



The Variation of Chrome Consantration in Some Landscape Plants Due to Species, Organ and Traffic Density

Hakan Şevik^{1,a,*}

¹Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Kastamonu University, 37150 Kastamonu, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 24/11/2020 Accepted : 05/12/2020</p> <p>Keywords: Bio monitor Chrome Cr Heavy metal Plant</p>	<p>Today, air pollution is one of the most important problems that threaten human and environmental health. Although there are many components of air pollution, heavy metals are of particular importance. The reason for this is that some of the heavy metals are pure toxic at low concentrations, many heavy metals that are nutrients for living beings are harmful at high costs in bile, live biodegradation process, they are not easily degraded in nature and are used in addition to them. For this reason, it is of great importance to monitor the heavy metal concentrations in the air, especially in risky conditions such as traffic processing, industrial activities and populated areas. In this study, it is grown in Samsun city center and frequently used in landscape studies; <i>Tilia tomentosa</i>, <i>Aesculus hippocastanum</i>, <i>Ligustrum vulgare</i> and <i>Catalpa bignoides</i> species have been tried to determine the changes of Cr concentrations in individuals grown in areas where traffic is heavy, less dense and almost none. Within the scope of the study, leaf, bark and wood samples were collected from the plants, and washing operations were also carried out on the bark and leaves. As a result of the study, Cr concentrations in the species subject to the study changed significantly on the basis of species, organs and traffic density.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(3): 595-600, 2021

Bazı Peyzaj Bitkilerinde Krom Konsantrasyonunun Tür, Organ ve Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 24/11/2020 Kabul : 05/12/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: Ağır metal Bitki Cr Krom Biyomonitor</p>	<p>Günümüzde insan ve çevre sağlığını tehdit eden en önemli problemlerin başında hava kirliliği gelmektedir. Hava kirliliğinin pek çok bileşeni bulunmakla birlikte, bunlar arasında ağır metaller ayrı bir öneme sahiptir. Bunun sebebi ağır metallerin bazılarının düşük konsantrasyonlarda bile toksik olmaları, canlılar için besin elementi olan birçok ağır metalin bile yüksek konsantrasyonlarda zararlı olmaları, canlı bünyesinde biyobirikme eğiliminde olmaları, doğada kolay kolay bozulmamaları ve bunlara ek olarak sanayi ve trafik kaynaklı olarak havadaki konsantrasyonlarının sürekli artmasıdır. Bundan dolayı özellikle trafiğin yoğun olduğu, sanayi faaliyetlerinin yürütüldüğü ve nüfusun yoğun olduğu alanlar gibi riskli alanlarda havadaki ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada da, Samsun kent merkezinde yetiştirilen ve peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan; <i>Tilia tomentosa</i>, <i>Aesculus hippocastanum</i>, <i>Ligustrum vulgare</i> ve <i>Catalpa bignoides</i> türlerinin, trafiğin yoğun olduğu, az yoğun olduğu ve hemen hemen hiç olmadığı alanlarda yetişen bireylerinde Cr konsantrasyonlarının değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında bitkilerden yaprak, kabuk ve odun örnekleri toplanmış, kabuk ve yapraklarda ayrıca yıkama işlemi uygulanması da yapılmıştır. Çalışma sonucunda, çalışmaya konu türlerde Cr konsantrasyonlarının tür, organ ve trafik yoğunluğu bazında önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir.</p>

hakansevik@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1662-4830>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Günümüzde dünyanın en önemli problemlerinin başında nüfus artışı, nüfusun kentsel alanlarda yoğunlaşması ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan problemler gelmektedir (Kilicoglu ve ark., 2020a,b; Bayraktar, 2020). Nüfus artışı ve kentleşme öyle ciddi boyutlara ulaşmıştır ki 1900'lü yıllarda toplam dünya nüfusu sadece 700 milyon civarında ve nüfusun yaklaşık %9'u kentsel alanlarda yaşarken, 2020 yılında 7,8 milyarı aşmış ve kentsel alanlarda yaşayan nüfus oranı %56'ya yükselmiştir. 2030 yılına kadar dünya nüfusunun 8,5 milyarı aşacağı ve kentsel alanlarda yaşayan nüfus oranının %90'a ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Şen ve ark., 2018; Worldometer, 2020; Arıcak ve ark., 2020).

Hızlı nüfus artışı ve kentleşme pek çok problemi de beraberinde getirmekte, bu süreç doğanın tahrip olmasına hava, su ve toprağın kirlenmesine, ekolojik dengeyi bozulmasına sebep olmaktadır (Tepe ve ark., 2006; Mutlu ve Aydın Uncumusaoglu, 2017; Kalaycı Önaç ve Birişçi, 2019). Bu süreçte meydana gelen en büyük sorunlardan birisi çevre ve özellikle de hava kirliliğidir. Hava kirliliği günümüzün en önemli sorunlarının başında gelmekte olup, Dünya'da her yıl yaklaşık 6.5 milyon insanın hava kirliliğine bağlı sebeplerden dolayı yaşamını yitirdiği belirtilmektedir (Sevik ve ark., 2019a; Uzun Ozel ve ark., 2019).

Hava kirliliğinin pek çok bileşeni bulunmakla birlikte bu bileşenler arasında ağır metaller; biyobirikme eğiliminde olmaları ve insan sağlığı açısından düşük konsantrasyonlarda bile toksik olabilmeleri sebebiyle ayrı bir öneme sahiptir. Özellikle potansiyel toksisiteleri ve yaşayan organizmalara etkileri bakımından Pb, Cr, As, Cd ve Hg en toksik ağır metaller arasındadır (Shahid ve ark., 2017; Turkyılmaz ve ark., 2020). Mn, Zn, Cr, Cu, Fe, Ni gibi mikrobelerin dahi yaşayan organizmalar için gerekli olmasına rağmen, yüksek seviyelerde zararlı etkiler oluşturabildiği belirtilmektedir (Turkyılmaz ve ark., 2018a,b; Arıcak ve ark., 2019).

İnsan ve çevre sağlığı açısından öneminden dolayı ağır metal kirliliğinin izlenmesi ve riskli bölgelerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ağır metal kirliliğinin atmosferdeki konsantrasyonunun değişimi farklı yöntemlerle belirlenebilirken bu yöntemler arasında en çok kullanılan biyomonitörlerdir. Bitkiler toprak veya havadaki ağır metallerin bir kısmını bünyelerine alarak biriktirmekte, bu birikim düzeyinin belirlenmesi ile toprak ve havadaki ağır metal kirliliği konusunda bilgi edinilebilmektedir (Sevik ve ark., 2020a; Alaçoğlu ve ark., 2020).

Ancak farklı ağır metaller, bitki türü ve organlarında farklı seviyelerde biriktirmektedir. Bundan dolayı her bir ağır metalin hangi bitkinin hangi organında ne düzeyde biriktiğinin belirlenerek o bitki ve organlarının biyomonitör olarak kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada insan ve çevre sağlığı bakımından en önemli ağır metallerden birisi olan Cr'un, dört farklı bitki türünün yaprak, dal ve odunlarındaki konsantrasyonunun, trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal Ve Yöntem

Çalışma Samsun ilinde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında örnekler trafiğin yoğun olduğu, az yoğun olduğu ve hemen hemen hiç trafik olmayan (en az 50 m yakınında araç yolu bulunmayan) bölgelerden toplanmıştır. Bu amaçla trafiğin yoğun olduğu bölge olarak Samsun kent merkezi, trafiğin az yoğun olduğu bölge olarak 19 Mayıs ilçesi ve trafiğin olmadığı alan olarak da 19 Mayıs ilçesinin kenar mahallelerinden örnekler toplanmıştır.

Çalışma kapsamında, peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan; *Tilia tomentosa*, *Ligustrum vulgare*, *Aesculus hippocastanum* ve *Catalpa bignoides* olmak üzere dört bitki türünden örnekler toplanmıştır. Örnekler son yıl sürgününden yani bir yaşındaki kısımdan, 2019 yılı vejetasyon mevsimi sonuna doğru, Ekim ayı sonlarında toplanmış ve poşetlenip etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra metal aletler kullanılmadan organlarına ayrılmıştır. Kabuk ve yaprakların bir kısmı yıkama işlemine tabi tutulmuş, en son saf su ile durulandıktan sonra bütün örnekler etiketlenmiştir (yıkama işlemi yapılan numuneler "+", yıkama işlemi yapılmayan numuneler "-" işareti ile kodlanmıştır). Numuneler iki hafta boyunca doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmadan hava kuru hale gelene kadar oda şartlarında bekletilmiştir. Daha sonra 45 °C etüvde iki hafta boyunca kurutulmuştur.

Kurutulan bitki örnekleri öğütülerek toz haline getirilmiş ve 0,5 g tartılarak mikrodalga için tasarlanmış tüplere konulmuştur. Örneklerin üzerine 10 mL % 65'lik HNO₃ ilave edilmiştir. Hazırlanan örnekler daha sonra mikrodalga cihazında 280 PSI basınçta ve 180 °C'de 20 dakika yakılmıştır. Tüpler işlemler tamamlandıktan sonra mikrodalgadan çıkarılarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler üzerine deiyonize su ilave edilerek 50 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler filtre kağıdından süzildikten sonra ICP-OES cihazında uygun dalga boylarında okunmuştur. Elde edilen değerler seyreltme faktörü ile çarpılarak Cr konsantrasyonları hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler SPSS paket programı yardımıyla değerlendirilmiş, verilere varyans analizi uygulanmış, istatistik olarak en az %95 güven düzeyinde farklılıklar bulunan değerlere Duncan testi uygulanarak homojen gruplar elde edilmiştir. Elde edilen veriler sadeleştirilip tablolaştırılarak yorumlanmıştır.

Bulgular

Çalışma kapsamında değerlendirilen türlerden *Tilia tomentosa*'da Cr konsantrasyonunun değişimi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge değerleri incelendiğinde trafiğin olmadığı alanlardaki yıkanmamış yaprak, trafiğin az yoğun olduğu alanlardaki yıkanmamış kabuk, trafiğin yoğun olduğu alanlardaki yıkanmış yaprak ve yıkanmamış kabuk numunelerinde Cr konsantrasyonunun, belirlenebilir limitlerin altında kaldığı (Cr<0.311 ppb) belirlenmiştir. Bunun dışında Varyans analizi sonuçlarına göre bütün trafik yoğunlukları ve organlar bakımından değerler

arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az $p < 0,05$) farklılık bulunduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde bütün trafik yoğunluklarında en düşük değerlerin odunda elde edildiği görülmektedir. Trafik yoğunluğuna bağlı olarak ise anlamlı bir değişim olduğunu söylemek oldukça güçtür. Çalışma kapsamında değerlendirilen türlerden *Ligustrum vulgare*'de Cr konsantrasyonunun değişimi Çizelge 2'de verilmiştir.

Ligustrum vulgare'de Cr konsantrasyonunun değişimi incelendiğinde trafiğin yoğun olduğu alanlardaki odun numunelerinde Cr konsantrasyonunun, belirlenebilir limitlerin altında kaldığı, bunun dışında Varyans analizi

sonuçlarına göre bütün trafik yoğunlukları ve organlar bakımından değerler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az $p < 0,05$) farklılık bulunduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde genel olarak odunda elde edilen değerlerin en düşük değerler arasında olduğu, kabukta yıkanmış numunelerde elde edilen değerlerin yıkanmamış numunelerde elde edilenlerden daha yüksek olduğu söylenebilir. Trafik yoğunluğu bakımından ise genel olarak en yüksek değerler trafiğin az yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir. Çalışmaya konu *Aesculus hippocastanum*'da Cr konsantrasyonunun değişimi Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Tilia tomentosa*'da Cr konsantrasyonunun değişimi

Table 1. The changing of Cr concentration in *Tilia tomentosa*

Organ	Yk.	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Yaprak	+	80,06 ^{Ab}	304,53 ^{Bd}	-	744,402***
	-	-	133,06 ^{Ac}	288,00 ^{Bc}	2705,900***
Kabuk	+	364,46 ^{Cd}	122,46 ^{Ab}	250,13 ^{Bb}	642,173***
	-	117,96 ^c	-	-	-
Odun		77,23 ^{Ba}	66,43 ^{Aa}	62,33 ^{Aa}	7,801*
F Değeri		1192,341***	458,418***	2644,359***	

Çizelge 2. *Ligustrum vulgare*'de Cr konsantrasyonunun değişimi

Table 2. The changing of Cr concentration in *Ligustrum vulgare*

Organ	Yk.	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Yaprak	+	109,03 ^{Ab}	313,96 ^{Cc}	144,66 ^{Ba}	200,146***
	-	184,43 ^{Bc}	43,03 ^{Aa}	503,60 ^{Cd}	1498,548***
Kabuk	+	751,80 ^{Be}	770,46 ^{Ce}	493,46 ^{Ac}	193,898***
	-	423,33 ^{Bd}	453,20 ^{Cd}	392,93 ^{Ab}	31,269**
Odun		66,26 ^{Aa}	128,43 ^{Bb}	-	232,408***
F Değeri		5509,903***	7125,801***	175,877***	

Çizelge 3. *Aesculus hippocastanum*'da Cr konsantrasyonunun değişimi

Table 3. The changing of Cr concentration in *Aesculus hippocastanum*

Organ	Yk.	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Yaprak	+	88,53 ^{Aa}	-	1332,10 ^{Bd}	10667,353***
	-	192,53 ^{Ab}	396,80 ^{Bc}	1447,33 ^{Ce}	1790,465***
Kabuk	+	206,29 ^{Ac}	280,50 ^{Cb}	254,93 ^{Bb}	57,377***
	-	280,50 ^{Bd}	831,20 ^{Cd}	169,93 ^{Aa}	18805,645***
Odun		-	172,06 ^{aA}	391,26 ^{Bc}	502,204***
F Değeri		69,845***	4541,700***	2365,015***	

Çizelge 4. *Catalpa bignoides*'de Cr konsantrasyonunun değişimi

Table 4. The changing of Cr concentration in *Catalpa bignoides*

Organ	Yk.	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Yaprak	+	-	327,46 ^{Ae}	698,46 ^{Bd}	6048,677***
	-	48,93 ^a	53,10 ^a	57,20 ^a	0,645 ^{ns}
Kabuk	+	-	274,60 ^{Bd}	140,63 ^{Ab}	852,277***
	-	279,59 ^{Ab}	219,66 ^{Ab}	1322,06 ^{Be}	1226,971***
Odun		354,26 ^{Cc}	243,36 ^{Bc}	186,63 ^{Ac}	210,819***
F Değeri		183,582***	854,489***	2060,528***	

Çizelge 3'de görüldüğü üzere *Aesculus hippocastanum*'da trafiğin olmadığı alanlardaki odun ve trafiğin az yoğun olduğu alanlardaki yıkanmamış yaprak numunelerinde Cr konsantrasyonunun, belirlenebilir limitlerin altında kaldığı belirlenmiştir. Bunun dışında Varyans analizi sonuçlarına göre bütün trafik yoğunlukları ve organlar bakımından değerler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az $p < 0,05$) farklılık bulunduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde trafiğin yoğun olduğu alanlarda yapraklarda elde edilen değerlerin oldukça yüksek olduğu ayrıca, yapraklardaki Cr konsantrasyonunun genel olarak trafik yoğunluğu ile birlikte arttığı söylenebilir. *Catalpa bignoides*'de Cr konsantrasyonunun değişimi Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge değerleri incelendiğinde trafiğin olmadığı alanlardaki yıkanmış yaprak ve kabuk numunelerinde Cr konsantrasyonunun, belirlenebilir limitlerin altında kaldığı, Varyans analizi sonuçlarına göre de yıkanmamış yaprak numuneleri dışında bütün trafik yoğunlukları ve organlar bakımından değerler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az $p < 0,05$) farklılık bulunduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde bütün trafik yoğunluklarında en düşük değerlerin yıkanmamış yaprak numunelerinde elde edildiği görülmektedir. Trafik yoğun olduğu alanlarda yıkanmamış kabuk numunelerinde elde edilen değerler oldukça yüksek olması dikkat çekmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Çalışma sonucunda Cr konsantrasyonunun türler arasında önemli ölçüde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre ortalama Cr konsantrasyonu *Tilia tomentosa*'da 169,69 ppb iken *Aesculus hippocastanum*'da 464,92 ppb olarak hesaplanmıştır. Bu güne kadar yapılan çalışmalarda ağır metal konsantrasyonlarının tür bazında önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir (Turkyilmaz ve ark., 2020; Şevik, 2020). Mossi (2018) çalışmasında sekiz türü değerlendirmiş ve tür bazında en çok değişim gösteren elementlerden birisinin Cr olduğunu belirtmiştir. Cr konsantrasyonunun farklı türlerde ortalama 846,2 ppb ile 2330,9 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir (Mossi, 2018).

Çalışma sonuçları Cr konsantrasyonunun tür ve organ bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak farklı düzeylerde değiştiğini göstermektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Cr konsantrasyonunun ortalama olarak trafiğin olmadığı alanlarda 226,58 ppb, trafiğin az yoğun olduğu alanlarda 285,24 ppb ve trafiğin yoğun olduğu alanlarda da 478,57 ppb düzeyinde olduğu hesaplanmıştır. Bu güne kadar yapılan çalışmalarda Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimine ilişkin farklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Mossi (2018) Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığını ($p < 0,05$) belirtirken Pınar (2019), *Prunus ceracifera*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia tomentosa*, *Fraxinus excelsior* ve *Acer platanoides* türlerinin bütün organlarında Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığını belirlemiştir. Turkyilmaz ve ark., (2018c) Cr konsantrasyonunun trafiğin olmadığı alanlarda 16,595

ppm düzeyinde iken trafiğin yoğun olduğu alanlarda 23,716 ppm düzeyine yükseldiğini belirtmektedirler.

Ağır metaller farklı kaynaklardan yayılabilmeyle birlikte bitkilerin bünyesine topraktan veya havadan girebilmektedirler. Topraktaki ağır metal kaynakları; doğal kaynaklar, trafik emisyon kaynağı, endüstriyel emisyon kaynağı ve karışık kaynaklar olarak sınıflandırılabilirken (Ashaibi, 2020), havadaki ağır metallerin en önemli kaynaklarının endüstriyel faaliyetler ve trafik olduğu belirtilmektedir (Aricak ve ark., 2020).

Ağır metallerin bitki bünyesine girişleri ise kompleks bir mekanizmanın sonucunda şekillenmektedir. Ağır metaller bitki bünyesine kök veya yaprak alımı yoluyla girebilmektedir. Ancak, bitkinin iç dokularındaki ağır metallerin topraktan mı yoksa atmosferden mi alındığını ayırt etmek çok zordur. Çünkü iki alım yolağı da eş zamanlı çalışabilmektedirler. Bundan dolayı özellikle havadaki ağır metal kirliliğinin izlenmesinde en uygun organların yapraklar olduğu düşünülmektedir. Çünkü yapraklar havadaki ağır metal kirliliğine en çok maruz kalan ve fotosentez esnasında stomaları vasıtasıyla bünyesine hava girişi olması dolayısıyla havadaki ağır metal kirliliğinden en çok etkilenen organlardır (Shahid et al., 2017; Alaçouri ve ark., 2020).

Bununla birlikte, ağır metallerin bitki bünyesine girmesini ve birikmesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bitki türü, yağış ve rutubet miktarı, bitki habitusu, organelin yapısı, ağır metalin türü ve bitki ile etkileşimi bu faktörlerden bazılarıdır (Sevik ve ark., 2019a; Aricak ve ark., 2020). Ayrıca, bitki türü yanında bitkinin alt türü, formu, varyetesi ve orijinlerinde de ağır metal konsantrasyonlarının farklı düzeylerde olması olasıdır. Çünkü, çalışmalar pek çok fenolojik, morfolojik ve anatomik yapının bu özelliklere bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır (Yiğit ve ark., 2018a,b; Yucedag ve ark., 2019; Ozkazanc ve ark., 2019; Ozel ve ark., 2020). Bu durumda bitki metabolizmasının da değişmesi ve bu durumun ağır metal emilimini etkilemesi mümkündür (Sevik ve ark., 2020b).

Aynı ortamda yetişen bitkilerin ağır metal biriktirme potansiyeli bitki türü ve bitki organı yanında, organın yapısı, metallerin fiziko-kimyasal özellikleri, organın morfolojisi ve yüzey alanı, organ yüzey dokusu ve büyüklüğü, bitki habitusu, ağır metale maruz kalma süresi ve partikül madde miktarı gibi faktörlere bağlı olarak da değişmektedir (Shahid, 2017; Turkyilmaz ve ark., 2020). Ayrıca, bitkilerde ağır metal emilimi bitki metabolizması ile de yakından ilişkilidir (Alaçouri ve ark., 2020). Dolayısıyla bitki metabolizmasını önemli ölçüde etkileyen bitkinin stres düzeyi, bitkinin genetik yapısı, iklim ve toprak koşulları gibi pek çok faktörün bitkilerde ağır metal emilimi ve dolayısıyla ağır metal konsantrasyonunu etkilemesi ihtimal dâhilindedir.

Günümüzde çevre kirliliği küresel çaptaki en önemli problemlerden birisidir (Mutlu, 2019; Bayraktar ve ark., 2019a,b; Aydın Uncumusaoğlu ve Mutlu, 2019; Kalayci Onac ve ark., 2020). Yapılan pek çok çalışmada çevre kirliliğinin farklı boyutlarına dikkat çekilmeye çalışılmıştır (Mutlu ve Aydın Uncumusaoğlu, 2018; Cetin ve ark., 2019; Ertugrul ve ark., 2019; Uzun Ozel ve ark., 2020). Kirlilik etmenleri arasında sanayi devrimiyle atmosferdeki konsantrasyonu önemli ölçüde artan ağır metaller, insan ve çevre sağlığına etkileri dolayısıyla öne çıkmaktadır. Ağır

metallerin atmosferdeki konsantrasyonunun izlenmesinde biyomonitörlerin kullanımı pek çok araştırmacı tarafından önerilmektedir (Mossi, 2018; Turkyılmaz ve ark., 2020).

Biyomonitör olarak pek çok canlı kullanılabilmeyle birlikte son yıllarda odunsu bitkilerin kullanımına yönelik çalışmalar daha da fazla yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalarda vejetasyon mevsimi içerisindeki birikim hakkında fikir veren herdem yeşil olmayan bitkilerin (Sevik ve ark., 2019b) kullanımının yanı sıra, sürdürülebilir bir yöntem olarak öne çıkan ve son 7-8 yıllık değişim hakkında fikir verebilen herdem yeşil *Picea* veya *Abies* türleri (Alkharam, 2019; Cetin ve ark., 2020) yanında ağaç yıllık halkalarındaki birikimin değerlendirilerek uzun yıllar boyunca ağır metal değişimi hakkında bilgi sağlayabilen (Yigit, 2019; Sevik ve ark., 2020c) çalışmalar da yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda kullanılan odunsu türler, bünyelerinde ağır metalleri biriktirerek aynı zamanda hava kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlamaktadırlar. Bu bitkiler hava kirliliğinin azaltılmasına ek olarak aynı zamanda pek çok ekonomik, ekolojik ve sosyal fonksiyonu da yerine getirmektedirler (Yigit ve ark., 2014; Kesik ve ark., 2017; Cetin ve ark., 2018a,b; Kabakci ve Kesik, 2020). Ancak, her bitkinin metabolizması ve çevre ile etkileşiminin farklı düzeyde olduğu düşünüldüğünde, bitkilerin belirli ağır metallerin azaltılması gibi, daha spesifik amaçlarla kullanılabilmelerini sağlamak amacıyla daha detaylı çalışmaların yapılması gereklidir.

Öneriler

Günümüzde hava kirliliği küresel boyutta bir sorun haline gelmiş olup, hava kirliliği bileşenleri arasında ağır metaller potansiyel etkileri dolayısıyla daha da öne plana çıkmıştır. Bundan dolayı özellikle düşük konsantrasyonlarda dahi insan ve çevre sağlığına ciddi düzeyde etkileri olabilen ağır metallerin atmosferdeki konsantrasyonlarının izlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Ağır metallerin konsantrasyonlarının izlenmesinde en çok kabul gören yöntem biyomonitörlerin kullanılmasıdır. Ancak, her bir bitkinin, farklı ağır metalleri farklı organlarda biriktirebilme potansiyeli farklı düzeydedir. Bundan dolayı her bir ağır metalin izlenebilmesi için en uygun biyomonitörün hangi bitkinin hangi organı olduğu belirlenmelidir.

Bu çalışma sonucunda, çalışmaya konu türlerde, Cr konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun biyomonitörün *Aesculus hippocastanum* yaprakları olduğu söylenebilir. Ancak, bu çalışmada sadece dört tür değerlendirilmiş olup, daha etkin sonuçlar alınabilmesi için konu ile ilgili çalışmaların çeşitlendirilerek artırılması ve çok daha fazla sayıda türün eş zamanlı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmaların çok büyük bir bölümü, belirli alanlardaki ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesini konu edinmektedir. Oysa, ağır metallerin kaynağından yayılımından itibaren atmosfer, su, toprak ve bitki bünyesindeki birikimleri pek çok faktörün etkisi altında şekillenen kompleks bir mekanizmanın sonucudur. Ancak bu konuda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bundan sonra yapılacak çalışmaların bu konularda yoğunlaşması tavsiye edilmektedir.

Kaynaklar

- Alaouri HAA, Genc CO, Aricak B, Kuzmina N, Menshikov S, Cetin M. 2020. The Possibility of Using Scots Pine Needles as Biomonitor in Determination of Heavy Metal Accumulation. *Environmental Science and Pollution Research International*, 27(16): 20273-20280.
- Alkharam ASA. 2019. *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen) Türünün Yakın Geçmişteki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değişiminin İzlenmesinde Biyomonitör Olarak Kullanılabilir Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.
- Aricak B, Cetin M, Erdem R, Sevik H, Cometen H. 2019. The Change of Some Heavy Metal Concentrations in Scotch pine (*Pinus sylvestris*) Depending on Traffic Density. *Organelle and Washing. Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3): 6723-6734.
- Aricak B, Cetin M, Erdem R, Sevik H, Cometen H. 2020. The Usability of Scotch Pine (*Pinus sylvestris*) as a Biomonitor for Traffic-Originated Heavy Metal Concentrations in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(2).
- Ashaibi ASA. 2020. Kastamonu Kent Merkezi ve Yakın Çevresindeki Topraklarda Ağır Metal Birikiminin Toprak Kullanımına Bağlı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.
- Aydın Uncumusaoğlu A, Mutlu E. 2019. Evaluating Spatial and Temporal Variation in Tuzaklı Pond Water Using Multivariate Statistical Analysis. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(5): 1-14.
- Bayraktar OY, Sağlam-Citoglu G, Belgin CM, Cetin M. 2019a. Investigation of The Mechanical Properties of Marble Dust and Silica Fume Substituted Portland Cement Samples Under High Temperature Effect. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5): 3865-3875.
- Bayraktar OY, Sağlam-Citoglu G, Belgin CM, Cetin S, Cetin M. 2019b. Investigation of Effect of Brick Dust and Silica Fume on The Properties of Portland Cement Mortar. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(11): 7823-7832.
- Bayraktar OY, 2020. Pirinç Kabuğu Atıklarının Köpük Beton Üretiminde Kullanılması, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* (InPress).
- Cetin M, Sevik H, Yigit N. 2018a. Climate Type-Related Changes in The Leaf Micromorphological Characters of Certain Landscape Plants. *Environmental monitoring and assessment*, 190(7): 404.
- Cetin M, Sevik H, Yigit N, Ozel HB, Aricak B, Varol T. 2018b. The Variable of Leaf Micromorphological Characters on Grown in Distinct Climate Conditions in Some Landscape Plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5): 3206-3211.
- Cetin M, Onac AK, Sevik H, Sen B. 2019. Temporal and Regional Change of Some Air Pollution Parameters in Bursa. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(3): 311-316.
- Cetin M, Sevik H, Cobanoğlu O. 2020. Ca, Cu, and Li in Washed and Unwashed Specimens of Needles, Bark, and Branches of the Blue Spruce (*Picea pungens*) in the City of Ankara. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.
- Ertugrul M, Ozel HB, Varol T, Cetin M, Sevik H. 2019. Investigation of the Relationship Between Burned Areas and Climate Factors in Large Forest Fires in the Çanakkale Region. *Environmental monitoring and assessment*, 191(12): 737.
- Kabakci A, & Kesik HI. 2020. The Effects of Water-based Insulation Paint Applied to Laminate Flooring Panels on the Thermal Conductivity Coefficient and Adhesion Resistance. *BioResources*, 15(3):6110-6122.
- Kalaycı Önaç A, Birişçi T. 2019. Transformation of Urban Landscape Value Perception Over Time: a Delphi technique Application. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(12): 741. Doi: 10.1007 / s10661-019-7935-9

- Kalaycı Onac A, Ahenk KD, Gökçe GS, Büşra K. 2020. Spatial Evaluations of İzmir Uzundere Neighborhood Urban Regeneration Project. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 5(3): 134-141.
- Kesik H İ, Özkan OE, Öncel M. 2017. Characteristics of a Protective Layer on Oil Heat-Treated Scots Pine and Fir Wood. *BioResources*, 12(2): 3067-3075.
- Kilicoglu C, Cetin M, Aricak B, Sevik H. 2020a. Integrating Multicriteria Decision-Making Analysis for a GIS-based Settlement Area in The District of Atakum, Samsun, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 1-10. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03439-2>
- Kilicoglu C, Cetin M, Aricak B, Sevik H. 2020b. Site Selection by Using The Multi-Criteria Technique-A Case Study of Bafra, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 192(9): 1-12.
- Mossi MMM. 2018. Determination of Heavy Metal Accumulation In Some Shrub Formed Landscape Plants, PhD Thesis, Kastamonu University, Institute Of Science Department Of Forest Engineering, Kastamonu, Türkiye.
- Mutlu E. 2019. Evaluation of Spatio-Temporal Variations in Water Quality of Zerveli Stream (Northern Turkey) Based on Water Quality Index and Multivariate Statistical Analyses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191:335. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7473-5>
- Mutlu E, Aydın Uncumusaoglu A. 2017. Investigation of the Water Quality of Alparsı Pond (Korgun-Çankırı). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(6):1231-1243.
- Mutlu E, Aydın Uncumusaoglu A. 2018. Analysis of Spatial and Temporal Water Pollution Patterns in Terzi Pond (Kastamonu/Turkey) by Using Multivariate Statistical Methods. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5): 2900–2912.
- Ozel HB, Donduran B, Cakmakli E, Sevik H. 2020. Factors Affecting Success in Natural Regeneration Works of Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) In Kas Region of Antalya. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 6(2), 054-059.
- Ozkazanc NK, Ozay E, Ozel HB, CetinM, Sevik H. 2019. The Habitat, Ecological Life Conditions, and Usage Characteristics of the Otter (*Lutra lutra* L. 1758) in the Balıkdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11):645.
- Pınar B. 2019. Bazı Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.
- Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Akarsu H, Cetin IZ. 2020c. Analyzing of Usability of Tree-rings as Biomonitors for Monitoring Heavy Metal Accumulation in the Atmosphere in Urban Area: a Case Study of Cedar Tree (*Cedrus* sp.). *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(1): 23. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-8010-2>
- Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Erbek A, Cetin IZ. 2020b. The Effect of Climate on Leaf Micromorphological Characteristics İn Some Broad-Leaved Species. *Environment, Development and Sustainability*, 1-13. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00877-w>
- Sevik H, Cetin M, Ozel HU, Ozel HB, Mossi MM M, Cetin I Z. 2020a. Determination of Pb and Mg Accumulation in Some of the Landscape Plants in Shrub Forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2): 2423-2431.
- Sevik H, Cetin M, Ozturk A, Ozel HB, Pinar B. 2019a. Changes in Pb, Cr and Cu Concentrations in Some Bioindicators Depending on Traffic Density on The Basis of Species and Organs. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6): 12843-12857.
- Sevik H, Ozel HB, Cetin M, Özel HU, Erdem T. 2019b. Determination of Changes in Heavy Metal Accumulation Depending on Plant Species, Plant Organism, and Traffic Density in Some Landscape Plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(2): 189-195.
- Şen G, Güngör E, Şevik H. 2018. Defining the Effects of Urban Expansion on Land Use/Cover Change: a Case Study in Kastamonu, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190(8): 454.
- Şevik H. 2020. Change of Cu Concentration in Some Edible Landscape Plants Grown in Ankara City Center. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1): 1-7.
- Tepe Y, Ates A, Mutlu E, Tore Y. 2006. Water quality of Hasan stream (Erzin-Hatay) and Its Montly Variations. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(1/1): 149-154.
- Turkylmaz A, Cetin M, Sevik H, Isinkaralar K, Saleh EAA. 2020. Variation of Heavy Metal Accumulation in Certain Landscaping Plants Due to Traffic Density. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3): 2385-2398.
- Turkylmaz A, Sevik H, Cetin M. 2018c. The Use of Perennial Needles as Biomonitors for Recently Accumulated Heavy Metals. *Landscape and Ecological Engineering*, 14(1): 115-120.
- Turkylmaz A, Sevik H, Cetin M, Ahmida Saleh EA. 2018a. Changes in Heavy Metal Accumulation Depending on Traffic Density in Some Landscape Plants. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5).
- Turkylmaz A, Sevik H, Isinkaralar K, Cetin M. 2018b. Using *Acer platanoides* annual Rings to Monitor the Amount of Heavy Metals Accumulated in Air. *Environmental monitoring and assessment*, 190(10): 578.
- Ucun Ozel H, Gemici BT, Gemici E, Ozel HB, Cetin M, Sevik H. 2020. Application of Artificial Neural Networks to Predict the Heavy Metal Contamination in The Bartın River. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(34): 42495-42512.
- Ucun Ozel H, Ozel HB, Cetin M, Sevik H, Gemici BT, Varol T. 2019. Base Alteration of Some Heavy Metal Concentrations on Local and Seasonal in Bartın River. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(9): 594.
- Worldometers, 2020. <https://www.worldometers.info/> [Erişim tarihi 22 Kasım 2020[HA1]]
- Yiğit N, Öztürk A, Sevik H. 2014. Ecological İmpact of Urban Forests (Example of Kastamonu urban forest). *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 3(12): 558-562.
- Yiğit N. 2019. Determination of Heavy Metal Accumulation in Air Through Annual Rings: The Case of *Malus floribunda* Species, *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(2): 2755-2764.
- Yiğit N, Cetin M, Sevik H, Aricak B. 2018. Variation of Some Micro-Morphological Characters of Leaves of *Aesculus hippocastanum* Based on Growing Environment. *Emergent Life Sciences Research*, 4:45-52.
- Yiğit N, Çetin M, Şevik H. 2018. The Change in Some Leaf Micromorphological Characters of *Prunus laurocerasus* L. species by Their Habitat. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(11): 1517-1521.
- Yucedag C, Ozel HB, Cetin M, Sevik H. 2019. Variability in Morphological Traits of Seedlings from five *Euonymus japonicus* Cultivars. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(5): 285.