



INVESTIGATION OF LEAD (Pb) POLLUTION IN *P. NIGRA* (J.F. ARNOLD) SUBSP. *NIGRA* VAR. *CARAMINICA* (LOUDON) REHDER COLLECTED ROAD SIDES IN SOME REGIONS OF KIRIKKALE CITY

Kültiğın ÇAVUŞOĞLU* & Şükran ÇAKIR* & Talip KIRINDI**

*Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 71450
KIRIKKALE/TÜRKİYE. kultigincavusoglu@mynet.com

**Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü 71450
KIRIKKALE/TÜRKİYE.

ABSTRACT

In this study, lead (Pb) pollution due to traffic in the leaves of *P. nigra* subsp. *nigra* var. *caraminica* collected from different parts of Kırıkkale Province Center was investigated. As a result, it was found that lead (Pb) accumulation in the leaves of *P. nigra* subsp. *nigra* var. *caraminica* increase according to traffic density. The most accumulated lead pollution was observed at the leaves samples collected from Zafer Avenue, and the least lead pollution was seen at the samples collected from Rafineri area.

Key Words: *EDS analysis, lead pollution, P. nigra subsp. nigra var. caraminica, scanning electron microscope (SEM)*

KIRIKKALE İLİNİN ÇEŞİTLİ BÖLGELERİNDE YOL KENARLARINDAN TOPLANAN *PINUS NIGRA* (J.F. ARNOLD) SUBSP. *NIGRA* VAR. *CARAMANICA* (LOUDON) REHDER TÜRÜNDEKİ KURŞUN (Pb) KİRLİLİĞİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada, Kırıkkale il merkezinin çeşitli bölgelerinden toplanan *P. nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* türünün yapraklarında çoğunlukla taşıtların sebep olduğu Kurşun (Pb) kirliliği araştırılmıştır. Sonuç olarak *P. nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* yapraklarında kurşun (Pb) birikiminin trafik yoğunluğuna göre arttığı bulunmuştur. Buna göre en yoğun kurşun kirliliğine Zafer Caddesinden toplanan yaprak örneklerinde (%58.783), en az ise Rafineri bölgesinden toplanan örneklerde (%12.023) rastlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *EDS analizi, Kurşun kirliliği, P. Nigra subsp. nigra var. caramanica, Taramalı elektron mikroskop (SEM).*

1.GİRİŞ

Kurşun birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metaldir [1]. Toprak ve bitkilerde küçük miktarlarda bulunan doğal bir elementtir. Aşırı miktardaki kurşun ise gerek bitki ve hayvanlar için gerekse de toprak için toksik etki yapmaktadır. Kurşunun bitki ve toprak yapısına katılması gübre, pestisit, atık sular, hava kaynaklı gazlar yoluyla olmaktadır [2-8].

Çevreyi kirleten en önemli kurşun kaynağı ise hava ile taşınan kurşundur. Bu hava kaynaklı metal partikülleri taşıtların egzoz gazlarından kaynaklanmaktadır [8,9]. Atmosferdeki kurşunun %90'nının 1925'den bu yana kurşunlu benzinin kullanımı sonucu oluştuğu bilinmektedir [10]. Son yıllarda ciddi teşebbüsler olmasına rağmen hala pek çok ülkede motorlu araçların sebep olduğu kirlilik problemi çözülememiştir [7].

Kurşun yoğunluğu kaynağın gücü ile orantılıdır. Kaynaktan uzaklaştıkça azalmakta, yaklaştıkça ise artmaktadır. Örneğin atmosferdeki kurşun konsantrasyonu yoldan uzaklaştıkça hızla azalmaktadır. Bu durum bitkilerin kurşun içeriğine de yansır [11,12]. Bitki kökleri ve stomalar aracılığıyla alınan kurşun, bitkinin değişik kısımlarında birikir ve besin zincirine girerek dolaylı olarak yada solunumla doğrudan insan sağlığını etkileyebilir [13-15]. Kurşunun çeşitli bitkilerde gelişmeye, biyokimyasal olaylara ve fotosenteze etkileri konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bir çalışmada *Azadiracha indica*, *Guaiacum officinale* ve *Eucalyptus sp.* de motorlu araç kirliliğinin tohum ağırlığı ve dal uzunluğu üzerine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir [16]. Bir başka çalışmada ise tahıl bitkilerinin yüksek konsantrasyonda kurşun ile muamele edildiğinde kök gelişimlerinin olumsuz etkilendiği gösterilmiştir [17].

Ağır metal kirliliği özellikle kurşun kirliliği toprak, havadaki partiküller, yol kenarı bitkileri, şehir içinden geçen sular ve sedimentlerle çok iyi çalışılmıştır [18-22]. Bu kirliliği izlemek için en uygun ve ekonomik olan metot ise vejetasyonu kullanmaktır. Çam ağaçları [23], akasyalar [24] ve diğer organizmalar örneğin balıklar [25] kirliliğin izlenmesinde biomonitor olarak kullanılabilir [26]. Son on yılda ise, basit yapılı bitkiler özellikle yosunlar ve likenler [27-29], ağaç kabukları, yaş halkaları ve yüksek yapılı bitkilerin yaprakları kurşun ve diğer ağır metal kirliliğinin dağılımı ve birikimini araştırmak için kullanılmaktadır [24,30-32]. Yüksek yapılı bitkilerin ise tek yıllık olanlarından ziyade, çok yıllık ve herdem yeşil kalanları tercih edilmektedir. Böylece kirliliğin yıllık veya kısa dönemli değişimleri hakkında bilgi edinilebilmektedir [33].

Bir türün ağır metal kirliliğini belirlemede biomonitor olarak kullanılabilmesi için bazı temel kriterler vardır. Bunlar, toplama alanında geniş sayılarda temsil edilme, geniş bir coğrafik alana sahip olma, örneklenmesinin kolay olması ve kimlik probleminin olmaması şeklinde sıralanabilir [29].

P. nigra subsp. *nigra* var. *caramanica* 30 metre yüksekliğe kadar uzayabilen; kabukları koyu gri veya siyahımsı; genç dalları tüsüz; yaprakları 70-180x 2mm boyutunda, koyu yeşil, sert, sık sık kavisli; tomurcukları reçineli; kozalakları ise yumurta şeklinde olan bir türdür. 300-1500 metre yüksekliklerde yaşayabilir. Ülkemizde Ankara, Kastamonu, Sinop,

Balıkesir, Yozgat, Denizli, Antalya, İçel, Hatay, Kırıkkale ve Kırşehir illerinde yaygın olarak bulunmaktadır [34]. Bu tür Kırıkkale’de özellikle yol kenarlarında, endüstriyel alanlarda park ve bahçelerde yayılım göstermektedir.

Bu çalışmada Kırıkkale’nin çeşitli bölgelerinde yol kenarlarından toplanan *P. Nigra subsp. nigra var. caramanica* türünün yapraklarındaki Pb kirliliği araştırılmaya ve kirliliğin boyutları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

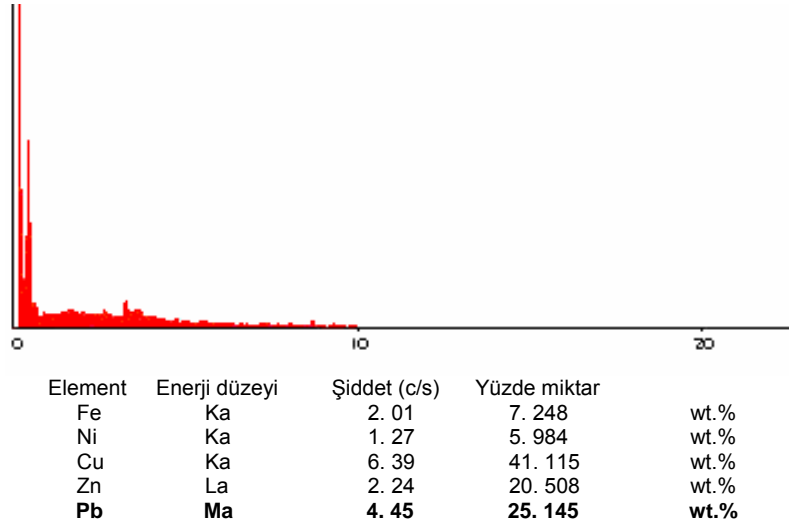
2. MATERYAL VE METOT

İncelenen *P. Nigra subsp. nigra var. caramanica* örnekleri 15 Nisan-15 Mayıs 2004 tarihleri arasında toplanmıştır. Toplama yeri olarak il merkezinin çeşitli bölgelerindeki yol kenarları tercih edilmiştir. Her bölgede en az 3 ağaç belirlenmiş ve her ağacın farklı bölgelerinden en az 10 Yaprak örneği alınmıştır. Örnekler toplanırken, ağaçların yola en yakın olan dallarından örnek alınmasına dikkat edilmiştir. Steril poşetlere konulan yapraklar laboratuvar ortamına getirilmiş, kurşun (Pb) kaybını önlemek amacıyla her hangi bir şekilde yıkama veya silme yapılmadan enine kesitleri alınmıştır. Her bir yaprağın uç, orta ve taban kısımlarından örnekler alınmıştır. Alınan kesitler 48 saat süreyle oda sıcaklığında kurutulduktan sonra stamplar üzerine alınmış ve “Poloron SC-5600” marka karbon kaplama cihazıyla 2 dakika karbonla kaplanmıştır. Son aşamada ise her ağaca ait 10 yaprak örneğinin taramalı elektron mikroskoba (SEM) bağlı EDS analiz cihazıyla analizleri yapılarak ortalama değerleri alınmıştır [35]. Örnek hazırlanması sırasında fiksasyon (tespit) ve dehidrasyon (dokudaki suyun uzaklaştırılması) gibi işlemler kullanılmamıştır. Çünkü gerek fiksasyon ve gerekse de dehidrasyon işlemlerinde kimyasal maddeler kullanıldığından (Gluter aldehid, Osmium tetroksit gibi) bunların incelediğimiz dokunun yapısına girerek analiz sonuçlarını etkileyeceği düşünülmüştür.

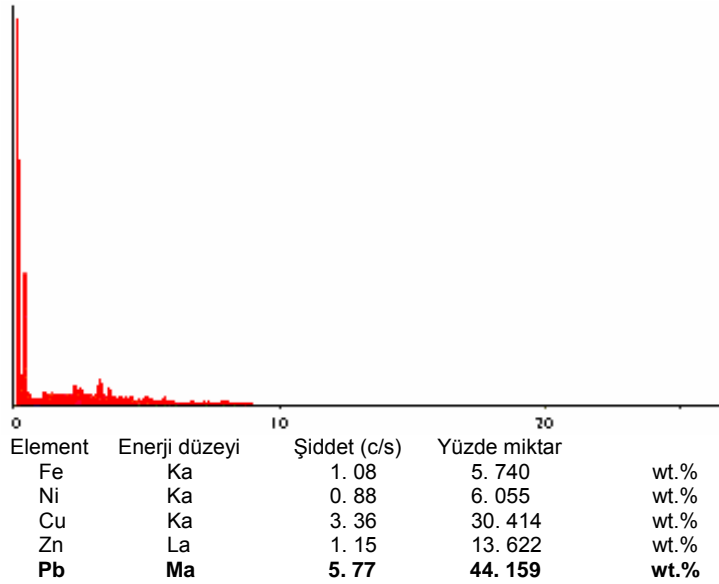
2.1. Eds (Elektron Dağılım Spektroskopisi): Her elementi karakteristik X-ışını spektrumlarına göre tanıyarak, onların numune içindeki oranlarını yüzde olarak belirleyen bir analiz cihazıdır. Bu cihazın çalışma prensibi şu şekildedir: İncelenen doku örneği üzerine elektron ışınları yollar, bu ışınlar 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.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

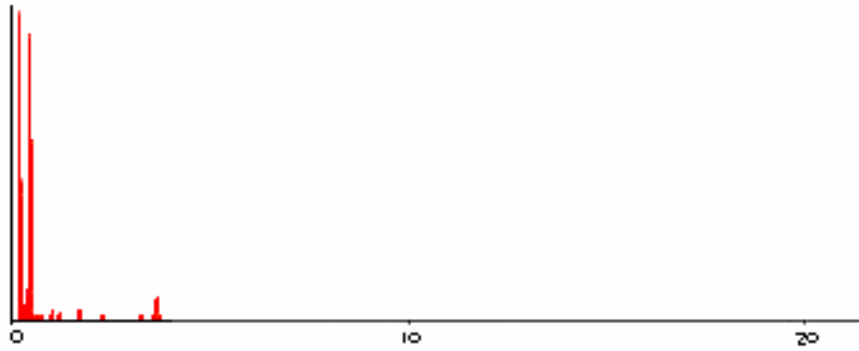
Kırıkkale ilinin çeşitli bölgelerinde yol kenarlarından toplanan yapraklardaki kurşun yoğunlukları şekil 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11’de verilmiştir.



Şekil 1. Tren istasyonundaki kurşun (Pb) kirliliği

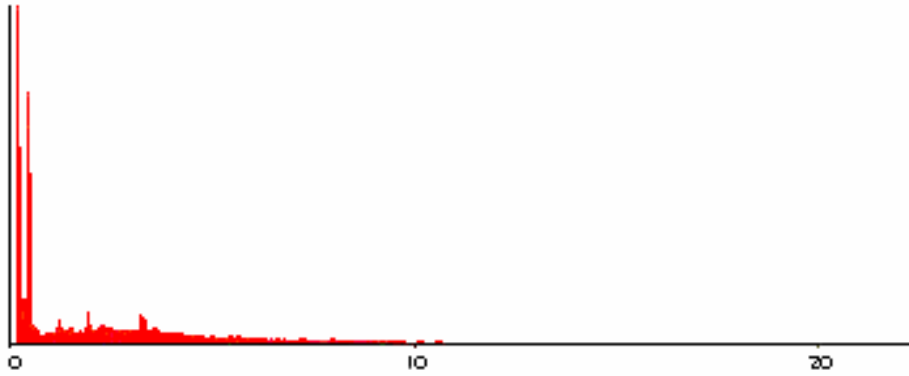


Şekil 2. Şehir Girişindeki kurşun (Pb) kirliliği



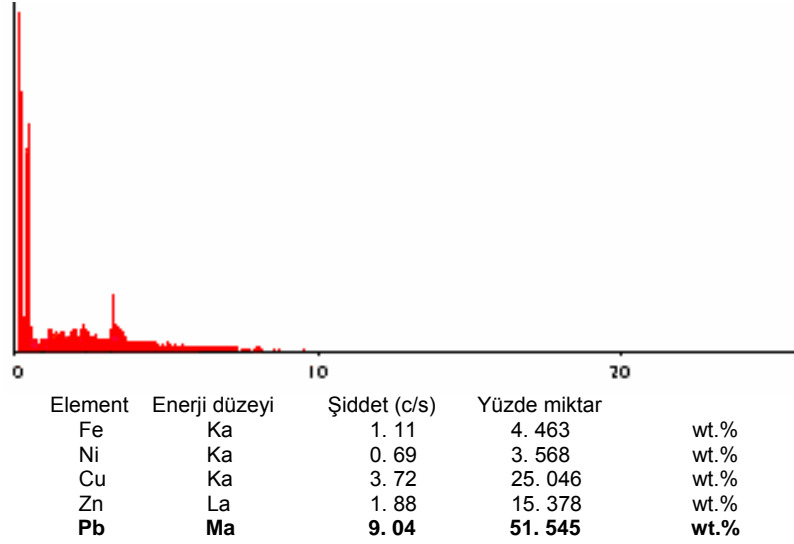
Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar	
Fe	Ka	0.49	2.596	wt. %
Ni	Ka	0.49	3.234	wt. %
Cu	Ka	2.37	20.487	wt. %
Zn	La	6.38	57.325	wt. %
Pb	Ma	1.83	16.358	wt. %

Şekil 3. Rafinerideki kurşun (Pb) kirliliği

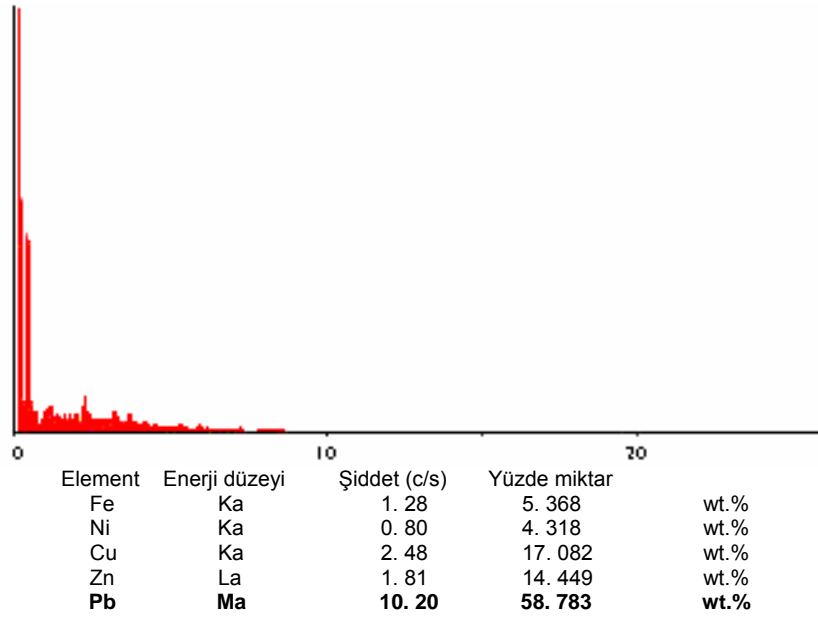


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar	
Fe	Ka	0.94	4.272	wt. %
Ni	Ka	1.36	8.020	wt. %
Cu	Ka	3.75	29.034	wt. %
Zn	La	1.65	16.700	wt. %
Pb	Ma	6.32	41.974	wt. %

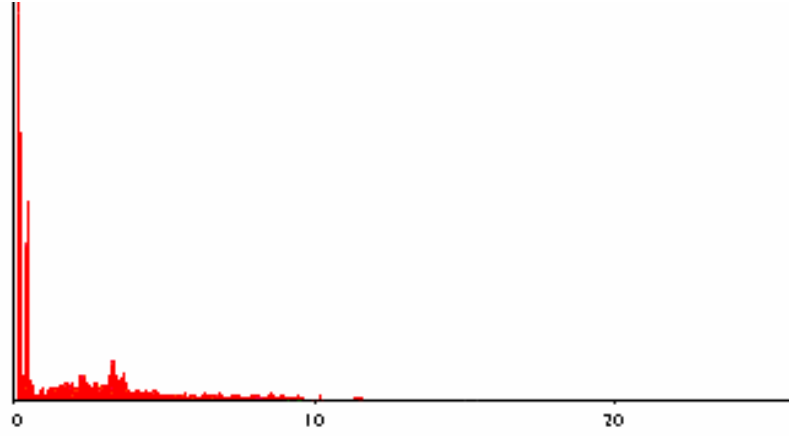
Şekil 4. Üniversitedeki kurşun (Pb) kirliliği



Şekil 5. Terminaldeki kurşun (Pb) kirliliği

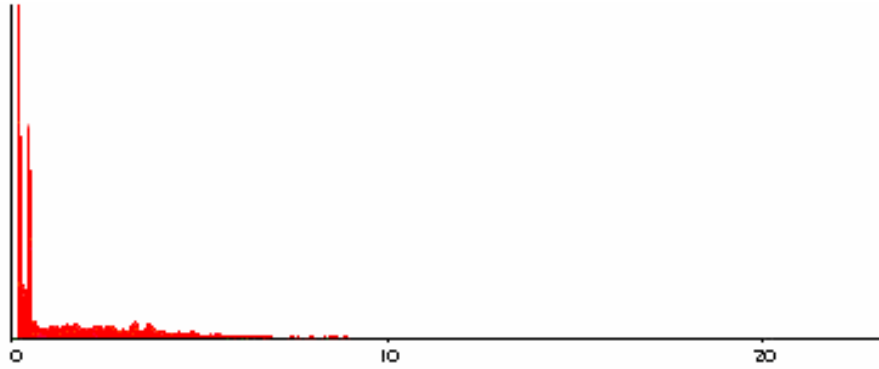


Şekil 6. Zafer Caddesindeki kurşun (Pb) kirliliği



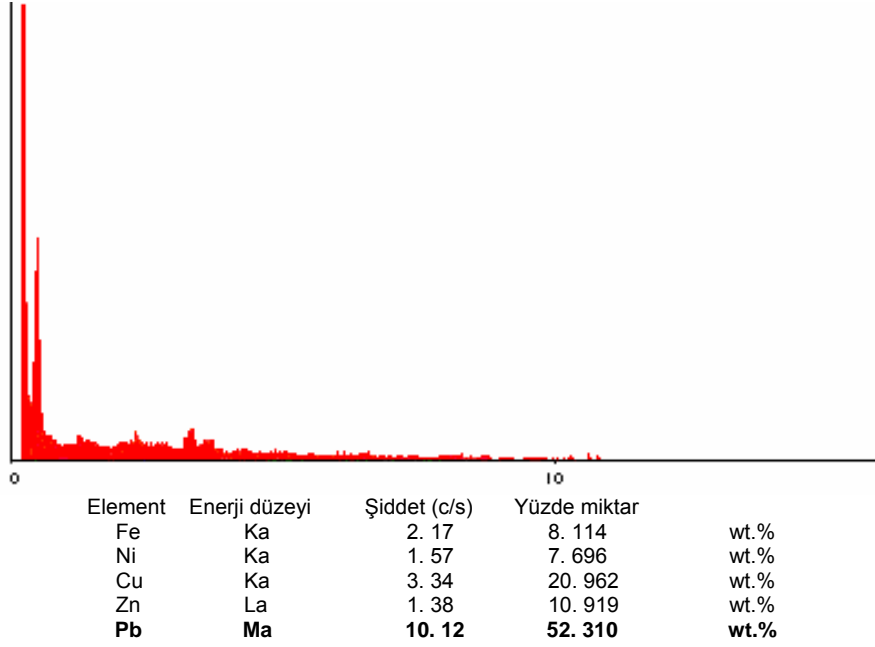
Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar	
Fe	Ka	0.85	7.853	wt.%
Ni	Ka	1.11	13.670	wt.%
Cu	Ka	1.10	17.291	wt.%
Zn	La	1.21	23.987	wt.%
Pb	Ma	2.27	37.199	wt.%

Şekil 7. Bankalar Caddesindeki kurşun (Pb) kirliliği

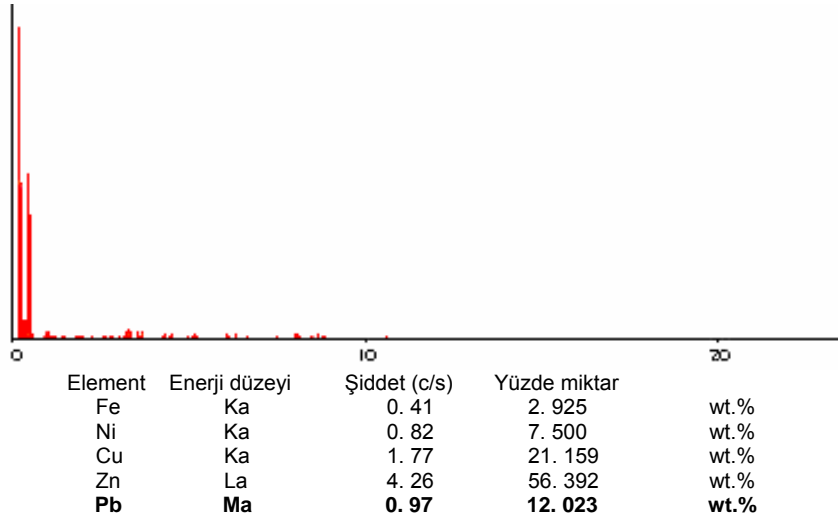


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar	
Fe	Ka	1.16	8.585	wt.%
Ni	Ka	1.09	10.627	wt.%
Cu	Ka	1.97	25.103	wt.%
Zn	La	1.40	23.310	wt.%
Pb	Ma	2.92	32.374	wt.%

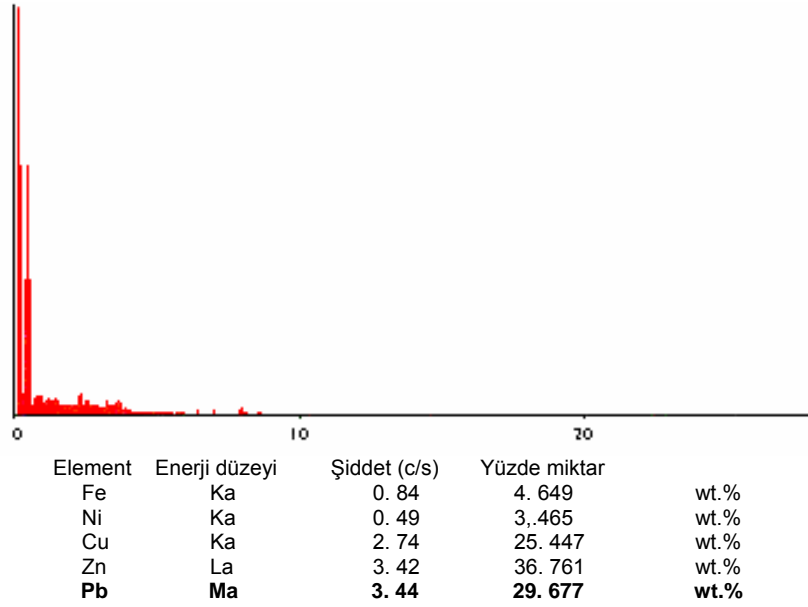
Şekil 8. Merkez Postanesindeki kurşun (Pb) kirliliği



Şekil 9. Güzeltepe Mahallesiindeki kurşun (Pb) kirliliği



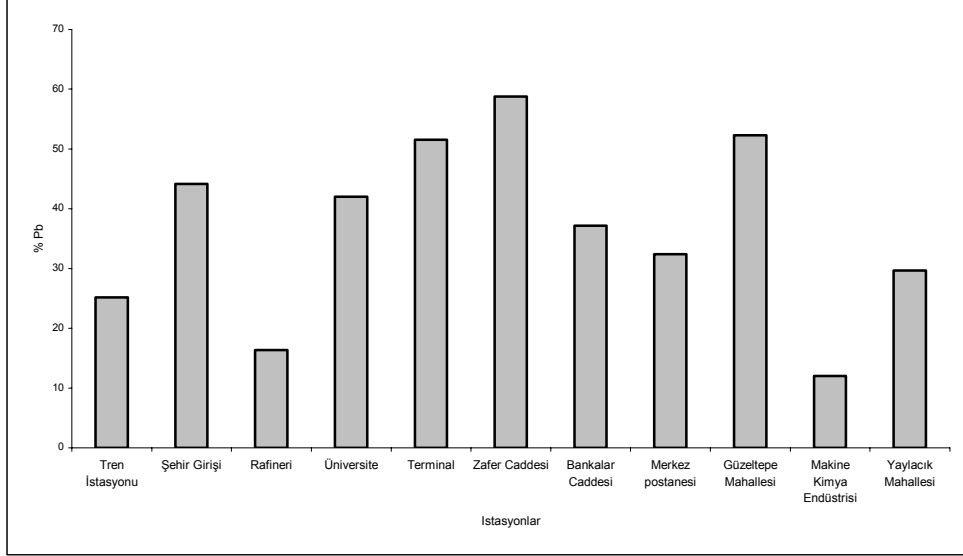
Şekil 10. Makine Kimya Endüstrisindeki kurşun (Pb) kirliliği



Şekil 11. Yaylacık Mahallesiindeki kurşun (Pb) kirliliği

Çizelge 1. Tüm istasyonlardaki kurşun (Pb) kirliliğinin yüzde olarak gösterimi

ISTASYONLAR	% Pb
Tren İstasyonu	25.145
Şehir Girişi	44.159
Rafineri	16.358
Üniversite	41.974
Terminal	51.545
Zafer Caddesi	58.783
Bankalar Caddesi	37.199
Merkez Postanesi	32.374
Güzeltepe Mahallesi	52.310
Makine Kimya Endüstrisi	12.023
Yaylacık Mahallesi	29.677



Şekil 12. Tüm istasyonlardaki kurşun (Pb) kirliliği yüzdelерinin grafik olarak gösterimi

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kırıkkale gerek ulaşım bakımından Türkiye'nin doğuya açılan kapısı olma özelliği, gerekse de bünyesinde barındırdığı Makine Kimya Endüstrisi (MKE) ve Rafineri gibi kuruluşlar nedeniyle nüfusunun çok olmasından dolayı, araç trafiği fazla olan illerimizden biridir. Bu da trafik kökenli kirlenmenin en büyük sebebidir. En yoğun kurşun (Pb) kirliliğinin ölçüldüğü Zafer Caddesi, Bankalar Caddesi, Güzeltepe Mahallesi, Terminal, Şehir Girişi ve Üniversite (şekil 2,4-7,9,12, tablo 1) şehrin en işlek ve dolayısıyla da en fazla araç trafiğinin görüldüğü bölgelerdir. Güzeltepe Mahallesiindeki kurşun kirliliği araç trafiğinden başka sebepleri de dayandırılmaktadır. Bu çalışma için örnek toplanması kış ayının bitiminden hemen sonra gerçekleştirildiğinden ısınma amacıyla yakılan kalorifer ve soba bacalarından çıkan gazların da yaprakta depolandığı ve bu kirlilikte önemli bir rolü oynadığı düşünülmektedir (şekil 9). En az kurşun (Pb) kirliliği ise MKE ve Rafineri bölgelerinden toplanan ağaç yapraklarında görülmektedir (şekil 3,10,12, tablo 1). Bu sonuç şaşırtıcı gibi görülebilir. Fakat bu kuruluşların gerek şehir trafiğinin daha az yoğun olduğu bölgelerde yer alması, gerekse de bu bölgelere yakıt tankerleri dışında hiçbir aracın girişine izin verilmemesinden dolayı yapraklarda daha az kurşun (Pb) birikimi tespit edilmiştir. Ancak bu bölgedeki yapraklarda taşıtların sebep olduğu yoğun bir kurşun (Pb) kirliliği belirlenemese de, sanayi kuruluşların faaliyetleri sonucu oluşan atık gazlardan kaynaklanan diğer ağır metallerin (örneğin çinko) aşırı kirliliği söz konusudur (şekil 3,10). Sonuç olarak Kırıkkale ilinde taşıt yoğunluğuna bağlı olarak miktarı değişmekle birlikte belirgin bir kurşun (Pb) kirliliği söz konusudur.

Bizim sonuçlarımızı doğrular tarzda bir çok çalışma yapılmıştır. Örneğin Çavuşoğlu tarafından (2002) yine EDS analiz cihazı kullanılarak yapılan bir çalışmada, Kırıkkale-Ankara karayolu üzerindeki *Elaeagnus angustifolia* (iğde) ağaçların yapraklarındaki kurşun (Pb) kirliliği araştırılmıştır. Sonuçta yol üzerinde hava sirkülasyonunun azaldığı, yolun daraldığı, rampaların arttığı bölgelerden alınan yapraklardaki kurşun (Pb) kirliliğinin; yolun düz ve geniş, sirkülasyonun fazla olduğu bölgelerdeki yapraklara göre daha fazla olduğu görülmüştür [35].

Buna benzer bir çalışma Türkan (1986) tarafından İzmir ve çevre yollarında yetişen bitkiler üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada 1800 taşıt/saat yoğunluğu olan yolların kenarında yetişen bitkilerdeki kurşun yoğunluğu 12-13 mgPb/1000 gr olarak ölçülmüştür [36].

Fidora (1972) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise bitki morfolojisinin kurşun birikiminde önemli olduğu gösterilmiştir. Bu araştırıcı *Lonicera xylesteum*'un tüylü yapraklarındaki kurşun (Pb) birikiminin *Lonicera tatarica*'nın tüysüz yapraklarından daha fazla olduğunu göstermiştir [37].

Denizli ilinde Çelik ve arkadaşları (2004) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, şehirdeki ağır metal kirliliğinin araştırılması amacıyla Robinia pseudo-acacia türünün yaprakları kullanılmış, sonuçta trafiğin yoğun olduğu bölgelerden toplanan örneklerde kurşun (Pb) ve bakırın (Cu), endüstriyel bölgelerden toplanan örneklerde ise demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve kadmiyumun (Cd) yoğun olarak bulunduğu tespit edilmiştir [26].

Diğer bir çalışmada ise, Pakista'nın Karachi şehrinde yol kenarlarında yetişen çeşitli bitkilerdeki kurşun (Pb) kirliliği ölçülmüş, sonuçta kurşun kirliliğinin araç trafiğinin ve sanayi kuruluşlarının fazla olduğu bölgelerden toplanan örneklerde diğerlerine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada, geniş aya ve yapışkan özelliğe sahip bitkilerin diğerlerine göre yine daha fazla kurşun (Pb) biriktiği de tespit edilmiştir [38].

Caselles (1998) tarafından yapılan çalışmada ise, Murcia-Alicante arasındaki 14 km uzunluğundaki karayolundan toplanan *Citrus limonia* örneklerinin yapraklarında Pb, Cu, Zn ve Mn kirliliği araştırılmıştır. Örnekler yol boyunca belirli aralıklarla toplandıkları gibi, yoldan 500 metre kadar içerilere girilerek toplanmışlardır. Sonuçta örnekleme yapılan bütün istasyonlarda kurşun (Pb) kirliliğinin araç yoğunluğuna göre değiştiği, Bakır (Cu), Çinko (Zn) ve Mangan (Mn) miktarlarının ise pek değişmediği gözlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca, yıkanan ve yıkanmayan örneklerde de bu metallerin farklılık gösterdiği tespit edilmiş, yıkama sonucunda metallerin miktarlarında önemli ölçüde azalma olduğu belirlenmiştir [39].

On yıl önce atmosfere yayılan kurşunun başlıca sebebi trafik aktivitesi sonucu oluşan kurşun ve türevleriydi. Fakat gelişmiş ülkelerin çoğunda, petroldeki kurşun miktarının azaltılması insan dokuları ve vejetasyon içindeki kurşununda azalmasını sağlamıştır [40-44]. Atmosferdeki kurşun miktarını azaltmak için başvuru temel yol petroldeki kurşun oranını azaltmaktır. Örneğin İngiltere de yasal olarak izin verilen petrol içindeki kurşun konsantrasyonu 1985 yılında 0.4 den 0.15 gl^{-1} 'ye [45]. Amerika Birleşik devletlerinde

1975 yılında 0.42 den 0.12 gl^{-1} 'ye çekilmiştir. Avustralya, Kanada, Almanya, İsviçre ve İsveç'te ise 1980-1990 yılları arasında kademeli olarak azaltılmış ve artık günümüzde kullanılmamaya başlanmıştır [46]. Ülkemizde de bu konuda gerekli yasal düzenlemeler yapılır ve etkili bir biçimde hayata geçirilebilirse, trafik kökenli kurşun kirliliğinde önemli ölçüde bir azalma olacaktır. Bütün bu bulgular sonucunda alınabilecek önlemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Benzine ilave edilen kurşun miktarının gelişmiş ülkelerde olduğu gibi en aza indirilmesi veya tamamen kaldırılması
- Kurşunsuz benzin kullanımının teşvik edilmesi
- Kurşun içeren kimyasal madde kullanımının sınırlandırılması veya yasaklanması
- Yol kenarlarına *Agrostis tenois*, *Deschamsia flexuosa* ve *Fescuta ovina* gibi kurşuna dayanıklı ve kurşun tutucu bitkilerin dikilmesi
- Bu gibi çalışmaların belirli periyot aralıklarıyla tekrarlanarak kirliliğin boyutlarının takip edilmesi.

KAYNAKLAR

- [1] R.M. Harrison ve D.P.H. Laxen, Lead pollution causes and control, Chapman and Hall Ltd, (1980), London.
- [2] W.J. Vandenberg ve O.L Wood, The distribution of lead a long a line source (highway), Hemisphere. 5 (1972), 221.
- [3] C.H.P. Jones, C.R. Clement ve M.J. Happer, Lead uptake from solition by Perennial Ryegrass and its transport from roots to shoots, Plant Soil. 38 (1973), 403.
- [4] P.K. Hopke, R.E. Lamb ve D.F.S. Natusch, D.F.S, Multielemental characterization of urban roadway dust. Environ, Sci. Technol. 14 (1980), 164.
- [5] M. Rodrigues ve E. Rodrigues, Lead and cadium levels in soil and plants near highways and their correlation with traffic density, Environ. Pollut. 4 (1982), 281.
- [6] C.R. Hibben, S.S. Hagor ve C.P. Mazzo, Comparison of cadmium and lead content of vegatable crops growing in urban and suburban gardens, Environ. Pollut. 7 (1984), 71.
- [7] C. Gratani, S. Taglioni ve M.F. Crescente, The accumulation of lead in agricultural soil and vegetation a long a Highway, Chemosphere. 24 (1981), 941.
- [8] M. Karademir ve C. Toker, Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde ekzoslarından gelen kurşun birikimi, II. Ulusal ekoloji ve çevre kongresi bildirileri. 11-13 Eylül (1995), Ankara.
- [9] C.L. Ndiokwere, A study of heavy metal pollution from motor vehicle emissions and its effect on roadside soil, vegetation and crops in Nigeria, Environmental Pollution. 7 (1984), 35.
- [10] C.M Shy, Lead in petrol the mistake of the XX.th. Century Rapp. Sanit Mond 43 (1990), 168.
- [11] G.L. Wheeler ve G.L Rolfe, The relationship beetween daily traffic volume and the distribution of lead in roadside soil and vegatation, Environ. Pollut. 18 (1979), 265.
- [12] L.A. Albert ve F. Badilla, Environmental lead in Mexica Reviews of Environmental Contamination and Toxicolgy, (1991) 117.
- [13] A.N. Onar ve A. Temizer, Çevre kirliliğine etkisinin ölçüsü olarak Cd ve Pb derişimlerinin idrarda tayini, Doğa Du. Müh. ve Çev. D. 11 (1987), 2.
- [14] M.C. Toker, Uptake of lead by barley (*Hordeum distichon* L.) roots and its relation to Potassium, Doğa T.U.S Biol. 12 (1998), 2.
- [15] M. Treshow ve F.K. Anderson, Plant stres from air pollution, 58.
- [16] M.Z. Igbal, M. Shafiq ve S.F. Ali, Effect of automobile pollution on seed weight and Branch length of some plants, Tr. J. of. Botany. 18 (1994), 475.
- [17] H.V.B. Hock ve E.J. Elstner, Schhandwürfungen Auf pflanzen Der pflanzentoxikologie, Mannheim, wien, Zurich, (1998) 103.

- [18] A. Mellor, Lead and zinc in the wallsend burn, an urban catchment in Tyneside, UK, The Science of the Total Environment. 269 (2001), 49-63.
- [19] B. Culbard, I. Thornton, J. Watt, M. Wheatly, S. Moorcroft ve M Thompson, Metal contamination in British suburban dusts and soils, J Environ Qual. 12 (1998), 226-234.
- [20] A.M. Moir ve I. Thornton, Lead and cadmium in urban allotment and garden soils and vegetables in the United Kingdom, Environ Geochem Health. 11 (1998), 113-119.
- [21] J.M. Bubb ve J.N. Lester, Anthropogenic heavy metal inputs to lowland river systems, a case study-the river stour, UK, Water, Air Soil Pollut. 78 (1994), 279-296.
- [22] J. Kelly, I. Thornton ve P.R. Simpson, Urban geochemistry a study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and nonindustrial areas of Britain, Appl Geochem. 11 (1996), 363-370.
- [23] S. Yılmaz ve M. Zengin, Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of Scot pine (*Pinus sylvestris* L.) needles,. Environ Int 29 (2004), 1041-1047.
- [24] A. Aksoy, U. Şahin ve F. Duman, *Robinia pseudo-acacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri, Tr J Bot. 24 (2000), 279-284.
- [25] M.N. Rashed, Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake, Environ Int 27 (2001), 27-33.
- [26] A. Çelik, A.A. Kartal, A. Akdoğan ve Y. Kaksa, Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinio pseudo-acacia* L., Environment International. (2004)(makale baskıda).
- [27] B. Market, Plants as biomonitors/indicators for heavy metals in the terrestrial environment, Weinheim, VHC Press, (1993).
- [28] S.M. Al-Shayeb, M.A. Al-Rajhi ve M.R.D. Seaward, The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as a biomonitor of lead and other elements in arid environments, Sci Total Environ. 168 (1995), 1-10.
- [29] A. Aksoy, W.H.G. Hale ve J.M. Dixon, *Capsella bursa-pastoris* (L.) medic as a biomonitor of heavy metals, Sci Total Environ. 226 (1999), 177-186.
- [30] R. Djingova ve I. Kuleff, Monitoring of heavy metal pollution by *Taraxacum officinale*, In: B. Markert, "Plants as biomonitors, Weinheim, VHC. (1993), 435-460.
- [31] A. Aksoy ve M. Öztürk, *Phoenix dactylifera* L. as a biomonitor of heavy metal pollution in Turkey, J Trace and Microprobe Tech. 14 (1996), 605-614.
- [32] A. Aksoy ve M. Öztürk, *Nerium oleander* L. as biomonitor of lead and other heavy metal pollution in mediterranean environment, Sci Total Environ. 205 (1997), 145-150.
- [33] A. Jiries, Vehicular contamination of dust in Amman, Jordon, The Environmentalist. 23 (2003), 205-210.

- [34] P.H. Davis, Flora of Turkey, Edinburgh University Press. (2000), London.
- [35] K. Çavuşoğlu, İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yapraklarında kurşun (Pb) yoğunluğunun araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6,3 (2003), 191-193.
- [36] I. Türkan, İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde kurşun, çinko ve kadmiyum kirlenmesinin araştırılması, Doğa, Tr. Bio. D. 10 (1986), 116.
- [37] B. Fidora, Der Bleigehalt von pflanzen verkehrsnoher standarte in abhönfigkeit von der vegetationsperiode, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85 (1972), 219.
- [38] ZI. Shams ve M.A.A. Beg, Lead in particulate deposits and in leaves of roadside plants, The Environmentalist. 20 (2000), 63-67.
- [39] J. Caselles, Levels of lead and other metals in citrus alongside a motor road, Water, Air and Soil Pollution_105 (1998), 593-602.
- [40] S.J. Eisenreich, N.A. Metzger, N.R. Urban ve J.A. Robbins, Response of atmospheric lead to decreased use of lead in gasoline, Environmental Science and Technology. 20 (1986), 171-174.
- [41] R.A. Jensen ve D.P.H. Laxen, The effect of the phase-down of lead in petrol on levels of lead in air, The Science of the Total Environment 59 (1987), 1-8.
- [42] M. Belles, A. Rico, M. Schumacher, J.L. Domingo ve J. Corbella, Reduction in lead concentration in vegetables grown in tarragona province, Spain, as a consequence of reduction of lead in gasoline, Environment International. 21 (1995), 821-825.
- [43] N. Pirrone, G.J. Keler ve J.O. Nriagu ve P.O. Warner, Historical trends of airborne trace metals in Detroit from 1971 to 1992, Water, Air and Soil Pollution. 88 (1996), 145-165.
- [44] M. Rodamilans, M. Tora, J. To-Figueran, J. Corbella, B. Lopez, C. Sanchez ve R. Mazzara, Effect of the reduction of petrol lead on blood lead levels of the population of Barcelona (Spain), Bulletin Environmental Contaminants and Toxicology. 56 (1996), 717-721.
- [45] UK Government, The motor fuel (lead content of petrol) (amendment) regulations, (S.I. 1985/1728), HMSO. (1985), London.
- [46] UN, The state of trans-boundary air pollution studies 12, report prepared within the framework of the convention on longrange trans-boundary air pollution, (1996), United Nations.

D.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
11. Sayı Eylül 2006

Kırıkkale İlinin Çeşitli Bölgelerinde Yol Kenarlarından Toplanan
Pinus Nigra (J.F.Arnold) Subsp. Nigra Var. Caramanica
(Loudon) Rehder Türündeki Kurşun Kirliliğinin Araştırılması
K.ÇAVUŞOĞLU & Ş. ÇAKIR & T. KIRINDI