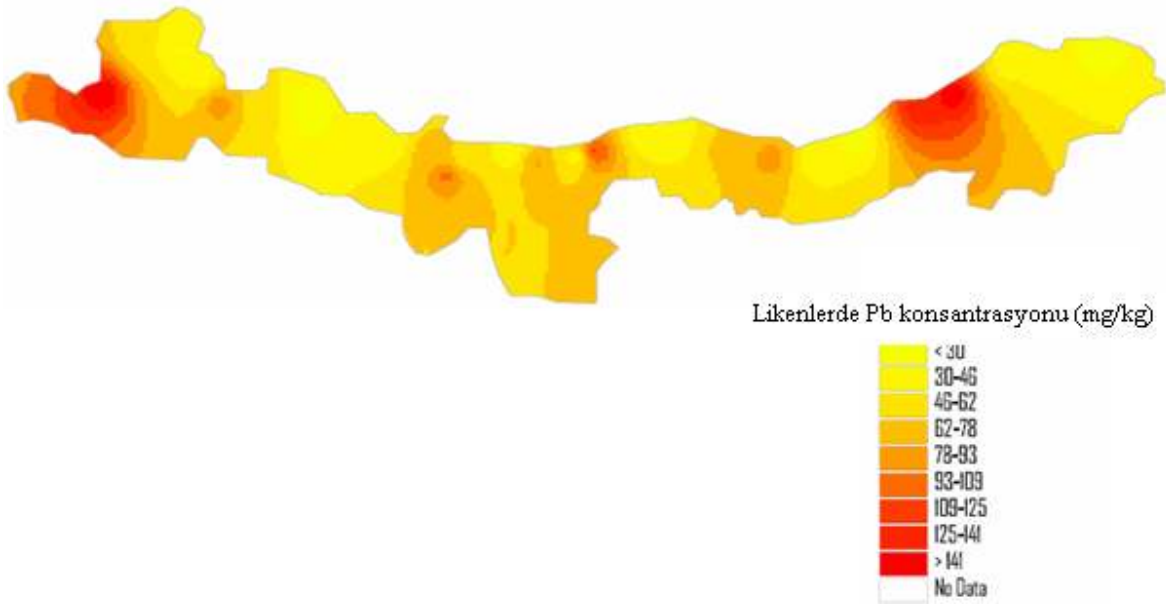
AAS analiz yapılan karayosunu numunelerindeki 9 elementin konsantrasyonları Tablo 29 ve Şekil 52-60'da verilmektedir. Şehirler arasından toplananlara göre şehir merkezinden toplananlardaki element konsantrasyonları (Co, Ni, Cr, Ca) hariç oldukça yüksektir. Bu durumda şehirleşme, endüstrileşme, sahil karayolu ulaşımı gibi etkenler neden olmaktadır. Co, Ni, Cr, Ca'da ise şehir merkezi ortalamaları ile şehirler arası ortalamaları oldukça yakındır.

AAS analizleri yapılan liken numunelerindeki 9 elementin konsantrasyonları Tablo 30 ve Şekil 61–69 verilmektedir. Buna göre şehirler arasından toplananlara göre şehir merkezlerinden toplananlardaki element konsantrasyonları oldukça yüksektir. Bu durumda şehirleşme, endüstrileşme, sahil karayolu gibi faktörler neden olmaktadır.

Ba ve Ca araba fren sistemlerinde kullanılan önemli elementlerdir (Garg vd., 2000 ve Zechmeister vd., 2005). Ca topraktada bol miktarda bulunmaktadır. Fe ve Sn ağır metal'dir. Na, Mg, P, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Ni, Fe ve Ba yer kabuğunda doğal olarak bulunmaktadır. Sr, Sn, Cu, Y, Zn, Co, Cd ve Pb ise yer kabuğunda doğal olarak bulunmamaktadır.

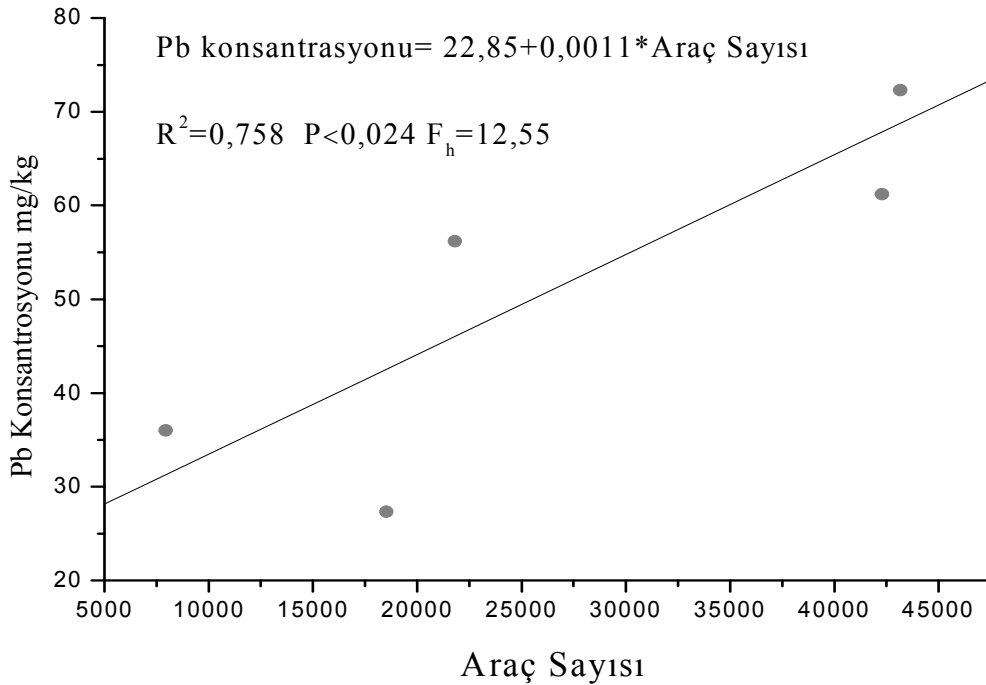
Kurşunun ana kaynağı endüstrileşme ve kurşunlu yakıtların kullanılmasıdır. Kurşun kirliliği nüfus yoğunluğu ve şehirleşme ile ilişkilidir. Kurşun yetişkinlerde kan basıncının ve kardiovasküler hastalıkların artmasına neden olmakta, çocuklarda ise idrak gelişiminin ve zihinsel performansın azalmasına neden olmaktadır (Commission of the European communities, 2001). Kurşun toksik bir elementdir ve kemik, karaciğer, böbrek, pankreas, kalp, beyin ve sinir sistemi gibi doku ve organlar üzerinde toksik etki yapmaktadır (URL-2, 2004).

Kadmiyum da toksik bir elementdir ve Renal böbrek korteksi (zarı), kalp, beyne giden kan damarları, beynin iştah ve koku merkezi, tüm kanser tiplerinin olduğu her yerde toksik etki yapmaktadır (URL-2, 2004).



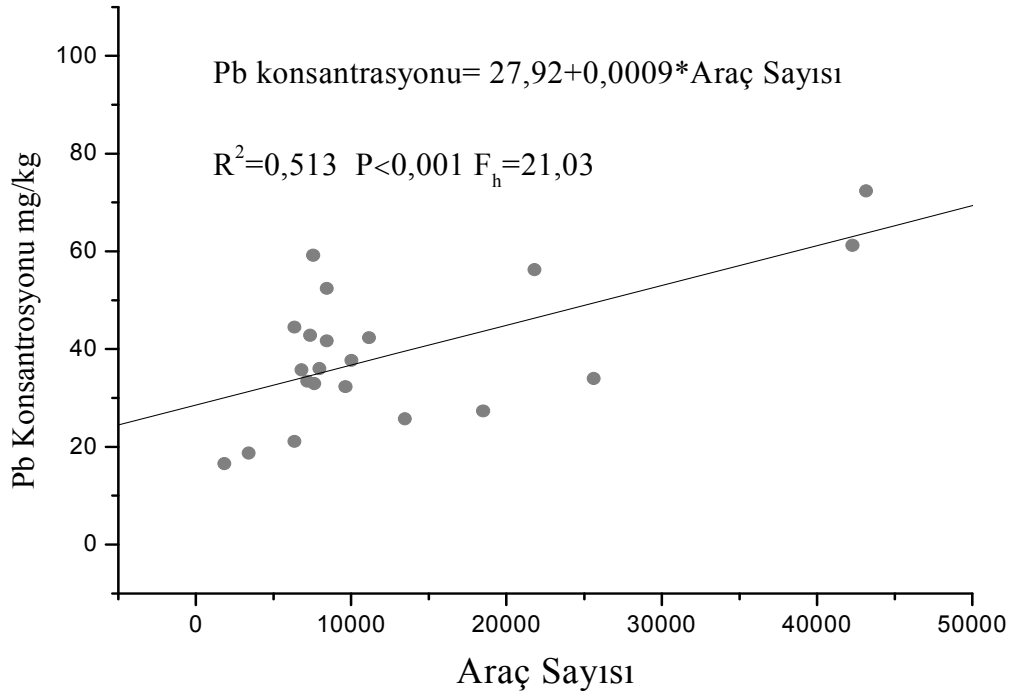
Şekil 71. Likenlerde Pb konsantrasyonunun kirlilik haritası

Karayosunlarının element tutma kapasiteleri ile ilgili modelleme çalışmasında bulunan değerler Tablo 41’de verilmektedir. Buna göre, Karayosunlarının Pb elementi tutabilme kapasiteleri ile ilgili yapılan bu çalışmada kullanılan altı tür karayosununun en fazla Pb elementi tutabilenleri sırasıyla *Eurhynchium striatum*, *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi*, *Eurhynchium striatulum*, *Thuidium tamariscinum*, *Homalothecium sericeum* olarak belirlendi. Böyle bir modelleme çalışması, çevre kirliliğinin belirlenmesi çalışmalarında sıklıkla kullanılan karayosunlarının bu tür çalışmalardaki verimliliği açısından son derece faydalı olacaktır.



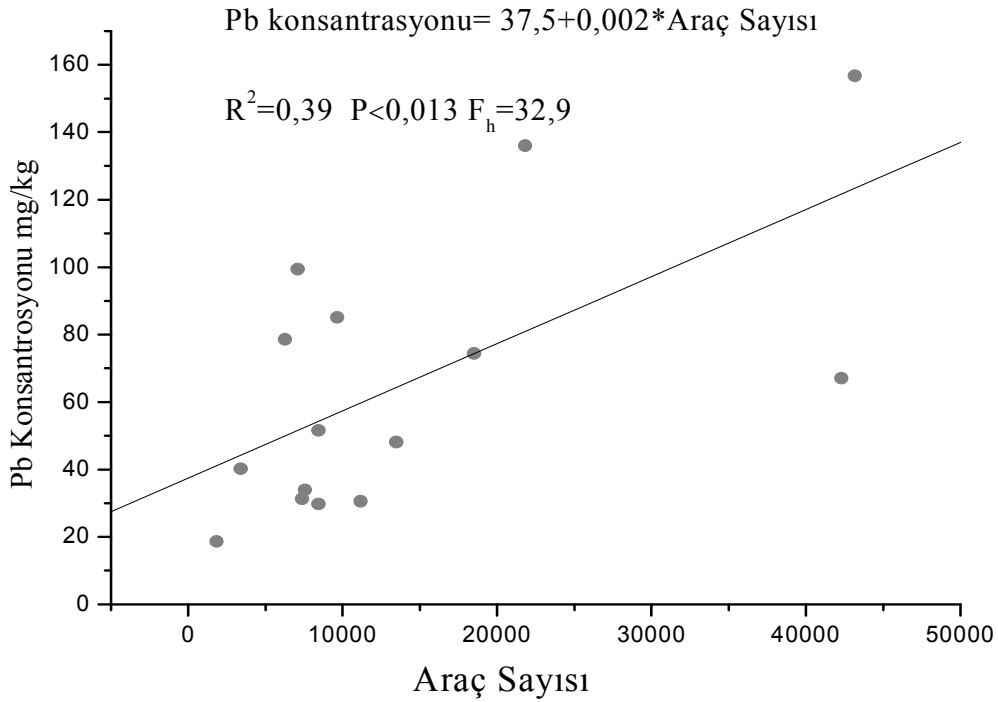
Şekil 72. Karayosunlarında şehir merkezi araç sayısı ile kurşun miktarı arasındaki istatistiksel grafik

Şehir merkezlerindeki karayosunlarındaki kurşun miktarı ile araç sayısı arasında Kurşun Konsantrasyonu = 22,85 + 0,0011 * Araç sayısı biçiminde doğrusal bir ilişki belirlenmiştir. Regresyon denkleminin ilişkin F istatistiği 12,55 olup $p < 0,05$ önem değeri ile anlamlıdır. Denklemin belirtme katsayısı 0,758 olduğundan araç sayısı ile kurşun miktarı arasında oldukça yüksek bir ilişki olduğu buradan söylenebilir.



Şekil 73. Karayosunlarında Sarp-Samsun sahil karayolundaki araç sayısı ile kurşun miktarı arasındaki istatistiksel grafik

Sarp-Samsun sahil karayolu çevresindeki karayosunlarındaki Pb miktarının istatistiksel analizleri sonucunda Kurşun Konsantrasyonu = $27,92 + 0,0009 * \text{Araç Sayısı}$ biçiminde doğrusal bir ilişki belirlenmiştir. Regresyon denkleminin F istatistiği 21,03 olup, $p < 0,001$ önem değeri ile anlamlıdır. Denklemin belirtme katsayısı 0,513 olduğundan araç sayısı ile kurşun miktarı arasında %51,3 oranında bir ilişki olduğu söylenebilir.



Şekil 74. Likenlerde Sarp-Samsun sahil karayolundaki araç sayısı ile kurşun miktarı arasındaki istatistiksel grafik

Sarp-Samsun sahil karayolu çevresindeki likenlerdeki Pb miktarının istatistiksel analizleri sonucunda Kurşun konsantrasyonu = $37,5 + 0,002 * \text{Araç Sayısı}$ biçiminde doğrusal bir ilişki belirlenmiştir. Regresyon denkleminin ilişkin F istatistiği 8,32 olup $p < 0,013$ önem değeri ile anlamlıdır. Denklemin belirtme katsayısı 0,39 olduğundan kurşun miktarı ile araç sayısı arasında %39 oranında bir bağıntı olduğu söylenebilir.

Aşağıdaki Tablo 42’de dünyada yapılan bazı çalışmalarla bizim çalışmamızda belirlenen kirleticilik özelliği bulunan bazı elementler verilmektedir.

Tablo 42. Dünyadaki bazı çalışmalarla, bizim çalışmamızda elde edilen bazı elementlerin sonuçları

Çalışma Yeri	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Hindistan, 2003	61,85	572,7	722,2	366,6	20	600
Hollanda, 2004	166			16,6		14,6
Finlandiya, 2000	1,25	1,83	3,96	28,8	0,12	3,37
Macaristan, 2003	2,8	5,0	11,8	52	0,9	19,5
Polonya, 1995	1,5	1,4	7,6	43	0,44	13,6
Almanya, 1995	1,4	1,6	9,4	53,9	0,29	7,8
İsveç, 1995	0,57	1,1	4,5	39,9	0,19	6
Norveç, 1995	1,05	1,6	5,2	37,7	0,13	5,8
Türkiye, 2006	57	20,75	1044,77	276,93	23,5	44

(Banerjee 2003, Wolterbeek 2004, Poikolainen 2004, Ötvös 2003, Grodzinska 2001)

Yukarıdaki tabloya göre, Cr miktarı Hollanda ve Hindistan'dan sonra en yüksek bizde, Ni miktarı Hindistan'dan sonra en yüksek bizde, Cu miktarı en yüksek bizde, Zn miktarı Hindistan'dan sonra en yüksek bizde, Cd en yüksek bizde, Pb miktarı Hindistan'dan sonra en yüksek bizdedir. Bu sonuçlara bakıldığında, Türkiye'de AB standartlarını yakalayabilmek için, çevre duyarlılığı konusunda yapılması gereken çok şey olduğu görülmektedir.

Yapılan bu çalışma bölgede ilk defa yapılmaktadır ve Türkiye'de de bu kadar büyük bir alan ilk defa bu kadar kapsamlı çalışılmaktadır. Avrupa ve Gelişmiş ülkelerde genel bilgiler kısmında da verdiğimiz gibi bu tür çalışmalar 1970 yıllarından beri yapılmaktadır ve çevre üzerine olan hassasiyet de giderek artmıştır. Bu hassasiyetin sonucu olarak da 1980'lerden itibaren Finlandiya'da Pb, Zn, Ni, Cu gibi element konsantrasyonlarında belirgin bir düşüş olduğu görülmektedir (Salemaa, vd., 2004). Aynı şekilde Hollanda da yapılan çalışmalarda da Finlandiyadakine benzer sonuçlar görülmektedir. Türkiye'de de bu çalışmanın başka bölgelerde de devamı yapılarak durum tam olarak ortaya konup

kümüoyunun dikkati daha çok çekilebilir ve Avrupa ülkelerinde de olduğu gibi Türkiye’de de bundan sonra ağır metal emisyonları giderek azaltılabilir.

Çalışmaya başlarken ki amacımız sarp-samsun sahil karayolundan çevreye salınan element emisyonlarını ortaya koyabilmek ve bunun neticesinde sahil yolunun çevre ve bölge insanı üzerine olan etkilerini tartışmaktı. Sonuçta sahil karayolunun çevresindeki karayosunu ve likenlerin element analizini gerçekleştirerek ve kontrol bölgelerinde karayosunu ve likenleri analiz ederek sahil yolunun çevreye saldığı elementlerin miktarını belirledik. Böylece sahil karayolunun çevre üzerindeki etkilerini de ortaya koymuş olduk. Avrupa birliğine girme yolunda çevreye daha duyarlı olmamız gerektiği çıkan sonuçlardan da belirlendi.

5. ÖNERİLER

Sarp-Samsun sahil karayolu çevresindeki karayosunu ve likenlerin, ayrıca kontrol bölgesi olarak belirlenen bölgelerdeki karayosunu ve likenlerin enerji ayımlı x ışınları tekniği (EDXRF) ve atomik absorpsiyon (AAS) tekniğinin kullanıldığı bu çalışma da numunelerin elementel analizi gerçekleştirildi. Böyle bir çalışma bu bölgede ilk defa gerçekleştirildi ve bu çalışma ile sahil karayolunun bölge insanı ve çevresi üzerindeki etkileri ortaya konulmaya çalışıldı.

Karbon kaynaklı yakıtların küresel ısınmaya neden olduğu günümüzde, çevreye duyarlı, karbon kaynaklı yakıtları tüketmeyen, motorların üretimi bir zorunluluk haline geldi. Karbon kaynaklı yakıtları kullanarak enerji elde edilen termik santrallerde bir an önce vazgeçilmelidir. Sanayi tesisleri, çevreye daha duyarlı hale getirilmelidir.

Çalışmanın sonuçlarına bakarak, araçlarda, bütün avrupa ülkeleri ve gelişmiş ülkelerde olduğu gibi kurşunsuz benzin kullanımı zorunlu hale getirilmeli, bölgede az olan sanayi tesislerinin bacalarına filtre takılmalıdır. Bu çalışma, her 5 yılda bir tekrar edilerek durum kontrol altında tutulmalıdır.

Çalışmamızda sadece Pb metalinin karayosunları tarafından soğurulması ile ilgili deneyler yaptık. Buna ilave olarak diğer metallerde karayosunları ve ayrıca likenler tarafından Pb metalini soğurmasına bakılabilir. İlave olarak Fick'in difüzyon yasaları kullanılarak bu metallerin karayosunlarında ve likenlerdeki difüzyon katsayıları hesaplanabilir. Böylece toprak ve bitkiler tarafından soğurulan miktarları belirlenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Aslan, A., Budak, G., Tıraşoğlu, E ve Karabulut, A., 2006. Determination of Elements in Some Lichens Growing in Giresun and Ordu Province (Turkey) Using Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry. Journal of Quantitative Spectrometry & Radiative transfer, 97, 10-19.
- Aslan A., Budak G., Tıraşoğlu E., Karabulut A., Karagöz Y., Apaydın G., Ertuğral B ve Çevik U., 2004. Analysis of Elements in Some Lichens by Radioisotope X-Ray Fluorescence Spectrometry. Fresenius Environmental Bulletin, 13, 740-747.
- Abbeyes, H.D., 1951. Traite'de Lichonologie, Correspondant du Museum National d'Historre Naturelle, Lavreat de l'institut,
- Banerjee, A.D.K., 2003. Heavy Metal Levels and Solid Phase Speciation in Street Dusts of Delhi, India. Environmental Pollution, 123, 95-105
- Berg, T and Steinnes, E., 1997. Use of Mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as Biomonitors of Heavy Metal Deposition: from Relative to Absolute Deposition Values. Enviromental Pollution, 98, 671-677.
- Brodo I.M., Sharnoff S.D and Sharnoff S., 2001. Lichens of North America. Yale University Press. New Haven and London.
- Burton, M.A.S., 1990. Terrestrial and Aquatic Bryophytes as Monitors of Environmental Contaminants in Urban and Industrial Areas. Botanical Journal of the Linnean Society, 104, 267-280
- Button, K.J and Hensher, D.A., 2003. Handbook and Transportand and the Environment. Elsevier, Amsterdam
- Castillejos, M., Borja-Aburto, V.H., Dockery, D.W., Gold, D.R and Loomis,D., 2000. Airborne Coarse Particles and Mortality. Inhalation toxicology, 12, 61-71.
- Çetin, B., 1988. Checklist of the Mosses of Turkey. Lindbergia, 14, 15-23.
- Çevik, U., 1994. Doğu Karadeniz Dip Tortularının X-Işının Floresans Yöntemiyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çevik, U., Kopya, A.I., Karal, H And Sahin, Y., 1995. Quantitative Analysis of Sea-Bed Sediments from Eastern Black Sea by EDXRF Spectrometry. J. Radional Nucl. Chem Lett, 201, 241-249
- Çevik, U., Ergen, B., Budak, G., Karabulut, A., Tıraşoğlu, E., Apaydın, G and Kopya, A.I., 2003. Elemental Analysis of Akçaabat Tobacco and its Ash by EDXRF Spectrometry. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 78, 409-415.

- Dean, J.R., 2003. *Methods for Environmental Trace Analysis*, Northumbria University, Newcastle, UK, John Wiley & Sons Ltd., England.
- Djingova, R., Kovacheva, P., Wagner, G., Bernd, M., 2003. Distribution of Platinum Group Elements Among Different Plants Along Some Highways in Germany. *The Science of the Total Environment*, 308, 235-246.
- Djingova, R., Kuleff, I., 1993. Monitoring of Heavy Metal Pollution by *Taraxacum officinale* (Dandelion). In: Markert, B, editor. *Plants as Biomonitors*. Weinheim: VCH, 435-465.
- Djingova, R., Kuleff, I., 1994. On the Sampling of Vascular Plants for Monitoring as Heavy Metal Pollution. In: Markert B, editor. *Environmental Sampling for Trace Analysis*. Weinheim VCH,. 395-414.
- Djingova, R., Ivanova, J., Wagner, G., Korhammer, S., Markert, B., 2001. Distribution of lantanides, Be, Bi, Ga, Te, Tl, Th and U on the territory of Bulgaria Using *Populus nigra* 'Italica' as an indicator. *The Science of the Total Environment*, 280, 85-91.
- Dockery, D.W., Pope, C.A., 1994. Acute Respiratory Effects of Particulate Air Pollution. *Annual Review of Public Health*, 15, 107-132.
- Dockery, D.W., 2001. Epidemiological Evidence of Cardiovascular Effects of Particulates Air Pollution. *Environmental Health Perspectives*, 109, 483-486
- Dreher, K.L., Jaskot, R. H., Lehmann, J.R., Richards, J.H., McGee, J.K., Ghio, A.J., Costa, D.L., 1997. Soluble Transition Metals Mediate Residual Oil Induced Acute Lung Injury. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 50, 285-305.
- EEA, 2000. *Are We Moving in the Right Direction Indicators on Transport and Environment Integration in the EU*. Environmental Issues, Series 12, European Environment Agency.
- Gerdol, R., Bragazza, L., and Marchesini, R., 2002. Element Concentrations in the Forest moss *Hylocomium splendens*: Variation Associated with Altitude, Net Primary Production and Soil Chemistry. *Environmental Pollution*, 116, 129-135.
- Grodzinska, K., 1982. Monitoring of Air Pollutants by Mosses and Tree bBark. In: Steubing, L., Jager, H. Eds.), *Monitoring of Air Pollutants by Plants-Methods and Problems*. Proceedings of the International Workshop, Osnabrück, 24-25. IX. 1981. Dr. W. Junk Publ, The Hague, pp. 33-42.
- Grodzinska K., Szarek-Lukaszewska G., 2001. Response of Mosses to the Heavy Metal Deposition in Poland-an overview. *Environmental pollution* 114, 443-451.
- Hale, M. E., 1974. *The Biology of Lichenes*, Second Edition, Department of Botany, Smithsonian Institution, London.

- Henderson, D.N., 1963. Contributions to the Bryophyte Flora of Turkey VI. Notes R.B.G. Edinb., 25, 279-291.
- Holopainen, T.H., 1984. Types and Distribution of Ultrastructural Symptoms in Epiphytic Lichens in Several and Industrial Environments in Finland. An. Bot. Fennici, 21, 213-229.
- Jaradat, Q.M., Monami, K.A., 1999. Contamination of Roadside Soil, Plants and Air with Heavy Metal in Jordan, in Comparative Study. Turkish Journal of Chemistry, 23, 209-220.
- Jenkins, R., 1988. X-Ray Fluorescence Spectrometry, John Wiley ve Sons Inc., New York.
- Kauppi, M. and Halonen, P., 1992. Lichens as Indicators of Air Pollutions in Oulu, Northern Finland. Annales Botanici Fennici, 29, 1-9.
- Laden, F., Neas, L.M., Dockery, D.W. and Schwartz, J., 2000. Association of Fine Particulate Matter from Different Sources with Daily Mortality in Six US Cities. Environmental Health Perspectives, 108, 941-947.
- Lajunen, H.J., 1992. Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption and Emission, Cambridge: Royal Society of Chemistry. 117-125
- Marques, A.F., Queralt, I., Carvalho, M.L. and Bordalo, M., 2003. Total Reflection X-Ray Fluorescence and Energy-Dispersive X-ray Fluorescence Analysis of Runoff Water and Vegetation From Abandoned Mining of Pb-Zn ores, 58, 2191-2198.
- Masadeh, A.M. and Snook, R.D., 2002. Determination of Pb and Cd in Road Dusts Over the Period in Which Pb was Removed From Petrol in the U.K. Journal of Environmental Monitoring, 4, 567-572.
- Mendil, D., Tuzen, M., Yazıcı, K. And Soylak, M., 2005. Heavy Metals in Lichens from Roadsides and an Industrial Zone in Trabzon, Turkey. Environmental Contamination and Toxicology, 74, 190-194.
- Nakahara, T., 1990. Sample Introduction in Atomic Spectrometry, J. Sneddon, Ed. Chapter 10. New York, Elsevier.
- Nyholm, E., 1981. Illustrated Moss Flora of Fennoscandia, Swedish Naturel S.R.C. Fasc. 1-6 .
- Onianwa, P.C., 2001a. Roadside topsoil Concentrations of Lead and Other Heavy Metals in Ibadan, Nigeria. Soil and Sediment Contamination, 10, 577-591.
- Onianwa, P.C., 2001b. Monitoring Atmospheric Metal Pollution: A review of the Use of Mosses as Indicators. Environmental Monitoring and Assessment, 71, 13-50
- Özdemir, T. And Çetin, B., 1999. The Moss Flora of Trabzon and Its Environ. Turkish Journal of Botany, 23, 391-404.

- Ötvös E., Pazmandi T. And Tuba Z., 2003. First national Survey of Atmospheric Heavy Metal Deposition in Hungary by the Analysis of Mosses. The Science of the Total Environment, 309, 151-160.
- Poelt J., 1974. Bestimmungsschlüssel Europäischer Flechten, J. Cramer, Lehre.
- Poikolainen J., Kubin E., Piispanen J., Karhu J., 2004. Atmospheric heavy metal deposition in Finland during 1985-2000 using mosses as bioindicators. The Science of the Total Environment, 318, 171-185.
- Purvis O.W., Coppins B.J., Hawksworth D.L., James P.W., Moore D.M., 1992. The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. Natural History Museum and British Lichen Society, London.
- Ruhling, A., Tyler, G., 1984. Recent Changes in the Deposition of Heavy Metals in Northern europa. Water, Air and Soil Pollution, 22, 173-180.
- Rühling,A., Steinness, E., 1998. Atmosferic Heavy Metal Deposition in Europa 1995-1996. NORD, 15, 1-66.
- Salemaa, M., Derome, J., Helmisaari, H-S., Nieminen, T., Vanha-Majamaa, I., 2004. Element Accumulation in Boreal Bryophytes, Lichens and Vascular Plants Exposed to Heavy Metal and Sulfur Deposition in Finland. Science of the Total Environment, 324, 141-160.
- Scagel, R.F. , Bandoni, R.J. , Rouse, G.E. , Scofield, W.B. ,Stein, J.R&Taylor, T.M.C.,1966. An Evolutionary, Survey of the Plant Kingdom. Wads Publishing Company, Inc. The niv. of Biritish, Columbia Canada. Belmont California-x+658.
- Schofield, B.W., 1985. Introduction to Bryology.
- Skoog, D.A., West, D.M. ve Holler F.J., 1996. Fundamentals of Analytical Chemistry, 7. Edition, Saunders College Publishing, USA. Analitik Kimya Temelleri-2, Çeviri Ed: Esmâ Kılıç ve Fitnat Köseoğlu, Bilim Yayıncılık, Ankara.
- Skoog, D.A., Holler F.J., Nieman, T.A. 1996. Principles of Instrumental Analysis, Fifth Ed.; Saunders Philadelphia. Çeviri: Enstrümental Analiz İlkeleri, Çeviri Ed. Kılıç, E., Köseoğlu, F., ve Yılmaz, H., Bilim Yayıncılık, Ankara.
- Sloof, J.E.& Wolterbeek, H.Th., 1991. National Trace-Element Air Pollution Monitoring Survey Using Epiphytic Lichens. Lichenologist, 23(2), 139-165.
- Sloof, J.E & Wolterbeek, B.T. , 1992. Lichens as Biomonitors for Rdiocaesium Following the Chernobyl Accident, J. Environ. Radioactivity, 16, 229-242.
- Smith, A.J.E., 1980. The Moss Flora of Britain and Ireland, Cambridge Univ. Press, London.

- Steinnes, E.& Njastad, O. , 1993. Use of Mosses and Lichens for Regional Mapping of Cs-137 Fallout from the Chernobyl Accident, J. Environ. Radioactivity, 21, 65-73.
- Szatala, Ö., 1927a. Lichenes in Asia Minore ab Dre. Stefano Gyrörffy de Szigeth(Budapest) et Dre. Andrasosvszky Collecti. Folia Cryptog, 1, 272-278.
- Tüzen M., Mendil D., Sari H., Hasdemir E., 2003. AAS Determination of Heavy metals in Moss samples of Giresun- Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. 10, 1283-1286.
- URL-1, www.cevreorman.gov.tr/moz, 15. Şubat.2006
- URL-2, www.traceminerals.com./humanhealth.html, 15 Mart 2004
- Uyar, G., Ören, M., Yıldırım, Y and İnce, M., 2007. Mosses as Indicators of Atmospheric Heavy Metal Deposition around A Coal-Fired Power Plant in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 16, 182-192.
- Uyar, G., Ören, M. and İnce, M., 2007. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Düzce Province by Using Mosses as Biomonitors. Fresenius Environmental Bulletin, 16, 145-153.
- Valiulis, D., Ceburnis, D., Sakalys, J. And Kvietus, K., 2002. Estimation of Atmospheric Trace Metal Emissions in Vilnius City, Lithuania, using Vertical Concentration Gradient and Road Tunnel Measurement Data. Atmospheric Environment, 36, 6001-6014
- Watson, E. V., 1981. British Mosses and Liverworts, Cambridge Univ. Press, London
- Wolterbeek, B., 2002. Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. Environmental Pollution, 120, 11-21.
- Wolterbeek, H. Th., Verburg, T.G., 2004. Atmospheric metal deposition in a moss data correlation study with mortality and disease in the Netherlands. The Science of the Total Environment, 319, 53-64.
- Zechmeister, H.G., 1995. Correlation between altitude and heavy metal deposition in the Alps. Environmental Pollution, 89, 73-80.
- Zechmeister, H.G., 1997. Schwermetalldepositionen in Österreich. Aufsammlung 1995. Monographien des Umweltbundesamtes Wien, 94, 1-145.
- Zechmeister, H.G., Grodzinska, K., Szarek-Lukaszewska , G., Bryophytes, In : Markert, B.a., Breure, A.M., Zechmeister, H.G.(Eds.), 2003. Bioindicators/Biomonitoring (Principles, Assessment, Concepts). Elsevier, Amsterdam, 329-374.

Zechmeister, H.G., Riss, A., Hanus-Iltnar, A., 2004. Biomonitoring of atmospheric heavy metal deposition s by mosses in the vicinity of local emission sources. Journal of Atmospheric Chemistry, 49, 461-477

Zechmeister, H.G., Hohenwallner, D., Riss, A., Hanus-Iltnar, A., 2005. Estimation of Element deposition derived from road traffic sources by using mosses. Environmental pollution, 138, 238-249.

Anonim, 2001. Türkiye Çevre Vakfı Yayını Ansiklopedik Çevre Sözlüğü, Ankara.

EEA, European Environment Agency, Transport.<[http://themes.eea.eu.int./Sectors -and-activities/transport](http://themes.eea.eu.int./Sectors-and-activities/transport)>,10.Eylül.2003

ÖZGEÇMİŞ

24.03.1974 yılında Kahramanmaraş Süleymanlı köyünde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini K.Maraş'ta tamamladı. 1992 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği'ni kazandı ve burayı 1996 yılında bitirdi.

Hatay ili Kırıkhan İlçesinde 1996-1998 yılları arasında Fen Bilgisi Öğretmeni olarak görev yaptı. 1998 yılında askerliğini Batman ilinde Yedek Subay Öğretmen olarak yaptı.

01.12.1999 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Giresun Fen Edebiyat Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2000 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. İlk yıl İngilizce hazırlık programına katıldı. Yrd.Doç.Dr. Turan ÖZDEMİR'in danışmanlığında "Giresun ilinin Bulancak İlçesinin Karayosunu (Musci) Florası" adlı çalışmasıyla yüksek lisans'ını tamamladı. 2003 yılında Biyoloji Ana Bilim Dalında Doktora eğitimine başladı.

Bahadır KOZ evli ve 2 çocuk babasıdır, İngilizce bilmektedir ve halen görevine devam etmektedir.