

PINUS NIGRA (ARNOLD) SUBSP. NIGRA VAR. CARAMANICA (LOUDON) REHDER TÜRÜNÜN YAPRAKLARINDA KURŞUN BİRİKİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Kültiğin ÇAVUŞOĞLU*, Şükran ÇAKIR ARICA**

*Giresun Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 28049, Debboy Mevkii-Giresun, TÜRKİYE.
kultigincavusoglu@mynet.com

**Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 71450, Kırıkkale, TÜRKİYE

ÖZET

Bu çalışmada, Kırıkkale il ve ilçelerinde yayılış gösteren *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* türünün yapraklarında taşıtlardan yayılan kurşun birikiminin miktarı araştırılmıştır. Örnek toplama işlemi Kırıkkale il merkezi ve ilçelerinde yol kenarlarında belirlenen dokuz istasyondan gerçekleştirilmiştir. Her bir istasyondan toplanan yaprak örneklerindeki kurşun miktarları elektron dağılım spektroskopisi (EDS) yardımı ile belirlenmiştir. En fazla kurşun birikimine Kırıkkale il merkezinden (%44.169) toplanan yaprak örneklerinde rastlanılmıştır. Farklı ilçelerden toplanan yapraklardaki kurşun miktarları karşılaştırıldığında ise en fazla kurşun birikimi Bahşılı ilçesinden (%38.917), en az birikim ise Karakeçili ilçesinden (%22.883) toplanan yaprak örneklerinde ölçülmüştür. Bu çalışma sonuçları yapraklardaki kurşun birikiminin trafik yoğunluğu ile arttığını ve *P. nigra* türünün bu birikimin tespitinde biyolojik bir belirleyici olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektron Dağılım Spektroskopisi (EDS), Kirlilik, Kurşun, *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*, Taramalı Elektron Mikroskop (SEM).

INVESTIGATION OF LEAD ACCUMULATION ON LEAVES OF PINUS NIGRA (ARNOLD) SUBSP. NIGRA VAR. CARAMANICA (LOUDON) REHDER SPECIES

ABSTRACT

In this study, amount of lead accumulation emitted from automobiles on leaves of *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *Caramanica* species that grow in Kirikkale city center and its districts was investigated. Leaf samples were collected from nine different stations determined in the city center and its districts. The level of lead on the leaves collected from each station was determined with electron dispersive spectroscopy (EDS). The most lead accumulation was on the leaf samples collected from Kirikkale city center (44.169%). When the lead accumulation on leaves collected from different districts was compared, the most pollution was measured in Bahşili (38.917%) and the least pollution was measured in Karakeçili (22.883%). The results of this study showed that the lead accumulation on the leaves of *Pinus nigra* species rises with increased traffic density and *Pinus nigra* species can be used as bio-indicator to determine the level of lead pollution.

Key Words: Electron Dispersive Spectroscopy (EDS), Pollution, Lead, *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*, Scanning Electron Microscope (SEM).

I. GİRİŞ

Günümüzde insan aktivitelerindeki hızlı artış, sağlığımız üzerinde olumsuz yönde etki eden atmosferik kirleticilerinde önemli derecede artmasına sebep olmuştur [1]. Bilindiği gibi, çevresel sorunlar son 20 yıldır, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de günlük yaşam sorunları arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Bitki örtüsünün tahrip edilmesinde rol oynayan başlıca sebepler arasında erozyon, çarpık kentleşme, endüstride kullanılan kimyasallar, termik-nükleer santraller ve hava kirliliği sayılabilir [2]. Hava kirliliğinin en büyük kaynaklarından biri ise, motorlu taşıtların egzozlarından çıkan kurşun’dur [3]. Kurşun birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metal olmuştur [4]. Bu metal aslında toprak ve bitkilerde küçük miktarlarda bulunan doğal bir elementtir. Aşırı miktardaki kurşun ise gerek insan, bitki ve hayvanlar, gerekse de toprak içindeki mikroorganizmalara toksik etki yapmaktadır. Kurşun’un bitki ve toprak yapısına katılması gübre, pestisit, atık sular ve hava kaynaklı gazlar gibi insan kaynaklı aktiviteler sonucunda olmaktadır [5-11].

Atmosferdeki kurşun’un %90’nın 1925’den bu yana kurşunlu benzinin kullanımı sonucu oluştuğu bilinmektedir [12]. Son yıllarda alınan bir takım önlemlere ve düzenli ölçümlere rağmen günümüzde pek çok ülkede kurşun’un sebep olduğu kirlilik problemi hala tam olarak çözümlenememiştir [10].

Kurşun miktarı kaynağının gücü ile orantılıdır. Doğal olarak kurşun düzeyi kaynağından uzaklaştıkça azalmakta, yaklaştıkça ise artmaktadır. Örneğin atmosferdeki kurşun düzeyi taşıtların kullandığı yollardan uzaklaştıkça hızla azalmaktadır. Bu durum bitkilerin kurşun içeriğine de yansır [13,14]. Bitki kökleri ve stomalar aracılığıyla bitki içerisine giren kurşun, bitkinin değişik kısımlarında birikir ve besin zincirine girerek dolaylı olarak veya solunumla doğrudan insan sağlığını etkileyebilir [15,16]. Kurşun’un sebep olduğu hastalıkların başında kemik, sinir, böbrek ve kalp-damar hastalıkları gelmektedir [17,18]. Bundan dolayı da insan, çevresinde bu elementin oranını izleme ihtiyacı duymuştur [19].

Kurşun’un sebep olduğu kirliliğinin boyutlarını araştırmak için toprak, havadaki toz partikülleri, su sistemlerindeki sedimentler ve yol kenarında yetişen bitkiler kullanılmaktadır [20-24]. Bitkisel materyaller arasında en fazla tercih edilenler ise mantar, liken, karayosunu, ağaç kabukları, yaş halkaları ve tek ve çok yıllık bitkilerin yapraklarıdır [25,26].

Bu çalışmanın amacı *P. nigra* türü indikatör olarak kullanılarak Kırıkkale il merkezi ve ilçelerinde taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliğinin boyutlarını saptamaktır.

II. GEREÇ VE YÖNTEM

Örnekleme alanları ve örneklerin toplanması: İncelenen *P. nigra* türüne ait yaprak örnekleri 15 Haziran 2005 tarihinde toplanmıştır. Örnek toplama işlemi Kırıkkale il merkezi ve ilçelerinde yol kenarlarında belirlenen dokuz istasyonda gerçekleştirilmiştir. Yaprak örnekleri toplanırken, yola en yakın ağaçlar tercih edilmiş ve bunların yol tarafına bakan dallarından örnekler alınmıştır. Örneklerin toplandığı istasyonlar ve örnek toplama kriterleri Şekil 1 ile Tablo 1’de verilmiştir. Her istasyonda yaşları 5-10 arasında değişen üç çam ağacından 10 yaprak örneği toplanmıştır. Analiz için toplanan yaprak örnekleri her çam ağacının beşinci dal çıkıntılarında toplanmıştır. Toplanan yapraklar steril plastik poşetlere konularak laboratuara getirilmiş, kurşun kaybını önlemek amacıyla her hangi bir şekilde yıkama veya silme yapılmadan enine kesitleri alınmıştır. Kesitler 24 saat süreyle havada kurutulduktan sonra stampalar üzerine alınmış ve Poloron SC-5600 marka karbon kaplama cihazıyla 2 dakika karbonla kaplanarak JSM-5600 marka taramalı elektron mikroskopuna (SEM) bağlı elektron dağılım spektroskopisi (EDS)’de analizleri yapılmıştır (27). Ayrıca şehir dışında, trafikten uzak bir bölgede yer alan *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*’ya ait iki bitkiden 5’er yaprak örneği toplanarak, kurşun miktarları ölçülmüş ve kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

EDS (elektron dağılım spektroskopisi): Her elementi karakteristik X-ışını spektrumlarına göre tanıyarak, onların numune içindeki oranlarını yüzde olarak belirleyen bir analiz cihazıdır. Bu cihazın çalışma prensibi şu şekildedir: İncelenen doku örneği üzerine elektron ışınları yollanır, bu ışınlar numune içinde bulunan elementlerle etkileşime girer ve her element için farklı olan Ka, La ve Ma enerji düzeylerinde geri doğru yansıtılırlar. Bu yansımalar her elementin numune içinde bulunma miktarına bağlı olarak farklı bir şiddettedir. EDS analiz cihazı da geri doğru yansıyan bu şiddetleri yüzdeye çevirerek her bir elementin doku içinde bulunma miktarını yüzde olarak gösterir.

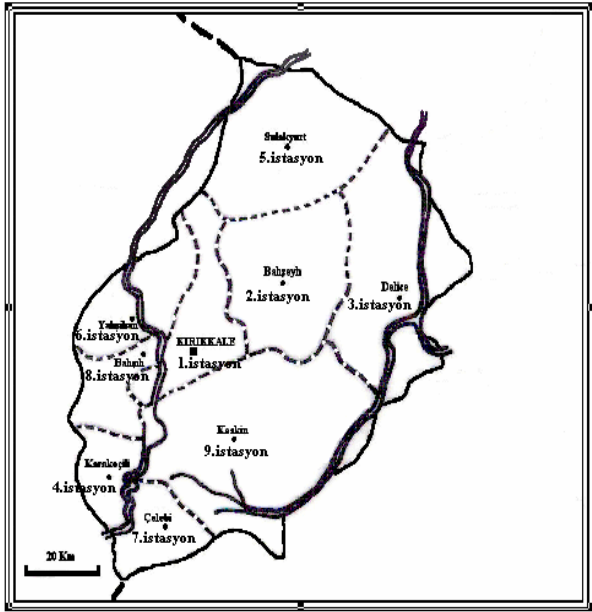
İstatistiksel Analiz: İstatistiksel analizler SPSS bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kurşun miktarlarına ait verilerin değerlendirilmesinde “Eşleştirilmiş örnekler T Testi” (Paired Samples T-Test) kullanılmış ve kontrol grubu ile dokuz istasyondan toplanan yaprak örneklerine ait verilerin karşılaştırılması sonucunda elde edilen P değerleri 0.05’den küçük olduğunda (P<0.05) istatistiksel açıdan önemli kabul edilmiştir.

Tablo 1. Örneklerin toplandığı istasyonlar ve örnek toplama kriterleri

Örnek Toplama İstasyonu No	Örnek Toplanan İstasyon Adı	Toplanan Örnek sayısı	Yaprakların Toplandığı Bitki Bölümü
1	Şehir Merkezi	10	5. dal çıkıntıları
2	Bahşeyh İlçesi	10	5. dal çıkıntıları
3	Delice İlçesi	10	5. dal çıkıntıları
4	Karakeçili İlçesi	10	5. dal çıkıntıları
5	Sulakyurt İlçesi	10	5. dal çıkıntıları
6	Yahşihan İlçesi	10	5. dal çıkıntıları
7	Keskin İlçesi	10	5. dal çıkıntıları
8	Bahşılı İlçesi	10	5. dal çıkıntıları
9	Çelebi İlçesi	10	5. dal çıkıntıları

III. BULGULAR

Kırıkkale il merkezi ve ilçelerinde yol kenarlarından toplanan *P. nigra* yapraklardaki kurşun yüzdeleri Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Örnek toplanan istasyonları gösteren harita

Tablo 2. Her bir istasyondan toplanan *P. nigra* örneklerine ait kurşun yüzdeleri

Örnek Toplama İstasyonu No	Örnek Toplanan İstasyon Adı	Kurşun miktarı (%) [*]
1	Şehir Merkezi	44.169
2	Bahşeyh İlçesi	30.651
3	Delice İlçesi	29.123
4	Karakeçili İlçesi	22.883
5	Sulakyurt İlçesi	24.699
6	Yahşihan İlçesi	27.976
7	Keskin İlçesi	25.666
8	Bahşılı İlçesi	38.917
9	Çelebi İlçesi	29.877
10	Kontrol Grubu	03.240

* 10 yaprak örneğinden elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları alınmıştır (P<0.05).

Her bir istasyondan toplanan *P. nigra* türüne ait 10 yaprak örneği EDS cihazı ile analiz edilmiş ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak birikim yüzdeleri Tablo 2’de verilmiştir. Tablo’dan da görüldüğü gibi incelenen dokuz istasyon içerisinde en fazla kurşun birikimi Kırıkkale il merkezinden toplanan yaprak örneklerinde ölçülmüştür. Bu istasyondan toplanan *P. nigra* yapraklarında ortalama %44.169 oranında kurşun tespit edilmiştir. İlçeler bazında bakıldığında ise en yoğun kurşun birikimi Bahşılı ilçesinden toplanan yaprak örneklerinde, en düşük birikim ise Karakeçili ilçesinden toplanan örneklerde gözlenmiştir. Bu istasyonlardan toplanan yaprak örneklerinde sırasıyla %38.917 ve %22.883 oranında kurşun belirlenmiştir. Kontrol grubu olarak kullanılan yaprak örneklerinde ise ortalama olarak %3.240 oranında kurşun birikimi tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubuna ait yaprak örneklerinde ölçülen kurşun miktarı ile, dokuz istasyondan toplanan yaprak örneklerinde ölçülen kurşun miktarları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05).

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kırıkkale gerek ulaşım bakımından Türkiye’nin doğuya açılan kapısı olma özelliği, gerekse de bünyesinde barındırdığı Makine Kimya Endüstrisi (MKE) ve Rafineri gibi kuruluşlar nedeniyle oldukça önemli illerimizden biridir. 24 saatte Kırıkkale ilinden geçip doğuya gidiş-geliş yapan araç sayısı yaklaşık 7850’dir. Buna şehirdeki mevcut trafikte de eklenince, trafik kökenli kirlenme kaçınılmaz olmaktadır. Yaptığımız çalışma da bunu doğrulayan tarzdadır. Belirlenen dokuz istasyon içerisinde en yoğun kurşun birikimi Kırıkkale il merkezinden toplanan (1 nolu istasyon) örneklerde ölçülmüştür. Bu istasyondan toplanan yaprak örneklerinde %44.169 düzeyinde kurşun tespit

edilmiştir. Bu istasyondaki kurşun birikiminin şehir merkezindeki yoğun araç trafiğinden ve hava sirkülasyonunun engellenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü Şehir merkezinde bulunan *P. nigra* ağaçlarının etrafı tamamen yerleşim birimleri tarafından kuşatıldığından, bu durum hava sirkülasyonunu engellemekte, sonuçta araçların eksozlarından yayılan kurşun ve diğer ağır metal iyonları ağaçlardan tarafından tutulmaktadır. İlçeler bazında bakıldığında ise, en fazla kurşun birikimi sırasıyla Bahşılı (8 nolu istasyon=%38.917), Balışeyh (2 nolu istasyon=%30.651), Keskin (9 nolu istasyon=29.877), Delice (3 nolu istasyon=%29.123) ve Yahşihan (6 nolu istasyon=27.976) ilçelerinden toplanan yaprak örneklerinde belirlenmiştir. Bu ilçeler Kırıkkale ilinin Ankara, Çorum, Samsun, Kırşehir ve Kayseri gibi komşu illerle bağlantısını sağlayan anayolların kenarlarına kurulduklarından, oldukça yoğun bir trafik akışına sahiptirler. Örneğin Balışeyh ve Delice ilçelerinden geçen karayolları Kırıkkale'nin Çorum ve Samsun illeri ile bağlantısını sağlarken, Yahşihan ve Keskin ilçelerinden geçen karayolları ise Ankara, Kırşehir ve Kayseri illeri ile bağlantısını sağlamaktadır. Bu durum trafik kökenli kurşun birikimini kaçınılmaz kılmaktadır. Bu ilçeler içerisinde en yoğun kurşun birikimine sahip olan Bahşılı ilçesinde, kurşun birikimde rol oynayan bir diğer etken ise "Tüpraş Petrol Rafinerisinin" bu ilçe sınırları içerisinde yer almasıdır. Zira petrol taşıyan tanker trafiğine, rafineri faaliyeti sonucunda ortaya çıkan kurşun da eklenince bu ilçeden toplanan *P. nigra* yapraklarında yoğun bir kurşun birikimi tespit edilmiştir. En az kurşun birikimi ise sırasıyla Karakeçili (4 nolu istasyon=22.883), Sulakyurt (5 nolu istasyon=24.699) ve Çelebi (7 nolu istasyon=25.666) ilçelerinden toplanan yaprak örneklerinde ölçülmüştür. Bu ilçelerin gerek karayollarının uzağında yer almalarından dolayı trafikteki taşıt sayısının düşmesi, gerekse de hava sirkülasyonuna açık olmasından dolayı toplanan yaprak örneklerinde, diğer ilçelerden toplananlara göre daha az kurşun birikimi belirlenmiştir. Kontrol grubu olarak şehir dışından, mümkün olduğunca trafikten uzak ve hava sirkülasyonunun açık olduğu bölgeden toplanan yaprak örneklerinde ise, belirlenen dokuz istasyona göre oldukça düşük düzeyde kurşun birikimine rastlanılmıştır. Bu örneklerde yapılan ölçüm sonucunda %3.240 oranında kurşun tespit edilmiştir. Bu sonuç, bize Kırıkkale il ve ilçelerinde taşıtların sebep olduğu yoğun bir kurşun birikiminin olduğunu göstermiştir. Aşağıda bahsedilen, diğer araştırmacılar tarafından yapılan benzer çalışmalarda analiz sonuçlarını doğrular tarzdadır.

Çavuşoğlu tarafından [3] EDS analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada Kırıkkale-Ankara karayolu üzerindeki *Elaeagnus angustifolia* (iğde) ağaçların yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliği araştırılmıştır. Bu çalışmada, yol

üzerinde hava sirkülasyonunun az olduğu, yolun daraldığı, rampaların arttığı bölgelerden alınan yapraklardaki kurşun kirliliğinin; yolun düz ve geniş, sirkülasyonun fazla olduğu bölgelerdeki yapraklara göre daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Yine Çavuşoğlu tarafından [27] gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, Isparta ili şehir merkezi ile Süleyman Demirel Üniversitesi arasındaki 10 km'lik yol boyunca sıralanan *Cupressus sempervirens* ve *Cedrus libani* yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliği araştırılmıştır. Sonuçta her iki bitki türünde de kurşun kirliliğinin şehir merkezine yaklaştıkça arttığı belirlenmiştir. Türkan [29] tarafından İzmir ve çevre yollarında yetişen bitkiler üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise, 1800 taşıt/saat yoğunluğu olan yolların kenarında yetişen bitkilerdeki kurşun miktarı 12-13 mg/kg olarak ölçülmüştür. Kurşun'un çeşitli bitkilerde gelişme, biyokimyasal olaylar ve fotosenteze etkileri konusunda da çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bir çalışmada *Azadirachta indica*, *Guaiaecum officinale* ve *Eucalyptus sp.* de motorlu araç kirliliğinin tohum ağırlığı ve dal uzunluğu üzerine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir [30]. Bir başka çalışmada ise tahıl bitkilerinin yüksek konsantrasyonda kurşun ile muamele edildiğinde kök gelişimlerinin olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir [31].

Bu çalışmada Kırıkkale il ve ilçelerinde belirlenen dokuz istasyondan toplanan *P. nigra* türünün yapraklarındaki kurşun kirliliği araştırılmış ve kirliliğin boyutları ortaya konulmuştur. Sonuçta kurşun kirliliğinin trafik yoğunluğu ve hava sirkülasyonu ile doğru orantılı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Bu konuda alınabilecek önlemler ise, benzine ilave edilen kurşun miktarının en aza indirilmesi, kurşunsuz benzin kullanımının teşvik edilmesi, kurşun içeren kimyasal madde kullanımının sınırlandırılması veya yasaklanması, yol kenarlarına *Agrostis tenoia*, *Deschamsia flexuosa* ve *Festuca ovina* [32,33] gibi kurşuna dayanıklı ve kurşun tutucu bitkilerin dikilmesi şeklinde sıralanabilir.

KAYNAKLAR

1. Pasqualini, V., Robles, C., Garzino, S., Greff, S., Melau, A. B. and Bonin, G., *Phenolic compounds content in Pinus halepensis Mill. Needles: a bioindicator of air pollution*, Chemosphere, 52, 239-248 (2003).
2. Aslan, A., Budak, G. and Karabulut, A., *The amounts Fe, Ba, Sr, K, Ca and Ti in some lichens growing in Erzurum province (Turkey)*, Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, 88 (4), 423-431(2005).
3. Çavuşoğlu, K., *İğde (Elaeagnus angustifolia L.) yapraklarında kurşun (Pb) yoğunluğunun araştırılması*, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 191-196 (2002).
4. Harrison, R. M., Laxen, D. P. H. and Wilson, S. J., *Chemical association of lead, cadmium, copper and zinc in street dust and roadside soils*, Environmental Science Technology, 15, 1378-1383 (1981).

5. Vandenabeeck, W. J. and Wood, O. L., *The distribution of lead along a line source (highway)*, Chemosphere, 5, 221 (1972).
6. Eun, S. O., Youn, H. S. and Lee, Y., *Lead disturbs microtubule organization in the root meristem of Zea mays*, Physiologia Plantarum, 110 (3), 357-365 (2000).
7. Michalak, E. and Wierzbicka, M., *Differences in lead tolerance between Allium cepa plants developing from seeds and bulbs*, Plant Soil, 199, 251-260 (1998).
8. Kıran, Y. and Şahin, A., *The effects of the lead on the seed germination, root growth and root tip cell mitotic divisions of lens culinaris MEDİK*, Gazi University Journal of Science, 18 (1), 17-25 (2005).
9. Henry, J. R., *An overview of the phytoremediation of lead and mercury*, U.S. Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office Washington, (2000). <http://www.clu.in.org/download/remed/henry.pdf>
10. Sharma, P. and Dubey, S., *Lead toxicity in plants*, Braz. J. Plant Physiol, 17 (1), 35-52 (2005).
11. Karademir, M. ve Toker, C., *Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde ekzoslarından gelen kurşun birikimi*, II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri, (11-13 Eylül), Ankara, 15-20 (1995).
12. Shy, C. M., *Lead in petrol the mistake of the XX.th.*, Century Rapp. Sanit Mond., 43, 168-176 (1990).
13. Wheeler, G. L., Rolfe, G. L., *The relationship between daily traffic volume and the distribution of lead in roadside soil and vegetation*, Environmental Pollution, 18: 265-274 (1979).
14. Albert, L. A. and Badilla, F., *Environmental lead in Mexico*, Review Environment Contamination and Toxicology, 117 (1991).
15. Onar, A. N. ve Temizer, A., *Çevre kirliliğine etkisinin ölçüsü olarak Cd ve Pb derişimlerinin idrarda tayini*, Doğa Mühendislik ve Çevre Dergisi, 11 (2), 254-267 (1987).
16. Toker, M. C., *Uptake of lead by barley (Hardeum distichon L.) roots and its relation to potassium*, Doga: Turk Biyoloji Dergisi, 12 (2), 128-133 (1988).
17. Friberg, L., Nordberg, G. F. and Vouk, V., *Handbook on the toxicology of metals*, Oxford Press, New York, 176 (1986)
18. Ursinyova, M., Hladikova, V., Uhnak, J. and Kovacicova, J., *Toxic elements in environmental samples from selected regions in Slovakia*, Bulletin Environmental Contamination Toxicology, 58, 985-992 (1997).
19. Corn, M., *Handbook of hazardous materials*. Academic Press, San Diego, 216 (1993).
20. Mellor, A., *Lead and zinc in the Wallsend burn, an urban catchment in Tyneside, UK*, The Science Total Environment, 269, 49-63 (2001).
21. Culbart, E. B., Thornton, I., Watt, J., Whealtly, M., Moorcroft, S. and Thompson, M., *Metal contamination in British Suburban dusts and Soils*, Journal Environmental Quantitative, 12, 226-234 (1998).
22. Moir, A. M. and Thornton, I., *Lead and cadmium in urban allotment and garden soils and vegetables in the United Kingdom*, Environmental Geochemistry Healthy, 11, 113-119 (1989).
23. Bubb, J. M. and Lester, J. N., *Anthropogenic heavy-metal inputs to lowland river systems, a case study the river Stour, UK*, Water Air Soil Pollution, 78, 279-296 (1994).
24. Kelly, J., Thornton, I. and Simpson, P. R., *Urban geochemistry a study of the influence of antropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and nonindustrial areas of Britan*, Applied Geochemistry, 11, 363-370 (1996).
25. Markert, B., *Plants as biomonitors/indicators for heavy metals in the terrestrial environment*. VCH Press, Weinheim, 515 (1993).
26. Al-Shayeb, S. M., Al-Rajhi, M. A. and Seaward, R. D., *The palm Phoenix dactylifera (L.) as a biomonitor of lead and other elements in arid environments*, Science Total Environment, 168, 1-10 (1995).
27. Çavuşoğlu, K. ve Çavuşoğlu, K., *Cupressus Sempervirens L. ve Cedrus libani A. Rich. Yapraklarında Taşıtların Sebep Olduğu Kurşun (Pb) Kirliliğinin Araştırılması*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (2), 37-56 (2005).
28. [http://www.kirikkale.meb.gov.tr\(erişimtarihi:13.05.2007\)](http://www.kirikkale.meb.gov.tr(erişimtarihi:13.05.2007)).
29. Türkan, İ., *İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde kurşun, çinko ve kadmiyum kirlenmesinin araştırılması*, Doğa: Türk Biyoloji Dergisi, 10, 116-20 (1986).
30. Igbal, M. Z., Shafiq, M. and Ali, S. F., *Effect of automobile pollution on seed weight and Branch length of some plants*, Turkish Journal of Botany, 18, 475-479 (1994).
31. Hock, H. V. B. and Elstner, E. J., *Schhandwirfungen Auf pflanzen Der pflanzenoxikologie*, Mannheim Wien, Zurich, 418 (1998).
32. Hoiland, K. and Oftedal, P., *Lead-Tolerance in Deschampsia flexuosa from a Naturally Lead Polluted Area in S Norway*, Oikos, 34 (2), 168-172 (1980).
33. Brown, G. and Brinkmann K., *Heavy metal tolerance in Festuca ovina L. from contaminated sites in the Eifel Mountains, Germany*, Plant and Soil, 143 (2), 239-247 (2004).