T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA ŞEHİR MERKEZİ YOL ve PARKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

Cafer Tayyar KELEŞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2007

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA ŞEHİR MERKEZİ YOL VE PARKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

Cafer Tayyar KELEŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 27.09.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Veysel ZEDEF	Prof.Dr. M.Kemal GÖKAY	Yrd.Doç.Dr. Adnan DÖYEN
(Danışman)	(Üye)	(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KONYA ŞEHİR MERKEZİ YOL ve PARKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

Cafer Tayyar KELEŞ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Veysel ZEDEF

2007, 63 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Veysel ZEDEF

Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY

Yrd. Doç. Dr. Adnan DÖYEN

Bu çalışmada, Konya şehir merkezindeki Alaaddin Tepesi, Alaadin Keykubat Kampüsü ve 6 farklı şehirler arası yol güzergahı (İstanbul yolu, Ankara yolu, Aksaray yolu, Karaman yolu, Antalya yolu, Beyşehir yolu) üzerindeki çam ağaçları ve toprak örnekleri bünyesindeki ağır metal kirliliği (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) araştırılmıştır.

40 adet toprak ve 40 adet bitki örneği üzerinde yapılan analizler sonucunda ortaya çıkan ağır metal miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometre ile ölçülmüştür.

Analiz sonuçlarına göre, toprak örneklerinde en yüksek ağır metal içeriği; Pb 60 mg/kg ve Zn 225,92 mg/kg ile Kampüs mevkiinde; Cu 144,40 mg/kg ile Alaaddin Tepesinde, Co 102,48 mg/kg ve Ni 1832 mg/kg ise Antalya yolunda rastlanmıştır. Bitki örneklerinde ise; en yüksek ağır metal içeriği Pb 15,622 mg/kg ile Antalya yolunda, Zn 884,48 mg/kg ve Cu 130,072 mg/kg ile Kampüs mevkiinde, Co 7,02 mg/kg ve Ni 266,54 mg/kg ile yine Antalya yolunda rastlanmıştır.

Ağır metallerin değerlerinin yüksek çıktığı bölgelere bakıldığında, şehir trafiğinin yoğun olduğu, kavşak noktalarının ve trafik lambalarının bulunduğu yerler olduğu tespit edilmiştir. Genellikle, ağır metallerin bitkilerin bünyesinde toprağa göre daha yüksek oranda bulunduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, kirlilik, toprak, bitki, Konya şehir merkezi.

ABSTRACT

MSc Thesis

HEAVY METAL POLLUTION OF ROADS AND PARKS OF THE CITY CENTRE OF KONYA

Cafer Tayyar KELEŞ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Veysel ZEDEF

2007, 63 Pages

Jury: Prof. Dr. Veysel ZEDEF

Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY

Assist. Prof. Dr. Adnan DÖYEN

In this study, heavy metal pollution (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) in pine and soil samples and at Alaaddin Hill, Alaaddin Keykubat Campus which are in Konya City center and on the 6 different highway (İstanbul road, Ankara road, Aksaray road, Karaman road, Antalya road, Beyşehir road) was investigated.

Analytical studies were carried out on 80 samples (40 soil and 40 plant) and heavy metal concentration were measured by atomic absorption spectrophotometer

As a results of analysis, the highest heavy metal contents on soil samples were determined as; 60 mg/kg for Pb and 225.92 mg/kg for Zn at Campus region; 144.40 mg/kg for Cu at Alaaddin Hill, 102.48 mg/kg for Co and 1832 mg/kg for Ni at Antalya road. The highest heavy metal contents on plant samples were determined as; 15,622 mg/kg for Pb at Antalya road, 884,48 mg/kg for Zn and 130,072 mg/kg for Cu at Campus region. Also 7,02 mg/kg for Co and 266,54 mg/kg for Ni were obtained at Antalya road.

By taking into account the places where high amounts of heavy metals were determined, it was shown that these regions were crossroads with traffic lamps and density of city traffic was high. It was observed that generally heavy metals amounts in plants were higher than in soil

Key Words: Heavy metal, pollution, soil, plant, Konya city

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında beni destekleyip yönlendiren ve benim yetişmem için emeğini, bilgisini esirgemeyen danışmanım, sayın Prof. Dr. Veysel ZEDEF'e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum. Ayrıca, bu tez çalışmamda bilgilerini esirgemeyen ve bana yol gösteren Maden Mühendisliği Bölümü Bölüm Başkanı, sayın Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY'a, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. M.Salim ÖNCEL'e, sayın Arş.Gör. Tevfik AĞAÇAYAK'a ve sayın Arş. Gör. Ali ARAS'a ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan annem Hatice KELEŞ' e, bilgisayar desteği için kardeşim Zafer KELEŞ' e , numune alımı ve ulaşım desteği için arkadaşım Ali GÜL' e, maddi ve manevi destekleri için de Mehmet DİNSEL ve arkadaşım M. İsmail BÜYÜKCENGİZ' e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET…….	i
ABSTRACT…….	ii
TEŞEKKÜR…….	iii
İÇİNDEKİLER…….	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ…….	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ……..	viii
1. GİRİŞ…….	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI……..	2
3. ÇEVRE KİRLİLİĞİ ve ÇEŞİTLERİ…….	6
3.1. Hava Kirliliği……	6
3.2. Su Kirliliği……	10
3.3. Toprak Kirliliği……	12
3.3.1. Toprak kirliliğine neden olan faktörler……	14
3.4. Bitki Kirliliği……	15
3.4.1. Bitki kirliliğine neden olan faktörler……	16
4. MATERYAL ve METOD…….	17
4.1. Materyal……	17
4.2. Metod……	18
5. ANALİZ SONUÇLARI……..	19
5.1. Toprak örnekleri……	19
5.1.1. Alaaddin Tepesi…….	19
5.1.2. Alaaddin Keykubat Kampusü……	21
5.1.3. İstanbul yolu……	24

5.1.4. Ankara yolu……. 26

5.1.5. Aksaray yolu…… 28

5.1.6. Karaman yolu……. 30

5.1.7. Antalya yolu…… 32

5.1.8. Beyşehir yolu……. 34

5.2. Bitki Örnekleri…… 37

5.2.1. Alaaddin Tepesi……. 37

5.2.2. Alaaddin Keykubat Kampusü…… 39

5.2.3. İstanbul yolu…… 40

5.2.4. Ankara yolu…… 42

5.2.5. Aksaray yolu…… 44

5.2.6. Karaman yolu……. 46

5.2.7. Antalya yolu…….. 48

5.2.8. Beyşehir yolu…….. 50

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER……..... 54

KAYNAKLAR……. 61

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Başlıca hava kirliliği etkenleri, kaynakları ve etkileri……	7
Çizelge 3.2.Türkiye'de Kirletici Potansiyeli Olan Endüstrilerden Atmosfere Bırakılan 2000 yılına ait Yıllık $S0_2$ ve Partiküler Madde (ton/yıl)	10
Çizelge 3.3. Su kirliliğini meydana getiren kaynaklar……	11
Çizelge 3.4. Toprak kirliliğine neden olan bazı ağır metallerin etkileri ve kirliliği oluşturan kaynaklar…….	13
Çizelge 3.5. Toprak kirlilik parametreleri sınır değerleri……..	14
Çizelge 3.6. Bazı Avrupa Ülkelerindeki ağır metal limitleri ……	16
Çizelge 5.1. Alaaddin Tepesi toprak örneklerinin % Nem içerikleri……	20
Çizelge 5.2. Alaaddin Tepesi toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)……	20
Çizelge 5.3. Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örneklerinin % Nem içerikleri……	22
Çizelge 5.4. Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)……	23
Çizelge 5.5. İstanbul yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri……..	24
Çizelge 5.6. İstanbu yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)..	25
Çizelge 5.7. Ankara yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri……..	26
Çizelge 5.8 Ankara yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)...	27
Çizelge 5.9. Aksaray yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri…….	28
Çizelge 5.10.Aksaray yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg). …….	29
Çizelge 5.11. Karaman yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri……..	30

Çizelge 5.12. Karaman yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)…….. 31
Çizelge 5.13. Antalya yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri…… 32
Çizelge 5.14.Antalya yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg). 33
Çizelge 5.15. Beyşehir yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri…… 34
Çizelge 5.16. Beyşehir yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)……. 35
Çizelge 5.17. Toprak örneklerinin ortalama ağır metal içerikleri (mg/kg)…. 36
Çizelge 5.18. Alaaddin Tepesi bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)……. 38
Çizelge 5.19. Alaaddin Keykubat Kampüsü bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)…….. 39
Çizelge 5.20. İstanbul yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).. 41
Çizelge 5.21. Ankara yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).. 43
Çizelge 5.22. Aksaray yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).. 45
Çizelge 5.23. Karaman yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)……. 47
Çizelge 5.24. Antalya yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg). 49
Çizelge 5.25. Beyşehir yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg). 51
Çizelge 5.26. Bitki örneklerinin ortalama ağır metal içerikleri (mg/kg)…… 52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Türkiye'deki çevre kirliliğine sebep olan endüstri türlerinin dağılımı…… 9

Şekil 4.1. Konya merkezi içerisindeki numune alınan noktalar…….. 17

Şekil 5.1. Alaaddin Tepesinden getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge. 19

Şekil 5.2. Alaaddin Tepesi toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması……. 21

Şekil 5.3. Alaaddin Keykubat Kampüsünden getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge. …… 22

Şekil 5.4. Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması…… 23

Şekil 5.5. İstanbul yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge…. 24

Şekil 5.6. İstanbul yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması……... 25

Şekil 5.7. Ankara yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge…… 28

Şekil 5.8. Ankara yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması……. 27

Şekil 5.9. Aksaray yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge… . 28

Şekil 5.10. Aksaray yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması…… 29

Şekil 5.11. Karaman yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.. 30

Şekil 5.12. Karaman yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması…….. 31

Şekil 5.13. Antalya yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge… 32

Şekil 5.14. Antalya yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması…… 33

Şekil 5.15. Beyşehir yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge. . 34

Şekil 5.16.Beyşehir yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması…… 35

Şekil 5.17. Toprak örneklerinin ortalama ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması…… 36

Şekil 5.18. Alaaddin Tepesinden getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge. 37

Şekil 5.19. Alaaddin Tepesi bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 38

Şekil 5.20. Alaaddin Keykubat Kampüsünden getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge. …… 39

Şekil 5.21. Alaaddin Keykubat Kampüsü bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 40

Şekil 5.22. İstanbul yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge….. 41

Şekil 5.23. İstanbul Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 42

Şekil 5.24. Ankara yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge……. 43

Şekil 5.25. Ankara Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 44

Şekil 5.26. Aksaray yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge…. 45

Şekil 5.27. Aksaray Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 46

Şekil 5.28. Karaman yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge… 47

Şekil 5.29. Karaman Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 48

Şekil 5.30. Antalya yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge….. 49

Şekil 5.31. Antalya Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 50

Şekil 5.32. Beyşehir yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge. … 51

Şekil 5.33. Beyşehir Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması. …… 52

Şekil 5.34. Bitki örneklerinin ortalama ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması…… 53

1. GİRİŞ

Çevre, canlıların gelişmesini sağlayan ve onları sürekli olarak etkileri altında bulunduran fiziksel, kimyasal (abiyotik), biyolojik (biyotik) ve toplumsal faktörlerin bütünüdür.

Varlıkların her türlü etkinlikleri sonucu, ekolojik dengenin bozulması ve aynı etkinliklere bağlı olarak ortaya çıkan koku, gürültü ve atıkların çevrede meydana getirdiği kötü sonuçlara çevre kirliliği denilmektedir.

Sanayileşmenin ve insan aktivitelerinin artması ile çevrede çeşitli kirlenmeler oluşmakta ve atmosfere çeşitli zararlı maddeler girmektedir. Bunun sonucunda, havada, suda, toprakta ve bitkilerde insan sağlığına zararlı olan ağır metaller (Pb-Zn-Cu-Cr-Co-Cd-V v.b.) birikmekte buda karşımıza kirlilik olarak çıkmaktadır. İnsan ve diğer canlılar üzerinde zehirleyici etki yapan bu ağır metaller toksit maddelerdir.

Doğa ve doğa kaynaklarının aşırı ve yanlış kullanımı ile doğanın temel fiziksel öğeleri olan hava, su, toprak ve bitki kirlenmesinin doğal çevre üzerinde meydana getirdiği bozulmalar, çevre sorunları olarak değerlendirilir.

Doğal kaynaklarımız ile bunların yer aldığı doğal çevre arasında hassas bir denge bulunmaktadır. İklim, toprak, su ve yaşam dengesinin, yani ekolojik dengenin bozulmasına neden olan yanlış ve aşırı kullanımlar bu dengeyi ortadan kaldırmakta ve tüm canlıların yaşama ortamlarını giderek daraltmaktadır.

İster hava kirliliği, isterse su kirliği olsun, sonuçta bunlar diğer nedenlerle birlikte toprak ve bitki kirlenmesini gündeme getirmektedir.

Bu çalışmada, Konya şehir merkezindeki Alaaddin Tepesi, Selçuk Üniversitesi, Alaadin Keykubat Kampüsü ve Konya'dan başka şehirlere doğru, 6 farklı şehirler arası yol güzergahı (İstanbul yolu, Ankara yolu, Aksaray yolu, Karaman yolu, Antalya yolu, Beyşehir yolu) üzerindeki çam ağaçları ve toprak örnekleri bünyesindeki ağır metal kirliliği (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) araştırılmış ve buradan elde edilen verilere dayanılarak kirliliğin önlenmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Hava, su ve toprağın her geçen gün kirlenmesi ve önemli bir kısmının kullanılamaz hale gelmesi, özellikle kentleşmenin ve sanayi bölgelerinin çoğalması, doğal kaynakların hızla tükenmesi, trafik yoğunluğunun artması ve bununla birlikte çeşitli ağır metallerin etkisiyle doğal dengenin bozulması; araştırmacıların çevre kirliliği konusunda araştırmalara yönelmesine sebep olmuştur.

Bu bölümde, daha önce yapılan çalışmalar hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Caselles ve ark. (2002), İspanya'nın başkenti Madrid şehir merkezindeki parklarda Petunya yapraklarının ve toprağın içerdiği iz elementler (Fe, Mn, Cu, Zn, Al, Pb,Ni) üzerinde araştırma yapmışlardır. Madrid şehrinde, Fe, Al, Ni ve Pb elementlerinin toprak ve bitki tarafından absorbe edildiği gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak, trafiğin yoğun olduğu alanlarda Pb değerinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Karademir ve Toker (1998), Ankara'nın bazı kavşaklarında yetiştirilen çim bitkilerinde, egzoz gazlarından gelen kurşun birikimini, 6 ay süresince incelemişlerdir. Bu bitkilerden alınan yaprak ve kök numuneleri çözeltiye alınmış ve AAS ile Pb miktarlarını ölçülmüşlerdir. Bulunan değerler kurşun kirlenmesinin Ankara'da devamlı arttığını göstermiştir.

Naszradi ve ark. (2004), Macaristan'ın M3 otoyolunun kenarlarında yetişen yosun ve çayırların içerdiği Cd, Zn ve Pb konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Ağır metal konsantrasyonlarını ICP spektrofotometre ile analiz etmişlerdir. Ağır metal içeriklerinin çayırlarda, otoyol kenarlarında yetişen yosunlara göre daha az olduğunu tespit etmişlerdir.

Aksoy ve Şahin (1999), Kayseri'de, Elaeagnus Angustifolia L. (Elaeagnaceae) bitkisinin yaprakları ve toprak örneklerindeki Pb, Cd ve Zn konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Yıkanmış ve yıkanmamış bitki örnekleri

arasında metal kirlenme düzeyleri farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Yıkanmış bitki yapraklarında ve yüzey topraklarındaki ağır metal konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki elde etmişlerdir.

Al-Khlaifat ve Al-Khashman, (2007), Ürdün'ün Aqaba şehrindeki palmiye ağaçlarının yapraklarındaki Fe, Pb, Zn, Cu, Ni ve Cr ağır metal konsantrasyonlarını alevli atomik absorbsiyon spektrofotometre ile ölçmüşlerdir. Şehir içi, şehir dışı, sanayi bölgesi, otoyollar ve kırsal kesimler olmak üzere 5 farklı bölgeden aldıkları yaprak örneklerini incelemişlerdir. Buna göre, sanayi bölgesi ve otoyollarda Ni, Cu ve Pb'nin yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Al-Khashman, (2004), Ürdün'ün Karak sanayi bölgesinindeki toprak, cadde tozları ve tozların içerdiği ağır metal kansantrasyonlarını araştırmıştır. Numuneleri nitrik asit ile çözeltiye aldıktan sonra, Shimadzu marka AA-6200 model AAS ile Fe, Cu, Zn, Ni ve Pb konsantrasyonlarını ölçmüştür. Ağır metal konsantrasyonlarının Sanayileşme ve insan etkileri sebebiyle yüzey toprağında daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Faruque ve Hiroaki, (2006), Bangladeş'in Dakka şehrinin 4 farklı bölgesinden aldıkları tozlardaki Pb, Zn, Cu, Ni ve Cr konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Pb içeriğinin trafiğinyoğun olduğu alanlarda; endüstriyel ve yerleşim alnlarına göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Zn, Cu, Ni ve Cr'nin ise endüstriyel alanlarda daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak; Cu, Ni,Cr kirliliğine endüstriyel faaliyetlerin sebep olduğunu, buna karşılık Pb kirliliğinin motorlu araçlardan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yongming ve ark., (2006), Çin'in Xi'an şehrindeki tozların içerdiği Ag, As, Cr, Cu, Hg, Pb, Sb ve Zn konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Ag ve Hg'nin ticari ve evsel atık kaynaklı, Cr, Cu, Pb ve Zn'nin endüstriyel ve trafik kaynaklı, As ve Mn'nin ise endüstriyel ve toprak kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir.

Kim ve ark., (2003), Güney Kore'nin Seul şehrinde 8 farklı bölgeden aldıkları toprak örnekleri içindeki ağır metal konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Ölçümler sonucunda; Cu ve Cd'ni şehir merkezindeki topraklarda, Pb'nin ise benzin istasyonu çevresindeki topraklarda diğer bölgelere nazaran fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Çelik ve ark., (2005) tarafından, Denizli merkezi yollarında, endüstri alanlarında ve çevre yollarından aldıkları akasya ağaçlarının yapraklarında ve topraktaki ağır metal konsantrasyonları (Fe, Pb, Zn, Cu, Mn, Cd) üzerinde çalışmışlardır. Yapılan ölçümler sonucunda şehir içi trafiğinin yoğun olduğu alanlarda ve sanayi bölgelerinde yüksek seviyelerde Pb ve Cu değerlerini bulmuşlardır.

Chen ve ark. (2005) tarafından, Çin-Pekin şehir merkezinde bulunan 30 farklı parkta toprak örnekleri üzerinde ağır metal konsantrasyonlarını (Pb, Cu, Zn, Ni) araştırmışlardır. Yapılan ölçümler sonucunda, Pb ve Cu değerlerinin yüksek olduğunu, Zn değerinin ise kayda değer olmadığını belirtmişlerdir.

Akçay ve ark., (2003) tarafından, Büyük Menderes ve Gediz nehirlerinin çökeltilerindeki ağır metal konsantrasyonunu ve kirliliğini araştırmışlardır. Liçing ve iyon değişimi yöntemlerini kullanarak, içerisindeki ağır metal konsantrasyonlarını kazanmışlardır. Bunun sonucunda çıkan ölçümlerde; Gediz nehrinde Pb, Cr, Mn, Zn değerlerinin yüksek, Büyük Menderes nehrinde ise Co, Mn, Zn değerleinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çavuşoğlu ve Çavuşoğlu, (2005) tarafından, Isparta İli Şehir Merkezi Girişi ile Süleyman Demirel Üniversitesi arasındaki 10 km'lik yol boyunca sıralanan, *Cupressus sempervirens* ve *Cedrus libani* ağaçlarının yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliği araştırılmıştır. Sonuçta her iki bitki türünde de kurşun (Pb) kirliliğinin şehre yaklaştıkça arttığı belirlenmiştir.

Önder ve Dursun, (2005) tarafından, Konya ve çevresindeki endüstriyel alanlar ve ana yolların kenarlarında yetişen sedir ağaçlarının yapraklarında ve

toprakta oluşan ağır metaller (Pb, Cu, Zn, Co, Cr, V, Cd) üzerine araştırmalar yapılmıştır. Genç ağaç yapraklarında daha az ağır metal kirliliği var iken yaşlı ağaçlarda daha fazla ağır metal kirliliğinin olduğunu belirtmişlerdir.

Öncel ve ark., (2005) tarafından, İstanbul-Sakarya arasında oto yolların kenarlarında yetişen mısır filizleri ve topraktaki Pb kirliliği üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bunun sonucunda yapılan ölçüm değerlerinin rampa ve kavşaklarda, ayrıca fabrika yakınlarında kurşun değerinin yüksek olduğu belirtilmiştir.

3. ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE ÇEŞİTLERİ

İnsanoğlu, bir yandan sanayileşmenin getirdiği refah ve kolaylıklardan yararlanırken, diğer yandan da doğal dengenin bozulmasına ve çevrenin kirlenmesine neden olmaktadır. Çevre kirliliğinin önlenmesinde temel amaç, canlı sağlığının ve çevrenin korunmasıdır.

Kalkınma ve rahat bir hayat yaşayabilmek her insanın hakkı olup, bunu yaparken olumsuz etkilere sebep olmamak veya hiç değilse meydana gelebilecek çevre sorunlarını en aza indirmek insanların kaçınılmaz görevidir.

Çevre kirliliğinde enerji üretimi, endüstri, ısınma ve trafik gibi unsurlar etkin rol oynamaktadır. İnsanın bu unsurlardan vazgeçmesi mümkün değildir. Ancak planlı önlem alarak çevreye zarar veren madde miktarları, kontrol altına alınabilir.

3.1. Hava Kirliliği

Temiz hava olarak nitelendirilen atmosferin alt katmanı azot, oksijen, karbondioksit ve çok az miktarda diğer gazlardan oluşur. Hava doğal ve doğal olmayan kirleticilerle kirlenir. Başlıca hava kirliliği etkenleri, kirliliği oluşturan kaynaklar ve sonuçları çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Ayrıca, hava kirliliğine neden olan kaynakları doğal ve yapay kaynaklar olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

Doğal kaynaklar, orman yangınları, yanardağ-volkan faaliyetleri, canlı organizma faaliyetleri, yapay kaynaklar ise, yakıt kullanımı, sanayi faaliyetleri ve motorlu taşıt trafiğidir.

Çizelge 3.1. Başlıca hava kirliliği etkenleri, kaynakları ve etkileri (Önal, 2002).

KİRLETİCİ	KAYNAĞI	ETKİSİ
Kükürt oksitleri (SO_X)	Fosil yakıtlar, termik santraller	Sıcaklık inversiyonu, asit yağmurları, ormanların, toprağın, suların kirlenmesi, solunum sistemi ve kardiyovasküler sisteme etki
Karbon monoksit (CO)	Sigara, otomobil egzozları	Solunum sistemi, kardiovasküler sistem, beyin, iskelet kası ve fetüse etki
Karbon dioksit(CO_2)	Madencilik, yakıtlar, kuyular	Sera etkisi
Karbon partikülleri (duman)	Kimyasal madde imali	Sıcaklık inversiyonu, akciğer hastalıkları, görme bozukluğu
Azot oksitleri (NO_X)	Deodorant, saç spreyi, böcek öldürücüler	Akciğer hastalıkları
Freon gazları	Deodorant, saç spreyi, böcek öldürücüler	Ozon delinmesi, cilt kanserleri
Kloroflorokarbon (CFC)	Havalandırma sistemleri, spreyler, otomobiller, buzdolapları, köpük imalatı	Ozon delinmesi, cilt kanserleri

İnsanın yaşam için temel gereksinmesi olan hava, bir erişkin tarafından günde 15 kg kadar tüketilir ve havasızlığa birkaç dakikadan fazla dayanılmaz.

Temiz hava içerisinde % 78 azot, % 21 oksijen ve %1 oranında da diğer gaz, toz, su buharı gibi maddeler bulunmaktadır. Bu oranlara havanın doğal bileşenleri denilmektedir. İşte bu oranların bozulması, yani doğal hava bileşenlerinin oranlarının değişmesi sonucu havada yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı yaşamına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek yoğunluk ve sürede bulunması hava kirlenmesine neden olmaktadır. Ayrıca mutlak nem olarak % 1-3 su buharı bulunur (Kalkan, 2001).

Hava kirlenmesi son yıllarda özellikle endüstri yönünden gelişmiş ülkelerde kütlesel sağlık tehlikeleri doğuran bir sorun olarak önem kazanmış bir konudur. Hava kirliliği yalnızca insanların kapalı bir yerde uzunca süre sıkışık oturmalarından meydana gelen "Havasızlık" ya da hava kirlenmesi hali değildir.

Hava kirlenmesi, normalde hava karışımında bulunmayan doğal ve yapay kirleticilerin çeşitli yollarla, dış ortamda yani atmosferde ve insanların topluca yaşayıp çalıştıkları endüstri işyerleri, maden ocakları ve hastaneler gibi kapalı ortamlarda ve bunun yanı sıra atmosferden toprağa, suya ve bitkilere geçerek canlılara zarar verecek konsantrasyonlara yükselmeleri halidir.

Ülkemizde bilinen hava kirliliği genel olarak ısınma ve taşıtlardan kaynaklanmakta, endüstriyel merkezlerde bu kaynakların üzerine endüstri emisyonlarından meydana gelen kirlilik eklenmektedir. Değişik etmenlerin rol oynamasına rağmen, hava kirliliğinin nedenleri genel olarak şehirleşme ve endüstri şeklinde ikiye ayrılabilir.

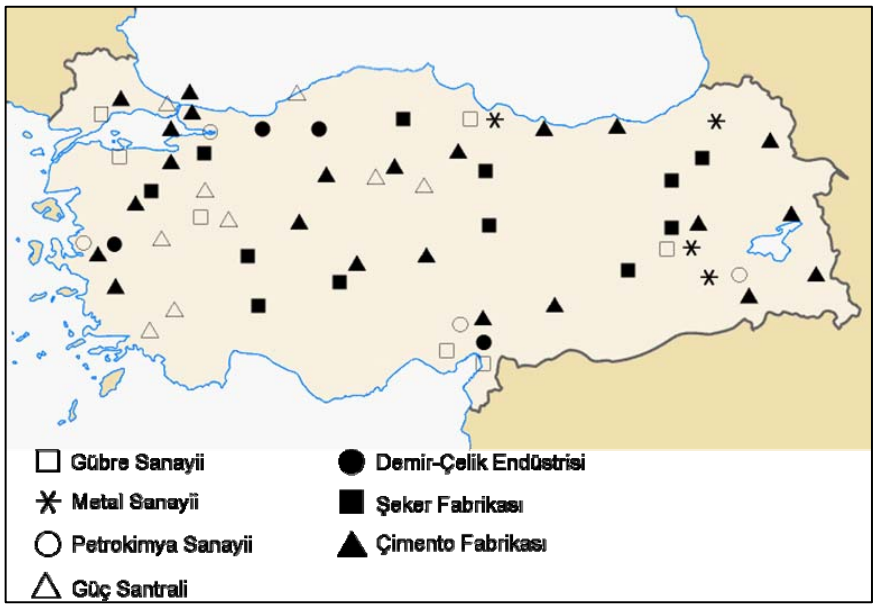
Evlerde ısınma amacıyla yakılan kömür ve fuel-oil emisyonlarının alçak bacalardan atmosfere atılması, kullanılan yakıtın yüksek oranda kükürt ve kül içermesi, ısınma sistemlerinde yanmanın genellikle tam olmaması gibi etmenler inversiyon gibi meteorolojik etmenlerle bir araya geldiğinde, bugün özellikle kış aylarında şehirlerin önemli bir bölümünde görülen yüksek kirletici konsantrasyonları ortaya çıkmaktadır.

Hızla artan motorlu taşıtların, gözlenen hava kirliliğine katkısı önemli boyutlara ulaşmıştır. Şehirlerde görülen hava kirliliğinin yukarıda bahsedilen nedenleri bütün iller için geçerli olmakla birlikte hava kirliliğinin bazı illerde diğerlerine göre çok daha fazla olmasının nedeni, emisyonların illerden uzaklaşma hızını belirleyen topografya, meteorolojik koşullar ve şehirleşme sonucunda yüzey rüzgarlarının önünün kesilmesi gibi etmenler olmaktadır.

Motorlu taşıtların hava kirliliğine katkıları son yıllarda önemli boyutlarda artmıştır. Özellikle yaz aylarında (evsel ısınma kaynaklı kirlilik ortadan

kalktığından), taşıtlar, görülen kirletici konsantrasyonlarının en önemli kaynağı olmaktadır. Taşıtlardan atılan hidrokarbonlar (HC), azot oksitler (NOx) ve karbon monoksitler (CO), bu kirleticilerin atmosferdeki konsantrasyonlarının artmasına sebep olmakta, ayrıca hidrokarbonlar ve azot oksitlerinin atmosferde güneş ışınlarının katalitik etkisiyle girdikleri reaksiyonlar sonucu "fotokimyasal duman" denen ve ozon, aldehitler gibi güçlü oksitleyici maddeleri içeren bir tür kirlilik meydana gelmektedir (Kalkan, 2001).

Endüstriden kaynaklanan hava kirliliği esas olarak yanlış yer seçimi ve atık gazların yeterli teknik önlemler alınmadan havaya bırakılması sonucu meydana gelmektedir. Türkiye'de çevre kirliliğine sebep olan endüstri türleri; enerji, gübre, demir-çelik, şeker, çimento, petrokimya, metal endüstrisi olarak sıralanabilir. Bu endüstrilerin dağılımları şekil 3.1'de gösterilmiştir. Yıllık üretimleriyle atmosfere yılda atılan kirletici miktarları, çizelge 3.2. 'de verilmiştir (Kalkan, 2001).



Şekil 3.1. Türkiye'deki çevre kirliliğine sebep olan endüstri türlerinin dağılımı (Kalkan, 2001).

Çizelge 3.2. Türkiye'de kirletici potansiyeli olan endüstrilerden atmosfere bırakılan 2000 yılına ait yıllık $S0_2$ ve partiküler madde (ton/yıl) (Kalkan, 2001).

Endüstri	**Partiküller**	**SO_2**
Güç Santralleri	3.940.000	1.430.000
Demir Çelik	3.330.000	-
Çimento	2.270.000	32.000
Şeker	290.000	49.000
Metal	5.200	30.000
Gübre	14.000	30.000

Hava kirliliğini azaltmak için yapılması gereken birtakım önlemler vardır. Bunlar:

a. Fosil yakıtlar olabildiğince az kullanılmalı (veya uygun tedbirler alınarak ülke potansiyelinden maksimum şekilde yararlanılmalı), doğalgaz, güneş enerjisi, jeotermal enerji tercih edilmelidir,

b. Karayolu taşımacılığı yerine demiryolu ve deniz taşımacılığına ağırlık verilmelidir. Büyük kentlerde toplu taşıma hizmetleri yaygınlaştırılmalıdır. Araç Pbakımları zamanında yapılmalı ve temiz yakıt kullanılmalıdır.

c. Sanayi kuruluşlarının atıklarını havaya vermeleri önlenmelidir; yeşil alanlar artırılmalı, orman yangınları önlenmelidir; ozon tabakasına zarar veren maddeler kullanılmamalıdır.

3.2. Su Kirliliği

Sağlıklı su; içinde hastalık yapıcı mikroorganizmaların, toksik etki yapan kimyasalların bulunmadığı, dengeli mineral içeriği olan sudur. Petrol ve yağ atıkları gibi bazı endüstriyel atıklar, tarım ilaçları, böcek ilaçları, deterjanlar, evsel atıklar, borulardaki ya da boyalardaki kurşun, fosil yakıtlar ve elektrikli araç yapımında kullanılan civa, su kirleticileri olarak sayılabilir. Evsel ve endüstriyel atıklar, yetersiz kanalizasyon sistemi, kentsel çöplerin toprak altına yığma yoluyla saklanması sonucu

oluşan sızıntılar ve sellerle taşınan her türlü kentsel kirlilik ve yine sellerle taşınan tarımsal maddeler başlıca kirlilik kaynaklarıdır (Karacan, 2004).

Doğal çevrenin önemli bir kısmını oluşturan akarsu, göl, denizler ve içme suyu kaynaklarının çeşitli etkenlerle bozularak canlı hayatın olumsuz yönde etkilenmesi su kirliliği olarak adlandırılır. Sular çeşitli kirletici etmenlerin katılmasıyla birlikte doğal olmayan bir şekilde fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Su kirliliğini meydana getiren sebepler ve su kirliliğini oluşturan kaynaklar çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Su kirliliğini meydana getiren kaynaklar (Karacan, 2004).

KAYNAK	AÇIKLAMA
Kanalizasyon	Organik ve endüstriyel atıklar
Yıkama suyu	Seyreltik karbonhidrat yağ ve protein içeren atıklar
Kağıt pamuk deri endüstrisindeki atıklar	Protein, yağ içeren organik atıklar
Metal endüstrisi	Metal ve CN içeren atıklar
Petrokimya ve petrol endüstrisi	Çeşitli kimyasal maddeler ve atıkları
Asit yağmurları	SO_2 ve NO_x lerin H_2O ile birleşmesi
Radyoaktif maddeler	Nükleer santrallerde ve tıbbı alanlarda oluşan atıklar.
Tarımsal atıklar ve gübreler	Aşırı gübreleme ve fazla nitrat içeriği.
Yoğun Trafik	Ağır metaller

İnorganik madde atıkları da suları önemli ölçüde kirletir. Bu atıklar başlıca:

a) Tuzlar

b) Metaller

c) Mineral asitleri

d) Minerallerdir.

Bunların sudaki etkileri başlıca üç gruba ayrılır:

1) Asitliğin artması

2) Tuzluluğun artması
3) Toksikliğin artması

Organik kirleticiler ise; sularda çözünmüş olan oksijeni tüketerek kirlenmeye sebep olan maddelerdir. Böyle maddeler daha çok antropojenik faaliyetler (ev atıkları, hayvan atıkları, gıda fabrikaları atıkları, kâğıt fabrikaları atıkları, mezbaha atıkları, et paketleme atıkları, dericilik atıkları gibi) sonucu sulara karışırlar ve karıştıkları sular durgunsa, bunlar suyun dibinde toplanırlar. Buna sedimantasyon denir. Sedimantasyonla çöken organik maddeler içinde inorganik maddeler de bulunur (Karacan, 2004).

3.3. Toprak Kirliliği

Toprak, belirli bir zaman periyodu içerisinde canlıların, iklimin ve topografyanın etkisi ile ana materyalin parçalanması ve yarılması sonucunda oluşan, belli oranlarda hava ve su içeren, ayrıca canlıları barındıran doğal bir kitledir. Bitki örtüsüyle toprak arasındaki büyük doğal dengelerin bozulması, su kaynakları, arazilerin kararlılığı ve atmosferin niteliği gibi çevre koşullarını ciddi biçimde bozar (Büyük Larousse, 1986).

Toprağın yapısına katılan ve doğal olmayan maddeler toprak kirliliğine neden olur. Böyle topraklarda bitkiler, solucan ve bunun gibi hayvanlar yaşayamaz, bitkilere geçen kirletici maddeler besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşır (Önal, 2002).

Toprağın, insan etkinlikleri sonucu oluşan çeşitli bileşikler tarafından bulaştırılmasına takiben, toprakta yaşayan canlılar ile yetişen ve yetiştirilen bitkilere veya bu bitkilerle beslenen canlılara toksik etkide bulunacak ve zarar verecek düzeyde anormal fonksiyonda bulunmasını, toprağa eklenen kimyasal materyalin toprağın özümleme kapasitesinin üzerine çıkması, toprağın verim kapasitesinin düşmesi toprak kirliliğini ifade eder (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı).

Sanayileşmiş ülkelerde, termik santrallerin ve fabrikaların çıkarmış olduğu zararlı gazların etkisi ve yoğun kentleşme ile aşırı trafik koşulları altında atmosfer içine giren ağır metaller toprağın kirlenmesini daha da hızlandırmaktadır (Viard ve ark., 2004).

Toprak kirliliğine neden olan bazı ağır metaller, kirliliği oluşturan kaynaklar ve etkileri çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Toprak kirliliğine neden olan bazı ağır metallerin etkileri ve kirliliği oluşturan kaynaklar (Önal, 2002).

KİRLETİCİ	**KAYNAĞI**	**ETKİSİ**
Kurşun	Endüstri, yakıtlar, altın madenciliği	Anemi, duyu ve motor sinirlerde hasar, beyin hasarı, gingiva lezyonları
Kadmiyum	Endüstri, altın madenciliği	Böbrek harabiyeti, akciğer ve prostat kanseri
Nikel	Endüstri, madencilik, kaynak işleri	Solunum S. hastalıkları, allerjik reaksiyon, burun ve gırtlak kanseri
Çinko	Kaynak işleri, bronz işçiliği	Solunum yollarına etki eder
Bakır	Üzüm bağı ilaçlaması, altın madenciliği, kaynak işleri, bronz işçiliği	Solunum yollarına etki eder
Arsenik	Madencilik, pestisit işçileri,	Nöropati, kas güçsüzlüğü, deri kanseri, damar lezyonları
Uranyum	Radyoaktif atıklar, yiyecek, içecekler	Kanser
Krom	Endüstri, döküm işleri, kaynak işleri	Solunum yollarına, buruna etki eder, deri kanseri, allerjik reaksiyon

Bazı ağır metallerin ise topraktaki farklı pH değerlerinde kirlilik sınır değerleri çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Toprak kirlilik parametreleri sınır değerleri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı).

Ağır Metaller	pH 5- 6 (mg/kg fırın kuru toprak)	pH>6 (mg/kg fırın kuru toprak)
Kurşun	50	300
Kadmiyum	1	3
Krom	100	100
Bakır	50	140
Nikel	30	75
Çinko	150	300
Civa	1	1,5

3.3.1. Toprak kirliliğine neden olan faktörler

Yerleşim alanlarından çıkan atıklar, egzoz gazları, endüstri atıkları, tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler toprak kirliliğine sebep olan en önemli etkenlerdir.

Yerleşim alanlarından çıkan çöplerin boşaltıldığı alanlar ile kanalizasyon şebekelerinin arıtılmaksızın doğrudan toprağa verildiği alanlarda toprak kirliliği meydana gelmektedir.

Egzoz gazları, ozon, karbon monoksit, kükürt dioksit, kurşun ve kadmiyum vs. gibi zehirli maddeler havaya yayılmakta ve solunum yolu ile büyük bir kısmı canlılar tarafından alınmaktadır. Geriye kalanı ise, rüzgarlar ile uzak mesafelere taşınmakta ve yağışlarla yere inerek, toprak ve suları kirletmektedir.

Toprak kirliliğine sebep olan diğer bir faktör de tarımsal mücadele ilaçları ve suni gübrelerdir. Tarımsal mücadele ilaçlarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı sonucu, toksik maddelerin toprakta birikimi artmakta ve doğal ortamın kirlenmesine sebep olmaktadır.

Sodyum, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, mangan, bor gibi besin maddelerini içeren suni gübreler de aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu toprağın yapısını bozmakta ve toprak kirliliğine yol açmaktadır.

Endüstri tesislerinden çıkan ve arıtılmaksızın havaya, suya ve toprağa verilen atıklar çevreyi kirletmektedir. Ayrıca; ormanların insanlar tarafından tahrip edilmesi, yakılarak tarla açılması, tarım topraklarının hatalı işlenmesi, mera ve çayırların bilinçsiz kullanımı, aşırı otlatma vb. sebeplerle oluşan toprak erozyonu, bugün dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizde de en önemli çevre sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.4. Bitki Kirliliği

Toprak ve bitki birbirine bağımlıdır. Bitkiler toprak ekosistemi için besin maddeleri sağlarlar. Ekosistemde üst toprak katmanlarının bitkinin yetişmesine imkan verecek özelliklerini oluştururlar. Bitki örtüsü toprağı erozyondan korur. Bitkiler, suyun buharlaşma ile kaybını da önlerler. Bitki ve toprak arasındaki ilişki dinamik bir dengedir. Aşırı ekim, aşırı otlatma, ormansızlaştırma, toprağın bitki örtüsünün yok olmasına neden olduğundan bu dinamik denge ortadan kalkar.

Ülkemizdeki hava kirliliğinin temel sebeplerinin başında ise trafik kökenli kirlenme gelmektedir. Trafikteki araçların egzozlarından çevreye yayılan kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve civa (Hg) gibi ağır metaller gerek insanlar gerekse de bitki ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler yapabilmektedir (Çavuşoğlu, ve Çavuşoğlu, 2005).

Bitki ve hayvanlar üzerinde olumsuz etki yapan kurşun toprak için de toksik etki yapmaktadır. Kurşunun bitki ve toprak yapısına katılması gübre, pestisit, atık sular yoluyla olmaktadır (Karademir ve Toker, 1995; Çavuşoğlu ve Çavuşoğlu, 2005).

En zararlı kurşun kaynağı ise hava yoluyla taşınan kurşundur. Bu hava kaynaklı ağır metal partikülleri taşıtların egzoz gazlarından ortaya çıkmaktadır. (Ndiokwere, 1984; Karademir ve Toker, 1995; Çavuşoğlu, ve Çavuşoğlu, 2005).

Kurşun kirliliğini izlemek için en uygun ve ekonomik olan metot ise bitki örtüsünü kullanmaktır. Çam ağaçları, akasyalar ve diğer organizmalar kirliliğin izlenmesinde kullanılabilir. Son yıllarda ise, çam ağaçları, mısır filizi, yosunlar ve toprakta çalışmalar yapılmıştır.

3.4.1. Bitki kirliliğine neden olan faktörler

İnsan yerleşimlerinden kaynaklanan kirlenmeler (şehirleşme, yoğun trafik akışı, düzensiz atık depolamaları. vb.)

a. Sanayi kuruluşlarından dolayı kirlenmeler
b. Yanlış arazi kullanma
c. Tarım ilaçları
d. Gübreleme
e. Kanunsuz avcılık
f. Orman yangınları
g. Ekim sonrası anız yakma

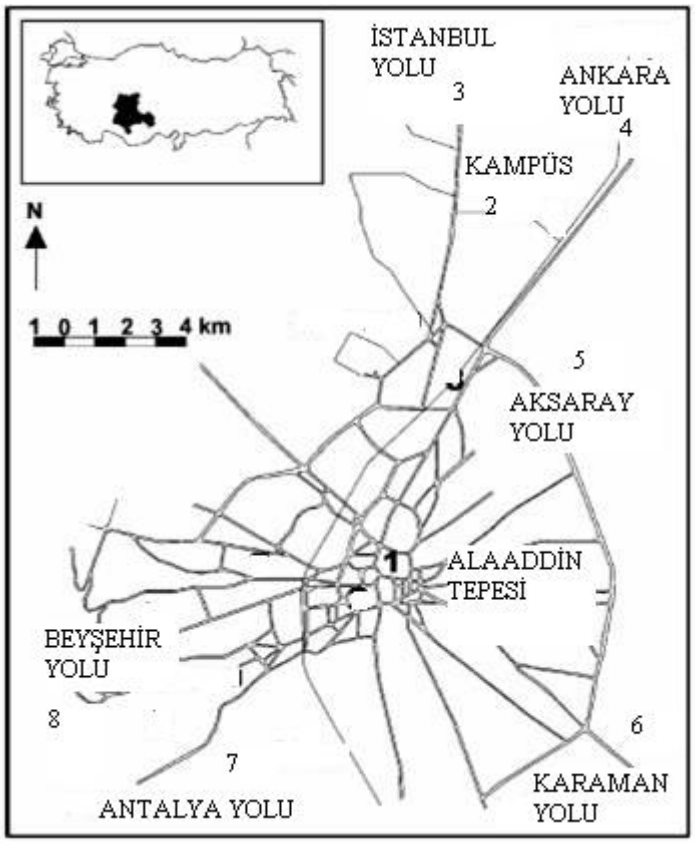
Çizelge 3.6. Bazı Avrupa Ülkelerindeki ağır metal limitleri (mg/kg) (Öztürk ve Bildik, 2005)

Ülke	**Kalite standardı**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Ni**	**Pb**	**Zn**
Avusturya	Biyoatık Yönetmeliği A Sınıfı	1	70	150	0,7	60	120	500
Belçika(FL)	Tarım Bakanlığı	1,5	70	90	1	20	120	300
Danimarka	Tarım Bakanlığı	0,4	-	1000	0,8	30	120	4000
Almanya	Biyoatık Yönetmeliği Tip II	1,5	100	100	1	50	150	400
İrlanda	Taslak	1,5	100	100	1	50	150	350
Lüksemburg	Çevre Bakanlığı	1,5	100	100	1	50	150	400
Hollanda	İkinci Sınıf Kompost	1	50	60	0,3	20	100	200
İspanya	A Sınıfı	2	100	100	1	60	150	400
İsveç	Kalite Güvence Organizasyonu	1	100	100	1	50	100	300
İngiltere	TCA Kalite Etiketi	1,5	100	200	1	50	150	400

4. MATERYAL ve METOD

4.1. Materyal

Bu çalışmada, Konya şehir merkezi ve şehirlerarası yol kenarlarından alınan toprak ve çam ağaçlarının taze filizleri kullanılmıştır. Numune alımları için 8 farklı nokta tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Alaaddin Tepesi, Alaadin Keykubat Kampüsü ve 6 farklı şehirler arası yol güzergahı (İstanbul yolu, Ankara yolu, Aksaray yolu, Karaman yolu, Antalya yolu, Beyşehir yolu) üzerindeki çam ağaçları ve toprak örneklerinden 40 adet bitki ve 40 adet toprak olmak üzere toplam 80 adet numune alınmıştır. Bitki örnekleri (çam ağacı) tespit edilen noktalardan 5'er adet yaklaşık 50'şer gram, toprak örnekleri ise, 10 cm. derinlikten 5'er adet yaklaşık 100'er gram olarak alınmıştır. Alınan numuneler Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Laboratuarına getirilmiştir.



Şekil 4.1. Konya merkezi içerisindeki numune alınan noktalar.

4.2. Metod

Toprak örnekleri, bünyesindeki büyük kök parçaları ve çakıl taşlarından ayırmak için – 2 mm'lik elekten geçirildi. Numune azaltma yöntemleri kullanılarak analiz için kullanılmak üzere yaklaşık 10'ar gramlık örnekler elde edildi. Örneklerin nem içeriğinin uzaklaştırılması için 105°C 24 saat etüvde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutulan toprak örnekleri seramik havanda pudra kıvamına gelecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden 0,25 gram alınarak, kral suyu (1:3 HNO_3:HCl) ile teflon beherde çözelti içine alınmıştır.

Bitki örnekleri, atmosferik şartlar altında kurutulmuştur. Kül fırınında 750°C'de 1 saat yakılarak yaklaşık 0,5 gramlık küller elde edilmiştir. Elde edilen küller kral suyu (1:3 HNO_3:HCl) ile teflon beherde çözelti içine alınmıştır.

Çözelti içine alınan örneklerin tümü 100 ml'lik balon jojelerde saf su kullanılarak analizler için hazır hale getirilmiştir. Çözelti içerisindeki ağır metallerin (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) tayini için SensAA marka atomik absorpsiyon spektrofotometre kullanılmıştır. Elde edilen ölçüm değerleri mg/kg olarak hesaplanmıştır.

5. ANALİZ SONUÇLARI

Bu bölümde, analitik çalışmalarda kullanılan 40 adet toprak ve 40 adet bitki örneklerinin analiz sonuçları verilmiştir.

5.1. Toprak örnekleri

8 farklı bölgeden alınan 40 adet toprak örneği, 105 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Kurutulmuş numunelerden yaklaşık 10'ar gramlık numuneler halinde hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerin içerisinden alınan 0,25 gramlık örnekler; kral suyu (1:3 HNO_3:HCl) ile teflon beherde çözülmüştür. Çözünen numuneler 100 ml'lik balon jojeler içerisine saf su ile alınarak, atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunacak hale getirilmiştir.

5.1.1. Alaaddin Tepesi

Alaaddin Tepesi'ndeki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Alaaddin tepesinden getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10’ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C’de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.1.’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Alaaddin Tepesi toprak örneklerinin % Nem içerikleri

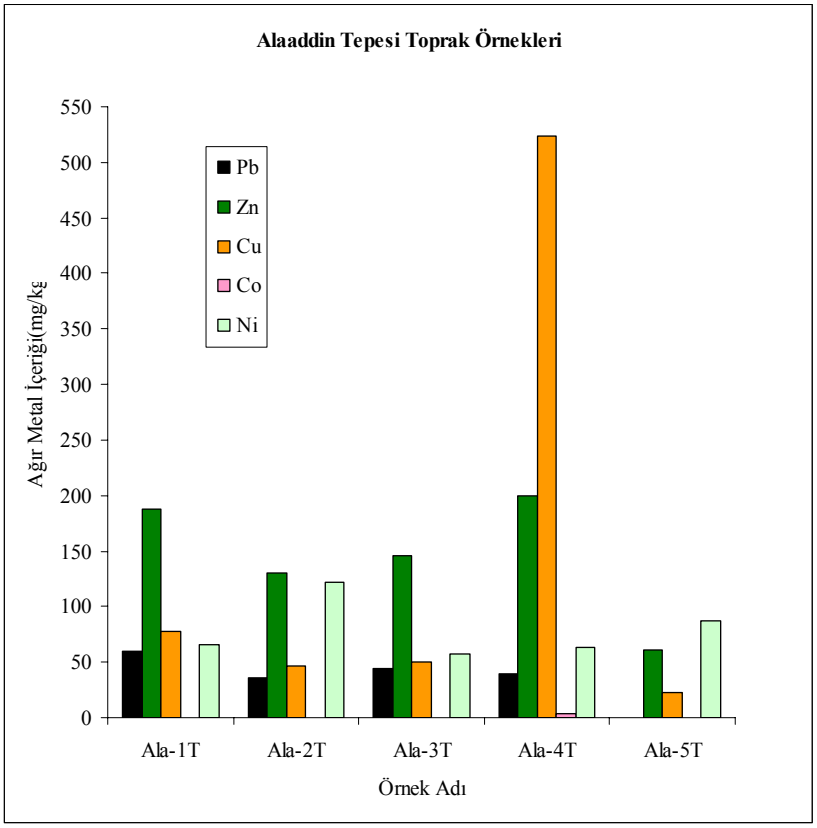
Örnek Adı	**Yaş Ağırlık (g)**	**Kuru Ağırlık (g)**	**Nem (%)**
Ala-1T	10,0705	7,8151	28,85952
Ala-2T	10,0483	8,2924	21,17481
Ala-3T	10,0108	8,2433	21,44166
Ala-4T	10,0426	7,8222	28,38588
Ala-5T	10,0743	8,6495	16,47263

Çizelge 5.1.’de görüldüğü gibi, Alaadin Tepesinden alınan toprak örneklerinin ortalama % 23 nem içerdiği belirlenmiştir.

Alaaddin Tepesi toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.2.’de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.2.’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. Alaaddin Tepesi toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Alaaddin Tepesi toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Ala-1T	60	187,2	78	0	66
Ala-2T	36	130	46,4	0	122
Ala-3T	44	146	50,8	0	57,2
Ala-4T	40	200	523,6	4	63,6
Ala-5T	0	61,2	23,2	0	86,8



Şekil 5.2. Alaaddin Tepesi toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.2 ve şekil 5.2'de görüldüğü gibi, Alaaddin Tepesinden alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için Ala-1T'de 60 mg/kg, Zn için Ala-4T'de 200 mg/kg, Cu için Ala-4T'de 523,6 mg/kg, Co için Ala-4T'de 4 mg/kg ve Ni için Ala-2T'de 122 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.1.2. Alaaddin Keykubat Kampusü

Alaaddin Keykubat Kampüsündeki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Alaaddin Keykubat Kampüsünden getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10'ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.3.'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örneklerinin % Nem içerikleri

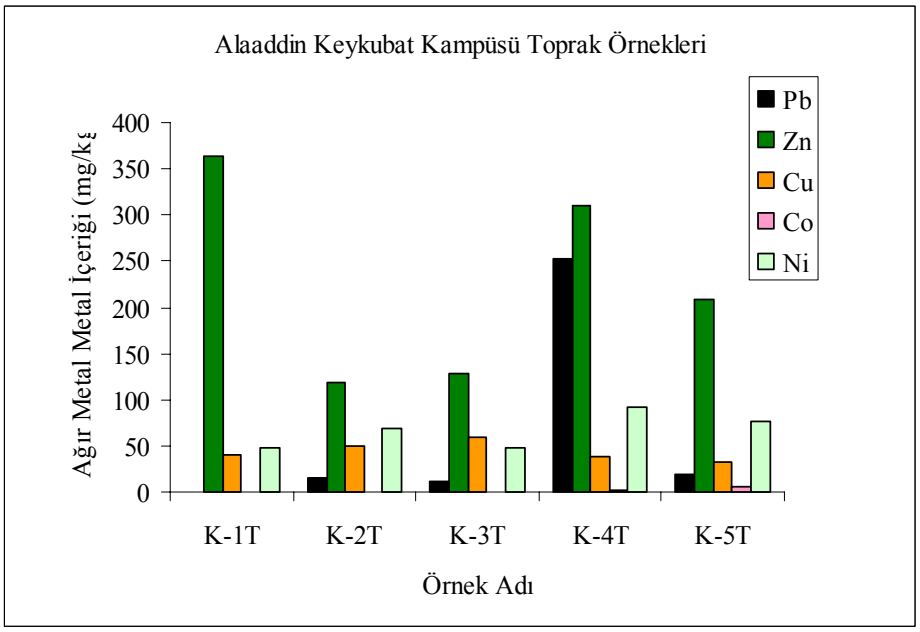
Örnek Adı	**Yaş Ağırlık (g)**	**Kuru Ağırlık (g)**	**Nem (%)**
K-1T	10,0642	8,5007	18,3926
K-2T	10,1250	9,7270	4,091704
K-3T	10,0215	8,4040	19,24679
K-4T	10,0585	8,5442	17,72313
K-5T	10,1911	8,6756	17,46853

Çizelge 5.3.'de görüldüğü gibi, Alaaddin Keykubat Kampüsünden alınan toprak örneklerinin ortalama % 15 nem içerdiği belirlenmiştir.

Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.4.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
K-1T	0	364,4	40	0	47,6
K-2T	16	118	49,2	0	68,4
K-3T	12	128,4	59,2	0	48
K-4T	252	309,6	39,2	1,6	92,4
K-5T	20	209,2	32,4	4,8	76



Şekil 5.4. Alaaddin Keykubat Kampüsü toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.4 ve şekil 5.4'de görüldüğü gibi, Alaaddin Keykubat Kampüs'ünden alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için K-4T'de 252 mg/kg, Zn için K-1T'de 364,4 mg/kg, Cu için K-3T'de 59,2 mg/kg, Co için K-5T'de 4,8 mg/kg ve Ni için K-4T'de 92,4 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.1.3. İstanbul yolu

İstanbul yolundaki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.5.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.5. İstanbul yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10'ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.5'de verilmiştir.

Çizelge 5.5. İstanbul yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri

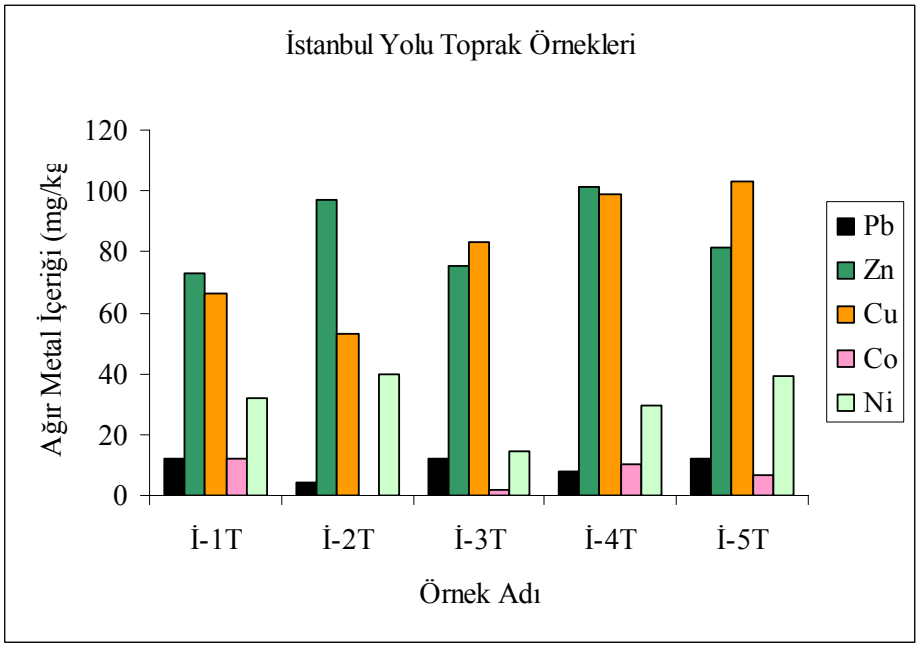
Örnek Adı	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Nem (%)
İ-1T	10,0668	9,0393	11,36703
İ-2T	10,0263	8,9071	12,56526
İ-3T	10,0806	8,9516	12,61227
İ-4T	10,0201	8,7827	14,08906
İ-5T	10,0953	8,8950	13,4941

Çizelge 5.5.'de görüldüğü gibi, İstanbul yolundan alınan toprak örneklerinin ortalama % 13 nem içerdiği belirlenmiştir.

İstanbul yolu toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.6.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.6.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. İstanbu yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**İstanbul yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
İ-1T	12	73,2	66,4	12	32
İ-2T	4	96,8	53,2	0	39,6
İ-3T	12	75,6	83,2	1,6	14,4
İ-4T	8	101,6	98,8	10	29,6
İ-5T	12	81,2	103,2	6,8	39,2



Şekil 5.6. İstanbul yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.6 ve şekil 5.6'da görüldüğü gibi, İstanbul yolundan alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için İ-1T-3T-5T'de 12 mg/kg, Zn için İ-4T'de 101,6 mg/kg, Cu için İ-5T'de 103,2 mg/kg, Co için İ-1T'de 12 mg/kg ve Ni için İ-2T'de 39,6 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.1.4. Ankara yolu

Ankara yolundaki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Ankara yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10'ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Ankara yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri

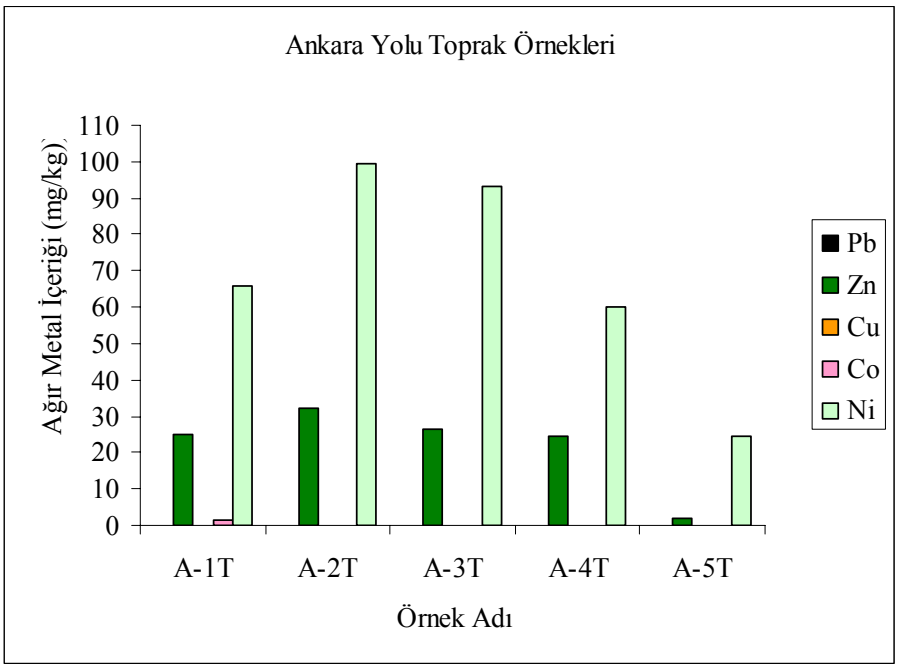
Örnek Adı	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Nem (%)
A-1T	10,0282	8,5093	17,84988
A-2T	10,0272	8,4975	18,00177
A-3T	10,0225	8,5470	17,26337
A-4T	10,0850	8,6912	16,03691
A-5T	10,0481	8,8035	14,13756

Çizelge 5.7.'de görüldüğü gibi, Ankara yolundan alınan toprak örneklerinin ortalama % 17 nem içerdiği belirlenmiştir.

Ankara yolu toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.8.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.8 Ankara yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Ankara yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
A-1T	0	25,2	0	1,6	66
A-2T	0	32	0	0	99,2
A-3T	0	26,4	0	0	93,2
A-4T	0	24,4	0	0	60
A-5T	0	2	0	0	24,4



Şekil 5.8. Ankara yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.8 ve şekil 5.8'de görüldüğü gibi, Ankara yolundan alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Zn için A-2T'de 32 mg/kg, Co için A-1T'de 1,6 mg/kg ve Ni için A-2T'de 99,2 mg/kg olarak ölçülmüştür. Pb veCu kirliliği bulunmamaktadır.

5.1.5. Aksaray yolu

Aksaray yolundaki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.9.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Aksaray yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10'ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.9'de verilmiştir.

Çizelge 5.9. Aksaray yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri

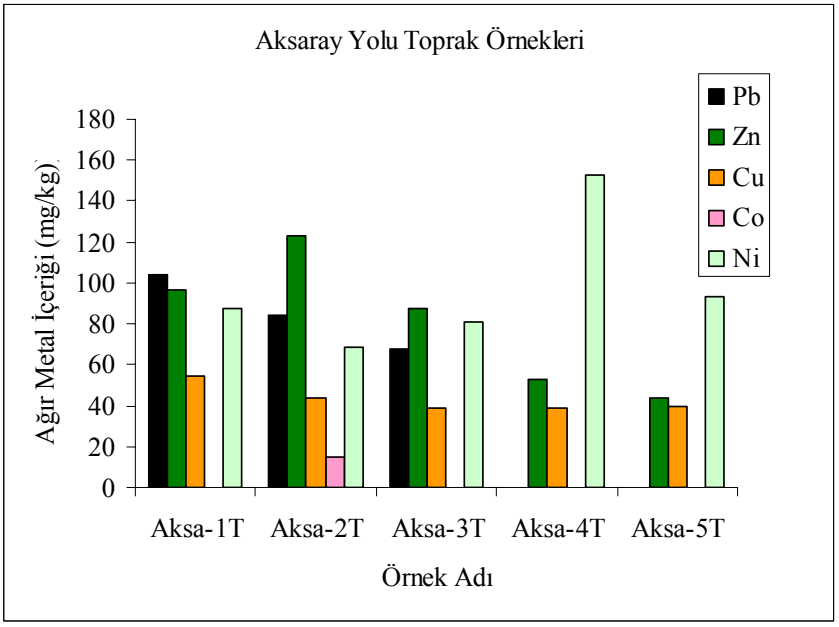
Örnek Adı	**Yaş Ağırlık (g)**	**Kuru Ağırlık (g)**	**Nem (%)**
Aksa-1T	10,0210	8,69,71	15,22232
Aksa-2T	10,0682	8,7282	15,35254
Aksa-3T	10,0685	8,7811	14,66103
Aksa-4T	10,0963	8,9522	12,7801
Aksa-5T	10,0066	8,9815	11,41346

Çizelge 5.9.'de görüldüğü gibi, Aksaray yolundan alınan toprak örneklerinin ortalama % 14 nem içerdiği belirlenmiştir.

Aksaray yolu toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.10.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.10.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.10.Aksaray yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Aksaray yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Aksa-1T	104	96,8	54,8	0	87,6
Aksa-2T	84	123,2	43,6	15,2	68,4
Aksa-3T	68	87,6	39,2	0	80,8
Aksa-4T	0	53,2	39,2	0	152,8
Aksa-5T	0	44	40	0	93,2



Şekil 5.10. Aksaray yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.10 ve şekil 5.10'da görüldüğü gibi, Aksaray yolundan alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için Aksa-1T-'de 104 mg/kg, Zn için Aksa-2T'de 123,2 mg/kg, Cu için Aksa-1T'de 54,8 mg/kg, Co için Aksa-2T'de 15,2 mg/kg ve Ni için Aksa-4T'de 152,8 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.1.6. Karaman yolu

Karaman yolundaki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Karaman yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10'ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Karaman yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri

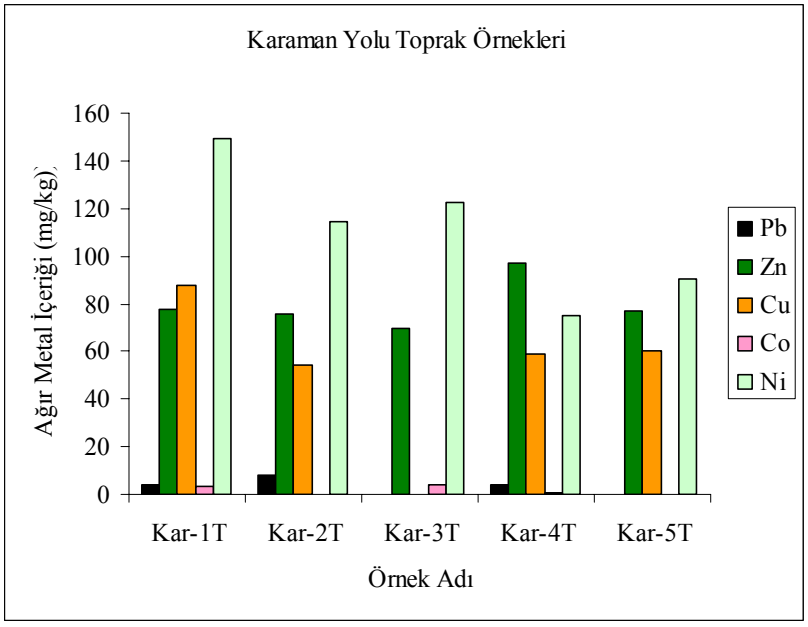
Örnek Adı	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Nem (%)
Kar-1T	10,0298	8,5668	17,07756
Kar-2T	10,0266	8,7567	14,50204
Kar-3T	10,0550	8,8640	13,43637
Kar-4T	10,0714	8,8893	13,29801
Kar-5T	10,0508	9,1050	10,3877

Çizelge 5.11.'de görüldüğü gibi, Karaman yolundan alınan toprak örneklerinin ortalama % 14 nem içerdiği belirlenmiştir.

Karaman yolu toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.12.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.12. Karaman yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Karaman yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Kar-1T	4	77,6	87,6	3,2	149,2
Kar-2T	8	75,6	54,4	0	114,8
Kar-3T	0	69,6	0	4	122,4
Kar-4T	4	97,2	58,8	0,8	75,2
Kar-5T	0	77,2	60,4	0	90,4



Şekil 5.12. Karaman yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.12 ve şekil 5.12'de görüldüğü gibi, Karaman yolundan alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için Kar-2T'de 8 mg/kg, Zn için Kar-2T'de 77,6 mg/kg, Cu için Kar-2T'de 87,6 mg/kg, Co için Kar-3T'de 4 mg/kg ve Ni için Kar -1T'de 149,2 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.1.7. Antalya yolu

Antalya yolundaki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.13.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Antalya yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10'ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.13'de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Antalya yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri

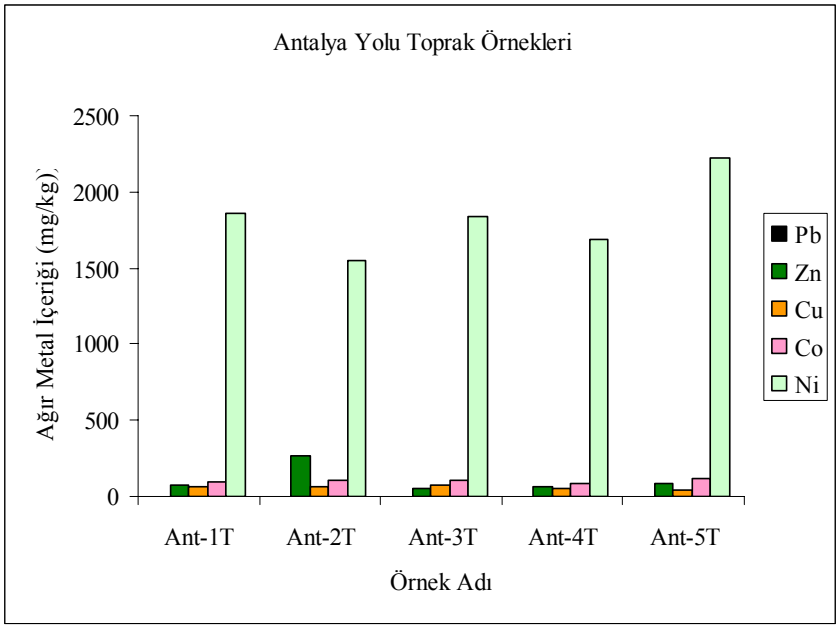
Örnek Adı	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Nem (%)
Ant-1T	10,1006	8,6971	16,13756
Ant-2T	10,2363	8,3108	23,16865
Ant-3T	10,0025	8,5998	16,31084
Ant-4T	10,0049	8,5350	17,22203
Ant-5T	10,1560	8,7222	16,43851

Çizelge 5.13.'de görüldüğü gibi, Antalya yolundan alınan toprak örneklerinin ortalama % 18 nem içerdiği belirlenmiştir.

Antalya yolu toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.14.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.14.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.14.Antalya yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Antalya yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Ant-1T	0	78,8	59,2	92,4	1859,2
Ant-2T	0	268	63,6	110,8	1549,6
Ant-3T	0	51,6	76,8	106,8	1835,2
Ant-4T	0	66	50	83,6	1691,6
Ant-5T	0	88,4	47,6	118,8	2224,4



Şekil 5.14. Antalya yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.14 ve şekil 5.14'de görüldüğü gibi, Antalya yolundan alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Zn için Ant-2T'de 268 mg/kg, Cu için Ant-3T'de 76,8 mg/kg, Co için Ant-5T'de 118,8 mg/kg ve Ni için Ant-5T'de 2224,4 mg/kg olarak ölçülmüştür. Pb kirliliği bulunmamaktadır.

5.1.8. Beyşehir yolu

Beyşehir yolundaki toprak örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.15.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.15. Beyşehir yolundan getirilen toprak örneklerinin alındığı bölge.

Yaklaşık 10'ar gramlık elde edilen numunelerin 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulması ile elde edilen % nem içerikleri çizelge 5.15'de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Beyşehir yolu toprak örneklerinin % Nem içerikleri

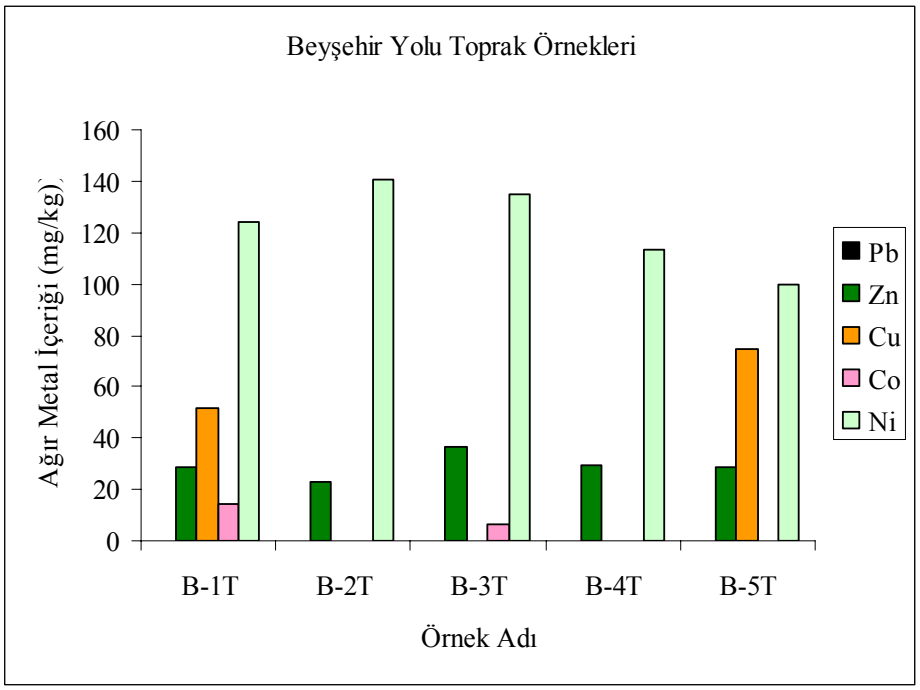
Örnek Adı	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Nem (%)
B-1T	10,0741	9,2499	8,910367
B-2T	10,0340	9,2058	8,996502
B-3T	10,0315	9,1828	9,242279
B-4T	10,0178	9,4402	6,118514
B-5T	10,0087	9,4315	6,119917

Çizelge 5.15.'de görüldüğü gibi, Beyşehir yolundan alınan toprak örneklerinin ortalama % 8 nem içerdiği belirlenmiştir.

Beyşehir yolu toprak örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.16.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.16.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.16.Beyşehir yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Beyşehir yolu toprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
B-1T	0	28,8	51,6	14,4	124,4
B-2T	0	23,2	0	0	140,4
B-3T	0	36,8	0	6,8	134,8
B-4T	0	29,6	0	0	113,2
B-5T	0	28,4	74,8	0	100



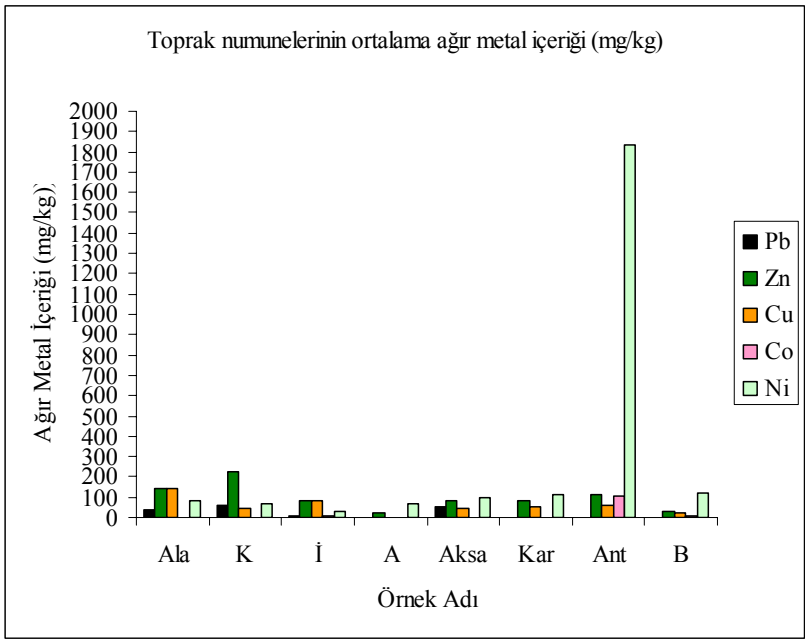
Şekil 5.16.Beyşehir yolu toprak örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.16 ve şekil 5.16'da görüldüğü gibi, Beyşehir yolundan alınan toprak örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Zn için B-3T'de 36,8 mg/kg, Cu için, B-5T'de 74,8 mg/kg, Co için, B-1T'de 14,4 mg/kg ve Ni için B-2T'de140,4 mg/kg olarak ölçülmüştür. Pb kirliliği bulunmamaktadır.

Elde edilen tüm verilerin ortalama ağır metal içerikleri çizelge 5.17'de verilmiştir. Toprak örneklerinin ortalama ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması ise şekil 5.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.17. Toprak örneklerinin ortalama ağır metal içerikleri (mg/kg)

Örnek Adı	**Toprak örneklerinin ortalama ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Ala-T	36	144,88	**144,4**	0,8	79,12
K-T	**60**	**225,92**	44	1,28	66,48
İ-T	9,6	85,68	80,96	6,08	30,96
A-T	0	22	0	0,32	68,56
Aksa-T	51,2	80,96	43,36	3,04	96,56
Kar-T	3,2	79,44	52,24	1,6	110,4
Ant-T	0	110,56	59,44	**102,48**	**1832**
B-T	0	29,36	25,28	4,24	122,56



Şekil 5.17. Toprak örneklerinin ortalama ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması

Çizelge 5.17 ve şekil 5.17'den görüldüğü gibi, en çok Pb ve Zn Kampüs mevkiinde, Cu Alaaddin Tepesinde, Co ve Ni ise Antalya yolu üzerindeki toprak örneklerinde rastlanmıştır.

5.2. Bitki Örnekleri

8 farklı bölgeden alınan 40 adet bitki örneği, atmosferik şartlar altında kurutulduktan sonra, kül fırınında 750 °C'de 1 saat yakılarak yaklaşık 0,5 gramlık küller elde edilmiştir. Elde edilen küller kral suyu (1:3 HNO3:HCl) ile teflon beherde çözülmüştür. Çözünen numuneler 100 ml'lik balon jojeler içerisine saf su ile alınarak atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunacak hale getirilmiştir.

5.2.1. Alaaddin Tepesi

Alladdin Tepesi'ndeki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.18.'de gösterilmiştir.

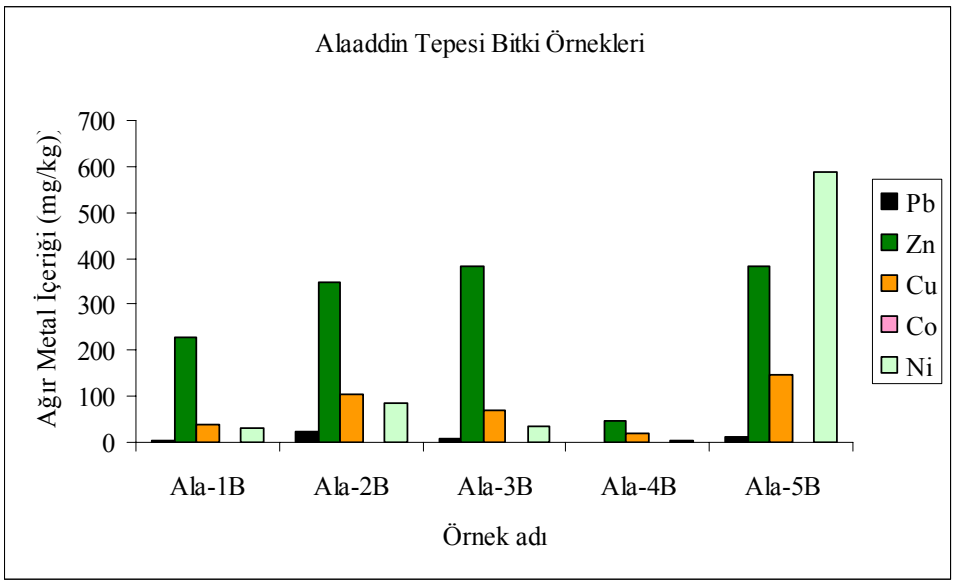


Şekil 5.18. Alaaddin Tepesinden getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

Alaaddin Tepesi bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.18.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.18. Alaaddin Tepesi bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Alaaddin Tepesi bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Ala-1B	3,11	226,30	39,22	0	32,37
Ala-2B	21,93	347,50	104,42	0	83,31
Ala-3B	5,83	382,73	69,43	0	33,68
Ala-4B	0	46,80	18,48	0	4,78
Ala-5B	12,81	384,32	145,42	0	589,07



Şekil 5.19. Alaaddin Tepesi bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.18 ve şekil 5.19'da görüldüğü gibi, Alaaddin Tepesinden alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için Ala-2B'de 21,93 mg/kg, Zn için Ala-5B'de 384,32 mg/kg, Cu için Ala-5B'de 145,42mg/kg ve Ni için Ala-5B'de 589,07 mg/kg olarak ölçülmüştür. Co kirliliği bulunmamaktadır.

5.2.2. Alaaddin Keykubat Kampüsü

Alaaddin Keykubat Kampüs'ündeki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.20.'de gösterilmiştir.

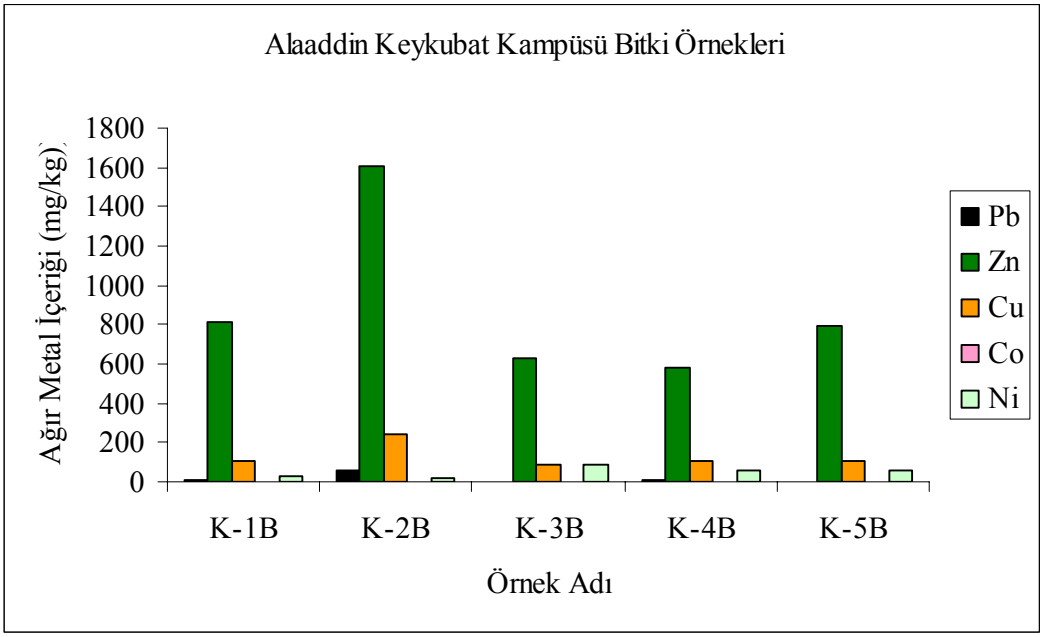


Şekil 5.20. Alaaddin Keykubat Kampüsünden getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

Alaaddin Keykubat Kampüsü bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.19.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.21.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.19. Alaaddin Keykubat Kampüsü bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Alaaddin Keykubat Kampüsü bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
K-1B	9,97	808,30	107,72	0	24,34
K-2B	57,45	1608,36	240,89	0	20,98
K-3B	0	627,61	87,50	0	84,26
K-4B	5,22	584,75	104,07	0	60,39
K-5B	4,10	793,36	110,18	0	55,91



Şekil 5.21. Alaaddin Keykubat Kampüsü bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.19 ve şekil 5.21'de görüldüğü gibi, Alaaddin Keykubat Kampüs'ünden alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için K-2B'de 57,45 mg/kg, Zn için K-2B'de 1608,36 mg/kg, Cu için K-2B'de 240,89 mg/kg ve Ni için K-3B'de 84,26 mg/kg olarak ölçülmüştür. Co kirliliği bulunmamaktadır.

5.2.3. İstanbul yolu

İstanbul yolundaki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.22.'de gösterilmiştir.

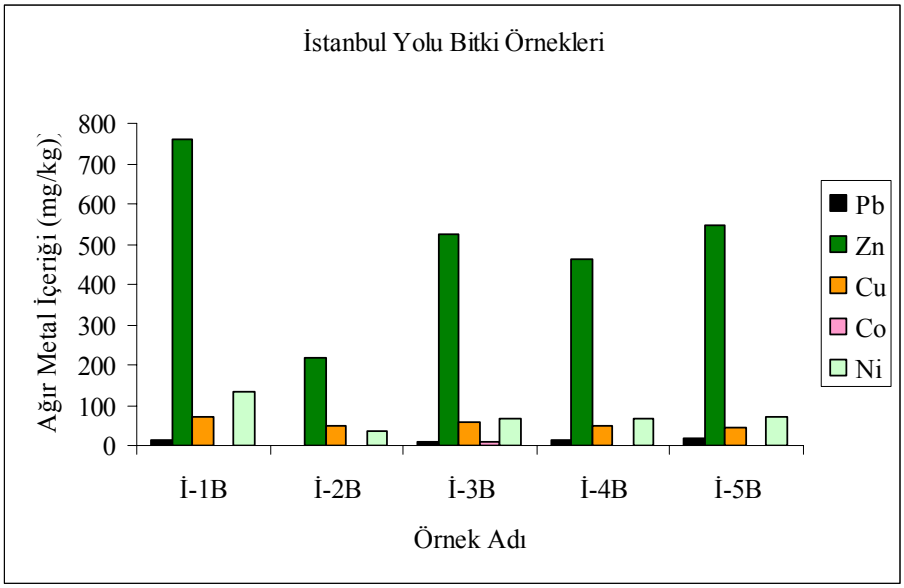


Şekil 5.22. İstanbul yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

İstanbul yolu bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.20.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.23.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.20. İstanbul yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**İstanbul yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
İ-1B	14,46	757,83	71,08	0,96	132,05
İ-2B	0,00	218,31	49,88	0,00	37,42
İ-3B	9,85	522,65	56,52	7,48	67,35
İ-4B	13,85	462,71	49,85	0,00	65,08
İ-5B	17,70	547,78	46,40	1,38	70,39



Şekil 5.23. İstanbul Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.20 ve şekil 5.23'de görüldüğü gibi, İstanbul yolundan alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için İ-5B'de 17,70 mg/kg, Zn için İ-1B'de 757,83 mg/kg, Cu için İ-1B 'de 71,08 mg/kg, Co için İ-3B'de 7,48 mg/kg ve Ni için İ-1B'de 132,05 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.2.4. Ankara yolu

Ankara yolundaki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.24.'de gösterilmiştir.

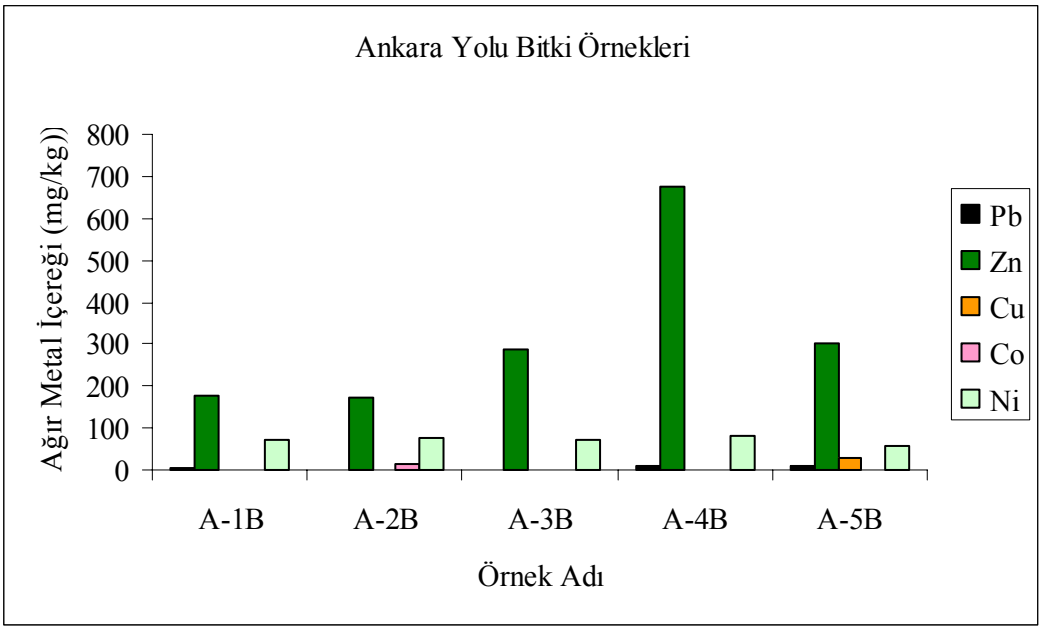


Şekil 5.24. Ankara yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

Ankara yolu bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.21.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.25.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.21. Ankara yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Ankara yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
A-1B	3,88	178,65	0	0,33	73,44
A-2B	1,67	173,22	0	16,22	75,15
A-3B	0,00	285,51	0	1,59	69,61
A-4B	9,53	674,88	0	0,31	82,00
A-5B	7,71	302,08	29,45	0,33	58,75



Şekil 5.25. Ankara Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.21 ve şekil 5.25'de görüldüğü gibi, Ankara yolundan alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için A-4B 9,53 mg/kg, Zn için İ-4B'de 674,88 mg/kg, Cu için A-5B'de 29,45 mg/kg, Co için A-2B'de 16,22 mg/kg ve Ni için A-4B'de 82,00 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.2.5. Aksaray yolu

Aksaray yolundaki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.26.'da gösterilmiştir.

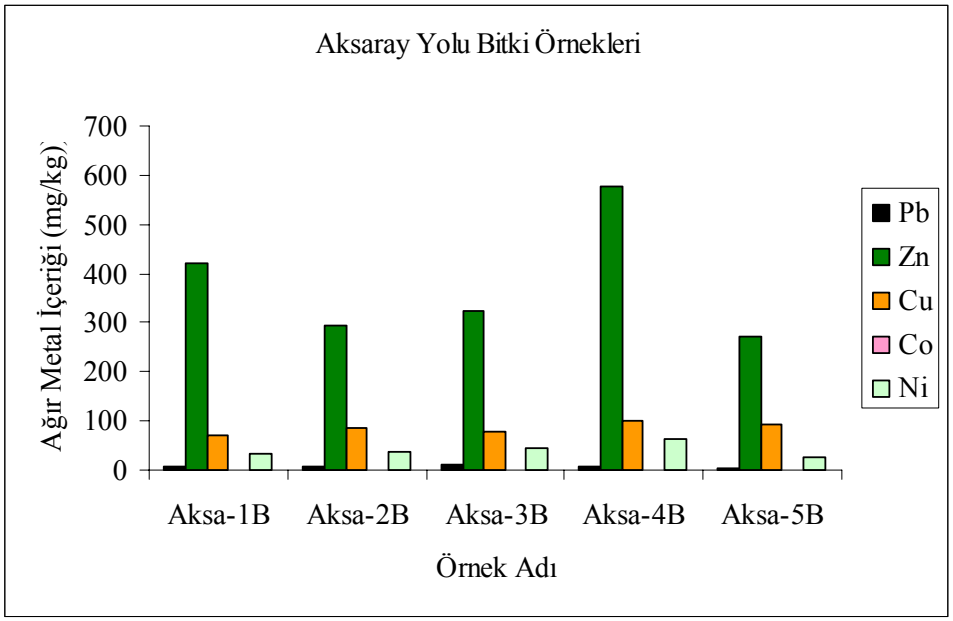


Şekil 5.26. Aksaray yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

Aksaray yolu bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.22.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.27.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.22. Aksaray yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Aksaray yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Aksa-1B	7,92	421,78	71,29	0	34,06
Aksa-2B	7,82	295,88	85,79	0	37,52
Aksa-3B	12,98	323,67	77,67	0	43,05
Aksa-4B	8,48	577,85	99,46	0	63,58
Aksa-5B	2,91	270,77	92,98	0	27,11



Şekil 5.27. Aksaray Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.22 ve şekil 5.27'de görüldüğü gibi, Aksaray yolundan alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için Aksa-3B 12,98 mg/kg, Zn için Aksa-4B'de 577,85 mg/kg, Cu için Aksa-4B'de 99,46 mg/kg ve Ni için Aksa-4B'de 63,58 mg/kg olarak ölçülmüştür. Co kirliliği bulunmamaktadır.

5.2.6. Karaman yolu

Karaman yolundaki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.28.'de gösterilmiştir.

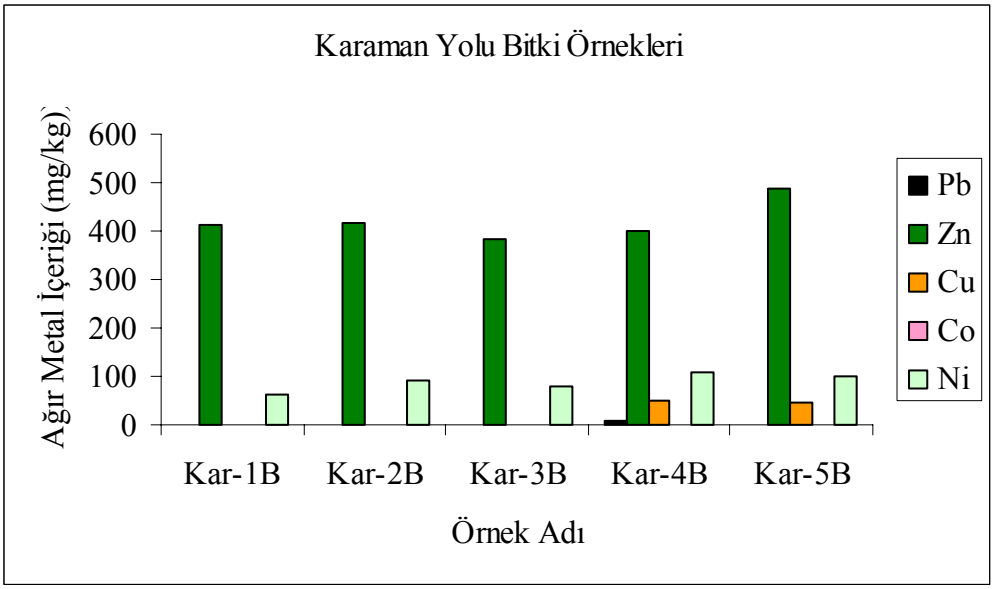


Şekil 5.28. Karaman yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

Karaman yolu bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.23.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.29.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.23. Karaman yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Karaman yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Kar-1B	0	411,31	0	0	63,38
Kar-2B	0	414,83	0	0	93,07
Kar-3B	0	383,58	0	0	79,55
Kar-4B	8,39	399,89	50,89	0	106,82
Kar-5B	0	487,98	46,70	0	100,99



Şekil 5.29. Karaman Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.23 ve şekil 5.29'da görüldüğü gibi, Karaman yolundan alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için Kar-4B'de 8,39 mg/kg, Zn için Kar-5B'de 487,98 mg/kg, Cu için Kar-4B'de 50,89 mg/kg ve Ni için Kar-4B'de 106,82 mg/kg olarak ölçülmüştür. Co kirliliği bulunmamaktadır.

5.2.7. Antalya yolu

Antalya yolundaki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.30'da gösterilmiştir.

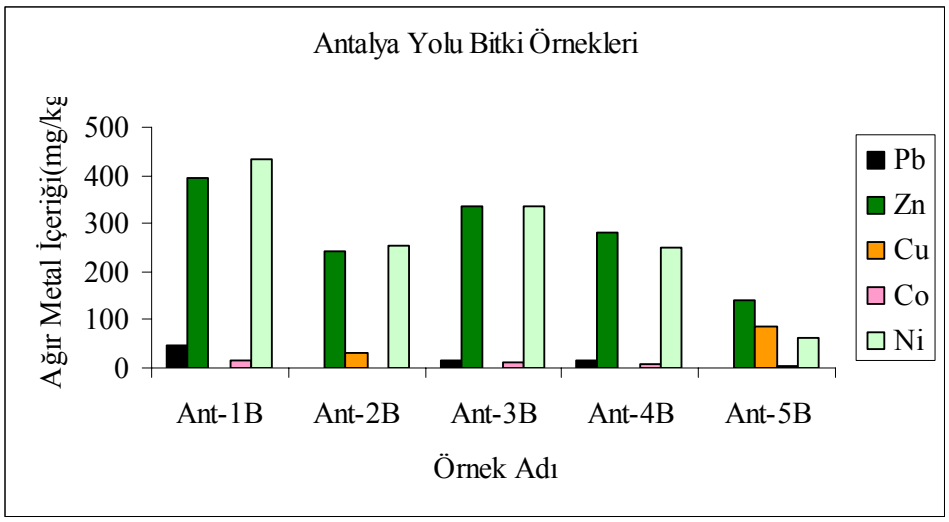


Şekil 5.30. Antalya yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

Antalya yolu bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.24.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.31.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.24. Antalya yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Antalya yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Ant-1B	48,39	393,53	0	14,71	431,86
Ant-2B	0	241,33	29,36	0,00	254,59
Ant-3B	15,82	336,83	0	11,47	334,06
Ant-4B	13,90	282,96	0	6,95	249,40
Ant-5B	0	140,10	84,45	1,96	62,86



Şekil 5.31. Antalya Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.24 ve şekil 5.31'da görüldüğü gibi, Antalya yolundan alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için Ant-1B'de 48,39 mg/kg, Zn için Ant-1B'de 393,53 mg/kg, Cu için Ant-5B'de 84,45 mg/kg, Co için Ant-1B'de 14,71 mg/kg ve Ni için Ant-1B'de 431,86 mg/kg olarak ölçülmüştür.

5.2.8. Beyşehir yolu

Beyşehir yolundaki bitki örneklerinin alındığı bölgenin fotoğrafı şekil 5.32.'de gösterilmiştir.

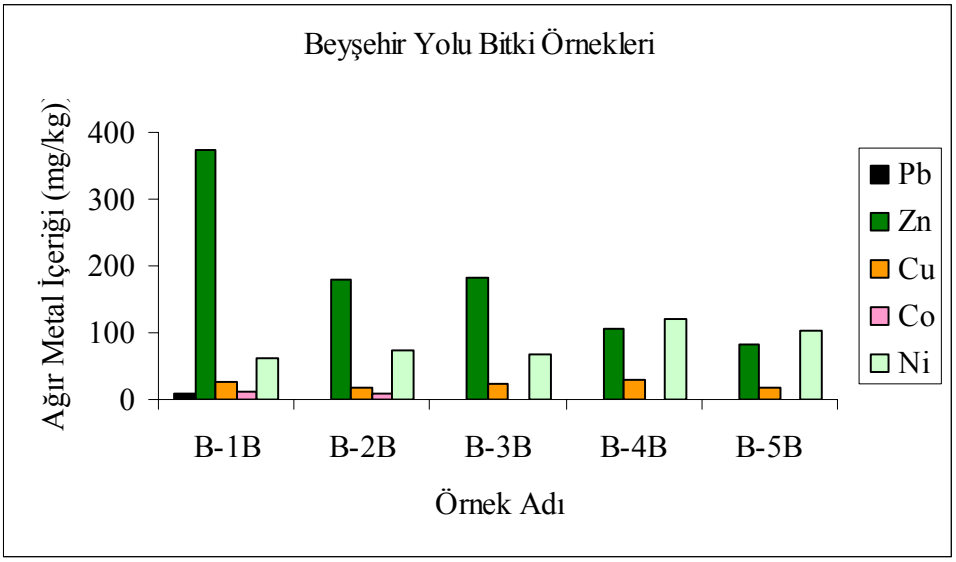


Şekil 5.32. Beyşehir yolundan getirilen bitki örneklerinin alındığı bölge.

Beyşehir yolu bitki örnekleri bünyesinde bulunan ağır metal değerleri (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) çizelge 5.25.'de verilmiştir. Bu örnekler içerisindeki ağır metal kirliliği değerleri (mg/kg) karşılaştırılması ise şekil 5.33.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Beyşehir yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg).

Örnek Adı	**Beyşehir yolu bitki örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
B-1B	7,64	374,24	26,73	11,46	62,12
B-2B	0	179,95	17,27	7,40	73,32
B-3B	0	181,19	22,67	0	67,88
B-4B	0	105,17	30,22	0,46	119,91
B-5B	0	80,96	17,73	0,93	102,79



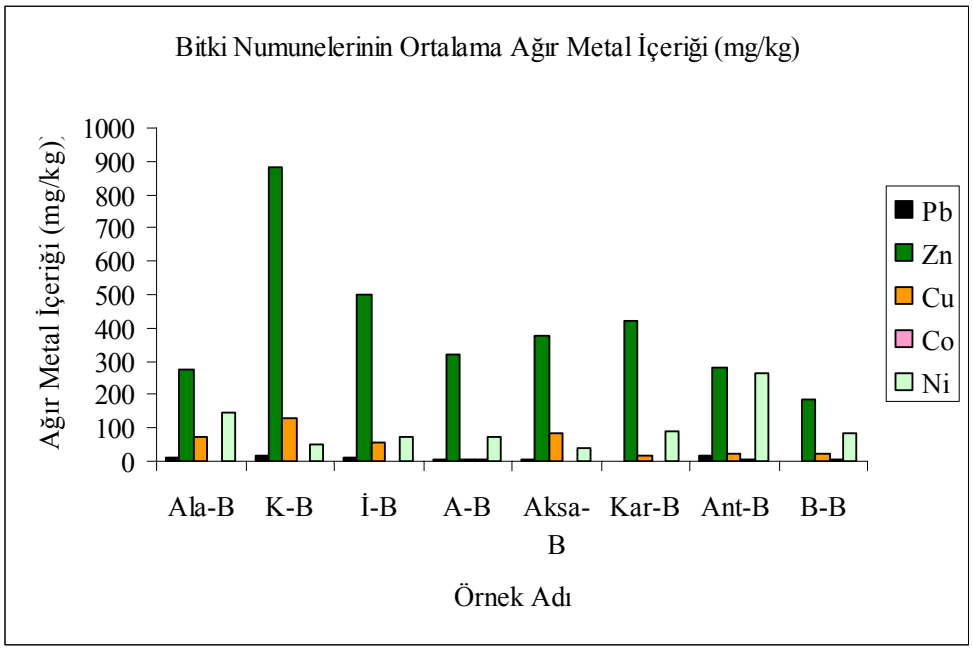
Şekil 5.33. Beyşehir Yolu bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması.

Çizelge 5.25 ve şekil 5.33'de görüldüğü gibi, Beyşehir yolundan alınan bitki örneklerinin en yüksek ağır metal içerikleri, Pb için B-1B 7,64 mg/kg, Zn için B-1B'de 374,24 mg/kg, Cu için B-4B'de 30,22 mg/kg, Co için B-1B'de 11,46 mg/kg ve Ni için B-4B'de 119,91 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Elde edilen tüm verilerin ortalama ağır metal içerikleri çizelge 5.26'da verilmiştir. Bitki örneklerinin ortalama ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması ise şekil 5.34'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.26. Bitki örneklerinin ortalama ağır metal içerikleri (mg/kg)

Örnek Adı	**Bitki örneklerinin ortalama ağır metal içerikleri (mg/kg)**				
	Pb	**Zn**	**Cu**	**Co**	**Ni**
Ala-B	8,74	277,53	75,394	0	148,642
K-B	15,35	**884,48**	**130,072**	0	49,18
İ-B	11,172	501,86	54,75	1,964	74,46
A-B	4,59	322,87	5,89	3,76	71,79
Aksa-B	8,022	377,99	85,44	0	41,064
Kar-B	1,69	419,52	19,52	0	88,762
Ant-B	**15,622**	278,95	22,762	**7,02**	**266,554**
B-B	1,53	184,302	22,924	4,05	85,204



Şekil 5.34. Bitki örneklerinin ortalama ağır metal içeriklerinin karşılaştırılması

Çizelge 5.26 ve şekil 5.34'den görüldüğü gibi, en çok Pb Antalya yolunda, Zn ve Cu Kampüs mevkiinde, Co ve Ni ise Antalya yolu üzerindeki bitki örneklerinde rastlanmıştır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Konya şehir merkezi ve şehirlerarası yol kenarlarından alınan toprak ve çam ağaçları örnekleri üzerinde ağır metal kirliliği araştırılmıştır.

Toprak ve bitki örnekleri üzerinde yapılan analitik çalışmalar sonucunda ortaya çıkan ağır metal kirliliği değerleri ölçülmüş ve daha sonraki yapılacak çalışmalara yön verebilecek öneriler sunulmuştur.

8 farklı bölgeden alınan toprak ve bitki örneklerinde ağır metal kirliliği oluşturan Pb, Zn, Cu, Co, Ni değerleri ölçülmüştür. Analitik çalışmalarda kullanılan 40 adet toprak ve 40 adet bitki örneklerinin analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Daha önceki çalışmalar da; genellikle toprak örnekleri için en az 10 cm derinlikten alınmış 5'er numune kullanılmıştır. Bu çalışmada, numunelerin son 1 yıl içerisinde oluşan ağır metal konsantrasyonları ölçülmüştür.

Toprak örnekleri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, topraktaki Pb miktarı Alaaddin Tepesinde 0-60 mg/kg, Alaaddin Keykubat kampusünde 0-252 mg/kg, İstanbul yolunda 4-12 mg/kg, , Aksaray yolunda 0-104 mg/kg, Karaman yolunda 0-8 mg/kg arasında değişmekte iken Ankara yolunda, Antalya yolunda ve Beyşehir yolunda Pb kirliliğine rastlanmamıştır.

Topraktaki Zn miktarı, Alaaddin Tepesinde 61,2-200 mg/kg, Alaaddin Keykubat Kampüsünde 118-364,4 mg/kg, İstanbul yolunda 73,2-101,6 mg/kg, Ankara yolunda 2-32 mg/kg, Aksaray yolunda 44-123,2 mg/kg, Karaman yolunda 69,6-97,2 mg/kg Antalya yolunda 51,6-268 mg/kg, Beyşehir yolunda 23,2-36,8 mg/kg arasında değişmektedir.

Topraktaki Cu miktarı, Alaaddin Tepesinde 23,2-523,6 mg/kg, Alaaddin Keykubat Kampüsünde 32,4-59,2 mg/kg, İstanbul yolunda 53,2-103,2 mg/kg, Aksaray yolunda 39,2-54,8 mg/kg, Karaman yolunda 0-87,6 mg/kg Antalya yolunda

47,6-76,8 mg/kg, Beyşehir yolunda 0-74,8 mg/kg arasında değişmekte iken Ankara yolunda, Cu kirliliğine rastlanmamıştır.

Topraktaki Co miktarı, Alaaddin Tepesinde 0-4 mg/kg, Alaaddin Keykubat Kampüsünde 0-4,8 mg/kg, İstanbul yolunda 0-12 mg/kg, Ankara yolunda 0-1,6 mg/kg, Aksaray yolunda 0-15,2 mg/kg, Karaman yolunda 0-4 mg/kg, Antalya yolunda 83,6-118,8 mg/kg, Beyşehir yolunda 0-14,4 mg/kg arasında değişmektedir.

Topraktaki Ni miktarı, Alaaddin Tepesinde 57,2-122 mg/kg, Alaaddin Keykubat Kampüsünde 48-92,4 mg/kg, İstanbul yolunda 14,4-39,6 mg/kg, Ankara yolunda 24,4-99,2 mg/kg, Aksaray yolunda 68,4-152,8 mg/kg, Karaman yolunda 75,2-149,2 mg/kg, Antalya yolunda 1549,6-2224,4 mg/kg, Beyşehir yolunda 100-140,4 mg/kg arasında değişmektedir.

Toprak örneklerinde tayin edilmiş olan ortalama ağır metal içerikleri açısından bakıldığında, Pb değerinin Alaadin Keykubat kampusünde 60 mg/kg, Zn değerinin Alaadin Keykubat kampusünde 225,92 mg/kg, Cu değerinin Alaaddin Tepesinde 144,4 mg/kg, Co değerinin Antalya yolunda 102,48 mg/kg ve Ni değerinin ise yine Antalya yolunda 1832 mg/kg olarak en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir.

Bitki örnekleri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, Bitkideki Pb miktarı Alaaddin Tepesinde 0-21,93 mg/kg, Alaaddin Keykubat kampusünde 0-57,45 mg/kg, İstanbul yolunda 0-17,70 mg/kg, Ankara yolunda 0-9,53 mg/kg, Aksaray yolunda 2,91-12,98 mg/kg, Karaman yolunda 0-8,39 mg/kg Antalya yolunda 0-48,39 mg/kg, Beyşehir yolunda 0-7,64 mg/kg arasında değişmektedir.

Bitkideki Zn miktarı, Alaaddin Tepesinde 46,80-384,32 mg/kg, Alaaddin Keykubat Kampüsünde 584,75-1608,36 mg/kg, İstanbul yolunda 218,31-757,83 mg/kg, Ankara yolunda 173,22-674,88 mg/kg, Aksaray yolunda 270,77-577,85 mg/kg, Karaman yolunda 383,58-487,98 mg/kg, Antalya yolunda 140,10-393,53 mg/kg, Beyşehir yolunda 80,96-374,24 mg/kg arasında değişmektedir.

Bitkideki Cu miktarı, Alaaddin Tepesinde 18,48-145,42 mg/kg, Alaaddin Keykubat Kampüsünde 87,50-240,89 mg/kg, İstanbul yolunda 46,40-71,08 mg/kg, Ankara yolunda 0-29,45 mg/kg, Aksaray yolunda 71,29-99,46 mg/kg, Karaman yolunda 0-50,89 mg/kg, Antalya yolunda 0-84,45 mg/kg, Beyşehir yolunda 17,27-30,22 mg/kg arasında değişmektedir.

Bitkideki Co miktarı, İstanbul yolunda 0-7,48 mg/kg, Ankara yolunda 0,31-16,22 mg/kg, Antalya yolunda 0-14,71 mg/kg, Beyşehir yolunda 0-11,46 mg/kg arasında değişmekte iken, Alaaddin Tepesinde, Alaaddin Keykubat kampusünde, Aksaray yolunda ve Karaman yolunda Co kirliliğine rastlanmamıştır.

Bitkideki Ni miktarı, Alaaddin Tepesinde 4,78-589,07 mg/kg, Alaaddin Keykubat Kampüsünde 20,98-84,26 mg/kg, İstanbul yolunda 37,42-132,05 mg/kg, Ankara yolunda 58,75-82,00 mg/kg, Aksaray yolunda 27,11-63,58 mg/kg, Karaman yolunda 63,38-106,82 mg/kg, Antalya yolunda 62,86-431,86 mg/kg, Beyşehir yolunda 62,12-119,91 mg/kg arasında değişmektedir.

Bitki örneklerinde tayin edilmiş olan ortalama ağır metal içerikleri açısından bakıldığında, Pb değerinin Antalya yolunda 15,622 mg/kg, Zn değerinin Alaadin Keykubat kampusünde 884,48 mg/kg, Cu değerinin Alaadin Keykubat kampusünde 130,072 mg/kg, Co değerinin Antalya yolunda 7,02 mg/kg ve Ni değerinin ise yine Antalya yolunda 266,554 mg/kg olarak en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir.

Alaadin Tepesindeki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 36 mg/kg, Zn için 144,88 mg/kg, Cu için 144,4 mg/kg, Co için 0,08 mg/kg, Ni için 79,12 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 8,74 mg/kg, Zn için 277,53 mg/kg, Cu için 75,394 mg/kg, Co için 0,00 mg/kg, Ni için 148,642 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Pb,Cu,Co değerleri bitkiye göre toprakta yüksek oranda bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, Pb için 300 mg/kg, Zn için 300 mg/kg, Cu için 140 mg/kg, Ni için 75 mg/kg'dır. Buna göre, Aladdin Tepesi toprak örneklerinde Cu ve Ni metal fazlalığı

tespit edilmiştir. Bitki kirliliği için ise, Kabata-Pendias ve Piotrowska (1984) normal bir bitkide Cu içeriğini 2-20 mg/kg ve Pb içeriğinin 3-10 mg/kg, Allen ve ark. (1974); Yılmaz ve Zengin, (2003) Zn içeriğinin 100 mg/kg, Pendias ve Pendias, (1992), Co içeriğinin 0,5 mg/kg, olması gerektiğini vurgulamışlardır. Belirtilen sınır değerlerine göre Alaaddin Tepesi bitki örneklerinde, Zn, Cu ve Ni fazla olarak bulunmuştur.

Alaadin Keykubat Kampüsündeki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 60 mg/kg, Zn için 225,92 mg/kg, Cu için 44,00 mg/kg, Co için 1,28 mg/kg, Ni için 66,48 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 15,35 mg/kg, Zn için 884,48 mg/kg, Cu için 130,072 mg/kg, Co için 0,00 mg/kg, Ni için 49,18 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Pb, Ni,Co değerleri bitkiye göre toprakta yüksek oranda bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, Aladdin Keykubat kampusü toprak örneklerinde metal fazlalığı tespit edilmemiştir. Bitki örneklerinde ise, Zn, Pb ve Cu miktarları fazla olarak bulunmuştur.

İstanbul yolundaki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 9,6 mg/kg, Zn için 85,68 mg/kg, Cu için 80,96 mg/kg, Co için 6,08 mg/kg, Ni için 30,96 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 11,172 mg/kg, Zn için 501,86 mg/kg, Cu için 54,75 mg/kg, Co için 1,964 mg/kg, Ni için 74,46 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Cu, Co değerleri bitkiye göre toprakta yüksek oranda bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, İstanbul yolu toprak örneklerinde metal fazlalığı tespit edilmemiştir. Bitki örneklerinde ise, Pb, Zn, Cu, Co,Ni miktarları fazla olarak bulunmuştur.

Ankara yolundaki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 0,00 mg/kg, Zn için 22,00 mg/kg, Cu için 0,00 mg/kg, Co için 0,32 mg/kg, Ni için 68,56 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 4,59 mg/kg, Zn için 322,87 mg/kg, Cu için 5,89 mg/kg, Co için 3,76 mg/kg, Ni için 71,79 mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Buna göre; Ankara yolundan alınan bitki örneklerindeki ağır metal değerleri toprak örneklerine göre yüksek oranda bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, Ankara yolu toprak örneklerinde metal fazlalığı tespit edilmemiştir. Bitki örneklerinde ise, Zn, Cu, Co, Ni miktarları fazla olarak bulunmuştur.

Aksaray yolundaki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 51,2 mg/kg, Zn için 80,96 mg/kg, Cu için 43,36 mg/kg, Co için 3,04 mg/kg, Ni için 96,56 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 8,022 mg/kg, Zn için 377,99 mg/kg, Cu için 85,44 mg/kg, Co için 0,00 mg/kg, Ni için 41,064 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Pb, Co, Ni değerleri bitkiye göre toprakta yüksek oranda bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, Aksaray yolu toprak örneklerinde, Ni ve Co metal fazlalığı tespit edilmiştir. Bitki örneklerinde ise, Zn ve Cu miktarları fazla olarak bulunmuştur.

Karaman yolundaki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 3,2 mg/kg, Zn için 79,44 mg/kg, Cu için 52,24 mg/kg, Co için 1,6 mg/kg, Ni için 110,4 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 1,69 mg/kg, Zn için 419,52 mg/kg, Cu için 19,52 mg/kg, Co için 0,00 mg/kg, Ni için 88,762 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Pb,Cu,Co,Ni değerleri bitkiye göre toprakta yüksek oranda bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, Karaman yolu toprak örneklerinde, Ni metal fazlalığı tespit edilmiştir. Bitki örneklerinde ise, Zn ve Ni miktarları fazla olarak bulunmuştur.

Antalya yolundaki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 0,00 mg/kg, Zn için 110,56 mg/kg, Cu için 59,44 mg/kg, Co için 102,48 mg/kg, Ni için 1832 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 15,622 mg/kg, Zn için 278,95 mg/kg, Cu için 22,762 mg/kg, Co için 7,02 mg/kg, Ni için 266,554 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Cu, Co, Ni değerleri bitkiye göre toprakta yüksek oranda

bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, Antalya yolu toprak örneklerinde, Ni ve Co metal fazlalığı tespit edilmiştir. Bitki örneklerinde ise, Pb, Zn, Cu, Co ve Ni miktarları fazla olarak bulunmuştur.

Beyşehir yolundaki toprak örneklerinde ortalama ağır metal değerleri, Pb için 0,00 mg/kg, Zn için 29,36 mg/kg, Cu için 25,28 mg/kg, Co için 4,24 mg/kg, Ni için 122,56 mg/kg ve bitki örneklerinde ise Pb için 1,53 mg/kg, Zn için 184,302 mg/kg, Cu için 22,924 mg/kg, Co için 4,05 mg/kg, Ni için 85,204 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Cu,Co,Ni değerleri bitkiye göre toprakta yüksek oranda bulunmaktadır. Toprak kirliliği sınır değeri (Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı) göre, Beyşehir yolu toprak örneklerinde, Ni metal fazlalığı tespit edilmiştir. Bitki örneklerinde ise, Zn, Cu, Co ve Ni miktarları fazla olarak bulunmuştur.

Ağır metallerin değerlerinin yüksek çıktığı bölgelere bakıldığında, şehir trafiğin yoğun olduğu, kavşak noktalarının ve trafik lambalarının bulunduğu yerler olduğu tespit edilmiştir. Genellikle, bitkilerin ağır metalleri bünyesinde barındırdığı toprağın daha az ağır metal içerdiği gözlenmektedir.

Ülkemizdeki ağır metal kirliliğinin temel sebeplerinin başında ise trafik kökenli kirlenme gelmektedir. Trafikteki araçların eksozlarından çevreye yayılan özellikle, kurşun (Pb) gerek insanlar gerekse de bitki ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler yapabilmektedir. Trafiğin yoğun olduğu bölgelerde tarımsal faaliyet yapılmamalı, yollar tarım arazileri yerine kıraç ve dağlık bölgelerden geçirilmelidir. Verimli tarım topraklarında yerleşim ve sanayi alanları kurulmamalıdır. Yapay gübre ve tarım ilaçlarının kullanılmasında yanlış uygulamalar önlenmelidir. Erozyon önlenmelidir. Kurşunsuz benzin kullanımı yaygınlaştırılmalı ve araçların periyodik bakımının zamanında yapılması gerekmektedir.

Isıtmada ve sanayide kaliteli ve uygun yakıt türleri kullanılmalı, sanayi tesislerinde arıtma üniteleri kurulmalı ve ağır metal kirliliğine karşı toplum

bilinçlendirilmelidir. Yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından denetimlerin iyi bir şekilde yapılması ve önlemlerin alınması ağır metal kirliliğini önleyebilecek tedbirlerin başında gelmektedir.

KAYNAKLAR

Akçay H., Oguz A. and Karapire C., 2003 "Study of heavy metal pollution and speciation in Buyük Menderes and Gediz river sediments." Water Research. (30) p:813-822.

Aksoy, A. and U., Şahin., 1999, "Elaeagnus Angustifolia L. as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution", Tr. J. of Botany, 23, pp: 83–87.

Al-Khashman O.A., 2004, "Heavy metal distribution in dust,street dust and soils from the work place in Karak Industrial Estate,Jordan", 38, pp:6803–6812

Al-Khlaifat, A.L. and Al-Khashman O.A., 2006, "Atmospheric Heavy Metal Pollution in Aqaba City, Jordan Using Phoenix dactylifera L. Leaves", *Atmospheric Environment.*

Allen, S.E., Grimshow, H.M., Parkinson, J.A., Quarmby, C., 1974. Chemical Analysis of Ecological Materials. BlackwellScientific Publications, Osney Mead, Oxford, UK.

Büyük Larousse, 1986, "" Cilt.19. s.1555. Ankara.

Caselles, J., Colliga, C. and Zornoza, P., 2002, " Evaluatıon Of Trace Element Pollutıon From Vehicle Emissions in Petunia Plants", *Water, Air, And Soil Pollution,* 136, pp:1–9.

Chen T.B., Zheng Y. M. and Lei M., 2005. "Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China". Chemosphere. (60) p:542-551.

Çavuşoğlu ,K.ve Çavuşoğlu K.,2005 "CUPRESSUS SEMPERVIRENS L. VE CEDRUS LIBANI A. RICH. Yapraklarında taşıtların sebeb olduğu Kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması." BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi.

Çelik, A., Kartal, A.A., Akdoğan, A., and Kaska, Y., 2005, "Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudo-acacia L. Enviroment International. (31), p: 105-112.

Faruque A. and Hiroaki, I., 2006, "Trace metal concentrations in street dusts of Dhaka city, Bangladesh", Atmospheric Environment, 40, pp: 3835–3844

Kabata-Pendias, A., Piotrowska, M., 1984. Zanieczyszczenie Glebi Roslin Uprawnych Pierwiastkami Sladowymi. CBRopracowanie problemowe, Warszawa, Poland.

Kalkan O., 2001., "Hava Kirliliği" Bursa Sağlık Müd. Yayın., Sayı:6, Bursa.

Karacan M.S. 2004. "Çevre Kimyası ders notları" Gazi Üniv. Fen Ed. Fak. Kimya Böl. Ankara.

Karademir, M. ve Toker, M.C., 1998 "Ankara'nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim Bitkilerinde Egzoz Gazlarından Gelen Kurşun Birikimi" Çev. Kor. Derg. Cilt :7 Sayı: 26., Ankara.

Kim, D.S., An, K.G., and Kim K.H., 2003, "Heavy Metal Pollution in the Soils of Various Land Use Types Based on Physicochemical Characteristics", Journal Of Envıronmental Scıence And Health, Part A—Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering, Vol. A38, No. 5, pp. 839–853,

Naszradi, T., Badacsonyi, A., Nemeth, N., Tuba, Z. and. Batıc F., 2004, "Zinc, Lead And Cadmium Content İn Meadow Plants And Mosses Along The M3 Motorway (Hungary)" *Journal of Atmospheric Chemistry,* 49, pp: 593–603.

Ndiokwere C.L., 1984, "A study of heavy metal pollution from motor vehicle emissions and its effect on roadside soil, vegatation and crops in Nigeria" Environmental Pollution, 7: 35,

Önal, E., 2002,"Çevre sağlığı-Türkiye'den örnekler" İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı İstanbul.

Öncel, M.S., Zedef, V. and Mert S., 2004, "Lead contamination of roadside soils and plants in the highways between İstanbul and Sakarya,NW Turkey" Volume 13 No 12b FEB p.1525-1529.

Önder, S. and Dursun, Ş., 2005,"Air borne heavy metal pollution of Cedrus libani(A.Rich.) in the city centre of Konya"Atmospheric Envıronment Elsevier. 40. p: 1122-1133.

Öztürk M., and Bildik, B., 2005 "Hayvan çiftliklerinde kompost üretimi" Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara

Pendias, K., Pendias, H., 1992. Trace Elements in Soil and Plant. CRC Press, Boca Raton.

Resmi Gazete, 2005, "Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği" 31/05/2005 tarihli, 25831 sayılı.

Viard, B., Pihan, F., Promeyrat, S. and Pihan, J.C., 2004. Integratedassessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Graminaceae and land snails. Chemosphere 55, 1349–1359.

Yılmaz, S., Zengin, M., 2003. Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of scots pine (Pinus sylvestris L.) needles. Environment International 1097, 1–7.

Yongming, H., Du Peixuana, T., Junji, C. and Posmentier, E.S.,2006, "Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xi'an, Central China", Science of the Total Environment 355, pp:176– 186.