

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANASYON MERKEZİ

**DİPLOTAXİS-TENUİFOLİA BİTKİSİNDEKİ
AĞIR METALLERİN İNCELENMESİ**

67863

Kimyager Banu ARPINAR

F:B.E. Kimya Anabilim Dalı, Anorganik Kimya Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Şirin PAKSOY

Prof. Dr. Şirin Paksoy
S. Paksoy

İSTANBUL, 1997

Prof. Dr. Halukettin Bekmen Başkan
Prof. Dr. Sozcu İshiyeli

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VII
1. Giriş	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI	1
2. TEORİK BÖLÜM	3
2.1. BİTKİNİN TANIMI	3
2.1.1. <i>Cruciferae</i> Familyası	3
2.1.2. <i>Diplotaxis</i> Cinsi	4
2.1.3. <i>Tenuifolia</i> Türü	4
2.1.4. <i>Diplotaxis-tenuifolia</i> Bitkisiyle Yapılan Çalışmalar	5
2.2. TAYİN EDİLEN AĞIR METALLER HAKKINDA BİLGİ	7
2.2.1. Demir	7
2.2.1.1. Doğada Bulunuşu	7
2.2.1.2. Özellikleri	7
2.2.1.3. Demirin Biyokimyası ve Vücuttaki Rolü	8
2.2.1.4. Demirin İnsan Sağlığına Etkileri	8
2.2.2. Bakır	9
2.2.2.1. Doğada Bulunuşu	9
2.2.2.2. Özellikleri	9
2.2.2.3. Bakırın Biyokimyası ve Vücuttaki Rolü	10
2.2.2.4. Bakırın İnsan Sağlığına Etkileri	10

	<u>Sayfa No</u>
2.2.3. Kurşun	11
2.2.3.1. Doğada Bulunuşu	11
2.2.3.2. Özellikleri	11
2.2.3.3. Kurşunun İnsan Sağlığına Etkileri	11
2.2.4. Kadmiyum	12
2.2.4.1. Doğada Bulunuşu	12
2.2.4.2. Özellikleri	13
2.2.4.3. Kadmiyumun Biyokimyası ve Vücuttaki Rolü	13
2.2.4.4. Kadmiyumun İnsan Sağlığına Etkileri	13
2.3. ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROFOTOMETRESİ	
HAKKINDA GENEL BİLGİ	14
2.3.1. Teori ve Temel Prensipler	14
2.3.2. Aletin Tanımı	14
2.3.3. Işık Kaynakları	15
2.3.3.1. Oyuk Katot Lambaları	15
2.3.3.2. Elektrotsuz Boşalım Lambaları	15
2.3.3.3. Sürekli Işık Kaynakları	16
2.3.4. Atomlaştırıcılar	16
2.3.4.1. Alevli Atomlaştırıcılar	16
2.3.4.2. Grafit Fırımlar	17
2.3.5. Monokromatörler	18
2.3.6. Dedektörler	18
2.3.7. Girişimler	18
2.3.7.1. Kimyasal Girişimler	18
2.3.7.2. İyonlaşma Girişimi	19

	<u>Sayfa No</u>
2.3.7.3. Spektral Girişimler	19
2.3.7.4. Zemin Girişimleri	19
2.3.8. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinin Kullanım Alanları	19
3. DENEYSEL BÖLÜM	22
3.1. ÇÖZÜCÜLER VE ÇÖZELTİLER	22
3.2. KULLANILAN ALETLER	22
3.3. BİTKİNİN TOPLANMASI VE ANALİZE HAZIRLANMASI	23
3.4. AĞIR METALLERİN ÇÖZELTİYE ALINMASI	23
3.5. STANDART ÇÖZELTİLERİN HAZIRLANMASI	24
3.5.1. Demir	24
3.5.2. Kurşun	24
3.5.3. Bakır	24
3.5.4. Kadmiyum	25
3.6. ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROFOTOMETRESİ YÖNTEMİNİN KOŞULLARI	25
3.7. ATOMİK ABSORPSİYON İLE AĞIR METAL TAYİNİ VE İSTATİSTİK DEĞERLENDİRME	34
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	40
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	

Bu çalışmamın gerçekleşmesinde yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm değerli Hocam Prof. Dr. şirin PAKSOY'a, bitkiyi teşhis eden Prof. Dr. Neriman ÖZHATAY'a, bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan aileme, bütün arkadaşlarıma ve bana emeği geçen herkese teşekkür ederim.

ÖZET

Canlılar için hava, su ve toprak çok önemlidir. Günümüzde çeşitli nedenlerle bunlar kirlenmektedir. Ağır metallerin canlı varlıklara olumsuz etkileri vardır. Bunlar bütün canlıların metabolizmalarında birikme yapar. Bu birikmenin sonucunda canlıların bünyelerinde çeşitli rahatsızlıklara neden olurlar.

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de yetişen doğal bitkilerden olan *diplotaxis-tenuifolia*’daki birikimi araştırmaktır. Bu şekilde çevre kirliliğinin daha çok olduğu yerler saptanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümü teorik bölümü kapsamaktadır. Burada bitkinin familyası, cinsi, türü tanıtılmış, bu bitki üzerine yapılmış olan çalışmalar toparlanmıştır. Bitkide tayini yapılan ağır metallerden demir, bakır, kurşun,

kadmiyumun genel özellikleri kısaca açıklanmıştır. Ayrıca çalışmanın ana yöntemini oluşturan atomik absorpsiyon spektroskopisi hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölüm deneysel bölümdür. Bu bölümde deney için kullanılan çözeltiler, yöntemler ve atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazının çalışma koşulları belirtilmiştir. Ayrıca burada tablolar halinde deneysel sonuçlar ve tüm grafikler bulunmaktadır.

Bitkiler Okmeydanı-Çevre yolundan, Yeşilbağ'dan (Akatlar ile Arnavutköy arası), Boğaz köprüsünün Anadolu tarafındaki ayağından, Beykoz'dan ve Fenerbahçe parkından toplanmıştır. Çeşitli işlemlerden geçirilerek analize hazırlanmış ve analiz sonucunda ağır metal miktarlarının yerleşim ve trafiğin yoğun olan bölgelerde, az olan bölgelere oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir.

SUMMARY

Air, water and soil are very important for plants, animals and human beings. Unfortunately with increasing industrialization they get polluted. Heavy metals have some negative effects for leaving creatures. They accumulate in the metabolisms. At the end of this accumulation heavy metals cause various disagreeable results.

The purpose of this study is to investigate the accumulation of heavy metals in *diplotaxis-tenuifolia* which grows in Turkey; and, thus to determine the regions with high pollution.

Second part of the study contains the theoretical background. In this section information and previous research on the plants are given. Heavy metals

which were analyzed this plant were iron, copper, lead and cadmium, general properties of those heavy metals are explained shortly. Also atomic absorption spectroscopy which is the fundamental method of the study is described.

Third part is an experimental part. In this part solutions, methods and working conditions of the atomic absorption spectroscopy equipment which was used in the experiments are given in form of tables and figures.

Plants were picked from Yeşilbağ (between Akatlar and Arnavutköy), Beykoz, Fenerbahçe park, Bosphorus bridge (next to highway), and Okmeydanı-highway, and were analyzed for heavy metals. The results show that the amount of heavy metals in the zones of intensive settlement and traffic are remarkably higher than the amounts found in regions of limited settlement and traffic.

1. GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Canlıların yaşaması için en gerekli şeyler hava, su ve topraktır. Maalesef günümüzde bunlar çeşitli nedenlerden kaynaklanan kirlenme ile karşı karşıyadır. Bu kirlenmede sanayinin, her türlü motorlu taşıtların, bireysel ve merkezi ısıtma sistemlerinin bacalarının rolü büyüktür.

Ağır metaller olarak bilinen, kurşun, demir, bakır, kadmiyum gibi metaller insan ve çevre sağlığı açısından çok önemlidir. Bu metaller suya, toprağa karışarak bu suda ve toprakta yetişen bitkilerde dolayısıyla bu bitkileri yiyen hayvanlarda ve onlarla beslenen insanlarda birikirler.

Bu çalışmanın amacı çevre kirliliğinin Türkiye’de yetişen *diplotaxis-tenuifolia*’a etkisini araştırmaktır. Bu amaçla bitki Okmeydanı-Çevre yolundan, Yeşilbağ’dan (Akatlar ile Arnavutköy arasından), Fenerbahçe parkının denize bakan tarafından, Boğaz köprüsünün Anadolu tarafındaki ayağından ve Beykoz’dan toplandı. Bitki, İ.Ü. Eczacılık Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Neriman ÖZHATAY tarafından teşhis edildi. Bu beş bölgeden toplanan bitki örneklerinin bünyesindeki ağır metal oranı Atomik absorpsiyon spektrofotometrisi ile incelendi.



2. TEORİK BÖLÜM

2.1. BİTKİNİN TANIMI

2.1.1. *Cruciferae* Familyası

Papaverales takımındandır. Çiçeklerinin taç yaprakları birbirinden ayrı olan ilginç görünümlü iki çenekli büyük bir bitki ailesidir. Turp, hardal vb. bitkileri içerir. Türleri yaprakları baharatlı olan otsu bitkilerdir.

Cruciferae familyası çiçekleri ile hemen tanınır. Açılmış bir çiçekte dört çanak yaprak, bazen haç biçiminde bazen de V biçiminde olan dört tane taç yaprak ve ikisi öbürlerinden daha küçük olan altı tane erkek organ bulunur.

Bu familyadaki meyvelere hardalsı meyveler denir. Meyveler olgunlaştığında kendiliğinden açılır ama bazı cinslerde (örneğin turpta) kapalı olarak kalır.

Cruciferae familyasında tohum meyve kabuğunun parçalanması ile elde edilir. Tohumlar çoğu zaman besi dokusundan yoksundur. Bazı tohumlar hayvan yemi olarak kullanılır, bazılarında ise yağ çıkarılır.

Bu bitkilere özellikle ılıman ve soğuk bölgelerde bol miktarda rastlanır. Çoğunlukla zararlı otlardır. Ama bazılarında çok önemli sebzelerdir. Bunlara örnek olarak lahana, karnıbahar, brüksel lahanası verilebilir. Bazılarında süs bitkisidir. Bunlara örnek olarakta şebboy, gümüş sepet, akça çiçeği verilebilir (Davis, 1965, Tutin ve diğerleri, 1964; Hegnaver, 1964).

2.1.2. *Diploaxis* Cinsi

Yunancada diploos çift, taxıs düzen anlamına gelmektedir. Boyları genellikle kısadır (30-80 cm kadar). Genel olarak Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da daha çok fakir topraklarda yetişen yıllık ya da çok yıllık otsu bitkilerdir. Bilinen 20 türü ise en çok Akdeniz bölgesi, Avrupa, Afganistan ve Pakistan'da yetişir (Davis, 1965; Tutin ve diğerleri, 1964).

2.1.3. *Tenuifolia* Türü

Cruciferae familyasının bilinen 4000'e yakın türü vardır. Bir yıl yaşayıp ölen türleri de bulunmaktadır. Çiçekleri yılın belirli zamanlarında açar. Çiçeklerin taç yaprakları 7.5-14 mm'dir. Renkleri sülfür içerdiği için sarıdır. Sapları odunsudur. Hardalsı meyveleri 1 ila 2 mm'dir. Tohumları yumuşak tüysüz ve mat kahverengi

renktedir. Genellikle yol kenarlarında ve bayırlarda yetişir (Davis, 1965; Tutin ve diğerleri, 1964).

2.1.4. *Diplotaxis-Tenuifolia* Bitkisiyle Yapılan Çalışmalar

1973 yılında Fransa'da Viemont, Jean ve Goas *Euphorbia paralias* ve *Eryngium naritimum* bitkilerine göre *Galium verum* ve *Diplotaxis-tenuifolia* bitkisindeki piperonik asidin fazla olduğunu ve bundan elde edilen proteinde de prolin yüzdesinin yüksek olduğunu göstermiştir (Viemont ve diğerleri, 1973).

1974 yılında Rusya'dan Dolya, Fursa ve Litvinenko *Diplotaxis-tenuifolia*'nın kök ekstresinden CHCl_3 -EtOH ve H_2O -EtOH karışımları ile kromatografik yöntemle $\text{C}_{28}\text{H}_{32}\text{O}_{17}$ bileşimini elde etmiştir. Bu bileşiğin erime noktası 209°C , kırılma açısı 56° olarak bulunmuştur. UV ve IR'de bir biosid olduğu saptanmış ve % 5'lik H_2SO_4 ile hidrolizinde isorhamnetin ve D-glukoz karışımı elde edilmiştir (Dolya ve diğerleri, 1974).

1978 yılında Rusya'da Fursa ve Belyaeva *Diplotaxis-tenuifolia*'da çiçek ve çiçeğin bölümlerindeki flavonoid glukosidleri üzerine kalitatif çalışma yapmıştır. En çok görülen flavonoidler isorhamnetin, kuarsetin ve türevleridir. Çiçeklerinin değişik bölümlerindeki flavonoid glukosid miktarlarının farklı olduğu saptanmıştır (Fursa ve diğerleri, 1978).

1980 yılında Fransa'da Larher ve Hamelin 5-dimetilsülfonopentanoik asidi *Diplotaxis-tenuifolia*'da kimyasal ve spektral datalarla tanımlamış ve $(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{HBr}$, $\text{Br}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$ ve Me_2S 'den sentez edilmiştir (Larher ve diğerleri, 1980).

1981 yılında Polonya'da Szymczak, Krzeminski ve Krzeminska *Cruciferae* familyasının yağ miktarını farklı yerlerden toplananlarda % 30, Polonya'da yetişen bitkilerin 14 yabancı türünden elde edilen 30 tohum örneğinde % 15 ila 49 olarak bulmuştur. Erusik asidi 11 türden elde edilen tohumlarda % 5 ila 40 arasında bulmuştur. Tetrakosenoik asit, örneklerin çoğunda bulunmuştur (Szymczak ve diğerleri, 1981).

1983 yılında İngiltere'de Klotz, *Diplotaxis-tenuifolia* bitkisinin filizlerine kalsiyum hidroksitin etkilerini incelemiştir (Klotz, 1983).

1988 yılında İngiltere'de Romero, Elejalde ve Gomez, toprak, bitki ve havada bulunan makro düzeydeki (Na, K, Ca, Mg) ve ağır metallerin (Cr, Mn, Fe, Ni, Co, Pb, Cu, Zn, Cd) içeriklerini istatistik yöntemle araştırmıştır. Bu çalışmalar somut netice vermiştir (Romero ve diğerleri, 1988).

1989 yılında Arjantin'de Maldoni, Haurie ve Bartolome *Diplotaxis-tenuifolia*'nın köklerinden isorhamnetin, 3-o- β -D-glukopiranosid, sukroz ve Me 4-hidroksi-3,5-dimetiloksi sinamet'i izole etmiştir (Maldoni ve diğerleri, 1989).

1993 yılında İngiltere'de Hanson, Andrew, Huang ve Gage *Diplotaxis-tenuifolia*'da gaz kromatografisi ve mass spektrometrisi yöntemleri ile 5-dimetilsülfonopentanoat'ın kaynağı olan sülfür bileşiklerini analiz etmiştir. 5-dimetilsülfonopentanoat *Diplotaxis-tenuifolia*'nın çiçeklerinde bulunur ve glukoerusin'in 6 N HCl ile reaksiyonu esnasında oluşur. Glukoerusin *Diplotaxis-tenuifolia*'nın karakteristik bir glukosinolatıdır (Hanson ve diğerleri, 1993).

1994 yılında Almanya'da Mummenhoff, Grupe ve Zunk *D.tenuifolia*, *D.muralis* ve *D.vimenea*'da ribulos-1,5-bisfosfat, karboksilaz/oksigenaz polipeptidlerini araştırmıştır (Mummenhoff ve diğerleri, 1994).

1996 yılında Almanya'da Apel, Hillmer, Pfeffer ve Muehle *Diplotaxis-tenuifolia*'da karbon metabolizmasını incelemişlerdir (Apel ve diğerleri, 1996).

2.2. TAYİN EDİLEN AĞIR METALLER HAKKINDA BİLGİ

2.2.1. DEMİR

2.2.1.1. Doğada Bulunuşu

Demir doğada en çok bulunan metallere biridir. Yer kabuğunda % 4.7 oranında bulunur. Serbest olarak sadece meteorlarda bulunan demir doğada oksit, sülfür ve karbonat halindedir. Önemli mineralleri kırmızı demir taşı Fe_2O_3 , manyetit Fe_3O_4 , demir spat $FeCO_3$ ve pirit FeS_2 'dir. Doğada oynadığı önemli rollerden biri kompleks olarak kanın bileşiminde bir redoks sistemi oluşturmasıdır. Bu redoks sistemi sayesinde oksijen taşıyıcıdır (Baykurt ve diğerleri, 1990; Lange, 1995; Tian ve diğerleri, 1940).

2.2.1.2. Özellikleri

Atom numarası 26, atom ağırlığı 56 g/mol, yoğunluğu 7.86 g/cm^3 , erime noktası $1528 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $2735 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Gümüş parlaklığındadır ve nemli havada kolayca paslanan bir metaldir. Kuvvetli magnetik özelliği vardır (Baykurt ve diğerleri, 1990; Lange, 1995).

2.2.1.3. Demirin Biyokimyası ve Vücuttaki Rolü

Demir yaşayan sistemde çok önemlidir. Bakterilerden insanlara kadar her türlü canlı organizmada yer alır. Demir oksijen ve elektron transportu yapan moleküllerin aktif merkezinde bulunur. Demirin biyokimyası birikim ve transport açılardan ele alınabilir. İnsan vücudundaki önemli demir depolama bileşikleri Ferritin ve hemosiderindir.

Ferritin fazla demiri hücrelerde toksik etkisi olmayacak şekilde depo eden ve gerektiğinde organizmada kullanılır hale getirme görevini gören bir bileşiktir. Ferritin bileşiğinin brüt molekül ağırlığı 900.000'dir. Bunun 418.000'i çekirdeğe 4300'ü demir atomuna karşılık gelir. Ferritinin magnetik özelliği araştırılmış, Möss Bauer spektroskopik datalarına göre Fe(III) iyonlarının High spin yapısında olup kuvvetli anti ferromagnetik kapling gösterdiği bulunmuştur.

Transferin gıda ile alınan demiri mideden vücudun demir depo yerlerine götürür. Demir mideden kana geçtiği zaman coeruloplasmin katalizörü ile Fe(III)'e okside olur. Sonrada transferin molekülleri tarafından tutulur.

Demir organizmada başta hemoglobin, miyoglobin ve solunum enzimlerinde olmak üzere karaciğer, dalak ve kemik iliğinde bulunur (Cotton ve diğerleri, 1985; Kaya, 1993).

2.2.1.4. Demirin İnsan Sağlığına Etkileri

İnsan vücudunda kilogram başına yaklaşık 5cg demir bulunmalıdır. Dolaşıma katılan normal demir miktarı litrede 0.8 ila 1.7 mg arasında değişir. Demirin az alınmasından yada çok kullanılmasından dolayı ortaya çıkan kansızlıklarda demir

azalır. Bu çeşit kansızlıklara yeni doğmuş bebeklerde, uzun süre yalnız sütle beslenen çocuklarda ve büyük kanama geçiren hastalarda rastlanır. Demir fazlası bitki ve hayvanlarda zehir etkisi göstermesine rağmen insanlar açısından genellikle zararlı değildir.

Çeşitli demir bileşikleri insanlar için kanın pıhtılaşmasında kimyasal zehirlenmelerde, hipokrom kansızlık tedavilerinde kullanılır (Kaya, 1993; Lange, 1995; Yeğin, 1989).

2.2.2. BAKIR

2.2.2.1. Doğada Bulunuşu

Bakır doğada en çok oksit, sülfür ve karbonat halindedir. Önemli filizleri kalkopirit CuFeS_2 , bornit Cu_3FeS_3 , kalkosin Cu_2S , kuprit Cu_2O ve azurit $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 'dir. Az miktarda da metalik halde bulunur.

Teknikte metal sülfür filizlerinin kavrulması ve oksidi ile sülfürlerin karşılıklı reaksiyonlarıyla elde edilir (Baykurt ve diğerleri, 1990; Lange, 1995).

2.2.2.2. Özellikleri

Atom numarası 29, atom ağırlığı 63.54 g/mol, yoğunluğu 8.92 g/cm^3 , erime noktası $1083 \text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $2350 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Açık kırmızı renkte, tel ve levha haline kolayca gelebilen ve gümüşten sonra elektriği en iyi ileten metaldir (Baykurt ve diğerleri, 1990).

2.2.2.3. Bakırın Biyokimyası ve Vücuttaki Rolü

Vücutta bulunması bakımından demir ve çinkodan sonra üçüncü sıradadır. İnsanlar tüm hayvanlarda olduğu gibi bakır absorpsiyonu, transportu, kullanımı ve çökmesi için homeostatik mekanizmaya sahiptirler.

Bakır organizmada en çok karaciğer, beyin, kalp, böbreklerde olmak üzere hemen hemen bütün dokularda bulunur (Cotton ve diğerleri, 1985; Kaya, 1993; Yeğin, 1989).

2.2.2.4. Bakırın İnsan Sağlığına Etkileri

Bakır besinlerde gereğinden fazla miktarda bulunur. Bu nedenle yalnız üçte biri absorplanır. Bakır bazı enzimler özellikle sitokrom oksidaz için önemlidir. Demirin hemoglobin oluşumunda kullanılabilmesi için bakıra ihtiyaç vardır (Kaya, 1993).

Bakır insanlar için günde yaklaşık 2 mg alınmalıdır. Bakır bulaşıcı deri hastalıklarında ve antiseptik ilaç olarak kullanılır (Lange, 1995).

İnsanlarda bakır metabolizması bozukluğunda ölüme yol açan iki irsi hastalık Wilson hastalığı ve Menkes sendromudur (Cotton, 1985).

Bakır insan sağlığı için tehlikelidir. Çünkü zehirlenme etkisi vardır. En sık rastlanan bakır zehirlenmesi kalaysız kaplarda hazırlanıp yenen yemeklerden meydana gelir. Suda çözünen bütün bakır tuzları zehirlidir. Fakat bakırla zehirlenmelerde kusma meydana geldiği için ölüm olaylarına rastlanmaz (Yeğin, 1989).

2.2.3. KURŞUN

2.2.3.1. Doğada Bulunuşu

Doğada en yaygın filizi galenit PbS'dir. Bu filiz kübik kristaller şeklinde grafit renginde ve metal parlaklığındadır. Daha ender olarak serusit PbCO₃, krom sarısı PbCrO₄ ve elementel halde bulunur (Baykurt, 1990; Lange, 1995; Tian ve diğeri, 1940).

2.2.3.2. Özellikleri

Atom numarası 82, atom ağırlığı 207.22 g/mol, yoğunluğu 11.34 g/cm³, erime noktası 327.4 °C, kaynama noktası 1750 °C'dir. Mavi-gri renkte levha haline gelebilen bir metaldir (Baykurt ve diğeri, 1990).

2.2.3.3. Kurşunun İnsan Sağlığına Etkileri

Kurşun insan sağlığı açısından son derece zararlı bir ağır metaldir. En önemli özelliği vücutta birikmesidir. Vücuda giren kurşunun % 65'i dokularda, eklemlerde ve çeşitli organlarda birikerek kurşun zehirlenmelerine neden olur. Özellikle akümülatör imalinde, boya, kablo, lastik, lehim ve oyuncak sanayinde kullanılan kurşunun duman ve tozları akciğerden kolayca absorbe edilir. Dişlerde ve beynin gri hücrelerinde yerleşerek kurşun ensefalopatisi ve nefropatisi oluşumuna neden olur. Kemik dokusunda ise kurşun fosfatları şeklinde depolanır.

Kurşun zehirlenmesi kurşun tuzlarının alınmasından ya da vücuda azar azar kurşun sinmesinden meydana gelen akut veya süregelen zehirlenmedir.

Kurşunun neden olduğu akut zehirlenmenin belirtileri, çok susama, boğaz kuruması, sürekli madeni bir tat duyumu, özellikle üst karın bölgesinde toplanan ağrılar, karnın içeri doğru çekilmesiyle birlikte inatçı bir kabızlık, soğuk ter, bacaklarda felç ve çirpınmadır. Kurşun zehirlenmesine uğramış olan kişiye kusturucu ilaçlar, kelatlayıcı maddelerle birlikte sodyum sülfat yada magnezyum sülfat verilir.

Süreğen zehirlenmelerde ise genellikle ishalsiz ve şişkinlikle birlikte akut karın ağrısı, dişetlerinin kenarlarında mavimsi ince bir çizgi, uzun süren şiddetli şekillerde nefes kokması, iştahsızlık, küçük ve yavaş nabızla birlikte tansiyon yüksekliği, sinirsel bozukluklar, baş ağrısı, sayıklama, çirpınma, beyin kanamsına benzer inme ve komadır.

Kurşun zehirlenmesinin biyolojik açıdan teşhisi kanda ve idrarda yapılacak araştırmalara dayanır. Normal durumda kanda litrede 200-300 µg'ı aşmaması gereken kurşun miktarı 500-800 µg'a yükselir. İdrarda ise porfirin gözlenir (Bodendorf, 1939; Kaya, 1993; Yeğın, 1989).

2.2.4. KADMİYUM

2.2.4.1. Doğada Bulunuşu

Kadmiyum doğada kadmiyum blend CdS, kadmiyum karbonat CdCO₃ şeklinde ve çınko filizlerinin yanında bulunur. Çınko elde edilisinde yan ürün olarak ele geçer. Çok saf kadmiyum elektroliz yoluyla elde edilir (Baykurt ve diğerleri, 1990; Lange, 1995; Tian ve diğerleri, 1940).

2.2.4.2. Özellikleri

Atom numarası 48, atom ağırlığı 112.4 g/mol, yoğunluğu 8.64 g/cm³, erime noktası 320.9 °C ve kaynama noktası 767.3 °C'dir. Beyaz renkte çok parlak, kolay işlenebilen tel ve levha haline gelebilen bir metaldir (Baykurt ve diğerleri, 1990).

2.2.4.3. Kadmiyumun Biyokimyası ve Vücuttaki Rolü

Kadmiyum insan sağlığı açısından oldukça tehlikelidir. Birçok hayati organlarda biriken kadmiyum radyasyonların etkisi ile radyoaktif hale gelir ve o halde kalır. Bu sebepten kanserojen etkisi vardır.

Kadmiyumun bulaşma yolları, hava, su ve özellikle besinlerdir. Dip çamurlarıyla beslenen hayvanlarda dolayısıyla bunları yiyen insanlarda aşırı miktarda kadmiyum birikmesine neden olur (Kaya, 1993; Yeğin, 1989).

2.2.4.4. Kadmiyumun İnsan Sağlığına Etkileri

Meslek olarak kadmiyumla çalışmayan bir kimsede sanayileşmiş ülkelerde günlük toplam kadmiyum soğurma 60 µg dolayındadır. Bunun ancak 4 µg'ı organizmaca alıkonur. Sigara içenler ayrıca 1-2 µg daha fazla kadmiyum tutarlar. Dünya sağlık örgütüne göre yetişkinlerde haftalık doz 0.4 mg'ı geçmemelidir.

Kadmiyumun suda çözünebilen tuzları yüksek dozlarda alınırsa sindirim sistemi üzerinde tahriş edici etki yapar ve kalp reflekslerinde bozukluklara neden olur. Kadmiyum tuzlarının solunması böbrek ve kemik lezyonlarına sebep olur.

Kadmiyum zehirlenmelerinde halsizlik kemik ağrıları ve çatlakları, kalsiyum azalması görülür (Kaya, 1993; Lange, 1993; Yeğin, 1989).

2.3. ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROFOTOMETRESİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

2.3.1. Teori ve Temel Prensipler

Bir elementin atom halinde buhar fazında kendine özgü belirli dalga boylarında radyasyon absorplamasına atomik absorpsiyon denir. Metal katyonları içeren bir çözelti uygun bir alev içine püskürtüldüğünde genelde analiz edilen elementin atomik buharı oluşur. Bazı metal atomları emisyon yapmaya yetecek bir üst enerji konumuna yükseltirse de alev bölgesindeki metal atomların çoğunluğu emisyon yapmayan kararlı konumda kalırlar. Bu kararlı konumdaki atomlar karakteristik rezonans dalga boylarındaki bir radyasyon ile etkileşirse bu ışığı absorplarlar. Atomik absorpsiyon tekniğinde analizlenen element uygun bir alevle yada elektrotermal yoldan atom buharına dönüştürülür ve bu elementi katotta içeren çizgisel bir ışığın kaynağından çıkan belirli dalga boylarındaki radyasyon atom buharı tarafından absorplanır. Absorpsiyon sonrası bir monokromatörden geçirilen ışık şiddeti zayıflamış olarak dedektöre ulaşır. Oluşan sinyallerin şiddeti dedektör tarafından ölçülür.

2.3.2. Aletin Tanımı

Atomik absorpsiyon spektrofotometresinin kısımları şunlardır ;

1. Tayin edilecek elementin keskin rezonans çizgisini yayınlayan kararlı bir ışık kaynağı,
2. Örnek çözeltisinin atomik buhar haline getirildiği atomlaştırıcı,

3. Tayin edilecek elemente özgü rezonans çizgisini izole eden bir monokromatör,
4. Işık şiddetinin ölçüldüğü dedektör.

2.3.3. Işık Kaynakları

2.3.3.1. Oyuk Katot Lambaları

Oyuk katot lambaları olarak bilinen ışık kaynakları düşük basınçta neon veya argon gibi asal gazla doldurulmuş silindir biçiminde lambalardır. Bunlarda kullanılan katot oyuk bir silindir şeklindedir ve analiz elementinden yapılmıştır. Anot ise tungsten veya nikelden yapılmış bir teldir. Anot ile katot arasında 100-400 voltluk bir gerilim uygulandığında lamba içindeki asal gaz atomları iyonlaşır. Böylece ortamda iyonlar ve elektronlar oluşur. Bu iyon ve elektronlar katota çarparak yüzeydeki metal atomlarını koparır ve uyarırlar. Uyarılan atomlar temel enerji düzeyine dönerlerken katot elementine özgü dalga boyundaki ışımayı yayarlar.

Oyuk katot lambaları atomik absorpsiyon yönteminde en fazla kullanılan ışık kaynaklarıdır. Ancak bu lambalarla yapılan analizlerin dezavantajı incelenen her element için o elemente özgü oyuk katot lambasının spektrofotometreye yerleştirilmesinin gerekli olmasıdır.

2.3.3.2. Elektrotsuz Boşalım Lambaları

Elektrotsuz boşalım lambaları olarak adlandırılan lambalar arsenik, selenyum ve antimon gibi uçucu ve küçük dalga boylarında absorpsiyon ve emisyon yapabilen elementler için geliştirilmişlerdir. Bu lambaların ışık şiddetleri oyuk katot lambalarına göre birkaç kat daha fazladır. Bunlarda elektrotlar lambanın dış

çeperlerine yerleştirilmiştir. 1-2 cm boyunda ve 5-10 mm çapındaki bir kuartz tüpe düşük basınçta argon gazı ile analiz elementinin 1-2 mg'ı yerleştirilir ve kuartz tüpün dış çeperleri ile temastaki elektrotlar arasına 200 Watt'lık bir güç ile uyarma sağlanır.

2.3.3.3. Sürekli Işık Kaynakları

Sürekli ışık kaynakları hidrojen veya döteryum lambaları ve yüksek basınçlı ksenon lambalardır. Bunlar atomik absorpsiyon için ilk bakışta çok çekici ışık kaynaklarıdır. Çok iyi kararlılık gösterdikleri ve geniş bir dalga boyu aralığında ışımaya yaptıklarından analizi yapılacak her element için ayrı bir oyuk katot lambası kullanma zorunluluğunu ortadan kaldırırlar. Fakat atomlar çok dar bir frekans aralığında absorpsiyon yaparlar. Bu nedenle bu ışık kaynaklarının atomik absorpsiyon spektroskopisi yönteminde kullanılması uygun değildir.

2.3.4. Atomlaştırıcılar

2.3.4.1. Alevli Atomlaştırıcılar

Alevli atomlaştırıcılarda örnek çözeltisi aleve havalı bir sisleştirici yardımı ile püskürtülür. Çözelti aleve püskürtüldüğü zaman ilk olay damlacıkların kuruması yani çözücünün buharlaşmasıdır. Buharlaşma hızı damlacıkların büyüklüğüne ve çözücü türüne bağlıdır. Buharlaşma sonucu oluşan katı parçacıklar alev sıcaklığının etkisiyle çeşitli değişikliklere uğrarlar. Organik bileşikler yanarken anorganik maddeler buharlaşır veya birbirleriyle ve alev gazları ile tepkimeye girerler. Çözeltideki taneciklerin buharlaşmasından sonra oluşan gaz moleküller ısısal ayrışma ile atomlarına ayrılırlar. Alevli atomik absorpsiyon

spektroskopisinde alevin oluşturduğu ön karıştırmalı yada ön karıştırmaz yakıcılar kullanılır.

Ön karıştırmalı yakıcılarda örnek çözeltisi yakıcı gaz akımı ile beraber bir boşluğun içine taşınır ve burada yanıcı gazla karışır. Böylece bir aerosol oluşur ve bu aerosol yolu üzerindeki levhalara çarparak çeşitli büyüklükteki damlacıklara dönüşür. Uygun büyüklükteki damlacıklar aleve taşınırken daha büyük damlacıklar sistemden dışarı atılır.

Ön karıştırmaz yakıcılarda örnek çözeltisi yanıcı ve yakıcı gazlar birbirleri ile temas etmeden ayrı ayrı taşınarak yakıcı başlığının hemen çıkışında karışırlar.

2.3.4.2. Grafit Fırınlr

Grafit fırınların ısıtılmaları için ayrı bir güç kaynağı gerekmektedir. Ve bunlar daha pahalı sistemlerdir. Ancak aleve oranla birçok üstünlüğe sahiptirler. Bu tür atomlaştırıcılar çok küçük örnek hacimleri gerektirirler. Aleve püskürtülmesi zor olan viskozitesi yüksek sıvılarla çalışabilirler. Atomik buharın ışık yolunda kalma süresinin daha fazla olması nedeniyle bunlarda duyarlılık aleve oranla çok daha fazladır. Ayrıca rezonans hatları vakum ultraviyole bölgeye düşen elementlerin analizleri, oksijenin bu dalga boylarındaki şiddetli absorpsiyonu nedeniyle aleve mümkün asal gaz atmosferinde çalışan grafit fırınların kullanılması ile gerçekleştirilir. Ayrıca küçük kaşıkçık içine yerleştirilen katı haldeki örneklerinde analizleri yapılabilir.

2.3.5. Monokromatörler

Bir monokromatörün görevi çalışılan dalga boyunu diğer dalga boylarından ayırmaktır. Bunu yapabilmesi için şu işlem gerçekleştirilir : Analiz edilen atomun lambadan gelen ışınlarını aynı atomun alev ortamında oluşan ışınlarından ayırt etmek için lambadan gelen ışın demeti önüne demetin yolunu belirli aralıklarla kesen bir ışın demeti kesicisi konur. Böylece lambadan gelen ışın demeti alternatif akım haline dönüştürülür ve alevden gelen ışınların oluşturduğu akımdan ayrılır.

2.3.6. Dedektörler

Atomik absorpsiyonda ışık sinyalinin elektrik sinyaline dönüştürülmesi için dedektörler kullanılır. Ultraviyole ve görünür bölgenin tümünde yeterli duyarlılığa sahip bir dedektör bulmak zordur. Bu nedenle ultraviyole ve görünür bölgenin kısa dalga boylarında CsSb görünür bölgenin daha uzun dalga boylarında ise Se katotlu tüpler kullanılır.

2.3.7. Girişimler

Girişimler analizde hataya neden olan tüm etkenlerdir. Bunlar kimyasal, iyonlaşma, spektral ve zemin girişimleri olarak dörde ayrılır.

2.3.7.1. Kimyasal Girişimler

Kimyasal girişimler atomlaştırıcıda oluşan kimyasal tepkimelerin sonucudur. Özellikle alevli atomlaştırıcılarda analizi yapılacak elementin oksijen ile tepkimeye girerek kararlı bileşikler oluşturması atom derişiminin azalmasına dolayısıyla absorbans değerlerinin gerekenden daha küçük elde edilmesine neden olur.

2.3.7.2. İyonlaşma Girişimleri

İyonlaşma girişimleri atomlaştırıcıdaki atomların önemli bir miktarının uygulanan sıcaklıkta iyonlaşması sonucu oluşur. İyonların spektral hatları atomların spektral hatları ile aynı dalga boylarında olmadığından iyonlaşma ölçülmesi gereken absorbanstan daha küçük değerlerin elde edilmesine neden olur.

2.3.7.3. Spektral Girişimler

Spektral girişimler absorpsiyon hücresindeki iki elementin veya bir element ile çok atomlu bir türün aynı dalga boyundaki ışığı absorplaması veya yayması sonucu oluşur. Analizi yapılan element ile aynı dalga boyunda ışık absorplayan türlerin varlığı analizde pozitif hatalara yol açar. Çünkü dedektöre ulaşması gerekenden daha az ışığa ulaşır ve absorban değeri büyür.

2.3.7.4. Zemin Girişimleri

Zemin girişimleri örnek çözeltisinde bulunan çok atomlu türlerin ışığı absorplaması yada çalışma ortamındaki küçük parçacıkların ışığı saçması halinde ortaya çıkar. Zemin absorpsiyonu da denilen zemin girişimleri atomik absorpsiyon spektroskopisi yönteminde en önemli hata kaynağıdır.

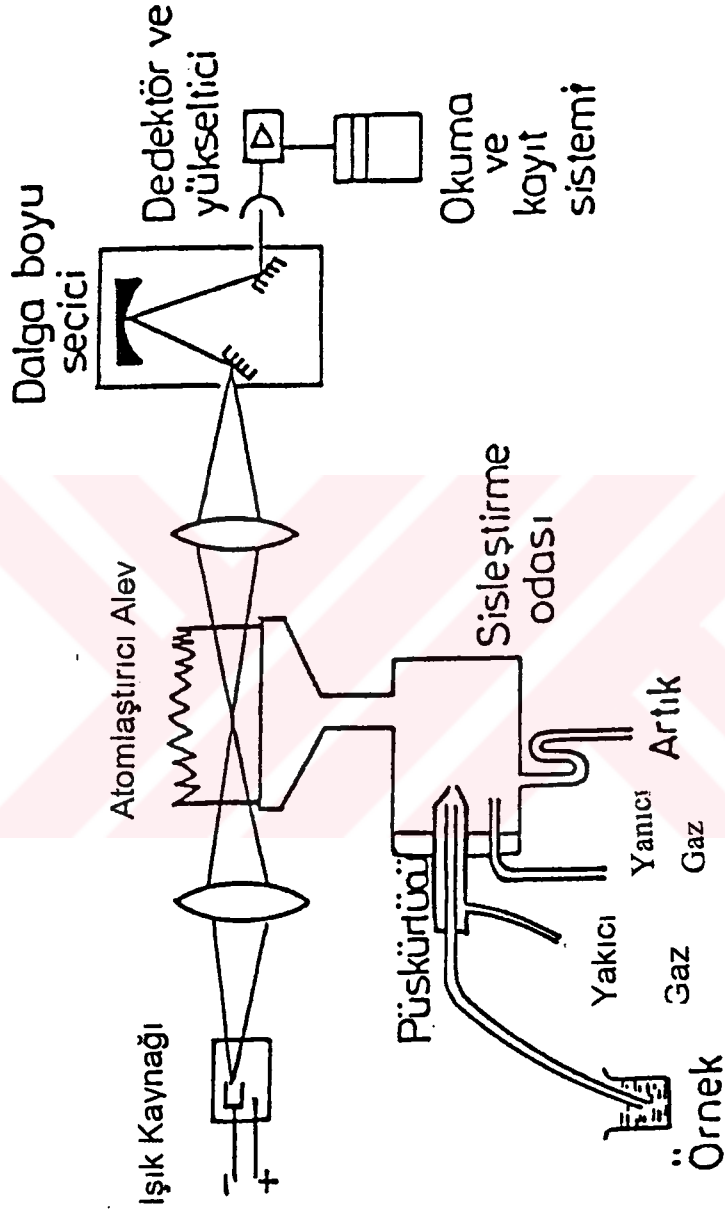
2.3.8. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinin Kullanım Alanları

Atomik absorpsiyon spektroskopisi özellikle eser miktardaki metallerin nicel analizleri için çok yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Lambert-Beer yasasına göre ölçülen absorban absorpsiyon hücresindeki atom derişimiyle doğru orantılıdır. Analizi yapılacak element için bilinen derişimde çözeltiler

kullanılarak kalibrasyon doğrusu veya standart katma doğrusu oluşturulur ve örnek çözeltilisindeki derişim saptanır.

Çevre sağlığı ve kalite kontrol amacıyla içme, kaynak, nehir, göl, deniz ve fabrika atık sularında eser element analizleri için kullanılır. Hastalık teşhisi ve tedavisi amacıyla kan ve serum örneklerinde bakır, çinko, selenyum, kobalt, kadmiyum, mangan gibi elementlerin analizleri çok yaygın olarak yapılmaktadır.

Atomik absorpsiyon spektroskopisi ayrıca gıda, demir çelik, cam, seramik ve çimento endüstrilerinde de kalite kontrol amacıyla çok yaygın olarak uygulanmaktadır (Apak ve diğerleri, 1987; Yıldız, 1993).



Şekil 2.1. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi

3. DENEYSEL BÖLÜM

3.1. ÇÖZÜCÜLER VE ÇÖZELTİLER

Hidroklorik asit (Merck, pro-analyzed, % 37, $d = 1.19 \text{ g/cm}^3$), 0.1 N hidroklorik asit, demir standartı (Merck, 1000 ppm), kurşun standartı (Merck, 1000 ppm), bakır standartı (Merck, 1000 ppm), kadmiyum standartı (Merck, 1000 ppm).

3.2. KULLANILAN ALETLER

Atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Varian, SpektrAA-20), etüv (Heraeus), fırın (Simko-TS-500), analitik terazi (Mettler H 72, 0.1 mg'a kadar duyarlı), öğütme makinası (Dietz-Motoren GmbH and Co. KG, D-7319).

3.3. BİTKİNİN TOPLANMASI VE ANALİZE HAZIRLANMASI

Diplotaxis-tenuifolia bitkisi Ekim-1996'da Boğaz köprüsünün Anadolu tarafındaki ayağından, Okmeydanı çevre yolundan, Beykoz'un içinden, Yeşilbağ'dan (Akatlar ile Arnavutköy arası yerleşim bölgesinden) ve Fenerbahçe parkının denize bakan tarafından toplanmıştır. Toplanan bu bitkiler taş ve topraklarından temizlendikten sonra yıkanmıştır. Yıkanan bu bitkiler yayılarak nemsiz bir yerde oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra 105 °C'lik etüvde nemi alınmıştır. Nemi alınan bitkiler öğütme işlemi ile toz haline getirilmiştir.

3.4. AĞIR METALLERİN ÇÖZELTİYE ALINMASI

Bitkilerin bünyesinde bulunan ağır metalleri çözeltiye alabilmek için yaş yöntem uygulanmıştır (Zurera ve diğerleri, 1987).

Bu yöntemle göre toz haline gelen bitkilerden her bir bölge için 20'şer gramdan 4 defa ölçüm alınacağı için toplam 80 gram tartılmıştır. Ve bu tartılan 20'şer gramlık örnekler fırında 500 °C'de yaklaşık 24 saat yakılmıştır. Yanan bu bitkilerin üzerine önce 20 ml derişik hidroklorik asit eklenip kuruluğa kadar buharlaştırılmıştır, daha sonrada 20 ml 0.1 N hidroklorik asit eklenerek kuruluğa kadar buharlaştırılmıştır. Kuruluğa kadar buharlaştırılan numuneler az suda çözülerek kantitatif olarak süzölmüştür. Yıkama işlemi birkaç kez su ile tekrar edilmiştir. Bu süzöntülere standart katma yöntemi uygulanmıştır.

Bu yöntem gereğince süzöntülerden birine hiç bir katma yapılmamış ve direkt olarak 100 ml'ye tamamlanmıştır. Diğerlerine ise sırasıyla 100 ppm'lik ara stok

demir, bakır, kurşun ve kadmiyum çözeltilerinden 1'er, 2'şer ve 3'er ml katarak 100 ml'ye tamamlanmıştır. Bu şekilde örnekler analize hazırlanmıştır.

3.5. STANDART ÇÖZELTİLERİN HAZIRLANMASI

3.5.1. Demir

1000 ppm'lik ana stok çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik balonjojeye aktarılarak hacmine destile su ile tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 0.5 ; 1.5 ; 2.5 ; 3.5 ; 4.5 ml alınarak 50 ml'lik balonjojelere aktarılarak hacimlerine destile su ile tamamlanmıştır. Elde edilen demir standartlarının konsantrasyonları 1 ; 3 ; 5 ; 7 ; 9 ppm'dir.

3.5.2. Kurşun

1000 ppm'lik ana stok çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik balonjojeye aktarılarak hacmine destile su ile tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 0.5 ; 1.5 ; 2.5 ; 3.5 ; 4.5 ml alınarak 50 ml'lik balonjojelere aktarılarak hacimlerine destile su ile tamamlanmıştır. Elde edilen kurşun standartlarının konsantrasyonları 1 ; 3 ; 5 ; 7 ; 9 ppm'dir.

3.5.3. Bakır

1000 ppm'lik ana stok çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik balonjojeye aktarılarak hacmine destile su ile tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 0.5 ; 1.5 ; 2.5 ; 3.5 ; 4.5 ml alınarak 50 ml'lik balonjojelere aktarılarak hacimlerine destile su ile tamamlanmıştır. Elde edilen bakır standartlarının konsantrasyonları 1 ; 3 ; 5 ; 7 ; 9 ppm'dir.

3.5.4. Kadmiyum

1000 ppm'lik ana stok çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik balonjojeye aktarılarak hacmine destile su ile tamamlanmıştır. Elde edilen bu çözeltiden 5 ml alınarak 50 ml'lik balonjojeye aktarılarak hacmine destile su ile tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 0.5 ; 1.25 ; 2.5 ; 3.75 ; 5 ml alınarak 50 ml'lik balonjölere aktarılarak hacimlerine destile su ile tamamlanmıştır. Elde edilen kadmiyum standartlarının konsantrasyonları 0.1 ; 0.25 ; 0.5 ; 0.75 ; 1 ppm'dir.

3.6. ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROFOTOMETRESİ YÖNTEMİNİN KOŞULLARI

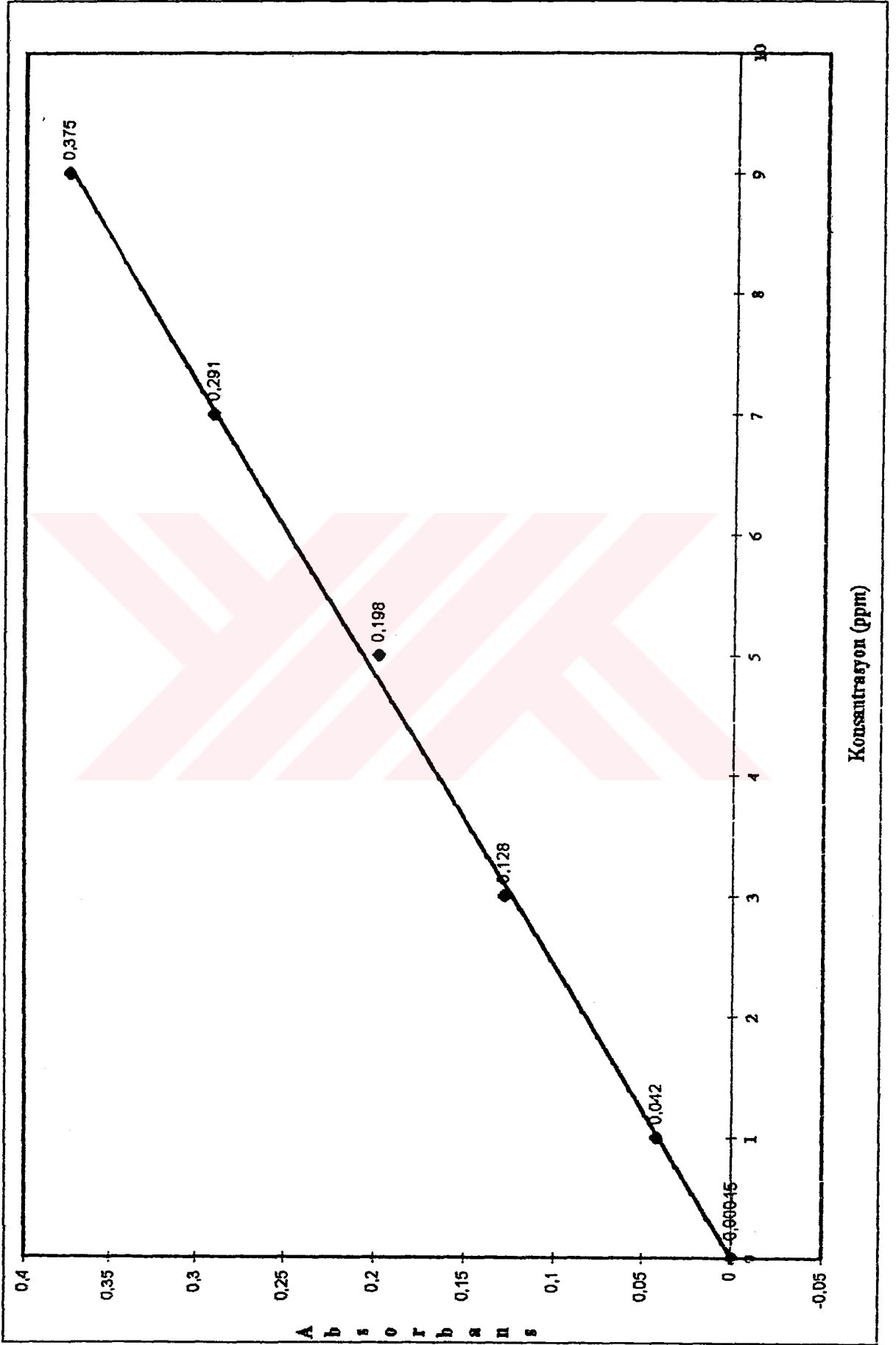
İncelenen ağır metallerin atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile saptanmasında çalışma koşulları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. AAS'de Çalışma Koşulları

Ağır Metaller	Yakıt	Destek	Alev Stokiyometri	Lamba Akımı (μ A)	Dalga Boyu (nm)	Slit Genişliği (nm)	En iyi çalışma aralığı (mg/l)
Demir	Asetilen	Hava	Yükseltgen	10	248.3	0.2	0.06-15
Kurşun	Asetilen	Hava	Yükseltgen	7	217.0	1.0	0.1-30
Bakır	Asetilen	Hava	Yükseltgen	4	324.7	0.5	0.03-10
Kadmiyum	Asetilen	Hava	Yükseltgen	4	222.8	0.5	0.02-3

Tablo 3.2. Demir Standartı Değerleri

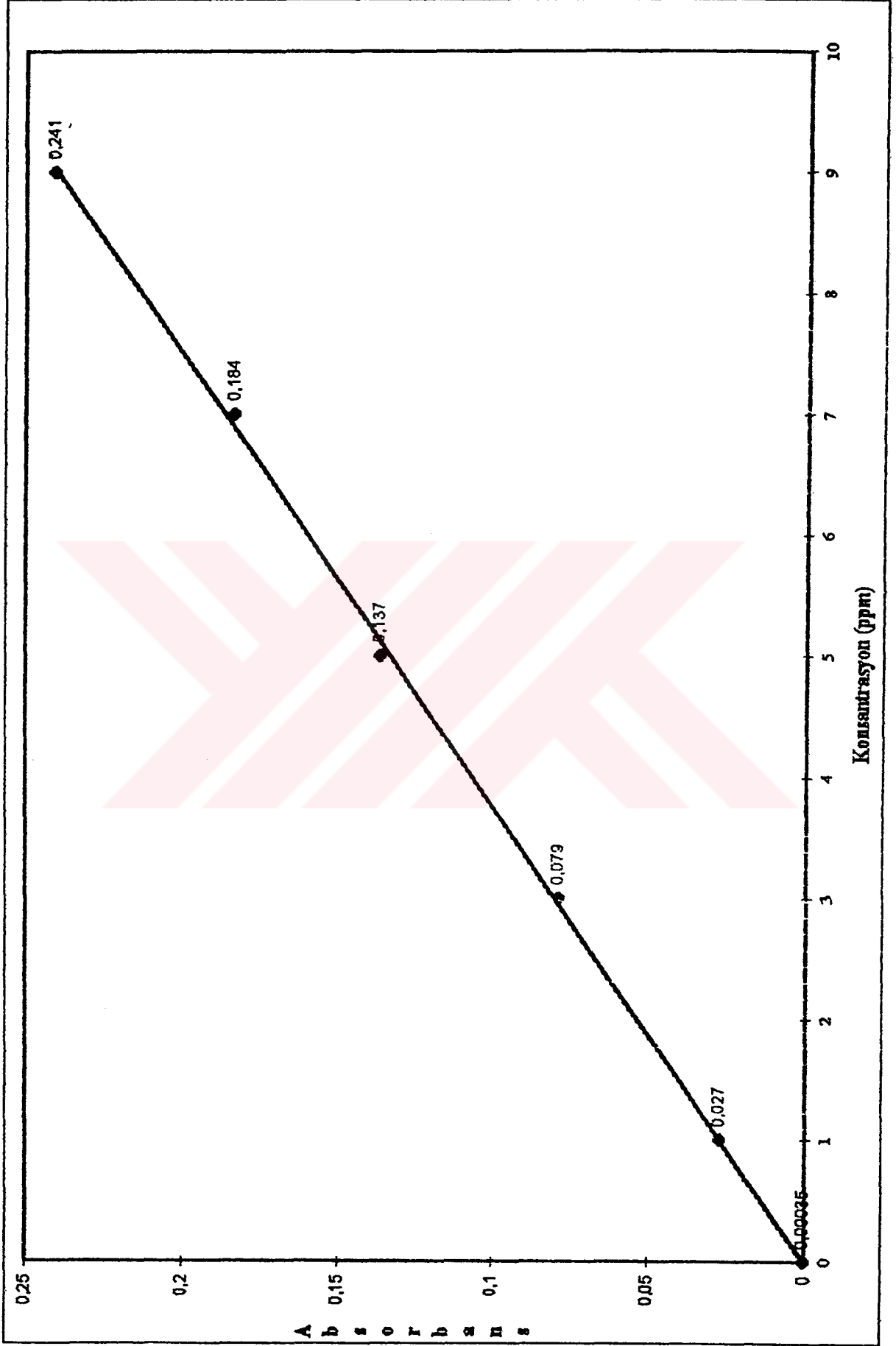
Demir konsantrasyonları ($\mu\text{g/ml}$)	A_1	A_2	A_3	A_{ort}	Standart sapma (s)	% Standart sapma (% s)
1.0	0.042	0.043	0.042	0.042	5.77×10^{-4}	1.37
3.0	0.128	0.129	0.128	0.128	5.77×10^{-4}	0.45
5.0	0.198	0.198	0.199	0.198	5.77×10^{-4}	0.29
7.0	0.291	0.292	0.291	0.291	5.77×10^{-4}	0.20
9.0	0.375	0.375	0.376	0.375	5.77×10^{-4}	0.15
$A = 0.041 c - 4.5 \times 10^{-4}$ $r = 0.9992$						



Şekil 3.1. Demir Standart Grafiği

Tablo 3.3. Kurşun Standartı Değerleri

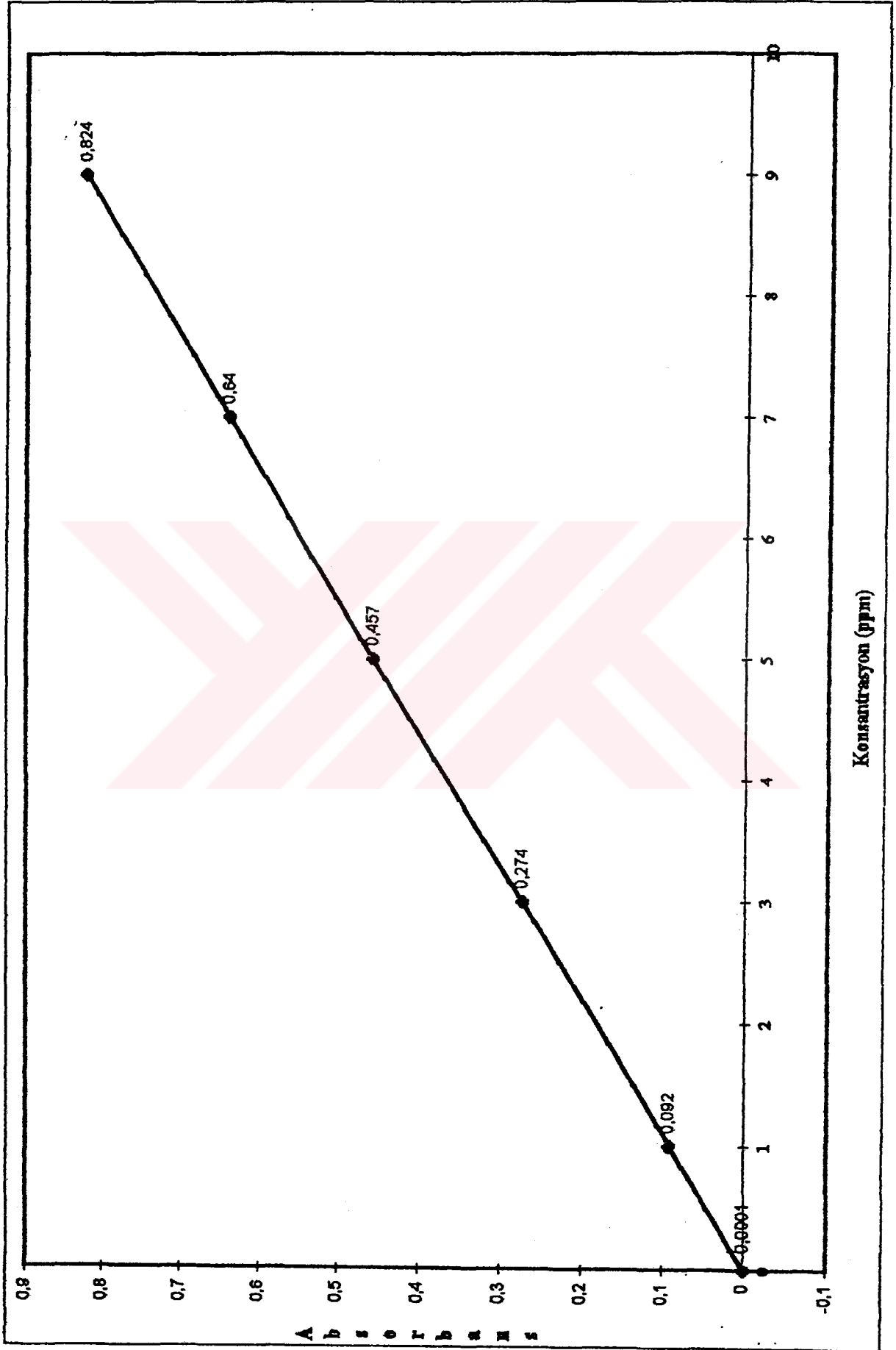
Kurşun konsantrasyonları (µg/ml)	A ₁	A ₂	A ₃	A _{ort}	Standart sapma (s)	% Standart sapma (% s)
1.0	0.027	0.028	0.027	0.027	5.77×10^{-4}	2.14
3.0	0.079	0.079	0.080	0.079	5.77×10^{-4}	0.73
5.0	0.138	0.137	0.137	0.137	5.77×10^{-4}	0.42
7.0	0.185	0.184	0.184	0.184	5.77×10^{-4}	0.31
9.0	0.241	0.242	0.241	0.241	5.77×10^{-4}	0.24
$A = 0.027 c + 3.5 \times 10^{-4}$						$r = 0.9996$



Şekil 3.2. Kurşun Standart Grafiği

Tablo 3.4. Bakır Standartı Değerleri

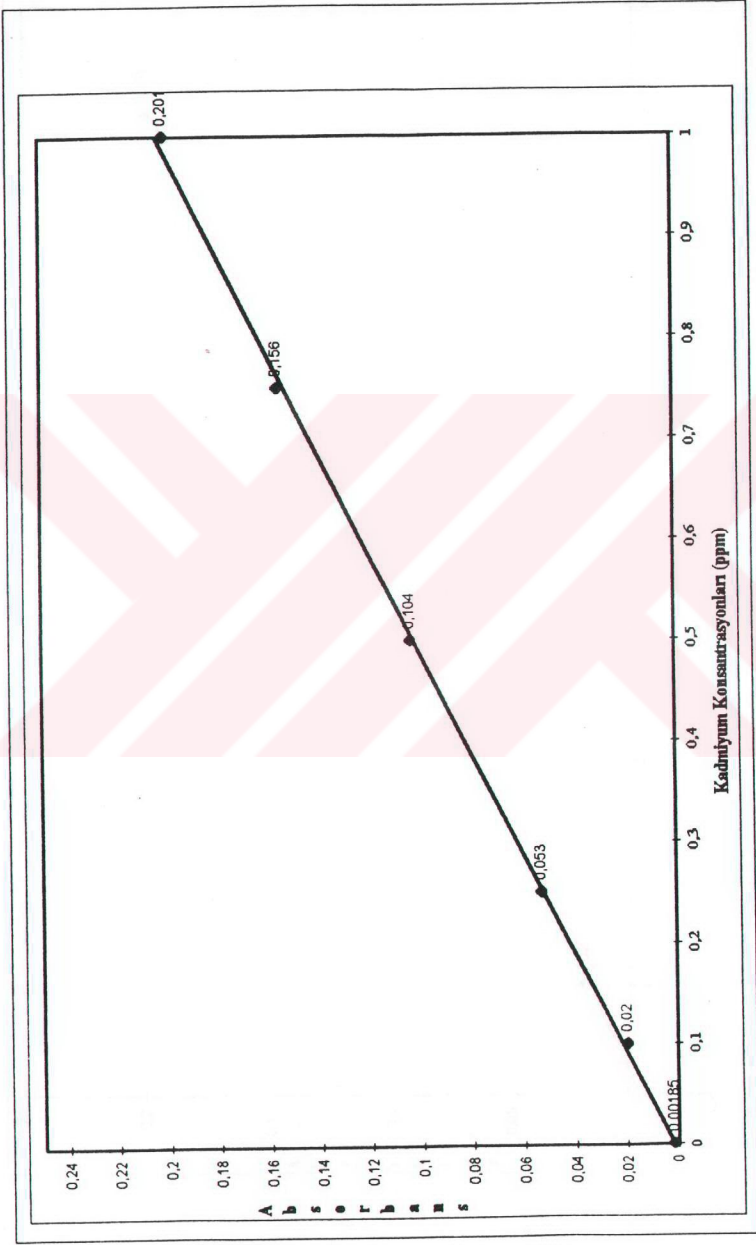
Bakır konsantrasyonları (µg/ml)	A ₁	A ₂	A ₃	A _{ort}	Standart sapma (s)	% Standart sapma (% s)
1.0	0.093	0.092	0.092	0.092	5.77x10 ⁻⁴	0.63
3.0	0.274	0.275	0.274	0.274	5.77x10 ⁻⁴	0.21
5.0	0.457	0.458	0.457	0.457	5.77x10 ⁻⁴	0.13
7.0	0.640	0.640	0.641	0.640	5.77x10 ⁻⁴	0.09
9.0	0.825	0.824	0.824	0.824	5.77x10 ⁻⁴	0.07
A = 0.091 c - 1x10 ⁻⁴						r = 0.9999



Şekil 3.3. Bakır Standart Grafiği

Tablo 3.5. Kadmiyum Standartı Değerleri

Kadmiyum konsantrasyonları (µg/ml)	A ₁	A ₂	A ₃	A _{ort}	Standart sapma (s)	% Standart sapma (% s)
0.10	0.020	0.020	0.021	0.020	5.77×10^{-4}	2.80
0.25	0.053	0.053	0.054	0.053	5.77×10^{-4}	1.08
0.50	0.105	0.103	0.105	0.104	1.00×10^{-3}	0.96
0.75	0.157	0.155	0.157	0.156	1.00×10^{-3}	0.64
1.00	0.202	0.200	0.202	0.201	1.00×10^{-3}	0.49
$A = 0.20 c + 1.85 \times 10^{-3}$						$r = 0.9995$



Şekil 3.4. Kadmium Standart Grafliği

3.7. ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROFOTOMETRESİ İLE AĞIR METAL TAYİNİ VE İSTATİSTİK DEĞERLENDİRME

Daha önce belirtildiği şekilde analize hazırlanan numunelerin atomik absorbansları alındı. Her örnekte ölçümler üçer kez tekrarlanarak ortalama değerler kullanıldı. Bu absorbans değerlerinden ölçü eğrileri yardımıyla konsantrasyonlara geçildi.

Bitki örneklerinde ölçü eğrisi üzerinden bulunan metal konsantrasyonları ve standart katmalar sonucu hesaplanan metal konsantrasyonlarının ortalaması ile t testi uygulandı. Bu teste göre iki sonucun arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlendi. Sonuçlar Tablo 3.6, 3.7, 3.8 ve 3.9'da belirtilmiştir.

Tablo 3.6. Bitki Örneklerindeki Demir Tayını ve İstatistik Değerlendirme ($t_{\text{tablo}}=31.6$ $p=0.001$)

Örnek	Ortalama Absorbans	Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Katılan Fe^{+2} Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Hesaplanan Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Ortalama Hesaplanan Kons. (μ)	Kons. ($\mu\text{g/ml}$) Gerçek (μ)	Standart Sapma (s)	$t = \frac{ \mu - x }{s/\sqrt{n}}$	Bitkilerdeki miktar ($\mu\text{g/g}$)
I	0.061	1.513	0		1.493	1.513	0.002	17.30	7.465
	0.107	2.628	1	1.491					
	0.144	3.522	2	1.495					
	0.185	4.518	3	1.493					
II	0.046	1.148	0		1.126	1.148	0.002	19.03	5.630
	0.086	2.151	1	1.124					
	0.126	3.139	2	1.128					
	0.170	4.161	3	1.126					
III	0.039	0.974	0		0.956	0.974	0.002	15.57	4.780
	0.081	1.984	1	0.954					
	0.121	2.969	2	0.958					
	0.162	3.970	3	0.956					
IV	0.032	0.804	0		0.783	0.804	0.002	18.16	3.915
	0.072	1.779	1	0.784					
	0.114	2.781	2	0.785					
	0.154	3.769	3	0.781					
V	0.025	0.631	0		0.612	0.631	0.002	16.44	3.060
	0.066	1.621	1	0.614					
	0.108	2.643	2	0.612					
	0.148	3.618	3	0.611					

Tablo 3.7. Bitki Örneklerindeki Kurşun Tayini ve İstatistik Değerlendirme ($t_{\text{tablo}}=31.6$ $p=0.001$)

Örnek	Ortalama Absorbans	Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Katılan Pb^{+2} Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Hesaplanan Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Ortalama Hesaplanan Kons. (μ)	Standart Sapma (s)	$t = \frac{ \mu - x }{s/\sqrt{n}}$	Bitkilerdeki miktar ($\mu\text{g/g}$)
I	0.031	1.119	0		1.140	0.002	18.17	5.700
	0.060	2.203	1	1.138				
	0.085	3.132	2	1.142				
	0.112	4.124	3	1.141				
II	0.027	0.978	0		0.992	0.002	12.11	4.960
	0.056	1.983	1	0.992				
	0.081	2.969	2	0.990				
	0.108	3.971	3	0.993				
III	0.018	0.646	0		0.665	0.002	16.43	3.325
	0.047	1.738	1	0.666				
	0.072	2.651	2	0.663				
	0.101	3.745	3	0.667				
IV	0.014	0.457	0		0.514	0.005	19.72	2.570
	0.041	1.489	1	0.508				
	0.067	2.483	2	0.519				
	0.095	3.498	3	0.515				
V	0.008	0.304	0		0.295	0.001	15.57	1.475
	0.036	1.322	1	0.294				
	0.063	2.330	2	0.296				
	0.090	3.315	3	0.295				

Tablo 3.8. Bitki Örneklerindeki Kadmium Tayini ve İstatistik Değerlendirme ($t_{\text{tablo}}=31.6$ $p=0.001$)

Örnek	Ortalama Absorbans	Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Katılan Cd^{+2} Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Hesaplanan Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Ortalama Hesaplanan (x)	Kons. ($\mu\text{g/ml}$) Gerçek (μ)	Standart Sapma (s)	$t = \frac{ \mu - x }{s / \sqrt{n}}$	Bitkilerdeki miktar ($\mu\text{g/g}$)
I	0.016	0.071	0		0.080	0.071	0.007	22.24	0.40
	0.234	1.162	1	0.079					
	0.415	2.069	2	0.080					
	0.637	3.178	3	0.080					
II	0.013	0.058	0		0.065	0.058	0.007	17.38	0.32
	0.211	1.045	1	0.064					
	0.432	2.151	2	0.065					
	0.614	3.062	3	0.065					
III	0.011	0.045	0		0.055	0.045	0.007	24.71	0.28
	0.210	1.051	1	0.055					
	0.433	2.158	2	0.054					
	0.614	3.060	3	0.055					
IV	0.008	0.033	0		0.040	0.033	0.007	17.35	0.20
	0.208	1.029	1	0.039					
	0.446	2.221	2	0.040					
	0.629	3.138	3	0.040					
V	0.007	0.028	0		0.035	0.028	0.007	17.32	0.18
	0.228	1.132	1	0.035					
	0.407	2.025	2	0.035					
	0.629	3.137	3	0.034					

Tablo 3.9. Bitki Örneklerindeki Bakır Tayini ve İstatistik Değerlendirme ($t_{\text{tablo}}=31.6$ $p=0.001$)

Örnek	Ortalama Absorbans	Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Katılan Cu^{+2} Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Hesaplanan Kons. ($\mu\text{g/ml}$)	Ortalama Hesaplanan	Kons. ($\mu\text{g/ml}$) Gerçek (μ)	Standart Sapma (s)	$t = \frac{ \mu - x }{s/\sqrt{n}}$	Bitkilerdeki miktar ($\mu\text{g/g}$)
I	0.079	0.858	0		0.869	0.858	0.001	19.03	4.345
	0.167	1.840	1	0.870					
	0.261	2.872	2	0.869					
	0.351	3.858	3	0.868					
II	0.067	0.726	0		0.736	0.726	0.001	17.30	3.680
	0.160	1.755	1	0.735					
	0.250	2.749	2	0.737					
	0.342	3.758	3	0.736					
III	0.044	0.476	0		0.485	0.476	0.001	15.57	2.425
	0.134	1.479	1	0.486					
	0.226	2.485	2	0.484					
	0.325	3.573	3	0.484					
IV	0.033	0.355	0		0.363	0.355	0.007	19.77	1.815
	0.134	1.472	1	0.363					
	0.224	2.459	2	0.362					
	0.307	3.381	3	0.363					
V	0.020	0.221	0		0.220	0.221	0.001	17.32	1.100
	0.112	1.224	1	0.219					
	0.203	2.231	2	0.220					
	0.301	3.326	3	0.221					

SİMGELENDİRME

Boğaz köprüsünün Anadolu tarafındaki ayağı	: I
Okmeydanı-Çevre yolu	: II
Beykoz	: III
Yeşilbağ	: IV
Fenerbahçe parkı	: V



4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Doğanın parçası olan tabii bitki örtüsü ne yazık ki günümüzde büyük şehirlerde artan yapılaşma ve nüfus yoğunluğunun getirdiği çevre kirliliği ile her geçen gün azalmaktadır.

Bu çalışmada çevre kirliliğinin Türkiye’de yetişen *diplotaxis-tenuifolia*’ya etkileri incelenmiştir. Bu amaçla bitkideki demir, bakır, kurşun ve kadmiyum miktarları AAS ile saptanmıştır.

Son 25 yılda bu konuda fazla araştırmaya rastlanmamıştır. *Diplotaxis-tenuifolia* üzerinde yapılan çalışmalar sayfa 5, 6 ve 7’de verilmiştir. AAS ile diğer bitkilerdeki ve topraktaki çalışmalar ise şunlardır :

1971 yılında Jones ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada bitki kuru olarak yakılıp 1 : 1 : 4 HNO₃-H₂SO₄ ve HClO₄ karışımı ile çözeltilmeye alınmış ve AAS'de Cu, Mn, Zn, Fe ve Co saptanmıştır (Metodyczno ve diğerleri, 1971).

1971 yılında Ruslar farklı bitkilerde Cd metalini, 15-20 g bitkiyi kül edip 25 ml suda çözüp AAS ile saptamışlardır (Kushizaki ve diğerleri, 1971).

1974 yılında ise yaş ve kuru yöntem karşılaştırılarak bitkide Cu, Mn, Zn ve Fe metalleri incelenmiştir. Kuru yöntemde bitki toplanmış, kurutulmuş, kül haline getirilmiş ve çözeltilmeye alınmıştır. Ancak külün içindeki yabancı maddelerin AAS'de tayin sırasında girişim yaptığı görülmüştür. Yaş yöntemde ise bitki HClO₄-H₂SO₄ karışımları ile NH₄VO₃ katalizörlüğünde muamele edilmiş ve daha sonra pirrolidinditiokarbamik asit ile CHCl₃'de ekstrakte edildikten sonra CHCl₃ evaporatörde uzaklaştırılmış ve AAS'de saptanmıştır (Baker ve diğerleri, 1974).

1974 yılında Robles ve arkadaşları 4 farklı yöntem kullanmıştır.

- 1) 1. yöntem kuru yöntemdir. Bitki kül haline getirilip HCl ile çözeltilmeye alınmış ve SiO₂'i uzaklaştırmak için HF ile muamele edilmiştir.
- 2) 2. yöntemin yukarıdaki yöntemden tek farkı SiO₂'nin elimine edilmemesidir.
- 3) 3. yöntemde SiO₂ uzaklaştırılmadan HCl ve HNO₃ ile karıştırılmıştır.
- 4) 4. yöntemde kül sadece HNO₃ ve HClO₄ karışımı ile muamele edilmiştir.

Bu dört farklı yöntemin korelasyon katsayısı ve regresyon eşitlikleri sonucuna bakılarak en iyi sonuç verenin 3. yöntem olduğu belirlenmiştir (Robles ve diğerleri, 1974).

Gallo ve arkadaşlarının 1974 yılında yaptıkları çalışmada 1g kuru örnek HNO₃ ile muamele edilmiş daha sonra 7 : 1 HClO₄-H₂SO₄ karışımı ile karıştırılıp 50 ml

su ekleyip pH < 2'de NH_4^+ pirrolidinditiokarbamat-Me kompleks oluşturarak izobutil keton ile ekstrakte edilmiş ve AAS'de saptanmıştır (Gallo ve diğerleri, 1974).

1975 yılında Isaac ve arkadaşları öncelikle bitkiye yaş yöntemi uygulamış HNO_3 - HClO_4 karışımı ile muamele edip AAS'de ölçüm almıştır. Aynı bitki örneğine kuru yöntemi de denemiş ve 500 °C'de örneği yakıp AAS'de saptamış ve her iki yöntemi karşılaştırmıştır (Isaac ve diğerleri, 1975).

1976 yılında Cd ve Pb ile birlikte analiz edilmiştir. Düşük konsantrasyonda bu iki metali saptamak oldukça zor olmuştur. Yapılan zenginleştirmeler sonrası elde edilen metal kompleksleri HNO_3 - HClO_4 ile muamele edilmiş ve AAS'de saptanmıştır. Ancak kuru yöntemle düşük konsantrasyonda çalışılabileceği de bu araştırma sırasında belirtilmiştir (De Vies ve diğerleri, 1976).

1977 yılında Ure ve arkadaşları bitkiyi ekstrakte edip sulu fazda ditizon ile Cd'ü toplamış ve analiz etmişlerdir (Ure ve diğerleri, 1977).

1977 yılında Beckwit Cu, Mn, Zn ve Fe'i farklı bitkileri kuru yöntem kullanarak incelemişlerdir. 0.5 g kuru bitki örneği alınmış Cu ve Fe tayini için amilasetat ve kupferon asidi ile muamele edilmiş ve AAS'de analiz edilmiştir. Zn ve Mn için ise aynı çözeltiliye amilasetat ve sodyum dietilditiokarbamat konularak ekstrakte edilmiş ve AAS'de saptanmıştır (Beckwit, 1977).

1978 yılında Kaminska ve arkadaşları bitkiyi 500 °C'de kül haline getirip HNO_3 ile muamele etmişler ve AAS'de ölçüm almışlardır (Kaminska ve diğerleri, 1978).

1979 yılında Piepponen ve arkadaşları yaş ve kuru yöntemleri karşılaştırmışlardır (Piepponen ve diğerleri, 1979).

1979 yılında Cooksey ve arkadaşları Cu, Mn, Zn, Fe ve Mg'ü araştırmışlardır. Bitkiyi 90 °C'lik etüvde kurutmuşlar, 100 mg kuru örneğe 5 ml derişik HNO₃ ilave edip 120 °C'ye kadar ısıtmışlardır. Soğuduktan sonra çözeltinin 50 ml'sini % 5'lik lanton çözeltisi ile muamele edip AAS'de saptamışlardır (Cooksey ve diğerleri, 1979).

1979 yılında Studenly ve arkadaşları Cu, Mn, Zn ve Fe metalleri 9 bitki örneği üzerinde kuru yöntem uygulayarak çalışmışlardır. Bitki yakıldıktan sonra SiO₂ adsorplanarak organik artıklar uzaklaştırılmış ve daha sonra önce Cu olmak koşuluyla diğer metallerde AAS'de analiz edilmiştir (Studenly ve diğerleri, 1979).

1980 yılında Stan ve arkadaşları yaş ve kuru yöntem üzerinde çalışmış ve analizler sonucunda her iki yöntemi karşılaştırmıştır. Yapılan saptamalara göre yaş yöntemin kuru yöntemle oranla daha iyi sonuç verdiği, sebebinin ise madde kaybının az makroelementler için analizin daha kolay oluşuna bağlanmıştır. Kuru yöntemde ise mikroelementler daha iyi sonuç vermektedir. Bu çalışmada kül haline gelmiş bitki yaş yöntemde H₂SO₄ ve HClO₄ karışımları ile reaksiyona sokulmuştur (Stan ve diğerleri, 1980).

1980 yılında Calleja ve arkadaşları yaş yöntemi kullanarak kül haline gelmiş bitkiyi H₂SO₄-HClO₄-HNO₃ karışımları ile muamele edip sıcaklığı yaklaşık 90 °C civarında tutmuştur. Soğuduktan sonra suyla çalkalanıp analiz etmiştir (Calleja ve diğerleri, 1980).

1985 yılında Figura ve arkadaşları 19 tıbbi bitkisel karışımın içerdiği ağır metalleri AAS'de analiz etmişlerdir. Buna göre alınan örneklerde Pb (6-12.5 ppm), Cu (2.5-15 ppm), Fe (57.5-555 ppm) ve Zn (15-137.5 ppm) olarak bulunmuştur. Mn, Cr ve Ni bulunamamıştır. Ağır metallerin çevre kirliliğine etkileri bitkiler ve insanlar için tartışılmıştır (Figura ve diğerleri, 1985).

1986 yılında Ottaviani ve arkadaşları AAS kullanarak bitkilerde ağır metalleri saptamışlardır. Bu durum çevre kirliliğinin bir ölçüsü olarak tartışılmıştır (Ottaviani ve diğerleri, 1986).

1990 yılında Listov ve arkadaşları 14 ağır metali 60 tıbbi bitkide AAS ile saptamışlardır (Listov ve diğerleri, 1990).

1991 yılında Ilgen ve arkadaşları kaya ve toprak örneklerini basınç altında HF-HNO₃-HClO₄ ve H₃BO₃ gibi asit karışımları ile çözünürleştirdikten sonra iyon değiştirme yöntemi ile fonksiyonel grupları asitten ayırıp Cd, Cu, Ni, Pb, V ve Zn'yu elektrotermal olarak AAS'de saptamışlar ancak Co ve Fe'i saptayamamışlardır (Ilgen ve diğerleri, 1991).

1992 yılında Dolinsek ve arkadaşları bitkilerde ve jeolojik bölgelerde Cd ve Pb'ü elektrotermal AAS ile direkt olarak saptamışlardır. Cd ve Pb miktarları direkt analizde 0.02 ile 5 mg olarak bulunmuştur (Dolinsek ve diğerleri, 1992).

1995 yılında Sun Xin tütünde Cd metalini tayin etmek için SiCO₃ katalizörünü kullanmış ve elementler karışmadan saptanmıştır. Bu metod basit, hızlı ve doğrudur. Tütündeki Cd miktarı % 99.75-104.5 olarak bulunmuştur (Sun Xin, 1995).

Bitkilerde ağır metal tayini üzerine yapılan çalışmalarda bitkilerin ağır metalleri absorplamasında toprağın etkili olduğu hakkında bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu etkeni göz önüne alarak Türkiye'nin topraktaki mineral bileşimi hakkında çok fazla bilgi olmamakla beraber şu bilgiler sağlanmıştır :

Bakır toprakta ortalama 20 ppm olarak bulunmaktadır. Bakırın toprakta limonit, mangandioksit ve organik maddelere bağlı olarak bulunduğu sanılmaktadır.

Kurşunun topraktaki ortalama miktarı 10 ppm'dir. Ancak toprak içinde ne halde bulunduğu kesin olarak belirlenememiştir (Bürküt, 1986).

Türkiye toprağındaki demir miktarını gösteren bir kaynak bulunamamıştır.

Yapılan çalışmada *Diplotaxis-temuifolia* bitkisinde bulunan değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Örnekler	AAS ile saptanan konsantrasyonlar (µg/g)			
	Fe ⁺²	Cu ⁺²	Pb ⁺²	Cd ⁺²
Boğaz köprüsü	7.465	4.345	5.700	0.40
Okmeydanı-Çevreyolu	5.630	3.680	4.960	0.32
Beykoz	4.780	2.425	3.325	0.28
Yeşilbağ	3.915	1.815	2.570	0.20
Fenerbahçe parkı	3.060	1.100	1.475	0.18

Bu değerler incelendiğinde Boğaz köprüsünün Anadolu tarafındaki ayağından toplanan bitkilerdeki ağır metallerin diğer yöredekilere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ağır metal oranı fazla olan 2. sıradaki örnek Okmeydanı-Çevreyolundan toplanan bitkilerdir. Beykoz'dan toplanan bitkilerde ise orta derecede

ağır metal kirliliği saptanmıştır. Ağır metal kirliliğinin en az olduğu bđlgeler ise Yeşilbağ ve Fenerbahçe parkıdır. Trafiğin yoğun yerleşim alanının sık olduğu yerlerden bu etkenlerin az olduğu bđlgelere gidildikçe ağır metal oranının azaldığı sđylenebilir.

Daha önce verilen literatür bilgileri ile bulunan değerleri karşılaştırdığımızda ; 1985 yılında Figura ve arkadaşlarının 19 tıbbi bitkisel karışımda yaptığı analiz sonucunda Pb (6-12.5 ppm), Cu (2.5-15 ppm), Fe (57.5-555 ppm) olarak, 1992 yılında Dolinsek ve arkadaşlarının bitkilerde ve jeolojik bđlgelerde yaptıkları analiz sonucunda Cd ve Pb miktarı 0.02 ile 5 mg olarak, 1995 yılında Sun Xin'in tütünde yaptığı analiz sonucunda Cd miktarı % 99.75-104.5 olarak bulunduğundan, yapılan bu çalışmadaki veriler dikkate alındığında araştırmanın sonucunda elde edilen sonuçlar literatür çalışmalarından daha küçüktür. Topraktaki bakır ve kurşun miktarlarını da göz önüne alırsak, sonuç olarak *Diplotaxis-temuifolia* bitkisinin bu ağır metalleri topraktan değil çevreden absorpladığını sđyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- Apak, R.; Baykurt, F.; Tar, İ.; 1987. Analitik Kimyada Kavramlar ve Problemler, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Apel, P.; Hillmer, S.; Pfeffer, M.; Muehle, K.; 1996. Carbon Metabolism Type of *Diplotaxis tenuifolia*, *Photosynthetica* ; 32(2), 237-43, Ref. C.A. 1996, 124 284564p.
- Baker, A. S.; Smith, R. L.; 1974. "Preparation of Solutions for Atomic Absorption Analysis of Iron, Manganase, Zinc and Copper in Plant Tissue", *Food Chem.* 22(1), 103-7, Ref. C.A.1974, 80 79800u.
- Baykurt, F.; Özcan, E.; Boyat, C.; 1990. Anorganik Kimya Uygulaması, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Beckwit, R.S.; 1976. "The Estimation of Cu, Fe, Zn and Mn in Single Digests of Small Plant Samples by Atomic Absorption Spectrophotometry", *Notes Soil Tech.*, 23-9, Ref. C.A. 1977, 86 1889j.
- Bodendorf, K.; 1939. Kısa İspençiyeri Kimya Dersleri, Berlin.
- Bürküt, Y.; 1986. Uygulamalı Jeokimya, İ.T.Ü. Matbaası, Gümüşsuyu.
- Calleja, A.; 1978. "Mineralization of Plant Samples by Colorimetric and Spectrophotometric Analysis of Minerals", *An. Fac. Vet. Leon. Univ. Oviedo.* 24(1), 175-7, Ref. C.A. 1980, 93 128189f.

- Cooksey, M.; Barnett, W.; 1979. "Sequential Multielement Atomic Absorption Analysis of Agricultural Samples", *Abstpr. Newsl.* 18(1), 1-4, Ref. C.A. 1979, 90 150728r.
- Cotton, F. A.; Wilkinson, G.; 1985. "Anorganische Chemie", VCH Verlagsgeselleschaft Mblt D-6940, Weinheim : pp 1334-1339.
- Davis, P. H.; 1965. "Flora of Turkey", Edinburg at the University Press.
- De Vies, D.H.K.; Richards, M.C.; 1983. "Evaluation of a Range of Herbicides for Weed Control in Winter Barley and Effect on Crop Yields", *Test Agrochem. Cultiv.* 4, 86-7, Ref. C.A. 1984, 101 224669s.
- Dolinská, F.; Stupar, J.; Vrscáj, V.; 1991. "Direct Determination of Cadmium and Lead in Geological and Plant Materials by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry", *J. Anal. At. Spectrom.* 6(8), 653-60, Ref. C.A. 1992, 116 119947t.
- Dolya, V. S.; Fursa, N. S.; Litvinenko, V. I.; 1973. "Flavonoids of Seeds of Some Species of the Family *Cruciferae*", *Khim. Prir. Soedin.* 6, 800-1, Ref. C.A. 1974, 81 132874v.
- Figura, B.; Pluta, J.; Wendt, L.; Lorenz, K.; 1985. "Determination of Selected Heavy Metals in Herbal Mixtures", *Farm. Pol.* 41(2), 89-91, Ref. C.A. 1985, 103 147251m.
- Fursa, N. S.; Belyaeva, L. E.; 1978. "Qualitative Composition and Quantitative Content of Glycosides in the Flowers of *Diplotaxis-tenuifolia*", *Rastit. Resur.* 14(3), 387-90, Ref. C. A. 1978, 89 126151f.
- Gallo, J.; Bataaglia, O.C.; Miguel, P.T.; 1971. "Determination of Copper, Iron, Manganese and Zinc in a Bulk Plant Extract by Atomic Absorption Spectrophotometry.", *Bragantia* 30, 155-67, Ref. C.A. 1974, 81 165715x.

- Hanson, A.; Huang, Z. H.; Gage, D.; 1993. "Evidence that the Putative Compatible Solute 5-Dimethylsulfiopentanoate is an Extraction Artifact", *Plant. Physiol.* 101(4), 1391-3, Ref. C. A. 1993, 118 251492m.
- Hegnaver, R.; 1964. *Chemotaxonomie der Pflanzen*, Birkhäuser Verlag Basel und Stuttgart.
- Ilgen, G.; Fiedler, H.J.; 1991, "Use of a Chelating Resin for Multielement Separation of Trace Elements from Acid Decompositions of Soil and Rock.", *Chem. Erde.* 51(2/3), 141-54, Ref. C.A. 1991, 115 149332k.
- Isaac, R.; Johnson, W.; 1975. "Collaborative Study of Wet and Dry Ashing Techniques for the Elemental Analysis of Plant These by atomic Absorption Spectrophotometry.", *Anal. Chem.* 36, 436-40, Ref. C.A. 1975, 83 24625x.
- Kaminska, W.; Koszyk, E.; Strahl, A.; 1978. "Usefulness of the Dry Mineralization of Plant Material for Determining the Content of Iron and Microelements", *Glebozn* 29(2), 43-55, Ref. C.A. 1978, 89 145139z.
- Kaya, N.; 1993. *Biyokimya, Atatürk Üniversitesi Yayınları*, Erzurum.
- Klotz, S.; 1982. "Effect of Calcium Hydroxide on the Germination and Growth of Selected Types.", *Hercynia*, 19(2), 206-11., Ref. C.A. 1983, 98 33810r.
- Kushizaki, M.; Hajime, K.; 1970. "Cadmium Analysis of Plant Materials", *Nippon. Dojo-Hiryogaku. Zasshi.* 41(6), 264-8, Ref. C.A. 1971, 74 50414m.
- Lange, N. A.; 1995. *Handbook of Chemistry, U.S.A.*
- Larher, F.; Hamelin, J.; 1979. "5-Dimethylsulfiopentanoic acid from *Diplotaxis-tenuifolia*", *Phytochemistry* 18(8), 1396-7, Ref. C.A. 1980, 92 143216k.
- Listov, S. A.; Petrov, N. V.; Arzamastsev, E. R.; 1990. "Levels of Heavy Metals in Raw Medicinal Plant Material", *Farmatsiya* 39(2), Ref. C.A. 1990, 113 46388n.

- Maldoni, B. E.; Havrie, H. M.; Bartolome, E.R.; 1989. Chemical Study of Weeds in the Buenos Aires Province of Argentina., *Diploaxis-tenuifolia*, 110, Ref. C.A. 132204u.
- Metodyczno, N.; Kaminska, W., 1970. "Determination of Trace Elements in Plant Material", *Rozz. Glebozn*, 21(1), 135-39.
- Mummenhoff, K.; Grupe, G.; Zunk, K.; 1993. "Subunit Polypeptide Composition of RUBISCO Indicates *Diploaxis viminea* as Meternal Parent Species of Amphiploid *Diploaxis-muralis*", *Phytochemistry* 34(2), 429-31, Ref. C.A. 1994, 120 3499b.
- Ottaviáni, M.; Megnatti, P.; 1985. "Atomic Absorption Spectrometry as Applied to the Determination of Enviromental Pollutans in Vegetable Tissues", *Atomki. Kozl.* 27(3), 368-72, Ref. C.A. 1986, 104 74015w.
- Piepponen, S.; Kokko, M.; 1978. "Determination of Lead and Cadmium in Plants by Atomic Absorption Techniques", *Tied-Valt. Tek. Tutkimuskesku*, 9, 33, Ref. C.A. 1979, 91 119786e.
- Robles, J. ; Lachica, M.; 1973. "Relations Between Different Methods of Mineralization for Atomic Absorption Determination of Trace Elements in Plants", rap. 2, 453-67, Ref. C.A. 1974, 80 34833r.
- Romero, F.; Elejalde, C.; Gomez, G.; 1988. "Metal Multivariate Relations in Ecological Segments", *toxicol. Environ. Chem.* 17(2), 117-27, Ref. C.A.1988, 109 68475h.
- Saymczak, J.; Kreminski, K.; Kreminska, K.; 1981. "Fatty Acid Composition of the Oil of Seeds of Some *Cruciferae* Family Species Wild-grown in Poland", Vol. 95, Ref. C. A. 129377u.
- Stan, S.; Vines, I.; 1978. "Comparision of Mineralization Methods of Plant Material for the Determination of Major and Trace Elements", *Plant. Teh. Fundulea. Acand.* 43, 235-44, Ref. C.A. 1980, 92 54487g.

- Studenly, M.; Stana, J.; 1977, "Mineralization of Plant Materials by Dry Ashing", Ved. Pr. Vysk. Ustavu. 8, 171-82, Ref. C.A. 1979, 90 50284.
- Sun Xin, 1995. "Determination of Trace Cadmium by FAAS with SiCO_3 as a Precipitant for Preconcentration", Guagpuxue Yu Guangpu Fenxi, 15(1), 97-9, Ref. C.A. 1995, 122 210001q.
- Tian, A.; Roche, J.; 1940, Kimya, İstanbul.
- Tutin, T. G.; Heywood, V. H.; Burges, N. A.; Valentine, D. H.; Waltes, S. M.; Webb, D. A.; 1964. Flora of Europaea, Cambridge at the University Press.
- Ure, A. M.; Mitchell, M.C.; 1976. "The Determination by Solvent Extraction and Atomic Absorption with a Carbon-Rod Atomizer", Anal. Chem. Acta 87(2), 283-90, Ref. C.A. 1977, 86 52364s.
- Vicmont, J. D.; Goas, M.; 1973. "Characterization and Determination of Pipecolic Acid in Some Maritime Dune Plants", Acad. Sci. Ser. D. 275(25), 2885-7, Ref. C.A. 1973, 78 133424y.
- Yeğın, M.; 1989. Biyokimya I, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Yıldız, A.; Genç, Ö.; 1993. Enstrümantal Analiz, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, p.p. 183-203.
- Zurera, G.; Estrada, B.; Rincan, F.; Pozo, R.; 1987. "Lead and Cadmium Contamination. Levels in Edible Vegetables", Department of Food Hygiene and Microbiology, Faculty of Veterinary, University of Cordoba, 14005 Cordoba, Spain.

ÖZGEÇMİŞ

- Doğum tarihi : 10 Ağustos 1971
- Doğum yeri : İstanbul
- Üniversite : 1988-1994, İstanbul Teknik Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü
- Yüksek Lisans : 1994- , Yıldız Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı
Anorganik Kimya programı