

# PINUS NIGRA (ARNOLD) SUBSP. NIGRA VAR. CARAMANICA (LOUDON) REHDER. YAPRAKLARINDA KURŞUN KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Investigation of Lead Pollution in Leaves of *Pinus nigra*  
(arnold) Subsp. nigra Var. Caramanica (loudon) Rehder

Kültiğin ÇAVUŞOĞLU<sup>1</sup>, Şükran ÇAKIR ARICA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kırıkkale Üniversitesi,  
Fen-Edebiyat Fakültesi,  
Biyoloji Bölümü,  
KIRIKKALE

## İletişim:

**Kültiğin ÇAVUŞOĞLU**  
Kırıkkale Üniversitesi,  
Fen-Edebiyat Fakültesi,  
Biyoloji Bölümü,  
71450,  
Yahşihan/KIRIKKALE  
Tel: 0318 357 24 78/143  
E-posta:

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada, Kırşehir İl Merkezi'nin çeşitli bölgelerinden toplanan *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* yapraklarında trafiğin sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliği analiz edilmiştir.

**Yöntem:** Yaprak örnekleri farklı trafik yoğunluğuna sahip sekiz bölgeden toplanmıştır. Toplanan örneklerdeki kurşun (Pb) miktarı, Taramalı Elektron Mikroskoba (SEM) bağlı Elektron Dağılım Spektroskopisi (EDS) yardımı ile belirlenmiştir.

**Bulgular:** Yapraklardaki kirlilik değerleri Yenice Mahallesi için %20.061, Belediye Binası Bölgesi için %23.412, Kırşehir-Kayseri Yolu için %30.520, Kırşehir-Özbağ Girişi için %38.758 olarak bulunmuştur.

**Sonuç:** Sonuçlar yapraklardaki kurşun kirliliğinin trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığını göstermiştir. Ayrıca *Pinus nigra* türünün kurşun (Pb) miktarının tespitinde biyolojik bir belirleyici olarak kullanılabilmesi anlaşılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*, kurşun (Pb), kirlilik, Elektron Dağılım Spektroskopisi (EDS), Taramalı Elektron Mikroskop (SEM).

## ABSTRACT

**Objective:** In this study, lead (Pb) pollution caused by traffic at the leaves of *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* collected from different regions of Kırşehir province center was analyzed.

**Method:** Leaf samples were collected from eight regions having different traffic density. The amount of lead (Pb) at the collected samples was determined by electron dispersive spectroscopy (EDS) connected to an scanning electron microscope.

**Results:** The pollution values of the leaves were found as 20.061% for Kırşehir Yenice District, 23.412% for Municipality Building Region, 30.520% for Kırşehir-Kayseri Road region, 38.758 for Kırşehir-Özbağ entrance.

**Conclusion:** The results showed that the lead pollution in the leaves increased depending on the traffic density. In addition, it was found that the *Pinus nigra* can be used as a biological marker to determine the amount of lead.

**Key words:** *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*, lead (Pb), pollution, Electron Dispersive Spectroscopy (EDS), Scanning Electron Microscope (SEM).

## GİRİŞ

Günümüz insanın aktivitesindeki hızlı artış, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olan atmosferik kirlenmelerinde önemli derecede artmasına sebep olmuştur(1). Bilindiği gibi çevresel problemler 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 kurşundur (3). Kurşun (Pb) 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 bitki ve hayvanlar, gerekse topraktaki mikroorganizmalara toksik etki yapmaktadır. Kurşunun bitki ve toprak yapısına katılması; gübre, pestisit, atık sular, hava kaynaklı gazlar yoluyla olmaktadır (5-11).

Atmosferdeki kurşunun %90'ının 1925'den bu yana kurşunlu benzinin kullanımı sonucu oluştuğu bilinmektedir (12). Son yıllarda bir takım önlemler alınmasına rağmen günümüzde bir çok ülkede motorlu araçların sebep olduğu kirlilik problemi hala tam olarak çözümlenmemiştir (10).

Kurşunun yoğunluğu, kaynağının gücü ile orantılıdır. Doğal olarak Pb yoğunluğu kaynağından uzaklaştıkça azalmakta, yaklaştıkça ise artmaktadır. Örneğin atmosferdeki kurşun yoğunluğu taşıtların kullandığı yollardan uzaklaştıkça hızla azalmakta; bu durum bitkilerin kurşun içeriğine de yansımaktadır (13, 14). Bitki kökleri ve stomalar aracılığıyla bitki içerisine giren Pb, bitkinin değişik kısımlarında birikir ve besin zincirine girerek dolaylı olarak veya solumla doğrudan insan sağlığını etkileyebilir (15, 16). Kurşunun sebep olduğu hastalıkların başında kemik, sinir, böbrek ve kalp-damar

hastalıkları gelmektedir (17, 18). Bu nedenle da insan çevresinde kurşun elementinin oranının izlenmesi oldukça önemlidir (19).

Kurşunun sebep olduğu kirliliğin 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 yüksek yapılı bitkilerin yapraklarıdır (25, 26).

Bu çalışmanın amacı *P. nigra* yapraklarını kullanarak Kırşehir İli'nin çeşitli bölgelerindeki Pb kirliliğini saptamaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

İncelenen *P. nigra* örnekleri 01 Haziran 2005 tarihinde toplanmıştır. Toplama yeri olarak il merkezinin çeşitli bölgelerindeki motorlu taşıtların kullandığı yol kenarları tercih edilmiştir. 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 ve Tablo 1'de verilmiştir. Her bölgede yaşları 5-10 arasında değişen her bir çam ağacından 10 yaprak örneği toplanmıştır. Analiz için yaprak örnekleri her çam ağacının



Şekil 1. İstasyonları gösteren harita

Tablo.1 Örneklerin toplandığı istasyonlar ve örnek toplama kriterleri

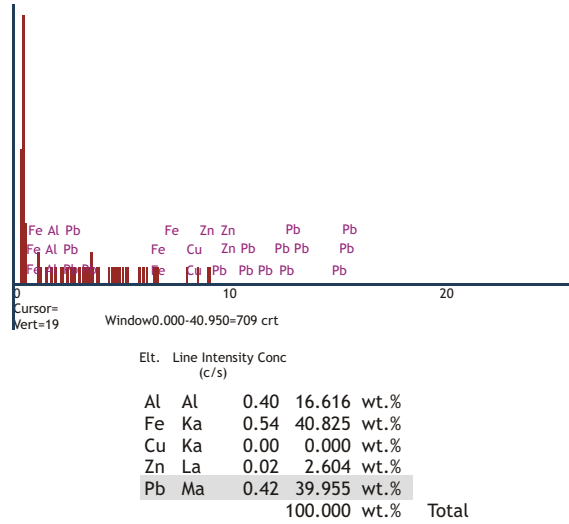
Örnek Toplama İstasyonu No	ÖrnekToplama İstasyonunun Adı	Toplanan Örnek Sayısı	Bitki Bölümü
1	Kırşehir'in Kayseri Çıkışı	10	5. dal çıkıntıları
2	Kırşehir Belediye Binası Önü	10	5. dal çıkıntıları
3	Kırşehir Terme Otel Grand Önü	10	5. dal çıkıntıları
4	Kırşehir Özbağ Girişi	10	5. dal çıkıntıları
5	Kırşehir Gazi Ün. Yüksek Okulu	10	5. dal çıkıntıları
6	Kırşehir Kayseri Yolu	10	5. dal çıkıntıları
7	Kırşehir Yenice Mahallesi	10	5. dal çıkıntıları
8	Merkez Aile Çay Bahçesi	10	5. dal çıkıntıları

beşinci dal çıkıntılarından toplanmıştır. Toplanan yapraklar; steril plastik poşetlere konularak laboratuvara getirilmiş, kurşun (Pb) kaybını önlemek amacıyla her hangi bir şekilde yıkama veya silme yapılmadan enine kesitleri alınmıştır. Kesitler 24 saat süreyle havada kurutulduktan sonra stamplar üzerine alınmış ve Polaron SC-5600 marka karbon kaplama cihazıyla iki dakika karbonla kaplanarak Taramalı Elektron Mikroskop'a (SEM) bağlı Elektron Dağılım Spektroskopisi (EDS) analiz cihazıyla analizleri yapılmıştır (27). Bu cihaz; her elementi karakteristik X-ışını spektrumlarına göre tanıyarak, onların örnek içindeki oranlarını yüzde olarak belirlemektedir. Ayrıca mümkün olduğunca trafikten uzak şehir dışından toplanan iki ağaca ait 10'ar yaprak örneğinde de kurşun (Pb) ölçümleri yapılarak kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

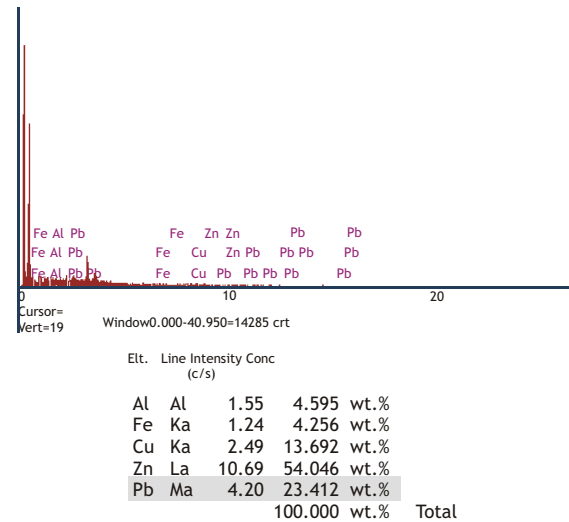
## BULGULAR

Kırşehir İli'nin çeşitli bölgelerinde yol kenarlarından toplanan yapraklardaki kurşun yüzde-leri Şekil 2-9 ve Tablo 2'de verilmiştir. Şekillerde verilen kısaltmalardan **Elt**; elementi, **Line**; her element için karakteristik olan elektron enerji düzeyini, **Intensity**; şiddeti, **Conc** ise yüzde olarak miktarı ifade etmektedir.

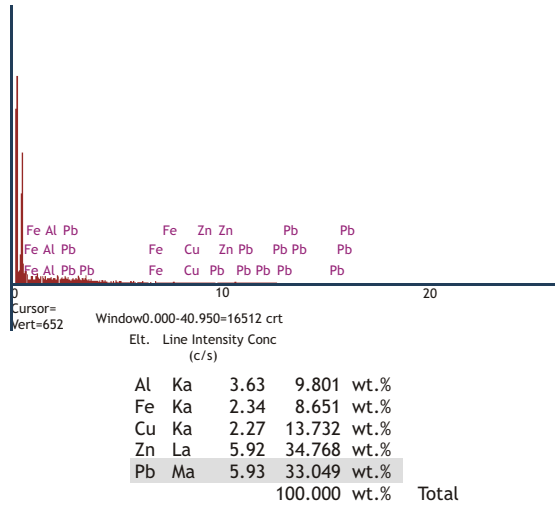
Her bir istasyondan toplanan 10'ar örnek EDS ile analiz edilmiş ve ilgili istasyona ait en yüksek kurşun kirliliğine sahip örneklerin mikrografları Şekil 2-9'da verilmiştir. Ayrıca istasyonlara ait 10'ar örneğin aritmetik ortalamaları alınarak



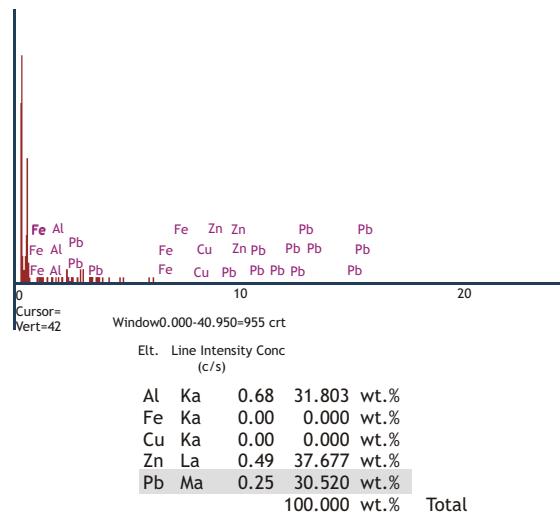
Şekil 2. Kırşehir'in Kayseri Çıkışından toplanan örnekteki kurşun kirliliği



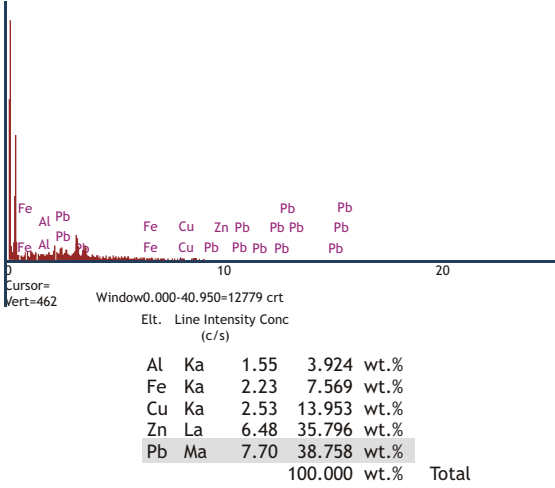
Şekil 3. Kırşehir Belediye Binası Önünden toplanan örnekteki kurşun kirliliği



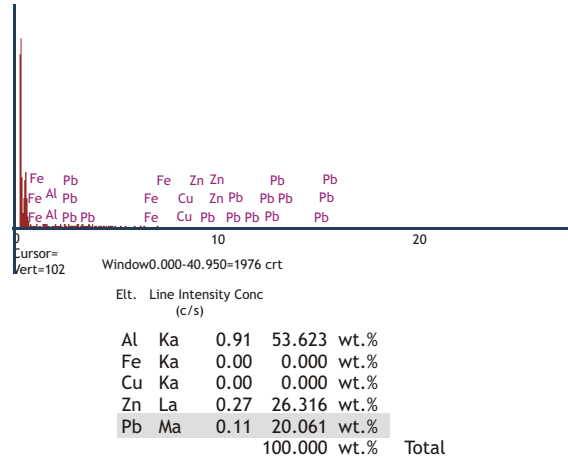
Şekil 4. Kırşehir Terme Otel Grand Önünden toplanan örnekteki kurşun kirliliği



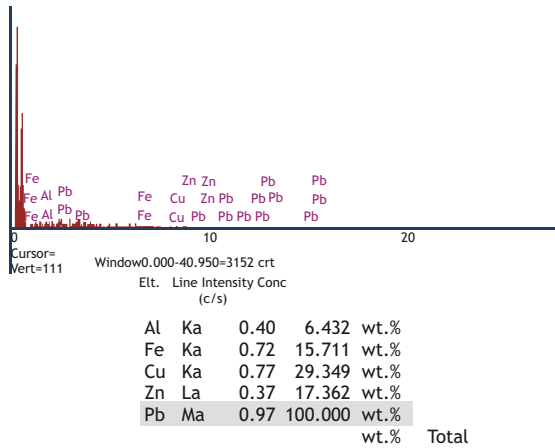
Şekil 7. Kırşehir Kayseri Yolu'ndan toplanan örnekteki kurşun kirliliği



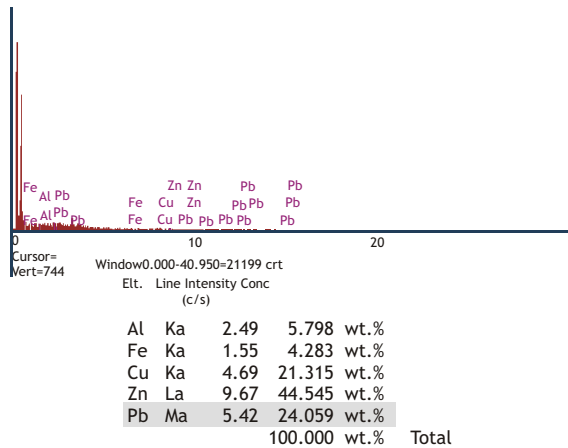
Şekil 5. Kırşehir Özbağ Girişinden toplanan örnekteki kurşun kirliliği



Şekil 8. Kırşehir Yenice Mahallesi'nden toplanan örnekteki kurşun kirliliği



Şekil 6. Kırşehir Gazi Üniversitesi Yüksek Okulu'ndan toplanan örnekteki kurşun kirliliği



Şekil 9. Merkez Aile Çay Bahçesi'nden toplanan örnekteki kurşun kirliliği

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

Örnek Toplama İstasyonu No	Örnek Toplama İstasyonu	Pb miktarı (%)*
1	Kırşehir' in Kayseri Çıkışı	38.923
2	Kırşehir Belediye Binası Önü	21.472
3	Kırşehir Terme Otel Grand Önü	32.124
4	Kırşehir Özbağ Girişi	36.624
5	Kırşehir Gazi Üniv. Yüksek Okulu	30.145
6	Kırşehir Kayseri Yolu	29.878
7	Kırşehir Yenice Mahallesi	19.126
8	Merkez Aile Çay Bahçesi	24.010

\* 10 örnekten elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları alınmıştır.

kurşun kirliliği yüzdeleri Tablo 2'de verilmiştir. Şekil 2-9 ve Tablo 2'den de görüldüğü gibi incelenen sekiz istasyon içerisinde kurşun birikimi yönünden en az yoğunluğa sahip istasyonlar 2., 7. ve 8. istasyonlardır. Bu istasyonlardan toplanan *P. nigra* yapraklarındaki kurşun yüzdeleri sırası ile %23.412, %20.061 ve %24.059 olarak ölçülmüştür. En yüksek kurşun birikimi ise 1. ve 4. istasyonlardan toplanan örneklerde gözlenmiştir. Bu istasyonlardan toplanan *P. nigra* yapraklarında sırasıyla %39.955 ve %38.758 düzeyinde kurşun ölçülmüştür. Kontrol grubuna ait yaprak örneklerinde ise ortalama olarak %4-7 oranında kurşun kirliliği tespit edilmiştir.

### TARTIŞMA

Kırşehir İli İç Anadolu'yu Doğu Anadolu'ya bağlayan bir ulaşım köprüsü olarak hizmet vermektedir. Bir günde Kırşehir İli'nden geçip doğuya gidiş-geliş yapan araç sayısı yaklaşık 6947'dir. Buna şehir taşıt trafiği de eklenince trafik kökenli kirlenme kaçınılmaz olmakta, yaptığımız çalışma da bunu doğrulamaktadır. En yoğun kurşun (Pb) kirliliği sırası ile 1 nolu istasyonda (%39.955), 4 nolu istasyonda (%38.758) ve 6 nolu istasyonda (%30.520) toplanan örneklerde tespit edilmiştir (Tablo 2; Şekil 2, 5, 7). Şehir merkezinde ise en fazla kurşun kirliliği 3 nolu (%33.049) ve 5 nolu istasyonlarda (%31.146) toplanan örneklerde

ölçülmüştür (Tablo 2; Şekil 4, 6). Bu istasyonlar şehir içindeki taşıt sayısının ve dolayısıyla da trafiğin en yoğun olduğu bölgelerdir. Şehirdeki en az kirlilik ise 7 nolu istasyonda (%20.061), 8 nolu istasyonda (%24.059) ve 2 nolu istasyonda (%23.412) belirlenmiştir (Tablo 2; Şekil 8, 9, 3). Bu üç istasyon yola uzak olduğundan taşıt trafiği de diğer bölgelere göre düşmüş, sonuç olarak da daha az kirlilik tespit edilmiştir. Şehir giriş-çıkışları ve şehir merkezindeki kurşun kirliliğinin tek sebebinin taşıtların egzozlarından çıkan duman olduğu düşünülmüştür. Zira örnekler yaz aylarında toplandığından soba veya kalorifer yakıtlarından kaynaklanan kirliliğin bunu etkilemesi mümkün görünmemektedir. Fakat tüm istasyonlardan toplanan yaprak örneklerinde kontrol grubundaki örneklere kıyasla bariz bir kurşun (Pb) kirliliğinin olduğu açıktır. Aşağıda bahsedilen diğer araştırmacılar tarafından yapılan benzer çalışmalarda sonuçlarımızı doğrular tarzdadır.

Çavuşoğlu tarafından (2002) EDS analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada Kırıkkale-Ankara Karayolu üzerindeki *Elaeagnus angustifolia* (iğde) ağaçlarının yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliği araştırılmıştır. Bu çalışmada yol üzerinde hava sirkülasyonunun az olduğu, yolun daraldığı, rampaların arttığı bölgelerden alınan yapraklardaki Pb kirliliğinin; yolun düz ve geniş, sirkülasyonun fazla olduğu bölgelerdeki yapraklara göre daha fazla olduğu rapor edilmiştir (3). Yine Çavuşoğlu tarafından (2005) gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, Isparta İli 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 (27). Türkan (1986) 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 (28). Kurşunun çeşitli bitkilerde gelişme, biyokimyasal olaylar ve fotosenteze etkileri konusunda da çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bir çalışmada *Azadirachta indica*, *Guaiacum officinale* ve *Eucalyptus sp.* de motorlu araç kirliliğinin tohum ağırlığı ve dal uzunluğu üzerine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir (29). Bir başka çalışmada ise tahıl bitkilerinin yüksek konsantrasyonda kurşun ile muamele edildiğinde kök gelişimlerinin olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir (30).

Bu çalışmada Kırşehir ili'nin çeşitli bölgelerinden *P. nigra* türünün yapraklarındaki Pb kirliliği araştırılmaya ve kirliliğin boyutları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Aynı ilin içerisinde farklı istasyonlardan alınan örneklerde kurşun kirliliği boyutlarının farklı olduğu gözlenmiştir. Birinci istasyonda belirlenen kurşun kirliliği yedinci istasyona kıyasla 1.99 kat daha fazladır. Bu sonuç yerleşim bölgelerinin trafik yoğunluğu ile yakından ilişkilidir.

Sonuçta trafik yoğunluğunun yapraklardaki kurşun kirliliğinin artmasına neden olan önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Bu konuda alınabilecek önlemler ise benzine ilave edilen kurşun miktarının en aza indirilmesi, kurşun içeren kimyasal madde kullanımının sınırlandırılması veya yasaklanması, yol kenarlarına *Agrostis tenoia*, *Deschamsia flexuosa* ve *Festuca ovina* gibi kurşuna dayanıklı ve kurşun tutucu bitkilerin dikilmesi şeklinde sıralanabilir.

#### KAYNAKLAR:

1. Pasqualini V, Robles C, Garzino S, Greff S, Melau AB, Bonin G. Phenolic compounds content in *Pinus halepensis* Mill. Needles: a bioindicator of air pollution. *Chemosphere*, 2003; 52: 239-48.
2. Aslan A, Budak G, Karabulut A. The amounts Fe, Ba, Sr, K, Ca and Ti in some lichens growing in Erzurum province (Turkey). *J. Quant. Spect. & Rad. Trans.*, 2005; 88 (4): 423-31.
3. Çavuşoğlu K. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yapraklarında kurşun (Pb) yoğunluğunun araştırılması. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2002; 6: 191-96.
4. Harrison RM, Laxen DPH, Wilson SJ. Chemical association of lead, cadmium, copper and zinc in street dust and roadside soils. *Environ. Sci. Technol.*, 1981; 15: 1378-83.
5. Vandenberg WJ, Wood OL. The distribution of lead along a line source (highway). *Chemosphere*, 1972; 5: 221.
6. Jones CHP, Clement CR, Happer MJ. Lead uptake from solition by perennial ryegrass and its transport from roots to shoots. *Plant Soil*, 1973; 38: 403-14.
7. Hopke PK, Lamb RE, Natusch DFS. Multielemental characterization of urban roadway dust. *Environ. Sci. Technol.*, 1980; 14: 164-72.
8. Rodrigues M, Rodrigues E. Lead and cadmium levels in soil and plants near highways and their correlation with traffic density. *Environ. Pollut.*, 1982; 4: 281-90.
9. Hibben CR, Hagor SS, Mazzo CP. Comparison of cadmium and lead content of vegetable crops growing in urban and suburban gardens. *Environ. Pollut.*, 1984; 7: 71-80.
10. Gratani C, Taglioni S, Crescente MF. The accumulation of lead in agricultural soil and vegetation along a highway. *Chemosphere*, 1992; 24: 941-49.
11. Karademir M, Toker C. Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde egzozlardan gelen kurşun birikimi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri. 1995; 11-13 Eylül Ankara.
12. Shy CM. Lead in petrol the mistake of the XX.th. Century Rapp. *Sanit Mond.*, 1990; 43: 168.
13. Wheeler GL, Rolfe GL. The relationship between daily traffic volume and the distribution of lead in roadside soil and vegetation. *Environ. Pollut.*, 1979; 18: 265-74.
14. Albert LA, Badilla F. Environmental lead in Mexico. *Rev. Env. Cont. and Tox.* 1991; 117.
15. Onar AN, Temizer A. Çevre kirliliğine etkisinin ölçüsü olarak Cd ve Pb derişimlerinin idrarda tayini. *Doğa Du. Müh. ve Çev. D.*, 1987; 11: 2.
16. Toker MC. Uptake of lead by barley (*Hordeum distichon* L.) roots and its relation to potassium. *Doğa T.U.S Biol.*, 1988; 12: 2.
17. Friberg L, Nordberg GF, Vouk V. Handbook on the

- toxicology of metals. New York: Oxford Press, 1986: 176.
18. Ursinyova M, Hladikova V, Uhnak J, Kovacicova J. Toxic elements in environmental samples from selected regions in Slovakia. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 1997; 58: 985-92.
  19. Corn M. Handbook of hazardous materials. San Diego: Academic Press, 1993: 216.
  20. Mellor A. Lead and zinc in the Wallsend burn, an urban catchment in Tyneside, UK. The Sci. Total Env., 2001; 269: 49-63.
  21. Culbart EB, Thornton I, Watt J, Whealtly M, Moorcroft S, Thompson M. Metal contamination in British Suburban dusts and soils. J. Environ. Qua., 1988; 12: 226-34.
  22. Moir AM, Thornton I. Lead and cadmium in urban allotment and garden soils and vegetables in the United Kingdom. Environ. Geochem. Health., 1989; 11: 113-19.
  23. Bubb JM, Lester JN. Anthropogenic heavy-metal inputs to lowland river systems, a case study the river Stour, UK. Water Air Soil Pollut., 1994; 78: 279-96.
  24. Kelly J, Thornton I, Simpson PR. 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. Appl. Geochem., 1996; 11: 363-70.
  25. Markert B. Plants as biomonitors/indicators for heavy metals in the terrestrial environment. Weinhem: VCH Pres, 1993.
  26. Al-Shayeb SM, Al-Rajhi MA, Seaward RD. The palm *Phoenix dactylifera* (L.) as a biomonitor of lead and other elements in arid environments. Sci. Total Environ., 1995; 168: 1-10.
  27. Çavuşoğlu K, Çavuşoğlu K. *Cupressus Sempervirens* L. ve *Cedrus libani* A. Rich. yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması. B.Ü Fen Bilimleri Ens. Der. 2005; 7 (2): 37-56.
  28. Türkan İ. İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde kurşun, çinko ve kadmiyum kirlenmesinin araştırılması. Doğa. Tr. Bio. D., 1986; 10: 116-20.
  29. Igbal MZ, Shafiq M, Ali SF. Effect of automobile pollution on seed weight and branch length of some plants. Tr. J. of. Botany, 1994; 18: 475-79.
  30. Hock HVB, Elstner EJ. Schhandwirfungen Auf pflanzen Der pflanzentoxikologie, Zurich: Mannheim Wien, 1998.