



Changes in Some Heavy Metal Concentrations Due to Organ and Traffic Density in *Tilia tomentosa*

Ezgi Abacıoğlu^{1,a,*}, Hatice Akarsu^{2,b}, Çiğdem Özer Genç^{3,c}, Ayşe Öztürk^{3,d}

¹Department of Forest Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Bartın University, 74110 Bartın, Turkey

²Department of Forest Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Düzce University, 81620 Düzce, Turkey

³Department of Forest Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kastamonu University, 37210 Kastamonu, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 24/10/2019 Accepted : 14/11/2019</p> <p>Keywords: Heavy metal Biomonitor <i>Tilia tomentosa</i> Traffic density Plants</p>	<p>The level of pollution has reached the dimensions that threaten human health, with the rapid urbanization and the increase of energy consumption especially in developing countries. Every year in the world, millions of people lose their lives because of air pollution. Heavy metals have a separate precaution in pollutants, especially in terms of human health, because they can remain intact in nature for long periods of time, they tend to bioaccumulate and some are toxic or carcinogenic even at low concentrations. Therefore, monitoring of heavy metal pollution and determination of risky areas is very important. Biomonitoring are the most commonly used methods for monitoring heavy metal pollution. However, determining which organelles are more suitable for monitoring the metal is essential in order to ensure that the monitoring is reliable. In this study, it was aimed to determine the variations of the concentration of Ba, Na, Al, B, Ca, Fe, K, Mg and Mn elements depending on the traffic density in leaves, seeds and branches of <i>Tilia tomentosa</i> which are grown in areas with heavy, low dense and non traffic areas. As a result of the study, it was determined that the heavy metal concentrations in leaves and seeds except Fe were increased due to traffic density. This situation can cause serious problems for human health, especially since the leaves and seeds of linden individuals grown in traffic-intensive areas are consumed as tea.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(12): 2275-2281, 2019

Tilia tomentosa'da Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organ ve Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 24/10/2019 Kabul : 14/11/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Ağır metal Biomonitor <i>Tilia tomentosa</i> Trafik yoğunluğu Bitki</p>	<p>Kirlilik seviyesi, özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızlı kentleşme ve enerji tüketiminin artmasıyla birlikte insan sağlığını tehdit eden boyutlara ulaşmıştır. Dünyada her yıl milyonlarca insan hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Ağır metaller, özellikle insan sağlığı açısından kirlenmeler arasında ayrı bir öneme sahiptir çünkü, doğada uzun süre bozulmadan kalabilirler, biyolojik olarak birikme eğilimindedirler ve bazıları düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya kanserojendir. Bu nedenle, ağır metal kirliliğinin izlenmesi ve riskli alanların belirlenmesi çok önemlidir. Biyomonitörler, ağır metal kirliliğini izlemek için en yaygın kullanılan yöntemdir. Ancak, izlemenin güvenilir olmasını sağlamak için metali izlemek için hangi tür ve organın daha uygun olduğunu belirlemek gerekmektedir. Bu çalışmada, <i>Tilia tomentosa</i>'nın yaprak, tohum ve dallarındaki Ba, Na, Al, B, Ca, Fe, K, Mg ve Mn elementlerinin konsantrasyonlarının trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlardaki değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda yaprak ve tohumlarda Fe dışındaki ağır metallerin konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Bu durum, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yetişen ıhlamur bireylerinin özellikle yaprak ve tohumları çay olarak tüketildiğinden dolayı, insan sağlığı açısından önemli sorunlara yol açabilir.</p>

^aabaciogluEZGI@gmail.com

^b<https://orcid.org/0000-0002-0560-9697>

^chtce.akrsu@gmail.com

^d<https://orcid.org/0000-0001-9136-574X>

^ecozer@kastamonu.edu.tr

^f<https://orcid.org/0000-0002-1162-0075>

^gayseozturk@kastamonu.edu.tr

^h<https://orcid.org/0000-0002-7673-8170>



Giriş

Günümüzde dünyanın en önemli problemlerini genel olarak nüfus artışı ve nüfus artışına bağlı problemler oluşturmaktadır. Dünya nüfusu 1750 yılında sadece 717 milyon iken 2000 yılında 6 milyarı aşmış olup, 2025 yılında 8 milyarı aşacağı tahmin edilmektedir (Demir, 2018). Dünya nüfusundaki artışa ek olarak kent merkezlerinde yaşayan nüfusun giderek artması pek çok problemi de beraberinde getirmiştir. Bu süreç doğanın tahrip olmasına hava, su ve toprağın kirlenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmaktadır (Mutlu ve ark., 2013; Mutlu ve ark., 2016a,b; Özel ve ark., 2019; Bayraktar, 2019; Bayraktar ve ark., 2019a,b).

Hava kirliliği günümüzün en önemli sorunlarının başında gelmektedir. (Cetin ve ark., 2019). Öyle ki Dünyada her yıl yaklaşık 6,5 milyon insanın hava kirliliğine bağlı sebeplerden dolayı yaşamını yitirdiği belirtilmektedir (Cetin ve ark., 2017). Hava kirliliği bileşenleri arasında ağır metaller biyobirikme eğiliminde olmaları ve insan sağlığı açısından düşük konsantrasyonlarda bile toksik olabilmeleri sebebiyle ayrı bir öneme sahiptir. Hg, Cd, As ve Pb gibi metaller düşük seviyelerde bile organizmalarda ciddi toksik etkiye sahiptirler (Shahid ve ark., 2017; Turkyılmaz ve ark., 2018a,b).

Yapılan çalışmalar hemen hemen bütün metallerin belirli bir miktarın üzerinde alındığında toksik etki oluşturduğunu göstermektedir (Niazi ve ark., 2011; Harguinteguy ve ark., 2016; Turkyılmaz ve ark., 2019). Bundan dolayı havadaki ağır metal konsantrasyonunun belirlenmesi ve değişiminin izlenmesi, riskli bölgelerin ve risk düzeyinin tespit edilmesi açısından son derece önemlidir (Özel ve ark., 2015; Turkyılmaz ve ark., 2018c,d).

Atmosferdeki ağır metal kirliliğinin değişimi doğrudan ve dolaylı yöntemlerle belirlenebilir. Bununla birlikte hava kirliliğinin tespit edilmesinde kullanılan en etkili yöntemlerin başında biyoindikatörler gelmektedir. Bu yöntem ucuz ve kolay olmasının yanı sıra ağır metal konsantrasyonunun ekosistem üzerindeki etkisine ilişkin bilgiler de verebilmektedir (Aricak ve ark., 2019a,b). Bu çalışmada da peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan ıhlamur (*Tilia tomentosa*)'nın biyomonitör olarak kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Ihlamur ağacının çiçekleri içerdiği etken maddesi sebebiyle tıbbi bir bitki olarak kullanılırken aynı zamanda kozmetikte ve ilaç sanayisinde de önemli ölçüde kullanılmaktadır. (Tuttu ve ark., 2017) Aynı zamanda peyzaj bitkisi olarak park ve yol kenarlarının peyzajı amacıyla yoğun olarak ıhlamur ağacı türleri kullanılmaktadır. Güçlü kök sistemleri sebebiyle ıhlamur ağaçları rüzgar perdesi olarak sıklıkla ağaçlandırma çalışmalarında tercih edilmektedir. (Demirözer ve ark., 2015) Ihlamur *Tilia* spp. (Tiliaceae) ağacı çiçekleri yatıştırıcı, idrar söktürücü, göğüs yumuşatıcı ve balgam söktürücü ve terletici etkileri sebebiyle özellikle soğuk havalarda soğuk algınlığında halk arasında yaygın olarak infüzyon halinde kullanılmaktadır. Dal gövde ve kabukları ilaç sanayisinde ilaçların bileşiminde kullanılmaktadır (Toker ve ark., 1997).

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma Kastamonu ili kent merkezinden toplanan örnekler üzerinde yürütülmüştür. Kastamonu şehir merkezi genel görünüm olarak bir vadi içerisinde kurulmuş olup, trafiğin en yoğun olduğu bölge kent merkezidir. 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.

Çalışma kapsamında örneklerin toplandığı ve trafiğin yoğun olduğu alan olarak seçilen Kastamonu kent merkezi, her yönde 2 şerit olmak üzere 4 şeritli bir otoyolun geçtiği bir bölgedir. Bu bölgede gün içerisinde genel olarak yoğun bir trafik bulunmaktadır. Trafiğin az yoğun olduğu alanlar ise anayol güzergâhında ancak, akıcı trafiğin olduğu, kent merkezinin dışındaki alanlardır. Trafiğin az yoğun olduğu alanlar olarak Taşköprü, İnebolu güzergahları belirlenmiştir. Bu bölgede iki şeritli bir yol bulunmakta olup, trafik oldukça akıcıdır ve trafik yoğunluğu kent merkezine göre oldukça düşüktür. Trafiğin olmadığı alan olarak ise Kastamonu Üniversitesi kampus alanı seçilmiş ve kampus alanı içerisinde en az 50 m yakınında otoyol bulunmayan noktalar seçilmiş ve örnekler buralardan toplanmıştır. Yaprak, tohum ve dal örnekleri aynı dal üzerinden 2018 yılı vejetasyon mevsimi sonuna doğru, Ağustos ayı sonlarında toplanmış ve poşetlenip etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir.

Yöntem

Toplanıp etiketlenerek laboratuvara getirilen örnekler kartonlar üzerine serilerek ayırma işlemine tabi tutulmuştur. Yapraklar, dallar ve tohumlar ayrılıp gruplandırılmıştır. Daha sonra dallar, daha rahat kuruyabilmesi için kırılarak parçalanmış, tohumlar ise ezilmiştir. Tohumların ezilme işlemi mermer parçaları ile yapılmış, metal bir alet kullanılmamıştır. Hazırlanan numuneler cam petri kapları içerisine yerleştirilmiş ve tekrar etiketlenmiştir. Bu şekilde hazırlanan numuneler 15 gün oda kurusu hale gelmesi için bekletilmiş, bu süreç içerisinde laboratuvar her gün havalandırılmıştır. Hava kurusu hale gelen numuneler, tamamen kuruyabilmeleri amacıyla etüvde 45°C'de bir hafta boyunca kurutulmuştur.

Sonraki aşamada 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. Bu işlemler esnasında çekeroçakta çalışılmıştır. 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 süzildükten sonra ICP-OES cihazında uygun dalga boylarında okunmuştur.

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

Bulgular

Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organ Bazında Değişimi

Çalışmaya konu örneklerde ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde sadece bütün elementlerin konsantrasyonlarının organ bazındaki değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Yapraklarda elde edilen konsantrasyonlar Ba, Ca ve Mg dışındaki elementlerde son homojen gruplarda yer almaktadır. Benzer şekilde tohumda elde edilen konsantrasyonlar da B ve Mn dışındaki elementler dışındaki elementlerde son homojen gruplarda yer almaktadır. Dallarda ise Ba dışındaki bütün elementlerin ilk homojen grupta yer aldığı görülmektedir.

Yapraklarda Ağır Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu yaprak örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü üzere yaprak örneklerinde bütün elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak en az %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçlarına göre Fe konsantrasyonu dışındaki tüm konsantrasyonların trafik

yoğunluğu ile birlikte arttığı görülmektedir. Fe konsantrasyonunda en yüksek değer trafikin az olduğu konsantrasyonda elde edilmiştir.

Tohumlarda Ağır Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu tohum örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde yaprak örneklerinde olduğu gibi tohum örneklerinde de bütün elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak en az %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçlarına göre Fe konsantrasyonu dışındaki tüm konsantrasyonların trafik yoğunluğu ile birlikte arttığı görülmektedir. Fe konsantrasyonunda en yüksek değer yaprak örneklerinde olduğu gibi trafikin az olduğu alanlarda elde edilmiştir.

Dallarda Ağır Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu dal örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 1 Ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında değişimi

Table 1 Variation of heavy metal concentrations on organ basis

Elementler	Yaprak	Tohum	Dal	F Değeri	Hata
Ba	18,933 ^a	37,333 ^b	34,956 ^b	6,632	0,005
Al	230,11 ^b	233,76 ^b	49,78 ^a	114,970	0,000
B	92,89 ^b	43,87 ^a	56,00 ^a	8,548	0,002
Ca	3157,89 ^a	13723,24 ^b	6622,44 ^a	6,331	0,006
Fe	274,00 ^b	245,33 ^b	63,56 ^a	66,791	0,000
K	20377,33 ^b	20689,12 ^b	7412,33 ^a	5,064	0,015
Mg	6650,22 ^a	13284,44 ^b	9271,33 ^a	9,441	0,001
Mn	35,11 ^b	4,14 ^a	4,22 ^a	20,745	0,000

Çizelge 2 Yapraklarda ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Table 2 Variation of heavy metal concentrations in leaves due to traffic density

Elementler	Trafik yok	Trafik az	Yoğun	F Değeri	Hata
Ba	13,400 ^a	14,500 ^b	28,900 ^c	5610,250	0,000
Al	205,33 ^a	210,33 ^b	274,67 ^c	4485,44	0,000
B	75,00 ^a	90,33 ^b	113,33 ^c	5025,500	0,000
Ca	1469,00 ^a	1521,33 ^b	6483,33 ^c	168640,623	0,000
Fe	219,00 ^a	337,67 ^c	265,33 ^b	5680,765	0,000
K	6120,00 ^a	20572,00 ^b	34440,00 ^c	72025,149	0,000
Mg	4988,00 ^a	4993,67 ^b	9969,00 ^c	2,23008	0,000
Mn	9,00 ^a	42,33 ^b	54,00 ^c	14725,000	0,000

Çizelge 3 Tohumlarda ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Table 3 Variation of heavy metal concentrations in seeds depending on traffic density

Elementler	Trafik yok	Trafik az	Yoğun	F Değeri	Hata
Ba	26,400 ^a	28,600 ^b	57,000 ^c	7282,333	0,000
Al	208,600 ^a	213,667 ^a	279,000 ^b	677,400	0,000
B	35,40 ^a	42,67 ^b	53,53 ^c	737,272	0,000
Ca	6383,967 ^a	6611,000 ^a	28174,767 ^b	31440,104	0,000
Fe	196,100 ^a	302,333 ^c	237,567 ^b	2183,322	0,000
K	6213,633 ^a	20887,000 ^b	34966,733 ^c	15363,253	0,000
Mg	9964,00 ^a	9975,33 ^b	19914,00 ^c	5,56307	0,000
Mn	1,067 ^a	5,000 ^b	6,367 ^c	10221,500	0,000

Çizelge 4 Dallarda ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Table 4 Variation of heavy metal concentrations in branches due to traffic density

Dal	Trafik yok	Trafik az	Yoğun	F Değeri	Hata
Ba	28,200 ^b	26,367 ^a	50,300 ^c	36850,692	0,000
Al	66,67 ^c	55,67 ^b	27,00 ^a	5661,500	0,000
B	111,00 ^c	24,00 ^a	33,00 ^b	20601,000	0,000
Ca	6594,33 ^a	6595,67 ^a	6677,33 ^b	753,346	0,000
Fe	83,33 ^c	70,33 ^b	37,00 ^a	7710,500	0,000
K	7200,67 ^b	8399,33 ^c	6637,00 ^a	2195,496	0,000
Mg	9961,67 ^c	9922,33 ^b	7930,00 ^a	22020,386	0,000
Mn	4,00	4,67	4,00	4,000	0,079

Çizelge 4 incelendiğinde dal örneklerinde Mn konsantrasyonu dışındaki tüm konsantrasyonların trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak en az %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Mn konsantrasyonunun istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçlarına göre Ca elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile birlikte arttığı, Ba, Al, B, Fe, K ve Mg elementlerinin konsantrasyonlarının değişiminin ise trafik yoğunluğu ile bağlantılı olmadığı söylenebilir.

Sonuç ve Tartışma

Çalışma sonucunda çalışmaya konu bütün elementlerin konsantrasyonunun organ bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ancak elementlerin organ bazındaki değişimleri farklı düzeylerde olabilmektedir. Örneğin en yüksek Ba konsantrasyonu dallarda en yüksek Ca konsantrasyonu tohumda ve en yüksek Mn konsantrasyonu ise yaprakta elde edilmiştir. Benzer sonuçlar farklı çalışmalarda da elde edilmiştir. Mossi (2018) çalışmasına konu bitkilerde Cu, Ni, Pb, Cd ve Ca konsantrasyonlarının dallarda yapraktakinden daha yüksek olduğunu, Mn konsantrasyonunun ise yapraklarda dallardan daha yüksek düzeyde olduğunu belirtmektedir. Sevik ve ark. (2019a) ağır metallerin tür bazında organlardaki konsantrasyonlarının farklı olduğunu örneğin Ni konsantrasyonunun süs eriğinde en yüksek tohumda, at kestanesi, ıhlamur ve dişbudakta ise yapraklarda elde edildiğini, akçaağaçta ise organlar arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark olmadığını belirtmektedir.

Ağır metaller ile ilgili çalışmalarda, ağır metal konsantrasyonlarının organa bağlı olarak değişimi sıklıkla çalışmalara konu olmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda Mossi (2018) yaprak ve dal, Turkyılmaz ve ark., (2018d) kabuk ve odun, Elfantazi ve ark., (2018a,b) yaprak ve dal, Sevik ve ark., (2019b) yaprak, tohum ve dal,

Akarsu (2019) iç kabuk, dış kabuk ve odunda organlar arası farklılıkları belirlemişlerdir. Bu çalışmalarda ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında önemli ölçüde değiştiği ortaya konulmuştur.

Çalışma sonucunda ortaya çıkan en önemli sonuçlardan birisi yaprak ve tohumlarda Fe konsantrasyonu dışındaki elementlerin konsantrasyonlarının trafik yoğunluğu ile birlikte artmasıdır. Ağır metal kirliliğinin en önemli kaynakları olarak endüstriyel ve trafik faaliyetleri gösterilmektedir (Martley ve ark., 2004; Shahid ve ark., 2017; Turkyılmaz ve ark., 2019). Yapılan çok sayıda çalışmada da bitki organlarındaki ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir (Galal ve ark., 2015; Turkyılmaz ve ark., 2018a,b; Sevik ve ark., 2019a,b).

Çalışma sonucunda çalışmaya konu Ba, Al, B, Ca, K, Mg ve Mn elementlerin konsantrasyonunun yaprak ve tohumlarda trafik yoğunluğu ile birlikte arttığı belirlenmiştir. Bu elementler insan sağlığı açısından oldukça tehlikeli olabilmektedir. Bu elementlerden Alüminyum elementinin temel olarak vücuda giriş yolu sindirim sistemidir. Alüminyum su ile taşınır, sindirim sisteminden kana geçen alüminyum miktarı yüzde bir den azdır. Alüminyum elementinin çoğunluğu kemik ve akciğer olmak üzere dokularda depolanmaktadır. Sağlıklı bir insanda bulunan alüminyum elementi dışarıya böbrekler yoluyla atılmaktadır. (Dökmeci ve Dökmeci, 2005; Flaten, 2001; Ganrot, 1986; Krewski ve ark., 2007). Maden ocakları ve fabrikalarda çalışan insanların solunan buhar ile ya da yüksek dozda ağızdan alınmasıyla çalışanlarda halsizlik, solunumda düzensizlik gibi belirtilerle alüminyumun toksik etkisine maruz kaldıkları görülmektedir. (Dökmeci ve Dökmeci, 2005).

Baryum suda çözünen bir bileşik olduğundan sağlığa zararı suda çözünmesiyle alakalıdır. Baryum elementinin suda çözünmesiyle yüksek dozda alınan baryum felce ve hatta bazı durumlarda ölümlere bile sebep olabilmektedir (Uzhaber, 2019). Sodyum vücuda

alındığında miktarı böbrekler tarafından düzenlenir. Vücut ihtiyacından daha fazla sodyumu alırsa böbrekler stres altına girer ve fazla sodyumu vücut dışarıya düzenli bir şekilde atamaz bu sebepten dolayı kan hacmi artabilir, tansiyon yükselebilir (Gencturkhaber, 2019). Bor elementi vücutta toksik etki yapar. Yetişkinlerde ve çocuklarda bu etkiler farklı görülebilir. Yetişkinlerde borun toksik etkisi baş ağrısı, ishal, kusma veya depresyon olarak görülürken, çocuklarda ise çoğunlukla havale veya koma gibi etkileri görülmektedir. Kalsiyum elementinin kanda aşırı dozda olması vücutta kas ağrılarına, böbrek hasarlarına, kalp yetmezliği ve kalp ritim bozukluğuna sebep olur (Yeditepehastanesi, 2019). Demir eksikliği insanlarda zararlı etkilere sebeplere olurken vücutta demirin fazla olması da vücut için toksik etkilere sebep olmaktadır. Vücutta fazla alınan demir damar sertliğine, hücrelerde erken yaşlanma ve yağlanmaya, kanser riskinin artmasına, siroza, şeker hastalığına, kalp büyümesine, halsizlik, iştahsızlık ve kilo kaybına, bulantı kusma ve nefes darlığı gibi sorunlara sebep olmaktadır. Yine yüksek dozda alınan demir doku parçalanmasına, koroner kalp rahatsızlığı ve kansere sebep olmaktadır. Potasyum vücut için gerekli bir element olsa da fazla alınması ilk olarak kalp ve böbrekleri etkilemektedir. Yüksek dozda alınan potasyum kasların zayıflamasına, kalp hastalıklarına ve kalp ritminin bozulmasına sebep olmaktadır.

Beslenmeyle mangan fazlalığı vücutta oluşmaz ancak fazlalığında halüsinasyon, saçmalama, depresyon, sinirlilik gibi ruhsal rahatsızlıklar görülürken hareket etmede zorlanma ve iktidarsızlık gibi belirtilerde gözlenmektedir. Vücutunda aşırı dozda mangan elementi görülen kişilerde Parkinson hastalığında görülen belirtiler benzerlikle görülebilir. Magnezyum elementinin eksikliği ve fazlalığı vücutta bazı zararlı sebeplere sebep olmaktadır. Magnezyum fazlalığının da eksikliğine benzer belirtiler görülecektir. Magnezyum fazlalığında mide bulantısı, ishal, iştah kaybı, kaslarda zayıflama, zor nefes alma, kan basıncının düşmesi, ritim bozukluğu gibi belirtiler görülmektedir. Magnezyum fazlalığının oluşmasının bir diğer sebebi kalsiyum eksikliği olabilir. Görüldüğü üzere bu elementlerin birçoğu insan vücudu için gerekli olsa da fazlalığı durumunda önemli tahribatlara yol açabilmektedir. Bundan dolayı konsantrasyonlarının izlenmesi son derece önemlidir.

Bu çalışmada ıhlamur organlarında ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Havadaki ağır metallerin bitki bünyesine girmesini ve birikmesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar ağır metallerin atmosferde yayılımının ve bitki bünyesine girişinin çok kompleks bir mekanizma olduğunu göstermiştir (Shahid ve ark., 2017; Mossi, 2018).

Aynı ortamda yetişen bitkilerin ağır metal biriktirme potansiyeli bitki türü ve bitki organı yanında, organelin yapısı, metallerin fiziko-kimyasal özellikleri, organelin morfolojisi ve yüzey alanı, organelin yüzey dokusu ve büyüklüğü, bitki habitusu, ağır metale maruz kalma süresi ve partikül madde miktarı gibi faktörlere bağlı olarak da değişmektedir (Schreck ve ark., 2012; Shahid, 2017; Turkyılmaz ve ark., 2018a,b). Ayrıca çevre koşulları, özellikle hava rutubeti ve yağış da bitki bünyesine ağır metal girişini önemli ölçüde etkilemektedir (Shahid ve ark., 2017; Özel, 2019).

Bu faktörlerin yanında ayrıca ağır metal konsantrasyonunu etkilemesi olası başka faktörler de bulunmaktadır. Örneğin bitkilerin büyüme performansları yani morfolojik, anatomik ve fenotipik özellikleri genetik yapı ile çevre şartlarının karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkmaktadır (Sevik ve ark., 2012; Hrivnák ve ark., 2017) ve her genetik yapının aynı çevresel koşullara farklı tepkiler verebildiği bilinmektedir (Yucedag ve ark., 2019; Sevik ve ark., 2019c; Yigit ve ark., 2018). Örneğin aynı türün farklı klonlarının su ve don streslerine dayanıklılıklarının farklı olduğu belirlenmiştir (Topacoglu ve ark., 2016a; Sevik ve Karaca, 2016). Dolayısıyla bu faktörlerin bileşenleri bitkinin ağır metal alımını şekillendiren faktörleri etkilemesi olasıdır. Zira yapılan çalışmalar pek çok fenolojik, morfolojik ve anatomik karakterin bu faktörlerden önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymaktadır (Sevik ve Topacoglu, 2015; Yigit ve ark., 2016; Cetin ve ark., 2018a,b; Sevik ve ark., 2019b).

Bitkilerde ağır metal alımı ve birikimi bitki metabolizması ile yakından ilişkilidir (Shahid ve ark., 2017; Sevik ve ark., 2019a,b). Dolayısıyla bitki metabolizmasını önemli ölçüde etkileyen bitkinin stres düzeyi (Sevik ve Cetin, 2015; Turkyılmaz ve ark., 2018c,d), bitki orijini (Sevik ve Topacoglu, 2015) ve hormon uygulamaları (Guney ve ark., 2016a,b; Sevik ve ark., 2015; Topacoglu ve ark., 2016b; Guney ve ark., 2017) gibi pek çok faktörün bitkilerin ağır metal alımı ve birikimini etkilemesi beklenebilir.

Sonuç olarak bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonunun değişimi pek çok faktörün karşılıklı etkileşimine bağlı kompleks bir mekanizmanın sonucudur. Ancak bu mekanizmanın tam olarak çözülebilmeye değildir. Özellikle ağır metallerin topraküstü organlardan alınımı konusunda bilgiler oldukça sınırlıdır (Shahid ve ark., 2017; Mossi, 2018). Bundan dolayı konu ile ilgili çalışmaların çeşitlendirilerek artırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Akarsu H. 2019. Determination of heavy metal accumulation in atmosphere by being aid of annual rings. Kastamonu University Institute of Science, Msc. Thesis. Kastamonu
- Aricak B, Cetin M, Erdem R, Sevik H, Cometen H. 2019a. 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. 2019b. The usability of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) as a biomonitor for traffic originated heavy metal concentrations in Turkey, Polish Journal of Environmental Studies (In Press).
- Bayraktar OY, Citoglu Saglam 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, Citoğlu Saglam G, Belgin CM, Cetin M. 2019b. Investigation of Effect of Brick Dust And Silica Fume on The Properties of Portland Cement Mortar, Fresenius Environmental Bulletin, (In Press).
- Bayraktar OY. 2019. The possibility of fly ash and blast furnace slag disposal by using these environmental wastes as substitutes in portland cement. Environmental monitoring and assessment, 191(9), 560.
- 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, Isinkaralar K. 2017. Changes in the Particulate Matter and CO₂ Concentrations Based on the Time and Weather Conditions: The Case of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40 (1-II): 477-485.
- 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, 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.
- Demir O. 2018. Some Mistakes About Population. *Research Journal of Politics, Economics and Management*. 6(1): 143- 149.
- Demirözer O, Uzun A, Şenal D. 2015. Isparta il merkezinde bulunan ıhlamur ağaçları üzerinde saptanan trips ve yaprakbiti türleri. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5(1): 21-28.
- Dökmeçi İ, Dökmeçi AH. 2005. Toksikoloji Zehirlendirmede Tanı ve Tedavi, 4.Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri.
- Elfantazi MFM, Aricak B, Baba FAM. 2018a. Changes in Concentration of Some Heavy Metals in Leaves And Branches of Acer Pseudoplatanus Due to Traffic Density. *International Journal of Trend in Research and Development*, 5(2): 704-707.
- Elfantazi MFM, Aricak B, Ozer Genc C. 2018b. Concentrations In Morus Alba L. Leaves and Branches Due To Traffic Density. *International Journal of Current Research*. 10(05): 68904-68907.
- Flaten TP. 2001. Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. *Brain research bulletin*, 55(2): 187-196.
- Galal TM, Shehata HS. 2015. Bioaccumulation and translocation of heavy metals by *Plantago major* L. grown in contaminated soils under the effect of traffic pollution. *Ecological Indicators*, 48: 244-251.
- Ganrot PO. 1986. Metabolism and possible health effects of aluminum. *Environmental health perspectives*, 65, 363-441.
- Gencturkhaber. 2019. <https://www.gencturkhaber.com/sodyumun-insan-sagligina-yararlari-zararlari/> Erişim tarihi: 17.10.2016
- Güney K, Cetin M, Güney KB, Melekoglu, A. 2017. The Effects of Some Hormone Applications on *Lilium*
- Güney K, Cetin M, Sevik H, Güney KB. 2016a. Effects of some hormone applications on germination and morphological characters of endangered plant species *Lilium artvinense* L. Seeds, New Challenges in Seed Biology-Basic and Translational Research Driving Seed Technology, Dr. Susana Araújo. *InTech*, 4: 97-112.
- Güney K, Cetin M, Sevik H, Güney KB. 2016b. Influence of Germination Percentage and Morphological Properties of Some Hormones Practice on *Lilium martagon* L. Seeds. *Oxidation Communications*, 39 (1-II): 466-474.
- Harguinteguy CA, Cofré MN, Fernández-Cirelli A, Pignata ML. 2016. The macrophytes *Potamogeton pusillus* L. and *Myriophyllum aquaticum* Vell.) Verdc. as potential bioindicators of a river contaminated by heavy metals. *Microchem. J.* 124: 228-234.
- Hosseini M, Nabavi SMB, Nabavi SN, Pour NA. 2015. Heavy metals (Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Fe, and Hg) content in four fish commonly consumed in Iran: risk assessment for the consumers. *Environmental monitoring and assessment*, 187(5): 237.
- Hrivnák M, Paule L, Krajmerová D, Kulac S, Sevik H, Turna I, Tvaří I, Gömöry D. 2017. Genetic variation in tertiary relicts: the case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecol Evol* 7(23): 10018-10030
- Krewski D, Yokel RA, Nieboer E, Borchelt D, Cohen J, Harry J, Rondeau V. 2007. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 10(S1), 1-269.
- Massadeh AM, Alomary AA, Mir S, Momani FA, Haddad HI, Hadad YA. 2016. Analysis of Zn, Cd, As, Cu, Pb, and Fe in snails as bioindicators and soil samples near traffic road by ICP-OES. *Environmental Science and Pollution*
- Mossi MM. 2018. Determination of Heavy Metal Accumulation in The Some of Landscape Plants For Shrub Forms Kastamonu University Institute of Science Department of Forest Engineering. PhD. Thesis.
- Mutlu E, Demir T, Kutlu B, Yanık T. 2013. Sivas - Kurugöl Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 1 (1): 37 – 43.
- Mutlu E, Demir T, Yanık T, Anca Sutan N. 2016b. Determination of environmentally relevant water quality parameters in Serefiye Dam-Turkey. *Fresenius Environ Bull* 25(12): 5812–5818.
- Mutlu E, Kutlu B, Demir T. 2016a. Assessment of Çınarlı Stream (Hafik-Sivas)'S Water Quality via Physico-Chemical Methods, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4 (4): 267-278.
- Niazi NK, Burton ED. 2016. Arsenic sorption to nanoparticulate mackinawite (FeS): an examination of phosphate competition. *Environmental pollution*, 218: 111- 117.
- Ozel HB, Ozel HU, Varol T. 2015. Using Leaves of Oriental Plane (*Platanus orientalis* L.) to Determine the Effects of Heavy Metal Pollution Caused by Vehicles. *Pol. J. Environ. Stud.* 24 (6): 2569-2575.
- Ozel HU, Ozel HB, Cetin M, Sevik H, Gemicci 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.
- Özel S. 2019. The Variation of Heavy Metal Accumulation in Some Fruit Tree Organelles Due to Traffic Density. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources. MSc Thesis Research, 23(13), 13424-13431.
- Schreck E, Foucault Y, Sarret G, Sobanska S, Cécillon L, Castrec RM, Uzu Dumat C. 2012. Metal and metalloid foliar uptake by various plant species exposed to atmospheric industrial fallout: mechanisms involved for lead. *Sci. Toplam Environ.* 427-428: 253-262.
- Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Pinar B. 2019a. Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8): 983-991.
- Sevik H, Cetin M, Ozturk A, Yigit N, Karakus O. 2019c. Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3): 5909-5921.
- Sevik H, Cetin M. 2015. Effects of water stress on seed germination for select landscape plants. *Pol J Environ Study*, 24(2):689-693.
- Sevik H, Güney K, Topaçoğlu O, Ünal C. 2015. The influences of rooting media and hormone applications on rooting percentage and some root characters in *Schefflera arboricola*. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*, 4(2): 25-29.
- Sevik H, Karaca U. 2016. Determining the Resistances of Some Plant Species to Frost Stress Through Ion Leakage Method. *Feb-fresenius environmental bulletin*, 25(8), 2745- 2750.
- 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*, 1-7.
- Sevik H, Topacoglu O. 2015. Variation and Inheritance Pattern in Cone and Seed Characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for Evaluation of Genetic Diversity, *Journal of Environmental Biology*, 36(5): 1125-1130.

- Sevik H, Yahyaoglu Z, Turna I. 2012. Determination of genetic variation between populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bommulleriana* Mattf According to some seed characteristics. Chapter, 12: 231-248.
- Shahid M, Dumat C, Khalida S, Schreck E, Xiong T, Nabeel NK. 2017. Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of Hazardous Materials*, 325: 36-58.
- Toker MC, Toker G, Yılmaz R. 1997. İhlamur (*Tilia*) meyvaları üzerinde morfolojik ve anatomik çalışmalar. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 26(2): 89-94.
- Topacoglu O, Sevik H, Akkuzu E. 2016a. Effects of Water Stress on Germination of *Pinus nigra* Arnold. *Seeds, Pak. J. Bot.* 48 (2): 447, 2016.
- Topacoglu O, Sevik H, Guney K, Unal C, Akkuzu E, Sivacioglu A. 2016b. Effect of rooting hormones on the rooting capability of *Ficus benjamina* L. cuttings. *Şumarski list*, 140(1-2): 39-44.
- Turkyilmaz A, Cetin M, Sevik H, Isinkaralar K, Saleh EAA. 2018b. Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*, 1-14.
- Turkyilmaz A, Sevik H, Cetin M. 2018a. The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landsc Ecol Eng* 14(1): 115-120. <https://doi.org/10.1007/s11355-017-0335-9>
- Turkyilmaz A, Sevik H, Isinkaralar K, Cetin M. 2018d. Using *Acer platanoides* annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190: 578. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6956-0>
- Turkyilmaz A, Sevik H, Isinkaralar K, Cetin M. 2019. Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition. *Environmental Science and Pollution Research*, DOI: 10.1007/s11356-018-3962-2
- Tuttu G, Ursavaş S, Söyler R. 2017. İhlamur Çiçeğinin Türkiye'deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 60- 66.
- Uzhaber. 2019. <http://www.uzhaber.com/genel-kultur/baryum-nedir-baryumun-sagliga-zararlari-neler-h23462.html> Erişim tarihi:04.10.2017
- Yeditepehastanesi. 2019. <http://www.yeditepehastanesi.com.tr/kanda-kalsiyum-yuksekliginin-ne-zarari-var> Erişim tarihi:16.01.2019
- Yiğit N, Sevik H, Cetin M, Gul L. 2016. Clonal Variation in Chemical Wood Characteristics in Hanönü/ KASTAMONU, Günlüburun Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Seed Orchard. *Journal of Sustainable Forestry*, 35(7): 515-526.
- 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, 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: 285.