

## Çam ( *Pinus Nigra* Arn. Subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Yapraklarında Egsoz Gazlarından Kaynaklanan Kurşun (Pb) Birikiminin Tespiti

K.ÇAVUŞOĞLU, H.KALYONCU, K.ÇAVUŞOĞLU, D.ÇAVUŞOĞLU

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 32260, Çünür, ISPARTA  
kursat@febsdü.edu.tr

**Özet :** Bu araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Kampüsü ile Isparta şehir merkezi arasında yer alan 9 km'lik yoldan toplanan *Pinus nigra* (çam) yapraklarındaki kurşun (Pb) konsantrasyonunun tespitine dayanmaktadır. Araştırma alanı olarak, her birinde 10 ağaç olmak üzere 5 istasyon belirlenmiş ve bu istasyonlardan alınan yaprak örneklerinin JEOL JSM – 5600 Taramalı Elektron Mikroskopuna (SEM) bağlı EDS analiz cihazı ile analizleri yapılmıştır. Birinci istasyondan beşinci istasyona doğru araç sayısının artması, çam ağaçlarının egzoz gazına maruz kalmaları yüzünden yaprakların enine kesitlerinde kurşun konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Ağır metal, kirlilik, kurşun, *Pinus nigra* ( çam ), EDS analizi

### Determination Of Lead Accumulation Resulted From Exhaust Gases In Pine( *Pinus Nigra* ) Leaves

**Abstract :** The objective of this study was to determine lead (Pb) concentration of pine leaves collected from trees along a 9 km road between Süleyman Demirel University Campus and Isparta downtown. Five stations, 10 pine trees each, were selected and sampled. The leaves were analysed by EDS analyzer which is connected to JEOL JSM – 5600 Scanning Electron Microscopy (SEM) . From the first to the fifth station, by increasing of the vehicle number it has been determined that the lead density increased on the transverse sections of the leaves which have been affected by exhaust gas.

**Keywords :** Heavy metal, lead , pollution, *pinus*, EDS analysis

#### Giriş

Yüzyıl insanların doğayı etkilemeleri sonucunda kirlenme sanayi devrimi ile artarak, coğrafik yayılımı bakımından düşündürücü boyutlara ulaşmıştır (1).

Bu kirlenmenin önemli bir kısmını ise ağır metaller oluşturmaktadır. Kurşun (Pb) birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metaldir (1,2). Kurşun (Pb) doğada organik ve inorganik halde bulunmaktadır. İnorganik kurşun atmosferde partiküler halinde bulunurken, organik kurşun uçucu olup çoğunlukla gıda maddeleri ve içme suyunda bulunmaktadır, bu irliliğine sebep olan kurşunun (Pb) %98'nin egzoz gazlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir (3,7). Yeni oto yolların yapılmasıyla trafiğe çıkan araç sayısı günden güne artmakta, bunun sonucunda da trafik kökenli kirlenme hat safhaya ulaşmaktadır (6-9). Kirlilik sonucunda oluşan kurşun (Pb) toprağa ve atmosfere geçerek bitki, hayvan ve hatta insanlar için tehlike oluşturmaktadır (10).

Çeşitli sebeplerle çevreye yayılan ağır metaller (Pb gibi) güneş ışığı altında, çok zehirli fotokimyasal duman olarak bilinen maddeleri oluşturmak üzere birleşirler ve oluşan bu maddeler bitkiye zarar verir. Bu zararların bazıları: bitkide besin üretiminin durması, yaprak dokularında nekrotik çökmeler, klorozis veya renk değişimleri, büyümenin azalması ve bitkinin ölmesi şeklinde sıralanabilir (11).

Ağır metallerin belirlenmesinde çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlardan bazıları atomik absorpsiyon ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)

sebeple organik kurşun inorganik kurşuna göre canlı yaşamı üzerinde daha fazla zararlıdır (2,3). Kurşunun (Pb) toprağa ve atmosfere geçişi çeşitli yollarla olmaktadır. Bu yollar arasında, endüstri kuruluşlarının bacalarından ve taşıtların egzozlarından çıkan dumanlar, lehim, akü, boya, elektrik ve petrol sanayine ait atıklar ile pestisitler sayılabilir (1,4-6). Kirliliğin en büyük sebeplerinin başında ise taşıtların egzozlarından çıkan gazlar gelmektedir. Yapılan çalışmalarda çevre k yoluyla kurşun tayinidir. SEM'e dayalı ölçümde, SEM mikroskobuna bağlanan EDS analiz cihazı kullanılmaktadır (7,12-16).

#### Materyal ve Yöntem

Örnekleme yapılmadan önce, yol boyunca 2'şer km arayla beş istasyon belirlenmiştir. Her bir istasyonda toplam 10 ağaçtan yaprak örnekleri bir budama makası ile kesilmiş ve steril naylon poşetlere konularak numaralandırılmıştır. Kontrol grubuna ait örnekler ise ana yola 500 metre uzaklıkta bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi kampüs alanından alınmıştır.

Toplanan yaprak örneklerinin yüzeyleri Aksoy ve arkadaşlarının (2000) yöntemine uygun olarak nemli bir bez ile silinmiştir (8). Yaprak yüzeyindeki ağır metallerin konsantrasyonunda % 70-75 civarında bir azalma olduğundan yaprakların yıkanmaları tercih edilmemiştir (8). Hayat (1981)'in yöntemine göre

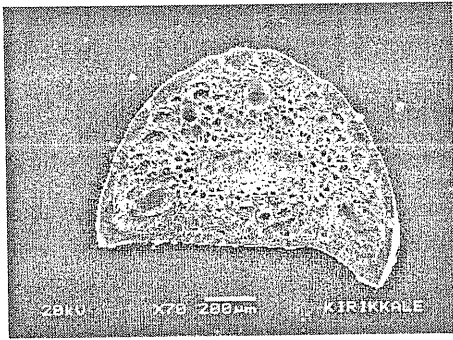


örneklerden bir jilet yardımıyla enine olarak alınan kesitler, 105 °C lik etüvde 24 saat bekletilmiş ve dokulardaki suyun buharlaşması sağlanmıştır (17). Süre sonunda etüvden çıkarılan örnekler ince uçlu bir pens yardımıyla stampalar üzerine alınıp POLORON SC 500 marka kaplama cihazıyla iki dakika süreyle altın tozuyla kaplanarak JEOL JSM-5600 Taramalı Elektron Mikroskobuna (SEM) bağlı EDS (Elektron Dağılım Spektroskopisi) analiz cihazı ile analizleri yapılmıştır. EDS her elementi karakteristik X ışını spektrumlarına göre tanıyarak, onların numune içindeki oranlarını yüzde olarak belirleyen bir analiz cihazıdır.

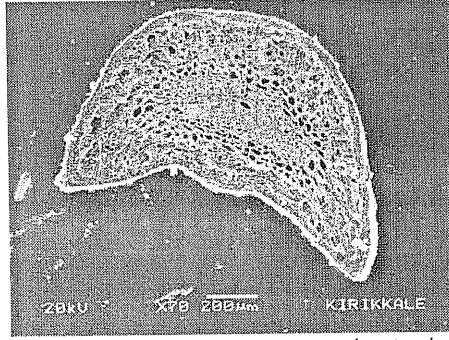
### Sonuç ve Tartışma

Süleyman Demirel Üniversitesi kampüsü ile şehir merkezi arasındaki 9 km'lik yolun günde ortalama 1704 otomobil, 166 otobüs, 972 kamyon ve 34 tır olmak üzere toplam 2876 araç tarafından kullanıldığı karayolları tespit raporundan anlaşılmaktadır. Süleyman Demirel Üniversitesi kampüs alanından toplanan kontrol grubuna ait yaprak örnekleri ile belirlenen beş istasyondan alınan yaprak örnekleri karşılaştırıldığında, istasyonlardaki yaprak örneklerinin yüzeylerinin egsoz gazlarından kaynaklanan siyahımsı bir tabaka ile kaplı olduğunu tespit edilmiştir.

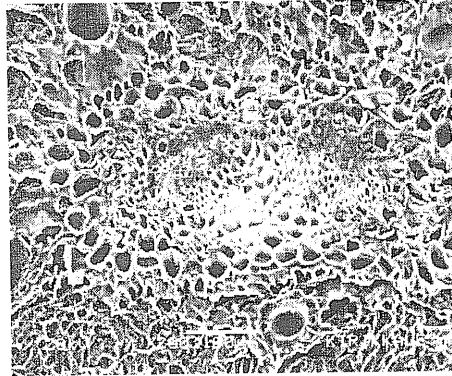
Taramalı Elektron mikroskobik (SEM) incelemeler sonucunda kontrol grubuna ait yaprak örnekleri ile kurşun konsantrasyonun en fazla olduğu beşinci istasyona ait yaprak örneklerinin enine kesitleri (Şekil 1 ve 2 ), iletim demetleri (Şekil 3 ve 4 ) ve reçine kanalları (Şekil 5 ve 6 ) karşılaştırıldığında, beşinci istasyona ait yaprak örneklerinin iletim demetleri ile reçine kanallarında belirgin bir daralma olduğu açıkça görülmüştür.



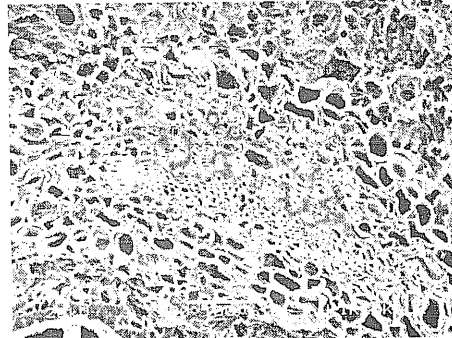
Şekil 1. Kontrol grubuna ait yaprak enine kesiti.



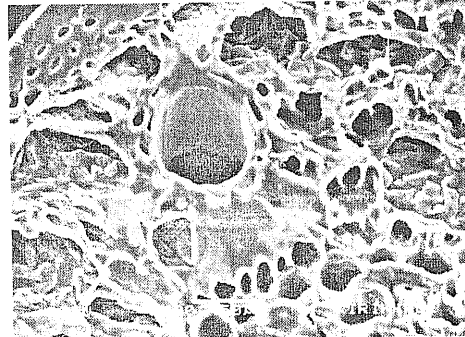
Şekil 2. Beşinci istasyona ait yaprak enine kesiti.



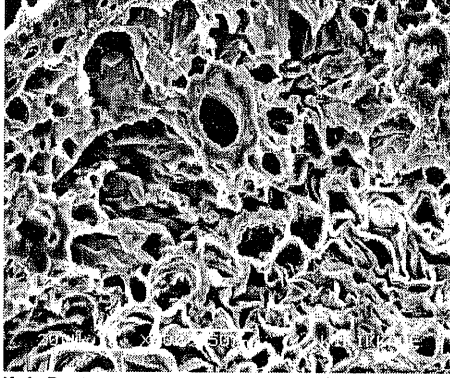
Şekil 3. Kontrol grubuna ait yaprak iletim demeti



Şekil 4. Beşinci istasyona ait yaprak iletim demeti

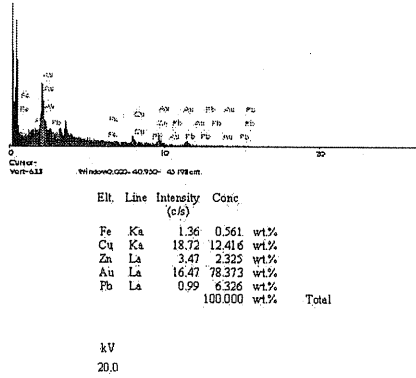


Şekil 5. Kontrol grubuna ait reçine kanalı

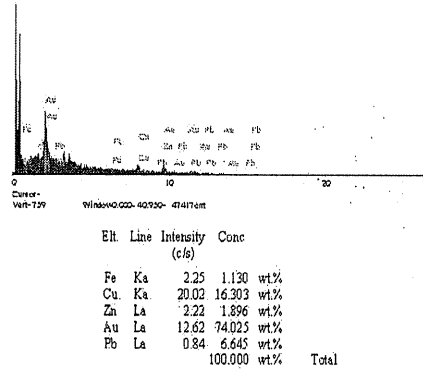


Şekil 6. Beşinci istasyona ait reçine kanalı

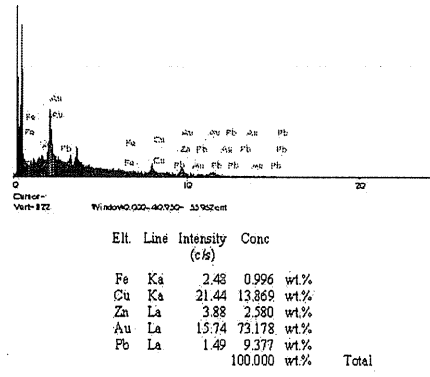
Bu çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi kampüs alanından alınan kontrol grubuna ait örneklerde kurşuna rastlanamamıştır. Ancak, birinci istasyondaki örneklerin yaprak enine kesitlerinde 6.326 wt % (Şekil 7), ikinci istasyondaki örneklerin yaprak enine kesitinde 6.645 wt % (Şekil 8), üçüncü istasyondaki örneklerin yaprak enine kesitlerinde 9,377 wt % (Şekil 9), dördüncü istasyondaki örneklerin yaprak enine kesitlerinde 11,675 wt % (Şekil 10), beşinci istasyondaki yaprakların enine kesitlerinde 11.924 wt % (Şekil 11) oranında kurşun tespit edilmiştir.



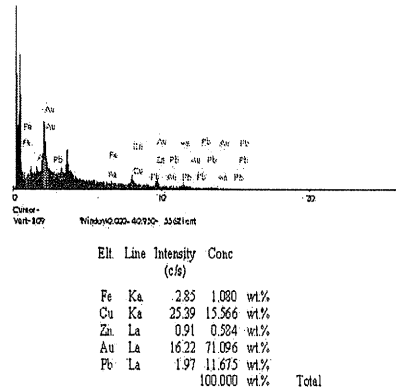
Şekil 7. Birinci istasyona ait ağır metal konsantrasyonu



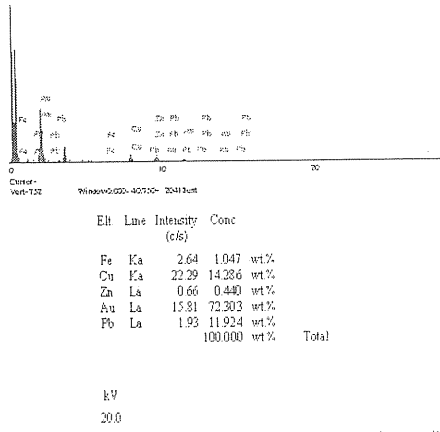
Şekil 8. İkinci istasyona ait ağır metal konsantrasyonu



Şekil 9. Üçüncü istasyona ait ağır metal konsantrasyonu



Şekil 10. Dördüncü istasyona ait ağır metal konsantrasyonu



**Şekil 11.** Beşinci istasyona ait ağır metal konsantrasyonu

Kontrol grubuna ait örneklerin yapraklarında kurşuna rastlanılmamasının en önemli sebebi, buldukları bölgenin yola 500 m uzaklıkta olup, karayoluyla temasının olmamasıdır. Birinci istasyondan itibaren kurşun miktarının artmasının sebebi ise, birinci istasyondan beşinci istasyona doğru gidildikçe yolun daralması, araç sayısının artması, egzoz gazına maruz kalma süresinin uzaması, kentleşmenin artması ve hava sirkülasyonunun azalmasıdır. Yaprak enine kesitlerindeki kurşun oranlarının yüksek ve birbirinden farklı olmasının sebebi ise, kutikula ve epidermis gibi hücrelerin ölü hücreler olup sürekli olarak kurşun depo etmeleridir.

Ağır metallerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ağır metaller ile bitkilerin büyüme olaylarında bir gerileme söz konusu iken, diğer yandan tarımsal değerler de olumsuz yönde etkilenmektedir.

Aksoy (1995) tarafından yapılan çalışmada *Cicharium intibus* L. ( hindiba ) ve *Rumex pulcher* L. ( kuzu kulağı ) bitkileri kullanılarak, Kayseri-Kırşehir karayolu 16. km sinde trafik kökenli ağır metal kirlenmesi araştırılmıştır. Anayoldan 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 m uzaklıktan alınan bitkilerin yapraklarındaki kurşun konsantrasyonları tespit edilmiştir. Elde edilen bilgilere göre 0. km de *C. Intybus* bitkisinin yapraklarında 13.000 ppm oranında kurşun konsantrasyonu tespit edilmiştir. Ayrıca anayoldan uzaklaştıkça her iki bitki türünde de ölçülen ağır metal konsantrasyonunun düştüğü ve yaprakları tüylü olan *C. Intybus* bitkisinin yaprakları tüysüz olan *R. Pulcher* bitkisinden daha fazla oranda ağır metalleri tuttuğu tespit edilmiştir (6). Bizde yaptığımız çalışmada Aksoy'un sonuçlarına benzer sonuçlara ulaştık. Anayoldan 500m uzaklıktan alınan kontrol grubu yapraklarında kurşuna rastlayamamamıza karşın, anayoldan alınan örneklerde fazla miktarda kurşun tespit ettik.

Karademir ve Toker (1995) tarafından yapılan çalışmada ise Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen *Gramineae* (buğdaygiller) ve *Taraxacum*(karahindiba ) türlerinde egzoz gazlarından kaynaklanan kurşun

birikimi incelenmiş, bu bitkilerden alınan kök ve yaprak numuneleri ekstrakte edilerek, atomik absorpsiyon ile kurşun miktarları ölçülmüştür. Sonuçta trafik yoğunluğunun daha fazla olduğu Tandoğan kavşağında bulunan örneklerin yapraklarında 35.000 ppm oranında kurşuna rastlanmıştır (2). Bizde yaptığımız bu çalışmada trafiğin en yoğun olduğu şehir merkezinde bulunan örneklerin yapraklarında kurşun konsantrasyonunun en fazla olduğunu tespit ettik.

Caselles (1998) tarafından karayolu kenarında yetişen *Citrus limon* L. bitkisi kullanılarak yapılan çalışmada, taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliğinin varlığı araştırılmıştır. Bu amaçla anayoldan 1, 50, 100, 200, 300, 400, 500 m uzaklıktan alınan bitkilerin yıkanmış ve yıkanmamış yapraklarındaki kurşun konsantrasyonları atomik absorpsiyon ile tespit edilmiştir. Sonuçta anayoldan uzaklaştıkça ağır metal konsantrasyonunun düştüğü ve yıkanmamış yaprakların yıkanmış yapraklara göre daha fazla kurşun içerdikleri belirlenmiştir. 1. m de *C. limon* bitkisinin yıkanmamış yapraklarında 28 ppm, yıkanmış yapraklarında ise 18 ppm oranında kurşun konsantrasyonu tespit edilmiştir. 500. m de *C. limon* bitkisinin yıkanmamış yapraklarında 15 ppm, yıkanmış yapraklarında ise 13 ppm oranında kurşun konsantrasyonu belirlenmiştir (18). Bizde yapmış olduğumuz çalışmada anayoldan alınan yaprak örneklerinde kurşun konsantrasyonunun fazla olduğunu, anayola 500m uzaklıktan alınan kontrol grubu yapraklarında ise kurşun bulunmadığını tespit ettik.

Aksoy ve arkadaşları (2000) Kayseri- Kırşehir karayolu üzerindeki *Pseudo acacia* (yalancı akasya ) örnekleriyle yapmış oldukları çalışmada taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliği varlığını araştırmışlardır. Bu amaçla Kayseri-Kırşehir karayolu kenarından yaprak örnekleri toplayarak atomik absorpsiyon ile analizlerini yapmışlardır. Yol kenarından toplanan örneklerdeki kurşun konsantrasyonunu 740.000 ppm bulmuşlardır (8). Bizde yapmış olduğumuz çalışmada anayoldan alınan yaprak örneklerinde ki kurşun konsantrasyonunun en yüksek düzeyde olduğunu tespit ettik.

Shams ve Beg (2000) tarafından yapılan çalışmada ise Pakistan'ın bazı bölgelerinde yetişen bitki türlerinde ( *Nerium oleander* (zakkum), *Ficus bengalensis* (bengal inciri), *Ficus virens* (incir ) ve toprakta egzoz gazından kaynaklanan kurşun birikimi incelenmiş, bu bitkilerden alınan yaprak örnekleri ile toprak numunelerinin atomik absorpsiyon kullanılarak kurşun içerikleri ölçülmüştür. Sonuçta trafik yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde yaprak ve topraktaki kurşun içeriğinin fazla olduğu tespit edilmiştir. İncelenen bitki türleri içerisinde en fazla kurşun konsantrasyonu *F. bengalensis* yapraklarında ( 2.38±0.96 ppm ) belirlenmiştir. Bunda da *F. bengalensis* in yapraklarının diğer türlerin yapraklarına göre daha büyük ve yapışkan özelliğe olmasının önemli bir rol oynadığı değerlendirilmiştir (19). Bizde yapmış

olduğumuz bu çalışmada trafik yoğunluğunun en fazla olduğu şehir merkezinden alınan örneklerin yapraklarında en fazla kurşun konsantrasyonuna rastladık. Şehir merkezinden uzaklaştıkça ise yapraklardaki kurşun konsantrasyonunun azaldığını tespit ettik.

Çavuşoğlu ( 2002 ) tarafından yapılan çalışmada ise Ankara-Elmadag ilçesi ile Kırıkkale Üniversitesi kampüsü arasında kalan 30 km<sup>2</sup> lik bir yolda bulunan *Elaeagnus angustifolia* yapraklarında egsoz gazlarından kaynaklanan kurşun birikimi incelenmiş, bu bitkiden alınan yaprak örneklerinin enine kesitlerindeki ve stomalarındaki kurşun miktarı JEOL JSM-5600 Taramalı Elektron Mikroskopuna bağlı EDAX analiz cihazı ile belirlenmiştir. Sonuçta, birinci istasyondan beşinci istasyona doğru gidildikçe yaprakların enine kesitlerindeki kurşun konsantrasyonunun arttığı ( 22,951 wt % - 25,403 wt % - 27,550 wt % - 34,648 wt % - 46,915 wt % ), stomalarındaki kurşun konsantrasyonunun ise nispeten aynı seviyede kaldığı (19,830 wt % - 28,06 wt % - 28,634 wt % - 28,77 wt % - 30,01wt % ) tespit edilmiştir. Birinci istasyondan itibaren kurşun miktarının artmasının sebebi; birinci istasyondan beşinci istasyona doğru gidildikçe yolun daralması, rampaların artması ve egsoz gazına maruz kalma süresinin yüksek olmasıdır. Stomalarındaki kurşun konsantrasyonunun ise tüm istasyonlarda hemen hemen aynı seviyede olmasının sebebi ise; stomaların canlı hücreler olmaları ve belirli bir yoğunluktan sonra fazla kurşunu kabul etmeyip dışarıya atmalarıdır (20). Bizde yapmış olduğumuz bu çalışmada kampüs bölgesinden şehir merkezine doğru gittikçe yapraklardaki kurşun konsantrasyonunun, yolun daralması, araç sayısının artması ve hava sirkülasyonunun azalması gibi sebeplerden dolayı attığını tespit ettik.

Sonuç olarak, kurşunun sebep olduğu kirliliği azaltmak için belirli önlemlerin alınması gerektiği açıktır. Bu önlemler arasında kurşunsuz benzinin tercih edilmesi, tarımın yol kenarından uzak alanlarda yapılması ve toplumun günümüzün en önemli problemlerinden biri olan çevre kirliliği konusunda daha duyarlı hale gelmesi sağlanmalıdır.

### Kaynaklar

[1] Saygıdeğer, S.: 1995, *Lycopersicum esculentum* L. bitkisinin çimlenmesi ve gelişimi üzerine kurşunun etkileri. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Ankara. 588-597.  
 [2] Karademir, M. and Toker, M.C.: 1995, Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde egsoz gazlarından gelen kurşun birikimi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Kayseri. 699-711.  
 [3] De Jonghe, W.R.A. and Adams, F.C.: 1982, Biogeochemical cycling of organic lead compounds. *Ecotoxicology*. 561-593.  
 [4] Kalinowska, A.: 1984 Lead concentration in the slug *Arion rufus* from sites at different distances from a tourist road. *Ecological Bulletins*.36, 46.

[5] Mark, K., Fyles, H. and Hendershot, W.: 1997, Trace metals in Montreal urban soils and the leaves of *Taraxacum officinale*. *Can. J. Soil. Sci.* **79**, 385-387.  
 [6] Aksoy, A.: 1995, Kayseri-Kırşehir karayolu kenarında yetişen bitkilerde ağır metal kirlenmesi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Programı. Kayseri. 1-8.  
 [7] Servant, J.: 1982, Airbone lead in the enviromental in France. 595-619.  
 [8] Aksoy, A., Şahin, U. and Duman, F.: 2000. *Robinia pseudo-acacia* L. As possible biomonitor of heavymetal pollution in Kayseri. *Turk J. Bot.* **24**, 279-284.  
 [9] Lindberg, P.: 1981, Getting the lead out of Swedish petrol. Step by Leaden Step.- *Ambio*.**10**, 351.  
 [10] Guinee, F.V.: 1972, Lead poisoning. *Am. J. Med.* **52**, 283.  
 [11] Öztürk, M.A. and Seçmen, Ö.: 1996, Bitki Ekolojisi. Ege Üniversitesi Yayın Evi. Ankara. 206-218.  
 [12] Samanta, G. and Chakraborti, D.: 1996, Flow injection hydride generation atomic absorbtion spectrophotometric methods for determination of lead in enviromental samples. *Enviromental Technology*. **17**, 1327-1337.  
 [13] Vardaka, E., Cook, C.M. and Lanaras, T.: 1997, İnterelemental relationship in the soil and plant tissue and photosynthesis of field-cultivated wheat growing in naturally enriched copper soils. *Journal of Plant Nutrition*. **20**, 441-453.  
 [14] Aujejo, A., Ferrer, J., Gabaldon, C., Marzal, P. and Seco, A.: 1997, Diagnosis of boron, fluorine, lead, nickel and zinc toxicity in citrus plantations in Villareal, Spain. *Water, Air and Soil Pollution*. **94**, 349-360.  
 [15] Dolinsek, F., Stupar, J. and Vrscaj, V.: 1991, Direct determination of cadmium and lead in geological and plant materials by electrothermal atomic absorbtion spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. **6**:653-660.  
 [16] Novozamsky, I., Houba, V.J.G., Van Der Lee, J.J. and Vav Eck, R.: 1974, A convenient wet digestion procedure for multi element analysis of plant materials. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **24**, 2595-2605.  
 [17] Hayat, M.A.: 1981, Principles and tecniques of electron microscopy. 2nd. Ed. Vol. I. London.  
 [18] Caselles, J.: 1998, Levels of lead and other metals in citrus alongside a motor road. *Water, Air, and Soil Pollution*. **105**, 593-602.  
 [19] Shams, Z.I. and Beg, M.A.A.: 2000, Lead in particulate deposits and in leaves of roadside plants, Karachi, Pakistan. *The Enviromentalist*. **20**, 63-67.  
 [20] Çavuşoğlu, K.: 2002, İğde ( *Elaeagnus angustifolia* L. ) yapraklarında kurşun ( Pb ) varlığını araştırılması. ( Yüksek Lisans Tezi- Kırıkkale )