

**CUPRESSUS SEMPERVIRENS L. VE CEDRUS LIBANI A. RICH.
YAPRAKLARINDA TAŞITLARIN SEBEP OLDUĞU
KURŞUN (Pb) KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kürşat ÇAVUŞOĞLU¹, Kültiğın ÇAVUŞOĞLU²

**¹Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Edebiyat Fakültesi. Biyoloji Bölümü.
32260, Çünür/ ISPARTA. kursat@fef.sdu.edu.tr**

**²Kırıkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi. Biyoloji Bölümü.
71450, Yahşihan/ Kırıkkale kcavusoglu@kku.edu.tr**

Özet:

Bu çalışmada Isparta İli Şehir Merkezi Girişi ile Süleyman Demirel Üniversitesi arasındaki 10 km'lik yol boyunca sıralanan, *Cupressus sempervirens* ve *Cedrus libani* ağaçlarının yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliği araştırılmıştır. Sonuçta her iki bitki türünde de kurşun (Pb) kirliliğinin şehre yaklaştıkça arttığı belirlenmiştir. Ayrıca *Cupressus sempervirens* bitkisinin yaprağının anatomik yapısından dolayı *Cedrus libani*'ye göre daha fazla kurşun (Pb) içerdiği de tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Cupressus sempervirens*, *Cedrus libani*, Elektron dağılım spektroskopisi (EDS), Kurşun kirliliği, Taramalı elektron mikroskop (SEM).

Abstract:

In this study, lead (Pb) pollution in leaves of *Cupressus sempervirens* and *Cedrus libani* trees that grow alongside a ten km motor road between University of Süleyman Demirel and Centrum entrance of Isparta City was investigated. As a result, lead (Pb) pollution in leaves of both of plant species was increased more and more as getting closer the City. Moreover, because of anatomical structure of *Cupressus sempervirens* leaves, this plant was determined to contain much more heavy metal than *Cedrus libani* do.

Key Words: *Cupressus sempervirens*, *Cedrus libani*, Electron dispersive spectroscopy (EDS), Lead pollution, Scanning electron microscope (SEM).

1- GİRİŞ

Bilindiği gibi, son yirmi yıldır çevresel problemler tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de günlük yaşam problemleri arasında yer almaktadır. Ormanların yok edilmesinden kaynaklanan erozyon, çarpık kentleşme, yeşil alanların azalması, sahillerin bozulması, endüstride kullanılan kimyasallar, nükleer ve termik enerji santraller ile trafik sadece ülkemizde değil tüm dünyada çözümü araştırılan problemlerden bazılarıdır (1). Buna ilaveten, şehir nüfusundaki hızlı artış daha fazla endüstri oluşturmak için talebi arttırmış ve zaten var olan problemlere yenilerini ilave etmiştir (2). Yıllar boyunca bir çok gelişmiş ülkenin olduğu gibi Türkiye'nin de çevresel politikaları bu problemlere kalıcı çözümler üretememiştir.

Son yıllarda ülkemizdeki hava kirliliğinin temel sebeplerinin başında ise trafik kökenli kirlenme gelmektedir. Trafikteki araçların egzozlarından çevreye yayılan kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve civa (Hg) gibi ağır metaller gerek insanlar gerekse de bitki ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler yapabilmektedir.

Kurşun (Pb) birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metaldir (3). Toprak ve bitkilerde küçük miktarlarda bulunan doğal bir elementtir. Aşırı miktardaki kurşun

ise gerek bitki ve hayvanlar gerekse de toprak için toksik etki yapmaktadır. Kurşunun bitki ve toprak yapısına katılması gübre, pestisit, atık sular yoluyla olmaktadır (4-10). Çevreyi kirleten en önemli kurşun kaynağı ise hava ile taşınan kurşundur. Bu hava kaynaklı metal partikülleri taşıtların egzoz gazlarından kaynaklanmaktadır (10,11). Atmosferdeki kurşunun %90'nının 1925'den bu yana kurşunlu benzinin kullanımı sonucu oluştuğu bilinmektedir (12). Son yıllarda ciddi teşebbüsler olmasına rağmen hala ülkemizde motorlu araçların sebep olduğu kirlilik problemi çözülememiştir (9).

Kurşun (Pb) 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 (13,14). Bitki kökleri ve stomalar aracılığıyla alınan kurşun, bitkinin değişik kısımlarında birikir ve besin zincirine girerek dolaylı olarak yada solunum yoluyla doğrudan insan sağlığını etkileyebilir (15-17). 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. Bir başka çalışmada ise tahıl bitkilerinin yüksek konsantrasyonda kurşun ile muamele edildiğinde kök gelişimlerinin olumsuz etkilendiği gösterilmiştir (18). Kurşunun ayrıca bitkilerde de pek çok yapısal hasara yol açtığı da belirlenmiştir. Bu hasarlara yapraktaki epidermis, epistomal odalar ve kutikula tabakasının bozulması, stoma sayısının artması ve stomaların yaprağın daha derinlerine yerleşmesi örnek olarak verilebilir (19).

İnsanlar tarafından kurşunun (Pb) alınımı ise büyük ölçüde solunum ve mide yoluyla olmaktadır. Buda kan, kemik ve doku örnekleri içinde metal konsantrasyonlarının artmasına yol açmaktadır (20,21). Bu metale maruz kalma kan basıncında artmaya, çocuklarda zihinsel gelişim bozukluklarına, kalp-damar, böbrek, kemik ve sinir hastalıklarına, insan gelişiminde gerilemeye, böbrek hasarına ve çeşitli kanserlere sebep olmaktadır. Yüksek dozlarına maruz kalındığında ise ölüm de görülebilmektedir (22-25).

Kurşun kirliliği toprak, havadaki partiküller, yol kenarı bitkileri, şehir içinden geçen sular ve sedimentlerle çok iyi çalışılmıştır (26-30).

Kurşun kirliliğini izlemek için en uygun ve ekonomik olan metot ise bitki örtüsünü kullanmaktır. Çam ağaçları (31), akasyalar (32) ve diğer organizmalar örneğin balıklar (33) kirliliğin izlenmesinde biyomonitor olarak kullanılabilir.

Son on yılda ise, basit yapılı bitkiler özellikle yosunlar ve likenler (34-36), ağaç kabukları, yaş halkaları ve yüksek yapılı bitkilerin yaprakları metal kirliliğinin dağılımı ve birikimini araştırmak için kullanılmaktadır (32, 37-39). Yüksek yapılı bitkilerin ise tek yıllık olanlarından ziyade, çok yıllık ve herden yeşil kalanları tercih edilmektedir. Böylece kirliliğin yıllık veya kısa dönemli değişimleri hakkında bilgi edinilebilmektedir (40).

Karalar üzerindeki ağır metal kirliliğinin izlenmesinde farklı ülkelerde farklı bitki türleri kullanılmaktadır. Örneğin Norveç'de *Hylocomium splendens* (41), Almanya'da *Pleurozium schreberi*, *Scleropodium purum*, *Hypnum cupessiforme* ve *Hylocomium splendens* (42), Polonya ve Amerika'nın çeşitli bölgelerinde *Populus nigra* (43), Bulgaristan'da *Populus nigra* var. *nigra* (44), ülkemizde ise *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (45), *Elaeagnus angustifolia* (46) ve *Robinia pseudo acacia* (32) kullanılmaktadır.

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 (36). Bu çalışmada incelenen *Cupressus sempervirens* ve *Cedrus libani* türleri gerek toplama kolaylıkları gerekse de örnekleme alanında geniş sayılarda temsil edilmelerinden dolayı tercih nedeni olmuşlardır.

2- YÖNTEM

İncelenen *C. sempervirens* ve *C. libani* türlerine ait yaprak örnekleri 15 Ağustos 2004 tarihinde toplanmışlardır. Örnek alımı Süleyman Demirel Üniversitesi ile Şehir Girişi arasında kalan 10 km'lik yol boyunca gerçekleştirilmiştir. Yol boyunca 2'şer kilometre arayla 5 istasyon belirlenmiş. Bu istasyonlarda, incelenecek her bir bitki türü için en az 3 ağaç tespit edilmiş ve bu ağaçların 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. Kesit alma işleminin her bir yaprağın uç, orta ve dip kısımlarından gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir. Jilet yardımıyla alınan kesitler 48 saat süreyle oda sıcaklığında kurutulduktan sonra stampalar üzerine alınmış ve "Poloron SC-5600" marka altın kaplama cihazıyla 2 dakika altın tozuyla kaplanmıştır. Son aşamada ise her ağaca ait 10 yaprak örneğinin taramalı elektron mikroskoba (SEM) bağlı EDS analiz cihazıyla kurşun (Pb) miktarları belirlenerek ortalama değerleri alınmıştır (46). 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 K_{α} , L_{α} ve M_{α} 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 göstermektedir.

2.2. Çalışmada Kullanılan Bitkiler

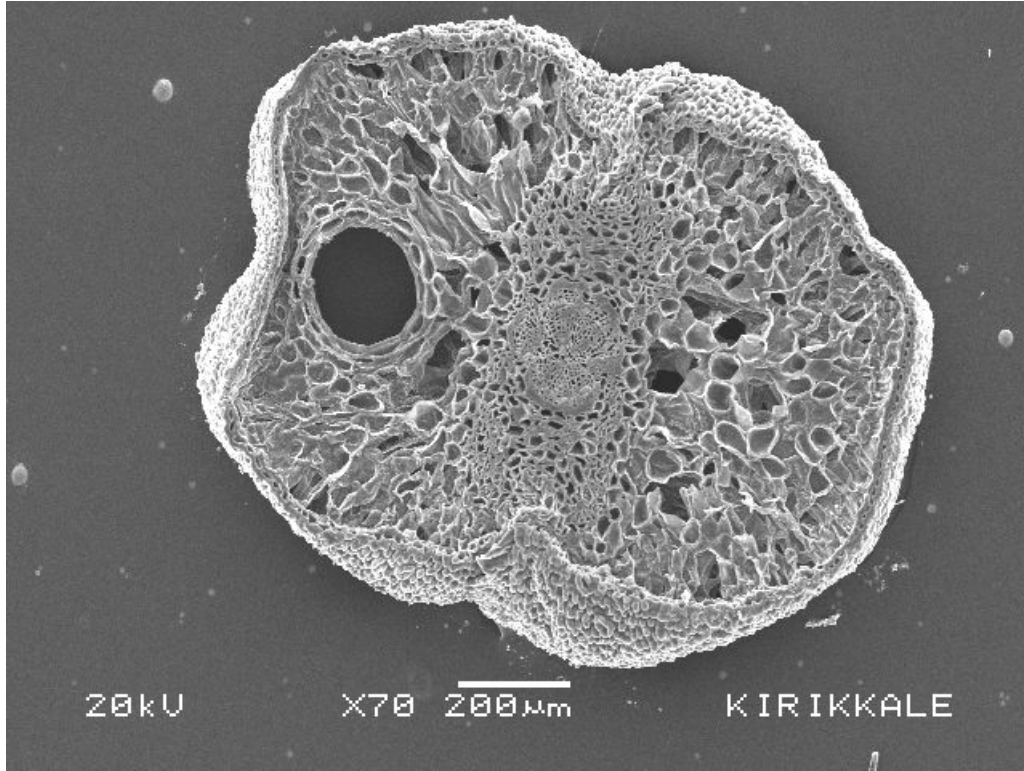
2.2.a. *Cupressus sempervirens* L.

20-30 metreye kadar uzayabilir. Taç kısımları piramit yada sütun şeklindedir. İki evcikli, herdem yeşil, yaprakları pulsu genellikle dört köşe sürgünlerde dört sıra halinde ve karşılıklı olarak dizilmiş. Erkek kozalaklar dalların ucunda, küçük ve uzunca silindir şeklinde. 6-12 puldan meydana gelmiş olan dişi kozalaklar sürgünler üzerinde

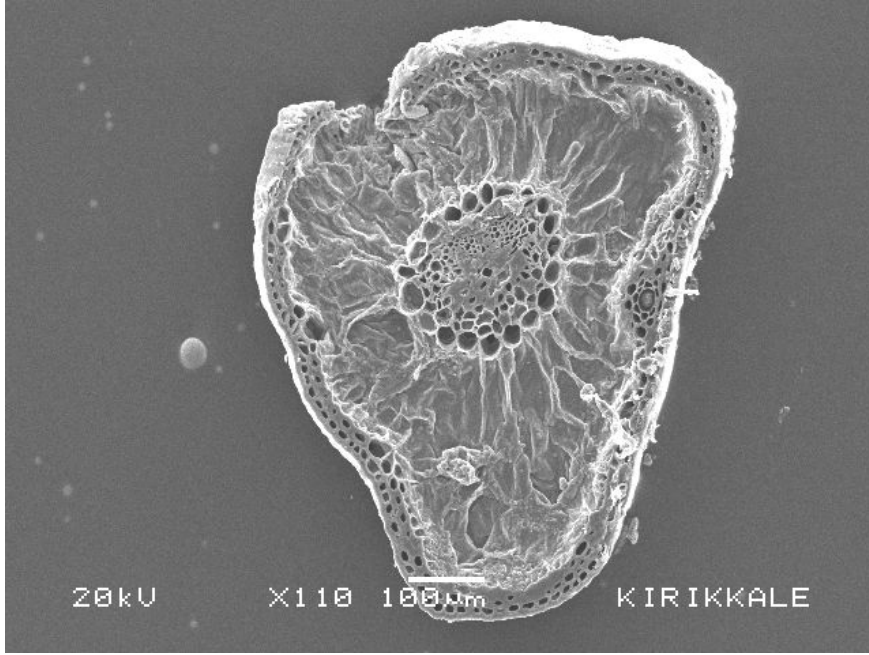
bulunur ve iki yılda olgunlaşır. Asıl yayılış alanı Orta Doğu olan bu türe ülkemizde Akdeniz ikliminin etkisi altında bulunan bölgelerde sıklıkla rastlanır. Güney Anadolu'da Antalya dolaylarında doğal koruluklar oluştururlar (47).

2.2.b. *Cedrus libani* A. RICH.

30-40 metreye kadar uzayabilir. Dalları yere yatay olarak gelişir. Yapraklar 10-40 mm uzunluğunda, ucu sivri dişi kozalak 6-10 cm boyundadır. Antitoros, Toros'lar ve Amanos dağlarında 1200-2000 metre yükseklikler arasında saf, bazen köknar ve karaçam ile karışık ormanlar oluştururlar. Anadolu'nun batı kesiminde Eğridir yöresinde, doğuda ise Maraş ve Tokat yörelerinde de yayılış göstermektedir (47).



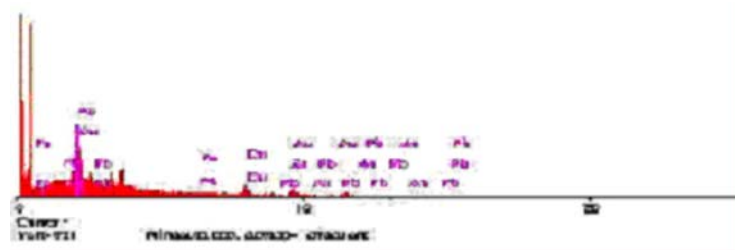
Şekil 1. *Cupressus sempervirens* yaprağından alınan enine kesitin SEM'de görünümü.



Şekil 2. *Cedrus libani* yaprağından alınan enine kesitin SEM’de görünümü.

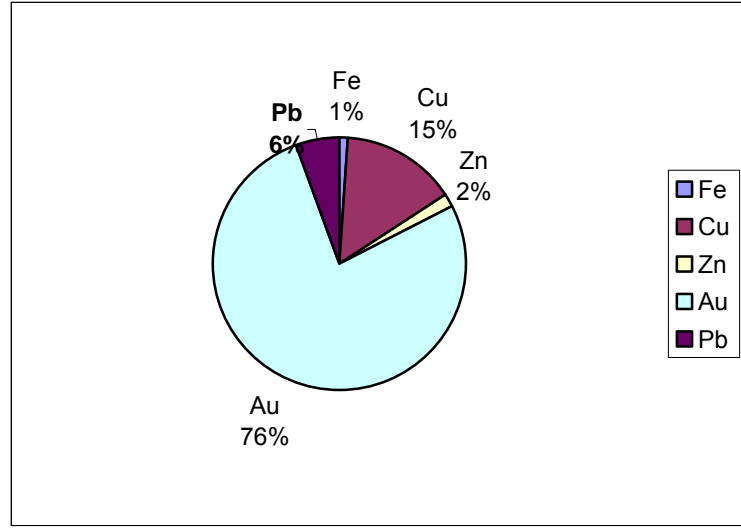
3- BULGULAR

Cupressus sempervirens ve *Cedrus libani* yapraklarındaki kurşun (Pb) miktarları şekil 3-12 ve tablo 1-10’de verilmiştir.

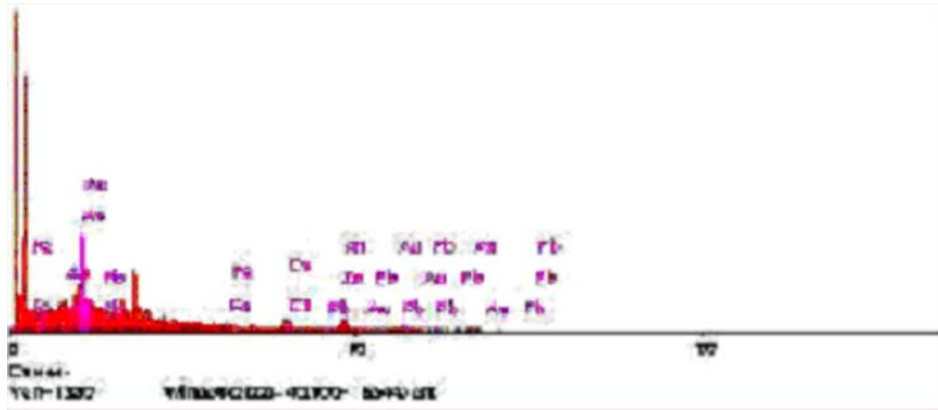


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde	miktar
Fe	Ka	2.81	1.051	wt.%
Cu	Ka	24.49	14.819	wt.%
Zn	Ka	2.73	1.707	wt.%
Au	La	17.68	76.837	wt.%
Pb	La	0.96	5.582	wt.%

Şekil 3. Birinci istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

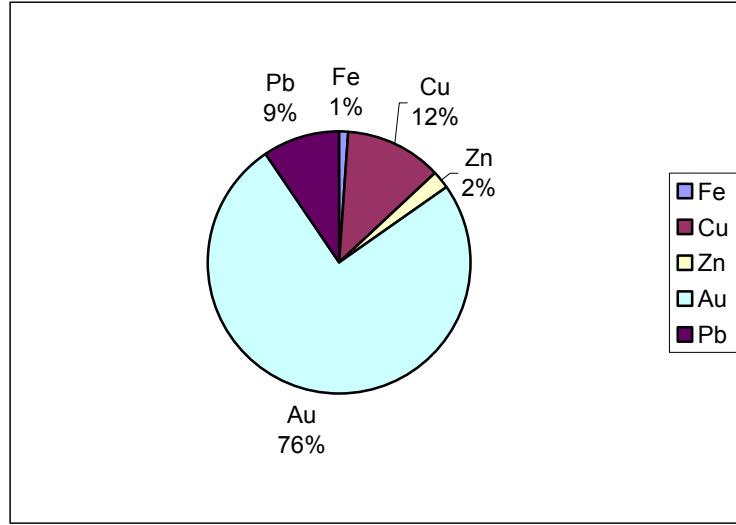


Tablo 1. Birinci istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

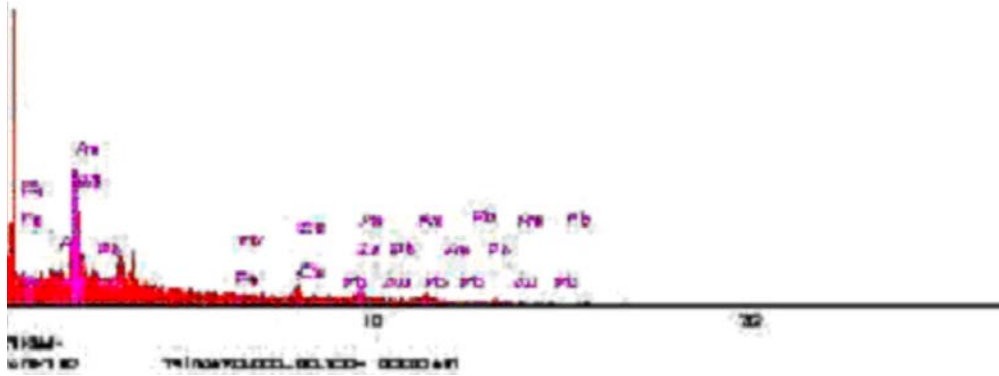


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	3.28	1.101 wt.%
Cu	Ka	22.31	12.022 wt.%
Zn	Ka	3.86	2.111 wt.%
Au	La	19.53	75.36 wt.%
Pb	La	1.81	9.406 wt.%

Şekil 4. Birinci istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

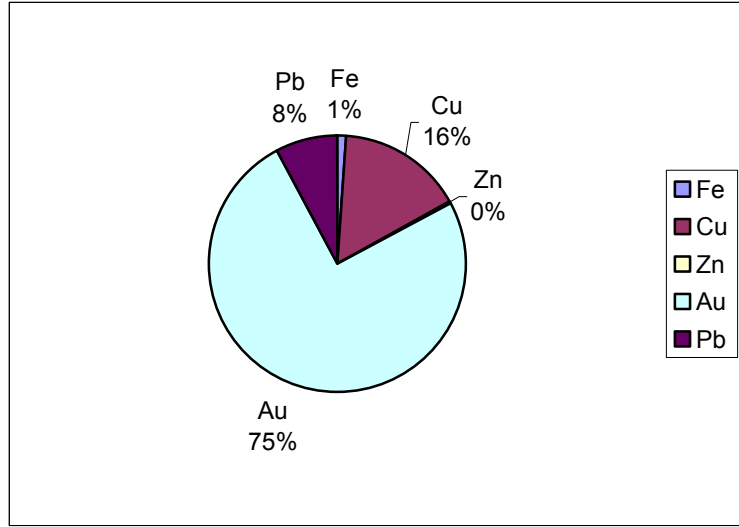


Tablo 2. Birinci istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

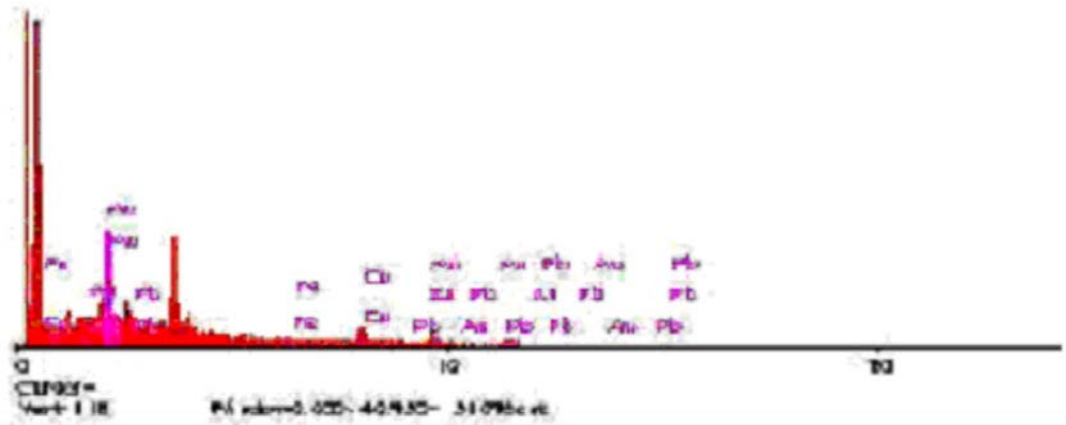


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	2.92	1.162 wt. %
Cu	Ka	24.38	15.704 wt. %
Zn	Ka	0.39	0.261 wt. %
Au	La	16.29	75.068 wt. %
Pb	La	1.26	7.805 wt. %

Şekil 5. İkinci istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

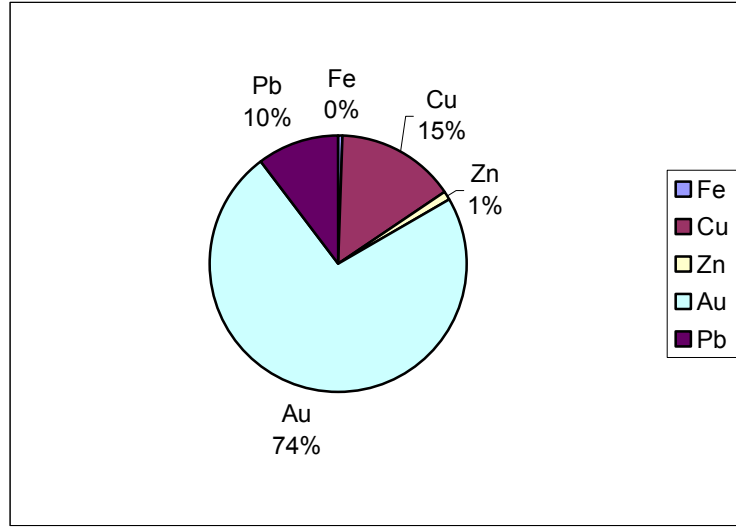


Tablo 3. İkinci istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

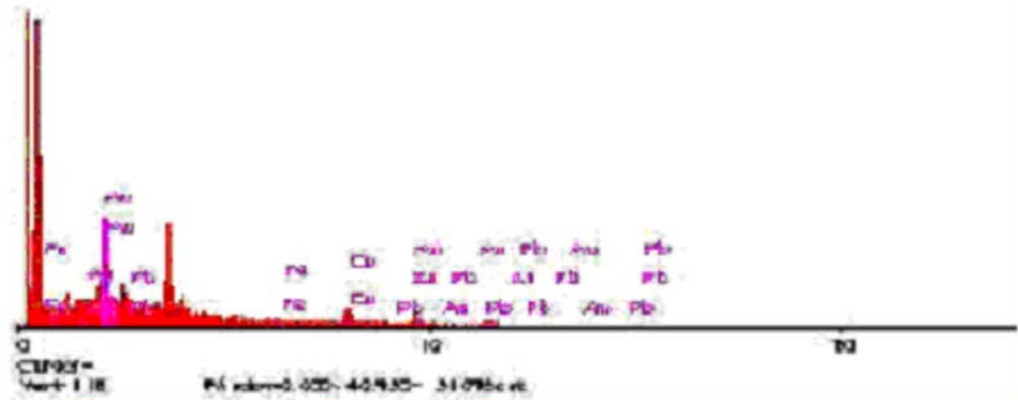


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	1.14	0.471 wt.%
Cu	Ka	22.59	15.124 wt.%
Zn	Ka	1.57	1.097 wt.%
Au	La	15.24	73.104 wt.%
Pb	La	1.58	10.204 wt.%

Şekil 6. İkinci istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

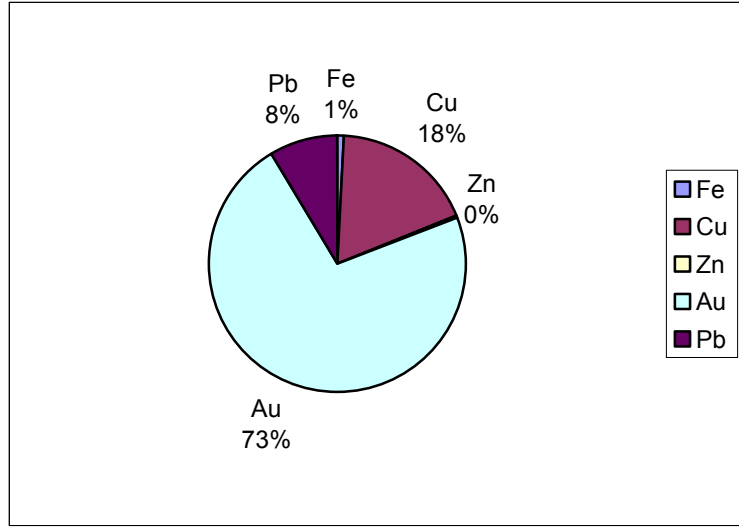


Tablo 4. İkinci istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

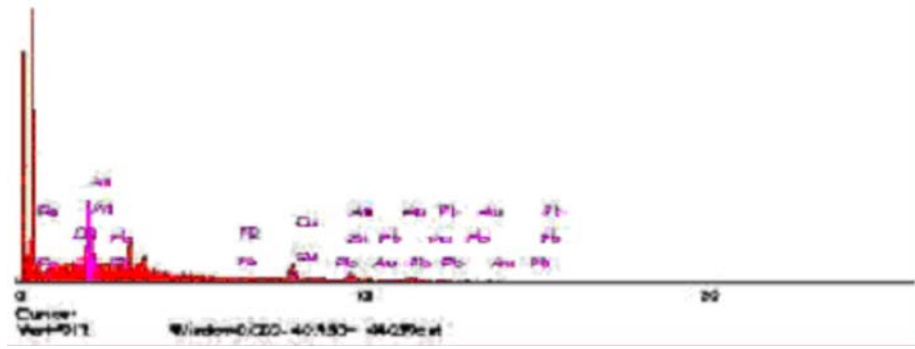


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	2.05	0.929 wt. %
Cu	Ka	24.27	17.88 wt. %
Zn	Ka	0.48	0.38 wt. %
Au	La	13.67	72.313 wt. %
Pb	La	1.19	8.498 wt. %

Şekil 7. Üçüncü istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

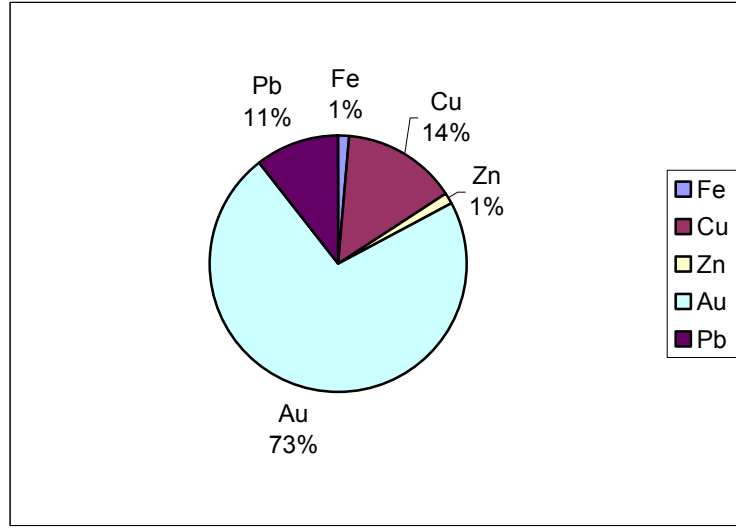


Tablo 5. Üçüncü istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

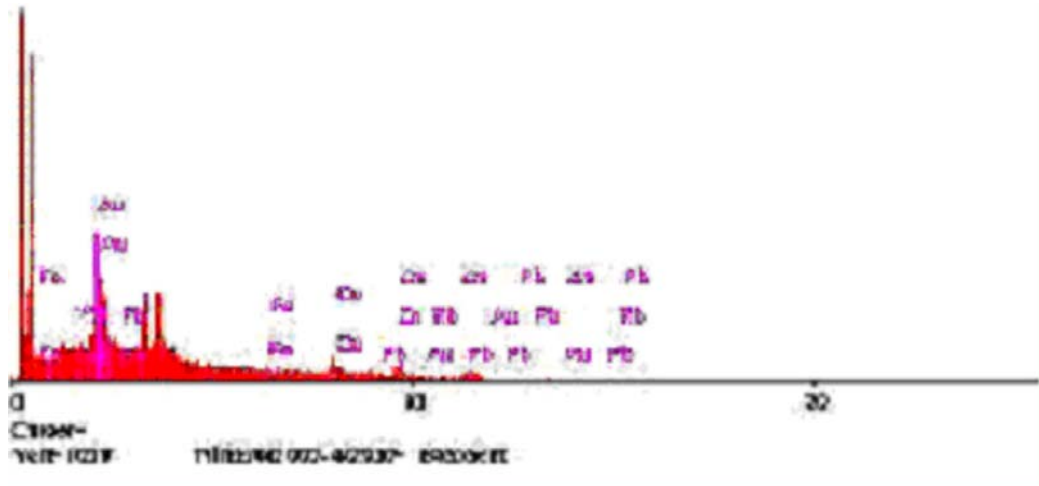


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	3.71	1.387 wt.%
Cu	Ka	23.94	14.473 wt.%
Zn	Ka	2.21	1.392 wt.%
Au	La	16.68	72.341 wt.%
Pb	La	1.8	10.506 wt.%

Şekil 8. Üçüncü istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

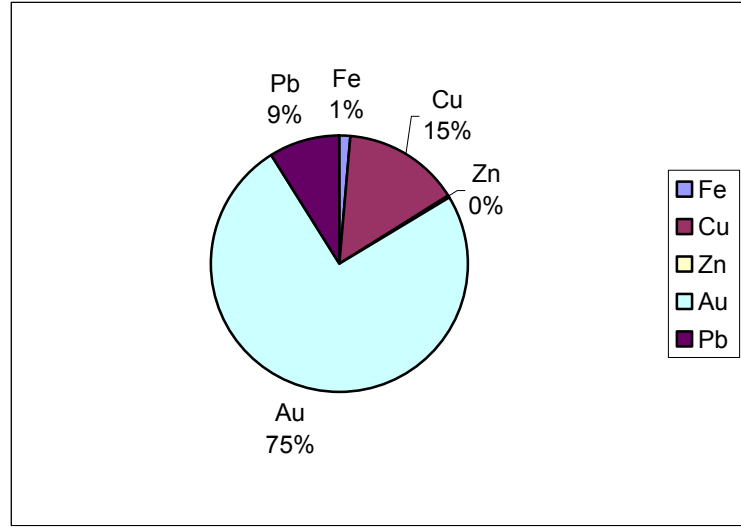


Tablo 6. Üçüncü istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

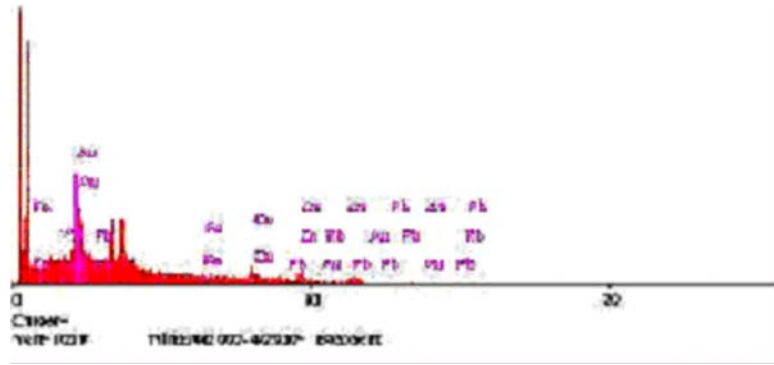


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	3.21	1.032 wt. %
Cu	Ka	28.73	14.946 wt. %
Zn	Ka	0.34	0.186 wt. %
Au	La	20.18	75.014 wt. %
Pb	La	1.76	8.821 wt. %

Şekil 9. Dördüncü istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

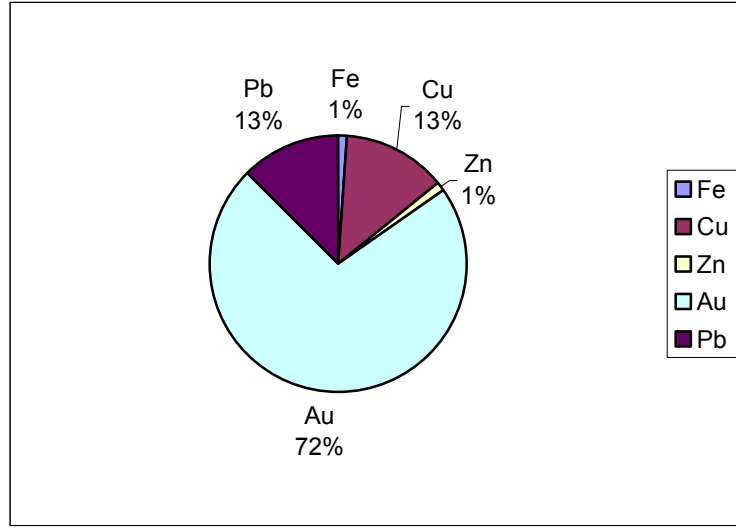


Tablo 7. Dördüncü istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

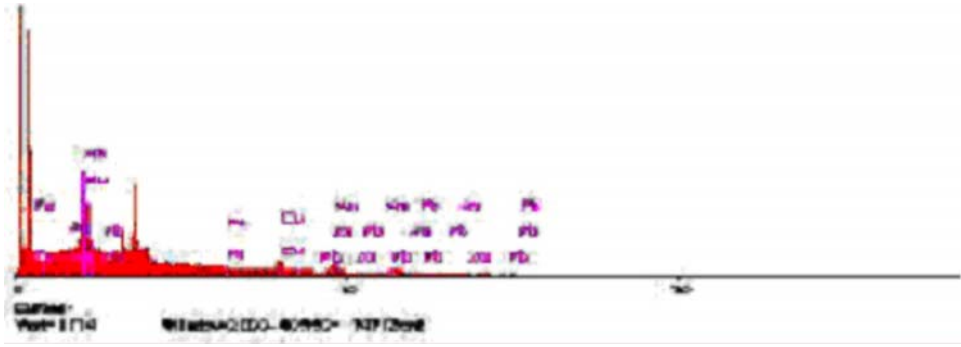


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	3.69	1.113 wt.%
Cu	Ka	26.65	12.934 wt.%
Zn	Ka	2.36	1.176 wt.%
Au	La	20.86	72.276 wt.%
Pb	La	2.67	12.501 wt.%

Şekil 10. Dördüncü istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

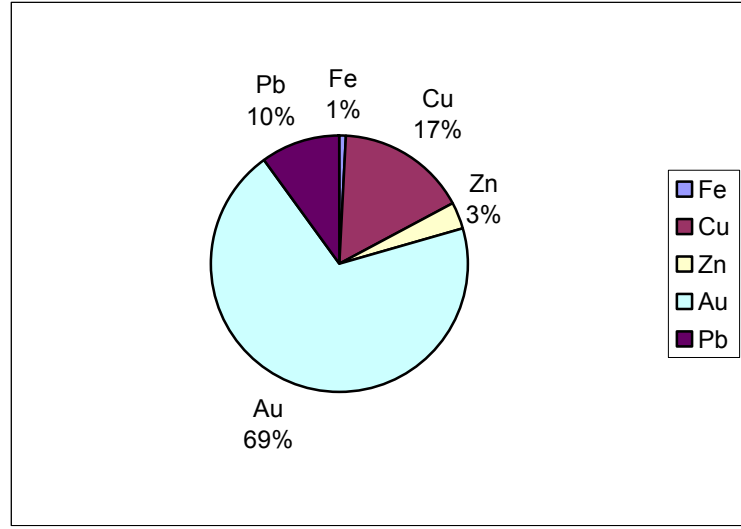


Tablo 8. Dördüncü istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

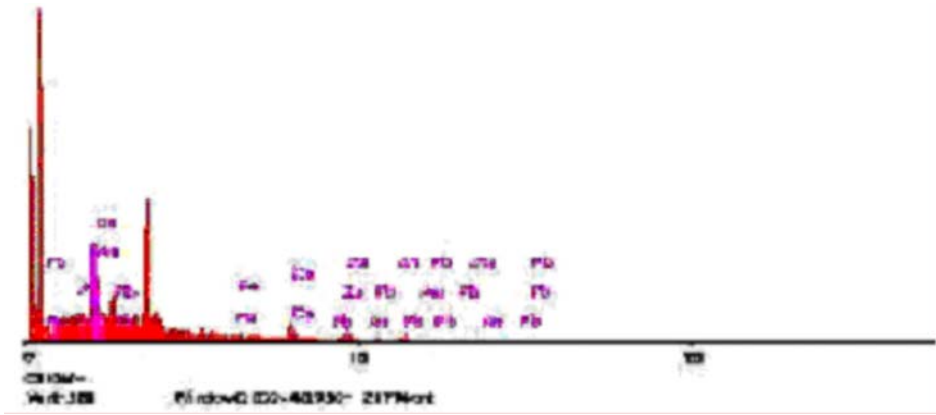


Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	1.46	0.722 wt.%
Cu	Ka	20.66	16.535 wt.%
Zn	Ka	4.01	3.365 wt.%
Au	La	11.99	69.413 wt.%
Pb	La	1.27	9.965 wt.%

Şekil 11. Beşinci istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.

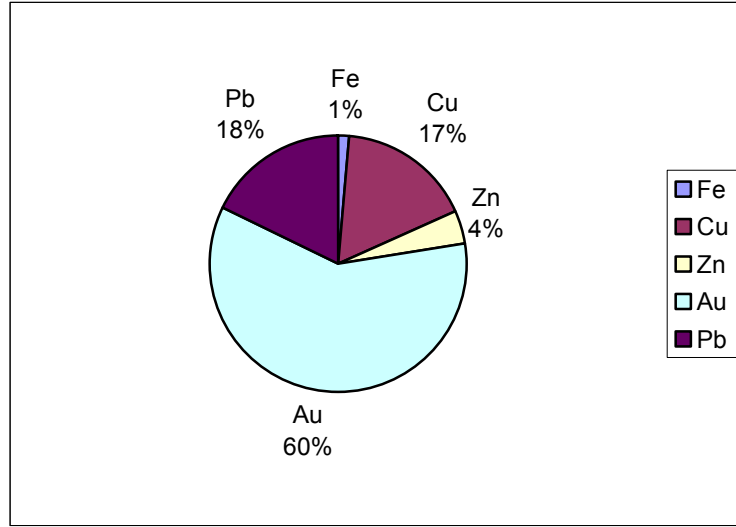


Tablo 9. Beşinci istasyondan toplanan *C. sempervirens* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.



Element	Enerji düzeyi	Şiddet (c/s)	Yüzde miktar
Fe	Ka	1.28	1.38 wt. %
Cu	Ka	9.75	17.067 wt. %
Zn	Ka	2.11	3.939 wt. %
Au	La	4.73	59.887 wt. %
Pb	La	1.03	17.726 wt. %

Şekil 12. Beşinci istasyondan toplanan *C. libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarı.



Tablo 10. Beşinci istasyondan toplanan *C.libani* örneğindeki kurşun (Pb) miktarının grafik şeklinde gösterimi.

4- TARTIŞMA VE SONUÇ

Isparta ili gerek bünyesinde barındırdığı Süleyman Demirel Üniversitesi ve askeri kuruluşlar nedeniyle, gerekse de Barla ve Eğridir gibi turistik ilçelerinden dolayı yoğun araç trafiğine sahip illerimizden biridir. Bütün bunların sonucunda da Isparta'da trafik kökenli kirlenme kaçınılmaz olmaktadır.

EDS analiz cihazıyla gerçekleştirilen analiz sonuçlarından da görüldüğü gibi, her iki bitki türünün yapraklarında da kurşun miktarları üniversiteden şehir merkezine doğru gidildikçe artmaktadır (şekil 3-12, tablo 1-10). Araştırma sonucunda en az kurşun kirliliğine Süleyman Demirel Üniversitesi Kampus girişinden toplanan örneklerde (1. istasyon), en yüksek kirliliğe ise şehir girişinden (5. istasyon) toplanan örneklerde rastlanılmıştır (şekil 3,4). Üniversite girişinden toplanan örneklerde en az kirliliğe rastlanılmasının birinci nedeni olarak üniversitenin şehrin dışında yer alması ve bundan dolayı da trafik yoğunluğunun azalması, ikinci neden olarak ise bu bölgenin etrafında hiçbir yerleşim alanının olmasından dolayı hava sirkülasyonunun fazlalığı düşünülmüştür. Zira trafikteki araç sayısının azalması bu araçların egzozlarından çıkan gazlardaki kurşun miktarlarını azaltacağı gibi, hava sirkülasyonunun iyi olması ise bu gazların birikmeden kolaylıkla atmosfere yayılmalarına imkan verebilecektir. Şehir girişinden (5. istasyon) toplanan örneklerde en fazla kirliliğe rastlanılması da bu sonucu doğrular niteliktedir. Çünkü şehre yaklaştıkça gerek trafikteki araç sayısı gerekse de yerleşim birimlerinin sayısı artmaktadır. Bunun sonucunda da araçların egzozlarından çevreye yayılan kurşunun miktarı artmakta ve yerleşim birimlerinin hava sirkülasyonunu azaltmasından dolayı da bu kurşun ortamda birikmektedir.

Ayrıca yapılan araştırma sonucunda, tüm istasyonlardan toplanan *C. sempervirens* örneklerinin *C. libani* örneklerine göre daha fazla kurşun (Pb) biriktirdikleri de belirlenmiştir. Bu birikimde her iki bitkinin yaprak anatomilerinin önemli rol oynadığı düşünülmüştür. Zira *C. sempervirens* yaprakları yayvan ve kalınken, *C. libani* yaprakları ise sivri ve incedirler (şekil 1,2). Yapraklarının yayvan

ve kalın oluşundan dolayı da *C. sempervirens*'in *C. libani*'ye göre daha fazla kurşunu (Pb) yapraklarına aldığı ve biriktirdiği düşünülmüştür.

Bizim sonuçlarımızı doğrular tarzda bir çok çalışma yapılmıştır. Fidora (1972) tarafından yapılan bir çalışmada bitki morfolojisinin kurşun birikiminde önemli olduğu gösterilmiştir. Bu araştırmacı *Lonicera xylesteum*'un tüylü yapraklarındaki kurşun (Pb) birikiminin *Lonicera tatarica*'nın tüysüz yapraklarından daha fazla olduğunu göstermiştir (49). 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 (46).

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 (48).

Denizli ilinde Çelik ve arkadaşları (2005) 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 (2).

Diğer bir çalışmada ise, Pakistan 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 (50).

Caselles (1998) tarafından yapılan çalışmada ise, Murcia-Alicante arasındaki 14 km uzunluğundaki karayolundan toplanan *Citrus limon* örneklerinin yapraklarındaki 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 (51).

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 bitki örtüsü içindeki kurşununda azalmasını sağlamıştır (52-56). Atmosferdeki kurşun miktarını azaltmak için başvurulmuş temel yol petroldeki kurşun oranını azaltmaktır. Örneğin İngiltere de yasal olarak izin verilen petrol içindeki kurşun konsantrasyonu 1985 yılında 0.4 den 0.15 $g\ l^{-1}$ 'ye (57). Amerika Birleşik devletlerinde 1975 yılında 0.42 den 0.12 $g\ l^{-1}$ 'ye çekilmiştir. Avustralya, Kanada, Almanya, İsviçre ve İsveç'te ise 1980-1990 yılları arasında kademeli olarak azaltılmış ve artık günümüzde kullanılmamaya başlanmıştır (58). 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.

5- KAYNAKLAR

- [1] 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 Quantative Spectroscopy&Radiative Transfer** , 88 (4): 423-431, (2005).
- [2] Çelik, A., Kartal, AA., Akdoğan, A. and Kaksa Y., “Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinio pseudo-acacia* L.” **Environment International**, 31 (1): 105-112, (2005).
- [3] 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” **Environ. Sci. Technol**, 15: 1378-1383, (1981).
- [4] Vandenberg, W.J. and Wood, O.L., “The distribution of lead a long a line source (highway)” **Hemosphere**, 5: 221, (1972).
- [5] Jones, C.H.P., Clement, C.R. and Happer, M.J., “Lead uptake from solition by Perrenial Ryegrass and its ransport from roots to shoots” **Plant Soil**, 38: 403, (1973).
- [6] Hopke, P.K., Lamb, R.E. and Natusch, D.F.S., “Multielemental characterization of urban roadway dust” **Environ. Sci. Tecno**, 14: 164, (1980).
- [7] Rodrigues, M. and Rodrigues, E., “Lead and caddium levels in soil and plants near highways and their correlation with traffic density” **Environ. Pollut**, 4: 281, (1982).
- [8] Hibben, C.R., Hagor, S.S. and Mazzo, C.P., “Comparison of cadmium and lead content of vegetable crops growing in urban and suburban gardens” **Environ. Pollut**, 7: 71 (1984).
- [9] Gratani, C., Taglioni, S. and Crescente, M.F., “The accumulation of lead in agricultural soil and vegetation a long a Highway” **Chemosphere**, 24: 941, (1981).
- [10] Karademir, M. and Toker, C., “Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde ekzoslarındangelen kurşun birikimi. II. Ulusal ekoloji ve çevre kongresi bildirileri” 11-13 Eylül, Ankara. (1995).
- [11] Ndiokwere, C.L., “A study of heavy metal pollution from motor vehicle emissions and its effect on roadside soil, vegetation and crops in Nigeria” **Environmental Pollution**, 7: 35, (1984).
- [12] Shy, C.M., “Lead in petrol the mistake of the XX.th.. **World Health Stat Q**, 43:168-176, (1990).

- [13] Wheeler, G.L. and Rolfe, G.L., "The relationship between daily traffic volume and the distribution of lead in roadside soil and vegetation" **Environ. Pollut**, 18: 265, (1979).
- [14] Albert, L.A. and Badilla, F., "Environmental lead in Mexico" **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, 117, (1991).
- [15] Onar, A.N. and Temizer, A., "Çevre kirliliğine etkisinin ölçüsü olarak Cd ve Pb derişimlerinin idrarda tayini" **Doğa Du. Müh. ve Çev**, 11: 2, (1987).
- [16] Toker, M.C., "Uptake of lead by barley (*Hordeum distichon* L.) roots and its relation to Potassium" **Doğa T.U.S Biol**, 12: 2, (1988).
- [17] Treshow, M. and Anderson, F.K., "Plant stress from air pollution", John Wiley & Sons NY, Chichester, 58, (1989).
- [18] Iqbal, M.Z., Shafiq, M. and Ali, S.F., "Effect of automobile pollution on seed weight and Branch length of some plants" **Tr. J. of Botany**, 18: 475, (1994).
- [19] Hock, H.V.B. and Elstner, E.J., "Schadwirkungen Auf pflanzen Der pflanztoxikologie", Zurich. Mannheim, Wien. S: 103 (1988).
- [20] BEES Environmental Healthy, Lead., (1997), www.beasinc.org/about/healthlead.html.
- [21] Mielka, H.W., Gonzales, C.R., Smith, M.K. and Mielka, P.W., "The urban environment and children's health: soil as an integrator of lead, zinc and cadmium in New Orleans, Louisiana, USA" **Environ Res Section A**, 81: 117-129, (1999).
- [22] Friber, L., Nondberg, G.F. and Vouk, V., "Handbook on the toxicology of metals", New York. Elsevier, Amsterdam. (1986).
- [23] Ericson, J.E. and Mishra S.I., "Soil lead concentrations and prevalence of hyperactive behavior among school children in Ottawa, Canada" **Environ Ecol**, 16: 247-256, (1994).
- [24] Jin, A., Teschke, K. and Copes, R., "The relationship of lead in soil to lead in blood and implications for standard setting" **Sci Total Environ**, 208: 23-40, (1997).
- [25] Ibald-Mulli, A., Stieber, J., Wichmann, H., Koenig, W. and Peters, A., "Effects of air pollution on blood pressure: a population-based approach" **Am J. Public Health**, 91(4): 571-577, (2001).
- [26] Mellor, A., "Lead and zinc in the wallend burn, an urban catchment in Tyneside, UK" **The Science of the Total Environment**, 269: 49-63, (2001).
- [27] Culbard, E.B., Thornton, I., Watt, J., Wheatly, M., Moorcroft, S. and Thompson, M., "Metal contamination in British suburban dusts and soils" **J Environ Qual**, 12: 226-234, (1998).
- [28] Moir, A.M. and Thornton, I., "Lead and cadmium in urban allotment and garden soils and vegetables in the United Kingdom" **Environ Geochem Health**, 11: 113-119, (1998).
- [29] 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 Pollut**, 78: 279-296, (1994).
- [30] Kelly, J., Thornton, I. and Simpson, P.R., "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: 363-370, (1996).

- [31] Yılmaz, S. and Zengin, M., “Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of Scot pine (*Pinus sylvestris* L.) needles” **Environ Int**, 29: 1041-1047, (2004).
- [32] Aksoy, A., Şahin, U. and Duman, F., “*Robinia pseudo-acacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri” **Tr J Bot**, 24 (5): 279-284, (2000).
- [33] Rashed, MN., “Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake” **Environ Int**, 27: 27-33, (2001).
- [34] Markert, B., “Plants as biomonitors/indicators for heavy metals in the terrestrial environment”, Weinheim. VHC Press. 640 (1993).
- [35] Al-Shayeb, SM., Al-Rajhi. and Seaward, MRD., “The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as a biomonitor of lead and other elements in arid environments” **Sci Total Environ**, 168: 1-10, (1995).
- [36] Aksoy, A., Hale, WHG. and Dixon, JM., “*Capsella bursa-pastoris* (L.) medic as a biomonitor of heavy metals” **Sci Total Environ**, 226: 177-186, (1999).
- [37] Aksoy, A., Şahin, U. and Duman, F., “*Robinia pseudo-acacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri” **Tr J Bot**, 24 (5): 279-284, (2000).
- [38] Djingova, R. and Kuleff I., “Monitoring of heavy metal pollution by *Taraxacum officinale*. Plants as biomonitors/indicator for heavy metals in the terrestrial environment. Markert, B.”, Weinheim. VCH Publisher. s: 435-460 (1993).
- [39] Aksoy, A. and Öztürk, M., “*Phoenix dactylifera* L. as a biomonitor of heavy metal pollution in Turkey” **J Trace and Microprobe Tech**, 14: 605-614, (1996).
- [40] Aksoy, A. and Öztürk M., “*Nerium oleander* L. as biomonitor of lead and other heavy metal pollution in mediterranean environment” **Sci Total Environ**, 205: 145-150, (1997).
- [41] Jiries, A., “Vehicular contamination of dust in Amman, Jordon” **The environmentalist**, 23: 205-210, (2003).
- [42] Markert, B., Herpin, U., Siewers, U., Berlekamp, J. and Lieth, H., “The German heavy metal survey by means of mosses” **Sci Total Environ**, 182, 159-168 (1996).
- [43] Wagner, G., “Entwicklung einer methode zur grossraemigen ueberwachung der umwelthontamination mittels stanartisierter palpelblattproben van pyramidentalpeln (*Populus nigra italica*) am beispiel van blei, cadmium und zink. In: Stoepler, Bm., Duerbeck, H., editors,(Beitraege zur Umweltprobenbank), (Forsc Hungszentrum Julich)”, s: 224 (1987).
- [44] Djingova, R., Wagner, G. and Kuleff, I., “Screening of heavy metal pollution in Bulgaria using *Populus nigra italica*” **The Science of the Total Environment**, 234:175-184, (1999).
- [45] Çavuşoğlu, K., Kalyoncu, H., and Çavuşoğlu, K., Çam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) yapraklarında egsoz gazlarından kaynaklanan kurşun (Pb) birikiminin tespiti” **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 9-2: 6-10, (2005).
- [46] Çavuşoğlu, K., “İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yapraklarında kurşun (Pb) yoğunluğunun araştırılması” **Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 6-3: 191-196, 2002.

- [47] Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., and Leblebici, U.E., “Tohumlu Bitkiler Sistematığı”, İzmir. Ege Üniversitesi Basımevi. s: 123-131, (1995).
- [48] Türkan, I., “İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde kurşun, çinko ve kadmiyum kirlenmesinin araştırılması” **Doğa, Tr. Bio. D**, 10: 116, (1986).
- [49] Fidora, B., “Der Bleigehalt von pflanzen verkehrsnoher standarte in abhönfigkeit von der vegetationsshperiode” **Ber. Deutsch. Bot. Ges**, 85: 219, (1972).
- [50] Shams, Z.I. and Beg, M.A.A., “Lead in particulate deposits and in leaves of roadside plants. **The Environmentalist**” 20: 63-67, (2000).
- [51] Caselles, J., “Levels of lead and other metals in citrus alongside a motor road” **Water, Air and Soil Pollution**, 105: 593-602, (1998).
- [52] Eisenreich, S.J., Metzger, N.A., Urban, N.R. and Robbins, J.A., “Response of atmospheric lead to decreased use of lead in gasoline” **Environmental Science and Technology**, 20: 171-174, (1986).
- [53] Jensen, R.A. and Laxen, D.P.H., “The effect of the phase-down of lead in petrol on levels of lead in air” **The Science of the Total Environment**, 59: 1-8, (1987).
- [54] Belles, M., Rico, A., Schumacher, M., Domingo, J.L. and Corbella, J., “Reduction in lead concentration in vegetables grown in tarragona province, Spain, as a consequence of reduction of lead in gasoline” **Environment International**, 21: 821-825, (1995).
- [55] Pirrone, N., Keler, G.J., Nriagu, J.O. and Warner, PO, “Historical trends of airborne trace metals in Detroit from 1971 to 1992” **Water, Air and Soil Pollution**, 88, 145-165, (1996).
- [56] Rodamilans, M., Tora, M., To-Figueran, J., Corbella, J., Lopez, B., Sanchez, C. And Mazzara, R., “Effect of the reduction of petrol lead on blood lead levels of the population of Barcelona (Spain)” **Bulletin Environmental Contaminants and Toxicology**, 56: 717-721, (1996).
- [57] UK Government., “The motor fuel (lead content of petrol) (amendment) regulations”, London. (S.I. 1985/1728), HMSO. (1985).
- [58] UN., “The state of trans-boundary air pollution studies 12, report prepared within the framework of the convention on longrange trans-boundary air pollution”, United Nations. (1996).