

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ İLİ ÇEVRESİNDE ATMOSFERİK AĞIR METAL
ÇÖKELİMİNİN LİKEN ve KARAYOSUNU ANALİZİ
YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Ayda DOĞRUL

**Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Danışman: Yrd. Doç. Dr. İrfan YOLCUBAL**

KOCAELİ, 2007

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ İLİ ÇEVRESİNDE ATMOSFERİK AĞIR METAL
ÇÖKELİMİNİN LİKEN ve KARAYOSUNU ANALİZİ
YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeoloji Müh. Ayda DOĞRUL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 5 Aralık 2007

Tezin Savunulduğu Tarih: 24 Aralık 2007

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. İrfan YOLCUBAL



Üye
Yrd. Doç. Dr. Gürhan ÇOBANOĞLU



Üye
Yrd. Doç. Dr. Ertan DİRMUŞOĞLU



KOCAELİ, 2007

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışma boyunca, bilgilerini benimle paylaşarak yol gösteren tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. İrfan Yolcubal'a, likenlerin tür tayinini yapan Yrd. Doç. Dr. Gülşah Çobanoğlu'na teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları boyunca yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Yük. Müh. N. Hakan Akyol'a, Jeoloji Mühendisi Ayça Doğrul'a ve Deniz Demiray'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca manevi ve maddi desteği ile yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Ayda DOĞRUL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLOLAR DİZİNİ.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. Likenler ve Karayosunları.....	4
2.2. Önceki Çalışmalar	8
2.3. Çalışma Alanı.....	11
2.3.1. Örneklemeye Yapılan İstasyonlar.....	14
2.4. Metallerin Kullanım Alanları.....	15
3. MATERYAL VE METOD	18
3.1. Örneklemeye Yöntemi	18
3.2. Örnek Hazırlama ve Analiz Yöntemi.....	24
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR	29
4.1. Sonuçlar	29
4.1.1. Kırsal Alan	29
4.1.2. Kentsel Alan.....	35
4.1.3. Sanayileşmiş Alan.....	46
4.1.4. Karşılaştırmalar	61
4.1.4.1. <i>X. parietina</i> Örneklerinin Karşılaştırılması.....	61
4.1.4.2. Liken ve Karayosunlarının Karşılaştırması.....	66
4.1.4.3. Diğer Çalışmalar ile Karşılaştırma.....	70
4.2. Tartışma.....	71
KAYNAKLAR	74
EKLER.....	76
ÖZGEÇMİŞ	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Atmosferin bileşimi.....	2
Şekil 2.1. Kabuksu (crustose) likenlerin yapısı	5
Şekil 2.2. Yapraksı (foliose) likenlerin yapısı.....	5
Şekil 2.3. Dalsı (fruticose) likenlerin yapısı	6
Şekil 2.4. Toprak üzerinde gelişmiş likenler	6
Şekil 2.5. Kaya üzerinde gelişmiş likenler	7
Şekil 2.6. Ağaç kabuğu üzerinde gelişmiş likenler.....	7
Şekil 2.7. Kocaeli ili haritası.....	12
Şekil 2.8. Yer bulduru haritası	14
Şekil 3.1. Dilovası'nın güneyden çekilmiş fotoğrafı.....	19
Şekil 3.2. Körfez'in kuzeyden çekilmiş fotoğrafı.....	19
Şekil 3.3. Derince'nin kuzeyden çekilmiş fotoğrafı	20
Şekil 3.4. Yuvacık barajının fotoğrafı	20
Şekil 3.5. <i>Xanthoria parietina</i> türü liken	21
Şekil 3.6. <i>Parmelia sulcata</i> türü liken	21
Şekil 3.7. Örneklerin tutundukları yüzeylerden ayrılması.....	25
Şekil 3.8. Örneklerin yıkanması.....	25
Şekil 3.9. Kurutulmuş örneklerin toz haline getirilmesi.....	26
Şekil 3.10. ICP-MS'in şematik gösterimi	27
Şekil 4.1. Kırsal alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde As, Cd, Co, Hg, Mo konsantrasyonları ortalamaları	31
Şekil 4.2. Kırsal alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Cr, Cu, Ni, Pb, Ti, V konsantrasyonları ortalamaları.....	32
Şekil 4.3. Kırsal alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Fe, Mn, Zn konsantrasyonları ortalamaları	32
Şekil 4.4. Kocaeli kırsal alanı element ortalamalarının IAEA-336 liken referans materyali element ortalamalarına oranı	35
Şekil 4.5. Kentsel alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde As, Cd, Co, Hg, Mo konsantrasyonları ortalamaları	38
Şekil 4.6. Kentsel alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Cr, Cu, Ni, Pb, Ti, V konsantrasyonları ortalamaları.....	39
Şekil 4.7. Kentsel alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Fe, Mn, Zn konsantrasyonları ortalamaları	39
Şekil 4.8. Liken ve karayosunu örneklerinde kentsel alan ortalama konsantrasyonlarının kırsal alan ortalama konsantrasyonlarına oranı.....	41
Şekil 4.9. Sanayileşmiş alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde As, Cd, Co, Hg, Mo konsantrasyonları ortalamaları.....	48
Şekil 4.10. Sanayileşmiş alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Cr, Cu, Ni, Pb, Ti, V konsantrasyonları ortalamaları	48
Şekil 4.11. Sanayileşmiş alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Fe, Mn, Zn konsantrasyonları ortalamaları	49

Şekil 4.12. Karayosunları ve likenlerde Dilovası ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı.....	56
Şekil 4.13. Likenlerde Körfez ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oran.....	58

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Yer atmosferinde eser miktarda bulunan gazlar	2
Tablo 2.1. Kocaeli Sanayi Odasına bağlı kuruluşların sektörlere göre dağılımı	13
Tablo 3.1. Sanayileşmiş alandan toplanan örnekler ve toplandıkları yükseklikler.....	22
Tablo 3.2. Kentsel alandan toplanan örnekler ve toplandıkları yükseklikler	23
Tablo 3.3. Kırsal alandan toplanan örnekler ve toplandıkları yükseklikler	23
Tablo 3.4. Toprak örneklerinde elementlerin ICP-MS ile deteksiyon limitleri	26
Tablo 3.5. IAEA-336 liken referans materyalinin sertifika ve analiz değerleri (ppm)	28
Tablo 4.1. Kırsal alandan toplanan liken örneklerindeki metal konsantrasyonlarının (ppm) minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma değerleri	30
Tablo 4.2. Kırsal alandan toplanan karayosunu örneklerindeki (n=2) metal konsantrasyonlarının (ppm) ortalama ve standart sapma (1σ) değerleri.....	30
Tablo 4.3. Umuttepe-Yuvacık ve Umuttepe-Bahçecik karşılaştırması	31
Tablo 4.4. Kırsal alandan toplanan liken örneklerinin pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri	33
Tablo 4.5. Kocaeli kırsal alanı ve IAEA-336 liken referans materyalindeki element konsantrasyonları (ppm)	34
Tablo 4.6. Kentsel alandan toplanan liken örneklerindeki (n=19) metal konsantrasyonlarının (ppm) minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma (1σ) değerleri	37
Tablo 4.7. Kentsel alandan toplanan karayosunu örneklerindeki (n=8) metal konsantrasyonlarının (ppm) minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma (1σ) değerleri	38
Tablo 4.8. Liken ve karayosunu örneklerinde kentsel alan ortalama konsantrasyonlarının kırsal alan ortalama konsantrasyonlarına oranı.....	40
Tablo 4.9. Kentsel istasyonlardan toplanan <i>X.parietina</i> ' lardaki element konsantrasyonları (ppm)	42
Tablo 4.10. Kentsel alandan toplanan liken örneklerinin pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	44
Tablo 4.11. Kentsel alandan toplanan karayosunlarının pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	45
Tablo 4.12. Sanayileşmiş alandan toplanan liken örneklerindeki (n=13) metal konsantrasyonlarının(ppm) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma (1σ) değerleri	47
Tablo 4.13. Sanayileşmiş alanlardan (Dilovası) toplanan karayosunu örneklerindeki (n=2) metal konsantrasyonlarının (ppm) ortalama ve standart sapma(1σ) değerleri	47
Tablo 4.14. Liken örneklerinde sanayileşmiş alan ortalamalarının, kentsel ve kırsal alan ortalamalarına oranı	49

Tablo 4.15. Sanayileşmiş alandan toplanan liken örneklerinde pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri um, minimum, ortalama değerleri.....	51
Tablo 4.16. Dilovası'ndan toplanan karayosunu örneklerinde pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	52
Tablo 4.17. Dilovası'ndan toplanan liken örneklerinde element konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri	54
Tablo 4.18. Dilovası'ndan toplanan karayosunu örneklerinde element konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri.....	55
Tablo 4.19. Karayosunları ve likenlerde Dilovası ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı	56
Tablo 4.20. Körfez'den toplanan liken örneklerinde element konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri	57
Tablo 4.21. Likenlerde Körfez ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı.....	58
Tablo 4.22. Aliğa ve Körfez'de <i>X. parietina</i> likenlerinde ölçülen elementlerin maksimum ve minimum değerleri (ppm)	59
Tablo 4.23. Sanayileşmiş istasyonlardan toplanan <i>X. parietina</i> örneklerinin element konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması	60
Tablo 4.24. Sanayileşmiş istasyonlarda benzer yüksekliklerden toplanan <i>X. parietina</i> örneklerinin element konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması.....	61
Tablo 4.25. Çalışma alanından toplanan <i>X. parietina</i> 'larda element konsantrasyonları (ppm)	62
Tablo 4.26. <i>X. parietina</i> örneklerinde sanayileşmiş alan ortalamalarının, kentsel ve kırsal alan ortalamalarına oranı ve kentsel alan ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı	63
Tablo 4.27. Sanayileşmiş alandan toplanan <i>X. parietina</i> 'larda pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri	64
Tablo 4.28. Kentsel alandan toplanan <i>X. parietina</i> 'larda pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri.....	65
Tablo 4.29. Kırsal alanda aynı lokasyondan toplanan liken ve karayosunlarının konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması	67
Tablo 4.30. Kentsel alanda aynı lokasyondan toplanan liken ve karayosunlarının konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması	68
Tablo 4.31. Dilovası'nda aynı lokasyondan toplanan liken ve karayosunlarının konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması	69
Tablo 4.32. Kocaeli ve Ege Bölgesi'nden toplanan <i>X. parietina</i> örneklerinin element konsantrasyonlarının(ppm) karşılaştırılması.....	70
Tablo 4.33. Kocaeli ve Livorno (İtalya) <i>X. parietina</i> örneklerinin element konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması	71
Tablo 4.34. İstanbul ve Kocaeli kentsel alanlarından toplanan <i>X. parietina</i> ve karayosunu örneklerinde metal konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması.....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR

As	: Arsenik
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobald
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Hg	: Civa
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Ti	: Titanyum
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko

Kısaltmalar

ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
IAEA	: International Atomic Energy Agency
ppm	: parts per million

KOCAELİ İLİ ÇEVRESİNDE ATMOSFERİK AĞIR METAL ÇÖKELİMİNİN LİKEN ve KARAYOSUNU ANALİZİ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ

Ayda DOĞRUL

Anahtar Kelimeler: Atmosferik çökelim, ağır metal, liken

Özet: Hava kirliliği, günümüzde, özellikle sanayi ve kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde, en ciddi çevresel sorunların başında gelmektedir. Kocaeli ili de, Türkiye'nin en önemli sanayi merkezlerinden birisi olması ve yoğun nüfusu sebebiyle, atmosferik kirliliğin yoğun biçimde görüldüğü bölgelerin başında gelmektedir. Bu çalışmada amaçlanan, Kocaeli ili çevresindeki, atmosferik ağır metal çökelimini, biyomonitör organizmalar olan likenler ve karayosunları ile tespit etmektir. Likenler ve karayosunları, gerçek kökleri ve onları atmosferik etkilerden koruyan tabakaları olmadığından biyomonitör organizma olarak kullanılırlar. Ayrıca, atmosferik çökelimle üzerlerine ulaşan kirleticileri absorpladıkları için, geliştikleri bölgenin atmosferik kirliliği hakkında, diğer analiz yöntemlerinin aksine, anlık değil, uzun dönemi kapsayan bilgi verirler. Çalışmada, Mayıs-Temmuz 2006'da, Dilovası, Hereke, Körfez, Derince, İzmit, Köseköy, Umuttepe, Yuvacık, Bahçecik, Yeniköy, Değirmendere olmak üzere 11 istasyonda, liken (*Cladonia convoluta*, *Cladonia rangiformis*, *Xanthoria parietina*, *Evernia prunastri*, *Physcia adscendens*, *Parmelia sulcata*, *Ramalina fastignata*) ve karayosunu örnekleme yapılmış ve örneklerin As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn konsantrasyonları, ICP-MS ile tayin edilmiştir. Kocaeli ili, sanayileşmiş, kentsel ve kırsal olmak üzere üç bölgeye ayrılmış ve analiz sonuçları bu bölgelendirmeye göre yapılmıştır.

Kentsel alanda görülen başlıca kirleticiler, kurşun, molibden, kromdur. Sanayileşmiş alan ise, incelenen bütün elementlerce kirlenme sergilemektedir ve en yoğun kirlenme sergileyen kirleticiler, kurşun, bakır, molibden, çinko ve kadmiyumdur. Dilovası, çalışılan 11 istasyon içinde en yoğun; Bahçecik ise en az kirlenmeye maruz kalmış istasyon olarak öne çıkmıştır.

INVESTIGATION of ATMOSPHERIC HEAVY METAL DEPOSITION in KOCAELI PROVINCE by ANALYSIS OF LICHENS and MOSSES

Ayda DOĞRUL

Keywords: Atmospheric deposition, heavy metal, lichen

Abstract: Air pollution is one of the most important environmental problems especially in highly industrialized and crowded regions. Kocaeli province is one of the most developed industrialized centers of Turkey and has a very dense population, thus it is one of the highest atmospherically polluted city of the country. In this work, we try to determine the atmospheric heavy metal deposition with the help of biomonitoring organisms such as lichens and mosses. Lichens and mosses have neither real roots nor a protecting layer (against atmospheric effects) which make them suitable as biomonitor organisms. Furthermore, because they absorb pollutants as a result of atmospheric deposition, contrary to other analysis methods, they give valuable information concerning the levels of atmospheric pollution over a long period of time for that region. In this work, at 11 stations including Dilovası, Hereke, Körfez, Derince, İzmit, Köseköy, Umuttepe, Yuvacık, Bahçecik, Yeniköy, Değirmendere, samples from lichens (*Cladonia convoluta*, *Cladonia rangiformis*, *Xanthoria parietina*, *Evernia prunastri*, *Physcia adscendens*, *Parmelia sulcata*, *Ramalina fastigata*) and mosses between May and July of 2006 are collected. As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn concentrations of lichens and mosses are analysed using ICP-MS. Kocaeli province is divided into three parts: industrialized, urban and rural.

Most common pollutants for urban regions are lead, molybdenum and chromium. Industrialized region polluted by all of investigated pollutants, and most common pollutants are lead, copper, molybdenum, zinc and cadmium. Among 11 stations, Dilovası is the most polluted and Bahçecik is the least polluted one.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Hava kirliliği, hızla sanayileşen ve kentleşen ülkemizde ve dünyada ciddi boyutlara ulaşmıştır. Nüfus artışı ile bağlantılı olarak araç sayısında ve ısınma gereksinimindeki artış, düşük kaliteli yakıt kullanımı, sanayii tesislerinde hava kirliliğini önlemek için yeterli ve gerekli tedbirlerin alınmaması hava kirliliğinin boyutlarını daha da arttırmaktadır.

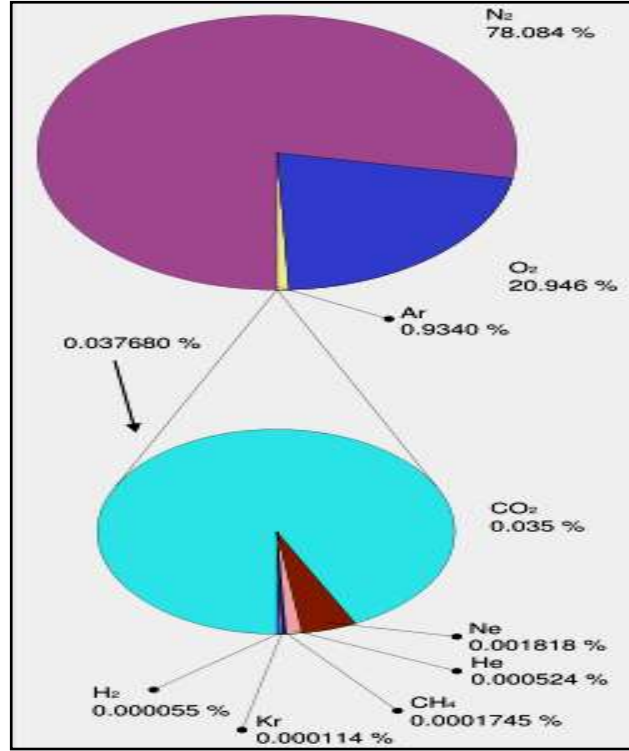
Hava kirliliği, canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen ve/veya maddi zararlar veren havadaki yabancı maddelerin, normalin üzerindeki miktar ve yoğunluğa ulaşmasıdır. Diğer bir deyişle, hava kirliliği, havadaki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlılara ve ekolojik dengeye zarar verecek miktar, yoğunluk ve sürede atmosferde bulunmasıdır. Hava kirliliği, doğal (orman yangınları, volkanik patlamalar) ya da insan kaynaklı (motorlu taşıtlar, ısınma amaçlı faaliyetler, endüstriyel faaliyetler) olabilir.

Atmosferin yeryüzüne yakın katmanlarının, % 78'i azot (N₂), % 21'i de oksijenden (O₂) oluşur. Geriye kalan %1'i ise su buharı, argon (Ar), karbondioksit (CO₂), neon (Ne), helyum (He), metan (CH₄), kripton (Kr), hidrojen (H₂), ozon (O₃) ve ksenon (Xe) gibi bileşenlerden oluşur. Şekil 1.1'de atmosferin bileşimi, Tablo 1.1'de ise yer atmosferinde eser miktarda bulunan gazlar gösterilmiştir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Atmosfer>).

Hava kirleticileri, havanın doğal bileşimini değiştiren, is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki kimyasal maddelerdir. Hava kirliliğine sebep olan kirletici kaynakları iki gruba ayrılabilir: Doğal kaynaklar ve yapay kaynaklar.

Doğal kaynaklı kirleticiler, çöl alanları ve kumluk alanlardan kaynaklanan tozlar, orman yangınları sonucu oluşan duman ve gazlar, volkanik faaliyetler sonucu açığa çıkan SO₂, HCl, HF gibi kirleticilerdir. Yapay kaynaklar, hareketli ve sabit kaynaklar olarak iki gruba ayrılır.

Hareketli kaynaklar kara, deniz ve hava taşıtlarının egzozlarıdır. Sabit kaynaklar ise kirleticilerin bir baca yoluyla atmosfere verildiği kaynaklardır ve bunlar arasında, elektrik santralleri, sanayi kuruluşları ve meskenler sayılabilir.



Şekil 1.1 : Atmosferin bileşimi

Tablo 1.1: Yer atmosferinde eser miktarda bulunan gazlar

Gaz	Konsantrasyon (ppm)
Karbon monoksit (CO)	0,01-0,2
Ksenon (Xe)	0,09
Ozon (O ₃)	0,05
Amonyak (NH ₃)	0,02
Kükürt dioksit (SO ₂)	0,02
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	0,002-0,02
Formaldehit (CH ₂ O)	0,01
Azot dioksit (NO ₂)	0,003
Nitrik oksit (NO)	0,003
Hidroklorik asit (HCl)	0,002
Nitrik asit (HNO ₃)	0,001 ppm'den az
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂)	
Halokarbonlar (C _x H _x Cl _x F _x Br _x I _x)	
Sülfürik asit (H ₂ SO ₄)	
Karbonil sülfür (COS)	

Troposferde (yerden 12 km. yüksekliğe kadar devam eden, meteorolojik olayların meydana geldiği atmosfer katmanı) doğal ve yapay nem ve karbondioksitin yanısıra, daha çok insan etkinlikleri ile ilişkili olan, kükürt dioksitler, karbon monoksit, azot oksitleri, ozon, hidrokarbon buharları, süspanse katı veya sıvı damlacıkları bulunur. Bu maddelerin havadaki miktarları azot ve oksijen gibi sabit olmayıp zaman ve mekan içinde değişkendir.

Temel kirletici grupları, partiküller, kükürtlü maddeler, organik maddeler, azotlu maddeler, karbon dioksit, karbon monooksit, halojenler ve radyoaktif maddelerdir.

Hava kirleticilerinin miktarlarını ölçmek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Hava kirliliği ölçümleri, analitik cihazlarla yapılabildiği gibi, likenler ve karayosunları gibi biyomonitör organizmalar yardımıyla da yapılabilmektedir. Biyomonitör organizmalar ile hava kalitesinin belirlenmesinin avantajı, o yöreye ait hava kalitesi hakkında anlık değil, uzun döneme ait bilgi vermesidir. Bu olumlu özellikleri dolayısıyla, Kocaeli ilinde atmosferik ağır metal çökeliminin, sanayileşmiş, kentsel ve kırsal olmak üzere 3 ana bölgedeki durumunu gözlemek için biyomonitörleme tekniği tercih edilmiştir.

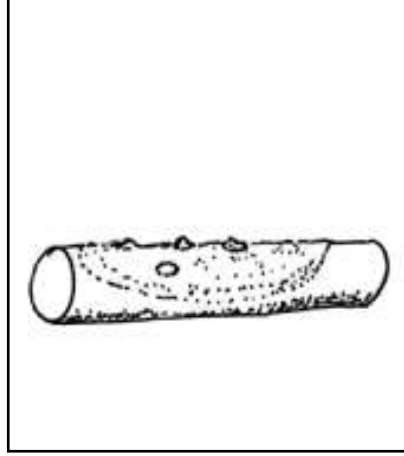
BÖLÜM 2. GENEL KISIMLAR

2.1. Likenler ve Karayosunları

Likenler ve karayosunları, biyomonitörleme çalışmalarında sıkça kullanılan organizmalardır. Biyomonitörleme, çevre kalitesi hakkında bilgi elde etmek için organizmaların kullanılmasıdır (Yenisoy-Karakaş ve Tuncel, 2004).

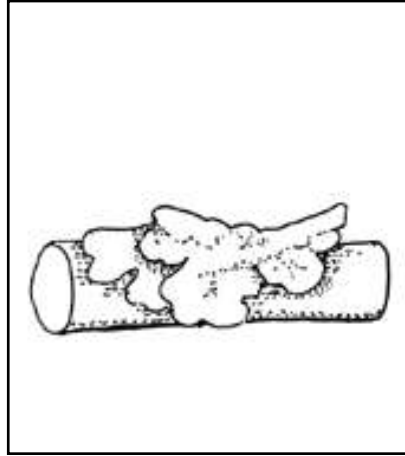
Likenler, mantarlar ile alglerin yada mantarlar ile siyanobakterilerin ortak yaşam ürünü olan canlılardır. Likenlerin mantar yada alg sınıfına sokulmamasının nedeni, likenlerin kendilerini oluşturan mantar ve alglerden farklı fizyolojik ve morfolojik özellikler göstermesidir (İçel, 2005). Liken birlikteliğinde, mantar ve alg birbirlerinden fayda sağlar, diğer bir deyişle likenler mutualistik canlılardır. Likenin mantar bileşeni birlikteliğe su ve mineralleri sağlarken, alg bileşeni de fotosentez yaparak besin üretir (İçel, 2005). Yeryüzünün hemen hemen her bölgesinde yaşayabilen likenler, özellikle kayaların ve toprak yüzeylerinin üzerinde, ağaç kabuklarının üzerinde gelişirler.

Likenler, morfolojilerine göre kabuksu (crustose), yapraksı (foliose) ve dalsı (fruticose) olarak üçe ayrılırlar. Kabuksu liken türleri substratlarına sıkıca tutunmuş haldedir ve ince bir tabaka oluştururlar (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Kabuksu (crustose) likenlerin yapısı

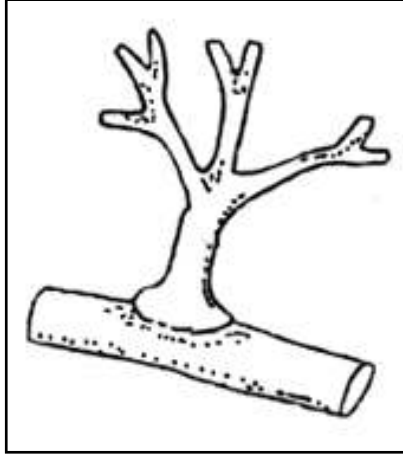
Yapraksı likenler, substratlarından dışarıya doğru büyürler, daha kalın tabakalar sunarlar ve tutundukları yüzeyden almak daha kolaydır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Yapraksı (foliose) likenlerin yapısı

Dalsı likenler ise substratlarından yukarıya yada aşağıya doğru sarkan bir yapı sunarlar (Şekil 2.3).

Tutundukları yüzeylere (substrat) göre ise likenler üç gruba ayrılır. Toprak üzerinde gelişmiş türlere terrikol (Şekil 2.4), kayaların üzerinde gelişmiş türlere saksikol (Şekil 2.5), ağaç kabukları üzerinde gelişenlere ise epifitik (Şekil 2.6) denir.



Şekil 2.3 : Dalsı (fruticose) likenlerin yapısı

Hava kalitesi çalışmalarında en çok tercih edilen türler, epifitik ve yapraksız likenlerdir. Bunun sebebi, kabuksu likenleri tutunduğu yüzeyden almanın neredeyse imkansız oluşu ve terrikol türlerin de yüzeyden kirlenme ihtimalidir.



Şekil 2.4: Toprak üzerinde gelişmiş likenler



Şekil 2.5: Kaya üzerinde gelişmiş likenler



Şekil 2.6: Ağaç kabuğu üzerinde gelişmiş likenler

Likenler, yıkanma ve çökeltim ile üzerlerine gelen radyonüklidleri, ağır metalleri absorbe ettikleri için hava kirliliğinin biyomonitörlenmesine kullanışlı organizmalardır (Demirbaş, 2004).

Çalışmada kullanılan diğer biyomonitör olan karayosunları, bitkiler aleminin çiçeksiz, ilkel bitkileri kapsayan bölümüdür. Çok hücreli, fotosentetik bitkilerdir. Kayaçlar üzerinde, toprakta, ağaçların üzerinde gelişebilirler ve genellikle nemli ortamları tercih ederler.

Gerçek kök, gövde ve yaprakları yoktur. Karayosunlarının iletim demeti taşımayan ilkel gövdeleri vardır, gövde basit veya dallanmıştır. Gövdenin üzerinde sık dizilişli küçük ve damarsız yapraklar bulunur.

Liken ve karayosunları, gerçek köklerinin olmayışı nedeniyle gerekli besinlerini yalnızca yağmur suyundan absorpsiyonla alırlar, diğer bir deyişle tuttukları yüzeyden besin yada su almazlar; onları atmosferik etkilerden koruyucu tabakaları (kütikula) yoktur (Wolterbeek ve diğerleri, 2003). Dolayısıyla, atmosferik yolla üzerlerine gelen besinleri, partikülleri ve kirleticileri de bünyelerine alırlar ve bırakmazlar. Bu özellikleri nedeniyle, likenler ve karayosunları, atmosferik kirlilik çalışmaları için biyomonitör olarak sıkça tercih edilen organizmalardır. Likenler, oldukça yavaş büyüyen ve uzun süre yaşayan canlılardır. Dökülen kısımları yoktur ve bunun sonucu olarak yaşamları boyunca morfolojileri hemen hemen hiç değişmez. Böylelikle, bünyelerine aldıkları kirleticileri, fiziksel değişimlerle kaybetmezler, bu özellikleri de onların biyomonitör olarak tercih edilmesinde etkili diğer bir faktördür.

Karayosunları, besinlerini ve suyunu küçük yaprakları yoluyla alır, fakat bu yapraklar, diğer yüksek bitkilerden farklı olarak, onlarda bulunan kütikula tabakasından yoksundur, bu yüzden de yağmur suyundaki maddeleri kolaylıkla bünyelerine alırlar.

Biyomonitörleme tekniğinin en büyük avantajı, biyomonitör organizmaların kolaylıkla elde edilebilmesidir; ayrıca biyomonitörleme, diğer hava kalitesi izleme yöntemlerine nispeten daha ucuzdur.

2.2. Önceki Çalışmalar

Atmosferik kirliliklere duyarlı organizmalar olan liken ve karayosunları, pekçok araştırmacı tarafından, SO₂ kirliliği, NO_x kirliliği, ağır metal kirliliği, radyoaktif kirliliğin biyomonitörlenmesi çalışmalarında kullanılmıştır.

Atmosferik metal çökeliminin biyomonitörlerle tespit edilmesine örnek bazı çalışmalar şöyledir:

Kaunas'daki Orman Araştırma Enstitüsü'nden toplanan, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Eurhynchium angustirete*, *Sphagnum* ve *Rhytidiadelphus* türü yosunlar, atmosferik ağır metal çökeliiminin araştırılmasında kullanılmış ve karayosunlarındaki Pb, Ni, Cu, Cr, Cd, V, Fe konsantrasyon düzeyleri belirlenmiştir. Litvanya'da biyomonitörleme yapmak için en elverişli türün *Hylocomium splendens* olduğu; metal konsantrasyonlarının en yoğunundan en aza *Eurhynchium angustirete*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus* (*Sphagnum*) şeklinde çıktığı görülmüştür (Ceburnis ve diğerleri, 1997).

İtalya'nın sanayileşmenin yoğun olduğu Livorno bölgesinde, 65 adet *Xathoria parietina* ile yapılan çalışmada As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Zn ve Hg elementlerinin konsantrasyonları ölçülmüştür. Analiz sonuçlarına göre elementlerin en yoğun konsantrasyondan en az konsantrasyona doğru sıralanışı şöyledir: Zn, Pb, Cr, Ni, V, As, Cd, Hg. Bu sonuçlar, özellikle çelik üretimi, kimya sanayii, enerji üretimiyle ilgili yanma prosesleri ve trafik kaynaklı emisyonları kirletici olarak işaret etmiştir (Scerbo ve diğerleri, 1999).

Sırbistan'ın kuzeyi ve Bosna Hersek'in bazı kesimlerinde, *Hypnum cupressiforme* türü yosunlarla yapılan çalışmada 92 istasyondan örnekleme yapılmış ve 44 elementin konsantrasyonları INAA (Instrumental neutron activation analysis) ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Sırbistan'ın kuzeyinde endüstriyel aktivite kaynaklı atmosferik çökelim ciddi boyutlardadır, özellikle bor madenine yakın alanlarda maksimum depolanma tespit edilmiştir (Frontasyeva ve diğerleri, 2000).

Çin'in güneybatısında 1960, 1980 ve 1990'da toplanan 23 adet epifitik likenle (11 tanesi *Parmotrema reticulatum*) yapılan çalışmada 32 elementin konsantrasyonu ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre, *P. reticulatum*'da ölçülen element konsantrasyonları, örnekleme alanında zaman içinde azalmıştır. Yerkabuğu kökenli uranyum ve toryum arasında görülen yüksek pozitif korelasyon ise, uranyum ve toryumun yüksek bitkilerden yıkanma yoluyla likenlere taşınması ile açıklanmıştır (Zhang ve diğerleri, 2002).

Avusturya’da endüstrinin yoğun olduğu 4 alandaki (Reutte, Lower In Valley, Treibach-Althofen, Arnoldstein) ağır metal çökelimleri, yosun örnekleme ve analizi ile araştırılmıştır. Toplanan 56 yosun örneğinde Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn metallerinin konsantrasyonları ölçülmüştür. Her alan, bulundurduğu sanayi kuruluşlarına göre değişen metal kirlilikleri sergilemiştir ve kirletici kaynaklarından uzaklaştıkça azalan bir metal kirliliği saptanmıştır (Zechmeister ve diğerleri, 2004).

Urallar’ın güneyindeki, Chelyabinsk bölgesinden toplanan *Hylocomium splendens* ve *Pleurozium schreberi* türü karayosunlarındaki ve toprak örneklerindeki ağır metaller ve diğer toksik metallerin konsantrasyonları ölçülmüştür. As, Zn, Ni elementlerinin, aynı alandan toplanan karayosunu ve toprak örnekleri arasında yüksek korelasyon vermesi, bu metallerin atmosferik kökenli olduğunun kanıtı olarak gösterilmiştir (Frontasyeva ve diğerleri 2004b).

1995-2001 yıllarının yaz ayları boyunca, 291 karayosunu örneği, Romanya’nın %60’dan fazlasını kapsayan çalışma alanından (Karpatlar, Transilvanya platosu ve Prut nehri havzasından) toplanmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, Romanya’daki pek çok alanın Avrupa değerlerinden yüksek olduğu, hatta milli parklara yakın alanların bile ağır metallerce oldukça kirli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Lucaciu ve diğerleri, 2004).

Atmosferik ağır metal çökeliiminin likenler ve karayosunları ile belirlenmesine yönelik çalışmalar Türkiye’de az sayıda bulunmaktadır. Bunlardan bazıları incelenmiştir:

1999-2001 yılları arasında Trabzon ili çevresinden toplanılan, *Cladina rangiferina*, *Cladonia foliacea*, *Cladonia furcata*, *Cladonia pyxidata*, *Cladonia rangiformis*, *Cladonia stellaris*, *Dermatocarpon miniatum*, *Diploschistes scruposus*, *Evernia mesomorpha*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia caperata*, *Parmelia sulcata*, *Peltigera canina*, *Physcia adscendens*, *Pseudevernia furfuracea*, *Xanthoria calcicola*, *Xanthoria parietina*, türü likenlerde 8 iz metal (Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Cr, Cd and Hg) ve 6 besin metal (K, Ca, Mg, Al, Fe ve Na) konsantrasyonunu ölçmüştür.

X. parietina, K, Ca, Mn, Hg için; *P. sulcata* Zn, Pb, B, P, S için; *X. calcicola* Cu, Ni, Cr, Cd için; *C. pyxidata* ise Mg, Al, Fe ve Na için en yüksek konsantrasyonları vermiştir (Demirbaş, 2004).

Ege Bölgesi'nde 51,800 km²'lik alandan, 234 adet *Xanthoria parietina* türü liken toplanmış ve 35 elementin konsantrasyonları (Al, As, Au, Ba, Br, Cd, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, Hg, K, La, Lu, Mg, Mn, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Th, Ti, V, Yb, Zn, Pb, Ni, Cu) ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) ile ölçülmüştür. Sonuçta, pek çok elementin, şehirleşmenin ve sanayileşmenin yoğun olduğu yerlerde yüksek konsantrasyonlar verdiği görülmüştür (Yenisoy- Karakaş ve Tuncel, 2004).

Yatağan termik santrali civarındaki 4 alandan (Yatağan tepesi (termik santralden 4,5 km uzakta), Peynirli tepesi (termik santralden 3 km uzakta), Kırtaş tepesi (termik santralden 7 km uzakta), Ürnez tepesi (termik santralden 7km uzakta)) alınan, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Cladonia convoluta*, *Cladonia pyxidata* türü likenler ve *Grimmia pulvinata*, *Hypnum cupressiforme* türü karayosunlarında, atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle, Pb, Cr, Cd, Co, Ni, Mn, Cu, Zn, Fe ve ²¹⁰Po konsantrasyonlarını ölçülmüştür. Farklı liken ve yosun örnekleri aynı alandan toplansa bile, biriktirme özelliklerinden dolayı farklılıklar göstermektedir. Çalışma alanı için en uygun bioindikatörün, *Grimmia pulvinata* olduğu saptanmıştır (Uğur ve diğerleri, 2004).

2.3. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olan Kocaeli ili, 40°-41° kuzey paralelleri ile 29°-31° doğu meridyenleri arasında, Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde yer alır (Şekil 2.7).

Kocaeli topraklarının İzmit Körfezi kuzeyindeki büyük bölümü, güneyden kuzeye doğru eğimli ve az engebeli bir yayladır. Bu yaylanın yüksek kesimi güneyde İzmit Körfezi dolaylarındadır. Burada Çenedağı 645 metreye ulaşır. İzmit Körfezi'nin güneyinde kalan kesim dağlıktır. Bu kesimde Samanlı Dağları'nın en yüksek noktası Kartepe' dir (1602 m).



Şekil 2.7: Kocaeli ili haritası

Kocaeli'nin iklimi, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimidir. Körfez kıyıları ve Karadeniz kıyısında iklim daha ılımandır, dağlık kesimlerde ise daha sert bir iklim görülür. Karadeniz kıyısında yıllık ortalama yağış miktarı 1000 mm'nin üzerindeyken, güneye doğru gidildikçe yağış miktarı azalır, İzmit'te 800 mm'nin de altına düşer (784,6 mm). Yıllık ortalama sıcaklık 14,8° C'dir.

Kocaeli'nin Karadeniz kıyısında rüzgarlar kışın kuzey ve kuzeydoğudan, yazları ise kuzeydoğudan eser.

Kocaeli'nin doğal bitki örtüsünde Karadeniz ve Akdeniz bitki topluluklarının birlikte bulunur. İzmit Körfezi kıyılarında kışın yapraklarını dökmeyen bitkiler (maki, zeytin ağacı, kızılçam) görülürken, Kocaeli Yarım adasının kuzey kesimlerinde Karadeniz kıyılarında rastlanan bitki toplulukları (kayın, köknar) yer alır.

Kocaeli, yüzölçümü bakımından Türkiye'nin en küçük 7. ili olmasına rağmen, km²'ye düşen kişi sayısı itibariyle (344 kişi/km²) İstanbul'dan sonra Türkiye'nin en kalabalık ilidir. Yüzölçümü 3.505 km² olan Kocaeli ilinin 2000 yılı itibariyle nüfusu 1.206.085'dir. İlin yıllık nüfus artış hızı ise % 27'dir.

Kocaeli'nin sanayisine bakıldığında, sanayi kuruluşlarının ağırlıklı olarak Gebze, İzmit ve Körfez ilçelerinde toplandığı görülür. Ülkemizin 100 büyük sanayi kuruluşunun 18'i Kocaeli'de bulunmaktadır. Kocaeli'nin imalat sanayii açısından ülke içindeki payı %13, dış ticaretteki payı ise %13'dür. Kocaeli'de faaliyet gösteren önemli sektörlerin Türkiye içerisindeki payı incelendiğinde yaklaşık %28 ile Kimya sanayi birinci sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla metal eşya sanayi, metal ana sanayi, otomotiv sanayi, makine sanayi ve endüstriyel hammaddeye dayalı sanayi izlemektedir. Kocaeli Sanayi Odasına kayıtlı 1567 kuruluşun, sektörlere göre dağılımı Tablo 2.1' de gösterilmiştir. Taşıt araçları ve yan sanayii, plastik eşya sanayii ve metal sanayinin baskın olması, gözlenen bazı metal kirliliklerini de açıklar niteliktedir.

Tablo 2.1: Kocaeli Sanayi Odasına bağlı kuruluşların sektörlere göre dağılımı

Meslek Gurubu	Firma Sayısı
Gıda Maddeleri Sanayii Grubu	52
Et-Tavukçuluk ve Yem Sanayii Grubu	31
Un-Unlu ve Şekerli Maddeler Sanayii Grubu	43
Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayii Grubu	66
Kağıt Ürünleri ve Basım Sanayii Grubu	49
Ana Kimya Sanayii Grubu	81
İlaç ve Diğer Kimyasal Ürünler Sanayii Grubu	62
Petrol ve Sınai Gazlar Sanayii Grubu	48
Lastik ve Plastik Ürünleri Çeşitli Petrol Türevleri Sanayi Grubu	45
Plastik Eşya Sanayii Grubu	111
Yapım İşleri Sanayii Grubu	40
Yapım ve Malzemeleri Üretimi Planlama ve Bakımı Sanayi Grubu	62
Endüstriyel Hammaddeye Dayalı Sanayi Grubu	94
Metal Ana Sanayii Grubu	68
Metal Eşya Sanayii Grubu	57
Çelik Yapı ve Malzemeleri Sanayii Grubu	60
Metal Boru Kazan ve Kaplar İmalat Grubu	60
Diğer Metal Eşya Sanayi Grubu	50
Haddehaneler Grubu	39
Özel Endüstri Makinaları ve Gereçleri Yapım ve Onarım Sanayi Grubu	50
Diğer Makinalar Yapım ve Onarım Sanayi Grubu	50
Taşıt Araçları ve Yan Sanayii Grubu	112
Elektrik Makinaları Sanayi Grubu	40
Kablo ve Diğer Elektrik Aletleri Yapımı Sanayii Grubu	46
Diğer Sanayii Grubu	103
Alüminyum Profil ve Doğrama İmalat Sanayi Grubu	48

Dilovası, gerek sanayileşme ve kentleşmenin son derece yoğun ve içiçe olması, gerekse topografik yapısı itibariyle istasyon olarak seçilmiştir.

Ülkenin en büyük petrokimya sanayilerini barındıran Körfez ilçesi, İzmit Körfezi'nin kuzeyinde yer alır. Doğusunda Derince ilçesi, batısında Gebze ilçesi, kuzeyinde Şile ve güneyinde İzmit Körfezi bulunmaktadır. İlçe düzlük bir alana kurulmuştur.

Hereke, Körfez ilçesine bağlı bir beldedir. Doğusunda Kirazlıyalı, batısında Tavşancıl, kuzeyinde Gebze, güneyinde ise İzmit Körfezi yer alır.

Köseköy, 1500 hektar yüzölçümlü, yaklaşık 22.000 nüfuslu bir kasabadır. Pekçok sanayi kuruluşunun bulunduğu Köseköy'ün doğusunda Uzunçiftlik ve Sarımeşe Belediyeleri, batısında Kullar Belediyesi, kuzeyinde Alikahya ve Uzunçiftlik Belediyeleri, güneyinde Sarımeşe Belediyesi bulunmaktadır. D-100 Devlet Karayolu ile TEM beldenin içinden geçer.

İzmit, Kocaeli'nin merkez ilçesidir, İzmit'in nüfusu, merkezde 202.003 kişi, belde ve köylerde 441.763 kişi olmak üzere toplam 643.766 kişidir.

Yuvacık, İzmit Körfezi'nin doğu ucunda 25 km² alana sahip yayla görünümündedir.

Değirmendere, Gölcük ilçesine bağlı bir beldedir. Doğusunda Gölcük ilçe merkezi, batısında Halidere Belediyesi, kuzeyinde ise İzmit Körfezi bulunur.

2.4. Metallerin Kullanım Alanları

Tez kapsamında 13'ü ağır metal, 1'i de yarı metal olmak üzere 14 element incelenmiştir (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn). Ağır metaller, yoğunluğu 5 g/cm³' ten daha yüksek olan metallerdir ve kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, çinko gibi 60'ı aşkın metal bu gruba dahildir.

Kadmiyumun (Cd), başlıca kullanım alanları, Ni-Cd pilleri, bazı alaşımlar, renk pigmentleri, akümülatörler, elektroliz yoluyla kaplamadır.

Kadmiyum, fosil yakıtların bünyesinde de bulunduğundan, fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınır.

Kobalt (Co), manyetik ve paslanmaz çelik eldesinde kullanılır. Dayanıklı ve oksitlenmeye karşı dirençli bir metal olması nedeniyle, elektrolizle kaplama işleminde de kullanılır. Porselen ve cam sanayilerinde, kalıcı ve parlak mavi rengin üretilmesinde kullanılmaktadır.

Krom (Cr), çeliğin sertleştirilmesinde, paslanmaz çelik üretiminde ve çeşitli alaşımların eldesinde kullanılır. Özellikle otomobil parçalarında ve kesici aletlerde korozyon önleyici kaplama olarak kullanımı da yaygındır. Yüksek erime sıcaklığı nedeniyle, tuğla ve kalıp yapımında da kullanılmaktadır.

Bakırın (Cu), en önemli kullanım alanı, elektrik-elektronik sanayidir. İletkenliğinin yüksek olması sebebiyle bakır, elektrik ekipmanında ve çeşitli metal alaşımların yapısında kullanılır. Madeni para ve silah yapımında kullanılan metal alaşımlarının büyük çoğunluğu bakır içerir. Pirinç ve bronz, bakır alaşımlarıdır.

Demir (Fe), çelik sanayinin ana hammaddesidir. Demir oksitleri boya endüstrisinde pigment olarak, saf halde demir karbon ve diğer metallerle alaşımları halinde, inşaatlarda beton, kiriş ve yüzeylerin güçlendirilmesinde kullanılır.

Civa (Hg), termometre sıvısı olarak, barometre ve difüzyon pompalarında, pil yapımında, akümülatörlerde, kostik soda ve klorür üretiminde, böcek öldürücü ilaçların yapımında kullanılmaktadır.

Mangan (Mn), çelik ve pil üretiminde ve seramik sanayiinde kullanılır.

Molibden (Mo), çelik üretiminde kullanılır. Isıya ve aşınmaya karşı dirençli olan belli nikel bazlı alaşımların yapımında kullanılır.

Nükleer enerji uygulamalarında, elektrikli ısıtıcıların ince tellerinde, füze ve hava taşıtlarının parçalarının yapımında da yer alır.

Nikel (Ni), paslanmaz çelik üretiminde ve metal alaşımlarının hazırlanmasında, pillerde ve akümülatörlerde kullanılır.

Kurşun (Pb), kullanımını azalmış olsa da, benzinin yapısına katılır ve akümülatörlerde kullanılır. Daha çok fosil yakıtların yanması sonucunda atmosfere verilir.

Titanyum (Ti), çeşitli metallerle birlikte kullanılan çok önemli bir alaşım elementidir. Bu alaşımlar, hafiflik, sağlamlık ve ısıya dayanıklılığın önem taşıdığı endüstrilerde kullanılır. Dayanıklılığı ve asitlere karşı dirençli oluşu nedeniyle, çeşitli alaşımların yapısına katılır. Farklı tipteki boyaların yapısına da katılır. Titanyum tetraklorit bileşiği, camların renklendirilmesinde kullanılır. Beyaz ve iyi kapatıcı bir pigment olan titanyum dioksit (TiO_2) de silgi, kağıt, boya ve benzeri maddelerin yapımında kullanılır.

Vanadyum (V), paslanmaz çelik üretiminde önemli bir katkı maddesidir. Çelik yüzeylerinin titanyum kaplanması işleminde de, bağlayıcı element olarak kullanılır. Vanadyum pentoksit bileşiği, seramik yapımında katalizör ve boya sabitleyici olarak kullanılır.

Çinko (Zn), diğer metallerle çok sayıda alaşımın yapısına katılır. Otomotiv, elektrik ve donanım endüstrilerinde kullanılan döküm kalıplarının yapımında çinko yer alır. Demir ve benzeri metallerin, korozyona karşı önlem amacıyla galvanizlenmesinde de kullanılır.

Çinko oksit; boya, yazıcı mürekkepleri, sabun, tekstil ürünleri, elektronik aletler, kauçuk yan ürünleri, yer kaplamaları, plastik ve kozmetik ürünler gibi günlük yaşamımızın çeşitli tamamlayıcılarında karşımıza çıkmaktadır. Akümülatörlerde kullanılır.

Arsenik (As), bronz eldesinde, mermi ve güllerin sertliğinin ve şeklinin sağlanmasında, zararlılarla mücadele için kullanılan kimyasalların ve ahşap koruyucuların bileşiminde kullanılan, fosil yakıtların bünyelerinde yer alan bir metalloiddir.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD

3.1 Örneklem Yöntemi

Liken ve karayosunu örnekleri 05-05-2006 ile 01-07-2006 tarihleri arasında, çeşitli zamanlarda, 3 ana bölgedeki (Sanayileşmiş, kentsel, kırsal) 11 istasyondan toplanmıştır. Dilovası, Hereke, Körfez, Derince, İzmit, Köseköy ve Umuttepe istasyonları İzmit Körfezi'nin kuzeyinde; Bahçecik, Yuvacık, Yeniköy ve Değirmendere ise Körfez'in güneyindedir.

Sanayileşmiş alan, hem sanayileşmenin hem de kentleşmenin oldukça yoğun olduğu alandır; kentsel alan ise, kentleşmenin oldukça yoğun olduğu fakat sanayileşmenin daha az görüldüğü alandır. Kırsal alan, sanayileşmenin olmadığı ve seyrek olarak evlerin bulunduğu alandır.

Bu istasyonlardan Dilovası ve Körfez, oldukça yoğun sanayileşme ve kentleşmeye sahip olduklarından sanayileşmiş alana dahil edilmişlerdir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

Hereke, Derince (Şekil 3.3), İzmit, Köseköy, Bahçecik, Yuvacık, Yeniköy, Değirmendere'de kentleşmenin yoğun olan kesimleri, kentsel alan içine dahil edilmiştir.

Umuttepe ile Yuvacık (Şekil 3.4) ve Bahçecik'in sanayiden oldukça uzak ve kentleşmenin hemen hemen hiç olmayan kesimleri ise kırsal alan içinde değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1: Dilovası'nın güneyden çekilmiş fotoğrafı



Şekil 3.2: Körfez'in kuzeyden çekilmiş fotoğrafı

Örnekleme yapılırken ilk hedef, mümkün olduğunca tek tür liken toplamak olmuştur, fakat her istasyonda aynı türde likene rastlanmadığı için farklı tür likenler de toplanmıştır. Öncelikle tercih edilen liken türleri, yerden kirlenme ihtimallerinin az olması sebebiyle, epifitik türler olmuştur. Fakat, epifitik liken miktarı yetersiz olduğunda yada epifitik tür bulunamadığında terrikol liken türleri de toplanmıştır. Örnekler genellikle, ana yollar ve yerleşim yerlerinden en az 300 metre; evler ve tali yollardan ise en az 100 metre uzaktan alınmıştır (Ruhling ve Tyler, 2004). Fakat, evlerle sanayinin fazla içiçe geçmiş bazı alanlarda bu mesafeler azaltılarak örnek alınmıştır. Her bir örnek bir noktayı değil, alanı temsil etmektedir.



Şekil 3.3 : Derince'nin kuzeyden çekilmiş fotoğrafı



Şekil 3.4: Yuvacık barajının fotoğrafı

Toplanan örnekler, polietilen numune torbaları içinde muhafaza edilmiştir. İstasyonların koordinatları ve yükseklikleri GPS ile belirlenmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler, numune torbaları içinde küflenmelerini önlemek için oda sıcaklığında havalandırılmıştır. Likenlerin herhangi bir işleme tabi tutulmadan önce tür tayinleri yapılmıştır.

Tür tayini, Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden Yrd. Doç. Dr. Gülşah Çobanoğlu tarafından yapılmıştır. Tür tayini sonuçlarına göre, Kocaeli'den toplam 7 farklı tür liken toplanmıştır.

Bunlardan *X. parietina* (Şekil 3.5), *E. prunastri*, *P. adscendens* , *P.sulcata* (Şekil 3.6), *R. fastigiata* türü likenler, epifitik likenler iken; *C. convoluta* ve *C. rangiformis* ise terrikol likenlerdir. İl genelinde baskın liken türü turuncu renkli *X. parietina*'dır.



Şekil 3.5 : *Xanthoria parietina* türü liken



Şekil 3.6: *Parmelia sulcata* türü liken

Dilovası'ndan *Xanthoria parietina*, *Cladonia convoluta*, *Cladonia rangiformis* ve karayosunu; Hereke'den *Xanthoria parietina* ve karayosunu; Körfez'den *Xanthoria parietina*, *Phycia adscendens*, *Ramalina fastigiata*, *Parmelia sulcata* ve karayosunu toplanmıştır (Tablo 3.1).

Derince'den *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*, *Parmelia sulcata*, *Cladonia convoluta*, *Evernia prunastri* ve karayosunu; İzmit'ten *Physcia adscendes*; Köseköy'den *Xanthoria parietina*; Umuttepe'den *Cladonia rangiformis*, *Parmelia sulcata* ve karayosunu; Yuvacık'tan *Xanthoria parietina*, *Parmelia sulcata*, *Physcia adscendens* ve karayosunu toplanmıştır (Tablo 3.2).

Bahçecik'ten *Cladonia rangiformis*, *Parmelia sulcata*, *Evernia prunastri*; Yeniköy'den *Xanthoria parietina* ve karayosunu; Değirmendere'den *Xanthoria parietina* ve karayosunu toplanmıştır (Tablo 3.3).

Toplanan örneklerin kotları, kirletici kaynaklarına uzaklıkları, özellikle sanayileşmiş ve kentsel alan için, oldukça farklıdır. Dolayısıyla, metal konsantrasyonlarında çok düşük ve yüksek değerlere, aynı bölge örnekleri içinde rastlamak mümkündür.

Tablo 3.1: Sanayileşmiş alandan toplanan örnekler ve toplandıkları yükseklikler

Örnek No.	İstasyon	Tür	Yükseklik (m)
1	Dilovası	<i>X. parietina</i>	75,8
2	Dilovası	<i>X. parietina</i>	254
3	Dilovası	<i>C.rangiformis</i>	254
4	Dilovası	Karayosunu	254
5	Dilovası	<i>X. parietina</i>	81
6	Dilovası	<i>X. parietina</i>	9
7	Dilovası	Karayosunu	70
8	Dilovası	<i>C. convoluta</i>	124
9	Dilovası	Karayosunu	124
15	Körfez	<i>X. parietina</i>	340
16	Körfez	<i>R. fastigiata</i>	340
17	Körfez	<i>X. parietina</i>	309
18	Körfez	<i>X. parietina</i>	1
19	Körfez	<i>X. parietina</i>	355
20	Körfez	<i>P. sulcata</i>	-
21	Körfez	<i>P.adscendens</i>	-

Tablo 3.2: Kentsel alandan toplanan örnekler ve toplandıkları yükseklikler

Örnek No.	İstasyon	Tür	Yükseklik (m)
10	Hereke	<i>X. parietina</i>	378
11	Hereke	<i>X. parietina</i>	182
12	Hereke	Karayosunu	182
13	Hereke	<i>X. parietina</i>	131
14	Hereke	Karayosunu	131
22	Derince	<i>X. parietina</i>	157
23	Derince	Karayosunu	157
24	Derince	<i>E. prunastri</i>	157
25	Derince	<i>P. adscendes</i>	55
26	Derince	<i>X. parietina</i>	107
27	Derince	<i>P. adscendens</i>	107
28	Derince	<i>X. parietina</i>	210
29	Derince	Karayosunu	210
30	Derince	<i>C. convoluta</i>	107
31	Köseköy	<i>X. parietina</i>	12
32	Köseköy	<i>X. parietina</i>	12
36	Yuvacık	Karayosunu	181
37	Yuvacık	<i>X. parietina</i>	25
38	Yuvacık	<i>P. sulcata</i>	25
43	Bahçecik	<i>E. prunastri</i>	20
44	Bahçecik	<i>P. sulcata</i>	20
46	Yeniköy	<i>X. parietina</i>	40
47	Yeniköy	Karayosunu	40
48	Yeniköy	Karayosunu	40
49	Değirmendere	Karayosunu	57
50	Değirmendere	<i>X. parietina</i>	13
51	İzmit (Merkez)	<i>P. adscendens</i>	212

Tablo 3.3: Kırsal alandan toplanan örnekler ve toplandıkları yükseklikler

Örnek No.	İstasyon	Tür	Yükseklik (m)
33	Umuttepe	<i>C. rangiformis</i>	450
34	Umuttepe	<i>P. sulcata</i>	450
35	Umuttepe	Karayosunu	450
39	Yuvacık	<i>X. parietina</i>	230
40	Yuvacık	<i>P. adscendens</i>	230
41	Yuvacık	<i>P. sulcata</i>	230
42	Yuvacık	Karayosunu	230
45	Bahçecik	<i>C. rangiformis</i>	345

3.2 Örnek Hazırlama ve Analiz Yöntemi

Araştırmacılar, örneklerin analize hazırlanması ve analiz yöntemleri için farklı yöntemler kullanmışlardır. Farklı çalışmalarda kullanılan, farklı bazı yöntemler şöyledir:

Conti ve diğerlerinin (2004), çalışmalarında örnekler yıkanmamış ve 35 °C'da 48 saat boyunca, sabit ağırlıklarına ulaşana dek kurutulmuştur. Element analizleri ise GFAAS (Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry) ile yapılmıştır. Frontasyeva ve diğerleri (2004)'de ise örneklerin yıkanmadığı; 30°C'da sabit ağırlıklarına ulaşınca kadar kurutuldukları ve elementlerin analizinin ENAA (Epithermal Neutron Activation Analysis) ve AAS (Atomic absorption spectrometry) ile yapıldığı görülür.

Yenisoy-Karakaş ve Tuncel (2004) yıkanan örnekleri oda sıcaklığında bir gün kurutmuş; INAA ve ICP-AES ile analiz etmişlerdir.

Lucaciu ve diğerleri (2004) ise örnekleri yıkamadan 40°C'da, 48 saat boyunca kurutmuşlardır. Element analizlerini ise INAA ve FAAS ile yapmışlardır.

Tez kapsamında, araziden toplanan örnekler, 4 aşamadan geçirilerek analiz edilmeye hazır hale getirilmiştir. Aşamalar:

1. Örneklerin temizlenmesi ve yıkanması
2. Örneklerin kurutulması
3. Örneklerin tane boyutunun küçültülmesi
4. Örneklerin yakılmasıdır.

Örneklerin yakılması ve analiz edilmesi ACME laboratuvarları (Kanada) tarafından yapılmıştır.

Örnekler, ilk önce, tutundukları yüzeyden (substrat), plastik veya paslanmaz çelik maşalar yardımıyla, parça kalmayacak biçimde, ayrılmıştır. Ayrılan örnekler üzerlerindeki, gözle görülebilir, partiküller ve yabancı maddelerden yine plastik veya paslanmaz çelik maşalarla arındırılmıştır; gözle görülemeyen tozların giderilmesi için ise, ultra saf su ile yıkanmıştır.



Şekil 3.7: Örneklerin tutundukları yüzeylerden ayrılması



Şekil 3.8: Örneklerin yıkanması

Ultra saf su ile yeteri kadar yıkanan örnekler, oda sıcaklığında üzerlerindeki nemleri yok olana kadar kurutulduktan sonra, 105°C'da yaklaşık 1 gün kurutulmuştur. Kurutulan örnekler, agat havanda ezilerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen liken örneklerinin birbirleri ile karışmalarını engellemek için, öğütülen her örnekten sonra havan, diğer örnekten parçacık kalmayana kadar yıkanmıştır. Kurutulup toz haline getirilen liken ve karayosunu örneklerinden, kilitli plastik torbalar içine birer gram koyularak analiz aşamasına kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir.



Şekil 3.9: Kurutulmuş örneklerin toz haline getirilmesi

Yakma aşamasının ilk basamağında birer gram örnek 2 ml. HNO_3 içinde bir saat tutulmuştur. İkinci basamakta ise 6 ml. 2-2-2 $\text{HCl-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ karışımı içinde 95°C 'da yakılarak, 20 ml.'ye seyreltilmiştir. Daha sonra da toplam 14 elementin konsantrasyonları ICP-MS ile analiz edilmiştir. Konsantrasyonları ölçülen elementler: As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn'dir.

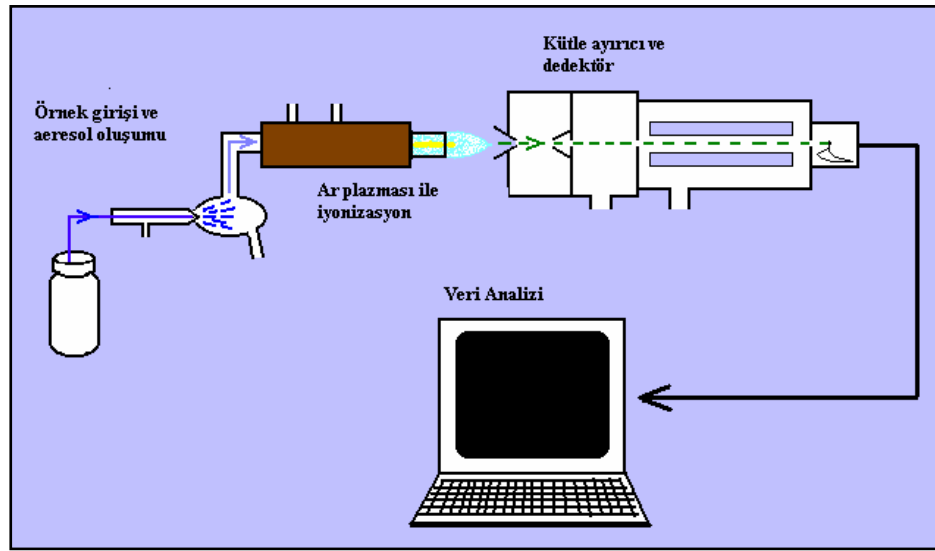
Tablo 3.4'de ICP-MS analitik yönteminde elementlerin deteksiyon limitleri verilmiştir.

Tablo 3.4: Toprak örneklerinde elementlerin ICP-MS ile deteksiyon limitleri

Element	Deteksiyon Limitleri
As	0,1 ppm
Cd	0,01 ppm
Co	0,01 ppm
Cr	0,1 ppm
Cu	0,01 ppm
Fe	% 0,001
Hg	1 ppb
Mn	1 ppm
Mo	0,01 ppm
Ni	0,1 ppm
Pb	0,01 ppm
Ti	1 ppm
V	2 ppm
W	0,1 ppm
Zn	0,1 ppm

ICP-MS (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer/ İndüksiyon eşleşmeli plazma- kütle spektrometresi) katı ve sıvı örneklerde, çok sayıda elementin hızlı, hassas ve doğru biçimde ölçen ileri teknoloji ürünü bir analiz yöntemidir. İyon üreten yani iyonizasyonu sağlayan ICP ile iyonları açığa çıkarıp ayıran kütle spektrometresinin birleşiminden oluşan bir sistemdir. Tayin sınırı oldukça düşük (Birçok element için gözlenebilme sınırı ng/L'nin altındadır.) olduğu için ICP-MS avantajlı bir yöntemdir.

ICP-MS'in şematik gösterimi Şekil 3.20'de görülmektedir (<http://www.cce.vt.edu/ewr/environmental/teach/smprimer/icpms/icpms.htm>).



Şekil 3.10: ICP-MS'in şematik gösterimi

Araziden toplanan örneklerin yanısıra, IAEA-336 liken referans maddesi de örneklerle beraber analiz edilmiş ve analitik ölçümlerin ve yakma prosedürünün doğruluğu kontrol edilmiştir. IAEA-336 liken referans materyali, *Evernia prunastri* türü likenlerin, Portekiz'in kırsal alanlarındaki ağaçlardan toplanması ile elde edilmiştir.

IAEA-336 liken referans materyalinin, As, Ba, Br, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Eu, Fe, Hg, K, La, Lu, Mn, Na, Nd, P, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Sr, Tb, Th, V, Yb ve Zn konsantrasyonları, 1992-94 yılları arasında, farklı laboratuvarlarca ölçülerek elde edilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre, sertifika değerleri ile ölçüm sonuçları uyumlu çıkmıştır. Bu da, uygulanan yakma ve analiz yönteminin doğruluğunu göstermektedir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: IAEA-336 liken referans materyalinin sertifikasyon ve analiz değerleri (ppm)

Element		As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	V	Zn
IAEA-336 (Liken)	Sertifika Değeri (ppm)	0,55	0,10	0,24	0,89	3,1	380	0,16	56	4,3	1,25	27
		± 0,71	± 0,134	± 0,34	± 1,23	± 4,1	± 480	± 0,24	± 70	± 5,5	± 1,69	± 33,8
IAEA-336 (Liken)	Ölçülen Deęer (ppm)	0,5	0,14	0,36	2,3	4,2	440	0,16	69	7,35	2	41

BÖLÜM 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

4.1. Sonuçlar

4.1.1. Kırsal Alan

Kırsal alanlardan 6 adet liken, 2 adet karayosunu örneği toplanmıştır. Toplanan türler ve istasyonlara göre dağılımı şöyledir:

Umuttepe;

- Birer adet *C. rangiformis* ve *P. sulcata*

- 1 adet karayosunu

Bahçecik;

- 1 adet *C. rangiformis*

Yuvacık;

- Birer adet *X. parietina*, *P. sulcata*, *P. adscendens*

- 1 adet karayosunu.

Kırsal alandan toplanan liken ve karasyonlarını ortalama metal konsantrasyon içerikleri Tablo 4.1 ve 4.2 ile Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3’de özetlenmiştir.

Liken örneklerinde Fe, Mn ve Zn metalleri; karasyonlarında ise Fe ve Mn metalleri yüksek olan standart sapmalar, diğer metaller için oldukça düşüktür. Bunun sebebi, Umuttepe ve Yuvacık’tan toplanan bazı örneklerde, bu metallerin konsantrasyonlarının diğer örneklerden oldukça farklı olmasıdır (Tablo 4.1 ve Tablo 4.2).

Kırsal alanlarda, farklı istasyonlarda rastlanan aynı tür biyomonitörler, toplama kapasiteleri aynı olduğu için, karşılaştırılmıştır. Umuttepe ve Yuvacık'tan toplanan karayosunu örnekleri kendi içinde; Umuttepe ve Bahçecik'ten toplanan *C. rangiformis* örnekleri kendi içinde oranlandığında, hemen hemen eşit metal konsantrasyonları sunarlar (Tablo 4.3).

Bu iki değerlendirme sonucuna göre denilebilir ki, kırsal alandan toplanan örneklerde, metal konsantrasyonları birbirine oldukça yakındır, dolayısıyla kırsal alan istasyonları yaklaşık olarak eşit miktarda metal çökeline maruz kalmıştır.

Tablo 4.1: Kırsal alandan toplanan liken örneklerindeki (n=6) metal konsantrasyonlarının (ppm) minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma (1σ) değerleri

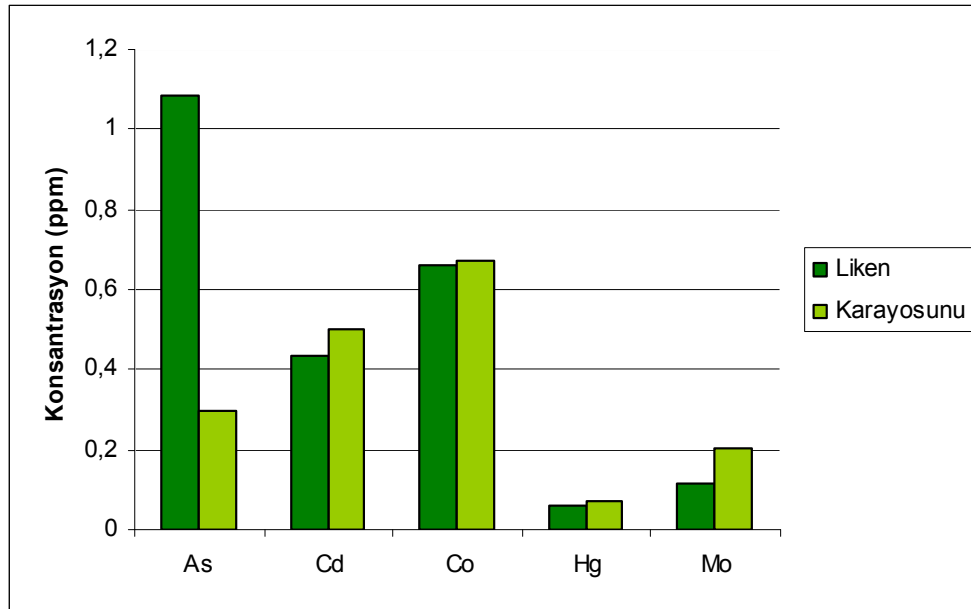
Element	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Std. Sapma
As	0,50	1,90	1,08	1,10	0,49
Cd	0,25	0,65	0,44	0,42	0,13
Co	0,51	0,88	0,66	0,66	0,14
Cr	2,70	4,10	3,52	3,60	0,54
Cu	3,46	10,07	7,04	7,79	2,45
Fe	930	2230	1423,33	1335	444,78
Hg	0,04	0,091	0,06	0,05	0,02
Mn	42	167	80,33	59,50	46,21
Mo	0,10	0,14	0,12	0,11	0,01
Ni	1,50	3,50	2,77	2,90	0,69
Pb	7,49	22,36	12,90	10,12	6,26
Ti	12	49	32,33	35,50	14,12
V	3	6	4,17	4	0,98
Zn	34,70	117,10	75,73	80,15	33,06

Tablo 4.2: Kırsal alandan toplanan karayosunu örneklerindeki (n=2) metal konsantrasyonlarının (ppm) ortalama ve standart sapma (1σ) değerleri

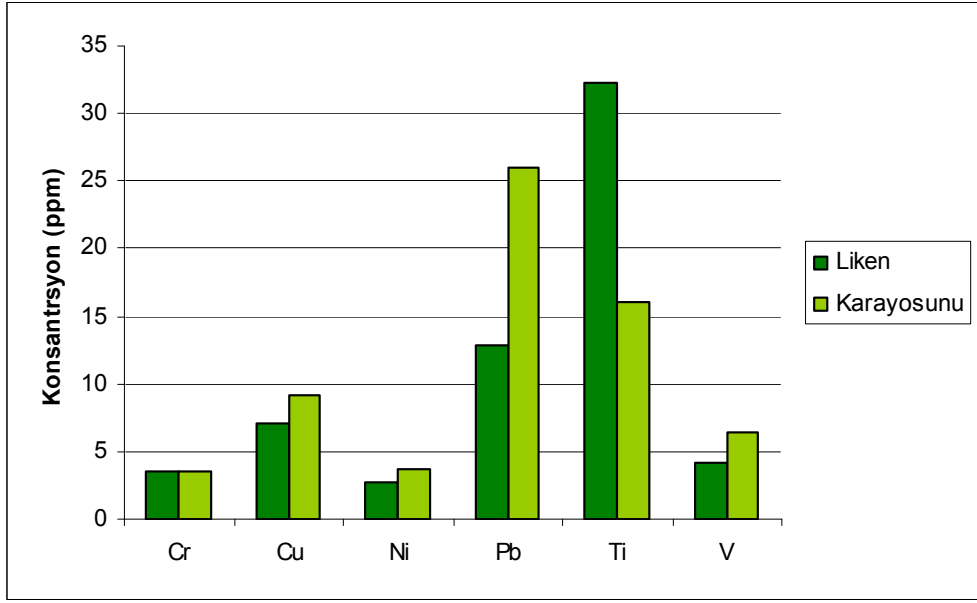
Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
Ortalama	0,3	0,5	0,67	3,55	9,12	1120	0,07	126	0,21	3,75	25,99	16	6,5	63,55
Std. Sapma	0	0,03	0,18	1,06	2,12	480,83	0,01	87,68	0,02	0,21	9,32	4,24	4,95	8,13

Tablo 4.3: Umuttepe-Yuvacık ve Umuttepe-Bahçecik karşılaştırması

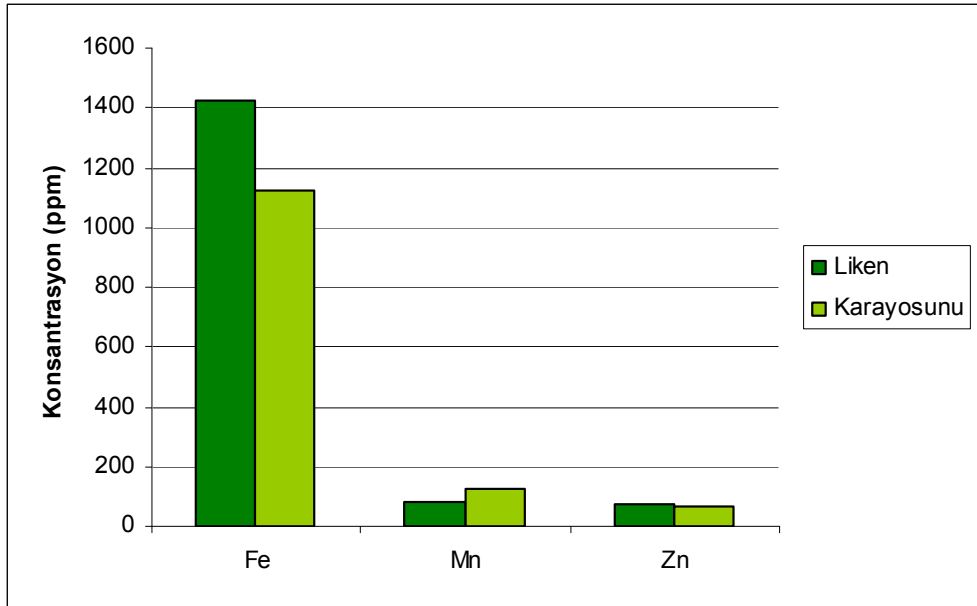
Örnek No.	35	42	33	45
İstasyon	Umuttepe	Yuvacık	Umuttepe	Bahçecik
Tür	Karayosunu	Karayosunu	<i>C. rangiformis</i>	<i>C. rangiformis</i>
Yükseklik (m)	450	230	450	345
Metal Konsantrasyonları (ppm)				
As	0,3	0,3	1,2	0,5
Cd	0,48	0,52	0,25	0,39
Co	0,54	0,8	0,88	0,51
Cr	2,8	4,3	3,9	2,7
Cu	7,62	10,62	4,76	3,46
Fe	780	1460	2230	1200
Hg	0,083	0,063	0,046	0,036
Mn	188	64	58	97
Mo	0,19	0,22	0,12	0,1
Ni	3,6	3,9	3,1	1,5
Pb	19,4	32,58	7,49	9,81
Ti	13	19	12	31
V	3	10	3	4
Zn	69,3	57,8	34,7	40,6



Şekil 4.1: Kıralsal alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde As, Cd, Co, Hg, Mo konsantrasyonları ortalamaları



Şekil 4.2: Kırsal alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Cr, Cu, Ni, Pb, Ti, V konsantrasyonları ortalamaları



Şekil 4.3: Kırsal alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Fe, Mn, Zn konsantrasyonları ortalamaları

Kırsal alandan toplanan örneklerde, karayosunu örneği sayısı (n=2) sınırlı olduğundan pearson korelasyon katsayıları sadece liken örnekleri için incelenmiştir (Tablo 4.4). Liken örneklerinde anlamlı bir korelasyon sadece Co-Fe, As-Mo metalleri arasında, sırasıyla 0,947 ve 0,938 pearson korelasyon katsayıları ($\alpha < 0,01$) ile görülmüştür.

Tablo 4.4: Kırsal alandan toplanan İken örneklerinin pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
As	1													
Cd	0,624 0,185	1												
Co	0,57 0,238	-0,182 0,73	1											
Cr	,901(*) 0,014	0,351 0,495	0,8 0,056	1										
Cu	0,299 0,564	0,452 0,368	-0,214 0,684	0,258 0,622	1									
Fe	0,38 0,457	-0,377 0,461	0,947(**) 0,004	0,599 0,209	-0,497 0,316	1								
Hg	0,14 0,792	0,226 0,666	-0,125 0,814	0,282 0,588	0,732 0,098	-0,348 0,5	1							
Mn	-0,207 0,693	-0,038 0,943	-0,624 0,186	-0,394 0,439	0,301 0,562	-0,576 0,232	0,304 0,559	1						
Mo	0,938(**) 0,006	0,556 0,252	0,577 0,23	0,795 0,059	0,218 0,678	0,421 0,406	-0,14 0,792	-0,305 0,557						
Ni	0,599 0,209	0,137 0,796	0,376 0,463	0,644 0,168	0,725 0,103	0,151 0,776	0,499 0,314	0,205 0,696	0,548 0,261	1				
Pb	-0,364 0,478	-0,004 0,994	-0,531 0,278	-0,425 0,4	0,647 0,165	-0,638 0,173	0,195 0,711	0,281 0,589	-0,226 0,667	0,257 0,622	1			
Ti	0,013 0,981	0,589 0,219	-0,24 0,647	-0,03 0,955	0,283 0,587	-0,395 0,438	0,123 0,816	-0,506 0,306	0,041 0,938	-0,274 0,599	0,293 0,572			
V	-0,369 0,472	0,178 0,736	-0,435 0,389	-0,384 0,452	0,411 0,418	-0,546 0,263	0,053 0,921	-0,239 0,648	-0,221 0,673	-0,138 0,795	0,79 0,061	0,773 0,071		
Zn	0,655 0,158	0,898(*) 0,015	-0,079 0,882	0,511 0,3	0,747 0,088	-0,362 0,481	0,584 0,224	0,016 0,976	0,519 0,292	0,457 0,362	0,144 0,786	0,531 0,278	0,21 0,689	1

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı

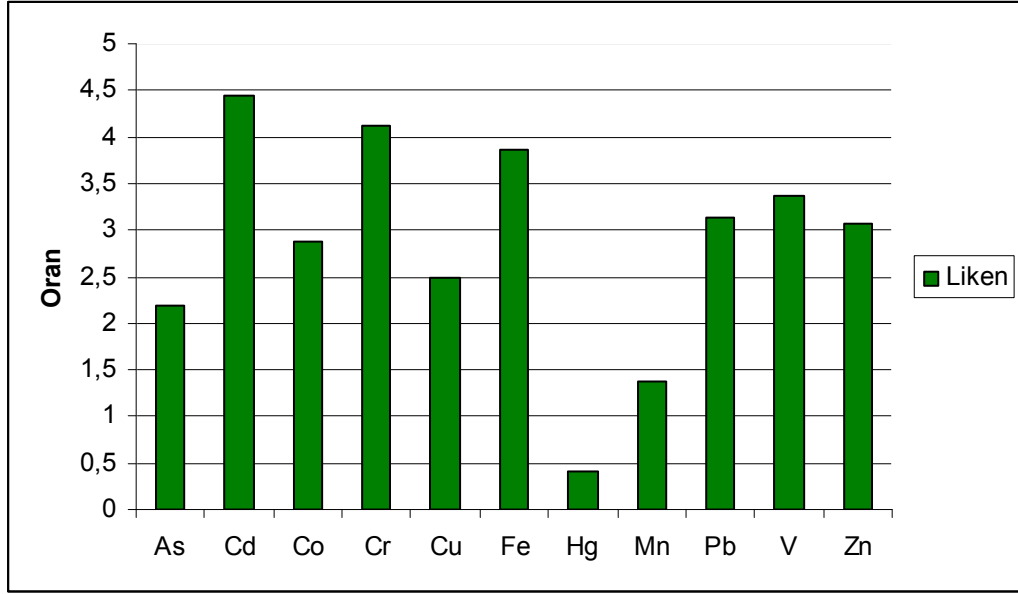
Kocaeli'nin kırsal alanının metal çökelimine maruz kalıp kalmadığını incelemek için, Portekiz'in temiz alanlarından toplanarak elde edilen IAEA-336 liken referans malzemesi ile bir kıyaslama yapılmıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 'de IAEA-336 liken referans maddesi ve Kocaeli kırsal alanından toplanan liken örneklerinin element konsantrasyonları, aritmetik ortalama $\pm 1\sigma$ şeklinde, verilmiştir.

Şekil 4.4' de ise Kocaeli kırsal alanından toplanan likenlerin element ortalamaları, IAEA-336 liken referans materyalinin element ortalamaları ile oranlanmıştır. Bu karşılaştırma sonuçlarına göre, Kocaeli kırsal alanının, IAEA-336 liken referans materyaline göre, Hg hariç diğer elementlerde, yaklaşık 1,4-4,4 kat daha fazla konsantrasyonlar sunduğu görülür.

Tablo 4.5: Kocaeli kırsal alanı ve IAEA-336 liken referans materyalindeki element konsantrasyonları (ppm)

Element	IAEA-336	Kırsal
As	0,55 \pm 0,71	1,2 \pm 0,44
Cd	0,10 \pm 0,134	0,44 \pm 0,15
Co	0,24 \pm 0,34	0,69 \pm 0,13
Cr	0,89 \pm 1,23	3,68 \pm 0,40
Cu	3,1 \pm 4,1	7,76 \pm 1,92
Fe	380 \pm 480	1468 \pm 482
Hg	0,16 \pm 0,24	0,07 \pm 0,02
Mn	56 \pm 70	77 \pm 50,85
Pb	4,3 \pm 5,5	13,51 \pm 6,79
V	1,25 \pm 1,69	4,20 \pm 1,10
Zn	27 \pm 33,8	82,76 \pm 31,56



Şekil 4.4: Kocaeli kırsal alanı element ortalamalarının IAEA-336 liken referans materyali element ortalamalarına oranı

4.1.2. Kentsel Alan

Kentsel alanlardan 19 adet liken ile 8 adet karayosunu toplamıştır. Liken ve karayosunu örneklerinin türleri ve istasyonlara göre dağılımı şöyledir:

Hereke;

- 3 adet *X. parietina*

- 2 adet karayosunu

Derince;

- 3 adet *X. parietina*

- 2 adet *P. adscendens*

-Birer adet *E. prunastri* ve *C. convoluta*

-2 adet karayosunu

Köseköy;

- 2 adet *X. parietina*

Yuvacık;

- Birer adet *X. parietina* ve *P. sulcata*

- 1 adet karayosunu

Bahçecik;

- Birer adet *P. sulcata* ve *E. prunastri*

Değirmendere;

- 1 adet *X. parietina*

- 1 adet karayosunu

Yeniköy;

- 1 adet *X. parietina*

- 2 adet karayosunu

İzmit;

-1 adet *P. adscendens*

Kentsel alandan toplanan liken ve karayosunlarının ortalama metal konsantrasyonları Tablo 4.6 ve 4.7 ile Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7 'de özetlenmiştir. Kentsel alandan toplanan liken örneklerinde, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn'nin maksimum konsantrasyonları Hereke örneklerinde; Co, Fe, Ti, V metallerinin maksimum konsantrasyonları ise Yeniköy örneklerinde görülmüştür. As, Co, Cu, Hg, Mo, Ti, V Derince'de; Cr, Fe, Mn, Ni, V, Zn Bahçecik'te; Cd Köseköy; Pb ise Yuvacık'ta minimum konsantrasyonları vermiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Kentsel alandan toplanan liken örneklerindeki (n=19) metal konsantrasyonlarının (ppm) minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma (1σ) değerleri

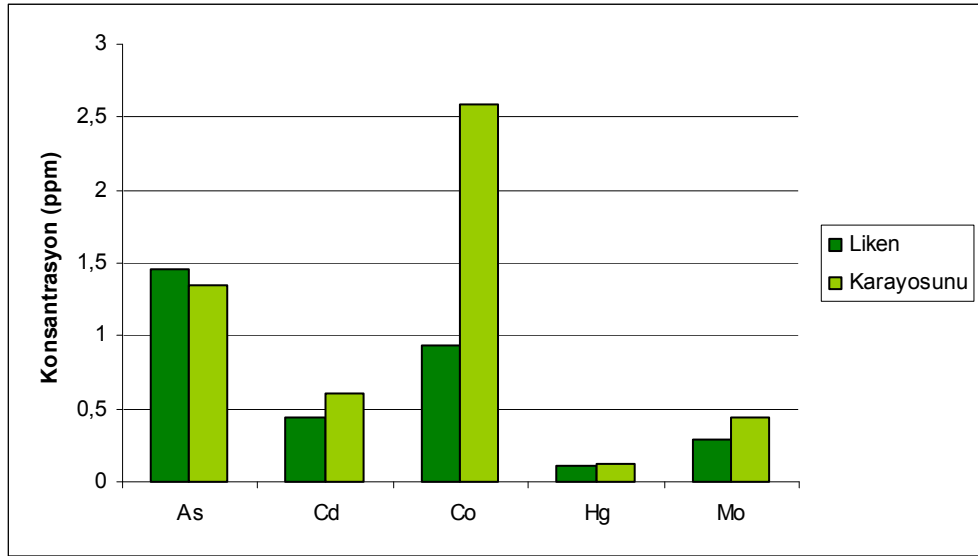
Element	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Stnd. Sapma
As	0,40	3,40	1,46	1,3	0,74
Cd	0,18	1,23	0,44	0,37	0,26
Co	0,27	2,40	0,93	0,84	0,53
Cr	2,60	16	6,80	5,80	3,55
Cu	4,89	25,88	13,75	12,21	5,80
Fe	580	5470	2361,05	1950	1451,24
Hg	0,07	0,23	0,11	0,09	0,05
Mn	29	239	71,05	46	50,28
Mo	0,13	0,75	0,29	0,25	0,16
Ni	1,10	10,20	5	4	2,83
Pb	9,80	104,51	28,91	19,74	23,30
Ti	13	105	38,79	37	21,91
V	3	15	7,42	6	3,67
Zn	57,10	371,2	138,93	121,10	75,85

Karayosunlarında ise, Hereke örnekleri, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb, Zn; Yeniköy, Co, Cr, Fe, Ni, Ti, V; Derince, As, Mn için maksimum konsantrasyonları vermiştir.

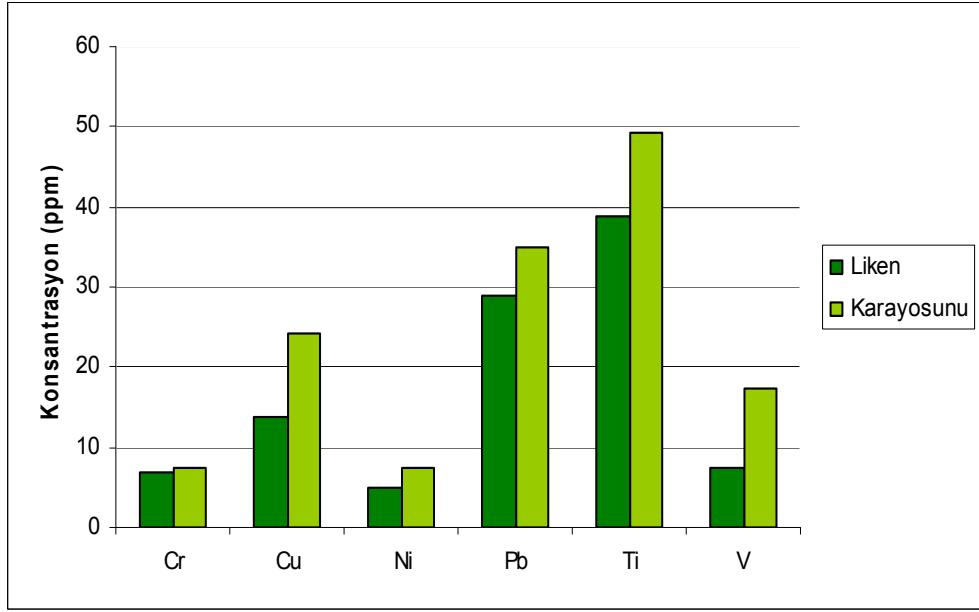
Kentsel alanda, karayosunlarında, rastlanan minimum Co, Cr, Cu, Fe, V konsantrasyonları Derince; minimum As, Cd, Hg, Pb konsantrasyonları Yeniköy; minimum Mn, Mo, Ni, Zn konsantrasyonları ise Yuvacık örneklerinde görülmüştür (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Kentsel alandan toplanan karayosunu örneklerindeki (n=8) metal konsantrasyonlarının (ppm) minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma (1σ) değerleri

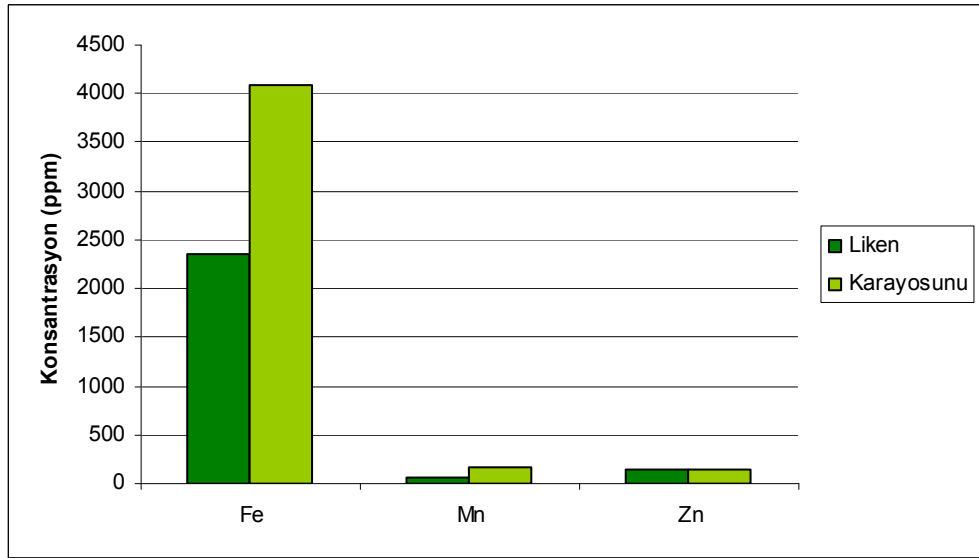
Element	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Stnd. Sapma
As	0,40	2,60	1,35	1,20	0,80
Cd	0,21	1,43	0,60	0,40	0,45
Co	1,10	5,42	2,59	1,93	1,55
Cr	4,50	12,90	7,45	6,35	3,15
Cu	11,19	44,4	24,11	21,23	13,77
Fe	1410	9140	4092,5	2840	2846,79
Hg	0,07	0,23	0,12	0,10	0,06
Mn	72	233	174,50	200	57,55
Mo	0,22	0,89	0,44	0,35	0,25
Ni	4,20	16,50	7,51	5,65	4,05
Pb	9,96	81,59	35,08	23,89	26,33
Ti	15	161	49,25	19	57,52
V	6	35	17,38	15,50	10,97
Zn	61,10	327,80	147,91	92,20	106,33



Şekil 4.5: Kentsel alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde As, Cd, Co, Hg, Mo konsantrasyonları ortalamaları



Şekil 4.6 : Kentsel alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Cr, Cu, Ni, Pb, Ti, V konsantrasyonları ortalamaları



Şekil 4.7 : Kentsel alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Fe, Mn, Zn konsantrasyonları ortalamaları

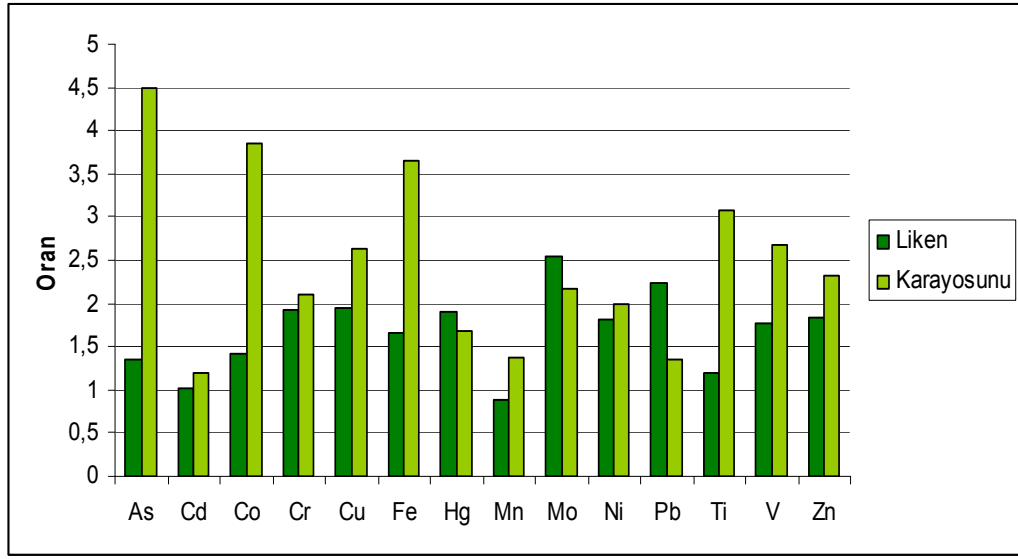
Kentsel alandaki çökelimin, kırsal alan çökeliminden kaç kat fazla olduğunu saptamak için, kentsel alan ortalamaları kırsal alan ortalamalarına bölünmüştür (Tablo 4.8).

Liken örnekleri incelendiğinde, kentsel alanda gözlenen metal çökelimi miktarı, kırsal alandan, pek çok metalce, belirgin biçimde farklı değildir.

Diğer bir deyişle, kentsel alanlarda meydana gelmiş metal çökeli miyle, kırsal alanda meydana gelmiş metal çökeli mi birbirine yakındır. Kentsel alanda, kırsal alandan en belirgin farklılaşmayı gösteren başlı ca metaller, Mo, Pb, Cu, Cr' dir (Tablo 4.8 ve Şekil 4.8). Karayosunlarında ise, kentsel alanda, kırsal alandan daha yüksek çökeli m gösteren başlı ca metallerin As, Co, Fe ve Ti oldu ğu görülmüştür (Tablo 4.8 ve Şekil 4.8). Bunların dışındaki elementler, iki bölgede çok farklı çökeli mler göstermemiştir.

Tablo 4.8: Liken ve karayosunu örneklerinde kentsel alan ortalama konsantrasyonlarının kırsal alan ortalama konsantrasyonlarına oranı

Element	Kentsel / Kırsal (Liken)	Kentsel / Kırsal (Karayosunu)
As	1,35	4,5
Cd	1,02	1,2
Co	1,41	3,86
Cr	1,93	2,1
Cu	1,95	2,64
Fe	1,66	3,65
Hg	1,9	1,68
Mn	0,88	1,38
Mo	2,55	2,16
Ni	1,81	2
Pb	2,24	1,35
Ti	1,2	3,08
V	1,78	2,67
Zn	1,83	2,33



Şekil 4.8: Liken ve karayosunu örneklerinde kentsel alan ortalama konsantrasyonlarının kırsal alan ortalama konsantrasyonlarına oranı

Farklı istasyonlarda ortak olarak bulunan biyomonitörler olan, *X. parietina* türü likenler (Hereke, Derince, Köseköy, Değirmendere, Yuvacık ve Yeniköy’de rastlandı) ve karayosunları (Hereke, Derince, Değirmendere, Yuvacık ve Yeniköy’de rastlandı) kendi içlerinde değerlendirildiğinde, Hereke, kentsel istasyonlar içinde en yoğun metal çökelimine maruz kalmış istasyon olarak öne çıkar. Hereke’de en yoğun olarak kurşun kirlenmesi söz konusudur. Bunu takip eden başlıca kirlenmeler çinko, kadmiyum, civa’dır (Tablo 4.9).

Kentsel alan örneklerinde göze çarpan bir sonuç, Köseköy’den toplanan *X. parietina* örneklerinden alınmıştır (Tablo 4.9). Bu örnekler, oldukça yoğun trafiğe sahip olan D-100 karayoluna yaklaşık 100 metre uzaktan alınmasına rağmen, oldukça düşük, hatta kırsal kesimden alınan örneklerin pek çoğundan daha düşük, kurşun konsantrasyonu vermiştir. Bu sonuca dayanarak, kurşun kirliliğinde trafiğin etkisinin sanıldığı kadar aksine, çok önemli olmadığı söylenebilir.

Tablo 4.9: Kenttsel istasyonlardan toplanan *X.parietina* 'lardaki element konsantrasyonları (ppm)

Ornek No	İstasyon	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Tİ	V	Zn
11	Hereke	2,1	0,7	1,07	9,4	14,68	2750	0,8	104	0,32	5,8	46,22	41	9	236,7
10	Hereke	3,4	0,85	1,13	9,8	17,01	3400	0,19	113	0,33	6,4	59,88	40	10	232,4
13	Hereke	2,4	1,23	1,39	16	25,88	4910	0,23	239	0,75	10,2	104,51	49	13	371,2
	Ortalama	2,63	0,93	1,2	11,73	19,19	3686,67	0,2	152	0,47	7,47	70,2	43,33	10,67	280,1
22	Derince	1	0,27	0,56	5,8	11,44	1560	0,11	46	0,19	3,3	19,74	25	4	108,2
26	Derince	1,1	0,18	0,76	5,9	10,54	1950	0,14	74	0,23	4,9	12,16	25	6	148,7
28	Derince	2,2	0,47	1,25	11,8	19,76	3930	0,16	97	0,53	9,4	51,27	45	11	180,8
	Ortalama	1,43	0,31	0,86	7,83	13,91	2480	0,14	72,33	0,32	5,87	27,72	31,67	7	145,9
31	Köseköy	0,6	0,18	0,62	4,5	11,35	1280	0,08	44	0,29	3	13,05	30	4	64,8
32	Köseköy	0,9	0,27	0,73	5	12,21	1590	0,11	40	0,25	3,9	10,04	31	5	87,9
	Ortalama	0,75	0,23	0,68	4,75	11,78	1435	0,09	42	0,27	3,45	11,55	30,5	4,5	76,35
37	Yuvacık	0,9	0,37	0,84	4,4	9	1820	0,092	40	0,18	3,5	9,8	48	6	109,3
46	Yeniköy	1,9	0,44	2,4	10,8	21,48	5470	0,076	126	0,41	9,9	33,94	105	15	124,5
50	Değirmendere	1,9	0,64	1,83	9,9	20,35	4550	0,075	70	0,48	9,1	26,31	73	12	131,5

Kentsel alandan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’de gösterilmiştir. Kentsel alan kirleticileri arasındaki korelasyonlar sanayileşmiş alanda gözlenen korelasyonlar kadar yüksek değildir. Liken örneklerinde pearson korelasyonlarına bakıldığında, 0,9 ve üzerinde, 0,01 ve daha düşük anlamlılık düzeyinde korelasyona sahip metallerin çoğu yine çelik üretiminde kullanılan metaller arasından (Cr-Mn, Cr-Mo, Cr-Ni, Fe-V, Ni-V gibi) çıkmıştır.

Tablo 4.10 : Kentsel alandan toplanan liken örneklerinin pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
As	1													
Cd	0,727(**) 0	1												
Co	0,591(**) 0,008	0,438 0,061	1											
Cr	0,777(**) 0	0,789(**) 0	0,761(**) 0	1										
Cu	0,646(**) 0,003	0,595(**) 0,007	0,719(**) 0,001	0,813(**) 0	1									
Fe	0,734(* 0	0,640(**) 0,003	0,948(**) 0	0,918(**) 0	0,822(**) 0	1								
Hg	0,675(**) 0,002	0,723(**) 0	0,19 0,437	0,695(**) 0,001	0,573(* 0,01	0,438 0,061	1							
Mn	0,694(**) 0,001	0,845(**) 0	0,619(**) 0,005	0,924(**) 0	0,701(**) 0,001	0,797(**) 0	0,749(**) 0	1						
Mo	0,640(**) 0,003	0,752(**) 0	0,695(**) 0,001	0,933(**) 0	0,837(**) 0	0,860(**)	0,623(**) 0,004	0,869(**) 0	1					
Ni	0,698(**) 0,001	0,620(**) 0,005	0,900(**) 0	0,941(**) 0	0,845(**) 0	0,977(**) 0	0,503(* 0,028	0,799(**) 0	0,893(**) 0	1				
Pb	0,736(**) 0	0,906(**) 0	0,427 0,069	0,856(**) 0	0,753(**) 0	0,663(**) 0,002	0,847(**) 0	0,902(**) 0	0,826(**) 0	0,689(**) 0,001	1			
Ti	0,452 0,052	0,309 0,198	0,939(**) 0	0,583(**) 0,009	0,630(**) 0,004	0,838(**) 0	0,021 0,932	0,457(* 0,049	0,568(* 0,011	0,749(**) 0	0,272 ,259	1		
V	0,706(**) 0,001	0,608(**) 0,006	0,894(**) 0	0,817(**) 0	0,875(**) 0	0,928(**) 0	0,462(* 0,046	0,713(**) 0,001	0,800(**) 0	0,904(**) 0	0,662(**) 0,002	0,838(**) 0	1	
Zn	0,762(**) 0	0,841(**) 0	0,407 0,084	0,823(**) 0	0,702(**) 0,001	0,632(**) 0,004	0,911(**) 0	0,879(**) 0	0,753(**) 0	0,658(**) 0,002	0,921(**) 0	0,248 0,306	0,633(**) 0,004	1

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı.

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı.

Tablo 4.11 : Kentsel alandan toplanan karayosunlarının pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
As	1													
Cd	0,408 0,315	1												
Co	0,128 0,762	-0,243 0,562	1											
Cr	0,48 0,229	0,609 0,109	0,402 0,323	1										
Cu	0,3 0,47	0,535 0,172	0,379 0,355	0,860(**) 0,006	1									
Fe	0,003 0,995	-0,182 0,666	0,955(**) 0	0,52 0,187	0,476 0,233	1								
Hg	0,182 0,666	0,933(**) 0,001	-0,397 0,33	0,332 0,422	0,305 0,463	-0,366 0,372	1							
Mn	0,024 0,956	0,357 0,386	0,33 0,425	0,421 0,299	0,45 0,263	0,31 0,455	0,367 0,372	1						
Mo	0,453 0,259	0,853(**) 0,007	-0,093 0,827	0,730(*) 0,04	0,824(*) 0,012	-0,035 0,934	0,711(*) 0,048	0,352 0,392	1					
Ni	0,59 0,124	0,393 0,336	0,387 0,344	0,919(**) 0,001	0,805(*) 0,016	0,476 0,233	0,063 0,882	0,331 0,424	0,616 0,104	1				
Pb	0,462 0,249	,938(**) 0,001	-0,127 0,765	0,783(*) 0,021	0,638 0,089	-0,02 0,962	0,782(*) 0,022	0,432 0,285	0,834(*) 0,01	0,637 0,089	1			
Ti	0,163 0,7	-0,179 0,671	0,272 0,515	0,38 0,352	0,284 0,496	0,425 0,294	-0,475 0,234	-0,297 0,474	-0,054 0,899	0,567 0,143	0,084 0,844	1		
V	0,032 0,941	0,136 0,748	0,859(**) 0,006	0,681 0,063	0,677 0,065	0,938(**) 0,001	-0,051 0,904	0,44 0,275	0,25 0,551	0,556 0,153	0,263 0,53	0,359 0,382	1	
Zn	0,361 0,379	0,976(**) 0	-0,142 0,738	0,707(*) 0,05	0,669 0,069	-0,063 0,881	0,890(**) 0,003	0,49 0,217	0,906(**) 0,002	0,5 0,207	0,953(**) 0	-0,153 0,718	0,255 0,542	1

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı.

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı.

4.1.3.Sanayileşmiş Alan

Sanayileşmiş alanlar olan Dilovası ve Körfez'den, 13 adet liken, 3 adet karayosunu örneği toplanmıştır. Liken ve karayosunu örneklerinin türleri ve istasyonlara göre dağılımı şöyledir:

Dilovası;

- 4 adet *X. parietina*
- Birer adet *C. rangiformis* ve *C. convoluta*
- 3 adet karayosunu

Körfez;

- 4 adet *X. parietina*
- Birer adet *R. fastigiata*, *P. adscendens*, *P. sulcata*

Sanayileşmiş alandan toplanan liken ve karasyonlarını ortalama metal konsantrasyon içerikleri Tablo 4.12 ve 4.13 ve Şekil 4.9, 4.10 ve 4.11' de özetlenmiştir. Liken örnekleri arasında en çok rastlanan tür, *X. parietina*'dır. Liken ve karayosunu örneklerindeki metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.12 ve Tablo 4.13' de gösterilmiştir.

Liken örneklerinde, As hariç tüm elementlerde, maksimum konsantrasyonlara Dilovası örneklerinde rastlanmıştır. As, Cu, Hg konsantrasyonları Dilovası örneklerinde minimum iken, diğer metaller için minimum değerler Körfez örneklerinde görülmüştür.

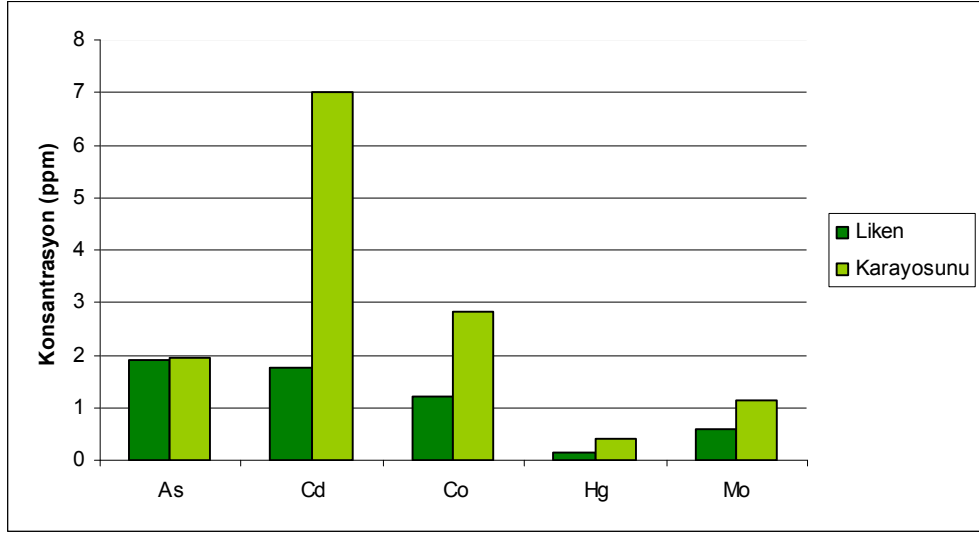
Liken örneklerinin standart sapmalarına bakıldığında en yüksek standart sapmalar Fe, Zn, Mn, Cu ve Pb metallерinde görülmüştür. Karayosunu örneklerinde ise Fe, Zn, Pb, Mn, Ti, Cu metallерinde yüksek standart sapmalar görülmüştür. Dilovası'ndan alınan bazı örneklerde ölçülen oldukça yüksek konsantrasyonlar sebebiyle, bu metallерde yüksek standart sapmalar görülmektedir.

Tablo 4.12 : Sanayileşmiş alandan toplanan liken örneklerindeki (n=13) metal konsantrasyonlarının (ppm) minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapma (1σ) değerleri

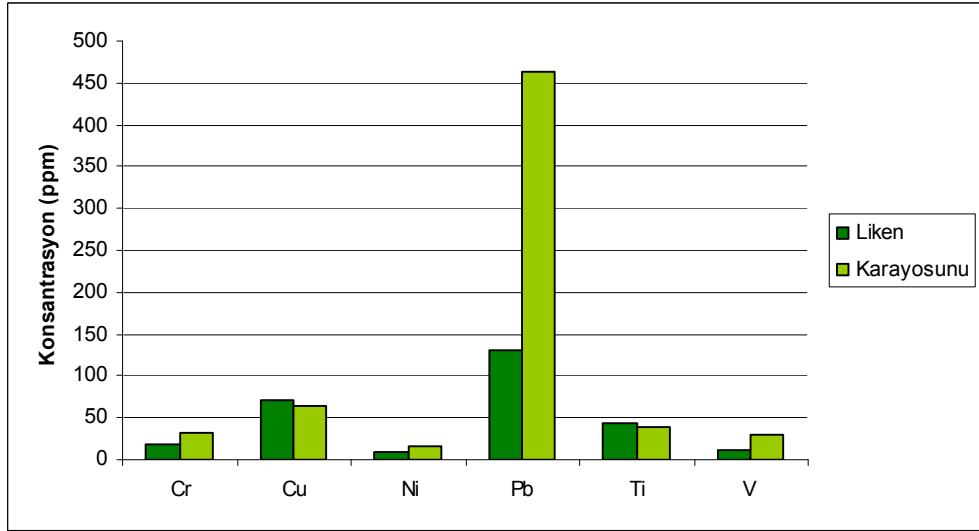
Element	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Std. Sapma
As	0,50	4,10	1,91	1,70	1,04
Cd	0,34	5,64	1,77	0,87	1,87
Co	0,26	3,21	1,23	0,78	0,91
Cr	3,60	61,40	18,54	9,20	17,73
Cu	5,38	693,54	71,45	12,45	187,45
Fe	840	13550	4341,54	2470	3992,61
Hg	0,05	0,30	0,15	0,14	0,07
Mn	26	1022	263,77	127	323,50
Mo	0,15	1,67	0,57	0,29	0,53
Ni	1,60	20	8,16	5,2	5,96
Pb	17,31	394,20	130,60	84,01	121,87
Ti	15	118,00	43,15	31	30,17
V	3	23	10,69	8	6,55
Zn	66	1677,60	420,42	254,69	446,47

Tablo 4.13: Sanayileşmiş alanlardan (Dilovası) toplanan karayosunu örneklerindeki (n=2) metal konsantrasyonlarının (ppm) ortalama ve standart sapma (1σ) değerleri

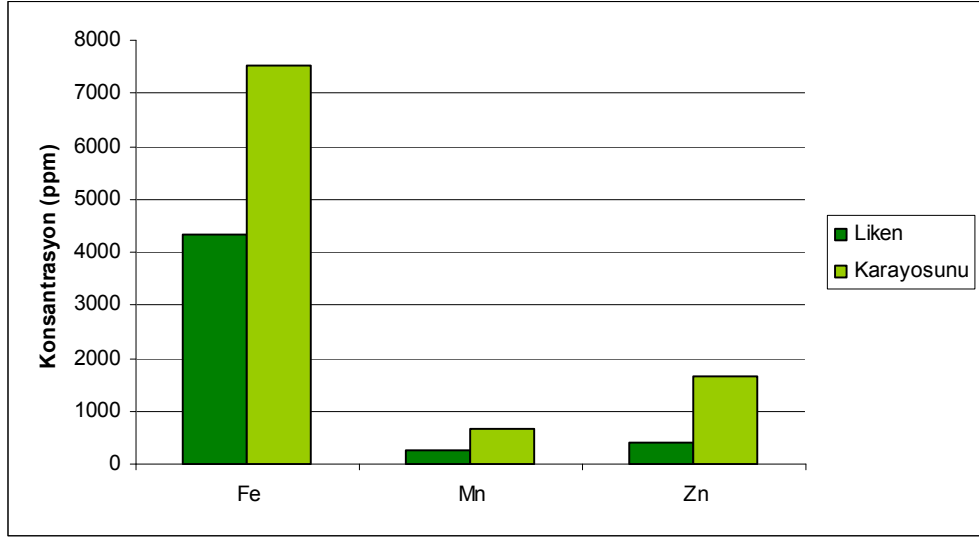
Element	Ortalama	Std. Sapma
As	1,93	1,50
Cd	7	5,13
Co	2,81	2,07
Cr	31,93	21,87
Cu	63,85	37,97
Fe	7520	5756,08
Hg	0,39	0,21
Mn	656	263,46
Mo	1,15	0,51
Ni	16,97	9,55
Pb	462,67	418,56
Ti	39	39,13
V	29,67	20,13
Zn	1641,27	1262,35



Şekil 4.9: Sanayileşmiş alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde As, Cd, Co, Hg, Mo konsantrasyonları ortalamaları



Şekil 4.10: Sanayileşmiş alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Cr, Cu, Ni, Pb, Ti, V konsantrasyonları ortalamaları



Şekil 4.11: Sanayileşmiş alanlardan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde Fe, Mn, Zn konsantrasyonları ortalamaları

Sanayileşmiş alandaki çökeliimin, kentsel ve kırsal alan çökeliimlerinden kaç kat fazla olduğunu saptamak için, sanayileşmiş alandan toplanan liken örneklerinin ortalamaları, kentsel ve kırsal alan ortalamalarına oranlanmıştır (Tablo 4.14).

Sanayileşmiş alan, kırsal alana göre, yaklaşık 1,3-10,2 kat daha yüksek çökeliime maruz kalmıştır. Kentsel alana göre ise yaklaşık 1,1-5,2 kat daha fazla çökeliim sözkonusudur. Sanayileşmiş alanda özellikle Cu, Pb, Zn, Cd ve Cr çökeliimleri, kentsel ve kırsal alandan yüksek farklılaşma sergilemektedir.

Tablo 4.14: Liken örneklerinde sanayileşmiş alan ortalamalarının, kentsel ve kırsal alan ortalamalarına oranı

Element	Sanayi/Kentsel	Sanayi/Kırsal
As	1,31	1,76
Cd	3,99	4,06
Co	1,32	1,87
Cr	2,73	5,27
Cu	5,19	10,15
Fe	1,84	3,05
Hg	1,31	2,49
Mn	3,71	3,28
Mo	1,95	4,97
Ni	1,63	2,95
Pb	4,52	10,13
Ti	1,11	1,33
V	1,44	2,57
Zn	3,03	5,55

Sanayileşmiş alan istasyonlarında görülen metallerin, kaynak analizini yapmak için pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 4.15’de likenlerde, metaller arasındaki pearson korelasyon katsayıları gösterilmiştir. Liken örneklerinde, incelenen pek çok metal arasında yüksek pozitif korelasyon görülmüştür. Çelik endüstrisinde yoğun olarak kullanılan, Co, Mn, Ni ile, hem çelik hem de boya sanayiinde kullanılan Cr, Fe, Mo, Ti, V metalleri arasında, 0,9 ve üzerindeki korelasyonlar ($\alpha \leq 0,01$) dikkat çekmektedir. Bu da sanayileşmiş alanda, yüksek konsantrasyonlar veren bu metallerin, muhtemelen ve yoğunlukla, çelik ve/veya boya endüstrisinden kaynaklandığının göstergesidir.

Dilovası’ndan toplanan karayosunlarında pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde, sadece Co-Pb ve Ni-Cd metalleri arasında, sırasıyla 0,007 ve 0,006 anlamlılık düzeyinde, mükemmel (pearson korelasyon katsayısı 1) pozitif korelasyon görülür. Bu metal çiftlerinin dışında, anlamlılık düzeyi 0,01 ve altında olan başka bir korelasyon görülmemektedir (Tablo 4.16).

Tablo 4.15 : Sanayileşmiş alandan toplanan liken örneklerinde pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
As	1													
Cd	0,226 0,458	1												
Co	0,880(**) 0	0,52 0,069	1											
Cr	0,738(**) 0,004	0,629(*) 0,021	0,958(**) 0	1										
Cu	0,527 0,064	0,601(*) 0,03	0,701(**) 0,008	0,775(**) 0,002	1									
Fe	0,740(**) 0,004	0,590(*) 0,034	0,956(**) 0	0,991(**) 0	0,745(**) 0,003	1								
Hg	0,681(*) 0,01	0,344 0,25	0,741(**) 0,004	0,764(**) 0,002	0,692(**) 0,009	0,763(**) 0,002	1							
Mn	0,637(*) 0,019	0,657(*) 0,015	0,898(**) 0	0,972(**) 0	0,754(**) 0,003	0,982(**) 0	0,714(**) 0,006	1						
Mo	0,718(**) 0,006	0,577(*) 0,039	0,939(**) 0	0,976(**) 0	0,656(*) 0,015	0,987(**) 0	0,715(**) 0,006	0,979(**) 0	1					
Ni	,786(**) 0,001	0,585(*) 0,036	0,977(**) 0	0,976(**) 0	0,653(*) 0,016	0,972(**) 0	0,710(**) 0,007	0,930(**) 0	0,968(**) 0	1				
Pb	0,283 0,349	0,955(**) 0	0,580(*) 0,038	0,707(**) 0,007	0,671(*) 0,012	0,669(*) 0,012	0,457 0,116	0,730(**) 0,005	0,646(*) 0,017	0,655(*) 0,015	1			
Ti	0,777(**) 0,002	0,598(*) 0,031	0,961(**) 0	0,987(**) 0	0,791(**) 0,001	0,971(**) 0	0,788(**) 0,001	0,931(**) 0	0,940(**) 0	0,970(**) 0	0,690(**) 0,009	1		
V	0,747(**) 0,003	0,612(*) 0,026	,945(**) 0	0,957(**) 0	0,621(*) 0,024	0,952(**) 0	0,695(**) 0,008	0,909(**) 0	0,943(**) 0	0,986(**) 0	0,682(*) 0,01	0,957(**) 0	1	
Zn	0,602(*) 0,029	0,738(**) 0,004	,847(**) 0	,939(**) 0	0,878(**) 0	0,912(**) 0	0,754(**) 0,003	0,913(**) 0	0,860(**) 0	0,877(**) 0	0,830(**) 0	0,946(**) 0	0,885(**) 0	1

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı.

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı.

Tablo 4.16 : Dilovası'ndan toplanan karayosunu örneklerinde pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
As	1													
Cd	0,995 0,064	1												
Co	0,995 0,064	0,98 0,128	1											
Cr	0,997(*) 0,048	0,985 0,112	1,000(*) 0,017	1										
Cu	1,000(*) 0,017	0,992 0,081	0,997(*) 0,047	0,999(*) 0,03	1									
Fe	0,988 0,097	0,968 0,161	0,999(*) 0,033	0,997(*) 0,049	0,992 0,079	1								
Hg	0,77 0,441	0,702 0,505	0,83 0,377	0,815 0,393	0,787 0,423	0,858 0,344	1							
Mn	0,984 0,115	0,961 0,179	0,997 0,051	0,994 0,068	0,988 0,098	1,000(*) 0,019	0,872 0,325	1						
Mo	0,975 0,143	0,992 0,079	0,948 0,207	0,956 0,191	0,968 0,16	0,93 0,24	0,608 0,584	0,919 0,258	1					
Ni	0,994 0,07	1,000(**) 0,006	0,978 0,135	0,983 0,118	0,991 0,088	0,966 0,167	0,695 0,511	0,958 0,186	0,994 0,073	1				
Pb	0,994 0,071	0,977 0,136	1,000(**) 0,007	0,999(*) 0,024	0,996 0,054	0,999(*) 0,025	0,836 0,369	0,998(*) 0,044	0,944 0,215	0,975 0,142	1			
Ti	0,936 0,229	0,896 0,293	0,967 0,165	0,96 0,182	0,945 0,212	0,978 0,132	0,945 0,212	0,984 0,114	0,834 0,372	0,891 0,3	0,969 0,158	1		
V	0,99 0,088	0,999(*) 0,024	0,972 0,152	0,97 0,136	0,986 0,105	0,958 0,185	0,674 0,529	0,949 0,203	0,996 0,055	1,000(*) 0,018	0,969 0,16	0,878 0,317	1	
	0,998(*) 0,041	0,999(*) 0,023	0,986 0,105	0,99 0,088	0,996 0,058	0,977 0,137	0,727 0,481	0,97 0,156	0,987 0,102	0,999(*) 0,03	0,985 0,112	0,911 0,27	0,997(*) 0,047	1

*Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı.

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı.

Sanayileşmiş alanda bulunan iki istasyon ayrı ayrı incelenmiştir:

Dilovası'ndan toplanan liken ve karayosunu örneklerinde, ölçülen elementlerin, konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri Tablo 4.17 ve Tablo 4.18' de gösterilmiştir.

Dilovası'ndan toplanan likenler ve karayosunlarının element konsantrasyonları, kırsal alandan toplanan liken ve karayosunlarının element konsantrasyonlarına oranlanmıştır (Tablo 4.19 ve Şekil 4. 12).

Dilovası'ndan toplanan karayosunları da likenler de, sanayileşmiş alanlardan toplanan liken örnekleri gibi, atmosferik açıdan temiz varsayılan kırsal alana göre, bütün elementlerce kirlenme olduğunu göstermektedir. Dilovası karayosunu örnekleri, kırsal alana göre, yaklaşık 2,5-26 kat; Dilovası liken örnekleri, kırsal alana göre, yaklaşık 2-20 kat daha fazla metal çökelimine işaret etmektedir. Karayosunları ve likenlerde rastlanan bu benzer çökelim oranları Dilovası'nda örnekleme yapılan yüksekliğin pek de etkili olmadığını bir göstergesi olabilir. Dilovası'nda özellikle Pb, Zn, Cd, Cu, Cr çökelimleri, kentsel ve kırsal alandan yüksek farklılaşma sergilemektedir.

Tablo 4.17: Dilovası'ndan toplanan liken örneklerinde element konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri

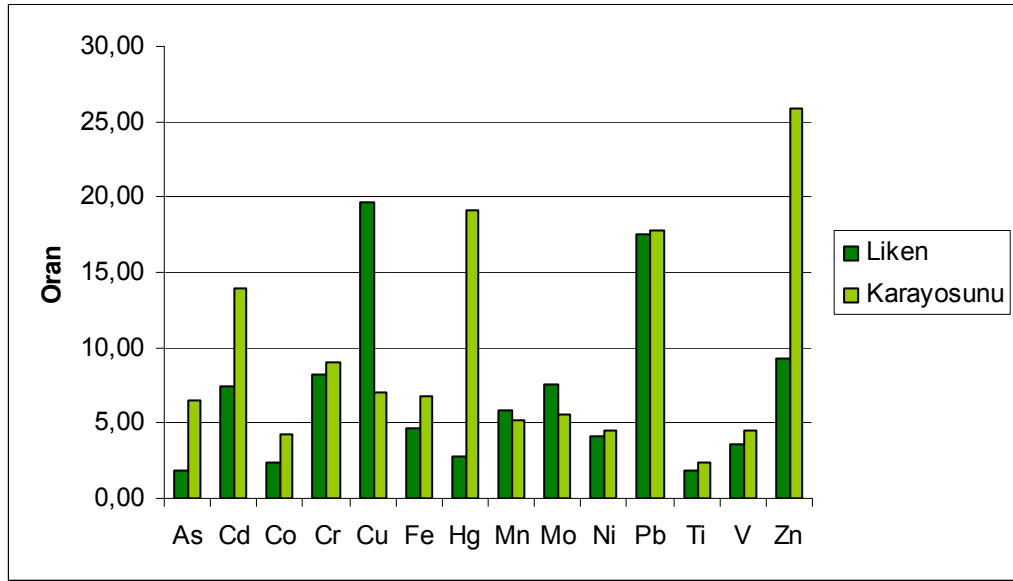
Örnek No.	Tür	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
1	X. parietina	75,8	2	1,45	1,36	24	27,1	5620	0,25	348	0,8	9,4	122,99	50	13	445,1
2	X. parietina	254	2,2	2,61	1,55	27,5	31,9	5850	0,18	329	0,73	12,6	222,81	66	18	823
3	C. rangiformis	254	0,5	1,26	0,33	5,7	5,38	1020	0,05	66	0,15	2,9	84,01	16	6	174,3
5	X. parietina	81	3,6	5,39	3,21	61,4	693,54	13550	0,3	1022	1,62	20	394,2	118	23	1677,6
6	X. parietina	9	2,7	2,96	2,54	45,6	58,86	11370	0,17	886	1,67	18,3	211,14	79	21	779
8	C. convulata	124	0,8	5,64	0,62	9,2	10,83	1830	0,09	149	0,29	5,2	319,96	24	8	345,7
Maksimum			3,6	5,64	3,21	61,4	693,54	13550	0,3	1022	1,67	20	394,2	118	23	1677,6
Minimum			0,5	1,26	0,33	5,7	5,38	1020	0,05	66	0,15	2,9	84,01	16	6	174,3
Ortalama			1,97	3,22	1,6	28,9	137,94	6540	0,17	466,67	0,88	11,4	225,85	58,83	14,83	707,45

Tablo 4.18: Dilovası'ndan toplanan karayosunu örneklerinde element konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri

Örnek No.	Tür	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
4	Kara vosunu	254	1,5	6,1	1,98	23,8	51,71	4900	0,2	528	1,13	15,4	289,91	13	27	1367
7	Kara vosunu	70	0,7	2,38	1,28	15,3	33,43	3540	0,37	481	0,65	8,3	158,14	20	11	538,6
9	Kara vosunu	124	3,6	12,52	5,17	56,7	106,4	14120	0,61	959	1,66	27,2	939,95	84	51	3018,2
Maksimum			3,6	12,52	5,17	56,7	106,4	14120	0,61	959	1,66	27,2	939,95	84	51	3018,2
Minimum			0,7	2,38	1,28	15,3	33,43	3540	0,2	481	0,65	8,3	158,14	13	11	538,6
Ortalama			1,93	7	2,81	31,93	63,85	7520	1,39	656	1,15	16,97	462,67	39	29,67	1641,27

Tablo 4.19: Karayosunları ve likenlerde Dilovası ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı

Element	Dilovası / Kırsal (Liken)	Dilovası / Kırsal (Karayosunu)
As	1,82	6,44
Cd	7,40	14
Co	2,43	4,19
Cr	8,22	9
Cu	19,59	7
Fe	4,59	6,71
Hg	2,82	19,07
Mn	5,81	5,21
Mo	7,62	5,59
Ni	4,12	4,52
Pb	17,51	17,80
Ti	1,82	2,44
V	3,56	4,56
Zn	9,34	25,83



Şekil 4.12: Karayosunları ve likenlerde Dilovası ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı

Sanayileşmiş alana dahil diğer bir istasyon olan Körfez'den toplanan liken örneklerinde, ölçülen elementlerin, konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri Tablo 4.20'de görülmektedir.

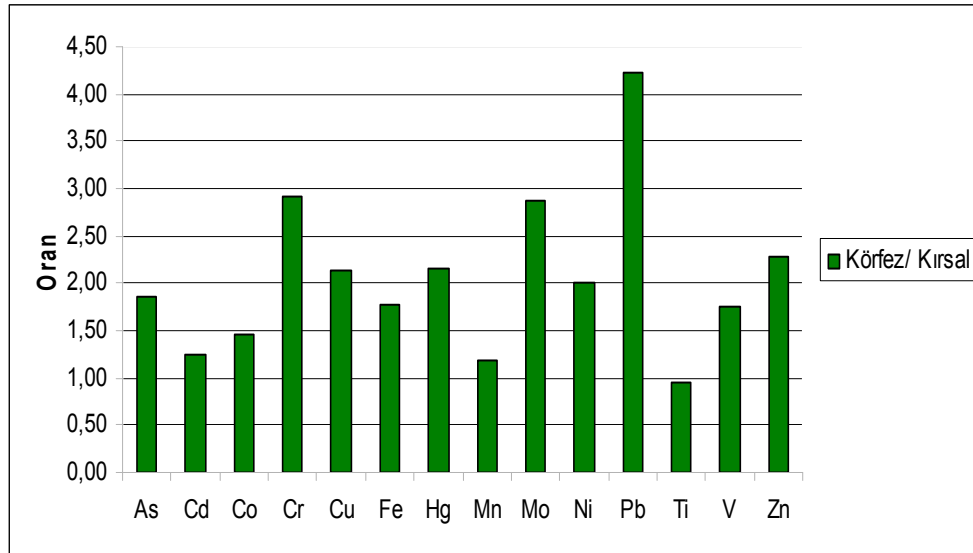
Tablo 4.20: Körfez'den toplanan liken örneklerinde element konsantrasyonları (ppm) ve maksimum, minimum, ortalama değerleri

Örnek No	Tür	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
15	X. parietina	340	1,5	0,39	0,72	7,6	11,88	2220	0,11	54	0,24	4,4	31,41	31	7	150,9
16	R. fastigiata	340	1,1	0,34	0,26	3,6	9,43	840	0,09	26	0,15	1,6	17,31	15	3	66
17	X. parietina	309	1,3	0,4	0,54	6,7	11,72	1670	0,13	82	0,22	3,9	131,62	25	5	191,3
18	X. parietina	1	1,9	0,77	1,48	18,1	20,72	3830	0,13	127	0,5	9,7	45,77	45	11	254,6
19	X. parietina	355	1,4	0,35	0,54	5,9	10,94	1500	0,18	63	0,21	3,1	21,97	21	4	141,6
20	P. sulcata	-	1,7	0,52	0,78	4,7	12,45	2470	0,14	83	0,2	4,2	39,62	20	7	145
21	P. adscendens	-	4,1	0,87	2,05	21	24,11	4670	0,16	194	0,65	10,8	54,93	51	13	271,3
Maksimum			4,1	0,87	2,05	21	24,11	4670	0,18	194	0,65	10,8	131,62	51	13	271,3
Minimum			1,1	0,34	0,26	3,6	9,43	840	0,09	26	0,15	1,6	17,31	15	3	66
Ortalama			2,02	0,54	0,96	10,24	14,98	2523,3	0,13	94,33	0,33	5,57	54,62	30,4	7,33	173,1

Körfez'den karayosunu örneği toplanamadığı için, sadece likenler bazında bir kıyaslama yapılmıştır. Körfez, kırsal alana göre en yoğun olarak kurşun kirliliğine maruz kalmıştır. Bunun dışında, krom, molibden ve çinko kirlenmesi de dikkat çekicidir (Tablo 4.21).

Tablo 4.21: Likenlerde Körfez ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı

Element	Körfez / Kırsal (Liken)
As	1,87
Cd	1,24
Co	1,46
Cr	2,91
Cu	2,13
Fe	1,77
Hg	2,15
Mn	1,17
Mo	2,87
Ni	2,01
Pb	4,24
Ti	0,94
V	1,76
Zn	2,29



Şekil 4.13: Likenlerde Körfez ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı

Körfez, Türkiye'nin en önemli petrokimya sanayilerinin bulunduğu ilçe olduğundan atmosferik metal çökelişiminin daha ayrıntılı incelenmesi için, kendisiyle benzer özellikler gösteren diğer bir alanla karşılaştırılmıştır.

Bu karşılaştırma için, Aliğa değerleri kullanılmış (Yenisoy-Karakaş ve Tuncel, 2004) ve iki alanda gözlenen kirletici konsantrasyonlarının benzer olup olmadığı incelenmiştir. Bunun için istasyonlarda ölçülen maksimum ve minimum konsantrasyonlar kıyaslanmıştır.

Kıyaslamalarda, ortak tür olan, *X. parietina* likenlerinin verdiği konsantrasyonlar kullanılmıştır. Bu kıyaslamaya göre, Körfez, Aliğa'ya göre en belirgin olarak kurşun kirlenmesine maruz kalmıştır (Tablo 4.22).

Tablo 4.22 : Aliğa ve Körfez'de *X. parietina* likenlerinde ölçülen elementlerin maksimum ve minimum değerleri (ppm)

Element	Aliğa	Körfez
As	4,7 - 8,9	1,3 - 1,9
Hg	0,12 - 0,16	0,11 - 0,14
Fe	1900 - 2700	1500 - 3830
Mn	10 - 110	54 - 127
Pb	5,2 - 25,2	21,97 - 131,62

Bu kısım kadar ayrı ayrı incelenen sanayileşmiş istasyonlar, birbirleri ile kıyaslanarak, kirlenmenin en yoğun olarak görüldüğü sanayileşmiş istasyon belirlenmiştir. Bunun için de ortak tür olan *X. parietina*'lardan yararlanılmıştır. Sonuçlara göre, Dilovası, Körfez'den yaklaşık 2 -15 kat daha fazla metal çökeline maruz kalmıştır ve Körfez'e göre yoğun olarak görülen başlıca kirleticiler, bakır, mangan, kadmiyum, çinko, krom ve kurşundur (Tablo 4.23). Bu iki istasyondaki birbirine yakın kotlar karşılaştırılarak, benzer kotlarda da, iki istasyon arasındaki metal konsantrasyonu farkının, aynı olup olmadığına bakılmıştır. Dilovası'nın 9 m., Körfez'in ise 1 m. kotundan alınan *X. parietina*'ların konsantrasyonları kıyaslandığında, Dilovası'nda baskın olan kirleticilerin, yine, bakır, mangan, kadmiyum, çinko, krom ve kurşun olduğu görülür (Tablo 4.24). Bu farklılığın nedeni, Dilovası'ndaki sanayileşmenin oldukça çeşitli ve Körfeze göre daha yoğun olması, Körfez'de ise sadece petrokimya sanayisinin bulunması olabilir. İki istasyon arasındaki sanayi farklılığı dışında, Dilovası' nın topografik yapısının da etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4.23: Sanayileşmiş istasyonlardan toplanan *X. parietina* örneklerinin element konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması

Örnek No	İstasyon	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
1	Dilovası	75,8	2	1,45	1,36	24	27,1	5620	0,25	348	0,8	9,4	122,99	50	13	445,1
2	Dilovası	254	2,2	2,61	1,55	27,5	31,9	5850	0,18	329	0,73	12,6	222,81	66	18	823
5	Dilovası	81	3,6	5,39	3,21	61,4	693,54	13550	0,3	1022	1,62	20	394,2	118	23	1677,6
6	Dilovası	9	2,7	2,96	2,54	45,6	58,86	11370	0,17	886	1,67	18,3	211,14	79	21	779
Ortalama			2,63	3,1	2,17	39,63	202,85	9097,5	0,22	646,25	1,21	15,08	237,79	78,25	18,75	931,18
15	Körfez	340	1,5	0,39	0,72	7,6	11,88	2220	0,11	54	0,24	4,4	31,41	31	7	150,9
17	Körfez	309	1,3	0,4	0,54	6,7	11,72	1670	0,13	82	0,22	3,9	131,62	25	5	191,3
18	Körfez	1	1,9	0,77	1,48	18,1	20,72	3830	0,13	127	0,5	9,7	45,77	45	11	254,6
19	Körfez	355	1,4	0,35	0,54	5,9	10,94	1500	0,18	63	0,21	3,1	21,97	21	4	141,6
Ortalama			1,53	0,48	0,82	9,58	13,82	2305	0,13	81,5	0,29	5,28	57,69	30,5	6,75	184,6
Dilovası / Körfez			1,72	6,5	2,64	4,14	14,68	3,95	1,64	7,93	4,12	2,86	4,12	2,57	2,78	5,04

Tablo 4.24: Sanayileşmiş istasyonlarda benzer yüksekliklerden toplanan *X. parietina* örneklerinin karşılaştırılması

Örnek No	İstasyon	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
6	Dilovası	9	2,7	2,96	2,54	45,6	58,86	11370	0,17	886	1,67	18,3	211,14	79	21	779
18	Körfez	1	1,9	0,77	1,48	18,1	20,72	3830	0,13	127	0,5	9,7	45,77	45	11	254,6

4.1.4. Karşılaştırmalar

4.1.4.1. *X. parietina* Örneklerinin Karşılaştırılması

Çalışma alanında baskın tür olması yüzünden *X. parietina* türü likenler ayrıca incelenmiştir. Sanayileşmiş alandan 8 adet, kentsel alandan 11 adet, kırsal alandan ise 1 adet *X. parietina* toplanmıştır. Bu örneklerin element konsantrasyonları Tablo 4.25’de gösterilmiştir.

Sanayileşmiş alan istasyonlarından olan Körfez’ den toplanan *X. parietina* örneklerinin ortalamalarını, Körfez’ in karşı kıyısında yer alan, kentsel alan istasyonları olan Değirmendere ve Yeniköy’den toplanan *X. parietina*’lar ile karşılaştırınca, bu iki istasyonda As, Co, Cu, Fe, Ni, Mo, T, V konsantrasyonlarının, Körfez’den yaklaşık 1,3 - 3,5 kat daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu sonuç da, Körfez’ den muhtemel bir etkilenmeye işaret etmektedir (Tablo 4.25).

Sanayileşmiş ve kentsel alandan toplanan *X. parietina*’ ların element ortalamaları, kırsal alandan toplanan *X. parietina*’ ların element ortalamalarına oranlanırsa çıkan sonuçlar, aynı işlemin bütün liken örnekleri ile yapılmaması sonucu çıkan sonuçlarla uyumludur; Tablo 4.8 ve 4.14’de ön plana çıkan, Pb, Cu, Zn, Cr gibi kirleticiler, bu kısımda da ön plana çıkmıştır ve böylelikle sanayileşmiş ve kentsel alanın baskın kirleticileri daha belirgin hale gelmiştir. Buna göre, sanayileşmiş alan, bütün metallerce kirli olmasına rağmen, kurşun, bakır, molibden, çinko ve krom baskın olan kirleticilerdir. Kentsel alan ise, kurşun, molibden, krom ve nikel metallerince daha yoğun olarak kirlenmiştir (Tablo 4.26). Hem bütün liken örnekleri hem de *X. parietina*’lar ile ayrı ayrı yapılan bu işlemler, yaklaşık olarak aynı sonucu verdiği göre, tür farklılığının element konsantrasyonlarında çok etkin olmadığı söylenebilir.

Örnek No	İstasyon	Bölge	Yük sekli	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
1	Dilovası	Sanayileşmiş	75,8	2	1,45	1,36	24	27,1	5620	0,245	348	0,8	9,4	122,99	50	13	445,1
2	Dilovası	Sanayileşmiş	254	2,2	2,61	1,55	27,5	31,9	5850	0,178	329	0,73	12,6	222,81	66	18	823
5	Dilovası	Sanayileşmiş	81	3,6	5,39	3,21	61,4	693,54	13550	0,295	1022	1,62	20	394,2	118	23	1677,6
6	Dilovası	Sanayileşmiş	9	2,7	2,96	2,54	45,6	58,86	11370	0,166	886	1,67	18,3	211,14	79	21	779
15	Körfüz	Sanayileşmiş	340	1,5	0,39	0,72	7,6	11,88	2220	0,105	54	0,24	4,4	31,41	31	7	150,9
17	Körfüz	Sanayileşmiş	309	1,3	0,4	0,54	6,7	11,72	1670	0,126	82	0,22	3,9	131,62	25	5	191,3
18	Körfüz	Sanayileşmiş	1	1,9	0,77	1,48	18,1	20,72	3830	0,129	127	0,5	9,7	45,77	45	11	254,6
19	Körfüz	Sanayileşmiş	355	1,4	0,35	0,54	5,9	10,94	1500	0,179	63	0,21	3,1	21,97	21	4	141,6
	Ortalama			2,08	1,79	1,49	24,6	108,33	5701,2 5	0,18	363,88	0,75	10,18	147,74	54,18	12,75	557,89
11	Hereke	Kentsel	182	2,1	0,7	1,07	9,4	14,68	2750	0,184	104	0,32	5,8	46,22	41	9	236,7
10	Hereke	Kentsel	378	3,4	0,85	1,13	9,8	17,01	3400	0,191	113	0,33	6,4	59,88	40	10	232,4
13	Hereke	Kentsel	131	2,4	1,23	1,39	16	25,88	4910	0,234	239	0,75	10,2	104,51	49	13	371,2
22	Derince	Kentsel	157	1	0,27	0,56	5,8	11,44	1560	0,105	46	0,19	3,3	19,74	25	4	108,2
26	Derince	Kentsel	107	1,1	0,18	0,76	5,9	10,54	1950	0,144	74	0,23	4,9	12,16	25	6	148,7
28	Derince	Kentsel	210	2,2	0,47	1,25	11,8	19,76	3930	0,162	97	0,53	9,4	51,27	45	11	180,8
31	Köseköy	Kentsel	12	0,6	0,18	0,62	4,5	11,35	1280	0,08	44	0,29	3	13,05	30	4	64,8
32	Köseköy	Kentsel	12	0,9	0,27	0,73	5	12,21	1590	0,107	40	0,25	3,9	10,04	31	5	87,9
37	Yuvacık	Kentsel	25	0,9	0,37	0,84	4,4	9	1820	0,092	40	0,18	3,5	9,8	48	6	109,3
46	Yeniköy	Kentsel	40	1,9	0,44	2,4	10,8	21,48	5470	0,076	126	0,41	9,9	33,94	105	15	124,5
50	Değirmen dere	Kentsel	13	1,9	0,64	1,83	9,9	20,35	4550	0,075	70	0,48	9,1	26,31	73	12	131,5
	Ortalama			1,67	0,51	1,14	8,48	15,79	3019,0 9	0,13	90,27	0,36	6,31	35,17	46,55	8,64	163,27
39	Yuvacık	Kırsal	230	1,2	0,49	0,7	3,9	7,74	1440	0,091	57	0,11	2,7	8,15	42	4	101,7

Tablo 4.25: Çalışma alanından toplanan *X. parietina*'larda element konsantrasyonları (ppm)

Tablo 4.26: *X. parietina* örneklerinde sanayileşmiş alan ortalamalarının, kentsel ve kırsal alan ortalamalarına oranı ve kentsel alan ortalamalarının kırsal alan ortalamalarına oranı

Element	Sanayi / Kırsal	Sanayi / Kentsel	Kentsel / Kırsal
As	1,73	1,24	1,39
Cd	3,65	3,52	1,04
Co	2,13	1,31	1,63
Cr	6,31	2,9	2,17
Cu	14,00	6,86	2,04
Fe	3,96	1,89	2,1
Hg	1,95	1,35	1,45
Mn	6,38	4,03	1,58
Mo	6,81	2,08	3,27
Ni	3,77	1,61	2,34
Pb	18,13	4,2	4,32
Ti	1,29	1,17	1,11
V	3,19	1,48	2,16
Zn	5,49	3,42	1,61

Sanayileşmiş alandan toplanan tüm likenlerin verdiği pearson korelasyon katsayıları ve sadece *X. parietina* örneklerinden alınan pearson korelasyon katsayılarına bakılınca, özellikle çelik üretiminde kullanılan metaller arasındaki korelasyon her iki grupta da birbirlerine yakın değerler vermiştir (Tablo 4.27).

Kentsel alandan toplanan *X. parietina* örneklerinin verdiği pearson korelasyon katsayılarına göre, yine özellikle çelik üretiminde kullanılan metaller arasındaki korelasyonlar dikkat çekmektedir (Tablo 4.28).

Tablo 4.27: Sanayileşmiş alandan toplanan *X. parietina*' larda pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
As	1													
Cd	0,625 0,098	1												
Co	0,67 0,069	0,960(***) 0	1											
Cr	0,567 0,143	0,971(***) 0	0,983(***) 0	1										
Cu	0,642 0,086	0,868(***) 0,005	0,809(*) 0,015	0,796(*) 0,018	1									
Fe	0,607 0,11	0,944(***) 0	0,991(***) 0	0,990(***) 0	0,763(*) 0,028	1								
Hg	0,597 0,110	0,612 0,107	0,597 0,118	0,564 0,146	0,672 0,068	0,554 0,154	1							
Mn	0,572 0,139	0,926(***) 0,001	0,984(***) 0	0,986(***) 0	0,741(*) 0,035	0,997(***) 0	0,516 0,19	1						
Mo	0,511 0,196	0,872(***) 0,005	0,954(***) 0	0,955(***) 0	0,634 0,091	0,979(***) 0	0,501 0,206	0,983(***) 0	1					
Ni	0,566 0,143	0,937(***) 0,001	0,971(***) 0	0,972(***) 0	0,686 0,06	0,980(***) 0	0,528 0,179	0,971(***) 0	0,975(***) 0	1				
Pb	0,583 0,129	0,994(***) 0	0,934(***) 0,001	0,957(***) 0	0,840(***) 0,009	0,922(***) 0,001	0,619 0,101	0,900(***) 0,002	0,854(***) 0,007	0,930(***) 0,001	1			
Ti	0,641 0,087	0,996(***) 0	0,977(***) 0	0,977(***) 0	0,871(***) 0,005	0,959(***) 0	0,628 0,096	0,943(***) 0	0,894(***) 0,003	0,947(***) 0	0,984(***) 0	1		
V	0,554 0,154	0,938(***) 0,001	0,942(***) 0	0,954(***) 0	0,652	0,949(***) 0	0,525 0,182	0,935(***) 0,001	0,937(***) 0,001	0,988(***) 0	0,944(***) 0	0,938(***) 0,001	1	
Zn	0,601 0,115	0,995(***) 0	0,930(***) 0,001	0,947(***) 0	0,894(***) 0,003	0,909(***) 0,002	0,63 0,094	0,888(***) 0,003	0,824(*) 0,012	0,901(***) 0,002	0,993(***) 0	0,987(***) 0	0,907(***) 0,002	1

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı.

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı.

Tablo 4.28: Kentsel alandan toplanan *X. parietina*'larda pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
As	1													
Cd	0,795(**) 0,003	1												
Co	0,493 0,123	0,406 0,216	1											
Cr	0,771(**) 0,005	0,850(**) 0,001	0,644(*) 0,033	1										
Cu	0,692(*) 0,018	0,767(**) 0,006	0,772(**) 0,005	0,955(**) 0	1									
Fe	0,687(*) 0,02	0,660(*) 0,027	0,925(**) 0	0,878(**) 0	0,938(**) 0	1								
Hg	0,661(*) 0,027	0,738(**) 0,01	-0,081 0,812	0,637(*) 0,035	0,413 0,206	0,249 0,46	1							
Mn	0,661(*) 0,027	0,861(**) 0,001	0,487 0,129	0,915(**) 0	0,834(**) 0,001	0,732(*) 0,01	0,732(*) 0,01	1						
Mo	0,57 0,067	0,767(**) 0,006	0,568 0,068	0,930(**) 0	0,937(**) 0	0,802(**) 0,003	0,513 0,107	0,845(**) 0,001	1					
Ni	0,672(*) 0,024	0,648(*) 0,031	0,851(**) 0,001	0,915(**) 0	0,951(**) 0	0,974(**) 0	0,333 0,317	0,745(**) 0,009	0,871(**) 0	1				
Pb	0,773(**) 0,005	0,926(**) 0	0,333 0,287	0,918(**) 0	0,809(**) 0,003	0,657(*) 0,028	0,829(**) 0,002	0,940(**) 0	0,842(**) 0,001	0,690(*) 0,019	1			
Ti	0,308 0,357	0,249 0,46	0,960(**) 0	0,457 0,158	0,613(*) 0,045	0,808(**) 0,003	-0,289 0,389	0,322 0,334	0,399 0,225	0,700(*) 0,017	0,169 0,62	1		
V	0,721(*) 0,012	0,668(*) 0,025	0,926(**) 0	0,868(**) 0,001	0,910(**) 0	0,990(**) 0	0,285 0,396	0,729(*) 0,011	0,770(**) 0,006	0,961(**) 0	0,656(*) 0,028	0,812(**) 0,002	1	
Zn	0,730(*) 0,011	0,916(**) 0	0,228 0,499	0,832(**) 0,001	0,663(*) 0,026	0,355 0,09	0,918(**) 0	0,907(**) 0	0,722(*) 0,012	0,576 0,063	0,945(**) 0	0,035 0,918	0,554 0,077	1

* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlı.

** Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlı.

4.1.4.2. Liken ve Karayosunlarının Karşılaştırılması

Çalışmada ölçülen element konsantrasyonları üzerinde, tür farklılığının etkili olup olmadığının incelenmesi için, istasyonlarda aynı lokasyonlardan alınan liken ve karayosunu örneklerinin metal konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Kırsal ve kentsel alan karşılaştırmaları gözönüne alındığında karayosunlarının veya likenlerin metalleri daha az yada fazla topladıklarını gösteren herhangi bir sonuç görülmemektedir. Fakat, Dilovası örneklerine bakıldığında, karayosunlarının, genelde, likenlerden daha fazla metal topladıkları göze çarpar.

Tablo 4.29: Kırsal alanda aynı lokasyondan toplanan liken ve karayosunlarının konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması

Örnek No.	İstasyon	Tür	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
33	Umuttepe	C. rangiformis	450	1,2	0,25	0,88	3,9	4,76	2230	0,046	58	0,12	3,1	7,49	12	3	34,7
34	Umuttepe	P. sulcata	450	1	0,43	0,52	3,3	10,0	930	0,083	167	0,11	3,5	19,15	20	4	88
Liken Ortalama				1,1	0,34	0,7	3,6	7,42	1580	0,06	112,5	0,12	3,3	13,32	16	3,5	61,35
35	Umuttepe	Karayosunu	450	0,3	0,48	0,54	2,8	7,62	780	0,083	188	0,19	3,6	19,4	13	3	69,3
K.yosunu/Liken Ort.				0,27	1,41	0,77	0,78	1,03	0,49	1,29	1,67	1,65	1,09	1,46	0,81	0,86	1,13
39	Yuvacık	X. parietina	230	1,2	0,49	0,7	3,9	7,74	1440	0,09	57	0,11	2,7	8,15	42	4	101,7
40	Yuvacık	P. adscendes	230	1,9	0,65	0,72	4,1	7,84	1510	0,05	61	0,14	3,1	10,42	40	4	117,1
41	Yuvacık	P. sulcata	230	0,7	0,4	0,62	3,2	8,38	1230	0,06	42	0,11	2,7	22,36	49	6	72,3
Liken Ortalama				1,27	0,51	0,68	3,73	7,99	1393,33	0,07	53,33	0,12	2,83	13,64	43,67	4,67	97,03
42	Yuvacık	Karayosunu	230	0,3	0,52	0,8	4,3	10,6	1460	0,063	64	0,22	3,9	32,58	19	10	57,8
K.yosunu/Liken Ort.				0,24	1,01	1,18	1,15	1,33	1,05	0,96	1,2	1,83	1,38	2,39	0,44	2,14	0,6

Tablo 4.30: Kentsel alanda aynı lokasyondan toplanan liken ve karayosunlarının konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması

Örnek No	İstasyon	Tür	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
11	Hereke	X. parietina	182	2,1	0,7	1,07	9,4	14,68	2750	0,184	104	0,32	5,8	46,22	41	9	236,7
12	Hereke	Karayosunu	182	1,8	1,43	1,95	10,9	27,22	3470	0,231	205	0,68	9,1	81,59	18	20	327,8
		K.yosunu/X.parie.		0,86	2,04	1,82	1,16	1,85	1,26	1,26	1,97	2,13	1,57	1,77	0,44	2,22	1,38
13	Hereke	X. parietina	131	2,4	1,23	1,39	16	25,88	4910	0,234	239	0,75	10,2	104,51	49	13	371,2
14	Hereke	Karayosunu	131	1,5	1,16	1,9	8,9	44,4	2730	0,197	210	0,89	8,8	58,56	15	19	292,6
		K.yosunu/X.parie.		0,63	0,94	1,37	0,56	1,72	0,56	0,84	0,88	1,19	0,86	0,56	0,31	1,46	0,79
22	Derince	X. parietina	157	1	0,27	0,56	5,8	11,44	1560	0,105	46	0,19	3,3	19,74	25	4	108,2
24	Derince	E. prunastri	157	0,9	0,4	0,27	3,9	9,83	740	0,085	32	0,17	2	22,8	13	3	74
		Liken Ort.		0,95	0,34	0,42	4,85	10,635	1150	0,095	39	0,18	2,65	21,27	19	3,5	91,1
23	Derince	Karayosunu	157	0,6	0,38	1,1	4,5	11,59	1410	0,117	233	0,25	4,9	27,73	20	6	107,1
		K.yosunu/Liken Ort.		0,63	1,13	2,65	0,93	1,09	1,23	1,23	5,97	1,39	1,85	1,3	1,05	1,71	1,18
28	Derince	X. parietina	210	2,2	0,47	1,25	11,8	19,76	3930	0,162	97	0,53	9,4	51,27	45	11	180,8
29	Derince	Karayosunu	210	2,6	0,42	2,97	5,1	11,19	2860	0,1	152	0,31	5,9	18,39	16	9	77,3
		K.yosunu/X.parie.		1,18	0,89	2,38	0,43	0,57	0,73	0,62	1,57	0,58	0,63	0,36	0,36	0,82	0,43
46	Yeniköy	X. parietina	40	1,9	0,44	2,4	10,8	21,48	5470	0,076	126	0,41	9,9	33,94	105	15	124,5
47	Yeniköy	Karayosunu	40	0,4	0,21	5,42	7	25,2	9140	0,084	219	0,23	5,3	9,96	28	35	76,3
48	Yeniköy	Karayosunu	40	2,2	0,57	4,36	12,9	43,9	8020	0,07	195	0,59	16,5	53,78	161	31	170,7
		Karayosunu Ort.		1,3	0,39	4,89	9,95	34,55	8580	0,077	207	0,41	10,9	31,87	94,5	33	123,5
		K.yosunu ort./X.parie.		0,68	0,89	2,04	0,92	1,61	1,57	1,01	1,64	1	1,1	0,94	0,9	2,2	0,99

Tablo 4.31 : Diiovası'nda aynı lokasyondan toplanan liken ve karayosunlarının konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması

Örnek No.	Tür	Yükseklik (m)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
2	X. parietina	254	2,2	2,61	1,55	27,5	31,9	5850	0,178	329	0,73	12,6	222,81	66	18	823
3	C. rangiformis	254	0,5	1,26	0,33	5,7	5,38	1020	0,054	66	0,15	2,9	84,01	16	6	174,3
	Liken Ortalama		1,35	1,935	0,94	16,6	18,64	3435	0,116	197,5	0,44	7,75	153,41	41	12	498,65
4	Karayosunu	254	1,5	6,1	1,98	23,8	51,71	4900	0,198	528	1,13	15,4	289,91	13	27	1367
	Karayosunu/ Liken Ort.		1,11	3,15	2,11	1,43	2,77	1,43	1,71	2,67	2,57	1,99	1,89	0,3	2,25	2,74
9	Karayosunu	124	3,6	12,52	5,17	56,7	106,4	14120	0,611	959	1,66	27,2	939,95	84	51	3018,2
8	C. convoluta	124	0,8	5,64	0,62	9,2	10,83	1830	0,087	149	0,29	5,2	319,96	24	8	345,7
	Karayosunu/ C.convoluta		4,5	2,22	8,34	6,16	9,82	7,72	7,02	6,44	5,72	5,23	2,94	3,5	6,38	8,73

4.1.4.3. Diğer Çalışmalar ile Karşılaştırma

Yenisoy-Karakaş ve Tuncel (2004)'ün, Balıkesir, Kütahya, Manisa, Uşak, İzmir, Aydın, Denizli, Muğla'yı kapsayan çalışmalarının sonuçları ile çalışmamızın sonuçları karşılaştırılmıştır (Tablo 4.32). Karşılaştırma, Kocaeli'de sanayileşmiş, kentsel ve kırsal alandan toplanan *X. parietina* örneklerinin tümü ile yapılmıştır. Medyan değerleri baz alındığında, Kocaeli örneklerinden alınan konsantrasyonlar, Ege bölgesi konsantrasyonlarından yaklaşık 2 - 9,5 kat fazladır. Yalnızca arseniğin medyan değeri Ege Bölgesi'nde yüksek çıkmıştır.

Tablo 4.32: Kocaeli ve Ege Bölgesi'nden toplanan *X. parietina* örneklerinin element konsantrasyonlarının(ppm) karşılaştırılması

Element	Kocaeli			Ege Bölgesi		
	Maksimum	Minimum	Medyan	Maksimum	Minimum	Medyan
As	3,6	0,6	1,9	10,4	0,5	3,4
Fe	13550	1280	3075	28930	270	1170
Hg	0,295	0,075	0,1365	1,81	0,0035	0,066
Mn	1022	40	89,5	350	8,8	25
Pb	394,2	8,15	39,855	170	0,28	4,2

İtalya'da sanayileşmenin yoğun olduğu Livorno bölgesinde, 65 adet *X. parietina* türü likenlerle yapılan çalışmada As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Zn ve Hg elementlerinin konsantrasyonları ölçülmüştür (Scerbo ve diğerleri, 1999). Çalışma alanında çelik üretimi, cam üretimi, gemi üretimi yapılmakta, kimya ve gıda sanayii ile mekanik sanayii kuruluşları da yoğun olarak bulunmaktadır. Kocaeli'nin sanayileşmiş alan örneklerinden alınan ortalamalar ile İtalya örneklerinin ortalamaları, As, Cd ve Ni için birbirine oldukça yakınken, diğer metaller İtalya değerlerinden yaklaşık 2 - 12 kat fazladır (Tablo 4.33).

Tablo 4.33: Kocaeli ve Livorno (İtalya) *X. parietina* örneklerinin element konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması

Element	Livorno (İtalya)			Kocaeli Sanayi		
	Max.	Min.	Ortalama	Max.	Min.	Ortalama
As	13,91	-	1,30	3,60	1,30	2,08
Cd	0,558	0,037	0,160	5,39	0,35	1,79
Cr	104	1,18	7,52	61,40	5,90	24,60
Hg	0,460	0,006	0,013	0,30	0,11	0,18
Ni	75,40	0,89	6,26	20,00	3,10	10,18
Pb	79,19	1,13	11,85	394,20	21,97	147,74
V	36,69	0,10	3,74	23,00	4,00	12,75
Zn	250	9	46	1677,60	141,60	557,89

İstanbul’ da yapılan çalışmada (İçel, 2005), 10 istasyondan alınan 3 adet *X. parietina* örneği ile 7 karayosunun örneğinin ortalamaları, Kocaelinin kentsel alanlarının tümünden toplanan 8 karayosunu ve 11 adet *X. parietina* örneğinin ortalamaları ile karşılaştırılmıştır (Tablo 4.34). Bu örneklerden alınan sonuçlara göre, Kocaeli’nin kentsel alanında meydana gelen metal çökeltim miktarı, İstanbul’daki çökeltim miktarından, Cd hariç, düşük vveya çok yakın değerdedir..

Tablo 4.34: İstanbul ve Kocaeli kentsel alanlarından toplanan *X. parietina* ve karayosunu örneklerinde metal konsantrasyonlarının (ppm) karşılaştırılması

Element	İstanbul - Karayosunu	Kocaeli -Karayosunu	İstanbul - <i>X.parietina</i>	Kocaeli - <i>X.parietina</i>
Cd	0,23	0,60	0,35	0,51
Co	2,17	2,59	2,11	1,14
Cr	14,19	7,45	21,39	8,48
Cu	24,178	24,11	45,24	15,79
Fe	5858,57	4092,50	9730	3019,09
Mn	444,63	174,50	150,43	90,27
Ni	11,67	7,51	17,07	6,31
Pb	52,63	35,08	71,35	35,17
Zn	140,86	147,91	194,87	163,27

4.2. Tartışma

Kocaeli’deki atmosferik ağır metal çökeltimini belirlemek için, toplam 38 liken ve 13 karayosunu ile yapılan biyomonitörleme çalışması sonuçlarına göre Kocaeli’de, özellikle sanayileşmiş bölgede, hava kirliliği ciddi boyutlara ulaşmıştır. Özellikle metal sanayii ve kimya sanayii, yoğun olarak görülen kirleticilerin ana kaynağı gibi gözükmektedir. Bu yoğun kirlenmede sanayileşmenin yoğun olmasının yanısıra fosil yakıtların etkisinin de olduğu düşünülmektedir.

Özellikle, Kocaeli’de kırsal alanlar dahil tüm alanlarda yoğun biçimde görülen Pb kirlenmesinde fosil yakıtların önemli bir etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Kocaeli kırsal alanı, IAEA-336 liken referans materyaline göre, Hg hariç diğer elementlerde, yaklaşık 1,4-4,4 kat daha fazla konsantrasyonlar sunmuştur, diğer bir deyişle, Kocaeli ilindeki diğer alanlara göre daha az kirlenmeye maruz kalmışsa da gerçekte pek çok metalce kirlenmiş olduğu görülmektedir.

Kentsel alan ise kırsal alandan çok büyük bir farklılaşma sergilememektedir. Likenler baz alındığında yaklaşık, sadece 1-2,5 kat; karayosunları baz alındığında ise 1-4,5 kat fazla metal çökelimine maruz kalmıştır. Kentsel alanda en fazla çökelimi olan metaller, kurşun, molibden ve kromdur.

Liken örnekleri baz alındığında, sanayileşmiş alanın, kırsal alana göre tüm elementler bazında, 1,5-10 kat fazla metal çökelimine maruz kaldığı görülür. Karayosunu ise sadece Dilovası istasyonunda bulunmuştur. Karayosunlarının konsantrasyonları incelendiğinde ise Dilovası’nın, kırsal alandan yaklaşık 2,5 - 26 kat daha fazla metal çökelimine maruz kaldığı görülür. Bu farklılık yosunların yüzey alanlarının likenlere göre daha geniş olmasından kaynaklanabileceği gibi, örneklerin farklı lokasyonlardan toplanmasından da kaynaklanabilir. Sanayileşmiş alanda, incelenen bütün elementler kirlilik göstermekle birlikte, en yoğun olarak görülen kirleticiler, kurşun, bakır, molibden, çinko ve kadmiyumdur.

Çalışılan bütün istasyonlar gözönüne alındığında, Dilovası istasyonunun en yoğun metal çökelimine maruz kalan istasyon olduğu görülür. Dilovası Organize Sanayi Bölgesi’nde bulunan 193 kuruluş içinde, ağırlıklı olarak kimya sanayi ve metal sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlar göze çarpmaktadır. Bu sektörlerin baskın olması, Dilovası’nın topografik yapısı, Türkiye’nin en işlek yollarına yakınlığı sebebiyle, metal kirlenmesinin oldukça yoğun olduğu söylenebilir.

Kocaeli’nin daha az çökelime maruz kalmış olan kırsal alanlarından toplanan örneklerin metal konsantrasyonlarına göre, Bahçecik istasyonu 10 element için en düşük konsantrasyonları vermiştir. Diğer bir deyişle Bahçecik, çalışma alanı içinde en az metal çökelimi olan istasyondur.

Çalışmamızın sonuçları ile, insanların soludukları havayı, içtikleri su gibi arıtmadan geçirme şansları olmadan vücutlarına aldıkları ve bu kirleticilerin insan sağlığına olan olumsuz etkileri birlikte düşünülürse, Kocaeli için, özellikle de aşırı biçimde metal çökelimine maruz kalan Dilovası için, acil önlemler alınmasının gerekliliği daha iyi anlaşılır.

Hava kirliliği ile mücadelede izlenecek yöntemler, kirletici kaynağı ve kirletici türüne göre değişir. Trafik kökenli kirlenme, kaliteli yakıt kullanımı ve trafiğe çıkan araç sayısında yapılacak iyileştirme ile azaltılabilir. Sanayi kuruluşlarından kaynaklanan kirlenme, emisyonu uygun arıtım yöntemi kullanılması ile azaltılabilir. Yine, meskenlerde kullanılan yakıt kalitesinin artırılması, iyileştirici yöntemler arasında sayılabilir.

KAYNAKLAR

1. Ceburnis, A., Ruhling, A., Kvietkus, K. 1997. Extended Study of Atmospheric Heavy Metal Deposition in Lithuania Based on Moss Analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*, 47, 135–152.
2. Conti, M.E., Tudino, M., Stripeikis, J., Cecchetti, G. 2004. Heavy Metal Accumulation in the Lichen *Evernia prunastri* Transplanted at Urban, Rural and Industrial Sites in Central Italy. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49, 83–94.
3. Demirbaş, A., 2004. Trace Element Concentrations in Ashes from Various Types of Lichen Biomass Species. *Energy Sources*, 26, 499–506.
4. Frontasyeva, M. V., Galinskaya, T. Y., Krmar, M., Matavuly, M., Pavlov, S.S., Povtoreyko, E.A., Radnovic, D., Steinnes, E. 2004. Atmospheric deposition of heavy metals in northern Serbia and Bosnia-Herzegovina studied by the moss biomonitoring, neutron activation analysis and GIS technology. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 259, 141-147.
5. Frontasyeva, M. V., Smirnov, L. I., Steinnes, E., Lyapunov, S. M., Cherkintsev, V.D. 2004. Heavy Metal Atmospheric Deposition Study in the South Ural Mountains. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 259, 19-26.
6. Lucaciu, A., Timofte, L., Culicov, O., Frontasyeva, M.V., Oprea, C., Cucu-Man, S., Mocanu, R., Steinnes, E. 2004. Atmospheric Deposition of Trace Elements in Romania Studied by the Moss Biomonitoring Technique. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49, 533–548.
7. Rossbach, M., Lambrecht, S. Lichens as Biomonitors: Global, Regional and Local Aspects. 2006. *Croatica Chemica Acta*, 79 (1), 119-124.
8. Ruhling, A., Tyler, G., 2004. Changes in the atmospheric deposition of minor and rare elements between 1975 and 2000 in south Sweden, as measured by moss analysis. *Environmental Pollution*, 131, 417-423.
9. Scerbo, R., Possenti, L., Lampugnani, L., Ristoria, T., Barale, R., Barghigiani, C. 1999. Lichen *Xanthoria parietina*/biomonitoring of trace element contamination and air quality assessment in Livorno Province (Tuscany, Italy). *The Science of the Total Environment*, 241, 91-106.
10. Uğur, A., Özden, B., Saç, M.M., Yener, G., Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, 2004. Lichens and mosses for correlation between trace elements and ^{210}Po in the areas near coal-fired power plant at Yatağan, Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 259, 87-92.

11. Yenisoy-Karakas, S., Tuncel, S.G, 2004. Geographic patterns of elemental deposition in the Aegean region of Turkey indicated by the lichen, *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. ***Science of the Total Environment***, 329, 43–60.
12. Zechmeister, G.H., Riss, A., Hanus-İllnar, A., 2004. Biomonitoring of Atmospheric Heavy Metal Deposition by Mosses in the Vicinity of Industrial Sites. ***Journal of Atmospheric Chemistry***, 49, 461–477.
13. Zhang, Zh., H., Chai, Z. F., Mao, X.Y., Chen, J.B. 2002. Biomonitoring Trace Element Atmospheric Deposition Using Lichens in China. ***Environmental Pollution***, 120, 157-161.
14. Zschau, T., Getty, S., Ameron, Y., Zambaro, A., Nash III, T.H. 2003. Historical and current atmospheric deposition to the epiphytic lichen *Xanthoparmelia* in Maricopa County; Arizona. ***Environmental Pollution***, 125, 21 – 30.
15. İçel, Y. ‘İstanbul ilinde atmosferik ağır metal kirliliğinin biyomonitör likenlerle izlenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2005).
16. Wolterbeek HTh, Garty J, Reis MA & Freitas MC, ‘Biomonitoring in use: lichens and metal air pollution. In: Markert BA, Breure AM & Zechmeister HG (eds) *Bioindicators and biomonitoring*. Elsevier, Oxford, 377-419, (2003).
17. <http://internt.nhm.ac.uk/cgi-bin/botany/lichen/> (Ziyaret Tarihi: 04 Ekim 2007)
18. <http://www.izmitticaretodasi.org.tr/tr/2hz.asp?islem=incele&id=46> (Ziyaret Tarihi: 04 Ekim 2007)
19. <http://www.kosano.org.tr/common/default.asp?id=63> (Ziyaret Tarihi: 04 Ekim 2007)

EKLER

EK-A: Sanayileşmiş Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik m	Al	As	B	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
1	<i>X. parietina</i>	Dilovası	75,8	1500	2	6	30,2	0,26	2600	1,45	1,36	24
2	<i>X. parietina</i>	Dilovası	254	2500	2,2	6	34,6	0,46	3800	2,61	1,55	27,5
3	<i>C. rangiformis</i>	Dilovası	254	700	0,5	2	8,6	0,07	11900	1,26	0,33	5,7
4	<i>Kara yosunu</i>	Dilovası	254	2400	1,5	52	71,1	0,55	17900	6,1	1,98	23,8
5	<i>X. parietina</i>	Dilovası	81	5300	3,6	15	102	0,65	16200	5,39	3,21	61,4
6	<i>X. parietina</i>	Dilovası	9	2500	2,7	11	87,1	0,39	6800	2,96	2,54	45,6
7	<i>Kara yosunu</i>	Dilovası	70	1300	0,7	74	62,2	0,27	14300	2,38	1,28	15,3
8	<i>C. convulata</i>	Dilovası	124	1000	0,8	2	22	0,17	79400	5,64	0,62	9,2
9	<i>Kara yosunu</i>	Dilovası	124	8300	3,6	41	130,3	1,78	25000	12,52	5,17	56,7
15	<i>X. parietina</i>	Körfez	340	1100	1,5	3	15,1	0,09	1200	0,39	0,72	7,6
16	<i>R. fastigiata</i>	Körfez	340	500	1,1	3	6,7	0,05	3200	0,34	0,26	3,6
17	<i>X. parietina</i>	Körfez	309	900	1,3	3	18	0,08	1400	0,4	0,54	6,7
18	<i>X. parietina</i>	Körfez	1	2000	1,9	9	29	0,14	3900	0,77	1,48	18,1
19	<i>X. parietina</i>	Körfez	355	800	1,4	3	24,3	0,07	1100	0,35	0,54	5,9
20	<i>P. sulcata</i>	Körfez	-	1200	1,7	5	70,5	0,08	9900	0,52	0,78	4,7
21	<i>P. adscendens</i>	Körfez	-	2500	4,1	10	38,8	0,16	5000	0,87	2,05	21

EK-A (Devam): Sanayileşmiş Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik m	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Mg	Mn	Mo
				ppm	%	ppm	ppb	%	ppm	%	ppm	ppm
1	<i>X. parietina</i>	Dilovası	75,8	27,1	0,562	0,5	245	0,33	1,3	0,135	348	0,8
2	<i>X. parietina</i>	Dilovası	254	31,9	0,585	0,9	178	0,31	2,06	0,182	329	0,73
3	<i>C. rangiformis</i>	Dilovası	254	5,38	0,102	0,2	54	0,11	0,74	0,046	66	0,15
4	Karayosunu	Dilovası	254	51,71	0,49	0,8	198	0,48	2,38	0,217	528	1,13
5	<i>X. parietina</i>	Dilovası	81	693,54	1,355	1,6	295	0,48	4,1	0,318	1022	1,62
6	<i>X. parietina</i>	Dilovası	9	58,86	1,137	0,9	166	0,58	1,97	0,276	886	1,67
7	Karayosunu	Dilovası	70	33,43	0,354	0,4	368	0,43	1,08	0,226	481	0,65
8	<i>C. convoluta</i>	Dilovası	124	10,83	0,183	0,3	87	0,09	2,89	0,06	149	0,29
9	Karayosunu	Dilovası	124	106,4	1,412	2,9	611	0,27	9,59	0,306	959	1,66
15	<i>X. parietina</i>	Körfez	340	11,88	0,222	0,4	105	0,29	1,13	0,098	54	0,24
16	<i>R. fastigiata</i>	Körfez	340	9,43	0,084	0,2	93	0,16	0,65	0,043	26	0,15
17	<i>X. parietina</i>	Körfez	309	11,72	0,167	0,3	126	0,35	0,79	0,117	82	0,22
18	<i>X. parietina</i>	Körfez	1	20,72	0,383	0,6	129	0,61	2,34	0,18	127	0,5
19	<i>X. parietina</i>	Körfez	355	10,94	0,15	0,3	179	0,38	0,69	0,102	63	0,21
20	<i>P. sulcata</i>	Körfez	-	12,45	0,247	0,3	141	0,09	1,8	0,069	83	0,2
21	<i>P. adscendens</i>	Körfez	-	24,11	0,467	0,8	156	0,7	2,84	0,187	194	0,65

EK-A (Devam): Sanayileşmiş Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik m	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Sr
				%	ppm	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm
1	<i>X. parietina</i>	Dilovası	75,8	0,007	9,4	0,127	122,99	0,33	1,3	0,1	7,8
2	<i>X. parietina</i>	Dilovası	254	0,014	12,6	0,143	222,81	0,29	1,54	0,4	16
3	<i>C. rangiformis</i>	Dilovası	254	0,007	2,9	0,033	84,01	0,05	0,22	<0,1	13,2
4	Karayosunu	Dilovası	254	0,011	15,4	0,221	289,91	0,17	1,47	0,3	40,6
5	<i>X. parietina</i>	Dilovası	81	0,019	20	0,181	394,2	0,37	2,81	0,4	37,2
6	<i>X. parietina</i>	Dilovası	9	0,01	18,3	0,141	211,14	0,47	2,5	0,6	22,1
7	Karayosunu	Dilovası	70	0,009	8,3	0,104	158,14	0,13	1,07	0,2	31,3
8	<i>C. convoluta</i>	Dilovası	124	0,006	5,2	0,031	319,96	0,1	0,52	0,1	94,3
9	Karayosunu	Dilovası	124	0,013	27,2	0,089	939,95	0,17	3,75	0,6	61
15	<i>X. parietina</i>	Körfez	340	0,009	4,4	0,134	31,41	0,28	0,4	0,3	3,5
16	<i>R. fastigiata</i>	Körfez	340	0,007	1,6	0,086	17,31	0,14	0,2	0,4	4,3
17	<i>X. parietina</i>	Körfez	309	0,007	3,9	0,146	131,62	0,31	0,38	0,3	4,3
18	<i>X. parietina</i>	Körfez	1	0,014	9,7	0,291	45,77	0,57	0,72	0,3	12,9
19	<i>X. parietina</i>	Körfez	355	0,006	3,1	0,15	21,97	0,31	0,37	0,3	3,3
20	<i>P. sulcata</i>	Körfez	-	0,004	4,2	0,07	39,62	0,12	0,3	0,3	19,4
21	<i>P. adscendens</i>	Körfez	-	0,018	10,8	0,441	54,93	0,47	0,87	0,2	15,7

EK-A (Devam): Sanayileşmiş Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik m	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Zn
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	<i>X. parietina</i>	Dilovası	75,8	0,03	0,21	50	0,13	0,11	13	1,7	445,1
2	<i>X. parietina</i>	Dilovası	254	0,03	0,38	66	0,15	0,15	18	1,4	823
3	<i>C. rangiformis</i>	Dilovası	254	<0,02	0,11	16	0,03	0,03	6	0,2	174,3
4	Karayosunu	Dilovası	254	0,05	0,01	13	0,2	0,25	27	1,2	1367
5	<i>X. parietina</i>	Dilovası	81	0,09	0,41	118	0,31	0,27	23	3,9	1677,6
6	<i>X. parietina</i>	Dilovası	9	0,04	0,18	79	0,08	0,16	21	3,8	779
7	Karayosunu	Dilovası	70	0,02	0,01	20	0,07	0,14	11	1,8	538,6
8	<i>C. convoluta</i>	Dilovası	124	0,02	0,22	24	0,04	0,06	8	0,6	345,7
9	Karayosunu	Dilovası	124	0,1	0,71	84	0,23	0,56	51	3,4	3018,2
15	<i>X. parietina</i>	Körfez	340	<0,02	0,26	31	0,1	0,09	7	0,2	150,9
16	<i>R. fastigiata</i>	Körfez	340	<0,02	0,13	15	0,02	0,04	3	<0,1	66
17	<i>X. parietina</i>	Körfez	309	<0,02	0,16	25	0,08	0,08	5	0,2	191,3
18	<i>X. parietina</i>	Körfez	1	<0,02	0,12	45	0,09	0,37	11	0,3	254,6
19	<i>X. parietina</i>	Körfez	355	<0,02	0,17	21	0,08	0,06	4	0,2	141,6
20	<i>P. sulcata</i>	Körfez	-	<0,02	0,37	20	0,06	0,16	7	<0,1	145
21	<i>P. adscendens</i>	Körfez	-	0,02	0,1	51	0,1	0,43	13	0,3	271,3

EK-B: Kentsel Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik	Al	As	B	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr
			m	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm
46	<i>X. parietina</i>	Yeniköy	40	0,36	1,9	6	22,9	0,11	0,3	0,44	2,4	10,8
47	Karayosunu	Yeniköy	40	0,72	0,4	48	20,3	0,04	1,45	0,21	5,42	7
48	Karayosunu	Yeniköy	-	0,58	2,2	34	56	0,19	1,41	0,57	4,36	12,9
49	Karayosunu	Değirmendere	57	0,17	0,9	77	44,1	0,05	1,79	0,25	1,51	5,7
50	<i>X. parietina</i>	Değirmendere	13	0,26	1,9	8	21	0,13	0,28	0,64	1,83	9,9
51	<i>P. adscendens</i>	İzmit	212	0,16	1,3	7	22,7	0,07	0,41	0,32	1,21	7,3
10	<i>X. parietina</i>	Hereke	378	0,18	3,4	4	27,3	0,16	0,34	0,85	1,13	9,8
11	<i>X. parietina</i>	Hereke	182	0,15	2,1	4	23,8	0,13	0,28	0,7	1,07	9,4
12	Karayosunu	Hereke	182	0,2	1,8	74	46,7	0,2	1,69	1,43	1,95	10,9
13	<i>X. parietina</i>	Hereke	131	0,16	2,4	6	30,1	0,21	0,35	1,23	1,39	16
14	Karayosunu	Hereke	131	0,18	1,5	126	33,6	0,13	1,87	1,16	1,9	8,9
22	<i>X. parietina</i>	Derince	157	0,09	1	3	8,9	0,06	0,12	0,27	0,56	5,8
23	Karayosunu	Derince	157	0,09	0,6	7	42,2	0,05	0,7	0,38	1,1	4,5
24	<i>E. prunastri</i>	Derince	157	0,04	0,9	3	6,4	0,05	0,41	0,4	0,27	3,9
25	<i>P. adscendens</i>	Derince	55	0,11	1,9	5	52,9	0,07	0,36	0,37	0,86	6,2
26	<i>X. parietina</i>	Derince	107	0,12	1,1	5	11,5	0,05	0,31	0,18	0,76	5,9
27	<i>P. adscendens</i>	Derince	-	0,09	1,3	7	9,4	0,07	0,67	0,25	0,64	4,6
30	<i>C. convoluta</i>	Derince	107	0,07	0,4	1	6,5	0,03	1,78	0,43	0,42	3,4
28	<i>X. parietina</i>	Derince	210	0,19	2,2	6	35,9	0,16	0,21	0,47	1,25	11,8
29	Karayosunu	Derince	210	0,2	2,6	5	50,6	0,06	0,56	0,42	2,97	5,1
31	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	0,07	0,6	7	16,6	0,06	0,31	0,18	0,62	4,5
32	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	0,09	0,9	4	11,2	0,05	0,17	0,27	0,73	5
36	Karayosunu	Yuvacık	181	0,24	0,8	5	15,3	0,06	1,12	0,37	1,48	4,6
37	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	25	0,12	0,9	4	10,4	0,04	0,23	0,37	0,84	4,4
38	<i>P. sulcata</i>	Yuvacık	25	0,08	1,3	4	6,6	0,03	0,34	0,28	0,55	3,4
43	<i>E. prunastri</i>	Bahçecik	20	0,04	0,9	3	16,7	0,03	3,04	0,35	0,27	2,6
44	<i>P. sulcata</i>	Bahçecik	20	0,14	1,3	9	39,6	0,06	1,23	0,41	0,89	4,5

EK-B (Devam): Kentsel Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Mg	Mn	Mo
				m	ppm	%	ppm	ppb	%	ppm	%	ppm
46	<i>X. parietina</i>	Yeniköy	40	21,48	0,547	1	76	0,57	2,36	0,221	126	0,41
47	Karayosunu	Yeniköy	40	25,2	0,914	1,7	84	0,25	2,36	0,442	219	0,23
48	Karayosunu	Yeniköy	-	43,9	0,802	1,6	70	0,34	5,72	0,27	195	0,59
49	Karayosunu	Değirmendere	57	17,25	0,229	0,5	90	0,68	1,87	0,283	110	0,38
50	<i>X. parietina</i>	Değirmendere	13	20,35	0,455	0,8	75	0,4	2,22	0,162	70	0,48
51	<i>P. adscendens</i>	İzmit	212	12,43	0,261	0,5	90	0,55	1,68	0,156	70	0,27
10	<i>X. parietina</i>	Hereke	378	17,01	0,34	0,6	191	0,2	1,66	0,134	113	0,33
11	<i>X. parietina</i>	Hereke	182	14,68	0,275	0,4	184	0,34	1,31	0,153	104	0,32
12	Karayosunu	Hereke	182	27,22	0,347	0,6	231	0,48	2,04	0,177	205	0,68
13	<i>X. parietina</i>	Hereke	131	25,88	0,491	0,6	234	0,55	1,36	0,174	239	0,75
14	Karayosunu	Hereke	131	44,4	0,273	0,4	197	0,59	1,75	0,16	210	0,89
22	<i>X. parietina</i>	Derince	157	11,44	0,156	0,3	105	0,27	0,89	0,1	46	0,19
23	Karayosunu	Derince	157	11,59	0,141	0,2	117	0,35	1,75	0,12	233	0,25
24	<i>E. prunastri</i>	Derince	157	9,83	0,074	0,1	85	0,13	0,58	0,041	32	0,17
25	<i>P. adscendens</i>	Derince	55	8,78	0,215	0,4	90	0,46	1,77	0,133	69	0,23
26	<i>X. parietina</i>	Derince	107	10,54	0,195	0,3	144	0,52	1,14	0,16	74	0,23
27	<i>P. adscendens</i>	Derince	-	21,22	0,153	0,3	125	0,38	1,18	0,081	34	0,2
30	<i>C. convoluta</i>	Derince	107	4,89	0,083	0,2	74	0,17	1	0,053	43	0,13
28	<i>X. parietina</i>	Derince	210	19,76	0,393	0,6	162	0,47	1,98	0,139	97	0,53
29	Karayosunu	Derince	210	11,19	0,286	0,5	100	0,39	1,7	0,159	152	0,31
31	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	11,35	0,128	0,2	80	0,45	0,68	0,159	44	0,29
32	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	12,21	0,159	0,3	107	0,62	0,85	0,116	40	0,25
36	Karayosunu	Yuvacık	181	12,15	0,282	0,6	91	0,21	1,25	0,184	72	0,22
37	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	25	9	0,182	0,3	92	0,46	0,88	0,172	40	0,18
38	<i>P. sulcata</i>	Yuvacık	25	7,48	0,121	0,2	66	0,49	0,57	0,133	34	0,17
43	<i>E. prunastri</i>	Bahçecik	20	7,34	0,058	0,1	85	0,19	0,49	0,05	29	0,15
44	<i>P. sulcata</i>	Bahçecik	20	15,66	0,2	0,4	113	0,36	1,33	0,098	46	0,3

EK-B (Devam): Kentsel Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Sr
			m	%	ppm	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm
46	<i>X. parietina</i>	Yeniköy	40	0,017	9,9	0,216	33,94	0,51	0,62	0,4	10,1
47	Karayosunu	Yeniköy	40	0,02	5,3	0,21	9,96	0,16	0,27	0,2	44
48	Karayosunu	Yeniköy	-	0,009	16,5	0,13	53,78	0,25	0,88	0,3	27,1
49	Karayosunu	Değirmendere	57	0,009	5,4	0,271	10,57	0,21	0,38	0,1	23,6
50	<i>X. parietina</i>	Değirmendere	13	0,014	9,1	0,142	26,31	0,46	0,71	0,4	10,4
51	<i>P. adscendens</i>	İzmit	212	0,011	6	0,251	18,93	0,44	0,48	0,1	9,7
10	<i>X. parietina</i>	Hereke	378	0,007	6,4	0,112	59,88	0,19	0,87	0,4	6,7
11	<i>X. parietina</i>	Hereke	182	0,007	5,8	0,132	46,22	0,29	0,74	0,3	6,7
12	Karayosunu	Hereke	182	0,009	9,1	0,173	81,59	0,2	1	0,2	31
13	<i>X. parietina</i>	Hereke	131	0,007	10,2	0,191	104,51	0,46	1,3	0,2	9,7
14	Karayosunu	Hereke	131	0,007	8,8	0,194	58,56	0,21	0,72	0,1	35,6
22	<i>X. parietina</i>	Derince	157	0,004	3,3	0,121	19,74	0,23	0,26	0,3	4,1
23	Karayosunu	Derince	157	0,008	4,9	0,081	27,73	0,11	0,25	0,3	19,7
24	<i>E. prunastri</i>	Derince	157	0,004	2	0,064	22,8	0,11	0,26	0,3	7,2
25	<i>P. adscendens</i>	Derince	55	0,006	4,1	0,189	18,74	0,19	0,34	0,2	8,6
26	<i>X. parietina</i>	Derince	107	0,006	4,9	0,18	12,16	0,41	0,31	0,2	7,8
27	<i>P. adscendens</i>	Derince	-	0,004	4	0,237	32,33	0,18	0,33	0,3	14,3
30	<i>C. convoluta</i>	Derince	107	0,008	2,5	0,046	19,09	0,1	0,14	0,1	18,9
28	<i>X. parietina</i>	Derince	210	0,005	9,4	0,195	51,27	0,42	0,74	0,3	8
29	Karayosunu	Derince	210	0,014	5,9	0,135	18,39	0,13	0,35	0,2	18,5
31	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	0,008	3	0,243	13,05	0,42	0,6	0,2	9,3
32	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	0,006	3,9	0,2	10,04	0,56	0,47	0,2	6,2
36	Karayosunu	Yuvacık	181	0,01	4,2	0,049	20,04	0,16	0,22	0,3	25,5
37	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	25	0,005	3,5	0,178	9,8	0,46	0,31	0,1	7
38	<i>P. sulcata</i>	Yuvacık	25	0,007	2	0,154	10,06	0,21	0,26	<0,1	7,1
43	<i>E. prunastri</i>	Bahçecik	20	0,007	1,1	0,09	14,16	0,21	0,23	0,2	31,1
44	<i>P. sulcata</i>	Bahçecik	20	0,005	3,9	0,189	26,25	0,27	0,35	0,3	31,6

EK-B (Devam): Kentsel Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Zn
			m	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
46	<i>X. parietina</i>	Yeniköy	40	0,02	0,17	105	0,07	0,14	15	0,2	124,5
47	Karayosunu	Yeniköy	40	0,02	<0,01	28	0,02	0,14	35	<0,1	76,3
48	Karayosunu	Yeniköy	-	0,04	0,31	161	0,09	0,44	31	0,3	170,7
49	Karayosunu	Değirmendere	57	<0,02	0,03	16	0,04	0,16	7	<0,1	70,4
50	<i>X. parietina</i>	Değirmendere	13	0,02	0,25	73	0,05	0,13	12	0,3	131,5
51	<i>P. adscendens</i>	İzmit	212	0,02	0,25	40	0,04	0,09	7	0,1	101,9
10	<i>X. parietina</i>	Hereke	378	0,04	0,4	40	0,3	0,12	10	0,4	232,4
11	<i>X. parietina</i>	Hereke	182	0,02	0,26	41	0,37	0,07	9	0,3	236,7
12	Karayosunu	Hereke	182	0,03	0,02	18	0,5	0,2	20	0,5	327,8
13	<i>X. parietina</i>	Hereke	131	0,04	0,22	49	0,31	0,1	13	1,1	371,2
14	Karayosunu	Hereke	131	0,03	0,03	15	0,29	0,15	19	0,4	292,6
22	<i>X. parietina</i>	Derince	157	<0,02	0,19	25	0,06	0,06	4	0,1	108,2
23	Karayosunu	Derince	157	<0,02	0,12	20	0,03	0,07	6	0,1	107,1
24	<i>E. prunastri</i>	Derince	157	<0,02	0,11	13	0,02	0,04	3	0,1	74
25	<i>P. adscendens</i>	Derince	55	<0,02	0,2	29	0,04	0,08	6	0,1	144,8
26	<i>X. parietina</i>	Derince	107	<0,02	0,18	25	0,04	0,05	6	0,1	148,7
27	<i>P. adscendens</i>	Derince	-	<0,02	0,17	26	0,02	0,06	8	0,1	170,3
30	<i>C. convoluta</i>	Derince	107	<0,02	0,13	13	0,02	0,03	4	<0,1	74,8
28	<i>X. parietina</i>	Derince	210	<0,02	0,34	45	0,09	0,16	11	0,4	180,8
29	Karayosunu	Derince	210	<0,02	0,05	16	0,03	0,14	9	0,1	77,3
31	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	0,02	0,12	30	0,02	0,04	4	0,2	64,8
32	<i>X. parietina</i>	Köseköy	12	<0,02	0,11	31	0,02	0,05	5	0,1	87,9
36	Karayosunu	Yuvacık	181	<0,02	0,13	120	0,03	0,09	12	<0,1	61,1
37	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	25	<0,02	0,07	48	0,03	0,05	6	<0,1	109,3
38	<i>P. sulcata</i>	Yuvacık	25	<0,02	0,07	37	0,02	0,03	4	<0,1	99,7
43	<i>E. prunastri</i>	Bahçecik	20	<0,02	0,07	15	<0,02	0,03	3	<0,1	57,1
44	<i>P. sulcata</i>	Bahçecik	20	<0,02	0,2	52	0,03	0,09	11	0,1	121,1

EK-C: Kırsal Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik	Al	As	B	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr
			m	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm
33	<i>C. rangiformis</i>	Umuttepe	450	0,18	1,2	1	23,1	0,04	0,49	0,25	0,88	3,9
34	<i>P. sulcata</i>	Umuttepe	450	0,08	1	5	67	0,05	0,44	0,43	0,52	3,3
35	Karayosunu	Umuttepe	450	0,05	0,3	6	50	0,03	0,55	0,48	0,54	2,8
39	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	230	0,12	1,2	4	6,1	0,04	0,24	0,49	0,7	3,9
40	<i>P. adscendens</i>	Yuvacık	230	0,13	1,9	4	7,7	0,05	0,37	0,65	0,72	4,1
41	<i>P.sulcata</i>	Yuvacık	230	0,11	0,7	3	6,6	0,06	0,38	0,4	0,62	3,2
42	Karayosunu	Yuvacık	230	0,14	0,3	4	14	0,1	0,59	0,52	0,8	4,3
45	<i>C.rangiformis</i>	Bahçecik	345	0,13	0,5	1	11	0,03	0,26	0,39	0,51	2,7

EK-C (Devam): Kırsal Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Yükseklik	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Mg	Mn	Mo
			m	ppm	%	ppm	ppb	%	ppm	%	ppm	ppm
33	<i>C. rangiformis</i>	Umuttepe	450	4,76	0,223	0,5	46	0,12	1,19	0,081	58	0,12
34	<i>P. sulcata</i>	Umuttepe	450	10,07	0,093	0,2	83	0,34	0,7	0,081	167	0,11
35	Karayosunu	Umuttepe	450	7,62	0,078	0,2	83	0,56	0,5	0,112	188	0,19
39	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	230	7,74	0,144	0,3	91	0,47	0,61	0,18	57	0,11
40	<i>P. adscendens</i>	Yuvacık	230	7,84	0,151	0,4	50	0,57	0,77	0,128	61	0,14
41	<i>P.sulcata</i>	Yuvacık	230	8,38	0,123	0,3	56	0,32	0,83	0,076	42	0,11
42	Karayosunu	Yuvacık	230	10,62	0,146	0,4	63	0,32	0,96	0,107	64	0,22
45	<i>C.rangiformis</i>	Bahçecik	345	3,46	0,12	0,3	36	0,18	0,8	0,058	97	0,1

EK-C (Devam): Kırsal Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Alan	Yükseklik	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Sr
				m	%	ppm	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm
33	<i>C. rangiformis</i>	Umuttepe	Kırsal	450	0,013	3,1	0,045	7,49	0,07	0,09	0,2	10,1
34	<i>P. sulcata</i>	Umuttepe	Kırsal	450	0,004	3,5	0,204	19,15	0,1	0,12	0,2	8,6
35	Karayosunu	Umuttepe	Kırsal	450	0,016	3,6	0,12	19,4	0,11	0,15	0,3	14
39	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	Kırsal	230	0,006	2,7	0,205	8,15	0,33	0,22	0,3	11
40	<i>P. adscendens</i>	Yuvacık	Kırsal	230	0,004	3,1	0,248	10,42	0,2	0,2	0,3	14,7
41	<i>P.sulcata</i>	Yuvacık	Kırsal	230	0,004	2,7	0,17	22,36	0,11	0,13	0,4	10,7
42	Karayosunu	Yuvacık	Kırsal	230	0,008	3,9	0,148	32,58	0,11	0,44	0,5	21,3
45	<i>C.rangiformis</i>	Bahçecik	Kırsal	345	0,009	1,5	0,063	9,81	0,09	0,11	0,2	9,3

EK-C (Devam): Kırsal Alandan Toplanan Liken ve Karayosunu Örneklerinde
Element Konsantrasyonları

Örnek No.	Tür	İstasyon	Alan	Yükseklik	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Zn
				m	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
33	<i>C. rangiformis</i>	Umuttepe	Kırsal	450	<0,02	0,27	12	0,02	0,04	3	<0,1	34,7
34	<i>P. sulcata</i>	Umuttepe	Kırsal	450	<0,02	0,15	20	0,03	0,05	4	<0,1	88
35	Karayosunu	Umuttepe	Kırsal	450	<0,02	0,07	13	0,04	0,04	3	<0,1	69,3
39	<i>X. parietina</i>	Yuvacık	Kırsal	230	<0,02	0,07	42	0,04	0,04	4	<0,1	101,7
40	<i>P. adscendens</i>	Yuvacık	Kırsal	230	<0,02	0,1	40	0,05	0,04	4	<0,1	117,1
41	<i>P. sulcata</i>	Yuvacık	Kırsal	230	<0,02	0,1	49	0,03	0,05	6	<0,1	72,3
42	Karayosunu	Yuvacık	Kırsal	230	<0,02	0,01	19	0,06	0,08	10	<0,1	57,8
45	<i>C. rangiformis</i>	Bahçecik	Kırsal	345	<0,02	0,16	31	0,03	0,04	4	<0,1	40,6

ÖZGEÇMİŞ

14 Temmuz 1982'de Muğla'da doğdu. İlkokulu Sakarya İlkokulu'nda; orta okulu Milas Ortaokulu ve 23 Nisan İlköğretim Okulu'nda, liseyi Atılım Lisesi'nde okudu. 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde okumaya hak kazandı. 2005 yılında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği, Uygulamalı Jeoloji Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.