

Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesindeki (Kahramanmaraş-Adana) Otoyol boyunca Karayosunu Analizleri

Bahadır KOZ

Giresun Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, 28049 Giresun, Türkiye

Sorumlu Yazar: bahadir.koz@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.10.2019

Kabul Tarihi: 23.11.2019

Öz

Bu araştırmada; Kahramanmaraş-Adana otoyolu çevresindeki karayosunları analiz edilmiş ve bölgenin ağır metal kirliliği hakkında bilgi edinilmiştir. Bu çalışma da araziden toplanan karayosunları laboratuvarda makroskobik ve mikroskobik incelemeleri neticesinde tür teşhisleri gerçekleştirilmiştir. Ağır metal analizleri, Enerji ayırmalı X-Işını floresans spektrometresi (EDXRF) ile gerçekleştirilmiştir. Analizler neticesinde karayosunlarında, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn ve Pb olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışma ile; Doğu Akdeniz bölgesinde bulunan Otoyol boyunca ağır metal kirliliği hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma, bölgedeki trafik yoğunluğu ile ilişkili karayosunlarının analiz edilerek ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde ki ilk çalışmadır. Bundan dolayı bu çalışmada; otoyol boyunca toplanan karayosunlarında ağır metal analizleri gerçekleştirilmiştir. Bulunan sonuçların, İnsan ve çevre sağlığı üzerine muhtemel etkileri tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlardan bir diğeri ise bu tür çalışmalarda kullanılan karayosunlarının iyi bir indikatör bitki grubu oldukları sonucu tekrar belirlenmiştir. Ayrıca ağır metallerin yoğunluklarının çevre ve insan sağlığı açısından önemli olduğu da gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Karayosunu, Doğu Akdeniz bölgesi, Trafik.

The mosses analysis along Kahramanmaraş-Adana Highway in East Mediterranean region of Turkey

Abstract

In this study; The mosses around the Kahramanmaraş-Adana highway were analyzed and information was obtained about the heavy metal pollution of the region. In this study, as a result of macroscopic and microscopic examination of mosses collected from the field, species identification has been made. Heavy metal analyzes were performed with Energy-dispersive X-Ray fluorescence spectrometry (EDXRF). As a result of the analyzes, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn and Pb were found. With the current study; It is aimed to obtain information about heavy metal pollution along the motorway in the Eastern Mediterranean region. This study is the first study to determine heavy metal pollution by analyzing mosses related to traffic density in the region. Therefore, in this study; heavy metal analyzes were carried out on the mosses collected along the highway. The possible effects of the results on human and environmental health are discussed. Another result is that the mosses used in these studies are a good indicator plant group. It has also been shown that the concentrations of heavy metals are important for the environment and human health.

Keywords: Heavy metal, Mosses, East Mediterranean region, Traffic.

1. Giriş

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

Atmosferik kirlilik, sanayileşme ve şehirleşmenin sonucu olarak, birçok ülkede, ciddi çevre problemlerine neden olmaktadır. Biyomonitörleme çalışmaları masrafsız olması, örnekleme kolay ve arazide de bol bulunması gibi sebeplerden birçok avantaja sahiptir(Szczepaniak ve Biziuk, 2003). Bitki analizleri, toprak ve suya göre birçok avantaja sahiptir (Conti, 2005). Karayosunların da, ileri yapılı bitkilerden farklı olarak gelişmiş bir kök sistemleri ve Kütikula tabakası yoktur, bu yüzden karayosunları mineralleri bütün yüzeyleri ile absorbe ederler ve bundan dolayı Karayosunları biyoindikatördürler ve ağır metalleri dokularında biriktirirler(Markert, 2007; Grodzinska ve ark., 2001).

Ulaştırma sistemleri, dünya ekonomisi ve yaşam için hayati derece de önemli olmakla beraber Karayolları, arazi tüketiminin fazlalığı, gürültü kirliliği ve havaya verdiği ağır metaller partiküller gibi etkenlerden dolayı olumsuz etkilere sahiptir. Bu durum çevreyi ve insanları da olumsuz etkilemektedir(Dockery, 2001). Trafik kaynaklı hava kirliliğinin esas belirleyicisi olarak kurşun kabul edilmekte ve Kurşunla ilgili çalışmalar yoğun bir şekilde yapılmaktadır (Jaradat ve Monami, 1999). Birçok ülkede, trafikten kaynaklanan emisyonları kontrol edebilmek için programlar üzerinde çalışmışlardır; 1990 yılında Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da kurşunlu benzin kullanımı yasaklanmıştır. Bunları, 1993'te Avusturya takip etmiştir(Khare ve Sharma, 2003). Çevre kirliliğine olan farkındalığın artmasından dolayı, Kurşun emisyonları gelişmiş Avrupa ülkelerinde önemli bir şekilde düşmeye başladı(Massadeh ve Snook, 2002). Türkiye 1990'lı yıllardan sonra benzer eğilimleri göstermeye başladı(TURKSTAT, 2005).

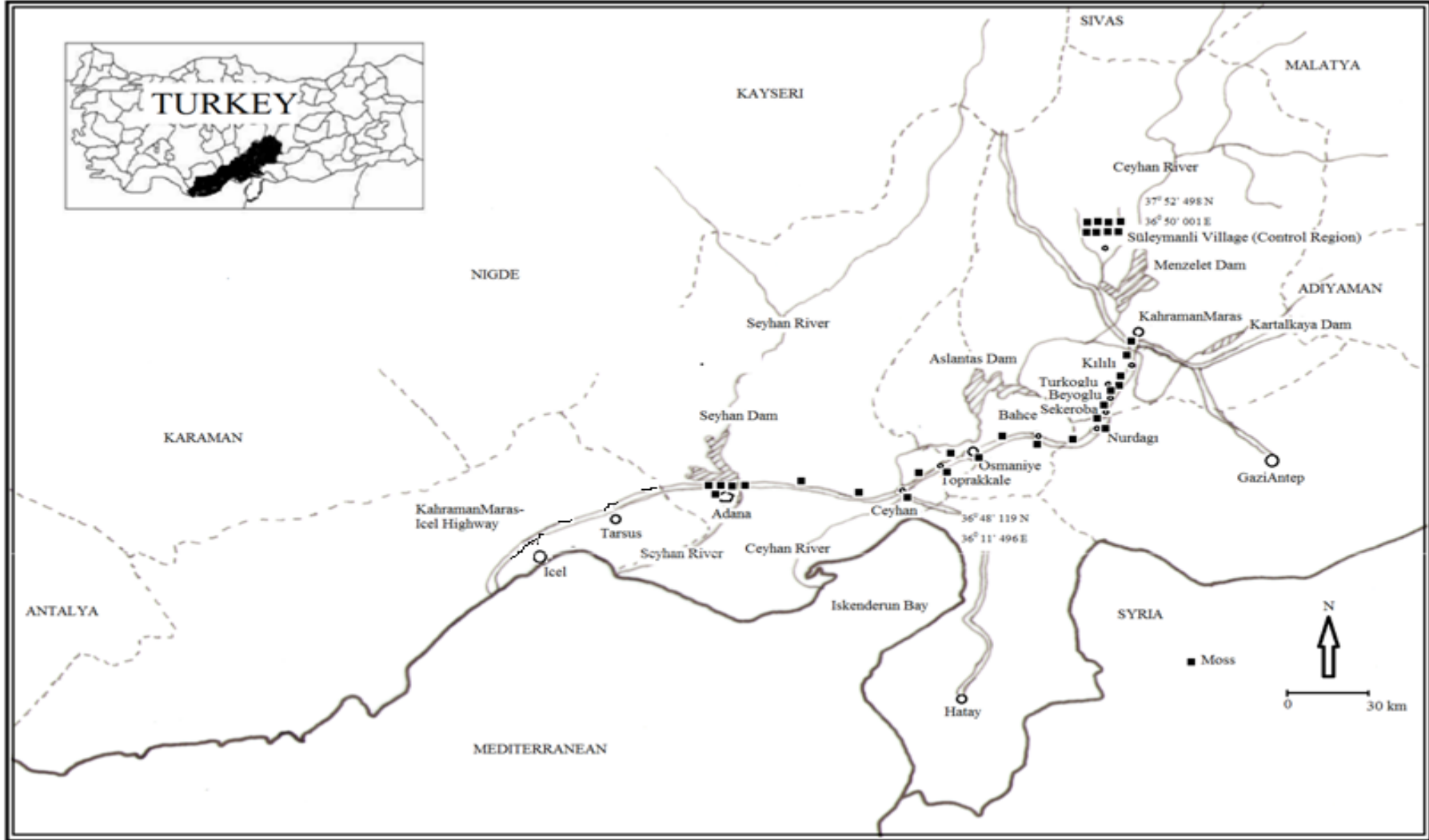
Bu çalışma ile Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesindeki Kahramanmaraş-Adana karayolu kaynaklı ağır metal kirliliğinin belirlenmesi amacıyla EDXRF yönteminde karayosunları analiz edilerek ağır metal konsantrasyonları belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Bölgesi ve Örneklem

Çalışma bölgesi, 185 km uzunluğundadır ve 3.999.121 nüfusa sahiptir (www.tuik.gov.tr, 2019). Karayosunu numuneleri Şekil 1 ve Tablo 1’de gösterildiği gibi, Doğu Akdeniz bölgesindeki Kahramanmaraş-Adana otoyolu çevresindeki 23 istasyondan toplandı. Çalışma alanındaki örneklem işlemleri oldukça önemlidir (Smith, 2004). Trafik yoğunluğu ile ağır metal konsantrasyonları arasındaki mevcut ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla, örneklem işlemlerinde, karayosunları şehir merkezlerinden, şehirlerarasından ve kirliliğin mümkün olduğunca az olduğu kontrol bölgesinden toplanmıştır.

Örnekler, arazideki ağaç, kaya, toprak gibi lokasyonlardan, spatula ile 2011 Haziran ayında toplandı. Numuneler laboratuvarında makroskobik ve mikroskobik incelemeler neticesinde ve Moss Flora Britain and Ireland (Smith, 2004), Die Moos-und Farnpflanzen Europas (Frey ve ark., 1995), Flora dei Muschi D’Italia (Pedrotti, 2001), The Bryophyte Flora of Israel and Adjacent Regions (Herrnstadt ve ark., 2004) gibi flora kitaplarının yardımıyla türleri tespit edildi. Kontrol bölgesi olarak, Kahramanmaraş-Süleymanlı köyü seçildi ki burası kirlilikten oldukça uzak bir bölgedir.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Tablo 1. Kahramanmaraş-Adana otoyolundaki istasyonların tablosu

Örnek Numarası	Yerleşim	Türadı	Günlükortalamaaraçsayısı (2012)(www.kgm.gov.tr)	Nüfus (2011)
1	Kahramanmaraş	<i>Hypnum cupressiforme</i>	17654	1044816
2	Kahramanmaraş- Kılılı	<i>Brachythecium rutabulum</i>	7979	
3	Kılılı-Türkoğlu	<i>Pleurozium schreberi</i>		
4	Türkoğlu	<i>Grimmia hartmanii</i>		14539
5	Türkoğlu-Beyoğlu	<i>Homalothecium sericeum</i>	5904	
6	Beyoğlu-Şekeroba	<i>Ctenidium molluscum</i>	5798	
7	Şekeroba-Nurdağı	<i>Tortella tortuosa</i>		
8	Nurdağı	<i>Pleurozium schreberi</i>	5187	16452
9	Nurdağı-Bahçe	<i>Scleropodium purum</i>	3816	
10	Bahçe	<i>Homalothecium sericeum</i>	5394	13207
11	Bahçe-Osmaniye	<i>Tortella fragilis</i>	11144	
12	Osmaniye	<i>Leucodon sciuroides</i>	7933	204057
13	Osmaniye- Toprakkale	<i>Neckera complanata</i>		
14	Toprakkale	<i>Tortella tortuosa</i>	8710	8208
15	Toprakkale-Ceyhan	<i>Amblystegium serpens</i>	11175	
16	Ceyhan	<i>Schistidium apocarpum</i>	11175	106487
17	Ceyhan-Adana	<i>Grimmia hartmanii</i>	11754	
18	Ceyhan-Adana	<i>Racomitrium canescens</i>	34117	
19	Doğu Adana	<i>Amblystegium serpens</i>	34117	
20	Adana	<i>Grimmia hartmanii</i>	34117	2085225
21	Adana	<i>Tortella fragilis</i>	23014	2085225
22	Adana	<i>Tortella tortuosa</i>	16955	2085225
23	Batı Adana	<i>Schistidium apocarpum</i>	16297	

2.2. Metot

Çalışma alanındaki istasyonların her birinin merkez ve merkezler arasından, ayrıca kontrol bölgesinden karayosunu örnekleri spatula yardımıyla toplandı ve polietilen torbalara konuldu. Bu torbaların üzerine sınıflama bakımından numaralar verildi ve bu numaralarla ayrı bir dosyaya materyalin alındığı ortamın özellikleri, alanın yüksekliği, toplanma tarihi bilgileri not edildi. Çalışma alanından toplanan karayosunlarının listesi ve istasyonları Tablo 1’de görülmektedir.

Türleri belirlenen numuneler, gölge bir yerde bir ay süreyle kurutulur ve kurutulan numuneler yıkanmadan temizlikleri yapılır ve 85 °C’de ki inkübatör’de 24 saat tekrar kurutulur daha sonra Spex değirmeninde öğütülüp toz şekline getirilir. Bu numuneler, 400 Mesh’lik elekten geçirilerek EDXRF’de analiz edilmesi için hazırlanır.

Böylece numuneler 10-4 hassasiyete sahip terazi yardımıyla 40 mg’lık numuneler tartıldı ve press yardımıyla basınç uygulanarak 13 mm çapında tabletler oluşturuldu.

Oluşturulan tabletler, EDXRF (Enerji Ayrımlı X Işını Floresans Spektrometresi)’de sayıma hazır hale getirildi. X-Işını floresans tekniği, yayınlanan karakteristik X-ışınının dalga boyu veya enerjisinin ölçülmesiyle element hakkında bilgi verir. Bu metod, önce yayınlanmış karakteristik

çizginin enerjisinin veya dalga boyunun ölçülmesiyle verilen bir elementin nitel (kalitatif) tayininin yapılmasını ve sonra bu çizginin şiddetinin ölçülmesiyle de elementel konsantrasyonun tayin edilmesini sağlar (kantitatif analiz).

2.3. Yöntem

Numunelere, Be penceresi 8 μm kalınlığında olan ve soğutma işlemi sıvı azotla yapılan, vakum donanımına sahip PAN-32 Ge X-Işını dedektörlü Gd tüpünden ışınlar gönderilmiştir. Cihazın gücü, akımı ve yüksek voltajı sırasıyla 600 W, 6mA ve 100kV idi. Tablo 2'de ölçüm parametreleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Sistemin yazılımı (Epsilon 5 yazılımı), numune spektrumunu otomatik olarak analiz etti ve ölçüm tamamlanır tamamlanmaz element tepe noktalarının net yoğunluklarını belirledi. Elemanlar birbiriyle çakıştığında, doğruluk iz element analizi için gereklidir. Bu uygulamanın kalibrasyonu için PANalitik'ten temin edilebilen bir dizi ikincil standart kullanıldı.

Tablo 2. Standart örneklerin ölçüm parametreleri

Ölçüm Seti	Elementler	Uyarılan Çizgi	Uyarılan Çizgi	Ölçüm Zamanı (Sn)
Ti-Ga	Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn	Ge	K_{α}	400
W-U	As, Pb	Mo	L_{α}	400

Tespit sınırları (DL'ler), arka planın karekökünün üç katı kullanılarak hesaplandı (Curie, 1995). Sonuçlar (Tablo 3) 'de sunulmuştur. Elde edilen düşük DL'ler nedeniyle, genellikle As ve Pb gibi çok düşük konsantrasyonlarda sunulan analitleri belirlemek mümkündür. Uygulanan yöntemin ve elde edilen kalibrasyon eğrilerinin doğruluğu, Tablo 3'te gösterildiği gibi IAEA'dan (7 Topsoil) standart bir referans materyalin ölçümü ile kontrol edildi (Curie, 1995). Sonuçlar Tablo 4'te mevcuttur.

Tablo 3. Standart örnekler IAEA 7 için sertifika değerler ve deneylerin kıyaslaması ve Epsilon 5 için DLs (mg/kg)

Element	DLs	Sertifika referans Değerler	Bulunan Değerler
V	2.9	66 (59-73)	68
Cr	2.0	60 (49-74)	66
Mn	2.5	631 (604-650)	580
Fe	1.1	2.57 (2.52-2.63)	2.46
Ni	1.2	9.7 (7.9-11.6)	10.2
Cu	1.0	11 (9-13)	11
Zn	0.7	104 (101-113)	98
Pb	0.9	51 (47-56)	55

Tablo 4. Kahramanmaraş-Adana otoyolu çevresindeki karayosunu numunelerinin ağır metal konsantrasyonları ve örnekleme bilgisi

Numune No	Tür İsmi	Al (g/kg)	V (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (g/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1	<i>Hypnum cupressiforme</i>	4,04	51	2,3	306	2,65	21	91,6	91	49
2	<i>Brachythecium rutabulum</i>	5,54	63	2,5	130	2,54	13	67,2	83	20
3	<i>Pleurozium schreberi</i>	4,31	84	2,9	235	2,86	17	74,5	32	13
4	<i>Grimmia hartmanii</i>	4,77	23	2,5	556	4,9	18	58,6	64	27
5	<i>Homalothecium sericeum</i>	3,34	55	3,7	274	3,59	15	54,8	17	5
6	<i>Ctenidium molluscum</i>	5,97	74	3,8	250	3,35	18	63,7	68	12
7	<i>Tortella tortuosa</i>	4,58	69	3,9	306	3,38	19	56,6	58	21
8	<i>Pleurozium schreberi</i>	2,42	72	4,4	575	3,63	37	61,3	85	28
9	<i>Scleropodium purum</i>	5,15	65	7,6	629	4,34	36	35,2	68	22
10	<i>Homalothecium sericeum</i>	2,52	76	4,5	407	3,2	19	44,5	44	26
11	<i>Tortella fragilis</i>	4,95	63	4,6	374	3,5	21	50,8	69	24
12	<i>Leucodon sciuroides</i>	2,55	64	5,2	279	2,12	32	45,6	24	32
13	<i>Neckera complanata</i>	3,53	53	5,3	656	5,45	32	43,8	71	31
14	<i>Tortella tortuosa</i>	3,15	79	5,2	460	4,62	34	36,1	43	24
15	<i>Amblystegium serpens</i>	2,04	66	5,6	274	4,69	23	38,6	37	33
16	<i>Schistidium apocarpum</i>	2,38	72	5,4	467	4,23	32	72,2	29	47
17	<i>Grimmia hartmanii</i>	4,74	78	5,8	352	5,97	32	52,1	58	45
18	<i>Racomitrium canescens</i>	4,92	62	5,9	413	4,12	24	63,8	43	52
19	<i>Amblystegium serpens</i>	2,39	75	6,7	272	4,15	43	41,6	27	65
20	<i>Grimmia hartmanii</i>	2,32	83	5,6	482	3,19	49	40,7	25	86
21	<i>Tortella fragilis</i>	2,55	72	5,3	687	3,61	47	35,7	15	74
22	<i>Tortella tortuosa</i>	3,84	76	5,9	477	5,11	47	24,7	23	59
23	<i>Schistidium apocarpum</i>	3,16	72	5,5	892	3,75	39	35,5	20	56
	Max.-Min. Değerler	5,97-2,04	84-23	7,6-2,3	892-130	5,97-2,12	49-13	91,6-24,7	91-15	86-5
	Ortalama	3,70	67,26	4,78	418,95	3,86	29,04	51,70	47,56	37

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 4’te çalışma bölgesinden toplanan numunelerin konsantrasyonlarının ortalamaları ve yedi elementin değişim konsantrasyonları verilmektedir. Bu elementlerden, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn ve Pb, ağır metallerdir ve çevre ve insan sağlığı açısından birikimleri risk arz etmektedir.. Elde edilen sonuçlara göre, Numunelerde ki ağır metal ortalama konsantrasyonları; Al (3,70 g/kg), V (67,26 mg/kg), Cr (4,78 mg/kg), Mn (418,95 mg/kg), Fe (3,86 g/kg), Ni (29,04 mg/kg), Cu (51,70 mg/kg), Zn (47,56 mg/kg) ve Pb (37 mg/kg) şeklindedir. Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn ve Pb’un en yüksek konsantrasyon görüldüğü istasyonlar; Beyoğlu-Şekeroba, Kılılı-Türkoğlu, Nurdağı-Bahçe, Batı Adana, Ceyhan-Adana, Adana, Kahramanmaraş, Kahramanmaraş ve Adana’da şeklinde sıralanırken; en düşük konsantrasyonların belirlendiği istasyonlar ise, Toprakkale-Ceyhan, Türkoğlu, Kahramanmaraş, Kahramanmaraş-Kılılı, Osmaniye, Kahramanmaraş-Kılılı, Kahramanmaraş, Osmaniye ve Türkoğlu-Beyoğlu şeklindedir.

Tablo 5’te kontrol bölgesindeki numunelerin ortalama konsantrasyonları verilmektedir ki buna göre Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb’un konsantrasyonları sırasıyla; 2,88 (g/kg), 1,73 (mg/kg), 374,5 (mg/kg), 1,87 (g/kg), 17,63 (mg/kg), 37,23 (mg/kg), 28,2 (mg/kg) ve 24,62 (mg/kg) belirlenmiştir. Kirlilikten uzak olan kontrol bölgesi ağır metal ortalama konsantrasyonları çalışma bölgesi ortalama konsantrasyonlarına göre oldukça düşüktür.

Tablo 5. Kontrol bölgesi karayosunlarının ağır metal konsantrasyonları

Numune İsmi	Al (mg/g)	Cr (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/g)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)
<i>Pleurozium schreberi</i>	2,84	1,75	356	1,25	17,4	33,7	24,3	21,5
<i>Racomitrium canescens</i>	3,64	1,83	382	2,68	19,27	38,3	36,4	24,9
<i>Homalothecium sericeum</i>	2,07	1,86	373	2,12	21,2	33,5	29,6	30,1
<i>Tortella tortuosa</i>	2,38	1,79	374	1,23	15,73	39,7	26,8	21,3
<i>Ctenidium molluscum</i>	2,68	1,70	389	2,16	18,81	40,8	37,3	24,2
<i>Scleropodium purum</i>	2,58	1,62	374,5	2,46	16,05	36,2	27,3	31,4
<i>Brachytehecium rutabulum</i>	3,13	1,72	367	1,63	17,1	30,1	18,5	21,9
<i>Grimmia hartmanii</i>	3,77	1,55	381	1,44	15,55	45,6	25,4	21,7
Ortalama	2,88	1,73	374,5	1,87	17,63	37,23	28,2	24,62
Min.-Max. Değerler	2,07-3,77	1,55-1,86	356-389	1,23-2,68	15,55-21,2	30,1-45,6	18,5-37,3	21,3-31,4

Tablo 6’da, literatürdeki bazı sonuçlar ile mevcut çalışmanın kıyaslaması görülmektedir. Türkiye’de bu çalışmanın mevcut sonuçları, Avrupadaki farklı ülkelerde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre oldukça yüksektir. Tablodan da görülmektedir ki Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile çevreye duyarlılık arasında doğrudan ilişki vardır. Bu sonuçlara göre Türkiye’deki çevre kirliliği Avrupa ve Amerikadaki gelişmiş ülkelere göre çok ciddi bir problemdir. Türkiye’de ki araçlarda 2011 yılından beri kurşunsuz benzin kullanılmaktadır. 1993’ten sonraki yıllarda Türkiye’deki araçların motorları kurşunsuz benzin kullanımına uygundur (www.cevreorman.gov.tr/moz).

Tablo 6. Mevcut çalışmanın Avrupa’daki bazı ülkelerde yapılan çalışmalarla karşılaştırılması (mg,kg^{-1})

Çalışma Alanı	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Kaynaklar
Finlandiya	1,1	1,6	4	38	5,7	RühlingveSteinnes. 1998
Slovakya	2,8	2,3	17	48	8,3	RühlingveSteinnes. 1998
Polonya	1,0	1,4	8	43	13,6	RühlingveSteinnes. 1998
Almanya	1,4	1,6	9	54	7,8	RühlingveSteinnes. 1998
Norveç	1,1	1,6	5	38	5,8	RühlingveSteinnes. 1998
Macaristan	2,8	5,0	12	52	19,5	Ötvösve ark.. 2003
Türkiye	52,2	17,2	268	176	39,1	Kozve ark., 2013
Türkiye	46,44	30,44	515,06	304,27	53,86	MevcutÇalışma, 2013

Kurşun esas olarak çevreye araçlarda kurşunlu benzin kullanılması sonucu, kurşunlu atıkların yakılması ve endüstri gibi kaynaklardan verilmektedir. Kurşun kirliliği, nüfus yoğunluğu ve şehirleşme ile daha da büyüerek artmaktadır. Kurşunun zihinsel ve bilişsel gelişim üzerine olumsuz etkileri olduğu belirtilmektedir ve yetişkin insanlarda da kalp hastalıkları ve kan basıncını artırdığını Avrupa Topluluğu komisyonu tarafından 2001 yılında belirtilmiştir (Commission of the European Communities, 2001).

Garg ve arkadaşları tarafından 2000 yılında yapılan çalışmaya göre; Cu ve Zn araba ve kamyonlardan çevreye verilen ağır metallere aittir. Sanayinin, yoğun trafiğin, şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde yaşayan insanlar oldukça fazla düzeyde bunlara maruz kalırlar (IARC), Krom’un insanlarda kansere sebep olabileceği kabul edilmektedir(IARC, 2008). Çok fazla Krom olan hava solunduğunda, akciğer ve midede zararlı olmaktadır. Nikel, alerjik reaksiyonlara sebep vermektedir. Bu ağır metaller çevreye çoğunlukla, Otomobil eksozları, gübreler, endüstriyel atıklar, petrol tüketimi, sanayi gibi kaynaklardan verilmektedir(www.tuberose.com).

1985-2000 yılları arasında, karayosunları analiz edilerek Finlandiya da yapılan bir çalışmaya göre; ağır metal kirliliği ve Kurşun kirliliğinin yıllar geçtikçe azaldığı tespit edilmiştir. Bunun temel nedeni çevre duyarlılığın artmasından kaynaklanmaktadır (Poikolainen ve ark., 2004). Bu sonuçlar, Türkiye’de çevre kirliliği giderek artan bir şekilde ciddi bir sorun halini almıştır. Bunun sebepleri arasında kurşunlu benzin, şehirleşme, nüfus artışı ve sanayileşme sayılabilir. Ağır metaller, çevreye, ulaşım, sanayi faaliyetleri, karbon kaynaklı fosil yakıtlar, tarımsal faaliyetler, şehirleşme, nüfus artışı ve insanların diğer faaliyetleri sonucu verilmektedir.

Karayosunlarının kurşun konsantrasyonu ile trafik yoğunluğu arasında Pearson correlations (SPSS) yöntemine göre önemli bir ilişki olduğu görülmektedir ($p < 0.05$, $r = 0.77$, $N = 23$).

4. Sonuçlar ve Öneriler

Diğer organizmalarla birlikte Karayosunları da değerlendirildiğinde, ağır metallerin birikiminin tahmini bakımından karayosunlarının bazı ayrıcalıkları olduğu görülmektedir. Zechmeister ve arkadaşlarının 2003 yılında yapmış oldukları çalışmaya göre, Karayosunlarının gerçek manada kök, gövde ve yapraklara sahip olmaması nedeniyle tuttukları yüzeyden veya topraktan herhangi bir mineral veya su almamakta bunun yerine bütün yüzeyleri ile etkili bir şekilde havayı absorplamaktadırlar ve bunun sonucu olarak ağır metalleri ve mineral dokuları arasında depolamaktadırlar. Yapılan çalışma ile elde edilen sonuçlar bize şunları göstermiştir, Doğu Akdeniz bölgesindeki atmosfer kaynaklı ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde karayosunları önemli indikatörler olarak kabul edilmektedir. Çalışma alanından toplanan numunelerde tespit edilen elementlerden Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Pb ağır metallerdir. Yapılan çalışmaların Sonuçları; Şehir merkezlerinden toplanmış karayosunlarının ağır metal konsantrasyonları, şehirler arasından toplanmış karayosunlarının ağır metal konsantrasyonları, şehirler arasından toplanan ve kontrol bölgesinden toplanan numunelerin konsantrasyonları ile kıyaslandığında oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma; Nüfus artışı, karbon kaynaklı fosil yakıtlar, sanayii faaliyetleri, şehirleşme ve trafik yoğunluğu refah düzeyinin yükselmesi gibi etkenlerin sebep olduğu görülmektedir. Böyle çalışmalar aynı bölgede her 5 yılda bir tekrarlanarak durum tespiti yapılması gerekir. Çevreye daha duyarlı yeni nesiller yetiştirilmesi çevre ve insan sağlığı bakımından son derece önemlidir. Okullardaki çevre eğitimi derslerinin saati ve verimliliğinin artırılması önem kazanmaktadır.

Kaynaklar

- Communities of the European Commission, (2002). *Commission Regulation (EC) 221/2002 of 6 February 2002 amending regulation (EC) No.466/2002 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official journal of the European Communities*. Brussels, 6 February 2002.
- Conti, M., (2005). A statistical approach applied to trace metal data from biomonitoring studies. *International Journal of Environment and Pollution*, 23, 29-41.
- Dockery, D.W.(2001). Epidemiological evidence of cardiovascular effects of particulate air pollution. *Environmental Health Perspectives*, 109, 483-486.
- Duran. C., Soylak, M., Bulut, V.N., Gundogdu, A., Tufekci, M., Elci, L., Senturk, H.B.(2007). Specification of Cr(III) and Cr(VI) in Environmental Samples of ter Solid Phase Extraction on Amberlite XAD-2000. *Journal of Chinese Chemistry Society*, 54, 625-634.
- Frey, W., Fram, J.P., Fischer, E., Lobin, W.(1995). *Die Moos-und Farnpflanzen Europas*. Stuttgart.
- Garg, B.D., Cadle, S.H., Mulawa, P.A., Groblicki, P.J., Laroo, C.,Parr, G.A.(2000). Brake wear particulate matter emissions. *Environmental Science and Technology*, 34, 4463-4469.
- Grodzinska, K., Szarek-Lukaszewska, G.(2001). Response of mosses to the heavy metal deposition in Poland-an overview. *Environmental Pollution*, 114, 443-451.
- Herrnstadt, I., Heyn, C.C., Bischler, H., Jovet-Ast, S.(2004). *The Bryophyte Flora of Israel and Adjacent Regions*. Jerusalem.
- IARC(1993). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, Vol. 58, Lyon, France.
- Jaradat, Q.M. ve Monami, K.A. (1999). Contamination of roadside soil, plants, and air with heavy metals in Jordan, a comparative study. *Turkish Journal of Chemistry*, 23, 209-220.
- Khare, M., Sharma, P.(2003). Fuel options. In: Button KJ, Hensher DA (Eds.). *Handbook of Transport and Environment*. Elsevier, Amsterdam, 159-183.
- Koz, B., Cevik, U., Bulut, V.N., Kaya, S., Gundogdu, A., Celik, N.(2013). Heavy metal analysis by moss species in the Black Sea Region of Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 22, 1287-1295.
- Markert, B., Breure, A. and Zechmeister H.G., eds., (2003). *Bioindicators and Biomonitoring-Principles, concepts and applications*, Elsevier, New York.
- Markert, B.(2007). Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment. *Journal of Trace Elements*, 21, 77-82.
- Massadeh, A.M., Snook, R.D.(2002). Determination of Pb and Cd in road dusts over the period in which Pb was removed from petrol in the UK. *Journal of Environmental Monitoring*, 4, 567-572.
- Ötvös, E., Pazmandi, T., Tuba, Z.(2003). First national survey of atmospheric heavy metal deposition in Hungary by the analysis of mosses. *Science of the Total Environment*, 309, 151-160.
- Pedrotti, C.C.(2001). *Flora Dei Muschi D'Italia*. Roma.
- Poikolainen, J., Kubin, E., Piispanen, J., Karhu, J., (2004). Atmospheric heavy metal deposition in Finland during 1985-2000 using mosses as Bioindicators. *The Science of the Total Environment*, 318, 171-185.
- Rühling, A., Steinnes, E.(1998). Atmospheric heavy metal deposition in Europa 1995-1996. *NORD*, 15, 1-66.
- Smith, A.J.E., (2004). *The Moss Flora of Britain and Ireland*. Edinburgh.
- Szczepaniak, K., Biziuk, M.(2003). Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution. *Environmental Research*, 93, 221-230.
- TURKSTAT (Turkish Statistical Institute), (2005). Road Motor Vehicle Statistics. www.cevreorman.gov.tr/moz (February 15, 2010)
- www.tuberoze.com/Heavy_Metal_Toxicity.html (March 20, 2009)
- www.tuik.gov.tr (October 11, 2019)
- Wolterbeek, B.(2002). Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. *Environmental Pollution*, 120, 11-21.
- Zechmeister, H.G., Grodzinska, K., Szarek-Lukaszewska, G.(2003). *Bryophytes*. In: Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G. (Eds.), *Bioindicators/Biomonitoring (Principles, Assessment, Concepts)*. Elsevier, Amsterdam, 329-374.