Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (2): 7-11, 2012
ISSN: 1308-3961, E-ISSN: 1308-0261, www.nobel.gen.tr

Amasya İli Şehir Merkezinde Bulunan *Elaeagnus angustifolia* L. ve *Pinus brutia* Ten. Türlerinde Bazı Ağır Metallerin İçeriklerinin Belirlenmesi

Cengiz YILDIRIM[1] Neslihan KARAVİN[2] Arzu CANSARAN[1]
[1]Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Amasya
[2] Amasya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Amasya

*Corresponding author:
E-mail: cengiz.yildirim@amasya.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Amasya şehir merkezinde yaygın olarak bulunan *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia*'nın Cu, Fe ve Mn içerikleri ve Cu, Fe ve Mn kirliliğinin tespitinde kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Yaprak örnekleri her iki tür için de yol kenarlarına dikilmiş olan bireylerden toplanmıştır. Yaprak örneklerindeki Cu, Fe ve Mn miktarları atomik absorbsiyon spektrofotometresi (AAS) ile belirlenmiştir. *Elaeagnus angustifolia*'da Cu 25.39 µg.g-^{1}, Fe 26.37 µg.g-^{1} ve Mn 11.70 µg.g-^{1}, *Pinus brutia*'da ise Cu 25.81 µg.g-^{1}, Fe 67.22 µg.g-^{1} ve Mn 6.77 µg.g-^{1} olarak ölçülmüştür. Her iki türde de konsantrasyonu en fazla olan Fe'dir. Ancak, *Pinus brutia*'da Fe, *Elaeagnus angustifolia*'da ise Mn miktarı diğerine göre daha fazladır. Cu değerleri ise birbirine çok yakındır. Her iki türde de Fe konsantrasyonunun bitkiler için bildirilen normal sınırlar içerisinde; Mn konsantrasyonu normal değerlerden daha düşük; Cu konsantrasyonu normal değerlerin üzerinde, toksik sınırlar içerisinde yer almaktadır. Türlerin Cu ve Mn içerikleri arasında negatif bir ilişki söz konusudur. Bu negatif ilişkinin elementler arasındaki rekabetten kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, her iki türde de Fe ve Mn birikimi normal sınırların üzerinde değildir. Cu'ın ise fazla miktarda biriktirildiği belirlenmiştir. Amasya şehir merkezinde Cu kirliliğinin olduğu ve Cu kirliliğinde *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türlerinin biyomonitör olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bakır, demir, *Elaeagnus angustifolia*, mangan, *Pinus brutia*.

Determination of Some Heavy Metal Contents in *Elaeagnus angustifolia* L. and *Pinus brutia* Ten. in Amasya, Turkey

Abstract

Cu, Fe and Mn content of *Elaeagnus angustifolia* and *Pinus brutia*, and their usage for determining Cu, Fe and Mn pollution were examined in this study. Leaf samples of each species were collected from individuals planted in roadsides. Cu, Fe and Mn content of leaves were determined by atomic absorption spectrophotometer (AAS). Cu, Fe and Mn concentrations were calculated as 25.39 µg.g-^{1}, 26.37 µg.g-^{1} and 11.70 µg.g-^{1}, respectively for *Elaeagnus angustifolia* and 25.81 µg.g-^{1}, 67.22 µg.g-^{1} and 6.77 µg.g-^{1}, respectively for *Pinus brutia*. Fe concentration was the highest in both species. While Fe concentration of *Pinus brutia* was higher than that of *Elaeagnus angustifolia*, Mn concentration was reverse. Cu concentrations of both species were close. In both species, Fe concentrations were in normal levels, Mn concentrations were lower than normal levels and Cu concentrations were in toxic levels. There were negative correlations between Cu and Mn contents of the species. It was thought that these negative correlations result from competition between elements. In conclusion, Fe and Mn accumulations were in normal levels; Cu accumulations were in high levels. It was obtained that Cu pollution occur in Amasya. *Elaeagnus angustifolia* and *Pinus brutia* might be used as biomonitor for Cu pollution.

Keywords: Copper, iron, *Elaeagnus angustifolia*, manganase, *Pinus brutia.*

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte artan endüstriyel faaliyetler yaşam standardını yükseltmenin yanında çevre kirliliğini de beraberinde getirmiştir. Çevre kirliliği taşınım, parçalanma, ayrışma ve atmosferde cereyan eden; yağış, oksidasyon, toprak ve okyanus tarafından absorbsiyon işlemleri ile doğal yollardan giderilmektedir (1). Ancak, kirlilik yüksek boyutlarda olduğunda bu işlemler yeterli olmaz. Kirleticiler ortamda birikerek ekosistemin dengesinin bozulmasına ve organizmalarda hastalıklara yol açarlar. Çevre kirliğine sebep olan faktörlerden biri de ağır metallerdir. Ağır metaller baca gazları, evsel atıklar, nükleer ve termik santraller, fabrikalar, maden işletmeleri, trafik, tarım ilaçları, aşırı gübreleme vs. gibi faaliyetlerle çevreye yayılmaktadır. Bitkilerin yaşamsal faaliyetlerinin devamlılığı için bazı ağır metallerden az miktarlarda olması gerekir. Ancak yüksek konsantrasyonlardaki ağır metaller hem bitkiler hem de diğer canlılar için toksiktir. Bitkilerde ürün azalması, yaprak ve dallarda kloroz ve nekroz, şekil değişiklikleri, protein sentezi, fotosentez, solunum, iyon alımı ve hücre membran stabilitesi gibi bazı fizyolojik olayların bozulmasına, insanlarda solunum yolları, sindirim ve boşaltım sistemi, karaciğer ve zihinsel gelişim rahatsızlıklarına, yol açmaktadır (24, 25). Ekosistemlerde üretici olarak rol oynayan bitkiler yer değiştiremedikleri için ortamdaki ağır metal kirliliğinden daha fazla etkilenmektedirler. Atmosfer ve topraktan alınan ağır metaller bitkilerin yüzeylerinde ve çeşitli dokularında birikmekte ve besin zinciri yoluyla diğer organizmalara aktarılmaktadır. Ağır metalleri bünyelerinde biriktirebilen bitkiler kirliliğinin belirlenmesinde kullanılırlar. Biyomonitör, "çevrenin kirlenip kirlenmediği hakkında bilgi veren bir organizma, organizma parçası veya organizma topluluğu olarak tanımlamaktadır (1, 23). Dünyada ve ülkemizde, bitkilerin biyomonitör olarak kullanılmalarına yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır (2, 4, 9, 10, 11, 12, 21, 27).

Bu çalışmada, Amasya şehir merkezinde yaygın olarak bulunan *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türlerinin Cu, Fe ve Mn birikiminin belirlenmesi; Cu, Fe ve Mn kirliliğinin belirlenmesinde biyomonitör olarak kullanılabilirlilikleri; Amasya şehir merkezindeki Cu, Fe ve Mn kirliliğinin tespiti, yaprakların dökülmesi yoluyla tekrar ortama eklenen Cu, Fe ve Mn miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda, Aksoy ve Şahin (3), Kayseri'deki Pb Cd ve Zn kirliliğinin boyutlarını belirlemek için *Elaeagnus angustifolia*'nın biyomonitör olarak kullanılıp kullanılamayacağını araştırmışlardır. Başlar ve ark. (6) ile Doğan ve ark. (13, 14) ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde, Gündoğdu ve ark. (17) da kurşun kirliliğinin belirlenmesinde *Pinus brutia* yapraklarını ve kabuklarını kullanmışlardır.

Genel olarak Cu kirliliği insan aktivitesi sonucu oluşan emisyon ve atmosferik depositler, pestisid kullanımı, kanalizasyon atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi, kömür ve maden yataklarından (24), Fe kirliliğinin sanayi faaliyetleri, baca gazları, taşıt trafiğinin yoğun oluşu gibi faktörlerden, Mn kirliliğinin ise özellikle sanayi faaliyetleri, taşıt trafiği ve tarım ilaçları gibi faktörlerden kaynaklandığı bilinmektedir (22). Dağlık bir bölgede yer alan ve araç trafiği oldukça yoğun olan Amasya'da hava kirliliği önemli bir sorundur. Alanda çeşitli kaynaklara bağlı ağır metal birikimi, insan sağlığını ve diğer organizmaların gelişimini tehdit etmektedir. Kirliliğin belirlenmesi ve önlenmesinde bitkilerin kullanımı önemli bir yer teşkil etmektedir

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, 34° 57' 06" - 36° 31' 53" doğu boylamları ile 41° 04' 54" - 40° 16' 16" kuzey enlemleri arasında, Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Amasya şehir merkezinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanının denizden yüksekliği 411.69 m'dir. Etrafının yüksek dağlarla çevrili olması ve hava sirkülasyonunun fazla olmaması sebebiyle atmosfer kirliliğinin yoğun olduğu bir yerleşim merkezidir. Bu çalışmada, araştırma materyali olarak yol kenarlarına dikilmiş olan *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türleri kullanılmıştır. *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türlerinin Cu, Fe ve Mn içeriklerinin belirlenmesi ve kirliliğin önlenmesi yönünden kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. *Elaeagnus angustifolia* Elaeagnacea familyasına ait yaprak döken bir ağaç türüdür. Kuş iğdesi olarak bilinmekte ve boyları 10 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Meyveleri yemiş veya ilaç olarak kullanılmaktadır. Düşük sıcaklıklara, kuraklığa ve kirliliğe dayanıklıdır (19). Ülkemizde geniş yayılış alanına sahip olan *Pinus brutia*, 20 m kadar boylanabilen Pineaceae familyasına ait herdemyeşil bir ağaç türüdür. Her iki tür de bölgede yaygın olarak süs amaçlı yetiştirilmektedir.

Elaeagnus angustifolia ve *Pinus brutia* için şehir merkezinde yol kenarlarında bulunan beşer bireyden yaprak örnekleri toplanarak, etüvde 70 °C'de kurutulmuştur. Yaprak örnekleri öğütülerek, nitrik asit ve HCl asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulmuştur. Yaş yakmadan elde edilen çözelti filtre kağıdı ile süzülmüş ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Çözeltideki Cu, Fe ve Mn konsantrasyonları atomik absorbsiyon spektrofotometresi (AAS) ile ölçülmüştür.

Verilerin istatistiksel analizleri SPSS (Version 15) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Cu, Fe ve Mn biriktirme açısından türler arasında farklılık olup olmadığı ve türlerin içerdiği ağır metal konsantrasyonları arasındaki farklılık Tukey testi uygulanarak tek yönlü varyans analizi ile (ANOVA) belirlenmiştir. Ölçülen ağır metaller arasındaki ilişkileri tespit etmek için $P<0.01$ anlamlılık düzeyinde Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Elaeagnus angustifolia'nın Fe konsantrasyonu 26.37 µg.g^{-1}, Cu konsantasyonu 25.40 µg.g^{-1} ve Mn konsantrasyonu 11.70 µg.g^{-1} olarak; *Pinus brutia*'nın ise Fe konsantasyonu 67.22 µg.g^{-1}, Cu konsantasyonu 25.81 µg.g^{-1} ve Mn konsantasyonu 6.77 µg.g^{-1} olarak ölçülmüştür (Çizelge 1).

Pinus brutia'nın Fe ve Cu'ı *Elaeagnus angustifolia*'dan daha fazla biriktirdiği, Mn'ı ise *Elaeagnus angustifolia*'nın *Pinus brutia*'dan daha fazla biriktirdiği belirlenmiştir. Biriktirilen Fe, Cu ve Mn miktarlarının türler arasındaki farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır ve Cu ve Mn konsantrasyonlarının *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık göstermediği; Fe konsantrasyonunun ise bu iki türde önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türlerine ait ortalama (± std. hata) Fe, Cu ve Mn konsantrasyonları (Sütunlardaki büyük harfler türlerin ağır metal konsantrasyonları arasındaki farklılığı, satırlardaki küçük harfler ağır metal konsantrasyonlarının iki tür arasındaki farklılığını göstermektedir. Değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark P<0.05 düzeyinde önemlidir)

	Elaeagnus angustifolia	*Pinus brutia*
Fe	26.37 ± 2.89 Aa	67.22 ± 11.34 Ab
Cu	25.40 ± 3.82 Aa	25.81 ± 3.00 Ba
Mn	11.70 ± 3.43 Ba	6.77 ± 2.51 Ba

Çizelge 2. Fe, Cu ve Mn konsantrasyonlarının *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türleri arasındaki farklılığını gösteren ANOVA çizelgesu (fark P<0.05 düzeyinde önemlidir).

	Kareler Toplamı	df	F	Önemlilik
Fe	4173.318	1	12.191	0.008
Cu	0.437	1	0.007	0.934
Mn	60.767	1	1.346	0.279

Elaeagnus angustifolia ve *Pinus brutia* türlerinin biriktirdiği Fe, Cu ve Mn miktarı arasında farklılık olup olmadığını gösteren tek yönlü ANOVA sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. *Elaeagnus angustifolia* nın Cu ve Fe konsantrasyonları arasında önemli bir farklılık yoktur. Buna karşın Mn konsantrasyonu Cu ve Fe'den önemli ölçüde farklılık göstermektedir. *Pinus brutia*'da Cu ve Mn konsantrasyonları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizken; Cu ve Mn konsantrasyonları ile Fe konsantrasyonu arasındaki fark P<0.05 düzeyinde önemlidir (Çizelge 1).

Korelasyon analizine göre hem *Elaeagnus angustifolia*'da hem de *Pinus brutia*'da Cu konsantrasyonu ile Mn konsantrasyonu arasında negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Türlerin Fe. Cu ve Mn birikimi yönünden farklılığını gösteren ANOVA çizelgesu (fark P<0.05 düzeyinde önemlidir).

	Kareler Toplamı	df	F	Önemlilik
Elaeagnus angustifolia	672.43	2	5.81	0.017*
Pinus brutia	9553.12	2	19.92	0.000*

Çizelge 4. Fe, Cu ve Mn konsantrasyonları arasındaki ilişkileri gösteren pearson korelasyon analizi sonuçları

Elaeagnus angustifolia		Cu	Mn
Fe	Pearson Korelasyon	0.565	-0.301
	Önemlilik	0.321	0.623
Cu	Pearson Korelasyon	1	-0.921**
	Önemlilik		0.026
Pinus brutia			
Fe	Pearson Korelasyon	-0.063	0.254
	Önemlilik	0.919	0.680
Cu	Pearson Korelasyon	1	-0.954**
	Önemlilik		0.000

**Korelasyon P< 0.05 seviyesinde önemlidir.

Elaeagnus angustifolia ve *Pinus brutia*'da elementlerin konsantrasyonları Fe>Cu>Mn şeklinde sıralanmaktadır. Cu kirliliği insan aktivitesi sonucu oluşan emisyon ve atmosferik depositler, pestisid kullanımı, kanalizasyon atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi, kömür ve maden yataklarından (24), Fe kirliliği özellikle sanayi faaliyetleri sonucu, baca gazları, taşıt trafiğinin yoğun oluşu gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Mn tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerde özellikle de çelik işletmelerinde kullanılan bir elementtir. Mn kirliliği ise özellikle sanayi faaliyetleri, fosil yakıtlar ve tarım ilaçları gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (22). İncelenen türlerdeki Mn birikiminin az diğerlerinin özellikle de Cu birikiminin fazla olmasının sebebinin, Amasya'da demir çelik ya da benzer sanayi faaliyetlerinin olmaması, kirliliğin daha çok fosil yakıtlar, trafik ve maden işletmeciliği gibi etmenlerden kaynaklanması, olabileceği düşünülmektedir.

Bitkilerde Fe konsantrasyonu için normal sınırlar 2-250 $\mu g.g^{-1}$ olarak bildirilmiştir (1, 20). Her iki türde de Fe konsantrasyonu normal sınırlar içerisindedir. *Pinus brutia*'nın Fe'i *Elaeagnus angustifolia*'dan daha fazla biriktirdiği görülmektedir. *Pinus brutia*'daki Fe miktarının *Elaeagnus angustifolia*'yaya göre fazla olmasının, herdemyeşil *Pinus brutia*'nın yaprak ömrünün daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak, bu türün içerdiği Cu ve Mn miktarlarına bakıldığında aynı şey söylenememektedir. Bu farklılığın, türlerin yaşam formunun farklı olması, türlerin ağır metalleri biriktirme kapasitelerinin birbirinden farklı olması ya da ph, toprak nemi, rekabete giren elementlerin miktarı gibi bazı toprak özelliklerinin elementlerin alınımı üzerinde etkili olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Fe kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde yapılan daha önceki çalışmalarda elde edilen değerler bu çalışmada elde edilen değerlerden oldukça yüksektir. Örneğin, Elik ve Akçay'ın (15)'ın çimento fabrikasının yoğun faaliyet gösterdiği Sivas kentinde yaptıkları çalışmada *Pinus sylvestris* L. ve *Robinia pseudoacacia*'nın biriktirdiği Fe miktarı sırasıyla 3800 ve 6300 $\mu g.g^{-1}$ olarak; Çelik ve ark.(11)'nın sanayi faaliyetlerinin yoğun olduğu Denizli kentinde yapmış oldukları çalışmada *Robinia pseudoacacia* L.*'nın* biriktirdiği Fe miktarı 100.2 - 3087 $\mu g.g^{-1}$ olarak; Akgüç ve ark. (1)'nın Muğla'da yapmış olduğu çalışmada *Pyracantha coccinea* için Fe birikimi 9.532 $\mu g.g^{-1}$, Doğan ve ark. (13)'nın *Pinus brutia* kabukları ile yaptıkları çalışmada Fe konsantrasyonu 486.35-1274.04 $\mu g.g^{-1}$' olarak bildirilmiştir. Bu sonuçlardan bazıları bu çalışmada *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* için belirlenen Fe konsantrasyonlarına yakın iken bazıları bu değerlerden çok yüksektir. Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında Fe kirliliğinin yoğun sanayi faaliyetleriyle yakından bağlantılı

olduğu görülmektedir. Düşük Fe konsantrasyonlarının, Amasya şehir merkezinde sanayi faaliyetlerinin yoğun olmaması ve ağır sanayinin bulunmayışı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Bitkilerde Cu için normal sınırların 4-15 $\mu g.g^{-1}$ olduğu bildirilmiştir (1, 5, 7). Cu birikimi her iki türde de birbirine yakın değerlerde ölçülmüştür ve normal sınırların üzerinde toksik değerlerdedir (20-100 µg.g-1). Elik ve Akçay (15) Cu konsantrasyonunu *Pinus sylvestris* L. ve *Robinia pseudoacacia*'da sırasıyla 26 ve 38 $\mu g.g^{-1}$, Doğan ve ark. (13) *Pinus brutia* kabukları ile yaptıkları çalışmada 3.52-15.30 $\mu g.g^{-1}$, Akgüç ve ark. (1) *Pyracantha coccinea*'da 5.82 $\mu g.g^{-1}$ olarak bildirilmiştir. Cu konsatrasyonlarının yüksek olması, *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türlerinin Cu'ı bünyelerinde biriktirdiğini ve Cu kirliliğinin belirlenmesinde biyomonitör olarak kullanılabileceklerini ifade etmektedir. Her iki türde de Cu konsantrasyonun yüksek olması Amasya kentinde Cu kirliliğinin yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Amasya ve çevresinde işletilen kömür yataklarının ve çevre yolunun henüz tamamlanmamasına bağlı yoğun trafik akışının Cu kirliliğini artırdığı düşünülmektedir. Yine bölgenin dağlık olması nedeniyle hava sirkülasyonunun yeterli olmaması egzoz ve baca gazlarından çıkan dumanın kolayca dağılmamasına ve şehir merkezinde yoğunlaşmasına neden olmaktadır (inversiyon olayı).

Bitkilerde Mn için normal sınırların 15-100 $\mu g.g^{-1}$, toksik değerlerin ise 300-500 $\mu g.g^{-1}$ arasında olduğu bildirilmiştir (1, 5, 7). Yapılan bu çalışmada hem *Elaeagnus angustifolia* hem de *Pinus brutia*'da Mn konsantrasyonu çok düşük hatta normal sınırın altındadır. Daha önce yapılan çalışmalarda, Elik ve Akçay (15) *Pinus sylvestris* L.'da Mn konsantrasyonunun 50 $\mu g.g^{-1}$ olarak; Tuna ve ark. (26) *Pinus sp.* 'de 52.2 $\mu g.g^{-1}$, Akgüç ve ark. (1) *Pyracantha coccinea* için 14.34 $\mu g.g^{-1}$ olarak bildirilmiştir. Zn ile birlikte Fe, Cu ve Mn'ın bitki kökleri tarafından alınmada birbirleriyle rekabet etmeleri nedeniyle birbirlerinin alınımlarını engelledikleri bildirilmiştir (8, 16, 18). Korelasyon analizinde göre (Çizelge 4) her iki türde de Cu konsantrasyonu ile Mn konsantrasyonu arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak, Mn konsantrasyonunun düşük olmasının, Cu konsantrasyonun fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mn tarım ve sanayi faaliyetlerinde özellikle de çelik işletmelerinde kullanılan bir elementtir. Bu tip faaliyetlerin etkisiyle çevreye dağılır. Amasya ilinde demir çelik ya da benzer sanayi faaliyetlerinin olmaması incelenen türlerdeki Mn konsantrasyonunun az olmasının sebebi olabilir. Ayrıca bitki örnekleri şehir merkezinden toplandığı için, bitkinin bulunduğu yerde toprağın üstü beton ile kaplıdır. Bu durum toprağının havalanması, mikroorganizma faaliyetleri vb. gibi faktörleri ve dolayısıyla verimliliği etkileyebilir ve toprağa karışan ağır metal miktarının az olmasına neden olabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, türlerde Fe Mn birikiminin düşük olması Amasya'da Fe ve Mn kirliliğinin yoğun olmadığı, bu türlerin Fe ve Mn biriktirme özelliğinde olmadığı ya da elementler arasındaki rekabet nedeniyle alınımlarının engellendiğini şeklinde değerlendirilebilir. *Elaeagnus angustifolia* ve *Pinus brutia* türlerinin Cu kirliliğinde biyomonitör olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Amasya'da Cu kirliliğinin yoğun hatta toksik sınırlarda olduğu ve canlı yaşamını olumsuz etkileyebileceği söylenebilir. Şehir merkezinde park bahçe ve caddelere özellikle süs amaçlı dikilen bitkilerin yaprak ve diğer bitki kısımlarının dökülmesi ve rüzgarla savrulması biriktirilen ağır metallerin tekrar ekosisteme eklenmesine neden olmaktadır. Bu konuda gereken önemler alınmalı, bitki kalıntıları süpürülerek organizmaların yaşamlarını etkilemeyecek şekilde ortamdan uzaklaştırılmalıdır. İnsanların hem atmosferden hem de bitkisel ve hayvansal besinlerden ağır metal aldıkları ve bu nedenle diğer canlılara oranla ağır metal kirliliğine daha çok maruz kaldıkları düşünülerek kirliliğin tespiti ve önlenmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Akgüç, N., Özyiğit, I.I., Yaşar, U., Leblebici, Z., Yarci, C., 2010. Use of *Pyracantha coccinea* Roem. as a possible biomonitor for the selected heavy metals Int. J. Environ. Sci. Tech. *7*(3): 427-434.

[2] Aksoy, A., Öztürk, M.A., 1996. *Phoenix dactylifera* L. as a biomonitor of heavy metal pollution in Turkey. J. Trace Microprobe Tech. 14: 604-614.

[3] Aksoy, A., Şahin, U., 1999. *Elaeagnus angustifolia* L. as a biomonitor of heavy metal pollution. Turk. J. Bot., 23: 83-87.

[4] Aksoy, A., Şahin, U., Duman, F., 2000. *Robinia pseudoacacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri. Tr. J. Botany 24: 279-284.

[5] Allaway, W.H., 1968. Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. Advances in Agronomy 20: 235-274.

[6] Başlar, S., Doğan, Y., Bağ, H., Elçi, A., 2003. Trace element biomonitoring by needles of *Pinus brutia* Ten. from western Anatolia, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 12(5): 450-453.

[7] Bowen, H.J.M., 1979. Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London.

[8] Bowen, J.E., 1969. Absorption of copper, zinc and manganese by sugarcane leaf tissue. Plant Physiology 44: 255-261.

[9] Çavusoğlu, K., 2002. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yapraklarında kurşun (Pb) yoğunluğunun araştırılması. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6(3): 191- 196.

[10] Çavuşoğlu, K., Kalyoncu, H., Çavuşoğlu, K., 2005. Çam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) yapraklarında egsoz gazlarından kaynaklanan kurşun (Pb) birikiminin tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2): 6-10.

[11] Çelik, A., Kartal, A., Akdoğan, A., Kaska, Y., 2005. Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinia pseudoacacia* L.. Environment International 31: 105-112.

[12] Djingova, R., Wagner, G., Kuleff, I., 1999. Screening of heavy metal pollution in Bulgaria using *Populus nigra-italica*. The Science Of The Total Environment, 234: 175-184.

[13] Doğan, Y., Durkan, N., Başlar S., 2007. Trace element pollution biomonitoring using the bark of *Pinus brutia* (Turkish red pine) in the aestern Anatolian part of Turkey. Trace Elements and Electrolytes 24(3): 146-150.

[14] Doğan, Y., Uğulu, I., Başlar, S., 2010. Turkish red pine as a biomonitor: A comparative study of the accumulation of trace elements in the needles and bark. Ekoloji 19(75): 89-96

[15] Elik, A., Akçay, M., 2000. Sivas kentinde ağır metal kirliliğinin yerel ve zamansal değişimi. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences 24: 15-24.

[16] Giordano, P.M., Noggle, J.C., Mortvedt, J.J., 1974. Zinc uptake by Rice as affected by metabolic inhibitors and competing cations. Plant and Soil 41: 637-646.

[17] Gündoğdu, A., Özdeş, D., Duran, C., Bulut, V.N., Soylak, M., Şentürk, H.B., 2009. Biosorption of Pb (II9 ions from aqueous solution by pine bark (*Pinus brutia* Ten.). Chemical Engineering Journal 153: 62-69.

[18] Hewitt, E.J., 1963. Essential nutrients elements for plant. In F.C. Steward ed. Plant Physiology, vol. 3, Academic Press, London, New York.

[19] Iriondo, J.M., De La Iglesia, M., Pérez, C., 1995. Micropropagation of *Eleagnus angustifolia* from mature trees. Tree Physiology 15: 691-693.

[20] Kabata-Pendias, A., Pendias, H., 1986. Trace elements in soils and plants. Crc Pres Inc., Boca Raton, Florida.

[21] Karla, N., Jain, M.C., Joshi, H.C., Pathak, H., Khan, S.A., 2003. Soil proporties and crop productivity as influenced by fly ash incorporation in soil. Environmental Monitoring and Assessment. 87: 93-109.

[22] Kumbur, H., Özsoy, H.D., Özer, Z., 2009. Mersin`deki sularda kimyasal kirlilik. Ekoloji Magazin 22: 18-22.

[23] Markert, B., 1993. Plant as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial enviroment. Vch Weinheim, Newyork, Basel, Cambridge.

[24] Öktüren Asri, F., Sönmez, S., 2006. Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. Derim 23(2):36-45.

[25] Sossé, B.A., Genet, P., Dunand-Vinit, F., Toussaint, L.M., Epron, D., Badot, P.M., 2004. Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbonhydrate accumulation and changes in ion contents. Plant Science 166:1213-1218.

[26] Tuna, A.L., Yağmur, B., Hakerlerler, H., Kılınç, R., Yokas, D., Burun, B., 2005. Muğla bölgesindeki termik santrallerden kaynaklanan kirlilik üzerine araştırmalar. Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Muğla .

[27] Yılmaz, S., Zengin, M., 2003. Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. Environment International 1097: 1-7.