

28260

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KONYA İLİ MERKEZİ VE ÇEVRE
YOLLARINDAKİ BİTKİLERDE AĞIR
METAL BİRİKİMİ**

Murad Aydın ŞANDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Konya, 1993

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA İLİ MERKEZİ VE ÇEVRE YOLLARINDAKİ
BİTKİLERDE AĞIR METAL BİRİKİMİ

Murad Aydın ŞANDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 14.09.1993. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.



İmza

Doç.Dr.

Baki EYCE

(Danışman)



İmza

Doç.Dr.

Gazi İREZ

(Üye)



İmza

Yrd.Doç.Dr.

Mustafa KÜÇÜKÖDÜK

(Üye)

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA İLİ MERKEZİ VE ÇEVRE YOLLARINDAKİ
BİTKİLERDE AĞIR METAL BİRİKİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Biyoloji Anabilim Dalı

Murad Aydın ŞANDA

Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi

Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi

28260

Danışman

Doç.Dr. Baki EYCE

KONYA-1993

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
KONYA İLİ MERKEZİ VE ÇEVRE YOLLARINDAKİ
BİTKİLERDE AĞIR METAL BİRİKİMİ

Murad Aydın ŞANDA
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Bakı EYCE

1993, sayfa: 40

Jüri: Doç.Dr. Bakı EYCE

Doç.Dr. Gazi İREZ

Yrd.Doç.Dr. Mustafa KÜÇÜKÖDÜK

Bu çalışmada, Konya ili merkezindeki bazı park ve yol ağaçları ile Konya-Afyon çevre yolunda yaygın iki step bitkisinde Kurşun (Pb) birikimi araştırıldı.

Şehir merkezinde Fraxinus excelsior L., Cedrus libani A.Richard, Platanus orientalis L., Thuja orientalis L. ve Aesculus hippocastanum L. ağaçlarının yaprak, meyve, dal ve kabuklarında Pb birikimi araştırıldı. Konya-Afyon çevre yolunda ise Centaurea virgata Lam. ve Alhagi pseudoalhagi (Bieb.) Desv.'de yoldan uzaklığa bağlı olarak Pb birikimi araştırıldı.

Kurşun birikimi bakımından trafik yoğunluğu değerleri bilinen iki istasyonda ve çevre yolunda yola yakınlık ile orantılı olarak artış gözlemlendi.

ANAHTAR KELİMELER: Pb birikimi, çevre kirliliği.

ABSTRACT

Master Thesis

HEAVY METAL ACCUMULATION IN THE PLANTS GROWING ALONG THE
MOTOR ROADS OF KONYA CENTER AND ENVIRONMENT

Murad Aydın ŞANDA

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Baki EYCE

1993, Page: 40

Jury: Assoc.Prof.Dr. Baki EYCE

Assoc.Prof.Dr. Gazi İREZ

Assoc.Prof.Dr. Mustafa KÜÇÜKÖDÜK

In this study, the accumulation in some park and road trees in the center of Konya and two step plants all over the vicinity of Konya-Afyon was investigated.

In the city-center, lead accumulation in the leaf, fruit, branch and bark of trees, Fraxinus excelsior L., Cedrus libani A. Richard, Platanus orientalis L., Thuia orientalis L. ve Aesculus hippocastanum L. was investigated. The lead accumulation depending on the distance from road in Centaurea virgata Lam. ve Alhagi pseudoalhagi (Bieb.) Desv. on Konya-Afyon highways was determined.

From the lead accumulation point of view an increase being proportionate with nearness to road on highways and in two determined stations was observed.

KEY WORDS: Lead accumulation, environmental pollution.

TEŞEKKÜR

Araştırmanın her aşamasında yardım ve ilgilerini esirgemeyen sayın hocam ve tez yöneticim Doç.Dr. Baki EYCE'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez sırasında yakın alâkalarını gördüğüm Ege Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Prof.Dr. Münir ÖZTÜRK'e, Ankara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden Arş.Gör. M. Ümit BİNGÖL'e, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyesi Yrd.Doç.Dr. Said GEZGİN'e, örneklerin analizinde yardımcı olan Ankara Üniversitesi Kimya Bölümü'nden Arş. Gör. Fazlı OFLAZ'a, Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Rehber TÜRKER'e ve Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde Pb analizlerini bizzat yapan Arş.Gör. Adalet TUNÇELİ'ye de teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu araştırma Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonunca FEF 92/100 nolu proje ile desteklenmiştir. Araştırmaya maddî desteklerinden dolayı S.Ü. Araştırma Fonu'na da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE METOD.....	11
3.1. Bitki Örneklerinin Toplanması.....	11
3.2. Bitkilerin Mineralizasyon İşlemi.....	11
3.3. Ölçme Yöntemi.....	14
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	15
4.1. Şehir Merkezindeki Ağaçlarda Pb Birikimi.....	15
4.1.1. <u>Fraxinus excelsior</u> L.'de Pb birikimi.....	15
4.1.2. <u>Cedrus libani</u> A.Richard'da Pb birikimi....	18
4.1.3. <u>Platanus orientalis</u> L.'de Pb birikimi.....	21
4.1.4. <u>Thuja orientalis</u> L.'de Pb birikimi.....	24
4.1.5. <u>Aesculus hippocastanum</u> L.'de Pb birikimi.	26
4.2. Konya-Afyon Çevre Yolundaki İki Otsu Bitkide Pb Birikimi.....	29
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	33
6. KAYNAKLAR.....	37

1. GİRİŞ:

Ekosistemdeki her canlı çevre şartlarından etkilenir. Çevre şartları içinde ise çevre kirliliği olumsuz etki yapmaktadır (Ramade,1974). Kara, hava ve su gibi temel ortamların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinde istenmeyen bir değişim çevre kirliliğini meydana getirmektedir.

Kirlilik problemi yakın geçmişte başlayan bir olay olmayıp, çok eski devirlerden beri var olan bir olaydır. Bununla birlikte kirlilik olayı endüstrileşme çağına kadar kirleticinin bölgesinde sınırlı olarak kalmaktaydı. Endüstrileşme ile birlikte daha büyük çapta meydana gelen kirleticiler geniş bir çevreyi etkileyerek, tabii dengede bozulmalara sebep olmuşlardır.

Çevremiz bugün sürekli olarak çeşitli kaynaklardan gelen zararlı maddeler ile fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik şekilde kirletilmektedir. Endüstriyel atıklar, baca dumanları, araçların egzoz gazları çevreye çok miktarda zararlı madde bırakmaktadır. Çevre kirliliği içinde hava kirliliği, toprak ve su kirliliği yanında gün geçtikçe daha da artan bir öneme sahiptir. Her geçen gün hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak şehirleşme ve sanayileşme, hava kirliliğinin başlıca sebepleridir.

Özellikle Türkiye'de büyük şehirlerdeki hava kirliliğine ısınmada kullanılan yakıt kalitesinin düşük olması, bu yakıtların tekniğine uygun olarak yakılmaması sebep olmaktadır. Bu kirlilik daha çok kış aylarında görülür. Bunun yanında şehirlerdeki hava kirliliğinin sebepleri arasında trafiğin etkisi daha da önemlidir. Çünkü trafikten gelen hava kirliliği mevsimsel olmayıp, bütün bir yıl boyunca etkilidir.

Bu araştırmada trafikten kaynaklanan toksik etkiye sahip ağır metallerden kurşuna sürekli maruz kalan farklı istasyonlardaki şehir içi cadde ağaçlarında ve Konya-

Afyon çevre yolunda yoldan uzaklığa bağlı olarak iki otsu bitkide Pb birikimi araştırıldı.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Cameron(1874), fabrika baca dumanlarının ortamda bulunuşunun hastalık yapıcı bir unsur olduğunu ve bu olayda özellikle SO₂ gazının önemli bir rol oynadığını rapor etmiştir. Ayrıca Haselhof ve Lindau (1903), daha 1903 yılında bir tarla veya orman üzerinden geçen dumanlar ile bitki örtüsünün büyük çapta zarar gördüğünü belirtmişlerdir (Türkan 1982).

Bu araştırmacılar, henüz şehirlerde sanayileşmenin ve ileri seviyedeki kirliliğinin yeni başladığı dönemlerde bu yöndeki çalışmalara öncülük yapmışlardır. Yine bu araştırmacılar büyük şehirlerde çeşitli kaynakların özellikle büyük ve yüksek kapasiteli fabrikaların, sanayi tesislerinin gelişip çoğalmalarının doğuracağı sonuçlara diğer birçok araştırmacının dikkatini çekmişlerdir (Türkan 1982).

Buna paralel olarak Karaca (1957) ve Çetik (1965) Murgul Bakır Fabrikası'nın çevre bitki örtüsü üzerinde yapmış olduğu etkileri araştırarak ülkemizde bu tür çalışmalara öncülük etmişlerdir. Daha sonra Cireli (1973), Nif Dağı'nda, çimento fabrikasının bazı kültür bitkileri üzerindeki etkilerini araştırmış ve bu bitkilerin morfolojik görünüşlerinde kontrol bitkilerine oranla boy kısalması, yaprak sayısında ve yeşil renkte bir azalma görüldüğünü belirtmiştir. Ayrıca kirlenmiş bitkilerle kontrol bitkilerinin anatomik olarak karşılaştırılmasında, kirlenmiş olanlarda stoma sayısının fazla, stoma boyutlarının küçük ve stomaların daha kapalı oldukları gözlenmiştir.

Günümüzde özellikle partiküler ve aerosol halinde yayılan ağır metaller büyük bir tehlike arz etmektedirler. Tabiatta ağır metal birikimine, tabii kaynaklar, zirai faaliyetler, enerji üretim merkezleri (termik santraller), maden eritme faaliyetleri, ikincil metal üretim faaliyetleri, şehirleşme-endüstriyel faaliyetler

ve motorlu araçlar sebep olmaktadır. Havadaki ağır metal birikimi yönünden en büyük payı motorlu araçlar almaktadır (Seaward ve Richardson 1989).

Her yıl milyonlarca ton insan artığı kirleticiler ile atmosfer kirletilmektedir. Motorlu araçlar bu kirlenmenin %50'sini meydana getirmektedirler (Nriagu 1979, Seaward ve Richardson 1989).

Bu kirleticilerden ağır metaller içinde en önemlileri Pb, Ni, Cd ve Zn'dir. Bu kirlenmenin %60'ını benzine katılan kurşun ve dizel yakıtlara katılan nikel oluşturmaktadır (Nriagu 1979, Roderer 1984).

Kadmiyum araç lastiklerinin aşınmasından, yanan motor yağından ve en çok dizel yakıtlardan havaya atılır (Lagerwerf 1971). Çinko da araç lastiklerinin aşınmasından havaya verilmektedir (Seaward ve Richardson 1989). Ayrıca yakıt olarak kullanılan kömürün yanması sonucu da bu ağır metaller kirletici olarak atmosfere katılmaktadır (Onar ve Temizer 1987).

Metal kirlenmesinde, kirleticilerin yayılması genellikle sınırlıdır. Meselâ, otomobil egsozlarından çıkan partiküller hemen yol kenarında ve 30-50 m kadar uzakta çok yoğun olarak ölçülmüştür (Lagerwerf 1971; Inel, Sebüktekin ve Kurt 1977; Foner 1987; Madany 1990; Mashhour ve Seaward 1991). Bununla beraber kutuplarda buzullar üzerinde yapılan çalışmalarda buz tabakalarında otomobil egsozlarından kaynaklanan yoğun kurşun birikimlerine rastlanmıştır (Lagerwerf 1971, Ramade 1974).

Ağır metaller insan sağlığını, soluduğu havadan geçerek doğrudan; içtiği sudan, yediği gıdalardan dolaylı olarak etkilemektedir (Ekşi 1981, Onar ve Temizer 1987). Fakat en çok yol kenarlarında, kavşaklarda, röfujlerde yetişen bitkileri etkilemekte ve onlarda birikmektedir (Türkan 1982; Öztürk ve Türkan 1982; Türkan 1986; Brown ve Wilkins 1986; Krishnayya ve Bedi 1986; Toker 1990;

Bingöl 1992; Karademir 1992). Bitkiler bu kirleticileri toprak üstü ve altı organlarında biriktirmektedirler (Penney ve ark. 1974; Kovacs ve ark. 1982). Düşük yoğunluklarda bitkinin kendisi etkilenmediği halde birikim yapmakta, birikim arttıkça toksik etki görülmektedir (Gobbold ve Hutterman 1986; Hertstein ve Jager 1986; Wong ve ark. 1986; Rappaport ve ark. 1987).

Ağır metaller içerisinde en toksik olanı kurşun (Pb)'dur. Kurşun tabiatta sülfid, oksit ve karbonat olarak çoğunlukla gümüş ile birlikte bulunur. Kurşun bileşikleri günümüzde sanayide akümülatör, elektrik kablosu, boya ve sır yapımında kullanılmaktadır. Taş kömürü gibi kurşun ihtiva eden maddelerin yanması çevredeki kurşun miktarını arttırmaktadır (Ekşi 1981).

Atmosferdeki Pb partikülleri çok değişik miktarlardadır. Mesela, Pasifiğin orta kesimlerindeki havada $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında Pb bulunduğu halde, kırsal ortamlardaki havada $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e kadar çıkmakta, şehirlerdeki havada ise $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde bulunmaktadır. Yol kavşaklarında bu miktar ortalama $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e ulaşmaktadır (Ramade 1974). Türkan (1982)'a göre ise tabii olarak havada ise $0.0005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Pb olduğu tahmin edilmektedir. Günümüzde çevre için tehlikeli bir Pb kaynağının çıkmasına bu ağır metalin motorlardaki vuruntuyu önlemek amacıyla benzinlerde ANTI-KNOCK maddesi olarak kullanılmaya başlaması sebep olmuştur. Bu işlem için ülkemizde benzine ortalama $0.15 \text{ g}/\text{l}$ Pb ilave edilmekte, askeri benzinlerde bu değer $0.84 \text{ g}/\text{l}$ 'ye çıkabilmektedir. Ayrıca bu değerler süper benzinde maksimum $0.89 \text{ g}/\text{l}$, normal benzinde ise maksimum $0.79 \text{ g}/\text{l}$ olarak kullanılmaktadır (Anonymous 1980). Saatte 90 km hızla giden bir araba dakikada 2 mg Pb açığa çıkarmaktadır (Öztürk ve Türkan 1982). Buna karşılık yabancı ülkelerde izin verilen kurşun bileşikleri dozu giderek düşürülmektedir. Kuzey Amerika'da kurşunlu benzin kaldırılırken, Avrupa Ekonomik Topluluğu ülkeleri benzinde maksimum kurşun muhtevasını $0.15-0.4 \text{ g}/\text{l}$ olarak

kabul etmişlerdir (Seaward ve Richardson 1989). Çünkü benzinlere tetraetil kurşun (TEL) ve tetrametil kurşun (TEM) halinde katılan organik kurşun, inorganik kurşundan daha fazla toksik etkiye sahiptir (Karagüzel 1981).

Bazı ülkelerde benzine katılan kurşun miktarları şu şekilde verilmektedir (Karagüzel 1981):

A.B.D.....	0.13 g/l
Almanya.....	0.15 g/l
Japonya.....	0.31 g/l
Avusturya.....	0.40 g/l
Norveç.....	0.40 g/l

A.B.D. hava kirlenmesini kontrol bürosu, 1968 yılına ait verilere dayanarak, çevredeki kurşunun hemen hemen %98'inin benzin yanmasından kaynaklandığını açıklamıştır. Yanma sırasında kurşun, atmosfere tanecikler halinde verilmektedir. Kurşun taneciklerinin büyüklüğü kurşunun, kaynağından çıktıktan sonra yayılmasında kullanılan önemli bir ölçüdür. Araştırmalar kurşun taneciklerinin % 50-90'ının çapının 1 milimikrondan küçük olduğunu göstermiştir (Türkan 1982).

Havadaki ağır metal konsantrasyonu da yoldan uzaklaştıkça hızla düşmektedir. Mashhour ve Seaward (1991), Pb'un yoldan uzaklığın ilk 10 m'sinden sonra aniden düştüğünü belirtmişlerdir. Inel ve ark. (1977) ise, yoldan 10 m uzakta Pb'da %32, Zn'de %46, Cd'da %15'lik bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Lagerwerf (1971), yoldan 30 m uzaklığa kadar Pb seviyesinin çok yüksek olduğunu belirtmiştir. Bununla beraber kurşunun yoldan 100 km uzaklıklara kadar taşınabildiği yapılan çalışmalarla tespit edilmiş ve yüzlerce kilometre uzaklarda bile izlerine rastlanmıştır (Lagerwerf 1971).

Oldukça küçük çapa sahip kurşun partikülleri çabucak çökmemekte, yükselen hava ile uzaklaşarak etrafa dağılmaktadır. Havadaki asılı partikülleri

çökerten başlıca mekanizma ise yağmurdur (Öztürk ve Türkan 1982; Türkan ve ark. 1984).

Kurşunun bitkilerde birikme oranının, kurşun kaynağından uzaklığa, trafik yoğunluğuna, rüzgar yönüne, mevsimsel değişmelere ve bölgenin topoğrafik özelliklerine göre farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Cannon ve Bowles 1962; Türkan 1982; Öztürk ve Türkan 1982; Türkan ve ark. 1984; Özörgücü ve Türkan 1985; Türkan 1986; Foner 1987; Türkan ve Öztürk 1989; Madany ve ark. 1990; Kutbay ve Kılınc 1991; Mashhour ve Seaward 1991).

Ayrıca bitkinin yüzey yapısı ve farklı bitki organlarına göre de kurşunun bitkilerdeki dağılımı değişik olmaktadır (Kovacs ve ark. 1982; Türkan 1982; Özörgücü ve Türkan 1985; Madany ve ark. 1990; Bingöl 1992; Coello ve ark. 1974).

Kabata-Pendias ve Dudka (1991), Taraxacum officinale yapraklarında 3.53 ppm Pb buldukları halde köklerinde 0.97 ppm Pb bulmuşlardır.

Ayrıca Bingöl (1992), Aesculus hippocastanum L.'nin yaprak, dal ve kabuklarındaki Pb konsantrasyonunu incelemiş, en fazla birikimin yapraklarda olduğunu tespit etmiştir. Aynı araştırmacı yola bakan taraftaki kabuk örneklerinin, yolun ters tarafındaki kabuk örneklerine göre daha fazla Pb biriktirdiğini bulmuştur.

Kirlenme kaynağından uzaklaştıkça da bitkilerdeki kurşun miktarının azaldığı belirtilmiştir (Türkan ve ark. 1984; Türkan 1982; Foner 1987; Madany ve ark. 1990; Kutbay ve Kılınc 1991).

Madany ve ark. (1990), Bahreyn'de yaptıkları bir çalışmada yoldan 5 m uzaktaki Nerium oleander yapraklarında 210 mg/kg (K.A.) kurşun buldukları halde yoldan 50 m uzakta aynı bitkide 52 mg/kg (K.A.) kurşun bulmuşlardır. Özörgücü ve Türkan (1985), İzmir-Salihli

yolunda yoldan 0, 10, 20, 50, 100 m uzaklıktan aldıkları tütün bitkisinde sırasıyla 38, 36, 25, 21, 13 ppm (K.A.) kurşun bulmuşlardır.

Kurşun konsantrasyonu ve trafik yoğunluğu arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Kovacs ve ark. (1982), Budapeşte'de şehir merkezindeki bitkilerin, temiz alanlardaki bitkilerden daha fazla ağır metal ihtiva ettiğini rapor etmişlerdir.

Aynı şekilde Foner (1990), İsrail'de şehir merkezindeki topraklarda 1075 mg/kg (K.A.) Pb bulurken şehir merkezinden uzakta aldığı toprak örneklerinde 151 mg/kg (K.A.) Pb bulmuştur.

Krishnaya ve Bedi (1986), yoldan 2 m ve 6 m uzaklıktaki Cassia tora L. ve Cassia occidentalis L.'de polen çimlenmesi, polen tüpü uzunluğu ve tohum çimlenmesinde bir azalma görmüşlerdir. Aynı şekilde Brown ve Wilkins (1986), yol kenarında yetişen Betula sp. tohumlarının çimlenmesinde bir azalma kaydetmişlerdir.

Pb'un bitkilerde turgor basıncını düşürerek, yapraklarda kıvrılmalara, kök meristemindeki mitotik bölünmeleri azaltarak, morfolojik bozukluklara, transpirasyon hızında azalmaya, tohum çimlenmesinde gerilemeye ve özümlemenin azalmasına neden olduğu gösterilmiştir (Öztürk ve Türkan 1982).

Bitkilerin bünyelerinde ve yüzeylerinde biriken kurşunun suyla yıkanma oranı hakkındaki raporlar çok farklı sonuçları ihtiva etmektedir. Kloke ve Riebartsch (1964), çeşitli otlarda %80 veya daha fazla miktarda kurşunun su ile giderildiğini gözlemişlerdir (Türkan 1982). Özörgücü ve Türkan (1985) ise örnek olarak topladıkları tütün yapraklarından bir kısmını 10 dakika saf su ile yıkadıktan sonra analize tabi tutmuşlar ve yıkanmamış olan yaprakların analiz sonuçlarında yapraklardaki total kurşunun % 41'inin suyla uzaklaştığını tespit etmişlerdir. Foner (1987) ise

Lactuca sativa 'da yıkanma ile Pb'un % 50'sinin yıkandığını bulmuştur.

Bitkilerin atmosferle devamlı gaz alışverişinde bulunan kısımları (yapraklar) toprak altındaki depo organlarına oranla daha fazla Pb biriktirmektedir. Hücre içinde ise bu metalin mitokondrium, kloroplast ve nukleus gibi organellerde biriktiği görülmüştür. Nitekim kirlenmiş ıspanak yapraklarından izole edilen kloroplastların bitkideki tüm Pb'nun %44'ünü içerdiği tespit edilmiştir (Öztürk ve Türkan 1982).

Türkan (1986) ve Madany ve ark. (1990), bitkinin yüzey yapısının kurşun biriktirme yeteneğini etkilediğini belirtmişlerdir. Bu araştırmacılara göre, pürüzlü ve tüylü yüzeye sahip bitki dokuları, düz yüzeylilere oranla daha fazla kurşun biriktirmektedirler. Yine, havadaki kurşunun geniş yüzeyli ve atmosferle sıkı gaz alışverişi yapan bitki organlarında daha fazla biriktiği aynı araştırmacılar tarafından kaydedilmiştir.

Bitkilerde kurşun birikimi mevsimsel varyasyonlara bağlı olarak da değişmektedir. En fazla Pb birikiminin Sonbahar-Kış mevsimlerinde bulunduğu rapor edilmiştir (Türkan ve ark. 1984, Bingöl 1992, Karademir 1992).

Yabancı ülkelerde bu konuda yapılan çok sayıda araştırma ile kurşun birikiminin ve kirlenmesinin bitkilerle olan ilişkisi, bu kirliliğin boyutları ortaya konmuşken, ülkemizde trafiğe bağlı olarak bitkilerde kurşun birikimi ve kirliliği konusunda henüz yeni çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Inel ve ark. (1977), İstanbul'da Ankara Asfaltı boyunca Haydarpaşa-Pendik arasında toprak örneklerinde trafiğe bağlı kurşun kirlenmesini, birikimleri tespit ederek araştırmışlar ve elde ettikleri verilere dayanarak çevrede yapılan sebzeçilik sonucu egsoz gazlarından etrafa verilen kurşunun, besin zincirine girmesinin kaçınılmaz olacağını vurgulamışlardır.

Türkan (1982), İzmir ili şehir merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde; Özörgücü ve Türkan (1985), İzmir ili çevre yolları kenarında yetişen tütün bitkisinde, kurşun kirlenmesini birikimleri tespit ederek çalışmış, bulgularında yoldan uzaklığa ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak kurşun kirlenmesinin farklı olduğunu göstermiştir.

Toker ve ark. (1990), Ankara'da değişik bölgelerde yol ortası röfujlerinde yetiştirilen çamlarda Pb, Ni ve Cd birikimlerini tespit ederek, çevredeki kirlilik sebeplerini ve trafik yoğunluğu ile ilişkisini göstermeye çalışmışlardır.

Kutbay ve Kılınc (1991), Samsun şehir merkezinde ve Samsun-Bafra arasında ağaç, çalı, ot formundaki bitkilerde Pb ve Zn birikimini araştırmışlardır.

Bingöl (1992), Ankara cadde ağaçlarından Aesculus hippocastanum L'nin yaprak, dal ve kabuklarındaki Pb birikiminin aylık ve mevsimsel değişimini; Karademir (1992) ise yine Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim bitkilerinde egsoz gazlarından kaynaklanan Pb birikiminin aylık değişimlerini incelemiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Bitki Örneklerinin Toplanması

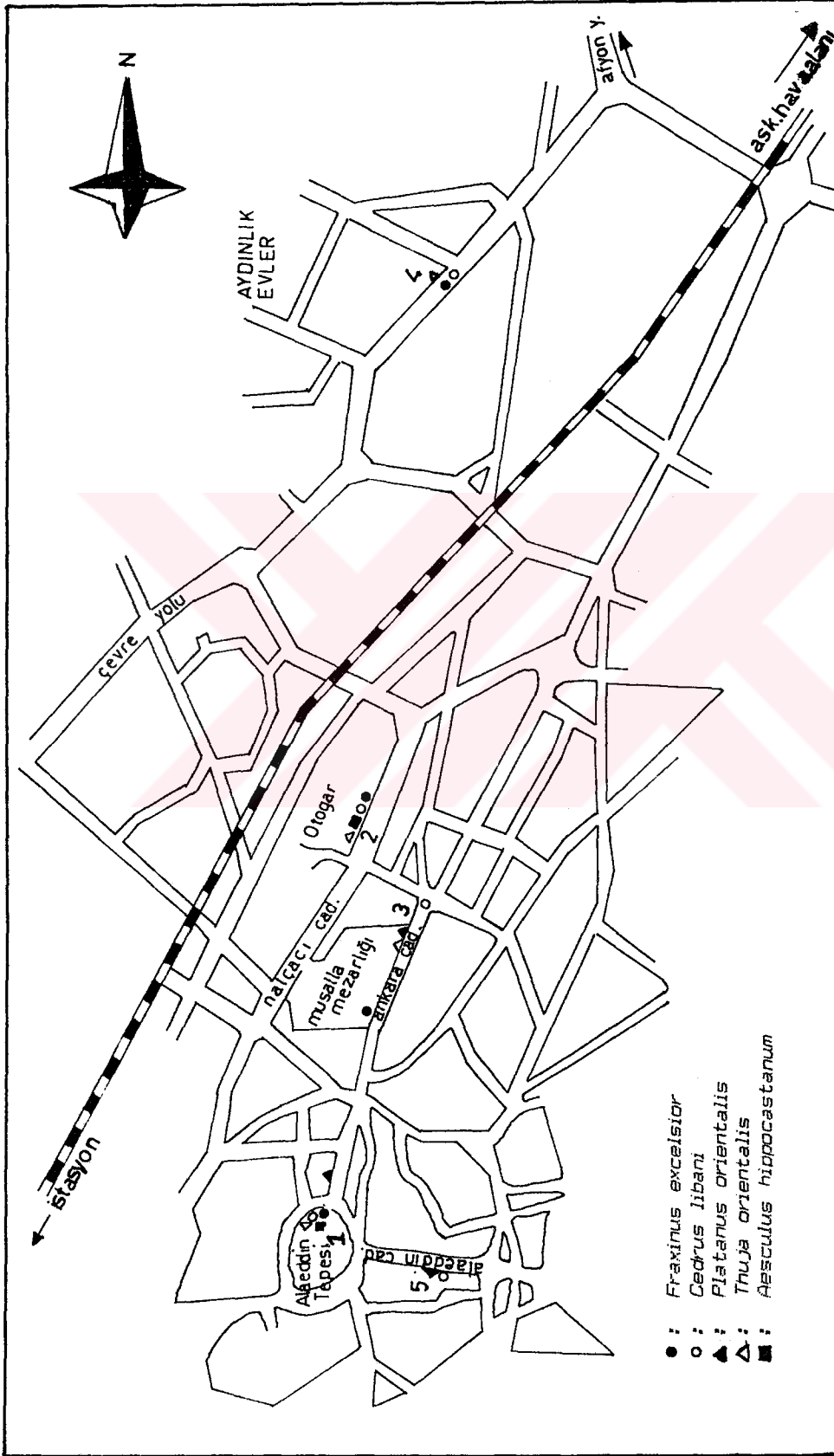
Trafik yoğunluğunun fazla olduğu şehir içinden 5 istasyon, trafik yoğunluğunun hemen hemen çok az olduğu 1 istasyon olmak üzere (kontrol) 5 farklı bitkinin yaprak, dal ve kabuk örnekleri toplandı. Sadece 2 türden ise ayrıca meyve örnekleri de alındı (Şekil 3.1 ve Tablo 3.1). Konya-Afyon karayolunda (şehirden çıkışta yolun sağında) yoldan 0, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120 m uzaklıkta Centaurea virgata bitkisi, 0, 15, 40, 50 m uzaklıkta ise, Alhagi pseudoalhagi bitkisi toplandı. Bu iki türün kontrol örnekleri Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs Alanı'ndan toplandı.

1992 yılının Eylül ayı içerisinde yapraklar yaklaşık 2 m yükseklikten, kabuk örnekleri ise ağaçlarda odun dokusuna zarar vermeden, yerden yaklaşık 80-100 cm yükseklikten alındı.

Toplanan örnekler ağzı kapalı plastik torbalar içinde etiketlenerek aynı gün laboratuvara getirildi.

3.2. Bitkilerin Mineralizasyon İşlemi

Laboratuvara getirilen örnekler 80 °C'lik etüvde 24 saat kurutulduktan sonra değirmende öğütüldü. Öğütülen örneklerden 1 g alınarak 10 cc HNO₃ (MERCK) ilavesiyle mineralizasyon sıcak-masa(hot-plate) üzerinde başlatıldı. Aynı işlem 10 cc HCl (MERCK) ile ikinci kez tekrarlandı ve son aşamada 2 cc HClO₄ (MERCK) ilave edilerek mineralizasyon tamamlandı. Mineralizasyonu biten örnekler siyah band filtre kağıdından süzülerek 50 ml'ye tamamlandı.



Şekil 3.1: Konya ili merkezindeki bazı caddelerde Pb birikimi ölçülen ağaçların bulunduğu istasyonlar. Kontrol istasyonları gösterilmemiştir. Şekil Konya İİ Turizm Müdürlüğü Şehir Planı Haritası değiştirilerek hazırlanmıştır.

Tablo 3.1: Toplanan bitki türleri, kısımları, toplandıkları istasyonlar ve trafik yoğunlukları.
(Y:Yaprak; M:Meyve; D:Dal; K:Kabuk).

İstasyonlar	Trafik Yoğunluğu Araç sayısı/8 saat(8-17 arası)	Fraxinus excelsior	Cedrus libani	Platanus orientalis	Thuja orientalis	Aesculus hippocastanum
Alaeddin Tepesi (Ankara Caddesi) 1.İstasyon	*	Y,M,D,K	Y,D,K	Y,M,D,K	Y,M	Y,D,K
Otogar Kavşağı 2.İstasyon	4618 (x)	Y,M,D,K	Y,D,K	---	Y,M	Y,D,K
Emniyet Müdürlüğü (Ankara Caddesi) 3.İstasyon	*	Y,M,D,K	Y,D,K	Y,M,D,K	Y,M	---
Aydınlıkevler Kavşağı 4.İstasyon	Otomobil =6451 Otobüs = 813 Kamyon+Tır=1760 TOPLAM =9024	Y,M,D,K	Y,D,K	---	Y,M	---
Kayalıpark (BESO Durağı Önü) 5.İstasyon	*	---	Y,D,K	Y,M,D,K	---	---
Meram Çay Bahçesi (KONTROL) 6.İstasyon	*	Y,M,D,K	Y,D,K	Y,M,D,K	Y,M	---
Konya-Afyon Yolu	Otomobil = 917 Otobüs = 224 Kamyon+Tır=1559 TOPLAM =2680	Bu yolda Centaurea virgata ve Alhagi pseudoalhagi bitkileri toplanmıştır. Bu bitkilerin kontrol örnekleri Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüsü'nden alınmıştır.				

Not: (*) işareti ile gösterilen yerlerde sayım yapılmamıştır.

(x) işareti ile gösterilen değer Büyükşehir Belediyesi Trafik Şube Müdürlüğünden diğer değerler TCK 3. Bölge Müdürlüğü Planlama Dairesinden alınmıştır.

Daha sonra hazırlanan bu ekstreler 100 cc'lik ağzı kapaklı renkli cam şişeler içerisine aktarıldı. Bu şekilde herbir türün herbir kısmından 2 örnek mineralizasyona uğratarak analize hazır hale getirildi. (Türkan 1982, 1986). Çalışmamızda kullanılan cam malzemeler yıkama suyu (kromik asit çözeltisi) ile yıkanıp damıtık su ile durulanarak tekrar tekrar kullanıldı (Bayraklı 1986).

3.3. Ölçme Yöntemi

Ekstrelerdeki Pb miktarı Hava-Asetilen alevi kullanılarak ve Döteryum geri zemin düzeltmesi yapılarak PHILIPS-Model PU 9200 çift ışın yollu Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile ölçüldü.

Çalışmada aşağıda belirtilen ve kullanılan parametreler seçilmiştir:

Dalga boyu...	217,0 nm	-
Slit aralığı.....	0.5 nm	
Lamba akımı[çalışma anında].....	7.5 mA	
Alev.....	Hava-Asetilen	

AAS ile her bir örnek için 3 okuma yapıp ortalama değerleri alındı ve çözeltideki Pb miktarları [ppm (mg/kg) Kuru Ağırlık (K.A.)] şeklinde hesaplanarak verildi.

Ağır metal birikimine yönelik analizlerde, X Işını Floresans Spektrometresi, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (Alevli veya Alevsiz), İyon Seçici Elektrod ve Nötron Aktivasyonu yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlardan en iyi bilineni Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (AAS) metodudur. AAS metodu; maliyetinin düşük, kullanımının hızlı ve kolay olması sebebi ile son derece yaygındır (Harrison Ve Laxen 1981).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Şehir Merkezindeki Ağaçlarda Pb Birikimi

Çalışmamızda yaprak döken 3 ağaç türüne (Fraxinus excelsior, Platanus orientalis, Aesculus hippocastanum) ve herdem yeşil 2 ağaç türüne ait (Cedrus libani, Thuja orientalis) Pb birikimleri sırasıyla 4.1'den 4.5'e kadar numaralanan başlıklar altında açıklanmıştır.

4.1.1. Fraxinus excelsior L.'de Pb birikimi

Fraxinus excelsior L. (Adi dişbudak), 30-40 m'ye kadar boylanabilen dolgun ve uzun gövdeli, yuvarlak tepeli bir ağaçtır. Gövdenin açık gri renkli kabuğu yaşlılarda boz bir renk alır ve uzunlamasına derin çatlaklar. Uzun ve kısa sürgünleri vardır. Genç sürgünler parlak gri veya yeşilimsi, tüysüzdür. Kısa piramit biçimindeki tomurcuklar siyah veya ona yakın bir renktedir. Üzeri sık kaba tüylüdür. İki geniş pulla örtülmüştür. Primer yapraklar parçalanmamış, tamdır. Daha sonrakiler 3 parçalı ve nihayet tek tüysüdür. Tam gelişmiş tüysü yaprakların 5-10 cm boyunda bir sapı vardır. Yaprakçık sayısı 7-15'dir. Herbirisi yumurtamsı-mızrak gibi, dip tarafı kama şeklinde sonuçlanır. Uca doğru uzun ve sivridir. Kenarları ince dişlidir. Bu dişlerin iç tarafları kavislidir. Üst yüzü mavi yeşil ve tüysüz, alt yüzü açık mavi yeşildir. Ana ve kuvvetli yan damarlar boyunca seyrek tüylü veya çıplaktır. Çok kısa saplı veya doğrudan doğruya eksene oturmuş vaziyettedir. En uçtaki yaprakçık diğerlerinden daha uzun saplıdır.

Adi dişbudak 200-250 sene kadar yaşar, 1-1.5 m çap, 30-40 m boy yapar. Ağır, sert ve zor yarılan elastiki odunu, mobilya yapımında aranan kıymetli bir odundur. Bilhassa spor araçları ve kayak yapımında çok kullanılır.

Toprak isteği fazladır. Ya nemli killi ya da kireçli toprak ister. Durgun sudan hoşlanmaz, geç donlara karşı hassastır. kütük sürgünleri verme özelliğine sahiptir. Kuvvetli kök sistemleri kurar. Gölgeye dayanıklıdır (Kayacık 1968).

E. excelsior'da en fazla birikim 4 Nolu istasyonda yaprakta (38 ppm K.A.) bulunmuştur. En az birikim ise 3 Nolu istasyonda (13 ppm K.A) bulunmuştur. Bitki kısımlarından en fazla birikim yapraktan sonra sırasıyla meyve-kabuk ve dalda bulunmuştur.

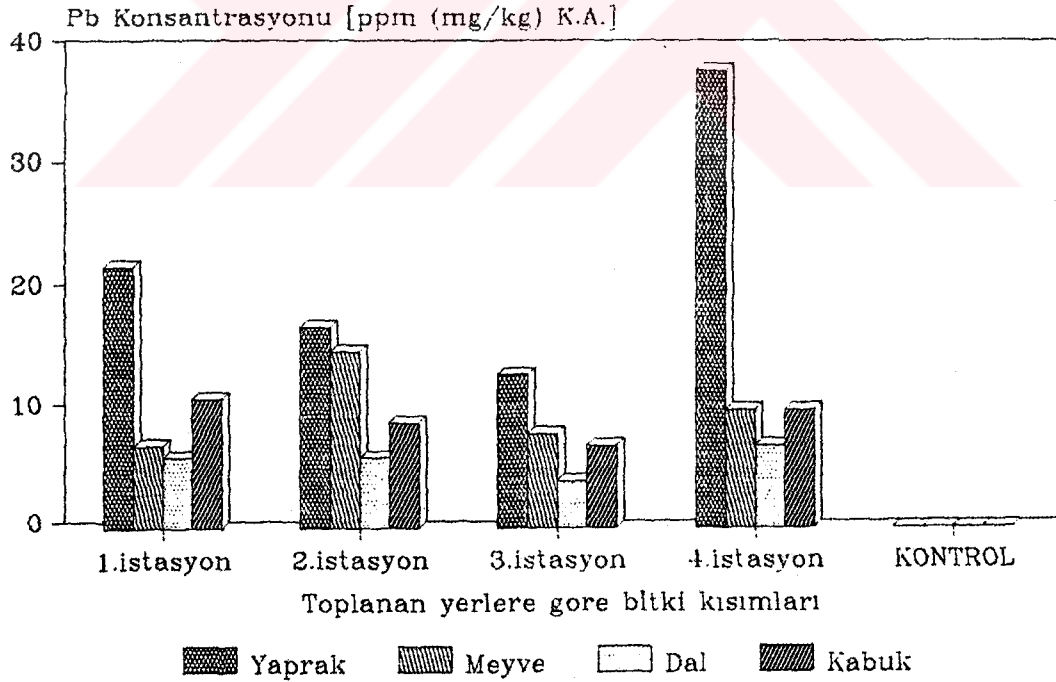
1 ve 4 Nolu istasyonlarda birikimin çok olması hem trafik yoğunluğunun fazla hem de alınan örneklerin yola çok yakın olmasından kaynaklanabilir. 4 Nolu istasyonda aldığımız bitki yol ortası röfütünde bulunduğundan yolun sağ ve solundan gelen araçlardan etkilenmekte, buna bağlı olarak da fazla kirlenmektedir.

2 Nolu istasyonda meyvede diğer istasyonlara oranla Pb birikimi biraz daha fazla (15 ppm K.A.) bulunmuştur.

Meram Belediye Çay Bahçesi'ndeki kontrol bitkimiz zaten çok az olan trafikten hemen hemen hiç etkilenmeyen iç kısımlardan alınmış ve buna bağlı olarak da Pb birikimi tespit edilememiştir (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1).

Tablo 4.1: *Fraxinus excelsior*'un toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb konsantrasyonları.
[ppm (mg/kg) K.A].

BİTKİ TOPLANAN YERLER	Yaprak	Meyve	Dal	Kabuk
Alaeddin Tepesi	22	7	6	11
Otogar Kavşağı	17	15	6	9
Emniyet Müdürlüğü (Ankara Caddesi)	13	8	4	7
Aydınlıkevler Kavşağı	38	10	7	10
Meram (KONTROL)	0	0	0	0



Şekil 4.1: *Fraxinus excelsior*'un toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb değişimi

4.1.2. Cedrus libani A. Richard' da Pb birikimi

(Synonyme: C. libanotica Link., C. libanensis Juss.).

Türkiye'de halk arasında "Katran" adı verilen bu türün esas yayılış sahası Güney Anadolu'da, Toroslar üzerinde bulunduğundan kendisine "Toros Sediri" de denilir. Toros Sediri dolgun gövdeli, kalın dallı bir ağaçtır. Gençlikte pramidal bir tepeye sahip ise de zamanla tepe formu bozulur, şemsiye gibi bir şekil alır. Çıplak veya hafif tüylü olan ana sürgün yana bükülür. Gövde ile hemen hemen doksan derecelik bir açı yaparak çıkan yan dallar, gençlikte yukarı doğru yönelmiş ise de yaşlılarda yatay olarak uzanmıştır.

Sert, batıcı ve sivri uçlu iğne yaprakların boyları 1.5-3.5 cm 'dir. Renkleri genç yaşlarda çoğunlukla koyu yeşil, fakat zamanla yani ağaç yaşlandıkça açık-mavi yeşil olan yapraklar çoğalır.

Kozalak çoğunlukla fıçı veya yumurta biçimindedir. Boyları 8-12 cm, enleri 4-6 cm'dir. Boz kahverengindeki olgun kozalaklardan bir çoğunun üzeri bol reçinelidir. Tam kenarlı olan kozalak pulları ortada hafif bir çıkıntı yapar. Dış yüzleri kısa tüylerle örtülmüştür. Ortalama olarak 1.5 cm büyüklüğündeki tohumun kanadı 2-2.5 cm uzunluğundadır.

Tabii olarak yetişen Toros Sediri'nin odunları çok dayanıklıdır. Tam bir ışık ağacıdır. Nem isteği yüksek değildir. Toroslarda daima kalker üzerinde yetişir.

Coğrafi yayılış alanı Anadolu ve Lübnan'dır. Batı sınırı Köyceğiz civarında başlar, doğuya doğru Toroslar üzerinde uzanır ve Göksun, Maraş dolaylarında bir kavis çizerek Amanoslar üzerinde güneye yönelir (Kayacık 1965).

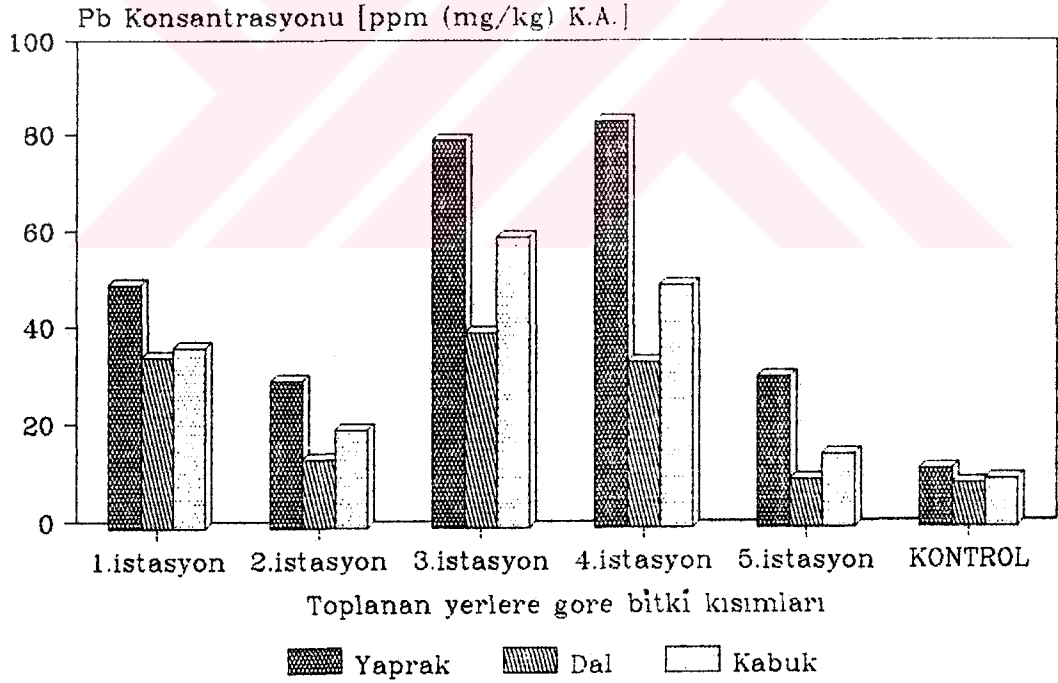
C. libani'de en fazla Pb birikimi yine 4 Nolu istasyonda yaprakta (84 ppm K.Ay.) bulunmuştur. En az

birikim ise kontrol bitkisinin dalında (9 ppm K.A.) bulunmuştur. Bitki kısımlarında en fazla birikim sırasıyla yaprak, kabuk ve dalda görülmüştür. Yaprak ve kabuk örneklerinde dala göre fazla birikim açık bir şekilde görülmektedir. C. libani'de diğer bitkilere göre birikimin fazla bulunması hem herdem yeşil olmasından hem de toplanan örneklerin yola çok yakın bulunmasından kaynaklanabilir.

Bu bitkide de yine trafik yoğunluğuna bağlı olarak birikimde farklılık görülmektedir (Tablo 4.2 ve şekil 4.2).

Tablo 4.2: *Cedrus libani*'nin toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb konsantrasyonları.
[ppm (mg/kg) K.A.].

BİTKİ TOPLANAN YERLER	Yaprak	Dal	Kabuk
Alaeddin Tepesi	50	35	37
Otogar Kavşağı	30	14	20
Emniyet Müd. (Ankara Cd.)	80	40	60
Aydınlık Kavşağı	84	34	50
Kayalıpark (BESO Durağı)	31	10	15
Meram (KONTROL)	12	9	10



Şekil 4.2: *Cedrus libani*'nin toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb değişimi.

4.1.3. *Platanus orientalis* L.'de Pb birikimi

Platanus orientalis L. (Synonyme: *P. insularis* DC., *P. vulgaris* Spach.), 20-30 m'ye kadar boylanabilen, 5-6 m çap yapan, yüzlerce yıl yaşayan ulu ağaçlardandır. Serbest büyüdüğü zaman kısa gövde, kalın dal, geniş tepe yapar. Gövde ve dallar açık gri veya yeşilimsi gri renktedir. Yaşlı gövdelerin kabukları diğer türlerinkine kıyasla, küçük levhalar halinde kalkar ve yavaş dökülür. Açık yeşil renkli yapraklar 5-7 lobludur. Lobların çok derin, orta damara kadar ulaşan oyuntuları vardır. Lobların uzunlukları enlerinden daha fazla olduğu gibi uçları da sivridir. Kenarları düzensiz kaba dişli veya düzdür. Tam gelişmiş yaprağın alt yüzü hemen hemen tüysüzdür. Genişliği 10-20 cm'dir. Dip tarafı huni gibi genişleyerek tomurcuğu içerisinde saklayan 3-8 cm boyunda bir sapı vardır. Doğu Çınarı genellikle kışın yaprağını dökerse de, son yıllarda Güney Anadolu'da Antalya-Manavgat taraflarında kışın yaprağını dökmeyen, yaz sürgünü yapan fertler tespit edilmiştir.

2-2.5 cm çapındaki küremsi toplu meyvelerden 2-6 tanesi uzun bir sap üzerinde yer alır. Bu özellik Doğu Çınarı için karakteristiktir. Çünkü kendisine çok benzeyen Batı Çınarında toplu meyveler genel olarak çok sayıda değil, teker teker bulunur ya da birkaç tanesi bir arada yer alır.

Gövde kabuklarının yavaş dökülmesi, yaprak loblarının yapısı ve tüysü oluşu, toplu meyvelerinin birçoğunun bir araya gelmesi Doğu Çınarı'nı diğer türlerden ayırt etmeye yardım eder.

Ağır, kolay yarılan, fazla dayanıklı olmayan odunu vardır. Son zamanlarda mobilyacılıkta da kullanılmaya başlanmıştır. Güzel cila kabul eder.

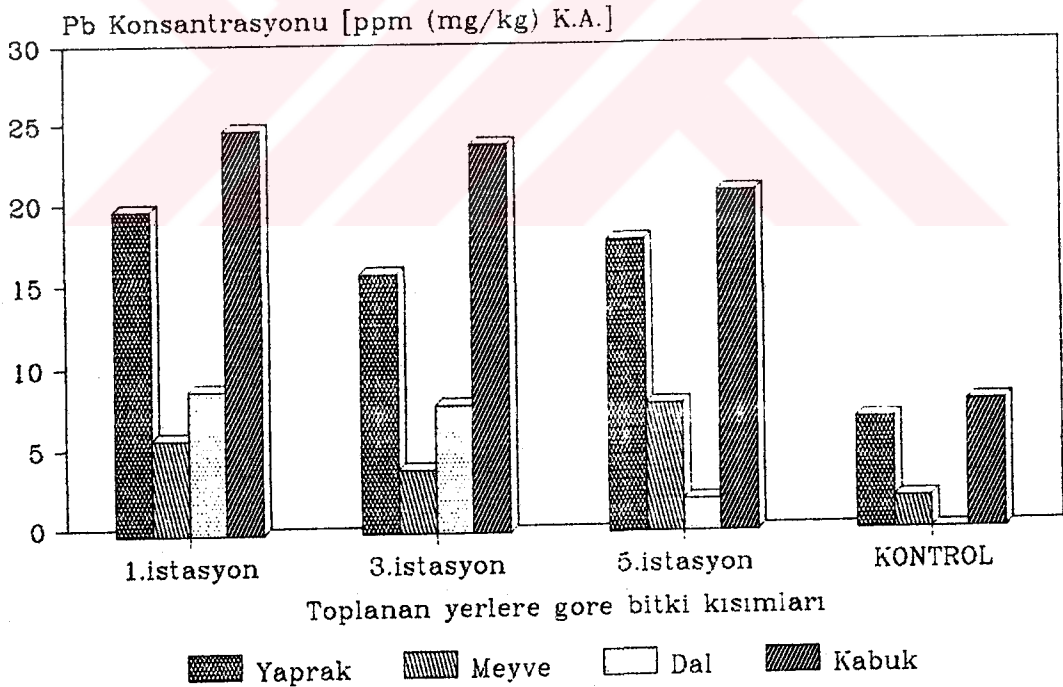
Doğu Çınarı, ülkemizde hemen bütün orman alanlarındaki dere içlerinde, nehir yataklarında tabii

olarak bulunduğu gibi şehir, kasaba ve köylerde su başlarında, yol kenarı, park ve bahçelerde de süs bitkisi, gölge ağacı olarak sık sık rastlanır (Kayacık 1981).

P. orientalis'te en fazla Pb birikimi, diğer örneklerimizden farklı olarak 1 Nolu İstasyondaki ağacın kabuk örneğinde (25 ppm K.A.) bulunmuştur. Muhtemelen bu bitkinin gövdesinin çok pürüzlü ve levhalı bir yapıya sahip olmasından dolayı kabuk örneklerindeki Pb birikimi diğer organlardan fazladır. Kontrol bitkisinin dalında 0 ppm (K.A.) bulunmuştur. Bitki kısımlarında en fazla birikim kabuktan sonra sırasıyla yaprak, meyve-dalda tespit edilmiştir (Tablo 4.3 ve Şekil 4.3).

Tablo 4.3: *Platanus orientalis*'in toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb konsantrasyonları.
[ppm (mg/kg) K.A.].

BİTKİ TOPLANAN YERLER	Yaprak	Meyve	Dal	Kabuk
Alaeddin Tepesi (Ankara Cd.) (Rektörlük Karşısı)	20	6	9	25
Emniyet Müd. (Ankara Cd.)	16	4	8	24
Kayalı Park (BESO Durağı)	18	8	2	21
Meram (KONTROL)	7	2	0	8



Şekil 4.3: *Platanus orientalis*'in toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb değişimi.

4.1.4. Thuja orientalis L.'de Pb birikimi

T. orientalis (Synonoyme: Biota orientalis Endl.) 5-10 m boyunda çok dallı, oval veya konik tepeli ufak bir ağaçtır. Bu da çoğunlukla dipten itibaren çeşitli gövde yapar. Ana sürgünler yuvarlakça, yan sürgüncükler basıktır. Bunların her iki yüzü de taze veya sarı-yeşil renktedir. Sürgünlerin üst yüzlerindeki pul yaprakların arkalarında çizgi halinde bir çukurluk içinde de yağ bezesi vardır. Genç sürgünler parmaklar arasında oğuşturulunca hafif reçine kokar.

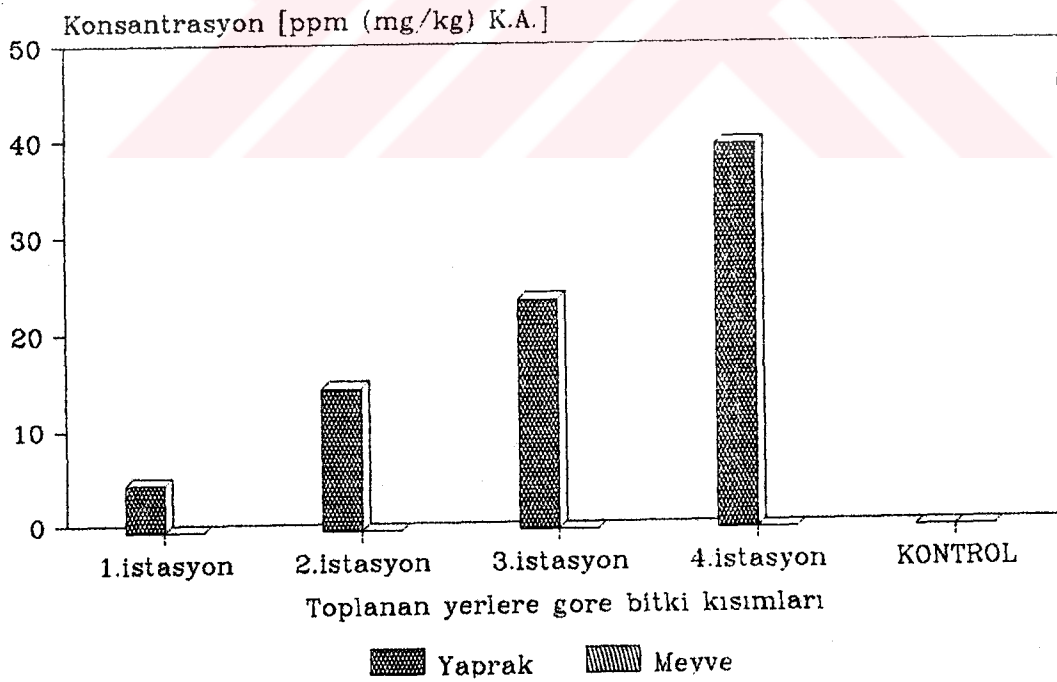
Kozalak diğer türlerinkinden daha büyük, 10-15 mm uzunluğundadır. Olgunlaşmadan önce etli mavi dumanlı, sonraları odunlaştığı zaman kahverenk alır. Kozalak pullarının arkalarında mahmuzları vardır. Fertil olan kozalak pullarından her birisinin altında 1 veya 2 tane tohum vardır. 5-6 mm uzunluğunda ve fındık biçimindeki kalın kabuklu tohum kanatsızdır. Çok dayanıklı odununun koyu kırmızı renkte özü vardır. Vatanı Çin ve Türkistan'dır. Diğer mazi türleri gibi bu da gayet güzel canlı çit olur. Makasla kırılmak suretiyle muhtelif formlar verilebilir (Kayacık 1965).

T. orientalis'te sadece iki organda (yaprak-meyve) Pb birikimi incelenmiştir. Bunlardan en fazla birikim yine 4 Nolu istasyonda yaprakta (40 ppm K.A.) bulunmuştur. Yine bu lokalitenin trafik yoğunluğunun fazla olması ve bitkinin yol ortası röfjünde bulunması birikimin fazla bulunmasında ana etken olarak rol oynamaktadır (Tablo 4.4 ve Şekil 4.4).

1 Nolu istasyonda ise bitki yoldan biraz uzakta ve yüksekte alındığı için Pb birikimi az (5 ppm K.A.) görülmüştür. 2 ve 3 Nolu istasyonlardan alınan bitkilerde birikimin fazla olması örneklerin yolun hemen kenarında oluşundan kaynaklanabilir. Meyve örneklerinde ise hiçbir lokalitede birikim tespit edilememiştir (Tablo 4.4 ve Şekil 4.4).

Tablo 4.4: *Thuja orientalis*'in toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb konsantrasyonları.
[ppm (mg/kg) K.A.].

BİTKİ TOPLANAN YERLER	Yaprak	Meyve
Alaeddin Tepesi	5	0
Otogar Kavşağı	15	0
Emniyet Müdürlüğü (Ankara Cd.)	24	0
Aydınlık Kavşağı	40	0
Meram(KONTROL)	0	0



Şekil 4.4: *Thuja orientalis*'in toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb değişimi.

4.1.5. *Aesculus hippocastanum* L.'de Pb birikimi

Aesculus hippocastanum L. (Synonyme: *Hippocastanum vulgare* Gaertner.), 20-30 m'ye kadar boylanan sık dallı, yuvarlak tepeli, güzel görünümlü bir ağaçtır. Beyaz Çiçekli At Kestanesi olarak da bilinir. Genç gövdelerin düzgün, sonraları çatlayan ve oldukça ince, düzensiz levhalar halinde kavlayan gri esmer bir kabuğu vardır. Başlangıçta kaba tüylü olan genç sürgünler, sarımsı-esmer veya kırmızımsı-esmer renktedir.

Tomurcuklar konik biçimde, üzerleri yapışkandır. Bunlardan uç tomurcuklar diğerinden çok daha büyüktür. Tomurcuk pulları koyu kırmızı kahverengindedir. Palmat tüysü yapraklar 5-7 parçalıdır. Bunların kenarları çift dişlidir. Üst yüzü parlak, alt yüzü açık yeşildir. Önceleri kahverengi kırmızı tüylüdür. Daha sonra bunlar dökülür, yalnız damarların bileşim noktalarındaki açılar arasında kalır.

Çiçek piramit şeklinde, çanak, eşit olmayan 5 parçalı, taç 4-5 parçalıdır, uzunluğu 10-15 mm, kenarları kirpiklidir. Renkleri beyazdır, fakat dip tarafa doğru sarı ve daha sonra kırmızı lekeler vardır. Stamen ekseriya 7 tanedir. Ovaryum yumuşak ipek gibi tüylü, kapsül yuvarlak, 5-6 cm çapındadır. Sarı-yeşil, üzeri seyrek yumuşak dikenli ve ince tüylüdür. Parlak kahverengi tohumlar 1-2 cm çapındadır (Kayacık 1968).

Beyaz Çiçekli At Kestanesi, gerek yol kenarlarında, gerek parklarda bir süs ağacı olarak bütün Türkiye'de yetiştirilmektedir.

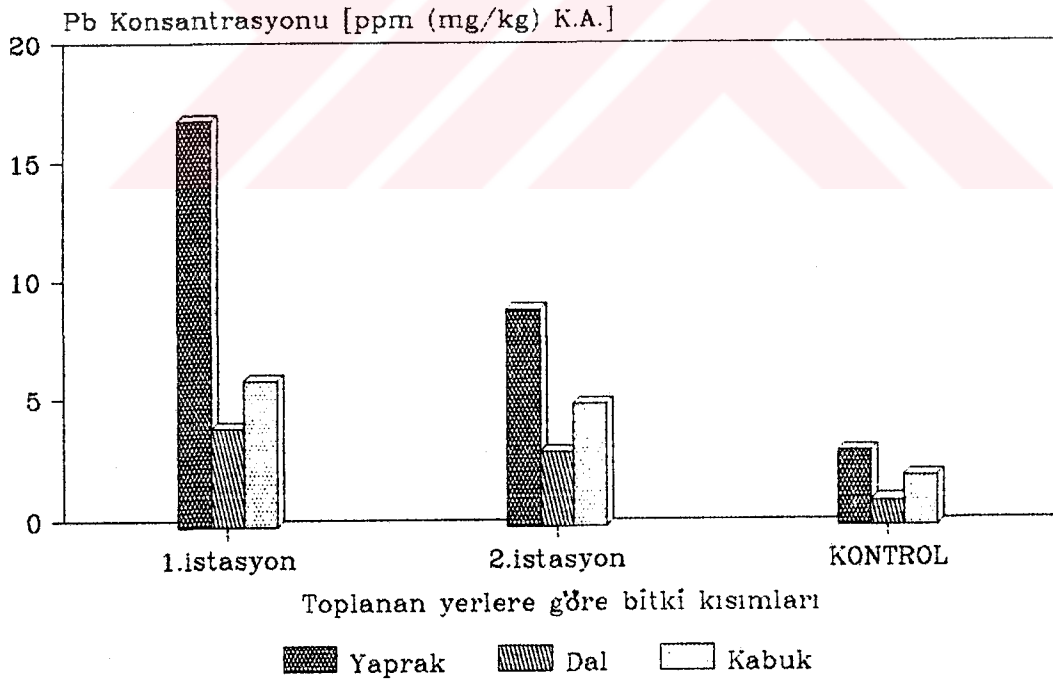
Bir süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. Çok beyaz ve yumuşak olan odunu tornaya ve yontarak işlemeye uygundur. İyi bal yapmaya elverişli olan bol miktardaki nektarından dolayı arıların uğrağını teşkil eder. Tohumları keçi ve koyunlar tarafından yenilmektedir. Tıpta at kestanesi tohumları ağrı dindirici olarak ve daraltıcı özelliğinden dolayı varis, flebit ve hemeroite

karşı, kabukları ise ateş düşürücü ve kuvvet verici olarak kullanılmaktadır (Yakar 1965).

A. hippocastanum'da en fazla Pb birikimi 1 Nolu istasyondaki bitkinin yaprağında (17 ppm K.A.) bulunmuştur. En az birikim ise kontrol bitkisinin dalında (1 ppm K.A.) tespit edilmiştir. Pb birikimi yapraktan sonra en fazla sırasıyla kabuk ve dalda görülmüştür. Kontrol bitkisinin kısımlarında az da olsa birikim tespit edilmiştir (Tablo 4.5 ve Şekil 4.5).

Tablo 4.5: Aesculus hippocastanum'un toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb konsantrasyonları. [ppm (mg/kg) K.A.].

BİTKİ TOPLANAN YERLER	Yaprak	Dal	Kabuk
Alaeddin Tepesi	17	4	6
Otogar Kavşağı	9	2	5
Meram(KONTROL)	3	1	2



Şekil 4.5: Aesculus hippocastanum'un toplandığı yerlere göre bitki kısımlarındaki Pb değişimi

4.2. Konya-Afyon Çevre Yolunda İki Otsu Bitkide Pb

Birikimi

Yoldan uzaklığa bağlı birikimi tespit etmek için Konya-Afyon çevre yolunda Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüsü'ne giderken yolun sağ tarafından yoldan belirli uzaklıklarda birer step bitkisi olan Leguminosae familyasından Alhagi pseudoalhagi (Bieb.) Desv. ve Compositae familyasından Centaurea virgata Lam. alınmıştır.

Alhagi pseudoalhagi (Bieb.) Desv., çok yıllık, dikenli, tüsüz çalılardır. 30-100 cm arasında boylanabilirler. Yapraklar basit, 10-20 x 3-4 mm oblong. Pedisel 1-3 mm ve herbirinde 1-2 küçük brakteol vardır. Kaliks 2 mm tüsüz; dişleri 0.5 mm'ye kadar uzanabilir. Korolla, pembe ve ovaryum tüsüz. Lomentum 8-30 x 2-3 mm, kahverengi, tüsüz, 1-9 tohumlu ve tohumlar arası açık olarak belli.

Hendek, yol kenarları ve sıklıkla terk edilmiş tuzlu yerler başlıca habitatıdır. 1200 m'ye kadar olan yüksekliklerde yetişirler. Anadolu'da başlıca yayılış yerleri; Ankara, Tokat, Kars, Muğla, Konya, İçel, Mardin'dir. İran-Turan elemanıdır (Davis 1970).

Centaurea virgata Lam. ise çok yıllık, ağ tabanı ağaçsı (odunsu), birkaç gövdeli, 30-70 cm'ye boylanabilen bitkilerdir. Yapraklar yünsü-tüylü ve pinnatipartit şeklindedir. Kapitula tek veya sıklıkla dalların ucunda iki kapitula ile sonlanır. Çiçeklenmeden sonra çoğunlukla dökülür. Involukr 7-9 x 3-4 mm, fusiform. Çiçekler gül rengi-mor, hermafrodit 4-8. Akenler (meyva) 3-3.8 mm; pappus 0.5-3.5 mm veya yok. Kurak, terk edilmiş yerlerde, 1000-2000 m arasında yetişir (Davis 1975).

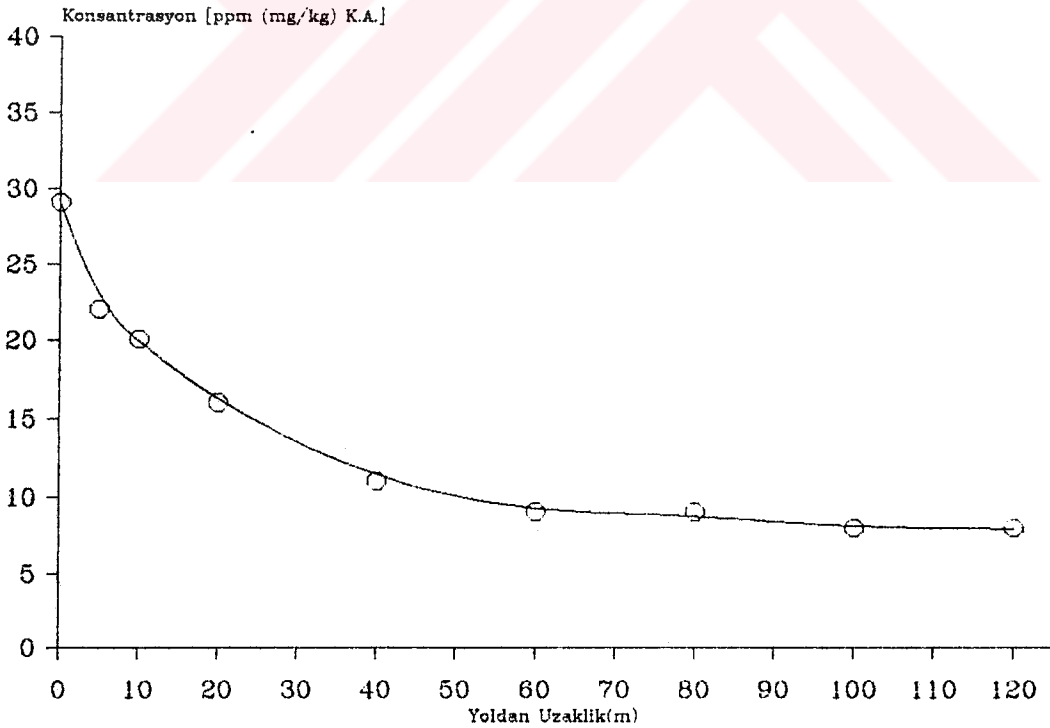
Yoldan uzaklığa bağlı Pb birikimini tespit etmek amacıyla Konya-Afyon yolunda Konya'dan hemen çıkışta yolun sağ tarafında step bitkilerinden Centaurea virgata

ve Alhagi pseudoalhagi bitkileri değişik mesafelerde toplanmıştır.

Bu bitkilerde yoldan uzaklığa bağlı olarak Pb birikiminde bir azalma gözlenmiştir. Hatta C. virgata'da yoldan 120 m içerde bile 8 ppm'lik bir birikim tespit edilmiştir. Aynı şekilde A. pseudoalhagi'de de yoldan uzaklığa bağlı olarak Pb birikiminde bir azalma görölmüştür. Kontrol bitkilerinde de Pb birikiminin tespit edilmesi az da olsa kampüs ve çevresindeki trafikten kaynaklanmaktadır. (Tablo 4.6, şekil 4.6 ve Tablo 4.7, şekil 4.7).

Tablo 4.6: Konya-Afyon yolunda *Centaurea virgata*'da yoldan uzaklığa bağlı Pb birikimi [ppm (mg/kg) K.A.].

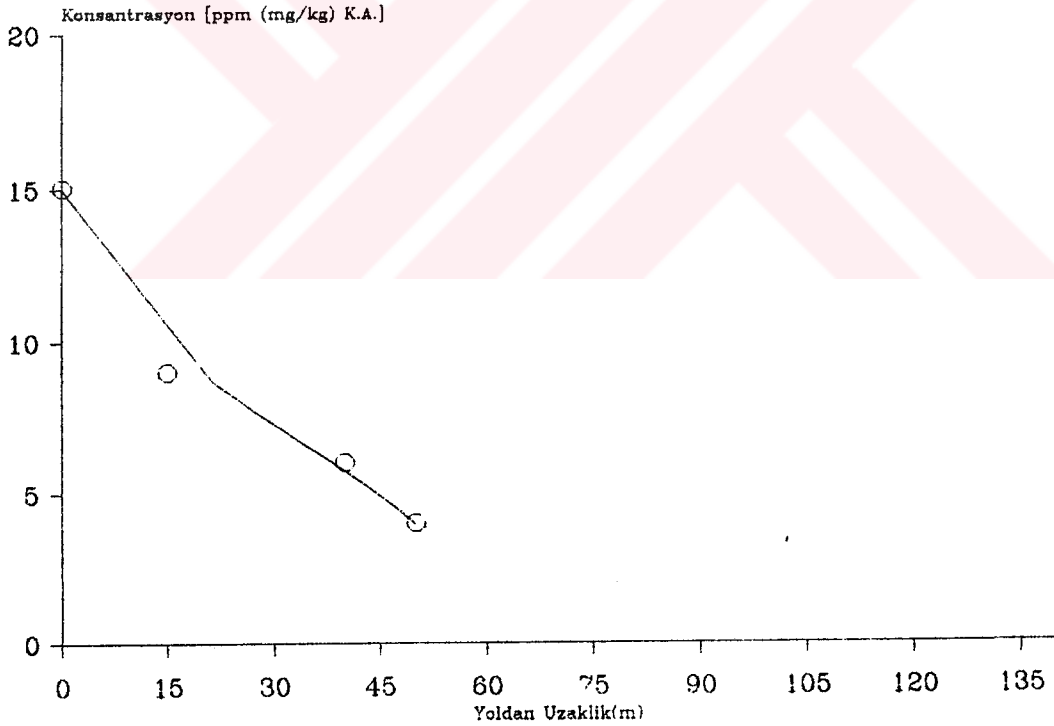
Yoldan Uzaklık (m)	Pb Birikimi [ppm (mg/kg) K.A.]
0	29
5	22
10	20
20	16
40	11
60	9
80	9
100	8
120	8
KONTROL (Kampüs)	7



Şekil 4.6: *Centaurea virgata*'da yoldan uzaklığa bağlı Pb değişimi

Tablo 4.7: Konya-Afyon yolunda Alhagi pseudoalhagi'de yoldan uzaklığa bağlı Pb birikimi [ppm (mg/kg) K.A.].

Yoldan Uzaklık (m)	Pb Birikimi [ppm (mg/kg) K.A.]
0	15
15	9
40	6
50	4
KONTROL (Kampüs)	1



Şekil 4.7: Alhagi pseudoalhagi'de yoldan uzaklığa bağlı Pb değişimi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmamızda üzerinde çalıştığımız bitkilerdeki Pb konsantrasyonlarından da anlaşılacağı üzere, tabiattaki kurşun kirlenmesinin ana kaynaklarından birisi otomobil egzoz gazı artıklarıdır. Son yıllarda giderek önem kazanan kurşun kirliliği problemine bir çözüm getirmek için benzinin oktan yüzdesini arttırmada kullanılan tetra etil kurşun (TEL) bileşiğinin üretiminde başta A.B.D. olmak üzere birçok ülkede kısıtlamalar getirilmiş ve kullanımı da son zamanlarda gittikçe azalmıştır. Fakat gelişmekte olan ülkelerde, atmosferdeki kirleticiler arasında yeralan kurşun, özellikle rafinerilerde kullanılmaya çok az da olsa devam edilmektedir.

Çevredeki kurşun kirliliğinden diğer canlılarla beraber, özellikle yol kenarlarındaki bitkiler de etkilenmekte ve büyük zarar görmektedir. Ana kaynağı motorlu araçlar olan bu kirliliğin, bitkilerde kurşun birikimine sebep olduğu ve Pb miktarının yoldan uzaklaştıkça azaldığı değişik araştırmacılar tarafından gösterilmiştir.

Araştırmamızda değişik lokaliteledeki bitkilerde Pb birikim miktarları, çizimlediğimiz 4.1'den 4.7'ye kadar olan tablo ve şekillerde görülmektedir.

Araştırma sonuçlarımıza göre; atmosferdeki kurşunun ana kaynağının motorlu taşıtlar olduğu kesin bir şekilde ortaya konulmuştur.

Öztürk ve Türkan (1982)'ın belirttiklerine göre %50-90'ının çapı 1 µm'dan küçük olan Pb partikülleri 30 gün süreyle havada kalabilmekte ve bu özelliklerinden dolayı da çok uzak ve geniş alanlara yayılabilmektedir. Bazı kontrol bitkilerimizdeki Pb miktarlarının da yüksek çıkması çok küçük çapa sahip kurşun parçacıklarının yükselen hava ve çeşitli hava

hareketleriyle uzak mesafelere taşındığını göstermektedir. Bu sonucu doğrulayan benzer tespitler Lagerwerf (1971) tarafından da yapılmıştır. Araştırmacı kutuplarda buzullar üzerinde yaptığı çalışmalarda buz tabakaları arasında otomobil egzozlarından kaynaklanan yoğun kurşun birikimlerine rastlamıştır.

Trafik yoğunluğu ile bitkilerde biriken kurşun miktarı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, değişik trafik yoğunluğuna sahip yollar seçilmiştir. Fakat çalışma yaptığımız bütün yollarda ilgili kuruluşlar tarafından araç sayımı yapılmadığı için bazı yollardaki trafik yoğunluğu değerleri verilememiştir. Bulgularımıza göre trafik yoğunluğu fazla olan yollarda, mesela Aydınlikevler Kavşağı'nda (8 saatte 9024 araç geçmektedir) incelediğimiz bitkiler içinde en fazla Pb birikimi (84 ppm K.A.) Cedrus libani yaprağında bulunmuştur. Diğer lokalitelerde trafik yoğunluğu bu kavşağa göre az olduğundan bitkilerde Pb birikimi o nisbette az çıkmıştır. Benzer bulgular Türkan 1982, Kutbay ve Kılınç (1990), Kovacs ve ark. (1982) tarafından da bulunmuştur.

Bulgularımızda herdem yeşil bitkilerin, yaprak döken bitkilere göre daha fazla Pb biriktirdikleri görülmüştür.

Bitkilerin farklı kısımlarındaki kurşun birikiminde de değişiklikler gözlenmiştir. Bu durum bitki organlarının yüzey yapılarının kurşun biriktirme yeteneğini etkilediğini göstermektedir. Havadaki kurşunun, geniş yüzeyli ve atmosferle sıkı gaz alış-verişi yapan bitki organları olan yapraklarda en fazla gerçekleştiği çalışma sonuçlarımızda gösterilmiştir. Genellikle pürüzlü yüzeye sahip bitki dokuları olan kabuk örneklerinde ikinci derecede bir birikim, meyve-dal örneklerinde üçüncü derecede bir birikim tespit edilmiştir. Sadece Platanus orientalis kabuk örneklerinde bütün istasyonlarda birinci derecede birikim tespit

edilmiştir. Bu ise bu bitkinin kabuklarının morfolojik yapısı gözönüne alındığında atmosferle temas yüzeylerinin fazla olmasına bağlanabilir.

Otsu bitkilerimizden trafiğe aynı uzaklıklarda Centaurea virgata'da Alhaqi pseudoalhazi'ye nazaran biraz daha fazla Pb birikimi tespit edilmiştir (0 m'de 25 ppm'e karşılık 15 ppm; 40 m'de 11 ppm'e karşılık 6 ppm).

Yoldan uzaklığa bağlı olarak kurşun birikimini incelediğimiz Centaurea virgata'da yoldan 100-120 m içerde 8 ppm K.A. kurşun bulunması, kurşunun hava hareketleriyle taşınabildiğini göstermektedir. Türkan (1982)'nin yaptığı çalışmada yoldan 100 m içerdeki bitkilerde 2-7 ppm dolayında Pb bulunması, bulgularımızı desteklemektedir. Buna benzer bulgular Madany ve ark. (1990) tarafından Bahreyn'de de bulunmuştur.

Bilindiği gibi ülkemizde hergün çok sayıda motorlu araç trafiğe girerek trafik yoğunluğunun artmasına sebep olmaktadır. Uzmanlar aynı değerde başka bir madde bulunmadığından tetra etil kurşun (TEL) veya tetra metil kurşun (TEM)'un benzinlerde vuruntuyu önleyici madde (ANTI-KNOCK) olarak kullanılmasına devam edileceğini belirtmektedirler (Türkan 1982). Bu şekilde devam ettiği takdirde bitkilerde ortaya koymaya çalıştığımız kurşun birikimi ve kirliliğin boyutlarının çok yakın bir zamanda diğer bazı ülkelerinkine ulaşacağını tahmin etmek zor olmayacaktır. Fakat ne olursa olsun, son yıllarda özellikle ülkemizde ve A.B.D.'de kurşunsuz benzin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır.

Bu sebeple otomobil firmaları araçlarda motor aksamını yeniden tasarımıyarak kurşunsuz benzine uygun hale getirmektedirler.

Yaklaşık 200 ppm kurşunun küçük hayvanları öldürebileceği gözönünde tutulursa tehlikenin ne kadar büyük olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca gıdalarda

bulunabilecek kurşun miktarı için Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO)'nın belirlediği sınır değer 0.5 ppm'dir.

Küçük çapta da olsa ekosistemimizin temel elemanlarından olan bitkilerde ortaya koymaya çalıştığımız kurşun birikimine ve kirliliğine karşı alınması gerekebilecek birtakım tedbirleri aşağıda belirtmekle, bu tehlikenin daha fazla büyümesini önlemede yararlı olacağı inancındayız.

-Çeşitli yasalar çıkartılarak benzinlere katılan kurşun miktarı mümkün olduğu kadar düşürülmelidir.

-Halk ve yetkililer her ne şekilde olursa olsun (konferans, sempozyum, panel, seminer v.b.) bu tür kirlilik konusunda aydınlatılmalı ve bilinçli hale getirilmelidir.

-Yaya yolları ve kaldırım kenarlarında mümkün olduğu kadar çok sayıda ve özellikle kurşun kirlenmesine dayanıklı bitkiler yetiştirilmesine yer verilmelidir.

-Sebze ve meyve bahçeleri cadde ve anayol kenarlarından uzaklaştırılmalıdır.

-İnsanlar tarafından kitle halinde kullanılan yerler (tünel, çokkatlı otopark v.b.) sürekli havalandırılmalıdır (Karagüzel 1981, Bingöl 1992).

Bu çalışmamızda bitkilerle olan ilişkilerini göstermeye çalıştığımız kurşun birikimi ve kirliliğinin bulgularımızın ışığı altında; daha kapsamlı, farklı bölgelerde, mevsimsel değişime dayalı ve özellikle ekonomik değeri olan bitki türleri üzerinde, uzun süreli çalışmalarla ele alınmasının, ülkemizde çevre kirliliği ve sorunlarına karşı sürdürülen çalışmalara katkılar sağlayacağı inancındayız.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1980. Petrol Ofisi, Yakıtlar ve Yağlar El Kitabı. s: 31-48, Ankara.
- BAYRAKLI, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri). Ondokuz Mayıs Üni. Ziraat Fak. Yay., Yay. No: 17, 119 s. Samsun.
- BİNGÖL, M.Ü., 1992. Ankara cadde ağaçlarından Aesculus hippocastanum L.'da kurşun (Pb) birikimi. Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 62 s. Ankara.
- BROWN, M.T., WILKINS, D.A., 1986. The effects of zinc on germination, survival and growth of Betula seed. Environ. Pollut., 41:1, 53-61.
- CANNON, H.L. and BOWLES, J.M., 1962. Contamination of vegetation by tetraethyl lead. Science 137, 765-766.
- CİRELİ, B., 1973. Endüstriyel baca dumanlarının Nif Dağı vejetasyonuna etkileri. TÜBİTAK, Temel Bilimler Araştırma Grubu. Proje No: TBAG-75.
- COELLO, W.F., SALEEM, Z.A. and KHAN, M.A.Q., 1974. Ecological effects of lead in outo-exhaust. Ed: KHAN, M.A.Q. and BEDERKA, Jr.J.P., Survival in Toxic Environments. Academic Press. New York-London.
- ÇETİK, R., 1965. The vegetation of Murgul area effected by sulphur dioxide. Communications de la Fac. des sciences de L'Univ. d'Ankara, Serie C, Tom. X:140-162.
- DAVIS, P.H., 1970, 1975. Flora of Turkey, and the East Aegean Islands. Vol:3,5., University Press. Edinburgh.
- EKŞİ, A., 1981. Bazı toksik metal iyonlarının gıdalara bulaşma yolları. Bilim ve Teknik Derg. 14:168, 35-39.
- FONER, H.A., 1987. Traffic lead pollution of some edible crops in Israel. The science of the total environment. 59:309-315.
- GODBOLD, D.I. and HUTTERMAN, A., 1986. The uptake and toxicity of mercury and lead to spruce (Picea abies Karst.) seedlings. water and Soil Pollut. 31:509-515.

- HERTSTEIN, U. and JAGER, H.J., 1986. Tolerances of different populations of three grass species to cadmium and other metals. *Env. Exp. Bot.* 26:309-319.
- İNEL, Y., SEBÜKTEKİN, H. VE KURT, H., 1977. Otoyol boyunca kurşun, çinko ve kadmiyum birikimi. TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi Çevre Araştırmaları. 51-57, Ankara.
- KABATA-PENDIAS, A. and DUDKA, S., 1991. Trace metal contents of Taraxacum officinale (dandelion) as a convenient environmental indicator. *Environ. Geochem. and Health.* 13(2):108-113.
- KARACA, İ., 1957. Murgul Bakır Fabrikası İzabehane Bacalarından İntişar Eden Kükürtdioksit (SO₂) Gazının Havai Yolla Bitki Tecessüm Ve Sağlığına Tesiri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay. No: 126, Çalışmalar: 76, 70 s. Ankara Üni. Basımevi.
- KARADEMİR, M., 1992. Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim bitkilerinde egzoz gazlarından gelen ağır metal birikimi. Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 62 s. Ankara.
- KARAGÜZEL, A., 1981. Egsoz gazlarıyla çevremize yayılan tehlike "kurşun". *Bilim ve Teknik Derg.* 14(159):37-39.
- KAYACIK, H., 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği (Gymnospermae). I. Cilt. İst. Üni. Orman Fak. Yay. No:98, 390 s. Kutulmuş Matbaası. İstanbul.
- KAYACIK, H., 1968. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği (Angiospermae). II. Cilt. İst. Üni. Orman Fak. Yay. No:134, 299 s. 2. Baskı. Kutulmuş Matbaası. İstanbul.
- KAYACIK, H., 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği (Angiospermae). II. Cilt. İst. Üni. Orman Fak. Yay. No:287, 224 s. 2. Baskı. İstanbul.
- KOVACS, M., OPANSZKY, I., KLINCSEK, P. and PODANI, J., 1982. The leaves of city trees as accumulation indicators. *Tasks Veg. Scie.*, 7:149-153.
- KRISHNAYYA, N.S.R. and BEDI, S.J., 1986. Effects of automobile lead pollution on Cassia tora L. and Cassia occidentalis L., *Environ. Pollut.*, 40(3):221-226.
- KUTBAY, H.G. VE KILINÇ, M., 1991. Heavy metal pollution in plants growing along motor roads. "Urban

Ecology"., Ed: OZTURK, M., ERDEM, U., GORK, G.,
Ege University Press. p: 62-65, Izmir-Türkiye.

LAGERWERF, J.V., 1971. Uptake of cadmiyum, lead and zinc
by radish from soil and air. Soil Scie., 111:129-
133.

MADANY, I.M., MAHMOOD, G.A. and AKHTER, S., 1990.
Assesment of lead in roadside vegetation in
Bahrain., Environ. International. 16:123-126.

MASSHOUR, A.M. and SEAWARD, M.R.D., 1991. Heavy metal
burden of Yanbu Industrial City, Saudi Arabia. I.
Pollution via dusts., URBAN ECOLOGY., Ed: OZTURK,
M.A., ERDEM, U., GORK, G., Ege University Press.
p:88-97. Izmir-Türkiye.

NRIAGU, J.O., 1979. Global inventory of natural and
anthropogenic emission of trace metals to the
atmospherel nature., 279:409-411.

ONAR, A.H. ve TEMİZER, A., 1987. Çevre kirliliğinin
etkisinin ölçüsü olarak Cd ve Pb derişimlerinin
idrarda tayini., Doğa Türk Müh. ve Çevre Derg.,
11(2):254-267.

ÖZÖRGÜCÜ, B. ve TÜRKAN, İ., 1985. Izmir ili çevre yolları
kenarında yetişen tütün (*Nicotiana tabacum*
L.)'lerde kurşun kirlenmesinin araştırılması.,
Milli Tütün Komitesi. Bilimsel Araştırma Alt
Komitesi 5. Toplantısı'nda Sunulan Bildiriler.
s:67-75, İstanbul.

ÖZTÜRK, M.A. ve TÜRKAN, İ., 1982. Kurşun kirlenmesi ve
bitkiler. Tabiat ve İnsan Derg., 16(3):32-35.

PENNEY, D.G., BEDERKA, Jr. J.P., McLELLAN, J.S., COELLO,
W.F., SALEEM, Z.A. and KHAN, M.A.Q., 1974.
Ecological effects of lead in auto-exhaust. Ed.:
KHAN, M.A.Q. and BEDERKA, Jr. J.P., Survival in
Toxic Environments. Academic Press. New York-
London.

RAMADE, F., 1974. Eléments d'écologie appliquée. 522 p.,
Ediscience-Mc Graw-Hill.

RAPPAPORT, B.D., MATRENS, D.C., RENEAU, Jr.P.B. and
SIMPSON, T.W., 1987. Metal accumulation in corn
and Barley Grown on a sludge amended typic
Ochragualf. J. Environ. Qual., 16:29-33.

RODERER, G., 1984. On the toxic effects of tetraethyl
lead and its derivatives on the Chrysophyte
Poteriochromonas malhamensis. V. electron
Microscopical Studies., Env. Exp. Bot., 24:17-30.

SEAWARD, M.R.D. and RICHARDSON, D.H.S., 1989. Atmospheric
Sources of Metal Pollution and Effects on

Vegetation. "Heavy Metal Tolerance In Plants: Evolutionary Aspects." Ed.: SHAW, A.J., pp:75-91., Ph. D. CRC Press, Inc. Boca Raton., Florida, USA.

TOKER, M.C., TEMİZER, A. ve YALÇIN, İ., 1990. Ankara'da bazı yol ortası röfujlerinde yetiştirilen çamlarda ağır metal (Pb,Ni,Cd) birikimi. Cumhuriyet Üni. Fen-Edeb. Fak. Fen Bil. Dergisi., 13:25-40.

TÜRKAN, İ., 1982. İzmir İli Merkezi ve Çevre Karayollarında Yetişen Bitkilerde Kurşun Kirlenmesinin İncelenmesi. Ege Üniv. Fen Bil. Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 41 s., Bornova-İzmir.

TÜRKAN, İ., 1986. İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde kurşun, çinko ve kadmiyum kirlenmesinin araştırılması. Doğa Türk Biyoloji D., 10(1):116-120.

TÜRKAN, İ., GEMİCİ, Y., SEÇMEN, Ö., ÖZTÜRK, M.A., 1984. İzmir'in bazı kirli alanlarındaki vejetasyon üzerinde araştırmalar. Tübitak Ulusal Çevre Sempozyumu Tebliğ Metinleri., s: 290-300. Ankara.

TÜRKAN, İ. and ÖZTÜRK, M.A., 1989. Lead contamination in the plants growing near motor roads. Ege Üniv. Fen Fak. Fen Dergisi. Seri B. s: 1-5.

WONG, M.K., CHUAH, G.K., ANG, K.P. and KOH, L.L., 1986. Interactive effects of lead, cadmium and copper combinations in the uptake of metals and growth of Brassica chinensis. Env. Exp. Bot., 26:331-339.

YAKAR, N., 1965. Renkli Türkiye Bitkileri Atlası. II. Fasikül., İst. Üni. Yay. Sayı: 1127, Fak. No: 63. Matbaa Teknisyenleri Basımevi. İstanbul.