

Giresun-Karagöl Yaylası Karayosunlarında Kurşun Kirliliğinin Bir İncelemesi

Bahadır KOZ

Öz

Bu çalışmanın amacı, Giresun-Karagöl yaylasındaki karayosunlarında kurşun analizi gerçekleştirmek, bölge havasının kurşun kirliliği açısından bir değerlendirilmesini yapmaktır. Bu amaç doğrultusunda bölgeden 17 tane karayosunu numunesi toplandı. Toplanan numunelerin tür teşhisleri, çeşitli flora kitapları yardımıyla gerçekleştirildi ve Etüv'de 85°C'de kurutuldu ve Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometer (ICP-MS) cihazında analiz edilmesi için Giresun Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarına numuneler gönderildi. Analiz sonucu Kurşun ortalaması 14.47 mg/kg belirlendi. Bu ortalama, Türkiye'de şehir bölgelerindeki yapılan çalışmalardan elde edilen kurşun ortalamalarının oldukça altında olduğu tespit edildi. Numunelerdeki kurşun miktarının Türkiye'de ve Dünyada yapılmış çalışmalardaki kurşun miktarları ile kıyaslaması yapıldı. Elde edilen sonuçların ekosistem ve insan sağlığı üzerindeki muhtemel etkileri tartışıldı.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, ICP-MS, Karayosunu, Giresun, Karagöl yaylası.

An Investigation of Lead Pollution in Giresun-Karagöl Plateau Mosses

Abstract

The aim of this study is to carry out lead analysis in the mosses in Giresun-Karagöl plateau and to make an evaluation of the air in the region in terms of lead pollution. For this purpose, 17 moss samples were collected from the region. The species identification of the collected samples was carried out with the help of various flora books and dried in an oven at 85°C and samples were sent to Giresun University Central Research Laboratory to be analyzed in an Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS) device. As a result of the analysis, the average Lead was determined to be 14.47 mg / kg. This average is the average obtained from studies conducted in the lead of cities in Turkey were found to be significantly below. In Turkey, the amount of lead in the samples and performed a comparison with the amounts of lead in studies conducted around the world. The possible effects of the obtained results on the ecosystem and human health were discussed.

Keywords: Heavy Metal, ICP-MS, Mosses, Giresun, Karagöl plateau.

1. Giriş

Atmosferik ağır metallerin birikimini ölçmek amacıyla karayosunlarını kullanma fikri, 1960'ların sonlarında (Ruhling ve Tyler, 1968) tarafından geliştirilmiştir. Özellikle halı şeklindeki karayosunları besinlerinin çoğunu çökeltme ve kuru birikim olarak elde ederken, buldukları substrat'dan çok az metal alımı vardır. Karayosunu analizi tekniği, diğer analiz sistemlerine göre daha ucuz ve daha verimli bir sistemdir (Berg ve Steinnes, 1997).

Hava kirliliğinin monitörlenmesi son 30-40 yılda giderek önem kazanmıştır. Hava kirliliğinin teknik ölçümleriyle ilişkili yüksek maliyetlerden dolayı, alternatifler geliştirilmiştir. Biyomonitörleme, kullanılarak biyosferin muhtevastındaki elde edilecek bilgi için doğal metoloji ve verim Wolterbeek tarafından teklif edildi (Wolterbeek, 2002). Böyle çalışmalarda kullanılan karayosunlarının gerçek manada kök, gövde ve yaprakları olmaması dolayısıyla hassas biyoindikatörler olarak bazı avantajlara sahiptir. Ayrıca Karayosunlarının, Yapraklarında kütikül ve epidermis'te yoktur, bu nedenle hücre içerisine ağır metal iyonları kolayca nüfuz edebilir (Grodzinska ve Szarek-Lukaszewska, 2001).

Araçlardan çevreye verilen sadece akaryakıtta bulunan kurşun değil, aynı zamanda, motor yağlanması ve motor gövdesi, araba gövdesi, fren yapma ve lastik aşınmalarından kaynaklanan emisyonların da göz önünde bulundurulması gerekir (Zechmeister ve ark., 2003).

Trafikten kaynaklanan hava kirliliğinde öncelikle belirlenmesinde Pb (Kurşun), emisyonları çalışılmıştır (Jaradat ve ark., 1999). Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da 1990 yılından itibaren araçlarda kurşunsuz benzin kullanma zorunluluğu getirilmiştir (Berg ve ark., 1997, Ruhling ve ark., 1984, Masadeh ve ark., 2002). Türkiye'de de 2007 yılından itibaren kurşunsuz benzin kullanılmaktadır (URL-1).

Bu çalışmanın amacı, Giresun ili Karagöl yaylasındaki karayosunlarında Pb (Kurşun) miktarlarını belirleyerek bölgenin kurşun kirliliği bakımından durumunu ortaya koyabilmektir. Bu amaç için bölgeden 2019 Yaz döneminde toplanan 17 karayosunu numunesi önce Giresun Üniversitesi Biyoloji Laboratuvarına getirilip çeşitli Flora kitapları yardımıyla Tür teşhisleri gerçekleştirildi ve daha sonra Ion Coupled Plasma-Mass Spektrometre'si (ICP-MS) cihazında analiz edildi. ICP-MS cihazından elde edilen sonuçlar Literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslandı, elde edilen sonuçlar, insan sağlığı ve ekosisteme etkileri açısından tartışıldı.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Alanı

40° 07 ve 41° 08 kuzey enlemleri ile 37° 50 ve 39° 12 doğu boylamları arasında yer alan Giresun İli, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde yer almaktadır. Doğuda Trabzon ve Gümüşhane illeri, güneydoğuda Erzincan, güney ve güney batıda ise Sivas ve batıda da Ordu ili ile komşudur, kuzeyde ise Karadeniz bulunmaktadır.

Karadeniz kıyısına paralel uzanan Giresun Dağlarından dolayı, dağların kuzey kısımlarında Karadeniz iklimi görülürken, dağların güney kısımlarında ise kısmen Karadeniz ve kısmen karasal iklim görülmektedir.

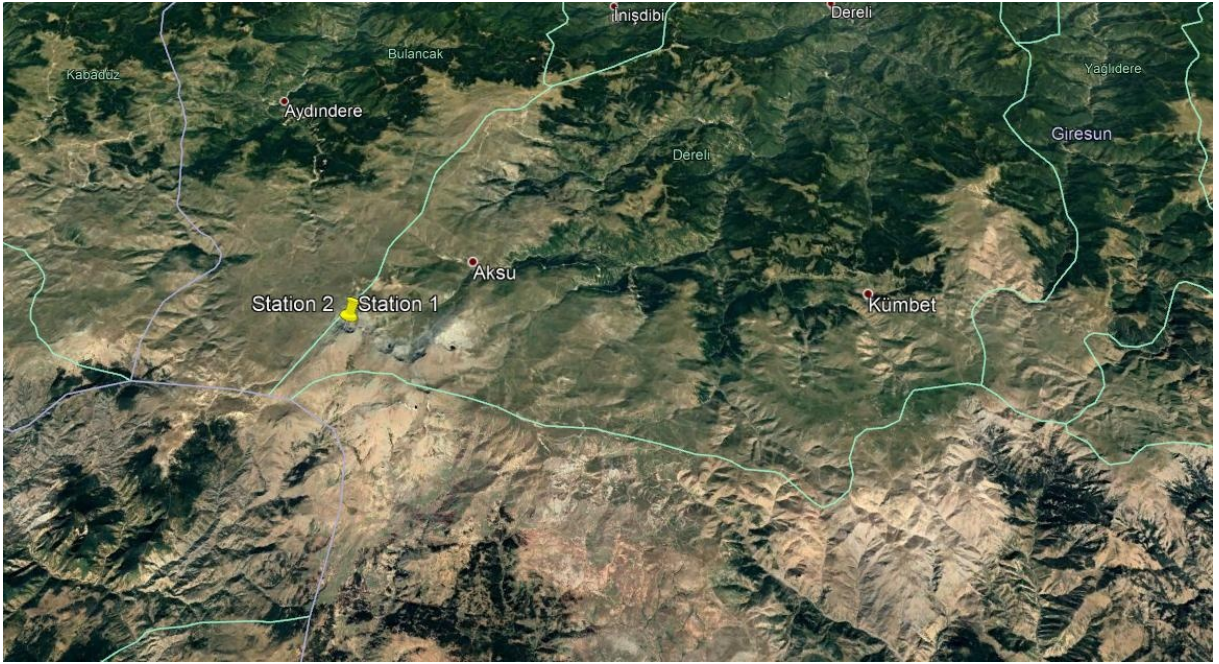
Karagöl yaylası, İnsan kaynaklı kirlilikten uzak olup yaz aylarında insanların hayvanlarını otlatmak amacıyla çıkarttığı bir yayladır. Bölgede herhangi bir sanayi tesisi veya maden gibi çevrede hava kirliliği oluşturacak bir tesis bulunmamaktadır. Bölgenin rakımı 2000 m'nin üzerinde olduğundan yüksek bitkilerin varlığı görülmemekte ve alpin zon görülmektedir. Bölge yılın 6 ayı kar altındadır.

2.2. Örnekleme ve Hazırlama

Çalışma alanı olan Karagöl yaylası yılın 6 ayı kar altında olduğundan arazi çalışmaları yaz aylarında yapılmıştır. Bölgeye Haziran 2019 ve Eylül 2019 aylarında arazi gezileri düzenlenmiş ve bu geziler esnasında 17 tür karayosunu toplanmıştır. Çalışma alanının Türkiye'deki konumu Şekil 1'de ve Çalışma alanı haritası da şekil 2'de görülmektedir. Toplanan numunelerle ilgili, lokasyon ve habitat bilgi kayıtları tutularak polietilen poşetlere konuldu. Numuneler Laboratuvara getirilip mikroskopla incelendi ve (Smith, 2004) tarafından yazılan The Moss Flora of Britain and Ireland, (Frey ve ark., 1985) tarafından yazılan Die Moos-und Farnpflanzen Europas ve (Pedrotti, 2001), tarafından yazılan Flora dei Muschi D'Italia gibi karayosunu Flora kitapları yardımıyla numunelerin türleri belirlendi. Tablo 1'de çalışma alanı istasyonları ve toplanan numunelerin tür isimleri verilmektedir.



Şekil 1. Çalışma Alanı Türkiye haritası



Şekil 2. Çalışma Alanı haritası

Tablo 1. Giresun-Karagöl yaylası istasyonları ve Karayosunu Türleri

Örnek No	İstasyon	Numune ismi
1	İstasyon1	<i>Amblystegiumvarium</i> (Hedw.) Lindb.
2	İstasyon1	<i>Thuidiumtamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.
3	İstasyon1	<i>Hypnumcupressiforme</i> Hedw.
4	İstasyon1	<i>Homalotheciumsericeum</i> (Hedw.) Schimp.
5	İstasyon1	<i>Eurhyncniumstriatum</i> (Schreb. exHedw.) Schimp.
6	İstasyon1	<i>Pseudoscleropodiumpurum</i> (Hedw.) M.Fleisch. in Broth.
7	İstasyon1	<i>Plagiotheciumsucculentum</i> (Wils.) Lindb.
8	İstasyon1	<i>Leucodonsciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr.
9	İstasyon1	<i>Grimmiahartmanii</i> Schimp.
10	İstasyon1	<i>Grimmiadonnianna</i> Sm.
11	İstasyon 2	<i>Hylocomiumsplenden</i> (Hedw.) Schimp.
12	İstasyon 2	<i>Ctenidiummolluscum</i> var. <i>molluscum</i> (Hedw.) Mitt.
13	İstasyon 2	<i>Schistidiumapocarpum</i> (Hedw.) Bruch&Schimp
14	İstasyon 2	<i>Eurhyncniumstriatum</i> (spruce) Schimp.
15	İstasyon 2	<i>Oxyrrhynchiumhians</i> (Hedw.)Loeske.
16	İstasyon 2	<i>Brachytheciummildeanum</i> (Schimp.) Schimp.
17	İstasyon 2	<i>Bryumcapillare</i> Hedw.

2.3. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy (ICP-MS) Analizleri

ICP-MS cihazında numuneleri analiz için hazırlarken bir gram numune alınıp mikrodalga çözme sisteminde 2 ml hidrojen peroksit ve 6 ml nitrik asit (CEM MARSX, 240/50, ABD) ile çözüldü. Bu çözelti daha sonra, distile edilmiş su ile 10 ml'lik balon jodede (Turkmen ve Dura, 2016) seyreltildi. Numuneler, analize gitmeden önce, 0.45 µm 'lik bir filtreden geçirilerek süzüldü. Çok elemanlı standartlara göre (Merck, Darmstadt, Almanya) Kalibrasyon standartları hazırlandı. Geri kazanımların yüzdesi Ni için 93, Cu için 104, Cr için 113, Zn için 102, Cd için 91 ve Pb için 115 idi. Numuneler, mg.kg-1 yaş ağırlık olarak bir ICP-MS (BRUKER 820-MS, Almanya) kullanılarak Kurşun için üç kez analiz edildi (Turkmen ve Dura, 2016). Cihazın çalışma şartları Tablo 2'de verildi.

Tablo 2. ICP-MS çalışma şartları

Parameters	Settings	Parameters	Settings
Plasmaflow	18.0 (l/min)	Corner lens	-193 (volt)
Auxiliaryflow	1.80 (l/min)	Leftmirror lens	45 (volt)
Nebulizerflow	0.90 (l/min)	Right mirror lens	33 (volt)
Sheathgas	0.15 (l/min)	Bottommirror lens	38 (volt)
CRI gas He	160 (ml/min)	Entrance lens	-1 (volt)
CRI gas H2	100 (ml/min)	Fringebias	2.5 (volt)
RF power	1.40 (kW)	Entranceplate	-39 (volt)
Samplingdepth	6.5 (mm)	Polebias	0 (volt)
Pump rate	4 (rpm)	Scanmode	Peakhopping
Stabilizationdelay	15 (s)	Dwell time	20 (ms)
Spraychamber	3 (°C)	Pointsperpeak	1
First extraction lens	-1 (volt)	Scans/Replicate	50
Second extraction lens	-180 (volt)	Replicates/Sample	3
Third extraction lens	-226 (volt)		

3. Sonuçlar ve Tartışma

Tablo 3'te Giresun Karagöl yaylasından toplanan karayosunu numunelerindeki kurşun konsantrasyonları verilmektedir. Buna göre; 17 tane numunenin ortalaması 14.47 mg/kg'dır. Elde edilen bu ortalama Türkiye'de yapılmış çalışmaların kurşun ortalamalarının oldukça altındadır. Karayosunlarının yaprak yüzey alanları ile ağır metal absorplama kapasiteleri arasında bir ilişki olduğu Koz ve Cevik tarafından 2014 yılında yapılan çalışma ile ortaya konulmuştur.

Tablo 3. Karagöl yaylası kurşun konsantrasyonları (mg/kg).

Numune No	Pb(mg/kg)	Konum
1	14	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
2	12	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
3	19	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
4	21	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
5	15	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
6	21	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
7	15	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
8	6	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
9	14	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
10	11	40 ⁰ 28 10' K; 38 ⁰ 17 01'D
11	17	40 ⁰ 30 04' K; 38 ⁰ 25 08'D
12	13	40 ⁰ 30 04' K; 38 ⁰ 25 08'D
13	13	40 ⁰ 30 04' K; 38 ⁰ 25 08'D
14	15	40 ⁰ 30 04' K; 38 ⁰ 25 08'D
15	16	40 ⁰ 30 04' K; 38 ⁰ 25 08'D
16	13	40 ⁰ 30 04' K; 38 ⁰ 25 08'D
17	11	40 ⁰ 30 04' K; 38 ⁰ 25 08'D
Maksimum ve Minimum değerler	21-6	
Ortalama Değer	14.47	

Tablo 4'te mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar Dünya'daki ve Türkiye'deki bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlarla kıyaslaması görülmektedir. Buna göre; Elde edilen sonuçlar, Finlandiya, Fransa, Almanya, Romanya, İtalya, İspanya, Hindistan'da yapılmış çalışmaların ortalamalarına göre yüksek olduğu görülmektedir. Yine aynı tabloda Türkiye'deki daha önce yapılmış çalışmalarla kıyaslandığında 2008 yılında yapılmış çalışmadan düşük olduğu görülmektedir, fakat bu çalışma Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinin ana ulaşım hattı olan Sarp-Samsun sahil karayolu çevresindeki karayosunlarından elde edilen kurşun konsantrasyonu ortalamaları olduğu için düşüktür. Aynı tabloda, bu çalışma gibi insan kaynaklı kirlilikten uzak bölgeler olan kontrol bölgelerinden elde edilen verilerle kıyaslandığında ise benzer ortalamalar elde edildiği görülmektedir. Bu durumda bize, Giresun-Karagöl yaylasının kurşun kirliliği bakımından havasının son derece temiz olduğu sonucunu vermektedir. Fakat bununla birlikte karayollarının yaylaların en üst noktalarına

kadar ulaşmış olması, kurşun kirliliği ve araç trafiği ile ilişkili, Al, V, Fe, Mn, Zn, Cu gibi ağır metal kirliliği tehlikesini artırma potansiyelini de beraberinde getirmektedir.

Tablo 4. Literatür'deki verilerle mevcut çalışmanın kurşun konsantrasyon sonuçlarının kıyaslaması

	Pb(mg/kg)	Kaynaklar
Finlandiya	3.0	(Harmens, et al., 2007)
Fransa	5.7	(Harmens, et al., 2007)
Almanya	4.6	(Harmens, et al., 2007)
Romanya	14.4	(Harmens, et al., 2007)
İtalya	8.54	(Loppi, et al., 1994)
İspanya	5.49	(Fernandez, et al., 1992)
Hindistan	4.45	(Bajpai, et al., 2010)
Türkiye	39.1	(Koz, et al., 2008)
Türkiye	7.4	Koz., v.d. 2012(Kontrol bölgesi)
Türkiye	22	Koz., v.d. 2014(Kontrol bölgesi)
Mevcut çalışma	14.47	

Avila-Perez ve ark.'na göre, Pb gibi ağır metallerin yüksek konsantrasyonları insan sağlık riski bakımından son derece önemlidir. Araç trafiği kurşun kirliliği açısından önemli bir kaynaktır. Trafik kaynaklı ağır metaller, petrol, dizel motorlar, lastik aşınması, fren balataları, korozyon malzemesi gibi birçok faktörden çevreye verilmektedir (Thorpe ve Harrison, 2008).

(Di Palma ve ark., 2017) kirliliği alanlardaki parçacıkların boyutu ile tarımsal, endüstriyel veya kentsel alanlar arasındaki ilişkiyi ortaya koydular. İzole edilmiş sanayi siteleri gibi oldukça kısıtlı alanlar dışında kirlilik kaynaklarını mekânsal olarak ayırt etmek oldukça zordur, çünkü havadaki birçok unsur, endüstriyel faaliyetler, tarımsal faaliyetler, egzoz dumanı, kentleşme kirlilikte etkili olabilir. Dur-kalk trafiği, trafikle ilişkili en önemli ağır metal kirlilik kaynaklarından biridir. (Westerlund ve Johansson, 2002)'a göre, alternatif olarak tünel kullanımına kıyasla Pb'nin dur-kalk ile ilişkili fren aşınması kirliliğinin 9 kat daha yüksek olduğu gösterilmiştir. (Harmens ve ark. 2007), Avrupa'da kurşun kirliliğinin yıllar içinde önemli ölçüde azaldığını gösterdiğini bildirdiler. Ancak Türkiye'deki kurşun konsantrasyonlarında aynı eğilim gözlenmedi.

Kurşun kirliliğinin en önemli sebeplerinden birisi kurşunlu benzin kullanımımızdır. Kurşun kirliliği şehirleşme, insan nüfusunun yoğunluğu ve araç sayısı ile ilişkilidir. Hem çocuklarda hem de yetişkinlerde kurşun zehirlenmesi sinir sistemini etkiler. Yüksek miktarda kurşuna maruz kalırsa, çocuklarda ve yetişkinlerde beyne ve böbreklere zarar verebilir ve hatta ölüme bile neden olabilir (ATSDR, 2008).

Farklı faktörlerden dolayı, karayosunlarındaki element birikimi konsantrasyonları değişebilir (Varela, ve ark., 2015). Diğer bir faktör de emisyon türüdür (gaz / partikül). Ayrıca karayosunu yapraklarının alan yüzeyleri ile element emilimi arasında da pozitif bir ilişki vardır (Koz ve Çevik, 2014). Vanderpoorten ve goffinet'e (2009) göre briyofitler, çevresel koşullara bağlı olarak morfolojik karakterlerinde geniş bir tür içi varyasyon sergiler. Susuzluk konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında, analiz edilen karayosunu örneklerinde tespit edilen diğer elementlerin bolluğu düşük seviyelerden yüksek seviyelere kadar değişmektedir. Böyle bir varyasyon, yaprak yüzey alanı ve rüzgâr yönü, elemental konsantrasyonlar ve havadaki nem gibi diğer çevresel etkiler gibi karayosunlarının morfolojik ve anatomik yapısı ile doğrudan ilişkili olabilir (Koz, ve ark., 2008).

Kurşun, doğaya en fazla insan aktiviteleri sonucunda verilmektedir. Kurşun havaya kömür petrol ve atıkların yakılması esnasında verilmektedir. Kurşunlu benzin kullanımı, gelişmiş ülkelerde Türkiye'den önce yasaklandı ve Türkiye'de de kaldırıldı. Uzun süre yüksek oranda kurşunlu havaya maruz kalınırsa hem yetişkin hem de çocuklarda sinir sisteminde yıpranmalara ve bozulmalara sebep olur. Ayrıca kurşun dirsek, diz ve parmaklarda zayıflığa sebep olur. Yetişkinlerde kan basıncını biraz arttırmaktadır. Yetişkinlerde ve çocuklarda beyin ve böbrekte hasara neden olmaktadır. (URL-2)

4. Sonuç

Bu çalışmada, Giresun-Karagöl yaylasından toplanan karayosunu örnekleri ICP-MS ile analiz edilerek kurşun kirliliği hakkında bilgi edinilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Giresun-Karagöl yaylasından toplanan karayosunlarında şehir merkezlerine göre Pb konsantrasyonunun düşük olduğu tespit edilmiştir. Giresun-Karagöl yaylasının havası kurşun konsantrasyonu açısından temiz olduğu fakat karayollarının yaylaların en üst noktalarına kadar ulaşmış olması sebebiyle potansiyel hava kirliliğine sebep olabileceği ihtimali doğurması tehlike arz etmektedir. Şehir merkezlerindeki kirliliğin, doğrudan nüfus yoğunluğu, kentleşme, trafik, tarımsal faaliyetler ile ilgilidir. Yapılan çalışma, karayosunlarının hava kirliliğinin belirlenmesinde önemli ve ucuz bir gösterge olduğunu göstermektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

AgencyforToxicSubstancesandDiseaseRegistry (ATSDR), (2008). Division of Toxicology, Clifton Road, NE, Atlanta, GA, available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/2008>.

- Avila-Perez, P., Ortiz-Oliveros, H.B., Zarazua-Ortega, G., Tejeda-Vega, S., Villalva, A., Sanchez-Munoz, R., (2019). Determining of risk areas due to exposure to heavy metals in the Toluca Valley using epiphytic mosses as a biomonitor. *Journal of Environmental Management*, 241, 138-148.
- Bajpai, R., Upreti, D.K., Nayaka, S., Kumari, B., (2010). Biodiversity, bioaccumulation and physiological changes in lichens growing in the vicinity of coal-based thermal power plant of Raebareilly district, north India. *Journal of Hazardous Materials*, 174, 429-436.
- Berg, T., Steinnes, E., (1997). Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute values. *Environmental Pollution*, 98, 61-71.
- DiPalma, A., Capozzi, F., Spagnuolo, V., Giordano, S., Adamo, P. (2017). Atmospheric particulate matter intercepted by moss-bags: relation to moss trace element uptake and land use. *Chemosphere*, 176, 361-368.
- Fernandez, M.A., Martinez, L., Segarea, M., Garcia, J.C., Espella, F., (1992). Behavior of heavy metals in the combustion gases of urban waste incinerators. *Environmental Science & Technology*, 26, 1040-1047.
- Frey, W., Frahm, J. P., Fischer, E., Lobin, W. (1985) *Die Moos- und Farnpflanzen Europas*. Stuttgart: G. Fischer.
- Grodzinska, K., Szarek-Lukaszewska, G., (2001). Response of mosses to the heavy metal deposition in Poland - an overview. *Environmental Pollution*, 114, 443-451.
- Harmens, H., Norris, D.A., Koerber, G.R., Buse, A., Steinnes, E., Ruhling, A. (2007). Temporal trends in the concentration of arsenic, chromium, copper, iron, nickel, vanadium and zinc in mosses across Europe between 1990 and 2000. *Atmospheric Environment*, 41, 6673-6687.
- Jaradat, Q. M., Momani, 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.
- Koz, B., Cevik, U., Ozdemir, T., Duran, C., Kaya, S., Gundogdu, A. and Celik, N., (2008) Analysis of mosses along Sarp-Samsun highway in Turkey. *Journal of Hazardous Materials*, 153, 646-654.
- Koz, B., (2014). Energy dispersive X-ray fluorescence analysis of moss and soil from abandoned mining of Pb-Zn ores. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 5315-5326.
- Koz, B., Cevik, U., (2014). Lead adsorption capacity of some moss species used for heavy metal analysis. *Ecological Indicators*, 36, 491-494.
- Loppi, S., Chiti, F., Corsini, A., Bernardi, L., (1994). Lichen biomonitoring of trace metals in the Pistoria area (Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*, 29, 17-27.
- Massadeh, A.M. Snook, R.D., (2002). Determination of Pb and Cd in road dust over the period in which Pb was removed from petrol in the UK. *Journal of Environmental Monitoring*, 4, 567-572.
- Pedrotti, C. C. (2001). *Flora Dei Muschi D'Italia*. Rome: Antonia Delfino Editore.
- Rühling, A., Tyler, G., (1968). An ecological approach to the lead problem. *Botaniska Notiser* 122, 248-342.
- Smith, A.J.E. (2004). *The moss flora of Britain and Ireland*. Edinburgh: Cambridge University Press.
- Turkmen, M., Dura, N. (2016). Assessment of heavy metal concentrations in fish from south western black sea. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 45(11), 1552-1559.
- Thorpe, A., Harrison, R.M. (2008). Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: a review. *Science of the Total Environment*, 400, 270-282.
- URL-1: <http://www.ekonomihaber7.com> (08.Mart.2018)
- URL-2: <http://www.epa.gov/lead-air-pollution>. (26.Nisan.2021)
- Westerlund, K.G., Johansson, C. (2002). Emissions of metals and particulate matter due to wear of brake linings in Stockholm. In: Brebbia, C.A., Martin-Duque, J.F. (Eds), *Air Pollution X*. WIT Press, Southampton; 793-802; 2002.
- Varela, Z., Fernandez, J.A., Real, C., Carballeira, A., Aboal, J.R., (2015). Influence of the physicochemical characteristics of pollutants on their uptake in moss. *Atmospheric Environment*, 102, 130-135.
- Vanderpoorten, A., Goffinet, B., (2009). *Introduction to Bryophytes*. New York: Cambridge University Press.
- Wolterbeek, B. (2002). Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. *Environmental Pollution*, 120 (1), 11-21.
- Zechmeister, H.G., Grodzinska, K. and Szarek-Lukaszewska, G. (2003). Bryophytes. In: Markert, B.A., Breure, A.M. Zechmeister, H.G. (eds.): *Bioindicators/Biomonitoring (principles, assessment, concepts)*. Elsevier. Amsterdam, 339-375.