

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sema GÜLER

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKE ALANINDAKİ YOLLARDA
KULLANILAN BİTKİ TÜRLERİNİN ÇEVRE NİTELİĞİNİ ARTIRMA
YETENEKLERİNİN BELİRLENMESİ**

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKE ALANINDAKİ YOLLARDA
KULLANILAN BİTKİ TÜRLERİNİN ÇEVRE
NİTELİĞİNİ ARTIRMA YETENEKLERİNİN BELİRLENMESİ

Sema GÜLER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Bu tez/...../..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği /Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT	Prof. Dr. K. Tuluhan YILMAZ	Prof. Dr. Mustafa GÖK
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: ZF2005YL21

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKE ALANINDAKİ YOLLARDA KULLANILAN BİTKİ TÜRLERİNİN ÇEVRE NİTELİĞİNİ ARTIRMA YETENEKLERİNİN BELİRLENMESİ

Sema GÜLER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT
Yıl : 2006, **Sayfa:** 97
Jüri : Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT
: Prof. Dr. K. Tuluhan YILMAZ
: Prof. Dr. Mustafa GÖK

Bu araştırma Çukurova Üniversitesi yerleşke alanında farklı trafik yoğunluğundaki ana yollar üzerinde yürütülmüştür. Bu çalışmada amaç ulaşımın kaynaklanan kirliliğin toprak ve bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymak için, yerörtücü-çim, çalı ve ağaç olmak üzere değişik katmanları temsil eden *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Bermuda çimi), *Nerium oleander* L. (Zakkum) ve *Pinus pinea* L. (Fıstık çamı) türlerinde kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) birikimini belirlemek ve bu bitkilerin çevre kalitesini artırma yönünden etkilerini ortaya koymaktır. Çalışmada örnekler, trafiğin en yoğun olduğu Eylül ve Mayıs aylarında alınmıştır. Örneklemede yol kenarından 0-10 m mesafe içinde yer alan bitkilerin yapraklarından ve toprağın 20-30 cm derinliğinden yararlanılmıştır. ICP kullanılarak yapılan analizlerde; toprakta en yüksek Pb (3944.3 ppb) ve Cd (22.2 ppb) değerinin trafiğin en yoğun olduğu 1. alanda (978 araç/saat) ve mayıs döneminde olduğu, trafiğin azalmasına bağlı olarak örneklerde Pb ve Cd birikiminin azaldığı, trafik yoğunluğu ile Pb ve Cd miktarları arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğu ve her iki metalin de trafik kaynaklı olduğu belirlenmiştir. *Cynodon dactylon* L. (Pers.), *Nerium oleander* L. ve *Pinus pinea* L. türlerinde Pb birikimi genel olarak trafik yoğunluğu ile paralel olarak artmıştır. Ancak Cd birikimi ile trafik yoğunluğu arasında net bir ilişki elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurşun, kadmiyum, *Cynodon dactylon*, *Nerium oleander*, *Pinus pinea*.

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF INCREASING CAPASITIES THE ENVIRONMENT QUALITY OF PLANT SPECIES USED IN ROADSIDE IN ÇUKUROVA UNIVERSITY SETTLEMENT AREA

Sema GÜLER

UNIVERSITY OF ÇUKUROVA
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF LANDSCAPE ARCHITECTURE

Supervisor : Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT
Year : 2006, **Pages:** 97
Jury : Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT
: Prof. Dr. K. Tuluhan YILMAZ
: Prof. Dr. Mustafa GÖK

This paper studies was conducted various traffic densities of main roads in campus of Cukurova University. The study aims to determine lead (Pb) and cadmium (Cd) accumulation in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Bermudagrass), *Nerium oleander* L. (Oleander) and *Pinus pinea* L. (Stone pine) which represents varied layers, such as creeping-grass, bushes, and trees for the purpose of introduction of negatory effects of pollution derived from vehicular traffic and increasing effect of such plants in environment quality. The samples in the study are observed throughout September and May, when the traffic is heaviest. In sampling of research the leaves of plants and specimen of soil in 20 to 30 cm of depth in range of 10 meters on both sides of main roads in campus are utilized. In analysis via ICP, it is concluded that the highest values of Pb (3944.3 ppb) and Cd (22.2 ppb) are measured in 1st sector during May where and when heavy traffic exist (978 vehicles per hour), and the Pb and Cd accumulation of samples proportionally decreased with traffic, which is source of both type of metal. However, there is no conclusive evidence of correlation between Cd accumulation and vehicular traffic, the Pb accumulation in species of *Cynodon dactylon* (L.) (Pers.), *Nerium oleander* L. and *Pinus pinea* L. is observed to be proportionally increased with traffic.

Key Words: Lead, cadmium, *Cynodon dactylon*, *Nerium oleander*, *Pinus pinea*.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca maddi ve manevi her türlü olanak ve yardımlarını esirgemeyen, tez çalışma konusunun belirlenmesi ve başlatılmasında da her türlü yardımı sağlayan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT'e çok teşekkür ederim.

Bitki ve topraktan örnek alma ve laboratuvar ile ilgili tüm konularda yardım aldığım Yard. Doç. Dr. Sayın Erhan AKÇA hocama teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvarlarını kullanmama izin veren ve analizlerin yapılmasında bilgi ve yardımları ile katkıda bulunan Prof. Dr. Sayın Hayriye İbrikçi, Yard. Doç. Dr. Sayın Selim Eker, Yard. Doç. Dr. Sayın Zeynep ZAIMOĞLU ve Dr. Sayın Bülent ERENOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarında yardım aldığım Arş. Gör. Kürşat KORKMAZ, Arş. Gör. Ebru KARNEZ, Arş. Gör. Halil ERDEM ve Arş. Gör. Seçil KEKEÇ'e ve bölüm hocalarımdan Dr. Reyhan ERDOĞAN'a çok teşekkür ederim. Ayrıca sayısal verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde her türlü desteği sağlayan Prof. Dr. Osman KARAGÜZEL hocama çok teşekkür ederim.

Tezin başlangıcından itibaren tez ile ilgili tüm konularda maddi ve manevi her türlü yardımda bulunan sevgili arkadaşım Öğr. Gör. Sayın Elif BOZDOĞAN'a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam boyunca her türlü desteklerini benden esirgemeyen ve bana sabır gösteren değerli AİLEME teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER	<u>SAYFA</u>
ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
2.1. Genel Çalışmalar	10
2.1.1. Trafik Kirliliğine Yönelik Toprak ile İlgili Çalışmalar	15
2.1.2. Trafik Kirliliğine Yönelik Bitki-Toprak ile İlgili Çalışmalar	16
2.1.3. Trafik Kirliliğine Yönelik Bitki Türleri ile İlgili Çalışmalar	21
2.2. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. ile İlgili Çalışmalar	30
2.3. <i>Nerium oleander</i> L. ile İlgili Çalışmalar	32
2.4. <i>Pinus pinea</i> L. ile İlgili Çalışmalar	34
3. MATERYAL VE METOD.....	35
3.1. Materyal	35
3.1.1. Bitkisel Materyal.....	35
3.1.1.1. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (Bermuda çimi).....	38
3.1.1.2. <i>Nerium oleander</i> L. (Zakkum)	41
3.1.1.3. <i>Pinus pinea</i> L. (Fıstık çamı)	44
3.2. Metod	46
3.2.1. Araç Sayımları ve Bitki Gruplarının Belirlenmesi	46
3.2.2. Örneklem ve Analizler	48
3.2.2.1. Bitki Örneklerinin Alınması	48
3.2.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması	57
3.2.2.3. Örneklerin Analize Hazırlanması	57
3.2.2.4. Örneklerde Analizlerin Yapılması	60
3.2.3. Sayısal Verilerin Değerlendirilmesi	60

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	61
4.1. Araştırma Alanındaki Araç Sayısı	61
4.2. Topraktaki Pb ve Cd Birikimi	62
4.3. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (Bermuda Çimi) Türünde Birikimler	65
4.3.1. Pb Birikimi	65
4.3.2. Cd Birikimi	67
4.4. <i>Nerium oleander</i> L. (Zakkum) Türünde Birikimler	69
4.4.1. Pb Birikimi	69
4.4.2. Cd Birikimi	72
4.5. <i>Pinus pinea</i> L. (Fıstık Çamı) Türünde Birikimler	73
4.5.1. Pb Birikimi	73
4.5.2. Cd Birikimi	75
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR	82
ÖZGEÇMİŞ	96
EKLER	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>SAYFA</u>
Çizelge 1.1. Hava Kirliliğini Oluşturan Kaynaklar	1
Çizelge 1.2. Bazı Avrupa Ülkeleri ile Türkiye’de Kayıtlı Taşıt Sayıları	2
Çizelge 1.3. Ülkemizde Taşıt Sayısının Yıllara Göre Dağılımı	2
Çizelge 1.4. Benzinli Motorlarda Egzoz Gazı Bileşimi	4
Çizelge 1.5. Türkiye’de Ulaşımında Tüketilen Yakıt Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi	4
Çizelge 1.6. Eşit Miktarlarda (1 ton) Motorin ve Benzin Kullanımı ile Oluşan En Önemli Kirleticiler (kg)	5
Çizelge 1.7. Motorin ve Benzinde LPG’ye Göre Emisyon Değerlerindeki Fazlalık Oranları	5
Çizelge 1.8. Benzin, Motorin ve LPG Kullanımından Kaynaklanan En Önemli Kirleticiler ve Çevre Kirliliği İçindeki Katkıları	6
Çizelge 3.1. Araştırma Alanında Araç Sayımı ve Saatteki Araç Sayısını Hesaplama Yöntemi	46
Çizelge 4.1. Araştırma Alanındaki Araç Sayımları	61
Çizelge 4.2. Araştırma Alanındaki Topraklarda Pb ve Cd Birikim Değerleri	62
Çizelge 4.3. <i>Cynodon dactylon</i> L. Türünde Kurşun İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi	65
Çizelge 4.4. <i>Cynodon dactylon</i> L. Türünde Kadmiyum İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi	67
Çizelge 4.5. <i>Nerium oleander</i> L. Türünde Kurşun İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi	70
Çizelge 4.6. <i>Nerium oleander</i> L. Türünde Kadmiyum İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi	72
Çizelge 4.7. <i>Pinus pinea</i> L. Türünde Kurşun İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi	74
Çizelge 4.8. <i>Pinus pinea</i> L. Türünde Kadmiyum İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Sektörlerin Hava Kirliliğine Etkileri.....	1
Şekil 1.2.	2000-2003 Yılları Arasında Araç Türlerinde Artış Oranı (a) ve 2003 Taşıt Sayısı İçinde Araç Türlerinin Oranları (b)	3
Şekil 3.1.	Araştırma Alanındaki Tırafiğin Genel Görünümü	36
Şekil 3.2.	Araştırma Alanı	37
Şekil 3.3.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Türünün Genel Yapısı	39
Şekil 3.4.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	40
Şekil 3.5.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. Türünün Çiçek Başağı ve Tohumları ...	40
Şekil 3.6.	<i>Nerium oleander</i> L.	42
Şekil 3.7.	<i>Nerium oleander</i> L. Bireylerinde Çiçek Renkleri, Meyve Kapsülü ve Tohumlar.....	43
Şekil 3.8.	<i>Pinus pinea</i> L. Bitkisinin Genel Yapısı, Kozalak ve Tohumları.....	45
Şekil 3.9.	Araştırmada Kullanılan Yöntemin Akış Şeması	47
Şekil 3.10.	Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Bitki Örneklerinin Alındığı Noktalar	49
Şekil 3.11.	Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Bitki Örneklerinin Alındığı Noktalar	50
Şekil 3.12.	Araştırma Alanının Üçüncü Bölgesinde Bitki Örneklerinin Alındığı Noktalar	51
Şekil 3.13.	<i>Nerium oleander</i> L. Türünde Örnek Alınan Yaşlı Yapraklar	52
Şekil 3.14.	Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Örnek Alınan <i>Nerium oleander</i> L. Bitkileri	52
Şekil 3.15.	Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Örnek Alınan <i>Nerium oleander</i> L. Bitkileri	53
Şekil 3.16.	Araştırma Alanının Üçüncü Bölgesinde Örnek Alınan <i>Nerium oleander</i> L. Bitkileri	53
Şekil 3.17.	<i>Pinus pinea</i> L. Türünde Örnek Alınan Yaşlı Yapraklar	54
Şekil 3.18.	Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Örnek Alınan <i>Pinus pinea</i> L. Bitkileri	54

Şekil 3.19.	Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Örnek Alınan <i>Pinus pinea</i> L. Bitkileri	55
Şekil 3.20.	Araştırma Alanının Üçüncü Bölgesinde Örnek Alınan <i>Pinus pinea</i> L. Bitkileri	55
Şekil 3.21.	<i>Nerium oleander</i> L. ve <i>Pinus pinea</i> L. Türlerinde Örnek Alımı	56
Şekil 3.22.	Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Toprak Örneklerinin Alındığı Noktalar	58
Şekil 3.23.	Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Toprak Örneklerinin Alındığı Noktalar	59
Şekil 4.1.	Toprak Kurşun ve Kadmiyum İçerikleri Arasındaki İlişki	62
Şekil 4.2.	Dönemlere Göre Topraktaki Pb ve Cd Birikimleri	63
Şekil 4.3.	Toprak ve <i>Cynodon dactylon</i> L. Türünde Kurşun Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları	66
Şekil 4.4.	Toprak ve <i>Cynodon dactylon</i> L. Türünde Kadmiyum Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları	68
Şekil 4.5.	Toprak ve <i>Nerium oleander</i> L. Türünde Kurşun Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları	70
Şekil 4.6.	Toprak ve <i>Nerium oleander</i> L. Türünde Kadmiyum Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları	73
Şekil 4.7.	Toprak ve <i>Pinus pinea</i> L. Türünde Kurşun Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları	74
Şekil 4.8.	Toprak ve <i>Pinus pinea</i> L. Türünde Kadmiyum Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları	76

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Elementler

Al	Alüminyum
As	Arsenik
Au	Altın
Br	Brom
C	Karbon
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N ₂	Azot
Ni	Nikel
O ₂	Oksijen
Pb	Kurşun
Pd	Palladyum
Pt	Platin
S	Kükürt
Sb	Antimon
Se	Selenyum
Ti	Titanyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko

Bileşikler

CO	Karbon Monoksit
CO ₂	Karbondioksit
HC	Hidrokarbonlar
H ₂ O	Su Buharı
NO ₂	Azotdioksit
NO _x	Azot Oksitler
PAH	Poliçiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PAN	Peroksi-Açıl-Nitrat
PM	Partikül Madde
Pb(CH ₃) ₄	Tetra Metil Kurşun
Pb(C ₂ H ₅) ₄	Tetra Etil Kurşun
SO _x	Kükürtoksitler
SO ₂	Kükürtdioksit

Ölçü Birimleri

cm	Santimetre
da	Dekar
gr	Gram
kg	Kilogram
lt	Litre
m	Metre
m ³	Metre küp
mg	Miligram
µg	Mikrogram (gramın milyonda biri-10 ⁻⁶)
ml	Mililitre
µm	Mikrometre (metrenin milyonda biri-10 ⁻⁶)
nm	Nanometre (10 ⁻⁹)
ppb	Parts per billion (hacim olarak milyarda kısım)

ppm Parts per million (hacim olarak milyonda kısım)

Diğer

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrometre
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ICP	Inductively Coupled Plasma (Endüktif Eşleşmiş Plazma)
BM	Birleşmiş Milletler
DNA	Deoksiribo-Nükleik-Asit
DTPA	Dietylen-Triamine-Penta-Asetikasit
IMF	International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)
LPG	Liquefied Petroleum Gases (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
TEA	Triethanol Amin
TEK	Tetra Etil Kurşun
TMK	Tetra Metil Kurşun

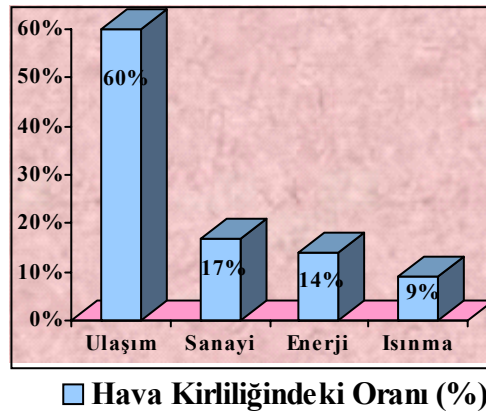
1. GİRİŞ

Nüfus artışı, hızlı kentleşme ve sanayideki gelişmeler sonucu ortaya çıkan hava kirliliği, dünyada çevre kirliliği bakımından ön sıralarda yer almaktadır. Atmosferde toz, duman, gaz, su buharı, is ve koku gibi kirleticilerin, insanlar ve diğer canlılar ile ekolojik dengeye zararlı olabilecek değerde ve sürede bulunması olarak tanımlanan hava kirliliğinin oluşmasında "yanma" ana kaynak olarak önemli rol oynar. Dünyada enerjinin % 70'i fosil yakıt veya bunların sentetik türevlerinin yakılması ile elde edilmektedir. Hava kirliliğini oluşturan kaynaklar arasında ulaşım da önemli yer tutmaktadır (Sabancı, 1995; Haşimoğlu ve ark., 2002) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Hava Kirliliğini Oluşturan Kaynaklar (Gökaltun, 2001; ÇKV, tarihsiz; Müezzinoğlu, 2004; Tırıs ve ark., 1993)

Hava Kirliliği Kaynakları	Açıklamalar
Doğal Kaynaklar	Volkanik patlamalar, rüzgarlarla oluşan tozlar, orman yangınları, buharlaşma ...
Antropojenik Kaynaklar	Alansal Kaynaklar (ısınma): yerleşim bölgeleri, iş merkezleri
	Çizgisel Kaynaklar: Ulaşım
	Noktasal Kaynaklar: Santraller, rafineriler, fabrikalar ...

Ülkemiz dikkate alındığında; toplam enerjinin % 19'unun kullanıldığı ulaşım sektörü, özellikle büyük kentlerde hava kirliliğinin oluşmasında % 60'lara varan düzeyde etkili olabilmektedir (Algül, 2004; Uludağ, tarihsiz) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Sektörlerin Hava Kirliliğine Etkileri (Algül, 2004; Akçay, 2005; Gökaltun, 2001)

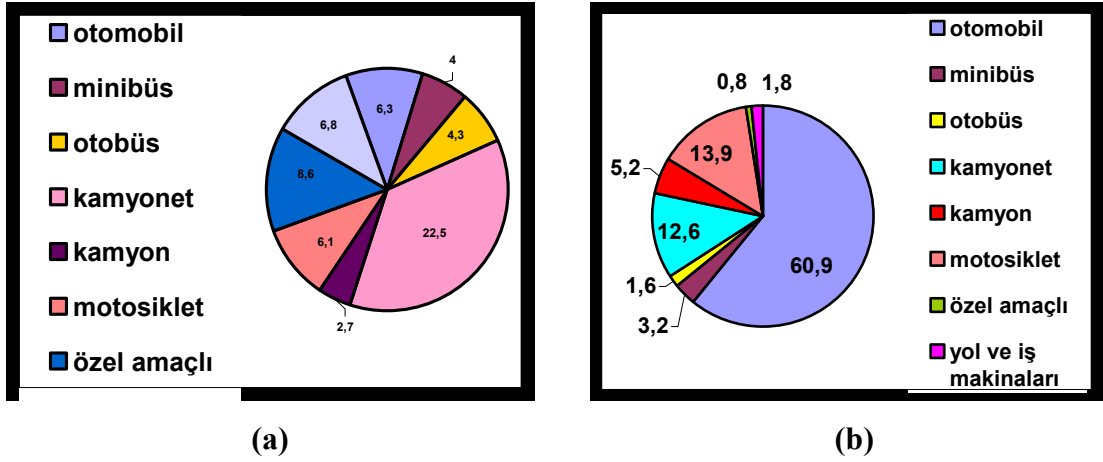
Kirliliğe neden olan karayolu taşıtları, otomotiv sanayinin gelişmesi, artan nüfus, kentleşme, ulaşımın karayolu ağırlıklı olması gibi nedenlerle sürekli artış göstermektedir. Dünyada kayıtlı taşıt sayısı 1990 sonunda 500 milyon iken, BM ve IMF verilerine göre; 2002 yılında % 50 artışla 751 milyona ulaşmıştır (Barlas, 1997; Anonim, 2006). Bazı Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında; Türkiye 13 Avrupa Ülkesi'nde taşıt sayısı bakımından 7. sırada ve bu ülkeler arasında bir önceki yıla göre artışta % 8 ile 2. sırada yer almaktadır (Çizelge 1.2). Taşıt sayısının 2003 yıl sonu itibariyle 7.719.587 adede ulaştığı ülkemizde; bu sayı içinde en fazla sayıda otomobil olmakla birlikte, toplam artış içinde kamyonetin etkisinin yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1.3 ve Şekil 1.2).

Çizelge 1.2. Bazı Avrupa Ülkeleri ile Türkiye'de Kayıtlı Taşıt Sayıları (DİE, 2002)

Ülke	Toplam Taşıt Sayısı (1000)		Artış Oranı (%)
	Yıllar		
	1999	2000	
Almanya	44.875	45 453	1.3
İtalya	35.345	35.838	1.4
Fransa	32.880	33.596	2.2
İngiltere	27.492	27.952	1.7
İspanya	20.506	21.284	3.8
Hollanda	7.226	7.489	3.6
Türkiye	6.627	7.161	8.1
Belçika	5.078	5.196	2.3
Avusturya	4.338	4.434	2.2
İsveç	4.258	4.388	3.1
Yunanistan	3.937	4.270	8.5
Danimarka	2.219	2.241	1.0
İrlanda	1.464	1.512	3.3

Çizelge 1.3. Ülkemizde Taşıt Sayısının Yıllara Göre Dağılımı (Öztürk, 2004)

Araç türü	Yıllar				
	1999	2000	2001	2002	2003
Otomobil	4.072.326	4.422.180	4.534.803	4.600.141	4.700.343
Minibüs	221.683	235.885	239.381	241.700	245.394
Otobüs	112.186	118.454	119.306	120.097	123.500
Kamyonet	692.935	794.459	833.175	875.381	973.457
Kamyon	378.967	394.283	396.493	399.025	405.034
Motosiklet	975.746	1.011.284	1.031.221	1.045.247	1.073.415
Özel Amaçlı Taşıt	52.105	55.677	57.490	58.790	60.511
Yol ve İş Mak.	120.937	129.157	131.019	133.003	137.933
Toplam	6.626.885	7.161.379	7.342.888	7.473.384	7.719.587



Şekil 1.2. 2000-2003 Yılları Arasında Araç Türlerinde Artış Oranı (a) ve 2003 Taşıt Sayısı İçinde Araç Türlerinin Oranları (b) (Öztürk, 2004)

Sürekli artan taşıt sayısı ile paralel olarak kirliliğin de artması kaçınılmazdır. Bu kirlilikte ana etken; oksijenin tüketilmesi ve zararlı maddelerin üretilerek çevreye verilmesidir. Örneğin 1 litre yakıtın yanması sırasında bir kişinin 24 saatte tüketeceği kadar oksijen (200 lt) tüketilmektedir (Uludağ, tarihsiz). Motorlu taşıtlardan gaz, aerosol ve partikül madde şeklinde 100'ün üzerinde zararlı madde, genelde egzoz (% 65-80), karter havalandırma (% 20), karbüratör ve yakıt sistemi elemanları (% 5-10) ile yakıt deposu havalandırma (% 5) başta olmak üzere temelde dört ana kısımdan havaya verilmektedir (Anonim, tarihsiz; Barlas, 1997; ÇKV, tarihsiz; Dülgeroğlu, 2002; Sabancı, 1995). Egzozdaki kirleticiler; yakıtın hava ile yanması sonucu oluşan ürünler olup; en önemlileri; karbonmonoksit (CO), hidrokarbonlar (HC), azotoksitler (NO_x), kükürtdioksit (SO₂), partikül maddeler (PM) ve kurşundur (Pb). Diğerleri ise havalandırma sistemleri yoluyla yakıtın buharlaşması sonucu atmosfere HC (% 40) vermektedir. Ayrıca fren balataları, lastikler ve motor alaşımları da PM oluşturarak kirliliğe neden olmaktadır (Doğan, 1991; Barlas, 1997; Sabancı, 1995). Motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz gazı emisyonları taşıta (motor cinsi, kilometresi, yaşı, yük durumu, lastik tipi ve basıncı, bakım durumu), yakıtı (cinsi, yakıt oktan sayısı, katkı maddeleri), meteorolojik koşullara (sıcaklık, basınç, nem, rüzgar), yol ve trafik düzenine (yolun cinsi, yüzey kalitesi, trafik yoğunluğu, eğimi, viraj durumu) ve sürücüye (hız, doğru vites ve fren kullanımı) bağlı olarak değişim göstermektedir (Akçay, 2005; Anonim tarihsiz; ÇKV, tarihsiz; Doğan, 1991; Haşimoğlu ve ark., tarihsiz).

En önemli kirleticisi olan egzoz gazı bileşimi, kullanılan yakıtla ilişkilidir. Bir çok ülkede motorlu taşıtlarda yakıt olarak başta benzin (% 70), sonra sırasıyla motorin (% 22), sıvılaştırılmış petrol gazı (% 2-4) ve diğer yakıtlar (% 2-4) kullanılmaktadır (Boran ve ark., tarihsiz). Tam yanma olduğunda sadece CO₂ ve su oluştuğu halde, yanma tam gerçekleşmediğinde, bazı kirleticiler de atmosfere verilmektedir (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4. Benzinli Motorlarda Egzoz Gazı Bileşimi (Akçay, 2005; Tezer, 1997)

Egzoz Gazı Bileşimi			Oran (%)
N ₂ (azot)			71
CO ₂ (karbondioksit)			18,1
H ₂ O (su)			9,2
O ₂ (oksijen) ve asal gazlar			0,7
Kirleticiler (%)	CO – karbonmonoksit	0,85	1
	HC – hidrokarbonlar	0,05	
	NO _x - azotoksitler	0,08	
	PM- partikül maddeler: kurşun, kadmiyum, nikel, vd	0,005	

Dünyada 1994 yılında tüketilen toplam benzin miktarı 820.4 milyon tondur. Bu tüketimin % 72'si gelişmiş ülkelerde olup, ABD tek başına 338.6 milyon ton (% 42) ile ilk sıradadır (Öztürk, 2004). Ülkemizde tüketilen benzin miktarı 2000 yılında yaklaşık 3.7 milyon ton iken, 2003 yılında % 20 düzeyinde bir azalma ile 3.0 milyon tonun altına düşmüştür (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5. Türkiye’de Ulaşımında Tüketilen Yakıt Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi (Akkan, tarihsiz; Öztürk, 2004; Petder, 2005)

Tüketilen Yakıt Miktarı (ton)	Yıllar			
	2000	2001	2002	2003
Benzin	3.655.878	3.171.298	3.103.851	2.958.253
Normal Benzin	1.200.003	890.670	470.832	90
Süper Benzin	1.068.236	739.650	933.200	1.161.365
Kurşunsuz Benzin	1.387.639	1.540.978	1.699.819	1.796.888
Motorin	8.774.281	8763.828	9.630.456	11.527.052
LPG	Toplam	4.483.663	3.835.000	3.595.751
	Oto	1.282.663	1.231.000	1.149.000

Son yıllarda ülkemizdeki motorin kullanımındaki artışın nedeni bu yakıtı kullanan taşıtlardaki artıştır. 2000 yılında toplam taşıt sayısı içinde motorinli taşıtların oranı % 24 iken (1.727.915 adet), 2003 yılında (1.945.829 adet) bu oran %

25'e çıkmıştır (Öztürk, 2004). Motorinde CO ve HC emisyonlarının daha düşük olmasına karşın, SO_x, PM ve NO_x emisyonları daha yüksektir. PM içinde Pb bulunmamaktadır. Eşit miktarlarda benzin ve motorinin yanması ile atmosfere verilen egzoz gazları emisyon değerleri birbirinden farklılık göstermektedir (Anonim, tarihsiz a) (Çizelge 1.6).

Çizelge 1.6. Eşit Miktarlarda (1 ton) Motorin ve Benzin Kullanımı ile Oluşan En Önemli Kirleticiler (kg) (Anonim, tarihsiz a)

Kirleticiler	Benzin	Motorin
CO – karbonmonoksit	375.01	8.83
HC – hidrokarbonlar	32.61	20.02
NO _x – azotoksitler	18.42	123.71
SO _x –kükürt oksitler	1.47	5.88
PM – partikül maddeler	1.96	16.19

Son yıllarda alternatif arayışlar sonucunda LPG'nin de taşıtlarda yakıt olarak kullanımı ortaya çıkmıştır. Benzin ve motorin ile karşılaştırıldığında LPG'de yanma olayının tam gerçekleşmesi nedeniyle atmosfere verilen kirlilik düzeylerinde önemli oranlarda azalmalar vardır (Çizelge 1.7).

Çizelge 1.7. Motorin ve Benzinde LPG'ye Göre Emisyon Değerlerindeki Fazlalık Oranları (Anonim tarihsiz a; Ciniviz ve ark., tarihsiz)

Yakıt Türü	Emisyonların Fazlalık Oranları (%)			
	CO	HC	NO _x	PM
Motorin	60	-	90	90
Benzin	75	85	40	-

1990 yılında dünyada LPG tüketimi 134.6 milyon ton olup; bunun % 73,3'ü enerji üretiminde, % 19,5 petrokimyada, % 7,2 (9.650.000 ton) otomotiv alanında tüketilmiştir (Batmaz ve ark., tarihsiz). 1999 yılında toplam 191 milyon ton olan LPG tüketimi içinde % 6'lık kısmı (11,5 milyon ton) ulaşımda kullanılmıştır. Aynı yıl Avrupa ülkelerinde ulaşımda kullanılan LPG 3,4 milyon tondur. Türkiye'de ise 1999 yılında 355.166 ton LPG taşıtlarda kullanılmış, bu miktar 2005 yılında dört katından fazla artarak 1.501.427 tona yükselmiştir (Akkan, tarihsiz; Petder, 2006).

Benzin, motorin ve LPG kullanımı sonucu ortaya çıkan kirlilikler içinde önemli olanlardan birisi karbonmonoksittir (Çizelge 1.8). Doğal olarak atmosfere

çeşitli yollarla verilen CO içinde ulaşımın payı % 7-9 arasında değişmekte, diğer insan faaliyetlerinden ise sadece % 1-3 oranında CO atmosfere verilmektedir. Sadece ABD’de her yıl taşıtlardan 102.000.000 ton CO atmosfere karışmaktadır (Akman ve ark., 2004; Boşgelmez ve ark., 2000; ÇOB, tarihsiz).

Çizelge 1.8. Benzin, Motorin ve LPG Kullanımından Kaynaklanan En Önemli Kirleticiler ve Çevre Kirliliği İçindeki Katkıları (Boşgelmez ve ark., 2000; ÇOB, tarihsiz; Yücel, 1995)

Kirleticisi	Kirlilik Kaynakları			Çeşitli Eylemler Sonucu Atmosfere Verilen Toplam İçinde Ulaşımın Payı (%)
	Benzin	Motorin	LPG	
CO	+	+	+	70-90
HC	+	+	+	40-56
NOx	+	+	+	40-70
SOx	+	+	-	-
SO ₂	+	+	+	1
PM	+	+	+	-
Pb	+	-	-	100

Ulaşımdan kaynaklanan diğer önemli bileşiklerden birisi de kükürtdioksittir. Ulaşımdan kaynaklanan SO₂’in çeşitli eylemler sonucu atmosfere verilen toplam içindeki payı % 1’dir (Erduranlı ve ark., tarihsiz). Avrupa’da yapılan bir çalışmada SO₂’in en önemli kaynağının endüstriyel işlemler olduğu, ulaşımın % 6’lık oranla 2. sırada yer aldığı belirtilmiştir (Bokwa ve Jezioro, 2004). Atmosfere her yıl toplam 145x10⁶ milyon ton SO₂ verildiği tahmin edilmektedir (Akman ve ark., 2004). Ulaşımdan ortaya çıkan azotoksitler de oldukça önemli kirleticilerdir. Özellikle asit yağmurları oluşumu ve küresel iklim değişikliği yönündeki olumsuz etkileri gözardı edilemeyecek düzeylerde. Taşıtlar atmosferdeki azotoksitlerin % 40-70’ini oluşturmaktadırlar (ÇOB, tarihsiz; Yücel, 1995). Yapılan bir çalışmada 2001 yılında Avrupa’daki NOx emisyonlarının oluşmasında ulaşımın % 63 ile ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir (Bokwa ve Jezioro, 2004). Yılda atmosfere 650 milyon ton NOx karışmaktadır. Atmosferde oluşturduğu bileşiklerle (PAN, PAH, Ozon gibi) zararda etkili olan hidrokarbonların atmosfere verilmesinde ulaşım % 40-56 gibi oranlarla sorumludur. Bunların yanı sıra atmosfere salınan partikül maddeler katı, sıvı veya gaz halinde olabilmektedir. (Boşgelmez ve ark., 2000; ÇOB, tarihsiz; Öztürk, 2005). Taşıtların egzoz gazlarından çıkan yakıt katkıları içerisinde en önemli kirleticiler Pb, Cd ve Zn’dir. Araba lastikleri (Cd ve Zn), fren balataları ve motor alaşımlarındaki

(Cu ve Ni) aşınma ve paslanmalardan da atmosfere ağır metaller verilmektedir (Doğan, 1991; Haşimoğlu ve ark., 2002; Novotny ve Chesters, tarihsiz). Benzine organik kurşun bileşiklerinden Tetra Metil Kurşun (TMK-Pb(CH₃)₄) ve Tetra Etil Kurşunun (TEK-Pb(C₂H₅)₄) eklenmesi, atmosferdeki kurşun kirliliğinin % 100'ünden sorumludur (ÇOB, tarihsiz; Öztürk, 2004; Yücel, 1995). Çünkü kurşunun % 70-75'i suda kolayca çözünebilen inorganik kurşun bileşikleri halinde, %1'i tetra alkil kurşun olarak değiştirilmeden egzozdan dışarı atılmakta, % 20-25'i ise egzoz sistemi içerisinde veya motor yağında kalmaktadır (Karademir, 1992; Özer ve Kartal, 1986; Öztürk, 2004). Genelde uçucu ve çapları 2.5 µm'nin altında olan mikro partikül kurşun bileşikleri atmosferde 7-30 gün gibi uzun süre kalabilirler ve bu özelliklerinden dolayı kaynaktan çok uzun mesafelere kolayca taşınabilirler. Kurşun konsantrasyonunun en yüksek olduğu yerler, cadde/sokaklar, petrol istasyonları, kapalı otoparklar, tamir bakım atölyeleri, gişeler ve geçitlerdir. Bu bölgelerdeki Pb yoğunluğu ve yayılma oranı benzindeki Pb miktarına, günlük araç yoğunluğuna, rüzgarın hızına ve yönüne, yolun çevreyle olan konumuna ve motorların bakımına bağlı olarak değişim göstermektedir. Yılda ortalama 10 000 km yol giden ve 1 000 lt benzin harcayan bir araç atmosfere yaklaşık olarak 0.12 kg kurşun verilmesine neden olmaktadır (Yücel, 1995). Yapılan bir çalışmada trafiğin az yoğun olduğu bölgelerde havadaki Pb içeriği 0.03-0.1 µm/m³ iken, trafiğin daha yoğun olduğu alanlarda ise 15-30 µm/m³ olarak bulunmuştur. 1923-1987 yılları arasında motorlu araçlar vasıtasıyla toplam 7x10⁶ ton kurşun çevreye yayılmıştır. 1982 yılında Almanya'da yaklaşık 3400 ton kurşun yine trafik nedeniyle atmosfere atılmıştır (Öztürk, 2004; Özbek ve ark., 1993; Topa, 1995). Türkiye genelinde 2003 yılı verilerine göre benzinli araçlardan atmosfere verilen kurşun miktarı yılda yaklaşık 230.000 kg'dır. Tamamen katkılı kurşunsuz benzine geçildiği takdirde atmosfere verilecek kurşun miktarı ise 38.100 kg olarak hesaplanmıştır. Şu anda ülkemizde kullanılan normal benzindeki kurşun miktarı 0.15 g/lt, süper benzinde 0.40 g/lt (son çalışmalarla 0.15 g/lt'ye indirilmiştir) ve kurşunsuz benzinde 0.013 g/lt'dir (Öztürk, 2004; Akçay, 2005).

İnsanlar ve hayvanlar için çok düşük değerlerde bile zehir etkisi oluşturan kadmiyum (Cd) atmosfere birçok kaynaktan verilmektedir. Trafikte özellikle lastik

aşınması (20-90 mg Cd/kg içeren lastik materyal), yağlı benzinler ve dizel yağının Cd içeren yakıt atıkları Cd kaynaklarını temsil etmektedir. Havanın temiz olduğu bölgelerde havada 0.001 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ Cd bulunurken kirliliğin yoğun olduğu bölgelerde ise 0.025 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ 'e çıkmaktadır (Özbek ve ark., 1993). Ulaşımdan dolayı ortaya çıkan tüm kirleticiler dünya genelinde önemli çevre sorunlarına yol açmaktadır. Sadece canlılar üzerinde değil, cansız materyaller üzerinde de olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır.

Toplam 22 000 da alan üzerine yayılmış olan Çukurova Üniversitesi Adana kent merkezinden 10 km uzaklıkta bulunmaktadır. Yerleşkede 1.903 öğretim elemanı, 23.000'in üzerinde de öğrenci bulunmaktadır (Anonim, tarihsiz b). Hastaneye gelenler ve bu alandan kentin kuzey doğu yönüne geçiş yapanlarla birlikte Üniversite nüfusu gündüz saatlerinde 25.000'in üzerine çıkmaktadır. Üniversitenin nüfus yoğunluğu ve kentin kuzey doğusu ile bağlantıyı sağlayan bir konumda bulunması da kent merkezi ile yerleşke arasındaki yolda taşıt yoğunluğu artmaktadır. Bu çalışma ulaşımdan kaynaklanan kirlilikten en fazla etkilenen grup içinde en önemlilerinden olan bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri ortaya koymak için, yerörtücü-çim, çalı ve ağaç olmak üzere değişik katmanları temsil eden *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Bermuda çimi), *Nerium oleander* L. (Zakkum) ve *Pinus pinea* L. (Fıstık çamı)'da kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) birikimini belirlemek için yapılmıştır. Araştırmada bitkilerin yetiştiği topraklardaki miktarları da belirlemek, bitkilerin çevre kalitesini arttırmadaki etkilerini ortaya koymak da amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hava kirliliği içinde önemli bir yer tutan trafik kirliliği, yalnızca canlıları değil, cansızları da olumsuz yönde etkilemektedir. Kentsel ortamlarda heykel gibi sanat eserlerinin yıpranmasına, yapı yüzeylerindeki boya ve diğer kaplamaların kirlenmesi ve aşınmasına, kauçuk ve lastik malzemelerin yumuşaması, yapışkan hal alması ve sonra da çatlamasına, element yüzeylerin paslanması, aşınması ve renklerinin değişmesine, tekstil boyalarının solmasına neden olmaktadır (Boşgelmez ve ark., 2000; ÇOB, tarihsiz; Müezzinoğlu, 2004). Atmosfere karışan bu kirlilik etmenleri asit yağmurları ve iklim değişimleri üzerinde de etkili olmaktadır. Oluştugu mekandan çok uzaklarda etkisini gösteren bu kirlilik etmenleri farklı alanlardaki topraklarda bazı minerallerin fazlalık ve diğer bazılarının da eksikliğine neden olarak karasal bitkilerin, su ortamına karışarak su bitkilerinin popülasyon yoğunlukları ile çeşitliliklerinde azalmalar ortaya çıkarmaktadır. Suda yaşayan balık ve yaşamının bir kısmı veya tamamında suya bağlı olan diğer canlı türleri üzerine de olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Çeşitli bitkiler üzerinde görsel olarak kirlenmeye, ayrıca yaprak üzerindeki birikim ile kirliliğe ve bitkideki bir çok fizyolojik olayın aksamasına neden olmaktadır. Bitkiler çevresindeki mikro yaşam alanlarının yapısı bozulmakta; buradaki canlı bileşeninde değişimler ortaya çıkmaktadır. Örneğin otlar üzerindeki tortular ve otlardaki birikimleri ile besin döngüsü içinde yer alarak olumsuz etkileri insanlara kadar ulaşabilmekte, çeşitli rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Trafik kaynaklı CO, azotoksitler ve kükürtdioksit insanlarda burun, boğaz ve akciğer yoluyla zarar vermektedir. CO kana karışabilmekte, kan dolaşımında bozukluklar meydana getirebilmektedir. Bu kirleticilerin tamamı nefes alıp vermede zorluklar, solunum enfeksiyonları, göğüs sıkışmaları, bazı solunum yolu hastalıklarının şiddetinin artmasına, hatta gözlere, cilde ve dişlerde de zarara neden olmaktadır. Trafikten kaynaklanan partiküller de tanecik büyüklüğüne, dağılım sıklığına, fiziksel özelliklerine, kimyasal yapısına ve toplanma yüzdesine bağlı olarak farklı zararlar vermektedir. Özellikle 10 µm'den küçük boyutlu partiküller akciğere kadar ulaşarak veya kana karışarak sağlık üzerinde olumsuz etkilerini göstermektedir. Bunlar içinde en önemlisi Pb ve Cd'dur. Kurşun çok zehirli

bir ağır metal olarak; vücuda alındığında, kana da karışmaktadır. İnsanlarda dikkat dağılmasına bağlı olarak öğrenme, davranışlarda bozukluk ve konuşma zorluğu, kansızlık, yüksek tansiyon, baş ve karın ağrısı, kusma ve zayıflama, hatta felç ve ölüme neden olabilmektedir. Çocuklarda büyümeyi engelleyebilmekte, doğurganlığı etkilemekte, ölü doğumlara neden olabilmektedir. Cd da vücutta birikmekte, özellikle böbreklere zarar vermektedir. Böbreklerde 200 mg/kg ulaştığında böbrek fonksiyonlarında geri dönüşümsüz bozukluklara yol açmaktadır. Ayrıca akciğer kanserine de neden olduğu kanıtlanmıştır (Akman ve ark., 2004; Akçay, 2005; Boşgelmez ve ark., 2000; İlhan ve ark., tarihsiz; Kantarcı, 1997; Müezzinoğlu 2004; Öztürk, 2005; Tırıs ve ark., 1993; Yücel, 1995).

Çevre üzerinde olumsuz etkilerinin yoğunluğu ve çeşitliliği; trafikten kaynaklanan kirliliklerle yapılan çalışmaların da artmasına neden olmuş, bu konuda sayısız çalışma farklı amaçlarla ele alınmıştır. Bu çalışmaların önemli bir bölümünde trafikten kaynaklanan kirliliğin hayvanlar, toprak ve bitkiler üzerindeki etkileri birlikte veya ayrı ayrı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca kirlilikten etkilenen bitkilerin gösterge bitkisi olarak kullanımlarına ve kirliliği izlemeye yönelik olarak yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Bu bölümde trafikten kaynaklanan kirliliğin partiküller, sediment, toprak, bitki ve bazı hayvan türlerinde çeşitli kombinasyonlarla ele alındığı araştırmalar genel çalışmalar başlığı altında ele alınmıştır. Toprak, bitki-toprak ve bitkiler üzerindeki etkileri ise ayrı başlıklarda incelenmiştir.

2.1. Genel Çalışmalar

Przybylski (1979), “Otomobilden Kaynaklanan Egzoz Gazı Kirliliğinin Çayır-Mera ve Meyve Bahçelerinde Kültüre Alınan Bitkiler Arasında Yaşayan Eklembacaklılara Etkileri” adlı çalışmada trafiği yoğun yol kenarı bitkileri üzerinde bulunan eklembacaklıların sayısı ile yola olan mesafe arasında bir ilişkili olduğunu belirlemiştir.

Beyer ve Moore (1980), “Büyük Otoyola Yakın Bölgelerde Yer Alan (*Malacosoma americanum* F.) Tırtıllarda ve Onun Konukçu Bitkisinin (*Prunus*

serotina Ehrh.) Yapraklarında Pb Birikimi” adlı çalışmalarında, otoyoldan farklı mesafelerde tırtıl ve bitki örneklerindeki Pb değişimini incelemişlerdir. Sonuçta; otoyoldan 10 m mesafeye kadar olan bölgelerdeki tırtıllarda Pb miktarı 7.1-7.4 ppm olarak bulunmasına karşın, otoyoldan daha uzak mesafelerde ve kontrol bölgesindeki örneklerde 2.6-5.3 ppm olarak belirlenmiştir.

Birdsall ve ark. (1986), “Otoyol Drenajında Bulunan İribaş Yeşil Kurbağa *Rana clamitans* L. ve Erkek Kurbağa *R. catesbeiana* S.’daki Pb Konsantrasyonu” isimli çalışmada, otoyol (trafik yoğunluğu 4272-108800 araç/gün) drenajında ve yoldan uzaklığı 400 m olan gölcüklerde bulunan sediment ve kurbağalarda Pb değişimlerini izlemişlerdir. Araştırmacılar sedimentlerde ölçülen kurşunun ($7.8-940 \text{ mg kg}^{-1}$), kurbağalardaki (erkek kurbağalarda $0.07-270$ ve yeşil kurbağalarda ise $0.90-240 \text{ mg kg}^{-1}$) değerlerden 4-5 kat yüksek ve aynı alandaki her iki tür kurbağada değerlerin birbirine yakın olduğunu belirlemişlerdir. Ölçülen tüm Pb değerleri ile günlük trafik yoğunluğu arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır.

Lebel ve ark. (1992), “Bazı Yol Kenarı Bitkilerinin Toz Filtresi Olarak Yetenekleri” konulu çalışmalarında, 5 farklı yol kenarındaki *Azadirachta indica*, *Bougainvillea spectabilis* (gelin duvağı), *Nerium odorum* (güzel kokulu zakkum) ve *Psidium guajava* (guava) türlerinin toz biriktirme kapasitelerini test etmişlerdir. Çalışmada, *N. odorum* ve *P. Guajava*’nın tozu biriktirdiği belirlenmiştir.

Berger ve Dallinger (1993), “Karasal Salyangozların Çevresel Metal Kirliliğinin Sayısal İndikatörleri Olarak Kullanımı” konulu çalışmada, kentin farklı bölgelerinden alınan salyangoz (*Arianta arbustorum*) örneklerindeki Cd, Pb, Cu ve Zn yoğunluklarını belirlemişlerdir. Kontrol bölgesindeki bireylerde Pb, Cd ve Cu değerlerinin daha düşük olduğu, kontrol bölgesi ile kirlenmiş alanlardaki salyangoz dokularında en önemli farkın Pb değerlerinde ortaya çıktığı, kent içindeki örneklerde değerlerin komşu popülasyonlar arasında bile önemli derecede değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada, bu yaygın türün kolay toplanabilmesi ve element biriktirmede yüksek kapasiteli oluşu nedeniyle farklı alanlardaki birikim miktarlarını belirlemede “biyomonitör” olarak uygun olduğu vurgulanmıştır.

Farmer (1993), “Maden Ocağı ve Trafikte Oluşan Toz Partiküllerin Vejetasyona Etkileri” adlı çalışmada, çim, ağaç ve likenlerde yaptığı incelemeler

sonucunda; bitkinin gaz kirleticilerin içerisine girmesine izin verdiğini, toz partiküllerinin bitkilerdeki solunum ve terlemeyi etkilediğini, üretimde azalma ve vejetasyon topluluk yapısında değişimlere neden olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı çalışmanın yürütüldüğü bitki topluluğunda baskın durumdaki likenlerde duyarlılığın en yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Onianwa ve Adoghe (1997), “Nijerya’nın Ibadan Şehrindeki Yol Kenarı Su Yolu Sedimentlerindeki Ağır Metal İçerikleri” adlı çalışmalarında, nüfus ve trafiğin yoğun olduğu ve endüstriyel alanların da bulunduğu 40 farklı bölgede sedimentlerde Zn, Pb, Cu, Ni, Co ve Cd yoğunluklarını araştırmışlardır. Bulunan değerler kontrol bölgesindeki değerlerle karşılaştırıldığında, nüfus ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde Pb yoğunluğunun yaklaşık 10 kat daha yüksek, ancak diğer elementlerin genel olarak tüm bölgelerde düşük ve benzer değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Puccinelli ve ark. (1998), “Peroksidazlar: Kent Çevresindeki Ağaçların Hava Kirliliğinin Belirleyicisi Olarak Kullanılabilirliği” adlı çalışmalarında, farklı trafik yoğunluklarına sahip yollar ile evsel ısınma kaynaklı kirliliğin olduğu yerleşim bölgelerinde herdemyeşil (atlas sediri-*Cedrus atlantica*, servi-*Cupressus arizonica*, Avrupa ladini-*Picea abies*, Himalaya çamı-*Pinus excelsa* ve mazi-*Thuja orientalis*) ve yaprak döken (gürgen-*Carpinus betulus* var. *pyramidalis*, yalancı akasya-*Robinia pseudo-acacia*, ıhlamur-*Tilia cordata*) bitki türlerinin yapraklarında peroksidaz aktivitesini incelemişlerdir. Araştırmacılar, bu aktivitenin kontrol bölgesine göre kirlenmiş bölgelerde daha yüksek ve bunun trafik yoğunluğuyla ilişkili olduğunu belirlemişler, sonuçta hava kalitesini belirten haritaların düzenlenmesinde peroksidaz aktivitesinin de kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Jaradad ve Moman (1999), “Ürdün’ün Yol Kenarında Bulunan Bitki, Toprak ve Havadaki Ağır Metal Konsantrasyonları” konulu çalışmalarını, Ürdün’ün güney bölümünü Amman’a bağlayan büyük otoyolun iki kenarında yürütmüşlerdir. Toprak ve bitkide Cu, Pb, Cd ve Zn ağır metallerinin birikme oranlarının araştırıldığı çalışmanın sonucunda; otoyolun her iki tarafındaki bitki ve toprak örneklerinde elde edilen sonuçlar önceki değerlerle karşılaştırıldığında, yolun hem doğu hem de batı bölümünde, çalışılan bütün elementlerin değerlerinin daha yüksek olduğu, ancak rüzgarın batıdan esmesi nedeniyle doğu kesimindeki kirliliğin batıya oranla daha da

artış gösterdiği bulunmuştur. Aynı zamanda kirliliğin yoldan olan mesafe ile negatif yönde bir ilişkisi olduğu ve 60 m uzaklıkta kirliliğin önceki değerine ulaştığı belirlenmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında, yol kenarı çevresindeki bu elementlerin büyük bir kaynağını otomobillerin oluşturduğunu, bu nedenle yol kenarı toprak ve bitkilerin yüksek miktarda ağır metal içeriğine sahip olduğunu ve bu değerlerin trafik yoğunluğunun artışı ile paralellik göstererek kentsel mekanlarda önemli değerlere ulaştığını ortaya koymuşlardır.

Pignataa ve ark. (1999), “*Melia azedarach* L. Yapraklarında Ölçülen Kimyasal Parametreler ile Kent Bölgesinin Çevresel Koşulları Arasındaki İlişkiler” konulu çalışmalarını, Arjantin’in Kordoba şehrinde kirletici kaynaklar (trafik ve endüstri yoğunluğu) ve bitkinin bulunduğu koşullara (ağaçlık durumu, örnek noktanın köşe ile ilişkisi, bina tipi, topoğrafik durumu ve nehirden olan mesafe) bağlı olarak kimyasal bazı parametrelerin (eriyebilir protein, sülfür, toplam klorofil, su içeriği ve yaprak alanı) değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar bitki yapraklarındaki toplam klorofil ile endüstri kirliliği arasında pozitif, pigment içerikleri ile trafik yoğunluğu ve endüstriyel kirlilik arasında negatif bir ilişki saptamışlardır. Trafik ve endüstrinin en yoğun olduğu noktalardaki bitki yapraklarında pigment içeriğinin en düşük düzeyde olmasının en fazla yaprak zararı ile sonuçlandığı belirtilmiştir. Araştırmacılar elde ettikleri verilere dayanarak bu türün trafik ve endüstriden kaynaklanan hava kirleticilerine karşı çok duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Canbek ve ark. (2000), “Eskişehir’in Yol Kenarında Yaşayan *Lumbricus terrestris* L. Toprak Solucanlarında Kurşun Birikme Düzeylerinin Belirlenmesi” konulu çalışmada, trafiğin yoğun olduğu bölgelerden alınan örneklerdeki kurşun miktarının parklardan alınanlardan daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Swaileh ve ark. (2001), “Filistin’in Batı Yakası’nın Yol Kenarı Toprak, Bitki ve Salyangozlarındaki Ağır Metal Konsantrasyonları” konulu araştırmalarında, anayol kıyısındaki bitki, toprak ve salyangozlarda Cu, Cd, Pb ve Zn elementlerinin birikme miktarlarını ölçmüşlerdir. Çalışılan bu element değerlerinin kontrol bölgesindeki toprak örneklerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiş, ancak bitki örneklerinde topraktaki kadar büyük bir farka rastlanmamıştır. Ayrıca bitkinin kök, gövde ve yaprak kısımlarında element değerlerinin her kısımda değiştiği

belirlenmiştir. Salyangozlarda ise Cd değerinin bitki ve toprak örneklerinden 30-40 kat, Pb değerinin ise bitki yapraklarından 10 kat daha yüksek olduğu bulunmuştur. Diğer elementlerde ise anormal bir duruma rastlanmamıştır.

Durrani ve ark. (2003), “Trafik Kirliliğinin Bitkilerdeki Fotosenteze Etkisi” adlı çalışmalarını, trafiğin yoğun olduğu yolun farklı mesafelerindeki bazı bitki türleri portakal-*Citrus sinensis*, yenidünya-*Eriobotrya japonica*, okaliptus-*Eucalyptus* sp. ve guava-*Psidium guajava* ile yürütmüşler; havadaki (Pb, CO, SO₂, NO₂ ve toz partikülleri) bazı değerlerle fotosentez arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Gölge, yarı gölge ve güneşli bölgelerden alınan yapraklarda toplam klorofilin 0.004-0.019 g/l, a ve b klorofilinin 0.009-0.01 g/l ve karotinin ise 0.17-0.22 g/l arasında değiştiği; güneşten gölgeye doğru azalma olduğu saptanmıştır. Bütün pigmentlerin yoldan olan mesafe ile orantılı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Havadaki Pb, CO, SO₂, NO₂ ve toz partiküllerin trafiğin yoğunluğu ile orantılı olarak yükseldiği, ancak yoldan uzaklaştıkça bu değerlerin azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada, trafikten oluşan kirliliğin bitkilerdeki fotosentez üzerine etkisinin önemli olduğu vurgulanmıştır.

Bosco ve ark. (2004), “Araştırma Çalışması: Petrokimyasal Bir Fabrika Yakınlarındaki Alanlarda Partikül Maddelerle İlgili İnorganik Kirleticiler” adlı çalışmalarında, İtalya’nın Gela şehrindeki petrol rafinerisi ve trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin, havadaki partikül maddelerin kimyasal kompozisyonunu nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla 41 bitkiden alınan örneklerde 20 element analizi yapılan *Pinus halepensis*-halep çamı ibrelerinden yararlanılmışlardır. İbrelerde As, Mo, Ni, S, Se, V ve Zn birikim değerlerinin artmasında petrokimyasal fabrikanın, Cu, Pb, Pt, Pd, Sb ve kısmen Zn değerlerinde ise trafik emisyonlarının etkili olduğu belirlenmiştir. İbreler tarafından emilen fenoller ve ibrelerde oluşan morfolojik değişimlerin yoğun trafik ve endüstriyel faaliyetlerin sonucu olduğu vurgulanmıştır.

Çelik ve ark. (2004), “*Robinia pseudo-acacia* L. Bitkisini Kullanarak (Türkiye) Denizli İlindeki Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi” adlı çalışmada, endüstri, kent yol kenarı, kent dışı ve kırsal kesimlerde yetişen yalancı akasyalardan aldıkları yaprak örneklerinde Fe, Zn, Pb, Cu ve Cd birikimlerini incelemişlerdir. Kent yol kenarlarında Pb ve Cu değerlerinin, endüstriyel bölgelerde ise diğer bütün

elementlerin en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiş; kirlilikle bitki yapraklarında biriken element değerleri arasında önemli bir ilişkin olması nedeniyle türün endüstriyel ve trafik kirliliklerin belirleyicisi olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Viard ve ark. (2004), “Otoyolda Oluşan Ağır Metal (Pb, Zn, Cd) Kirliliğinin Değerlendirilmesi: Bu Elementlerin Toprakta, *Graminae* Familyası Bitkileri ve Salyangozlarda Birikimi” adlı çalışmalarını, Fransa’nın A31 otoyolunda farklı trafik yoğunluklarına sahip iki yolun 1-320 m uzaklığa kadar olan kesimlerinde yürütmüşlerdir. Araştırmada *Graminae* familyasından *Dactylis glomerata*-domuz ayrığı, *Festuca arundinacea*-kamışimsı çim otu ve *Phalaris* sp.-parlak ot bitkileri ile toprak ve salyangozdaki (*Helix aspersa*) Zn, Pb ve Cd değerleri ortaya konulmuştur. Sonuçta; otoyoldan 320 m’ye kadar kirliliğin dağıldığı, ancak maksimum kirliliğin 5-20 m arasında ortaya çıktığı ve otoyoldan olan mesafe arttıkça element değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar göre Pb, trafikten kaynaklanan kirlilik değerlendirmelerinde diğer iki elemente göre en iyi parametredir.

2.1.1. Trafik Kirliliğine Yönelik Toprak ile İlgili Çalışmalar

Yassoglou ve ark. (1987), “Atina Bölgesinin Yol Kenarı Topraklarındaki Ağır Metal Kirliliği” adlı çalışmalarında, Pb, Cd, Zn ve Ni elementlerinin topraktaki birikimini araştırmışlardır. Sonuçlarda; trafiğin yoğun olduğu yol boyunca toprağın 0-5 cm derinliğinde Pb değerinin yüksek olduğu, çalışma alanı merkezinin en yüksek Pb birikimini gösterdiği, ancak yol kenarından olan mesafe arttıkça azalmanın başladığı ve yaklaşık 50 m uzaklıkta doğal değerine ulaştığı belirlenerek Pb kirliliğinde, ana kaynağın otomobilden kaynaklanan egzoz gazı olduğu ortaya konulmuştur. Cd ve Zn değerlerinin de yüksek olmasına karşın, Pb’den daha düşük olduğu, bu elementlerin değerlerinin yoldan olan mesafe arttıkça düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Ni elementi ile ilgili ise herhangi bir kanıt elde edilememiştir.

Haktanır ve ark. (1995), “Yol Kenarındaki Topraklarda Trafikten Kaynaklanan Ağır Metallerin Birikimi” isimli çalışmalarını, Ankara ili çevresindeki 200-12 kod nolu trafik dilimine ait Etimesgut-Ankara şeritli bulvarı boyunca yer alan

topraklarda yürütmüşlerdir. Örnekleme yola dik olarak her 0, 10, 40 ve 500 m içerideki noktalardan ve 0-5 ve 5-15 cm toprak derinliklerinden yapılmıştır. Alınan bu toprak örneklerinde Pb, Cd ve Cu miktarı değişimi araştırılmıştır. Çalışmalar sonunda; yoldan 0-2 m uzaklıkta ve 0-5 cm derinlikteki topraklarda Pb değerinin en yüksek olduğu, derinliğin artmasına bağlı olarak Pb kirliliğinin % 40-50 oranında azalmalar gösterdiği ortaya konulmuştur. Yolla mesafe arttıkça Pb miktarının önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Cd, Pb kadar belirgin olmayıp 40 m'den sonra, Cu dünya ortalamasının altında olup, 500 m'ye doğru azalmıştır. Araştırmacılar yol kenarındaki bu üç elementin kaynağının da trafik olduğunu belirtmişlerdir.

Dierkes ve Geiger (1999), “Yol Kenarı Topraklarının Kirlilik Biriktirme Yetenekleri” isimli çalışmalarında, trafiğin yoğun olduğu anayoldaki toprakta PAH, Cd, Cu, Zn ve Pb miktarlarının derinlik ve mesafe ile olan ilişkisini araştırmışlardır. Yol kenarındaki topraklarda kirliliğin trafik yoğunluğuna bağlı olduğu, en yüksek değerlerin yoldan 0-2 m uzaklıkta ve 0-5 cm toprak derinliğinde ortaya çıktığı, toprak derinliği ve yola mesafenin artmasıyla değerlerin hızla azaldığı belirlenmiştir.

Zupančič (1999), “Slovenya’nın Yol Kenarı Topraklarında Kurşun Kirliliği” adlı çalışmasında, yolun farklı mesafelerinden ve 0-5 cm ile 15-20 cm derinliğinden aldığı 184 toprak örneğindeki analizler sonucunda; topraktaki kurşun kirliliğinin ana kaynağının yoğun trafik olduğunu, en yüksek kurşun kirliliğinin yoldan 10 m mesafe içerisinde ve toprağın en üst katmanında (0-5 cm) gerçekleştiğini belirlemiştir.

Al-Chalabi ve Hawker (2000), “Avustralya’nın Brisbane Kent Yol Kenarındaki Topraklarda Otomobilden Kaynaklanan Kurşun Kirliliğinin Dağılımı” isimli çalışmaları sonucunda, yol kenarındaki toprakta oluşan Pb kirliliğinin ana kaynağının araç emisyonları olduğunu belirlemiştir.

2.1.2. Trafik Kirliliğine Yönelik Bitki-Toprak ile İlgili Çalışmalar

Ward ve ark. (1977), “Yeni Zellanda’da Otomotiv Emisyonlarından Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği ve Bu Kirliliğin Yol Kenarı Toprak ve Çayır-Mera Türlerine Etkisi” isimli çalışmalarında yol kenarında bulunan toprak ve bitkilerdeki Cd, Cr, Cu, Pb, Ni ve Zn değişimini araştırmışlardır. Çalışılan bütün elementlerin

bitkilerde yüksek bir birikim gösterdiği, bu değerlerin trafik yoğunluğu ile ilişkili olduğu, topraktaki birikimin ise derinlik arttıkça azalma gösterdiği belirlenerek oluşan kirliliğin motorlu araçlardan kaynaklandığı ortaya konulmuştur.

Rodriguez-Flores ve Rodriguez-Castellon (1982), “Otoyola Yakın Toprak ve Bitkilerdeki Pb ve Cd Değerleri ve Bu Değerlerin Trafik Yoğunluğuyla İlişkisi” adlı çalışmalarında, otoyoldan 33 m mesafeye kadar bu elementlerin normalden çok daha yüksek olduğunu, bu uzaklıktan sonra hızla azaldığını göstermişlerdir. Araştırmacılar, bu ağır metallerin yolların kıvrıldığı kesimlerde, düz olan yerlere göre daha fazla biriktiğini de ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda kirlilik dağılımlarında rüzgarın da etkili olduğunu saptamışlardır.

Ndiokwere (1984), “Nijerya’da Motorlu Araç Emisyonlarından Oluşan Ağır Metal Kirliliği ve Bu Kirliliğin Yol Kenarı Toprak, Vejetasyon ve Ürünlere Etkisi” konulu çalışmasında, yüksek trafik yoğunluğuna sahip otoyol boyunca otomobil emisyonlarından kaynaklanan Cd, Cu, Cr, Ni, Pb ve Zn miktarlarının değişimini araştırmıştır. Çalışmada yoldan mesafe arttıkça değerlerin azaldığı belirlenmiştir.

Tam ve ark. (1987), “Hong Kong’daki Yol Kenarı Kent Parklarında ve Bahçelerde Ağır Metal Kirliliği” konulu çalışmalarında trafiğin yoğun olduğu yolun yakınındaki parklar ile kontrol amaçlı yoldan uzak mesafedeki parklardan olmak üzere 13 kent parkında orkide ağacı (*Bauhinia variegata*) yaprakları, toprak (0-1 cm derinlikte) ve kaldırım tozlarında Cd, Pb, Ni, Zn, Cu, Mn, ve Fe değişimini araştırmışlardır. Sonuçlarda; yol kenarına yakın parklardan alınan örneklerde kontrol bölgesine oranla element içeriğinin daha yüksek olduğu, trafik yoğunluğu ile bitki yaprağı, toprak ve tozların element içeriği arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu ortaya konulmuştur. Yaprak örneklerinin yıkanması ile azalan Cu, Mn, Zn ve Fe miktarlarının ise, kirlilik kaynağının motorlu araçlardan oluşan havasal tortular olduğu sonucuna varılmıştır.

Ho ve Tai (1988), “Hong Kong’daki Yol Kenarı Toprak ve Çimlerde Pb ve Diğer Elementlerin Birikim Değerleri ve Havadaki Element Birikiminin İzlenmesinde Toprak ve Çimlerin Kullanılabilirliği” isimli çalışmalarında, yol kenarındaki 36 bölgenin çim ve topraklarında Cd, Pb, Cu, Zn, Fe ve Mn içeriklerini araştırmışlardır. Analizlerde; bu element değerlerinin hem çim bitkilerinde, hem de

toprakta artış gösterdiği ve bu artışın trafik yoğunluğu ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Yol kenarındaki toprak ve çimlerde biriken Cu ve Pb miktarlarının bölgesel dağılımını değerlendirdiklerinde, trafiğin yoğun olduğu kuzey kesimlerde en yüksek değerleri gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışma ile yol kenarında oluşan elementlerin havadaki birikme miktarlarının belirlenmesinde, hem çim bitkileri hem de topraktan yararlanılabileceğini vurgulamışlardır.

Lytle ve ark. (1995), “Otoyol Boyunca Mn Birikimi: Motorlu Taşıtlardan Oluşan Egzoz Gazı Kirliliğinin Bir Belirleyicisi Olarak Kullanılabilirliği” isimli araştırmalarında, yol kenarındaki toprak ve bitkilerde Mn ve Pb birikim miktarlarını incelemişlerdir. Analizlerde; trafiğin yoğun olduğu yol kenarlarındaki topraklarda Mn değerinin Pb’den 100 kat daha fazla olduğu ve bu değer yoldan olan mesafe ile de ilişkisi bulunduğunu belirlemişlerdir. Yol kenarındaki su bitkilerinin yaprak dokularının çimlerden daha yüksek Mn içerdiği ve bu nedenle su bitkilerinin Mn kirliliğinin duyarlı bir biyomonitörü olabileceği sonucuna varılmış, kirleticilerin bitkilerdeki birikiminde bitki türü, trafik yoğunluğu ve mikrohabitatın yola olan uzaklıktan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, yol kenarındaki bitki ve toprakların trafikten kaynaklanan Mn tarafından kirletilerek bazı bitki ve toprakta toksik etki oluşturacak derecede yüksek değerlere ulaştığı ortaya konulmuştur.

Garcia ve Millán (1998), “(İspanya) Gipuzkoa Şehrinin Yol Kenarı Toprak ve Çimlerdeki Cd, Pb ve Zn Kirliliğinin Değerlendirilmesi” isimli çalışmalarında, farklı trafik yoğunluğuna sahip yolun 2 farklı mesafedeki 8 bölgenin toprak ve çiminde (*Lolium* sp.) Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn elementlerinin birikimini araştırmışlardır. Analizlerle; A-8 otoyolunun kenar kısmında Zn, Pb ve Cu değerlerinin tehlikeli toprak değerlerinden bile daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, araştırılan tüm elementlerin toprak ile çimdeki değerleri arasında önemli bir ilişkinin olduğu, Cd, Pb ve Zn arasında oluşan ilişki nedeniyle aynı kökenli kirlilik kaynağı olan trafikten meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Aksoy ve ark. (1999), “*Capsella bursa-pastoris* L. Medic. Bitkisinin Ağır Metal Kirliliğinde Biyomonitör Olarak Kullanılması” konulu çalışmalarında, UK Bradford kentinin yol kenarı, kentiçi, kent parkları, kent dışı ve kırsal kesimden olmak üzere 42 alanındaki toprak (0-10 cm) ve bitkinin yıkanmış ve yıkanmamış

yapraklarında Pb, Cd, Zn ve Cu elementlerinin içeriklerini araştırmışlardır. Analizlerde; toprak ve yıkanmış yaprakta oluşan element içerikleri arasında önemli bir ilişkinin olduğu, kent bölgesinde bu elementler bakımından bir artış gözlemlendiği ve elde edilen değerlerin bu türde Pb, Cd, Zn ve Cu elementlerinin izlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Aksoy ve Şahin (1999), “*Elaeagnus angustifolia* L. Bitkisinin Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Biyomonitör Olarak Kullanılması” adlı çalışmalarında, iğde yaprakları ve topraklardaki Pb, Cd ve Zn elementlerinin birikim miktarlarını incelemişlerdir. Analizlerde; yıkanmış ve yıkanmamış yaprak örnekleri arasında farkların olduğu, bu farkların element kirlilik değerlerine göre değiştiği ve yıkanmış yaprak örneklerinde ve toprak yüzeyindeki element içerikleri arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, elde edilen verilere göre türün ağır elementlerin bir biyoindikatörü olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Bayçu ve ark. (1999), “Ağır Metal Stresi ve Peroksidazlar: *Cedrus libani* A.Rich. Bitkisinin Cd ve Pb Birikimine Bağlı Olarak Klorofil İçeriği ve Peroksidaz Aktivitesi” konulu çalışmalarında, kirlenmiş ve kontrol bölgesindeki toprak ve bitki yapraklarında incelemeler yapmışlardır. Araştırmada, yıkanmış ibrelerde Cd ve Pb değerlerinin yıkanmamış yapraklardan daha düşük, en yüksek Pb ve Cd yoğunluklarının iki yaşlı yıkanmamış ibrelerde bulunduğu ve trafiği yoğun bölge topraklarında da bu değerlerin çok yüksek olduğu belirlenmiştir. İki yaşlı ibrelerde kirlenmiş alanlarda Pb ve Cd yoğunluğuna bağlı olarak, kontrol bölgesi bitki yapraklarına göre klorofil miktarının azaldığı, ancak peroksidaz aktivitesinin arttığı belirlenmiştir.

Aksoy ve ark. (2000), “*Robinia pseudo-acacia* L. Bitkisinin Kayseri’deki Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Biyomonitör Olarak Kullanılabilirliği” isimli çalışmalarında, geniş ve farklı element kirliliğindeki alanlardan alınan yıkanmış ve yıkanmamış bitki yaprak ve toprak örneklerinde Pb, Cd, Cu ve Zn element içeriklerini belirlemişlerdir. Analizlerde; yıkanmış ve yıkanmamış bitki yaprak örnekleri arasında element kirlenme değerlerinin farklılık gösterdiğini, yıkanmış bitki yaprakları ile toprak yüzeylerindeki ağır metal konsantrasyonları arasında önemli bir ilişkinin olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada, *R. pseudo-acacia*’nın araştırılan ağır

metallerin kullanışlı bir biyolojik monitörü olarak kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Bu-Olayan ve Thomas (2002), “Kuveyt Kurak Ekosisteminde Pb Değerlerinin *Phoenix dactylifera* L. Bitkisinde Oluşturduğu Etki ile İlgili Biyomonitör Çalışmaları” isimli çalışmalarında, 12 bölgedeki bitkinin yıkanmış ve yıkanmamış yaprak, kabuk ve meyvelerinde Pb değişimini araştırmışlardır. Araştırmada Pb yoğunluğunun yıkanmış ve yıkanmamış yapraklarda önemli farklar gösterdiği (kurşunun % 20’si yıkanmış, % 80’i yapraklar tarafından emilmiştir) belirtilmiştir. Bütün örneklerde en yüksek Pb değeri endüstriyel bölgede bulunmuş, bunu sırasıyla otoyol ve şehir merkezi izlemiştir. Bitki organlarında en yüksek kurşun değeri yıkanmamış yapraklarda iken, bunu yıkanmış yapraklar, meyve ve kabuk izlemiştir. Toprak yüzeyindeki Pb değeri ise diğer örnekler arasında en yüksektir.

Bayçu ve ark. (2003), “İstanbul İlindeki (Türkiye) Pb ve Cd’den Oluşan Yol Kenarı Kirliliği ve Bu Kirliliğin *Picea abies* L. Karst. Bitkisi Üzerine Etkileri” isimli çalışmalarında, kent çevresinde yer alan iki yol kenarındaki toprak ve bitki yapraklarındaki (yıkanmamış ve yıkanmamış, bir ve iki yıllık ibreler) ağır metal birikimi, klorofil miktarı, peroksidaz aktivitesi ve yıllık halka genişlikleri arasındaki değişimi araştırmışlardır. Yıkanmış yaprak örneklerinde Pb ve Cd birikiminin yıkanmamış örneklerle göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarda; iki yıllık yapraklarda daha belirgin olmak üzere kirliliğin klorofil miktarında azalma, peroksidaz aktivitesinde ise artışa neden olduğu saptanmıştır. Yıllık halka genişliklerinde herhangi bir azalma olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışma ile Pb ve Cd birikim miktarlarının *P. abies* ibrelerinde strese tepki olarak klorofil aktivitesinde negatif bir etki oluştururken, peroksidaz enzimi aktivitesinde ise bir artışa neden olduğu ortaya konulmuştur. Her iki yol kenarı topraklarında ise Pb değeri yaklaşık 209.5 µg/g iken, Cd ise 0.46 µg/g olarak bulunmuştur.

Kakulu (2003), “Yol Kenarı Yüzey Toprakları ve Ağaç Kabuklarında İz Element Konsantrasyonu: Nijerya’nın Abuja Şehrindeki Atmosferik Kirliliğinin Ölçülmesi” isimli çalışmada, yol kenarındaki toprak ve ağaç kabuklarında Cu, Cd, Ni, Zn ve Pb elementlerinin birikim değerlerini araştırmıştır. Çalışmada, trafiğin yoğun olduğu bölgelerden alınan örneklerde, Pb ve Zn değerlerinin en yüksek olduğu

belirlenerek, bu elementlerin otomobil emisyonlarının büyük bir kaynağını oluşturduğu ortaya konulmuştur.

Bu-Olayan ve Thomas (2004), “Kuveyt Kurak Ekosistemindeki *Prosopis juliflora* Sw. DC. Bitkisinin Pb Değerleri ile İlgili Biyomonitör Çalışmaları” isimli araştırmalarında, 12 bölgeden alınan bitki (yaprak, kabuk ve meyve) ve toprak örneklerinde Pb birikimini incelemişlerdir. Örneklerdeki Pb değerleri en yüksek endüstriyel bölgede bulunduğu, bunu sırası ile otoyol ve şehir merkezinin izlediği belirlenmiştir. Endüstriyel bölgede bitkideki Pb değerleri; yapraklarda en yüksek iken, kabuk ve meyveye doğru sırasıyla azalmıştır. Bu bölge topraklarındaki Pb değeri ise bitkilerden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Swaileh ve ark. (2004), “Batı Bankasının Yol Kenarı Yüzey Toprakları ve Vejetasyondaki Ağır Metal Kirliliğinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmalarını andızotu (*Inula viscosa*) ile bu bölgedeki topraklar üzerinde yürütmüşlerdir. Bu amaçla ana yolun 0-200 m mesafelerindeki bitki ve toprak örneklerinde Cu, Zn, Mn, Ni, Fe, Pb, Cd ve Cr elementlerinin birikim miktarlarını irdelemişlerdir. Sonuçlarda; bütün örneklerdeki element birikim miktarı ile yol kenarından olan mesafe arasında eksi yönlü bir ilişkinin olduğu ve bu ilişkinin yoldan 20 m uzaklığa kadar devam ettiği gözlenmiştir. Yıkanmış bitki yapraklarındaki Pb ve Fe değerlerinin önemli miktarda düşüş göstermesine rağmen, türün yol kenarı kirliliğini topraktan daha iyi yansıttığı ve kirliliğin belirlenmesinde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

2.1.3. Trafik Kirliliğine Yönelik Bitki Türleri ile İlgili Çalışmalar

Berge (1970), “Hava Kirliliğinin Botaniksel Bakış Açısıyla Farklılıkları ve Değerlendirmesi” adlı çalışmada, atmosferde yer alan element ve bileşiklerin bitkinin iç strüktürü, çevre koşulları ve aynı zamanda kirleticilerin karakteristiklerine bağlı olarak etkilerinin değiştiğini belirtmiştir. Yol boyunca hava filtreleri olarak görev yapan çalı ve ağaçların değerli olduğunu vurgulayan araştırmacı; kirliliklerin birleşerek bitkilerde birikmesi, bitkilerin fiziksel, kimyasal, anatomik, morfolojik yada genetik özelliklerinde özel belirtiler oluşturduğunu ve bu durumun belirli gaz karışımlarının

basit toksik sınır değerlerinin test edilmesinde kullanılabileceğini, bu nedenle kirliliklerin ölçülmesinde vejetasyonların da yer alması gerektiğini belirtmiştir.

Smith (1971), “Yol Kenarı *Pinus strobus* L. Bitkisindeki Pb Kirliliği” konulu çalışmasını, trafiğin yoğun olduğu (günde 24 000 araç) bir otoyolun farklı mesafelerinden alınan bitki örnekleri üzerinde yürütmüştür. Sonuçta; bitkilerdeki Pb kirliliğinde otoyola olan mesafenin artmasıyla birlikte düzenli bir azalmanın olduğu saptanmıştır. Yoldan 15 m mesafeden alınan örneklerde Pb miktarının 100 ppm’den daha yüksek olduğu belirlenirken, bitkinin yola en yakın bölgesindeki dallarda en uzak bölgedekilere göre kirliliğin daha fazla olduğu ortaya konulmuştur.

Belal ve Saleh (1978), “Mısır’da Yol Yakınlarında Pb Birikimi” adlı çalışmalarında, değişik bölgelerdeki farklı bitkilerden alınan yaprak örneklerinde Pb miktarı değişiminin 1.35-18.60 ppm arasında olduğunu, Pb kirliliğinin yoğunluğu ile birikim miktarı arasında artı yönlü bir ilişki bulunduğunu belirlemişlerdir.

Krishnayya ve Bedi (1986), “Otomobilden Kaynaklanan Pb Kirliliğinin *Cassia tora* L. ve *Cassia occidentalis* L. Bitkilerinde Oluşturduğu Etkiler” isimli çalışmalarında, bu türlerin çiçek tozu çimlenmesi ve tohum üretme yetenekleri üzerinde durmuşlardır. Yaptıkları incelemelerde; otoyola yakın olan bitkilerdeki polen çimlenmesi ve tohum oluşum oranında azalma olduğu, otoyoldan artan mesafe ile birlikte bu azalmanın değiştiği, 60 m mesafede ise oranların normale yakın değerlere döndüğü belirlenmiştir. Araştırmacılar, bitkilerde oluşan bu etkilerin bitki bünyesinde biriken Pb miktarından kaynaklandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Sarkar ve ark. (1986), “Otomobil Egzos Gazı Kirliliğinin Bir Belirtisi Olarak Geniş Yapraklı Doğal Bitki Yapraklarındaki Peroksidaz ve Kataliz Aktivitelerinin Hızlanması” isimli çalışmalarında, trafiğin yoğun olduğu bir yol kenarında yer alan bitkilerin peroksidaz kataliz aktivitelerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, yoldan olan mesafe ile bitkilerdeki bu aktivitelerin hızlanması arasında yakın bir ilişki olduğu ve bu iki fizyolojik karakteristiğin otomobil egzos gazı kirlilik düzeylerinin belirlenmesinde bir indikatör olarak hizmet edebileceği sonucuna varmışlardır.

Türkan (1986), “İzmir İl Merkezi ve Çevre Yolları Kenarında Yetişen Bitkilerde Pb, Zn ve Cd Kirlenmesinin Araştırılması” konulu çalışmada, İzmir ve

çevre yolları kenarında yetişen ve kültürü yapılan 19 bitki türünde (okaliptüs-*Eucalyptus camaldulensis*, dut-*Morus alba*, delice-*Olea europaea* var. *sylvestris*, menengiç-*Pistacia terebinthus*, kermes meşesi-*Quercus coccifera*, hayıt-*Vitex agnus-castus*, kamış-*Phragmites australis*, hindiba-*Cichorium intybus*, kantaron-*Hypericum triquetrifolium*, ebegümeçi-*Malva sylvestris*, ipek otu-*Inula graveolens*, adi kekik-*Thymus capitatus*, *Marrubium vulgare*, *Oryzopsis coerulescens* kavun-*Cucumis melo* ve mısır-*Zea mays*) Pb, Zn ve Cd birikimlerini incelemiştir. Farklı trafik yoğunlukları olan bu yol kenarından alınan örneklerin analizleri sonucunda; trafiğin yoğunluğundaki artışa bağlı olarak bitkilerdeki Pb, Cd ve Zn birikiminin de arttığı, yoldan olan mesafe arttıkça birikimin azaldığı belirlenmiştir. En yüksek birikimin *Inula graveolens*, *Morus alba*, *Oryzopsis coerulescens* ve *Thymus capitatus* türlerinde olduğu ve bu sonucun yaprak tüylülüğünden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Bereket ve Yücel (1990), “Eskişehir’de Trafik Kökenli Ağır Metal Kirliliğinin İzlenmesi” adlı çalışmada, farklı trafik yoğunluklarına sahip 20 bölgedeki karakavak (*Populus nigra* subsp. *nigra*) yapraklarından yararlanarak Pb, Cd ve Zn gibi ağır elementleri izlemek için biyolojik yeni bir yöntem araştırmışlardır. Çalışmada; Cd ve Zn değerlerinin tavsiye edilen maksimum değeri aşmadığı ve trafik yoğunluğu ile Cd ve Zn değerleri arasında kullanılabılır bir ilişki olmadığı, ancak Pb değerleri ile trafik yoğunlukları arasında artı yönlü bir ilişkinin olduğu ve maksimum Pb değerinin istenilen en yüksek değerden üç kat daha fazla olduğu bulunmuştur.

Bingöl (1992), “Ankara Cadde Ağaçlarından *Aesculus hippocastanum* L.’da Pb Birikimi” adlı çalışmasını, Ankara’da trafiğin çok yoğun olduğu Döğol Caddesi’nde (4825 araç/saat) karşılıklı dikili (alle) atkestanesinin yaprak, dal ve kabuk dokularındaki Pb birikiminin 12 aylık değişimini izleyerek yürütmüştür. Araştırmacı; bitki organlarındaki Pb birikiminin aydan aya çok farklılık gösterdiğini, yapraklardaki birikimin diğer organlara göre daha geniş yüzeyli ve atmosferle doğrudan gaz alışverişi yapabilmesi gibi nedenlerle en yüksek olduğunu, bunu kabuk dokusunun pürüzlü yüzeye sahip olması nedeniyle takip ettiğini ve en az birikimin ise dallarda olduğunu belirlemiştir.

Jahan ve Iqbal (1992), “Trafik Kaynaklı Egzoz Gazı Kirliliğinden Etkilenen Farklı Bitki Türü Yapraklarında Morfolojik ve Anatomik Çalışmalar” adlı araştırmada, üç bitki türündeki (sıtma ağacı-okalıptus-*Eucalyptus* sp., Benegal inciri-*Ficus bengalensis*, peygamber ağacı-*Guajacum officinale*) morfolojik ve anatomik değişiklikleri incelemişler ve bu değişikliklerin sadece kirli kent merkezinde ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Bu etkiler *G. officinal* türünde yaprak sapı uzunluğu, yaprakçık alanı ve uzunluğunda, *F. bengalensis* bitkisinde süngerimsi parankimada ve *Eucalyptus* sp.’ta ise epidermisde önemli oranda azalma olarak saptanmıştır.

Karademir (1992), “Ankara’nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim Bitkilerinde Egzoz Gazlarından Gelen Ağır Metal Birikimi” isimli çalışmasında, İngiliz çimi (*Lolium* ssp.), yumak otu (*Festuca* sp.) ve karahindiba (*Taraxacum* sp.) türlerindeki Pb birikimini araştırmıştır. Araştırmacı en yüksek Pb birikimini *Graminea* familyası üyesi bitki yapraklarında saptamıştır. Ancak bu türlerde, yağışla birlikte yapraklardaki Pb miktarının azaldığı, ancak köklerde azalma yerine artış olduğu belirlenmiştir. Karahindiba bitkisinde ise, diğer iki türden farklı olarak yağış ile yapraklardaki kurşunun azalmadığı saptanmış; bu türün yapraklarının daha geniş ve tüylü olması nedeniyle kurşunu tutabildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca belirli aralıklarla biçim işleminin köklerde olduğu gibi yapraklardaki Pb değerinin düzenli artışına izin vermediği belirtilmiştir. Çim türlerinin saçak köklü olması nedeniyle, kazık köklü karahindiba bitkisine oranla fazla Pb biriktirdiği ortaya konulmuştur.

Capannes ve ark. (1993), “*Quercus ilex* L. Bitki Yapraklarının Hava Kirliliğinin Bir Monitörü Olarak Kullanılabilirliği” adlı çalışmalarında, bu türün yapraklarının trafikten kaynaklanan kirlilik değerlerinin belirlenmesinde uygun bir biyolojik araç olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Onasanya ve ark. (1993), “Yol Kenarı Vejetasyonundaki Pb İçeriğinin Atmosferik Kirliliğinin Belirleyicileri Olarak Kullanılması” konulu çalışmalarında, Nijerya’nın Ibadan şehrindeki 31 farklı bölgeden 6 bitki türünün yapraklarındaki Pb içeriklerini araştırmışlardır. Analizlerde; yol kenarından 5 m uzaklıkta ve trafik yoğunluğunun düşük olduğu yerleşim bölgelerde Pb yoğunluğu 47-115 ppm, yüksek olduğu ticari bölgelerde ise 165-312 ppm olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada yoldan 50 m uzaklıktaki Pb yoğunlaşması ise 12-32 ppm’dir.

Şanda (1993), “Konya İli Merkezi ve Çevre Yollarındaki Bitkilerde Ağır Metal Birikimi” konulu çalışmasında, odunsu (herdemyeşil ve yaprakdöken) ve otsu bazı bitki türlerinde (dişbudak-*Fraxinus excelsior*, çınar-*Platanus orientalis*, at kestanesi-*Aesculus hippocastanum*, Toros sediri-*Cedrus libani*, mazı-*Thuja orientalis*, *Alhagi pseudoalhagi* ve *Centaurea virgata*) Pb birikimini araştırmıştır. Araştırmacı birikimin bitki kısımlarında farklı olduğunu saptamış ve bu durumun bitki organlarındaki yüzey yapılarının etkisi ile açıklamıştır. Buna göre; genel olarak havadaki kurşun, en fazla geniş yüzeyli ve atmosferle sıkı gaz alışverişi içinde olmaları nedeniyle yapraklarda birikmekte, bunu pürüzlü yüzeyleri nedeniyle kabuklar izlemekte ve bitki dallarındaki birikim ise bu organlardan daha az olmaktadır. Araştırmacı sadece çınarda gövde kabuğunun pürüzlü ve levhalı yapıya sahip olması nedeniyle en fazla Pb birikiminin burada olduğunu bildirmiştir. Ayrıca herdem yeşil türlerin, yaprak dökenlere oranla daha fazla Pb biriktirdiği, otsu türlerde ise yoldan uzaklığa bağlı olarak Pb birikiminin değiştiği ve birikimin *Centaurea virgata* türünde daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Önalın (1995), “Ankara Cadde Ağaçlarından *Acer negundo* L.’da Ağır Metal Birikimi” konulu çalışmasını M. Fevzi Çakmak Caddesi’nde (trafik yoğunluğu ortalama 4660 araç/saat) yürütmüştür. Araştırmacı, bitkinin yaprak, meyve ve kabuğunda Pb, Cu ve Zn birikimini 7 ay süresince izlemiştir. Sonuçta; otobüs durağı ve kavşaklara yakın noktalardaki örneklerde birikimin fazla olduğu, yapraklardaki birikimin, kabuk ve meyvelere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Trafikğin daha yoğun olması nedeniyle kış aylarındaki birikimin diğer aylara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Topa (1995), “Ankara Cadde Ağaçlarından *Platanus orientalis* L.’de Ağır Metal Birikimi” konulu çalışması, Ankara’nın Silahlar Caddesi’nde (trafik yoğunluğu ortalama 2100 araç/saat) farklı noktalarda seçilen 10 ağacın (8 deney ve 2 kontrol) yaprak, meyve ve kabuk dokularından örnekler alınarak ve bu dokulardaki Pb, Zn ve Cu birikimi 5 ay süresince incelenerek yürütülmüştür. Aylar, trafik yoğunluğu, farklı organlar ve aylık yağış miktarlarına bağlı olarak birikimin değiştiği; en fazla birikimin orta refüj ve otobüs duraklarındaki bitki örneklerinde,

yapraklarda ve nispi nem ve yağışın fazla olduğu aylarda olduğu belirlenmiştir. Meyve yüzeyinin darlığı nedeniyle birikimin en düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Yücel (1996), “Asya Serve Kavağı (*Populus usbekistanica* Kom. subsp. *usbekistanica* cv. “Aghanica”) Kullanılarak Kütahya (Türkiye) İlinde Trafik Kökenli Pb, Cd ve Zn Kirliliğinin Araştırılması” adlı çalışmada, kent ulaşım sistemini temsil eden cadde ve bulvarlardaki 17 farklı alandan alınan yaprak örneklerinde Pb, Cd ve Zn değişimini izlemiştir. Araştırmada yıkanmamış yapraklarda; trafik yoğunluğu ile yapraktaki Pb miktarı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. En fazla Pb 22 mg/kg kuru madde olarak belirlenmiştir. Cd ve Zn miktarı ile trafik yoğunluğu arasında da bir ilişkinin olduğu, ancak sanayi alanlarının bunda etkili olduğu belirtilmiştir.

Hol ve ark. (1997), “Çoklu Değişim Analizinden Yararlanarak Norveç’in Bergen Şehrinin Bazı Yol Kenarındaki *Rhododendron* Yapraklarında Pb ve Cd Değerlerinin Araştırılması” konulu çalışmada; 10 farklı bölgedeki (5 bölge kirlî, diğer 5 bölge az kirlî) trafik yoğunluğu, yoldan olan mesafe ve yaprakların bitkideki konumu ile element birikimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Trafik yoğunluğu ile Pb birikimi arasındaki ilişkinin çok önemli olduğu, bu nedenle bu bitkinin yol kenarında oluşan Pb kirliliği için çok iyi bir biyoindeks olabileceği belirtilmiştir. Cd için bu tip bir ilişki saptanmamıştır.

Xiong (1997), “Yol Kenarındaki Öncü Tür *Sonchus oleraceus* L. Bitkisinde Pb Birikimi ve Artan Pb Miktarının Bitkide Oluşturduğu Fiziksel Etkiler” konulu çalışmada; farklı dozlarda (0, 800, 1600 ve 3200 mg kg⁻¹ kuru ağırlık) kurşun asetat uygulanan topraklarda *S. oleraceae* türünde ortaya çıkan bazı etkileri (Pb, biyomas ve klorofil içeriği, peroksidaz aktivitesi ve sürgün uzunluğu) belirlemişlerdir. Topraktaki kurşun miktarının artması ile klorofil, biyomas ve sürgün uzunluğu azalmış, buna karşın, bitki dokularındaki Pb miktarı ve peroksidaz aktivitesi artmıştır. En yüksek dozdaki uygulamada (3200 mg kg⁻¹ kurşun asetat) bitki yaprağında 65.67, köklerinde 1113.24 ve gövdesinde 149.82 mg kg⁻¹ Pb birikimi ortaya çıkmıştır. Sadece 3200 mg kg⁻¹ kurşun asetat uygulamasında bitkinin klorofil içeriği % 18, sürgün uzunluğu % 15 ve biyomas % 44 oranında artarken, peroksidaz aktivitesi % 39 azalmıştır. Sonuçta yol kenarı topraklarının ıslah edilmesinde bu

türün kullanılabilme potansiyelinin olduğu ve yol kenarı vejetasyonunun düzenlenmesi konusunda öneriler sunulmuştur.

Caselles (1998), “Bir Yol Kenarı Boyunca *Citrus* Bitkisindeki Pb ve Diğer Element Değerleri” adlı çalışmada, trafiği yoğun bir yol kenarındaki limonda (*Citrus limon* L.) yoldan 0-500 m mesafelerde alınan yaprak örneklerinde Pb, Cu, Mn ve Zn birikimindeki değişimler araştırılmıştır. Yapraklardaki Pb konsantrasyonu ile yola olan mesafe arasında bir ilişki olduğu; birikimin yola olan mesafe arttıkça azaldığı belirlenmiştir.

Amit ve ark. (2000), “Trafikten Kaynaklanan Egzoz Gazı Emisyonlarının İki Yol Ağacının Yaprak Yüzey Strüktüründe Oluşturduğu Değişimler” konulu çalışmalarında *Azadirachta indica* ve *Polyalthia longifolia* yapraklarında kutikula ve epidermal yapının trafiğin yoğun olduğu bölgelerde değiştiğini, epidermal hücrelerin ciddi bir şekilde zarar gördüğünü belirlemişlerdir.

Elik ve Akçay (2000), “Sivas Kenti’nde Ağır Metal Kirliliğinin Yerel ve Zamansal Değişimi” konulu çalışmalarında, 1992-1994 yılları yaz sezonunda, çimento fabrikası, hafif trafik yoğunluğuna sahip bir yerleşim alanı, ağır trafik etkisinde ve yoğun nüfusa sahip kent merkezi, endüstriyel üretim ve tamirhane merkezi, şehirler arası otobüs terminalinin bulunduğu yerleşim merkezi, yeşil alanın yoğun olduğu konut bölgesi ve kontrol alanı olmak üzere 7 noktada sarı çam (*Pinus sylvestris*) ve yalancı akasya (*Robinia pseudo-acacia*) türlerinin sürgünlerinde Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Fe ve Al birikimlerinin değişimini araştırmışlardır. Sonuçta; bütün noktalarda tüm elementler için *R. pseudo-acacia* bitki sürgünlerindeki birikim değerlerinin *P. sylvestris* türüne göre % 10-25 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar *R. pseudo-acacia* türünün etkinliğini hızlı büyüme, yaprakların az yoğun olması ve yaprak yüzeyinin yapışkanlığı ile ilişkilendirmişlerdir. Araştırmada Pb kirliliği ile trafik yoğunluğu, Fe ve Al kirliliği ile çimento fabrikası emisyonları ve Cd kirliliği ile endüstriyel emisyonlar arasında bir paralellik olduğu belirtilmiştir.

Viskari ve ark. (2000), “Norveç’teki Trafik Kirliliğinin Belirteci Olarak *Picea abies* L. Bitkisi ile Bu Bitkinin Konukçusu Olan Yaprak Bitlerinin Kullanılabilirliği” konulu çalışmalarında, otoyol, cadde ve tali yol olmak üzere üç farklı trafik yoğunluğundaki yollardan iki yıllık *Picea abies*-Avrupa ladini ibreleri ve

konukçusu *Cinara pilicornis* örneklerinde, eriyebilir N ve serbest aminoasit, C ve NO_x miktarı ile yaprak bitinde büyüme ve üreme durumlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, serbest aminoasit miktarının otoyol ve cadde boyunca kontrol bölgesine göre azaldığını, yaprak büyümesinde bir değişiklik ve yaprak bitinin büyüme oranında bir artış olmadığını, ancak doğal düşmanlarının olmaması ve mikroklimatik koşulların daha uygun olması nedeniyle üremede bir artış olduğunu belirlemişlerdir.

Caselles ve ark. (2002), “*Petunia* Bitkilerinde Taşıt Emisyonlarından Kaynaklanan İz Element Kirliliğinin Değerlendirilmesi” konulu çalışmada, kent içinde trafiğin yoğun olduğu alanlar ve kent dışından olmak üzere iki farklı alandan alınan bitki yapraklarında (yıkılmış ve yıkanmamış) iz elementlerin değişimini incelemişlerdir. Kentsel alandan alınan örneklerde yıkama işlemi ile bazı element miktarlarında azalmalar olduğu (Al, Fe ve Pb’da % 45, Mn, Cu ve Zn’da % 15), yıkanmış yapraklarda büyüme mevsimi boyunca Fe, Cu, Al, Ni ve Pb değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada bu türün yaprakları tarafından Pb, Ni, Al ve Fe’in emilebildiği ortaya konulmuştur.

Olivares (2003), “Kurşunun Yol Kenarı Otomobil Kirliliğine Maruz Kalan *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Bitkisinin Kimyasına Etkisi” adlı çalışmada, farklı trafik yoğunluğu (düşük ve yüksek) olan yol kenarlarındaki *T. diversifolia* türünün yaprak ve köklerindeki bazı elementlerin (Pb, Cr, Al, Fe, Cu ve Ni) miktarı ile yapraklardaki klorofil, karotin miktarları ve yağ peroksidasyonundaki değişimleri incelemiştir. Çalışmada, trafiğin yoğun olduğu yol kenarındaki bitkilerde yaprak ve köklerde Pb miktarının yüksek olduğu, Cr, Al, Fe, Cu ve Ni miktarlarının ise yapraklarda yüksek olmasına karşın, köklerde farklılık göstermediği belirlenmiştir. Yaprak klorofil ve karotin miktarları, klorofil a/b oranları ve yağ peroksidasyonları arasında ise önemli bir fark bulunmamış, ancak Pb kirliliği ile yaprak ve köklerde, bazı aktivitelerde farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Onianwa ve Ajay (2002), “Nijerya’nın Kuzey ve Güney-Doğu Bölgelerindeki Yol Kenarlarında Yer Alan Likenlerin Ağır Metal İçerikleri” konulu araştırmalarında, güney-doğu bölgesindeki Pb değerlerinin kuzey bölümündekilere oranla daha yüksek olduğunu belirterek, otomobil emisyonlarının likenlerdeki birikim için ana kaynak olmayabileceğini belirtmişlerdir.

Pal ve ark. (2002), “Bitkilerin Taşıtlardan Kaynaklanan Egzoz Gazı Kirliliğine Karşı Direncinde, Mikro-Morfolojik Yaprak Yüzey Karakterleri Bir Rol Oynar mı ?” adlı çalışmalarında, farklı trafik yoğunluğu (düşük ve yüksek) koşullarında yol kenarlarında yetişen bazı bitki türlerinin (kuşkonmaz-*Asparagus racemosus*, *Azadirachta indica*, gelin duvağı-*Bougainvillea spectabilis*, *Cassia fistula*, *Ficus religiosa*, zakkum-*Nerium indicum*, *Polyalthia longifolia*, *Thevetia neriifolia*) yapraklarındaki yapısal değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar kirli bölgelerdeki bitkilerde yaprak yüzey dokusunun önemli derecede değiştiğini, epidermel hücrelerin büküldüğünü, hücre sınırlarının düzensiz birleştiğini, stoma sayısı ve tüy uzunluğunun iki kat arttığını, ancak fenolojide herhangi bir değişiklik olmadığını belirlemişlerdir. Sonuçta bitkilerin tüm bu değişikliklere rağmen normal görüldüğü ve sağlıklı kalabildiği bulgusundan yola çıkılarak çalışılan tüm türlerin bu tür kirliliklerin olduğu alanlarda kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Moreno ve ark. (2003), “Ağaç Yapraklarının Magnetik Özelliklerini Kullanarak Roma’daki Trafikten Kaynaklanan Hava Kirliliğinin İzlenmesi” konulu çalışmalarını iki aşamada yürütmüşlerdir. İlk aşamada aynı bölgedeki iki farklı bitkiden örnekleme yaptıkları yaprakların manyetik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Yaygın olması nedeniyle *Quercus ilex*-pırnal meşesi (herdemyeşil) ve *Platanus* sp. (yaprakdöken) ağaç türleri tercih edilmiş; analizler sonucunda; meşe yapraklarının manyetik özelliklerinin çınardan daha yüksek olduğu bulunmuş, bu durumun meşenin herdemyeşil yapraklı olmasından kaynaklandığı fikri benimsenmiştir. İkinci aşamada yapraklardaki manyetik özellikler ile trafikten kaynaklanan kirlilik arasındaki ilişki araştırılmıştır. Sonuçlarda; yol kenarından alınan bitki yapraklarındaki manyetik duyarlılık ile kontrol bölgesinden alınan örneklerdeki manyetik duyarlılık arasında güçlü farkların bulunduğu, trafiğin yoğun olduğu yol kenarındaki ağaç yapraklarının manyetik partiküllerin tane büyüklüğü nispeten daha büyük ve konsantrasyon daha yüksek iken, yoldan mesafenin artmasıyla yaprakların manyetik partiküllerinin tane büyüklüğünde ve konsantrasyonunda azalmanın olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar yaprakların manyetik özelliklerinin trafik kirliliği ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Yapılan bu çalışma ile hızlı ve pahalı olmayan ağaç yapraklarındaki manyetik sorveyin kent çevrelerinde yüksek kirliliğin

olduğu alanların belirlenmesinde klasik hava kalitesini izleme sistemlerine alternatif olarak kullanılabileceği ileri sürülmüştür.

Yılmaz ve ark. (2003), “Bazı Makrofunguslarda Ağır Metal Değerleri” adlı çalışmalarında, 1998-1999 yıllarında Balıkesir-Manisa karayolu çevresinde bulunan çeşitli mantarlarda (24 türe ait 256 örnek) Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Cd, Ni ve Pb birikimlerini incelemişlerdir. En yüksek Fe, Mn, Co ve Cd zehirli bir tür olan *Omphalotus olearius*’da, en yüksek Pb ve Zn *Lycoperdon perlatum*’da, en düşük Cu, Mn ve Fe ise yenilebilen bir mantar türü olan *Laetiporus sulphureus*’da saptanmıştır.

Stanislaw ve Raczka (2004), “Kent Bölgesinde Kültüre Alınmış Bitkilerde PAH ve Pb Birikimi” konulu çalışmalarında farklı bitki türlerinde (*Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*, *Betula pendula*, *Caragana arborescens*, *Gleditsia tricanthos*, *Laburnum anagyroides*, *Lycium barbarum*, *Robinia pseudo-acacia* ve *Tamarix tetrandra* Pb değerlerini, bazı türlerde de *Amorpha fruticosa*, *Lycium barbarum*, *Robinia pseudo-acacia* ve *Tamarix tetrandra*) 17 farklı PAH’nin tutulma miktarlarını araştırmışlardır. Trafiğin yoğun olduğu yol kenarları ile yoldan farklı mesafelerdeki bitki yaprakları ve 1-2 yaşlarındaki gövde örneklerinde, hem Pb hem de PAH alımının bitkiler arasında farklılık gösterdiği, birikim ile yola olan mesafe arasında bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur.

2.2. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. ile İlgili Çalışmalar

Wu ve Antonovics (1976), “Yol Kenarındaki *Cynodon dactylon* (L.) Pers. ve *Plantago lanceolata* L. Bitkilerinde Pb Toleransı ve *Plantago*’da Deneysel Ekolojik Genetikler” konulu çalışmada; *P. lanceolata* türünde Pb birikiminin yola yakın örneklerde uzak olanlara göre daha yüksek olduğunu, bitkinin kurşunu tohumlarına aktardığını, *C. dactylon* türünde ise birikimin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Singh ve ark. (1997), “Taşıt Emisyonlarından Kaynaklanan Atmosferik Pb Kirliliği ve Bu Kirliliğin Bitkilerde, Toprakta ve Süt Örneklerindeki Değerleri” adlı araştırmalarında, Hindistan’ın Lucknow kenti yakınlarındaki iki otoyol kenarının toprakları ile bazı bitki türleri (kolokas-*Colocasia esculentum*, bermuda çimi-*Cynodon dactylon*, lif kabağı-*Luffa cylindrica*, çeltik-*Oryza sativa*) ve bu bitkilerle

beslenen hayvanların süt örneklerinde Pb değerlerinin değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar; Pb miktarının tüm bitkilerde özellikle köklerde yüksek olduğunu, yola olan mesafenin artışı ile tüm örneklerde bu miktarın azaldığını, ancak toprak örneklerinde 15 cm derinlikten alınan örneklerde bile yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca alanlarda baskın durumda bulunan bermuda çimi ile beslenen hayvanların süt örneklerinde de yüksek miktarda Pb saptanmıştır.

Lannotti ve ark. (2000), “Hava Kalitesinin Belirlenmesinde Polenlerinin Yaşam Kabiliyetinin Biyoindikatör Olarak Kullanılması” konulu çalışmalarında, Perugia (İtalya) şehrinde farklı yoğunluktaki trafikle (çok yüksek, orta ve düşük) bazı bitki (çit sarmaşığı-*Convolvulus sepium*, bermuda çimi-*Cynodon dactylon*, havuç-*Daucus carota*, orman sarmaşığı-*Hedera helix*, yapışkan otu-*Parietaria diffusa*, pırnal meşesi-*Quercus ilex*, küçük yapraklı ıhlamur-*Tilia cordata*) polenlerinin yaşam yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmacılar; polen yaşam yeteneğinin genel olarak kirlilikle ters orantılı olduğunu, bölgeler arasında en büyük farkın ıhlamurda ortaya çıktığını, ancak meşede önemli bir fark oluşmadığını, *Parietaria diffusa* türünde ise tam tersine polen yaşam yeteneğinin kirli alanlarda en yüksek düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak; polen yaşam yeteneğindeki değişkenliğin ana kaynağının bitki ve yetiştiği alan olduğu; alanla bitki arasındaki etkileşimin polen yaşam yeteneğinde çok önem taşıdığı saptanmıştır.

Luilo ve Othman (2003), “Metropolitan Bölgede Yer Alan Doğal Çimlerdeki Ağır Metal Değerleri” konulu çalışmalarında, yol kenarındaki bermuda çiminde bazı ağır metallerin (Cd, Pb, Mn ve Zn) değişimini araştırmışlardır. Araştırmacılar Pb ve Zn’nun ortalama değerlerinin yoldan 15 m uzaklığa kadar değişim gösterdiğini ve değişimin trafik yoğunluğu ile artı yönde bir ilişkisinin olduğunu, ancak Cd ve Mn’da aynı ilişkiye rastlanmadığını belirlemişlerdir. Sonuçta; çimlerde biriken Pb ve Zn’un araç trafiğinden kaynaklandığını, yol kenarındaki bu alanlarda otlatma yapılmaması gerektiğini vurgulamışlardır.

2.3. *Nerium oleander* L. ile İlgili Çalışmalar

Portillo ve ark. (1994), “Venezuela’nın Maracaibo Kentinin Kuzey Bölgesinde Pb’dan Kaynaklanan Çevresel Kirliliğin Belirlenmesinde *Nerium oleander* L. Türünün Belirleyici Olarak Kullanılması” konulu çalışmalarında, farklı yoğunlukta trafiği olan üç (düşük, orta ve yüksek) yolda beş farklı bölgeden alınan bitki yaprak ve kök bölgesi toprağında Pb miktarlarını incelemişlerdir. Trafik yoğun olduğu bölgelerde Pb değerlerinin yüksek olduğunu, bitki ve toprakta oluşan Pb kirliliğinin dağılımında, emisyon kaynakları ile topraktaki organik madde oranının da etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Sawidis ve ark. (1995), “Ağaçları Biyolojik İndikatör Olarak Kullanarak (Yunanistan) Selanik Şehrindeki Ağır Metal Yoğunluklu Hava Kirliliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma” konulu çalışmalarında bazı tür bitki (kurtbağrı-*Ligustrum vulgare*, *Nerium oleander*, zeytin-*Olea europaea*, kızılçam-*Pinus brutia*, çınar-*Platanus orientalis*, akkavak-*Populus alba*, karakavak-*Populus nigra*, *Robinia pseudo-acacia*) yapraklarında Cu, Zn ve Pb birikim miktarını incelemişlerdir. Kirliliğin oluşmasında kavşakların, trafik yoğunluğundan daha etkili olduğu belirlenmiş ve bitkinin bulunduğu yerin önem kazandığı vurgulanmıştır. Araştırmacılar, sonbaharda alınan yaşlı yapraklarda ilkbahardaki genç yapraklara göre kirlilik miktarının daha fazla olduğunu, dış yaprak yüzeylerindeki pürüzlülüğün partiküllerin tutulmasında katkısı bulunduğunu, bu durumun bitki türlerindeki birikim farklarının oluşmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Aksoy ve Öztürk (1997), “*Nerium oleander* L.’nin Akdeniz Bölgesi’ndeki Kurşun ve Diğer Ağır Metal Kirliliğinde Bir Biyomonitör Olarak Kullanılması” konulu çalışmalarında; Antalya ilinde kent yol kenarları, kent içi, kent parkları ve kırsal (kontrol) kesimden olmak üzere 53 farklı alanda yetişen zakkum yapraklarında (yıkanmış ve yıkanmamış) ve toprak örneklerinde, Pb, Cd, Zn ve Cu miktarlarının değişimini incelemişlerdir. Elde edilen verilerde; yıkanmış ve yıkanmamış yaprak örneklerinde bu kirlleticilerin değerleri arasında farklar olduğu, yıkanmış yaprak örnekleri ile toprak yüzeyindeki miktarlar arasında da önemli bir ilişkinin bulunduğu

belirlenmiştir. Sonuç olarak türün ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde kullanımının yararlı olabileceği ileri sürülmüştür.

Chronopoulos ve ark. (1997), “Yunanistan’ın Atina Şehrindeki Kent Parklarında Cd ve Pb Birikiminin Bitki ve Topraktaki Değişimleri” isimli çalışmalarında iki parkta iki bitki türü (*Pittosporum sinensis*, *Nerium oleander*) ve toprak örneklerinde yoldan uzaklaştıkça ortaya çıkan Cd ve Pb birikimini incelemişlerdir. Parkın yol kenarında yer alan bitkilerden alınan yaprak örneklerinde her iki elementin de birikim değerinin önemli derecede yüksek olduğu, parktan içeriye doğru gidildikçe değerlerde azalmaların başladığı, özellikle 60 m uzaklıkta değerlerin neredeyse kontrol değerlerine ulaştığı saptanmıştır. Araştırmacılar bitki ve toprakta belirlenen kirlilik derecesinin sadece mesafeye değil, aynı zamanda vejetasyonun strüktürü ve yoğunluğu, yaprak yüzey durumu, trafik yoğunluğu ve rüzgarın hızı ile de ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Jesus ve ark. (2000), “Kirliliğin İzlenmesinde Sinkrotron Yayılımı X-Işını Flüoresans Analizi Kullanılarak *Nerium oleander* L. Yapraklarındaki İz Elementlerinin Belirlenmesi” adlı çalışmalarını, Brezilya’nın Rio de Janerio kentinin farklı trafik yoğunluklarına sahip caddelerinde yürütmüşlerdir. Nisan ve Aralık aylarında alınan örneklerde yapılan analizlerde; Ti, V, Fe ve Zn içeriklerinin trafiğin yoğun olduğu bölgelerin yıkanmış yaprak örneklerinde bile çok yüksek olduğu, buna karşın, Mn, Co, Cu ve Ni yönünden örnekler arasında önemli bir fark oluşmadığı belirlenmiştir. Brezilya’da uzun yıllardır kurşunsuz benzin kullanılması nedeniyle Pb değerinde bir değişime rastlanmadığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, bu sonuçlara dayanarak zakkumun, yapraklarının havadan elementleri emme yeteneğinde olduğu için bir çevresel indikatör olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Dongarrà ve ark. (2003), “(İtalya, Sicilya) Messina Şehrindeki Antropojenik Partikül Emisyonlarının *Nerium oleander* L. Yaprakları ve Yolda Oluşan Toz Partiküllerine Etkileri” konulu çalışmalarında, bitki yaprakları ve toz partiküllerin element içeriklerini incelemişlerdir. Havadaki partiküllerin önemli derecede element içerdiğini ve bu elementlerin özellikle trafiğin en yoğun olduğu kentsel bölgelerde en yüksek değeri gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar bu çalışma ile hem bitki hem de toz partiküllerinde belirledikleri Pb kirliliğinin trafiğin yoğun olduğu yolları

tanımladığını, bu elementlerin dışında Pt, Pd, Sb, Au, Br, Zn, Cu, Mo ve Cd gibi elementlerin de önemli derecede yoğun olduğunu ve bu yoğunluğun da özellikle trafikten kaynaklandığını ortaya koymuşlardır.

2.4. *Pinus pinea* L. ile İlgili Çalışmalar

Bayçu ve ark. (1999), “Ağır Metal Stresi ve Peroksidazlar: *Pinus pinea* L. Türünde Cd ve Pb Birikimine Tepki Olarak Klorofil İçeriği ve Peroksidaz Aktivitesi” adlı çalışmalarında, İstanbul ilinde bu elementlerin fıstık çamı ibreleri ile topraktaki birikim değerleri, yapraklardaki klorofil içeriği ve peroksidaz aktivitesine etkisi araştırılmıştır. Yapılan analizlerde; en yüksek Cd ve Pb değerleri, iki yaşındaki yıkanmamış ibreler ve kent merkezinde trafiğin yoğun olduğu bölgelerden alınan toprak örneklerinde saptanmıştır. Genel olarak iki yıllık yapraklarda bir yıllık olanlara göre daha yüksek klorofil olduğu, ancak kirlilik yoğunluğunun artmasına bağlı olarak tüm yaprak örneklerinde azaldığı, peroksidaz aktivitesinin ise kirlilikle paralellik göstererek arttığı, kirliliğe daha uzun süre maruz kalmaları nedeniyle özellikle iki yıllık ibrelerde bu artışın daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

Alessio ve ark. (2002), “(Lazio-İtalya) Kıtsal alanlarından ve Roma’da Örneklem Yapılan Herdemyeşil Türlerin Yapraklarındaki Radyokarbonların Kent Kirliliğinin Canlı Belirleyicisi Olarak Kullanılması” isimli çalışmalarında, kentsel bölgelerdeki atmosferik gaz karışımında trafikten kaynaklanan yapay kaynakların katkısını tahmin etmede ^{14}C ’un kullanılabilirliğini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada, güvenilir olması ve örneklem kolaylığı nedeniyle herdemyeşil (*Quercus ilex* ve *Pinus pinea*) türlerin yapraklarından yararlanmışlardır. Roma’da bir kent parkının yol kenarından itibaren iç kısmı boyunca üç yıllık sürede bu bitki yapraklarındaki izotopik (^{14}C , ^{13}C), kimyasal (Pb konsantrasyonları) ve ekofiziksel parametreler (gazsal değişimler, yaprak klorofili) incelenmiştir. Sonuçta; parkta yol kenarından iç kesimlere doğru gidildikçe kirliliğin azaldığı, özellikle 300 m mesafede bu azalma oranının % 0.3-11.7’ye ulaştığı belirtilmiş, yola yakın kesimlerde ise kirliliğin arttığı, bunda yakıttan oluşan CO_2 ’in katkısının (% 5) olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal**

Araştırma, Eylül 2005-Mayıs 2006 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi yerleşke alanındaki ana yollarda yürütülmüştür. Toplam 22 000 da alana yayılan kampüs Adana kent merkezine 10 km uzaklıktadır. Gündüz nüfusun 25 000'in üzerine çıktığı yerleşkede ulaşım için toplu taşıma araçları ve otomobil kullanılmaktadır (Anonim, tarihsiz b) (Şekil 3.1). Araştırma alanı olarak seçilen ilk alan Üniversiteye ulaşımında kullanılan ana aks üzerinde, ikinci alan ise öğrenim dokusu içerisinde (Şekil 3.2). Alana ilişkin uydu görüntüsü 2003 tarihli IKONOS'dan elde edilmiştir. Kontrol olarak düşünülen üçüncü alan ise en yakın tali hattından yaklaşık 50 m içeride olacak şekilde seçilmiştir.

Örnekler Ç.Ü.Z.F. Toprak Bölümü ve Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında analize hazırlanmıştır. Pb ve Cd analizleri ise yine Toprak Bölümü laboratuvarında ICP cihazı kullanılarak yapılmıştır. Sayısal verilerin değerlendirilmesinde, ortalamalar arasındaki farklılıklar için SPSS 11.0 programından yararlanılmış ve önemlilikler "Duncan testi" ile saptanmıştır.

3.1.1. Bitkisel Materyal

Araştırmada bitkisel materyalin belirlenmesinde araştırma alanında saptanan türler dikkate alınmıştır (Ek 1). Yapılan seçimde 1) Yerörtücü-çim, çalı ve ağaç türlerinden olmak üzere değişik katmanları temsil etmeleri, 2) Herdemyeşil olmaları, 3) Kentsel mekanlardaki yol ağaçlandırmalarında kullanıma uygun ve Adana kent merkezindeki yollarda kullanılmış olmaları, 4) Araştırma alanının trafikten kaynaklanan kirlilik derecelerine göre sınıflandırılan bölgelerinde, yol kenarından 0-10 m uzaklıktaki kısmında istenilen özelliklerde ve tekrarlanabilir miktarda yer almaları gibi özellikler göz önünde bulundurulmuştur. Bu özellikler dikkate alınarak araştırma alanında yapılan sörvey sonucunda yerörtücü-çim olarak *Cynodon dactylon*

(L.) Pers. (Bermuda çimi), çalı olarak *Nerium oleander* L. (Zakkum) ve ağaç olarak da *Pinus pinea* L. (Fıstık çamı) seçilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma Alanındaki Trafiğin Genel Görünümü



Şekil 3.2. Araştırma Alanı

3.1.1.1. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Bermuda Çimi)

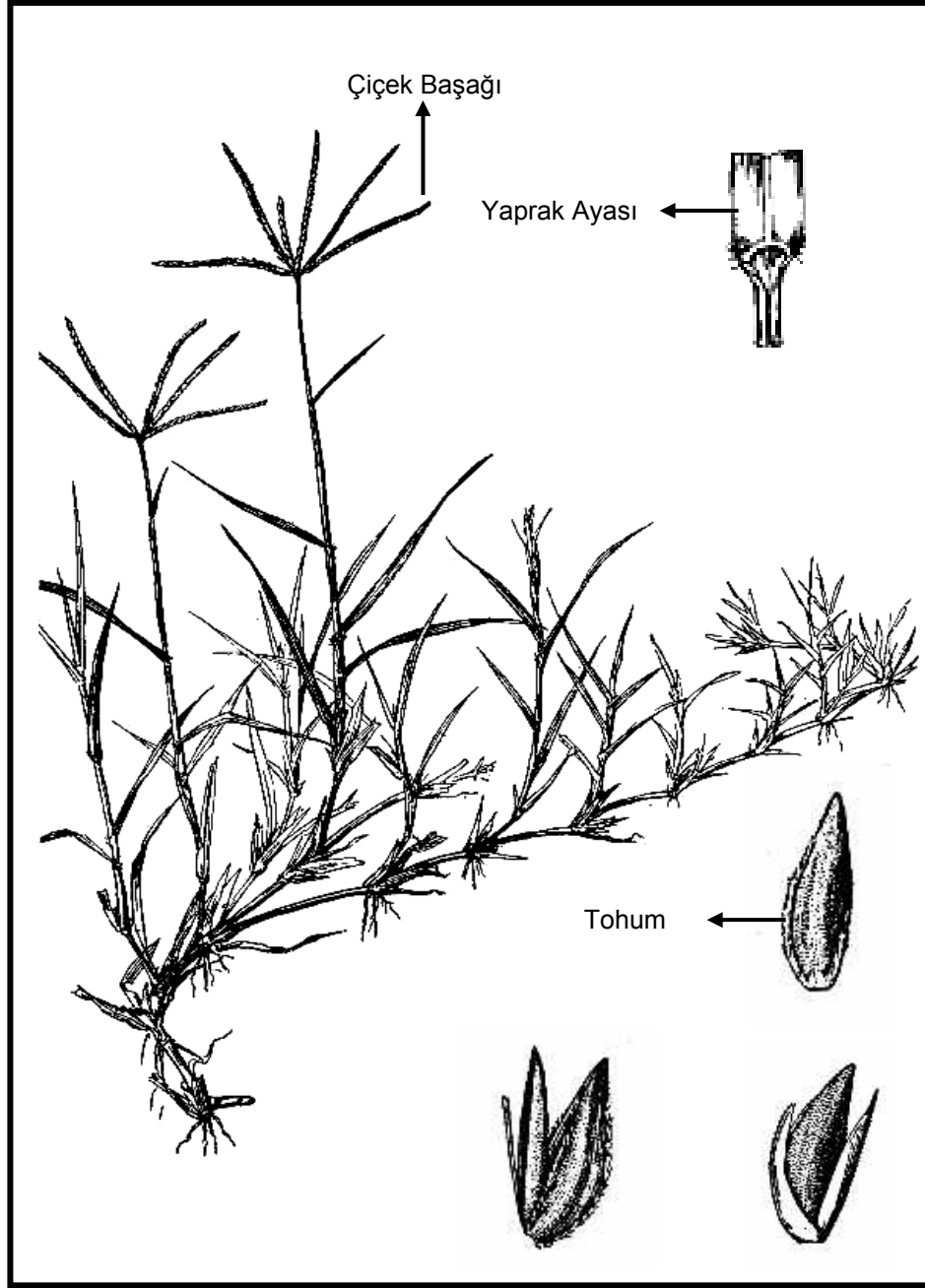
Akdeniz iklim kuşağında yaygın olan ve bölgemizde çok kullanılan bu çim türü, ülkemizde Köpek dişi, Ayrık otu ya da Bermuda çimi gibi isimlerle anılır. *Poaceae* (Buğdaygiller) familyası içinde yer alan *Cynodon dactylon* (L.) Pers. dayanıklı, hızlı gelişim gösteren, çok yıllık bir sıcak iklim çimidir (Oudhia, 2001; Uzun, 1997).

Ortalama 9-40, nadiren 90 cm boya ulaşan tür, stolon ve rizomlarıyla gelişir (Şekil 3.3). Yaprak ayası 2.5-20 cm uzunluk ve 2-6 mm genişlikte, biraz kaba dokulu ve sivri uçlu olup; parlak, sarı-yeşil ve mat mavi-yeşil renklerde olabilir (Şekil 3.4). Çiçekleri 15-100 cm uzayabilen sapların uç kısmında, tek noktadan çıkan yıldız ya da parmak şeklinde dizili 3-7 adet başak üzerindedir. Başaklar 2,5-10 cm uzunluğunda olup çok sayıda başakçıkta oluşur. 2-2.5 mm uzunluktaki bu başakçıklar, başak üzerinde tek taraflı olarak 2 sıra halinde dizilidir. Her başakçıkta bir adet çiçek bulunur. Çok ince ve küçük olan tohumları ise kahve rengindedir (VTWIG, tarihsiz) (Şekil 3.5).

En iyi gelişimi besin maddeleri yönünden zengin, iyi drenajlı, pH'sı 6.0-7.0, nemli ve orta bünyeli topraklarda olmasına rağmen, çok asitli (pH 4.3) ve bazik (pH 8.4), ağır (killi) ve hafif bünyeli (kumlu) gibi ekstrem toprak koşullarında bile yaşamını sürdürebilir (Duke, 1983; Uzun, 1997).

Kurağa dayanıklı olan bitki aynı zamanda, su baskınları ve toprak tuzluluğuna karşı da yüksek toleranslıdır. Maksimum büyüme 24-38 °C sıcaklıklarda olup; 5-7 °C'ye düştüğünde toprak üstü aksamı sarararak bitki dinlenmeye girer. Ancak, rizomlar canlı kaldığı için bir sonraki yaz döneminde yeniden gelişmeye başlar. Güneşli alanlarda iyi gelişen bu çimin gölge alanlara dayanıklılığı son derece zayıftır (Newman, 1992).

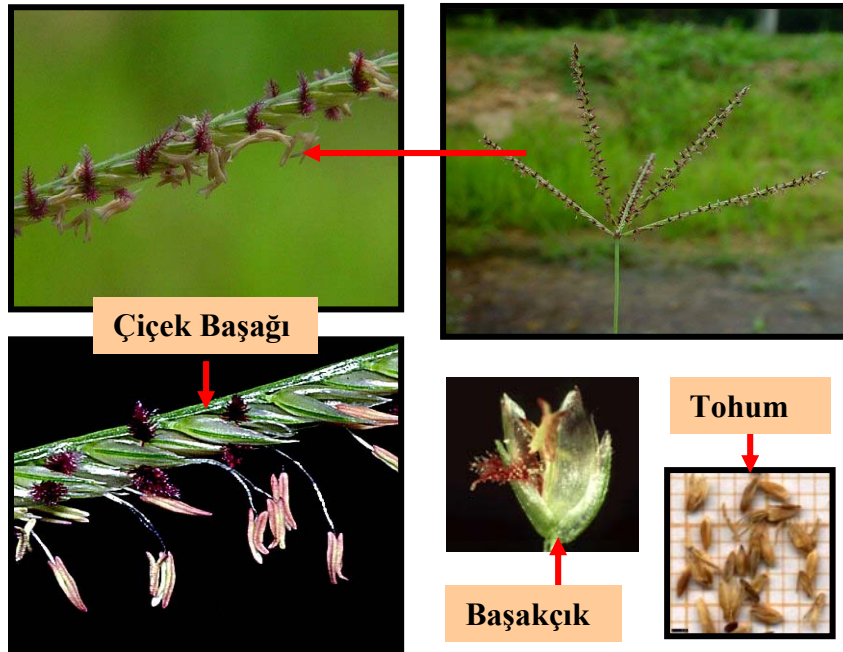
Yukarıda sayılan bu özellikleri ile birçok sorunlu alanda da (erozyon kontrolü, kirli alanların ıslahı, tuzlu alanlar, vd) kullanılabilir (VTWIG, tarihsiz).



Şekil 3.3. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Türünün Genel Yapısı (Hitchcock, 1950)



Şekil 3.4. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.



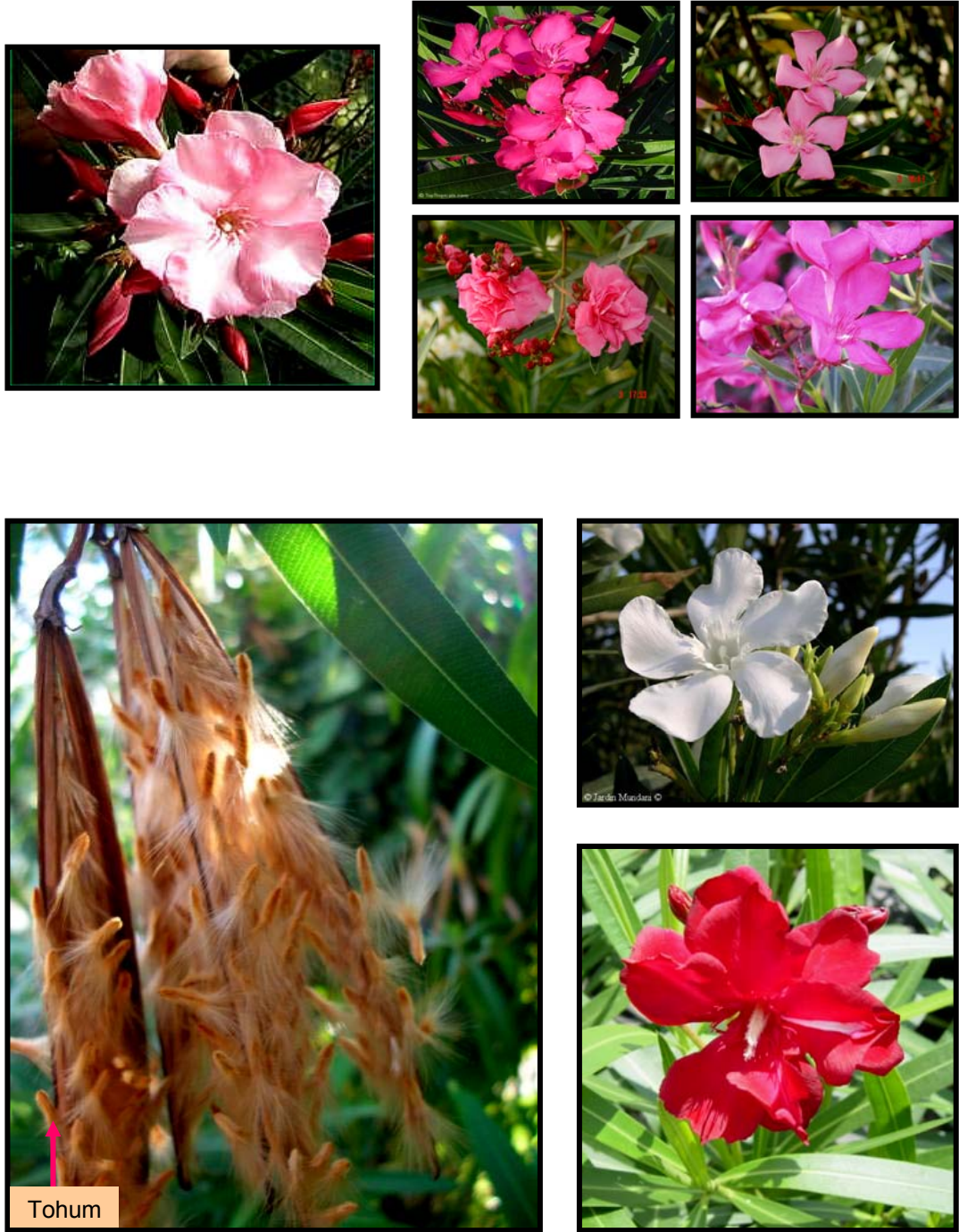
Şekil 3.5. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Türünün Çiçek Başağı ve Tohumları (Buren, 2003; Linney, tarihsiz; Watson ve Dallwitz, 1992)

3.1.1.2. *Nerium oleander* L. (Zakkum)

Ülkemizde özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara gibi sıcaklığın yüksek olduğu kıyı kesimlerde doğal olarak yetişen bu tür *Apocynaceae* (zakkumgiller) familyası içinde yer alır (Ceylan, 1999). Herdemyeşil çalı veya ağaçcık formundaki bitki, 1-6 m boy ve 1-3,5 m genişliğinde taç yapabilir. Dik gelişim gösteren bu bitkinin tacı yuvarlak, vazo şeklinde, simetrik ve orta yoğunluktadır. Genel olarak hızlı gelişim gösteren tür, ortalama 50-150 yıl yaşayabilen uzun ömürlü bir bitkidir (UFEI, tarihsiz) (Şekil 3.6 ve 3.7). Bitki çok gövdeli olabildiği gibi budama ile ağaç şeklinde de geliştirilebilir. Gövdeler sert ve dayanıklı, gövde kabuğu parlak yeşil, koyu kahverengi ve gri renkli, yüzeyi genel olarak düz, ancak çok belirgin olmayan çizgilidir. Kalın, düzgün ve pürüzsüz sürgünler genç döneminde parlak yeşil, sonraları parlak kahverengidir. Doğrusal, ince uzun, mızrak şeklinde, sivri uçlu, derimsi ve kalın bir yapı gösteren basit şekilli yaprakları 5-10 cm genişlik ve 10-20 cm uzunluğunda olup, gövde boyunca karşılıklı yada halka şeklinde dizilidir. Kenarları düz olan yaprakların üst yüzeyi parlak ve koyu yeşil, alt yüzeyi ise mat renkte olup; orta damar altta çok belirgindir (Seiler ve ark., 2005). Çiçekler sürgün uçlarında salkım oluşturur. Çanak-huni biçiminde çiçekleri 2,5-5 cm çapındadır. Katmerli çeşitlerde çanak yaprak sayısı beşten daha fazladır. Bazen hoş kokulu olan çiçekleri krem, beyaz, kırmızı, pembe, sarı ve eflatun olmak üzere geniş bir renk dağılımı gösterir (Ceylan, 1999). Araştırmada kullanılan bireylerde çiçekler yalın kat ve pembe renktedir. En fazla çiçeklenme yaz aylarında olmasına rağmen, bazı bireylerde yıl boyunca devam edebilir (Seiler ve ark., 2005). Meyve kapsülü 7,5-15 cm uzunluğunda, dar ve oldukça serttir. Meyve kabuğu önce yeşil, yazın olgunlaştığında kahverengidir. Meyve içerisinde çok sayıda küçük ve püskülsü tohum bulunur. Meyve kabuğunun olgunlaşarak çatlaması ve açılması ile birlikte bu tohumlar kendiliğinden etrafa dağılır (Moore, 2001). Bitki; yakıldığında dumanı da dahil olmak üzere yeşil ve kuru tüm kısımları zehirlidir ve yenildiğinde ölümcül olabilmektedir. Zehirlenme belirtileri 4 saat içinde kalp atışlarının çok hızlanması yada yavaşlaması, karında ağrı, güçsüzlük hissi, tükürük çıkarma ve ani ölüm şeklinde gözlenebilmektedir (Hart ve ark., 2000).



Şekil 3.6. *Nerium oleander* L. (Orijinal)



Şekil 3.7. *Nerium oleander* L. Bireylerinde Çiçek Renkleri, Meyve Kapsülü ve Tohumlar (Anonim, 2002; Anonim, 2002 a; College, 2005; MGN, 2006; Mundani, 2003; Starr ve Starr, 2005)

Güneşli ve sıcak alanlara uyum sağlayan bitki; nemli ve drenajı iyi toprakları sevmesine rağmen, killi ve besin maddesince fakir, kurak, kumlu topraklarda bile gelişebilir. Toprak asitliği konusunda seçici değildir ve tuza kısmen dayanır. (Gilman ve Watson, 1994; MSUE, 1999). Çit bitkisi olarak, rüzgar perdeleri içinde, tek veya gruplar halinde, yol kenarları ve orta refüjlerde kullanılabilir (Moore, 2001).

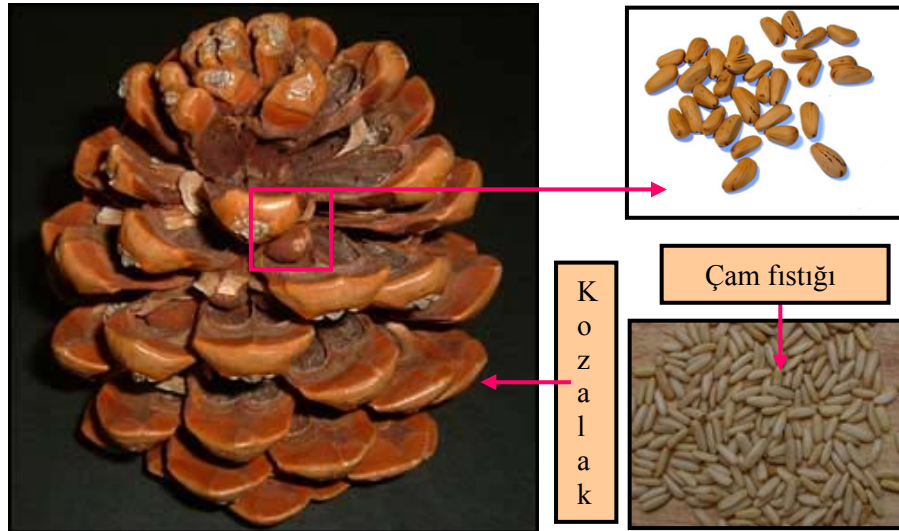
3.1.1.3. *Pinus pinea* L. (Fıstık Çamı)

Pinaceae (Çamgiller) familyasına ait bir çam türü olan fıstık çamı; 10-18 m boy ve 10-14 m taç yapabilen herdemyeşil bir ağaçtır (Porcher, 1995) (Şekil 3.8). Genç döneminde yuvarlak ve düzgün bir tacı yaşlandığında şemsiye formu kazanır. Yaklaşık 50-150 yıl yaşayabilen, orta hızlı gelişen fıstık çamının kazık kökleri kök salgıları nedeniyle sert toprakları da geçerek derinlere ulaşabilir (UFEI, tarihsiz a). Gövde önceleri pulsu yapıda ve kahverengi-kırmızı renkte iken, sonraları derin çatlaklı büyük plakalı bir görünüm alır. İnce koyu yeşil genç sürgünler yaşlandığında sarımtırak-kahverengi olur. İğne yapraklar dal üzerinde almaşık spiral şeklinde ve ikili demetler halinde dizilidir. İbreler 10-20 cm uzunluğunda, parlak, batıcı ve sivri uçlu, kenarları dişli ve açık yeşil renklidir. İki ibre dip kısımda 10-12 mm uzunluğunda açık sarı-esmer renkte kın içindedir. Dişi ve erkek çiçekler aynı ağaç üzerindedir. Kısa saplı kozalakların pulları önceleri kalın ve etli, olgunlaştığında odunsu parlak-kırmızımsı-kahverengidir. İlk olarak bitkinin altıncı yaşında görülen kozalaklar 2-3 yılda olgunlaşır. Her kozalakta yaklaşık 50 adet olan tohumlar 1,5-2 cm büyüklüğünde ve çok ince kanatlıdır (Anşin, 1994). Güneşli alanlarda iyi gelişen tür, kısmen gölge alanlarda da önemli bir sorun yaşamaz. Killi, kumlu, kurak, tuzlu, asidik ve alkali gibi ekstrem toprak koşullarına oldukça dayanıklıdır. Ancak drenajı iyi ve besince zengin topraklarda daha iyi gelişir (UFEI, tarihsiz a).

Kuvvetli ve tuzlu rüzgarlara dayanıklılığı yüksek olan tür, derin kök yapısı nedeniyle de sahil kesimlerinde kullanıma uygundur. Park ve bahçelerde gölge amaçlı kullanımı da vardır. Tohumlarının yenebilir olması nedeniyle ekonomik önemi de bulunmaktadır (Fletcher, 1996).



(Orijinal)



Şekil 3.8. *Pinus pinea* L. Bitkisinin Genel Yapısı, Kozalak ve Tohumları (Anonim, 2003; De Puy, 2003)

3.2. Metod

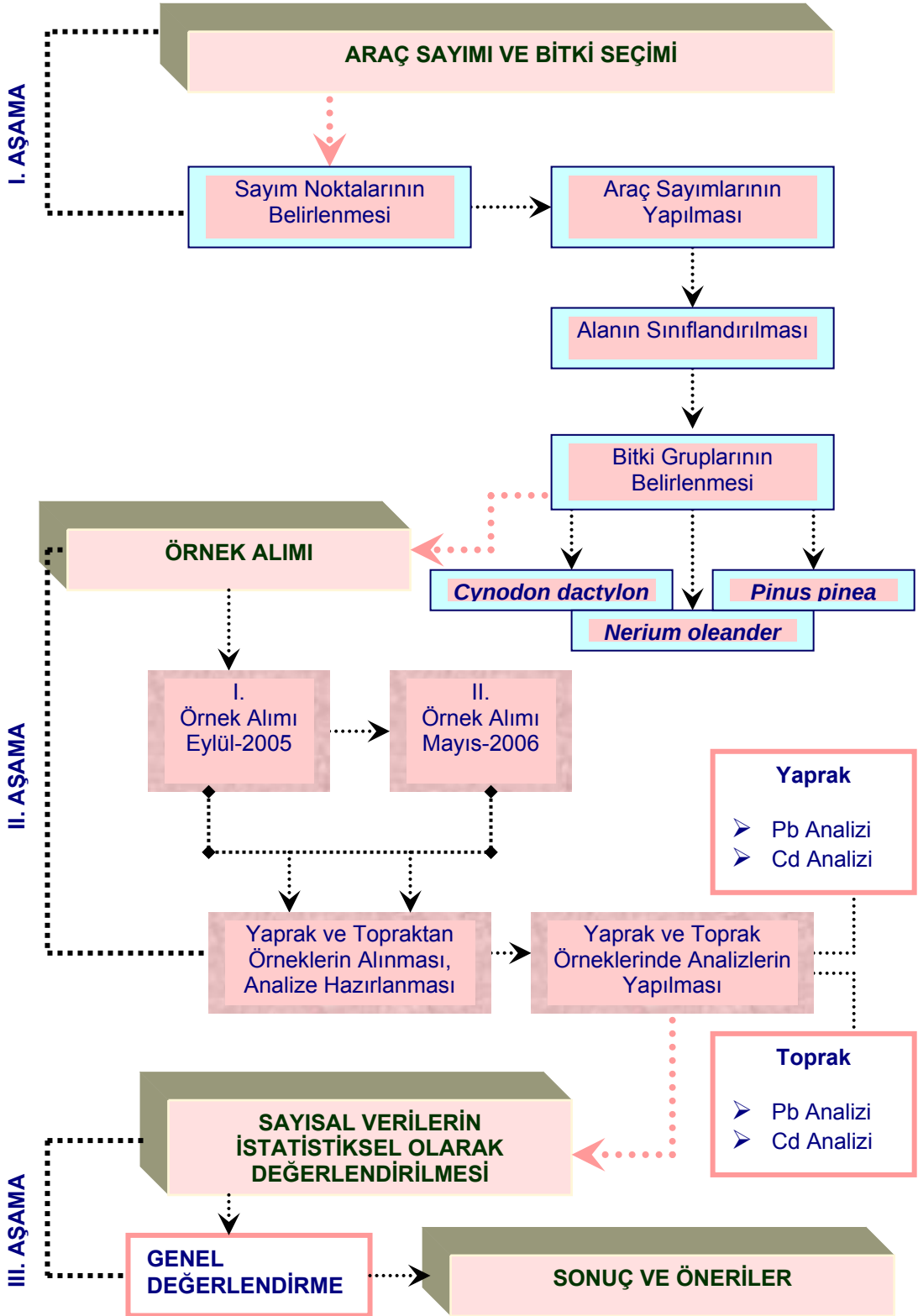
Araştırma üç aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada araştırma alanında araç sayımları yapılmış, alanda bulunan bitki tür grupları incelenerek örnek alınacak bireyler belirlenmiştir. İkinci aşamada Eylül ve Mayıs aylarında bitki yaprak ve yetiştirme alanından toprak örnekleri alınmış, alınan örnekler analize hazırlanmış ve analizleri yapılmıştır. Üçüncü aşamada ise elde edilen sayısal veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlara bağlı olarak öneriler geliştirilmiştir (Şekil 3.9).

3.2.1. Araç Sayımları ve Bitki Gruplarının Belirlenmesi

Araştırmanın ilk aşamasında, Çukurova Üniversitesi yerleşke alanındaki anayolların trafik yoğunluklarındaki değişimleri belirlemek amacıyla araç sayımları yapılmıştır. Araç sayım noktaları trafik yükünü dağıtan kavşaklar dikkate alınarak Nisan ayında yapılmış; sayımlar pazartesi ve perşembe günlerinde sabah, öğle ve akşam olmak üzere günde üç kez 4 tekrarlı olarak yapılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırma Alanında Araç Sayımı ve Saatteki Araç Sayısını Hesaplama Yöntemi

Sayım Yapılan Saatler		Araç Sayımları			
		1. Nokta		2. Nokta	
		Pazartesi 24.04.2006	Perşembe 27.04.2006	Pazartesi 17.04.2006	Perşembe 20.04.2006
Sabah	07: ⁴⁰ / ₀₀ – 07: ⁵⁰ / ₀₀	1. tekerrür	1. tekerrür	1. tekerrür	1. tekerrür
	07: ⁵⁰ / ₀₀ – 08: ⁰⁰ / ₀₀	2. tekerrür	2. tekerrür	2. tekerrür	2. tekerrür
	08: ⁰⁰ / ₀₀ – 08: ¹⁰ / ₀₀	3. tekerrür	3. tekerrür	3. tekerrür	3. tekerrür
	08: ¹⁰ / ₀₀ – 08: ²⁰ / ₀₀	4. tekerrür	4. tekerrür	4. tekerrür	4. tekerrür
Öğle	11: ⁴⁰ / ₀₀ – 11: ⁵⁰ / ₀₀	1. tekerrür	1. tekerrür	1. tekerrür	1. tekerrür
	11: ⁵⁰ / ₀₀ – 12: ⁰⁰ / ₀₀	2. tekerrür	2. tekerrür	2. tekerrür	2. tekerrür
	12: ⁰⁰ / ₀₀ – 12: ¹⁰ / ₀₀	3. tekerrür	3. tekerrür	3. tekerrür	3. tekerrür
	12: ¹⁰ / ₀₀ – 12: ²⁰ / ₀₀	4. tekerrür	4. tekerrür	4. tekerrür	4. tekerrür
Akşam	16: ³⁰ / ₀₀ – 16: ⁴⁰ / ₀₀	1. tekerrür	1. tekerrür	1. tekerrür	1. tekerrür
	16: ⁴⁰ / ₀₀ – 16: ⁵⁰ / ₀₀	2. tekerrür	2. tekerrür	2. tekerrür	2. tekerrür
	16: ⁵⁰ / ₀₀ – 17: ⁰⁰ / ₀₀	3. tekerrür	3. tekerrür	3. tekerrür	3. tekerrür
	17: ⁰⁰ / ₀₀ – 17: ¹⁰ / ₀₀	4. tekerrür	4. tekerrür	4. tekerrür	4. tekerrür
		Saatte Ortalama Araç Sayısı = (Tekerrürler toplamı/12) * 6			



Şekil 3.9. Araştırmada Kullanılan Yöntemin Akış Şeması

Araştırmada kullanılacak bitki türlerini belirlemek amacıyla araç sayımlarına göre belirlenen her alanda arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda; yol kenarından itibaren 10 m mesafe içinde ve belirli katmanlardaki durumu ortaya koyabilmek için farklı boylarda gelişen (çimler, çalılar, ağaçlar) bitki türleri dikkate alınmıştır. Türlerde yaş, boy, gövde kalınlıkları gibi özellikler yönünden farklı alanlardaki grup bireylerinin benzer nitelikleri taşımasına dikkat edilmiştir.

3.2.2. Örneklem ve Analizler

İkinci aşama belirlenen bitki grupları ve topraktan örneklerin alınması aşamasıdır. Örneklem; yol kenarından 0-10 m mesafede yapılmıştır. Örneklemeler Üniversitenin en yoğun kullanıldığı dönemler içinde yer alan Eylül ve Mayıs aylarında olmak üzere yılda iki kez yapılmıştır.

3.2.2.1. Bitki Örneklerinin Alınması

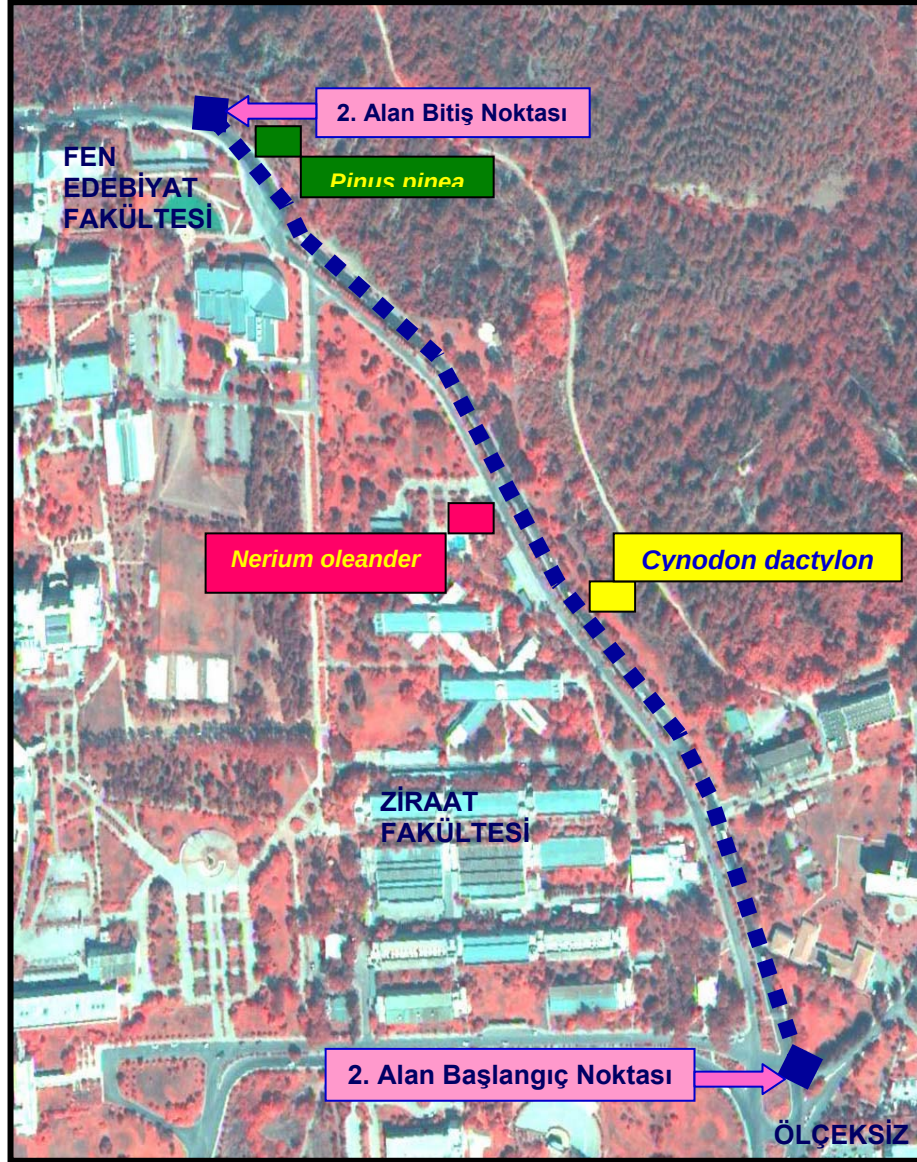
Bitkide örneklemeler yaşlı yapraklardan yapılmıştır. Her bitkide örnek alımları doğru temsili sağlamak amacıyla ana ve ara yönlerdeki yaşlı yapraklar alınacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.10, 3.11 ve 3.12). Türlerle göre örnek alımları aşağıda açıklanmıştır:

***Cynodon dactylon* (L.) Pers. Bitkisinde Örnek Alımları:** Araştırma alanında seçilen üç bölgede (1. alan, 2. alan ve 3. alan) tekerrürleri oluşturacak iki adet birer metre karelik bermuda çim alanı belirlenmiş; belirlenen bu alanlarda toprak yüzeyinden 1-2 cm yukarıdan yapılan biçimle örnekler elde edilmiştir.

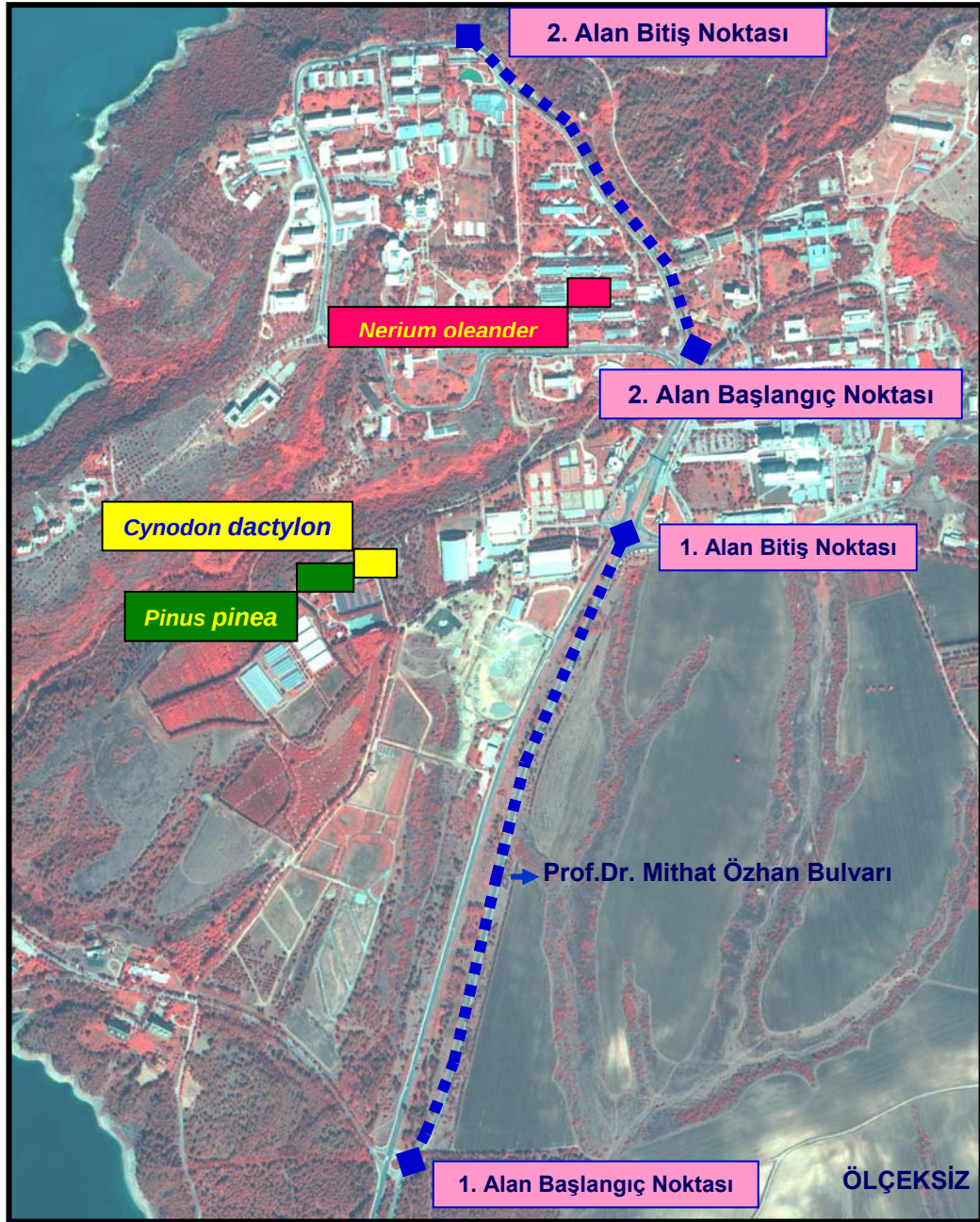
***Nerium oleander* L. Türünde Örnek Alımı:** Örnekler 3,5-4 m boy ve 2,5-3 m çap yapan 5-10 yaşlı bireylerde yerden 0,8-1 m yükseklikten alınmıştır. Tekerrürler üç alanda da ikişer adet bitkiden alınan yapraklarla oluşturulmuştur. Her tekerrür için örnek alımında bitkinin ara ve ana yönlerinden olmak üzere toplam sekiz noktasından her daldan 3 yaprak olmak üzere (8 dal x 3 yaprak = 24 yaprak) yaşlı yapraklar toplanmış, ikinci bitkiden aynı şekilde toplanan yapraklarla karıştırılarak bir tekerrür oluşturulmuştur (Şekil 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16).



Şekil 3.10. Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Bitki Örneklerinin Alındığı Noktalar



Şekil 3.11. Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Bitki Örneklerinin Alındığı Noktalar



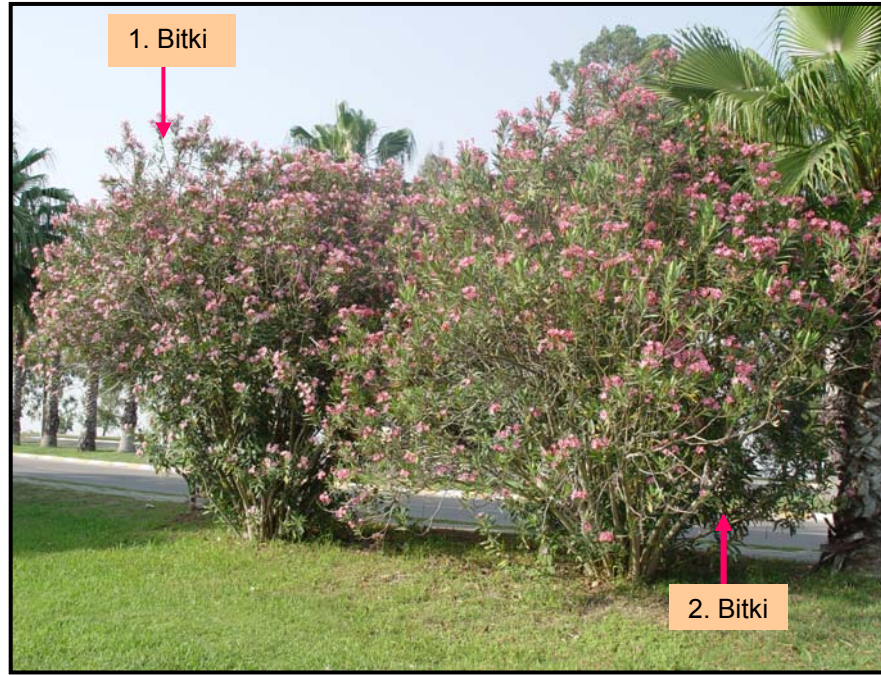
Şekil 3.12. Araştırma Alanının Üçüncü Bölgesinde Bitki Örneklerinin Alındığı Noktalar



Şekil 3.13. *Nerium oleander* L. Türünde Örnek Alınan Yaşlı Yapraklar



Şekil 3.14. Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Örnek Alınan *Nerium oleander* L. Bitkileri



Şekil 3.15. Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Örnek Alınan *Nerium oleander* L. Bitkileri



Şekil 3.16. Araştırma Alanının Üçüncü Bölgesinde Örnek Alınan *Nerium oleander* (L.) Bitkileri

***Pinus pinea* L. Bitkisinde Örnek Alımı:** Örnekler; 6-7 m boy, 3-4 m çap yapan 10-15 yaşlı bireylerde yerden 1,5-2 m yükseklikten alınmıştır. Her alanda tekerrürler üçer adet bitkiden oluşturulmuştur. Her bitkinin ara ve ana yönlerinden olmak üzere toplam sekiz noktasından yaşlı yapraklar toplanmıştır. Her daldan 9 yaprak alınarak bir bitkiden 72 yaprak; üç bitkiden 216 yaprak ile bir tekerrür oluşturulmuştur (Şekil 3.17, 3.18, 3.19, 3.20 ve 3.21).



Şekil 3.17. *Pinus pinea* L. Türünde Örnek Alınan Yaşlı Yapraklar



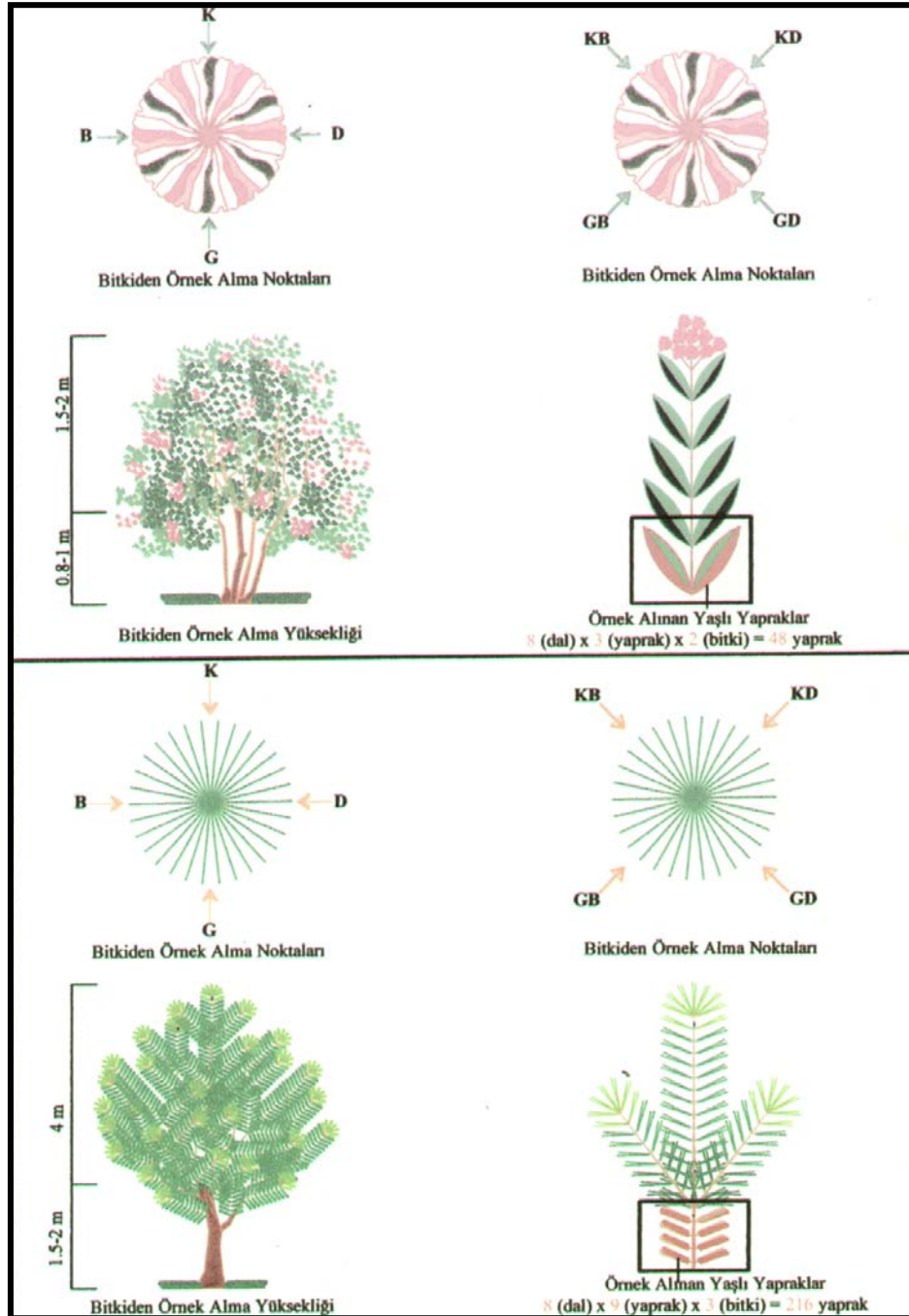
Şekil 3.18. Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Örnek Alınan *Pinus pinea* L. Bitkileri



Şekil 3.19. Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Örnek Alınan *Pinus pinea* L. Bitkileri



Şekil 3.20. Araştırma Alanının Üçüncü Bölgesinde Örnek Alınan *Pinus pinea* L. Bitkileri

Şekil 3.21. *Nerium oleander* L. ve *Pinus pinea* L. Türlerinde Örnek Alımı

3.2.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırmanın yapıldığı yol kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metal kirliliğinin tespiti için öncelikle sınıflandırılan alanların uzunlukları belirlenmiştir. Daha sonra her alanın başlangıç noktasından ilk örnek olmak üzere 400 m mesafelerle o alan uzunluğu boyunca örnek alımına devam edilmiştir. 1. alanın 1 200 m olması nedeniyle bu alanda toplam 4 noktadan ve 2. alanın ise 800 m olması nedeniyle burada da toplam 3 noktadan örnek alımı yapılmıştır (Şekil 3.22 ve 3.23). Örnekler her noktada toprağın 20-30 cm derinliğinde ve yoldan 0-10 m mesafe içinde bu aralığı temsil edecek şekilde alınmıştır. Bu amaçla her örnek alım noktasında 0, 5 ve 10 m mesafelerde yaklaşık 1'er kg alınan toprak örnekleri birbirine karıştırılarak tek örnek haline getirilmiştir. Trafikten yaklaşık 50 m içeride seçilen kontrol noktasındaki örnekler ise bitki örneklerinin de alındığı alanlarda araziye temsil edecek üç noktadan alınmış ve karıştırılarak tek örnek haline getirilmiştir.

3.2.2.3. Örneklerin Analize Hazırlanması

Bitki Örneklerinde Yıkama ve Kurutma: Araştırma alanındaki bitki gruplarından alınan örnekler etiketlenerek ağzı kilitli plastik torbalar içerisinde Toprak Bölümü Çevre ve Toprak Verimliliği Laboratuvarı'na getirilmiş ve ilk önce çeşme suyu daha sonra da saf su ile yıkanmıştır. Yıkama işlemi bitki yaprak dokularındaki birikimi ortaya koyabilmek ve her biri üzerindeki tozları temizlemek amacıyla uygulanmıştır. Kurutma kağıtları üzerinde ve oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra etiketlenen kese kağıtları içerisine konularak 70 °C'deki etüvde 48 saat süresince kurutulmuştur.

Yaprak Örneklerini Toz Haline Getirme: Örnekler kurutulduktan sonra Çevre Mühendisliği Yüksek Lisans Laboratuvarı'na getirilmiştir. Burada örnekler öğütme makinesinde öğütülerek toz haline getirilmiş ve etiketlenen ağzı kilitli plastik torbalarda kimyasal analizler yapılmak üzere saklanmıştır.



Şekil 3.22. Araştırma Alanının Birinci Bölgesinde Toprak Örneklerinin Alındığı Noktalar



Şekil 3.23. Araştırma Alanının İkinci Bölgesinde Toprak Örneklerinin Alındığı Noktalar

Toprak Örneklerinin Hazırlanması: Araştırma alanından alınan toprak örnekleri laboratuara getirilerek temiz bir kağıt üzerine serilmiştir. Toprak içerisindeki bitki parçaları ve taşlar temizlendikten sonra topraktaki büyük parçalar da ufalanarak oda koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Kuruduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek plastik torbalara konulmuş ve analiz için saklanmıştır.

3.2.2.4. Örneklerde Analizlerin Yapılması

Bitki Örneklerindeki Analizler: Öğütülen bitkilerden 0,125 gr alınarak yaş yakma metoduna göre Mars X-Press marka mikrodalga fırında H_2O_2 - HNO_3 asit karışımında yarım saat süreyle yakılmıştır. Sonra mavi bantlı filtre kağıdından süzölmüş, saf su ile 10 ml'ye tamamlanmış, Cd analizi ICP cihazında 214.438 nm ve Pb analizi ise 220.353 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Toprak Örneklerindeki Analizler: DTPA (Dietylen-Triamine-Penta-Asetik asit) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin prensibi bitki kök salgılarını taklit ederek toprak çözeltisinin şelat karakterine sahip organik bir asitle ekstraksiyon oluşturmastır. Böylece topraktaki metaller şelatlanarak çözeltiye geçirilmektedir. Kullanılan bu şelat DTPA'dır. Özellikle kireçli ve alkali topraklar için önerilen bu yöntemde ekstraksiyon çözeltisinin hazırlanması için saf su kullanılmıştır. 1.967 gr DTPA ile 14.92 gr TEA (Triethanol Amin) çok az su içinde çözölmüş ve suda çözölmüş 1,47 gr $CaCl_2 \cdot H_2O$ ile karıştırılarak hacmi su ile yaklaşık 900 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltiye 6 N HCl (1 birim su 1 birim HCl karışımı) eklenerek asitliği (pH 7.30 4 ± 0.05) ayarlanmış ve hacmi 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Plastik elekte (göz büyüklüğü 2 mm) elenmiş, 10 gr toprak tartılarak çalkalama kabına konmuş, üzerine 20 ml DTPA çözeltisi eklenmiştir (Toprak / Çözelti oranı $\frac{1}{2}$ 'dir). Sonra çözelti çalkalama makinesine (120 dev/da) yerleştirilerek 2 saat çalkalanmış ve çözeltiden mavi bant filtre kağıdı ile süzük alınmıştır. Analizler ICP cihazında Lindsay ve Norvell (1978)'e göre; Cd analizi 214.438 nm ve Pb analizi 220.353 nm dalga boylarında yapılmıştır.

3.2.3. Sayısal Verilerin Değerlendirilmesi

Analizler sonucunda elde edilen sayısal verilerin ortalamaları arasındaki farklılıklar SPSS 11.0 paket programı kullanılarak yapılmış; önemlilikler "Duncan Testi"ne göre belirlenmiştir. Örneklerde yapılan istatistiksel değerlendirmeler ile çalışmada kullanılan bitki türlerinin çevre kalitesini iyileştirme yetenekleri bakımından etkinlikleri ortaya konulmuş ve farklı öneriler geliştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Araştırma Alanındaki Araç Sayısı

Araştırma alanında iki farklı yoğunluktaki güzergah üzerinde belirli zamanlarda yapılan araç sayım sonuçları ve saatteki ortalama araç yoğunluğu Çizelge 4.1’de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Araştırma Alanındaki Araç Sayımları *

Sayım Yapılan Saatler		Araç Sayımları			
		1. Alan		2. Alan	
		Pazartesi 24.04.2006	Perşembe 27.04.2006	Pazartesi 17.04.2006	Perşembe 20.04.2006
Sabah	07: ⁴⁰ / ₀₀ – 07: ⁵⁰ / ₀₀	254	246	44	52
	07: ⁵⁰ / ₀₀ – 08: ⁰⁰ / ₀₀	291	293	49	51
	08: ⁰⁰ / ₀₀ – 08: ¹⁰ / ₀₀	309	307	50	54
	08: ¹⁰ / ₀₀ – 08: ²⁰ / ₀₀	298	295	53	56
Öğle	11: ⁴⁰ / ₀₀ – 11: ⁵⁰ / ₀₀	87	89	56	42
	11: ⁵⁰ / ₀₀ – 12: ⁰⁰ / ₀₀	96	92	46	48
	12: ⁰⁰ / ₀₀ – 12: ¹⁰ / ₀₀	103	97	42	60
	12: ¹⁰ / ₀₀ – 12: ²⁰ / ₀₀	105	101	42	48
Akşam	16: ³⁰ / ₀₀ – 16: ⁴⁰ / ₀₀	107	110	74	72
	16: ⁴⁰ / ₀₀ – 16: ⁵⁰ / ₀₀	111	123	76	74
	16: ⁵⁰ / ₀₀ – 17: ⁰⁰ / ₀₀	102	108	62	60
	17: ⁰⁰ / ₀₀ – 17: ¹⁰ / ₀₀	90	95	56	40
Saatteki Araç Yoğunluğu		978		324	

* 3. alanda herhangi bir araç trafiği bulunmamaktadır.

Sayımlar sonucunda 10 dakikada geçen araç sayısı ortalaması 1. alanda 163, 2. alanda ise 54 adet olarak hesaplanmıştır. Bu verilerden yola çıkılarak saatte geçen araç sayısı 1. alanda 978, 2. alanda 324 adet olarak belirlenmiştir. Sayımlar sırasında; 1. alanda otobüs (dakikada 1 adet), kamyon, minibüs, motosiklet ve otomobil olmak üzere araç tür çeşitliliğinin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Trafiğin yoğun olduğu bu hattın Üniversite, hastane ve komşu alanlara hizmet etmesi bu çeşitliliğin artışında önemli bir etkidir. 2. alanı oluşturan hat ise üniversite öğrenim dokusu içinde yer alması nedeniyle otomobil ve otobüs trafiğinin etkili olduğu bir alan konumundadır. Kontrol alanı olarak düşünülen üçüncü alanın trafiğe mesafesi 50 m civarındadır. Bu alanın yakınlarındaki trafiği ara yol trafiği ve otoparklar oluşturmaktadır. Ancak,

burada sayısal veriler alınmamıştır. Ara yol trafiği içinde inşaat çalışmalarında kullanılan ağır vasıtalar da bulunmaktadır.

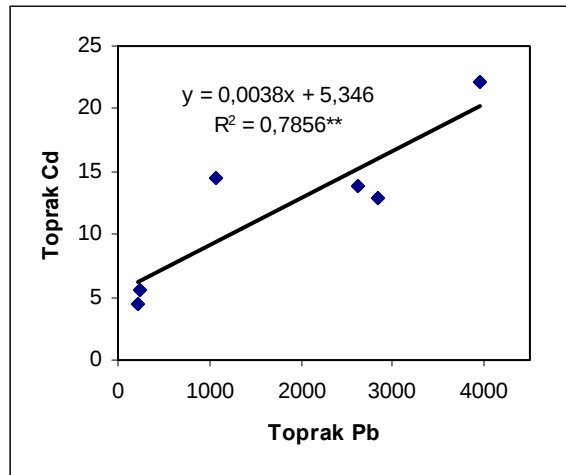
4.2. Topraktaki Pb ve Cd Birikimi

Trafiğin yoğun olduğu aks üzerindeki iki alan (1. ve 2. alan) ile trafiğin bulunmadığı (3. alan) alanda 20-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde Pb ve Cd birikim değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Araştırma Alanındaki Topraklarda Pb ve Cd Birikim Değerleri

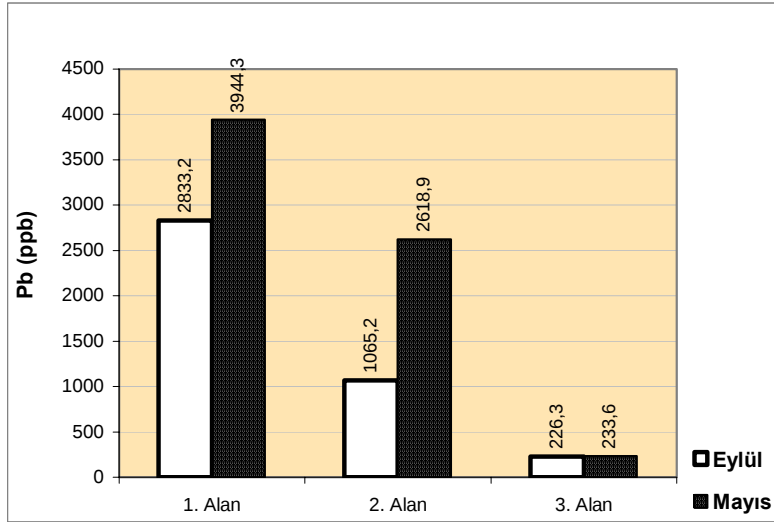
Alan	Pb Birikimi (ppb)		Ort.	Cd Birikimi (ppb)		Ort.
	Eylül	Mayıs		Eylül	Mayıs	
1	2833.2 ± 59.3	3944.3 ± 317.9	3388.75	12.9 ± 0.36	22.2 ± 0.77	17.55
2	1065.2 ± 17.5	2618.9 ± 95.9	1842.05	14.5 ± 0.5	13.8 ± 0.0	14.15
3	226.3 ± 18.8	233.6 ± 5.8	229.95	4.4 ± 0.29	5.5 ± 0.98	4.95

İstatistiksel analizler sonucunda topraktaki Pb ve Cd birikimi ile örneklerin alındığı alan (trafik yoğunluğu) arasında % 1 düzeyinde (korelasyon değerleri sırasıyla Pb birikimi için 0.919, Cd birikimi için 0.861) önemli bir ilişki saptanmıştır. Ayrıca topraktaki Pb birikimi üzerine topraktaki Cd (korelasyon: 0.886) artışı, topraktaki Cd birikimi üzerine de topraktaki Pb (korelasyon: 0.886) artışı 0.01 düzeyinde önemli etkili bulunmuştur (Şekil 4.1).

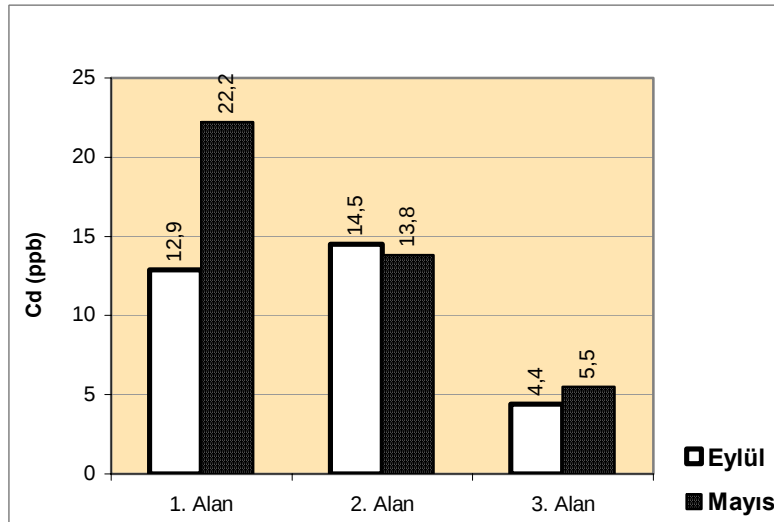


Şekil 4.1. Toprak Kurşun ve Kadmiyum İçerikleri Arasındaki İlişki

Ortalamalara ait grafiklerde de görüleceği üzere trafiğin azalmasına bağlı olarak toprakta Pb ve Cd birikimi de azalmaktadır. Trafik yoğunluğu ile Pb ve Cd miktarları arasında pozitif bir ilişki söz konusudur (Şekil 4.2). Bu durum her iki metalin de trafik kaynaklı olduğunun göstergesidir.



a) Topraktaki Kurşun Birikimi



b) Topraktaki Cd Birikimi

Şekil 4.2. Dönemlere Göre Topraktaki Pb ve Cd Birikimleri

Araştırmadan elde edilen bu bulgular, trafik yoğunluğu ile topraktaki Pb ve Cd birikimi arasında bir ilişki olduğunu ve daha önce yapılan çalışmalar ile paralellik bulunduğunu göstermektedir. Yol kenarındaki Pb ve Cd birikiminin trafik kökenli olduğu ve yoğun trafiğin bulunduğu yerlerde daha yüksek değerler gösterdiği bulgusu; Ward ve ark. (1977), Rodriguez-Florez ve Rodriguez-Castellon (1982), Ndiokwere (1984), Tam ve ark. (1987), Yasoglou ve ark. (1987), Ho ve Tai (1988), Haktanır ve ark. (1995), Chronopoulos ve ark. (1997), Singh ve ark. (1997), Garcia ve Millan (1998), Dierkes ve Geiger (1999), Jaradad ve Moman (1999), Zupančič (1999), Al-Chalabi ve Hawker (2000), Swaileh ve ark. (2001), Kakulu (2003), Swaileh ve ark. (2004)'nın yaptığı çalışmalarda da ortaya konulmuştur. Söz konusu çalışmalarda da yol kenarındaki topraklarda Pb ve Cd birikiminin trafik kaynaklı ve yüksek olduğu yönünde veriler elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda yoldan olan mesafe ile katmanları da dikkate alınarak topraktaki birikimler arasında bir ilişki kurulmuştur. Haktanır ve ark. (1995) Pb miktarının yola olan mesafe arttıkça önemli derecede azaldığını, ancak Cd birikiminin Pb kadar belirgin olmadığını ve 40 m'den sonra 500 m'ye doğru azaldığını bildirmişlerdir. Jaradad ve Moman (1999) ise 60 m uzaklıkta kirliliğin önceki değerlerine ulaştığını belirlemişlerdir. Rodriguez-Florez ve Rodriguez-Castellon (1982) Pb ve Cd değerlerinin otoyoldan 33 m mesafeye kadar normalden çok daha yüksek olduğunu bu uzaklıktan sonra hızla azaldığını; ayrıca, bu ağır metallerin yolların kıvrıldığı kesimlerde düz olan yerlere göre daha fazla biriktiğini bildirmişlerdir. Swaileh ve ark. (2004) element birikim miktarı ile yol kenarından olan mesafe arasında eksi yönlü bir ilişkinin olduğunu ve bu ilişkinin yoldan 20 m uzaklığa kadar devam ettiğini belirtmişlerdir. Chronopoulos ve ark. (1997) topraktaki Cd ve Pb birikiminin özellikle 60 m uzaklıkta neredeyse kontrol değerlerine ulaştığını ve kirlilik miktarının sadece mesafeye değil, aynı zamanda vejetasyonun strüktürü ve yoğunluğu, yaprak yüzey durumu, trafik yoğunluğu ve rüzgarın hızı ile de ilişkili olduğunu, Yasoglou ve ark. (1987) yol boyunca toprağın 0-5 cm derinliğinde Pb değerinin yüksek olduğunu, ancak yol kenarından olan mesafe arttıkça azalmanın başladığı ve yaklaşık 50 m uzaklıkta doğal değerine ulaştığını, Cd değerlerinin de yüksek olmasına karşın, Pb'dan daha az olduğunu, değerlerin yoldan olan mesafe arttıkça düştüğünü bildirmişlerdir. Zupančič (1999)

yol kenarındaki topraklarda Pb kirliliğinin ana kaynağının yoğun trafik olduğunu, en yüksek kirliliğin yoldan 10 m mesafe içinde ve toprağın en üst katmanında (0-5 cm) gerçekleştiğini belirtmiştir. Bu çalışmalar ile, Pb ve Cd birikiminin araştırma alanında yoldan yaklaşık 50 m içeriden alınan toprak örneklerinde diğer iki alana göre çok daha düşük olduğu bulgusu birbiri ile paralellik göstermektedir. Tüm bu sonuçlar Çukurova Üniversitesi alanında yol boyunca ortaya çıkan Pb ve Cd birikiminin trafik kaynaklı olduğu bulgusunu da desteklemektedir.

4.3. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Bermuda Çimi) Türünde Birikimler

4.3.1. Pb Birikimi

Cynodon dactylon (L.) Pers. türünün trafikten kaynaklanan Pb ile ilişkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Türünde Kurşun İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi

Alan	Dönemlere Göre Pb Miktarı (ppb)		Ortalama Pb Miktarı (ppb)
	Eylül	Mayıs	
1 (978 araç/saat)	1299,9Ba ^y	2964,9Aa	2132,4 a ^z
2 (324 araç/saat)	461,0Aa	1419,9Ab	940,4 b
3 (trafik yok)	799,8Aa	1181,3Ab	990,6 b
Dönem Ortalaması	853,6 b	1855,4 a	
Önemlilik			
Alan (A): **			
Dönem (D): **			
A x D: ÖD			

^y: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların, küçük harfler ise dikey (sütun boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.

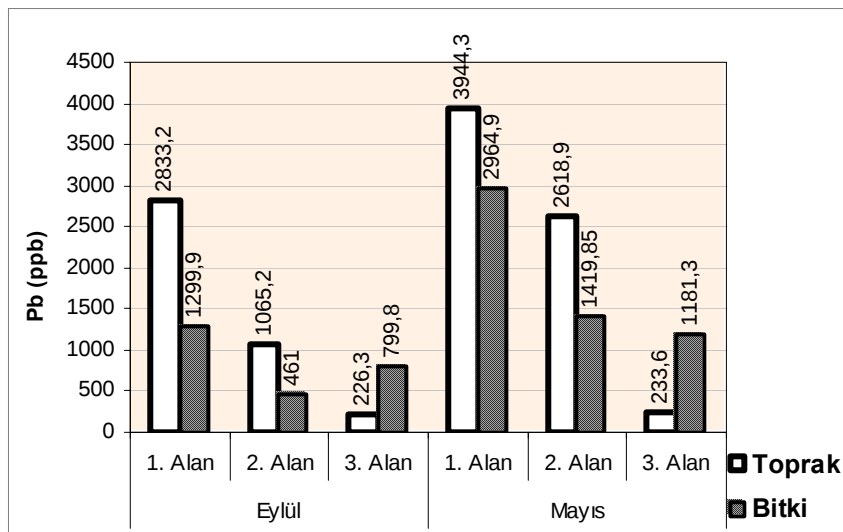
^z: Duncan testine göre %5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

ÖD, **: sırasıyla önemli değil ve %1 alfa düzeyinde önemli.

Çizelge 4.3 incelendiğinde farklı trafik yoğunluklarının bulunduğu yerlerdeki *C. dactylon* (L.) Pers. örneklerinde kurşun birikimi üzerine alan (trafik yoğunluğu) ve örnek alım döneminin istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli etkili olduğu görülür. Alan (trafik yoğunluğu) x dönem interaksyonu ise istatistiksel düzeyde

önemli bulunmamıştır. Topraktaki Pb ve Cd birikimleri ile bitkinin Pb birikimi arasında da istatistiksel olarak önemli bir ilişki saptanmıştır. Topraktaki Pb değerinin artışı ile bitkinin Pb birikimi artışı arasında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde (korelasyon=0.755) önemli bir ilişki bulunmuştur. Elde edilen tüm bulgular bitkideki kurşun birikiminin trafik kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3'te verilen ortalamalar; bitkideki Pb birikiminin trafik yoğunluğunun fazla olduğu birinci alanda yüksek olduğunu göstermektedir. Bitki örneklerindeki Pb birikim değerleri; Mayıs ayında alınan örneklerde daha yüksek (2964.9) elde edilmiştir. Bitkideki birikim değerlerinin birinci (978 araç/saat) ve ikinci (324 araç/saat) alanda toprak değerlerinden genellikle az, fakat yakın oluşu bitkinin topraktaki kurşunu önemli düzeylerde bünyesinde biriktirmesi ile açıklanabilir (Şekil 4.3). Trafik yoğunluğunun hiç olmadığı alanda da Pb birikiminin olması; bu partikül maddelerin uzak mesafelere taşınabildiğinin ve bitki tarafından alınabildiğinin göstergesidir. Çünkü, bitki bünyesindeki Pb birikimi toprakta çok düşük düzeylerde bulunan Pb'dan eylül döneminde 3.5, mayıs döneminde ise 5 kat daha fazladır. Bu durum aynı zamanda bu kirlilik etmeninin bitki tarafından tutulduğu ve bitkinin kurşunun toprağa geçişine engel olduğu şeklinde de yorumlanabilir.



Şekil 4.3. Toprak ve *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Türünde Kurşun Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları

C. dactylon (L.) Pers. türünde elde edilen bu bulgular ile yapılan bazı çalışmalar arasında paralellik bulunmaktadır. Wu ve Antonovics (1976) de yaptıkları çalışmada yol kenarındaki *C. dactylon* (L.) Pers. bitkilerinde Pb birikiminin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Singh ve ark. (1977) ise, yaptıkları çalışmada bu türde Pb birikiminin özellikle köklerde yüksek olduğunu, fakat bu bitkilerle beslenen hayvanların süt örneklerinde de yüksek miktarda Pb bulunduğunu bildirmişlerdir. Luilo ve Othman (2003), bermuda çiminde Pb değerlerinin yoldan 15 m uzaklığa kadar trafik yoğunluğu ile artı yönde bir ilişki gösterdiğini belirlemişlerdir. Sonuçta; çimlerde biriken Pb'un araç trafiğinden kaynaklandığını, yol kenarındaki bu alanlarda otlatma yapılmaması gerektiğini vurgulamışlardır. Tüm bu bulgular *C. dactylon* (L.) Pers. türünün bünyesinde Pb biriktirdiğini göstermektedir. Bu kirlilik etmeni partikül halinde bitki üzerine gelmekte ve bitki tarafından alınmaktadır. Türün kirlilik etmenlerini bünyesinde tutabilmesi, çevre kalitesinin artırılması yönündeki etkinliğini de ortaya koymaktadır.

4.3.2. Cd Birikimi

C. dactylon (L.) Pers. türünde Cd birikimi ile örnek alım dönemi ve trafik yoğunluğu arasındaki ilişki Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Türünde Kadmiyum İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi

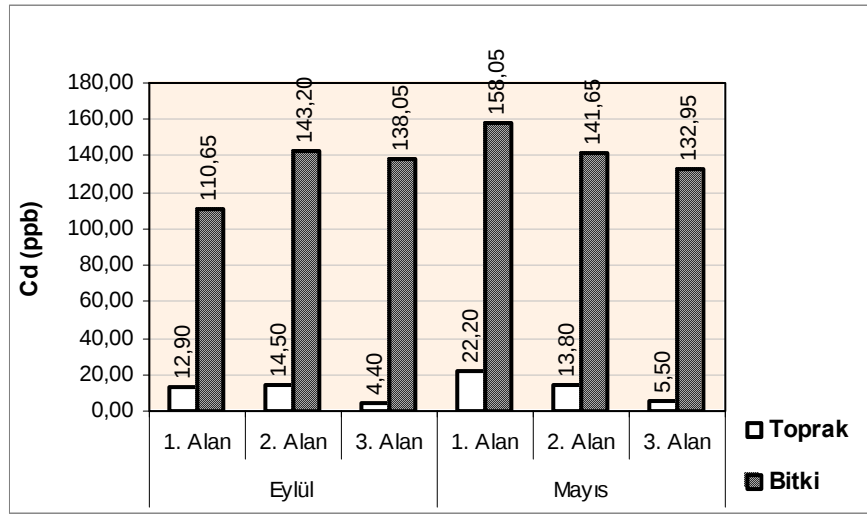
Alan	Dönem		Alan Ortalaması
	Eylül	Mayıs	
1 (978 araç/saat)	110,7Bb ^y	158,1 Aa	134,4 a ^z
2 (324 araç/saat)	143,2Aa	141,7Aa	142,4 a
3 (trafik yok)	138,1 Aa	133,0 Aa	135,5 a
Dönem Ortalaması	130,6 a	144,2 a	
Önemlilik Alan (A): * Dönem (D): ÖD A x D: **			

^y: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların, küçük harfler ise dikey (sütun boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.

^z: Duncan testine göre %5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

ÖD, *, **: Sırasıyla önemli değil, %5 ve %1 alfa düzeyinde önemli.

Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere *C. dactylon* (L.) Pers. türünde Cd birikimi üzerine alan (trafik yoğunluğu) istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli etkili iken, örnek alım dönemi ile arasındaki ilişki önemli bulunmamıştır. Ancak alan (trafik yoğunluğu) ve örnek alım dönemi interaksyonu Cd birikimi üzerinde % 1 düzeyinde önemli etkili bulunmuştur. Bitki yapraklarında en yüksek Cd içeriği (158.05 ppb) kurşunda da olduğu gibi trafiğin en yoğun olduğu (978 araç/saat) birinci alandan elde edilmiştir. Trafik yoğunluğunun saatte 324 araç olduğu ikinci alanda Cd birikimi eylül ve mayıs aylarında benzer birikim değerleri göstermiştir. Eylül ayındaki birikim değeri ise trafiğin saatte 978 araç olduğu alandan daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum ikinci alan olarak nitelendirilen alanın otopark ve otobüs durağı yakınlarda olması ile açıklanabilir. Trafiğin olmadığı üçüncü alanda da Cd değerleri yüksek çıkmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Toprak ve *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Türünde Kadmiyum Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları

C. dactylon (L.) Pers. türünde Cd birikimi ile trafik arasındaki ilişki Luilo ve Othman (2003)'ün çalışmasında araştırılmıştır. Araştırmacılar Pb'un yoldan 15 m uzaklığa kadar olan değişimin trafik yoğunluğu ile artı yönde bir ilişkisinin olduğunu belirlerken, Cd'da aynı ilişkiye rastlanmadığını belirlemişlerdir. Trafik yoğunluğu ile Cd birikiminin araştırıldığı diğer çalışmalar Ward ve ark. (1977), Rodriguez-Florez ve Rodriguez-Castellon (1982), Ndiokwere (1984), Tam ve ark. (1987), Ho ve Tai

(1988), Garcia ve Millan (1998), Jaradad ve Moman (1999) ile Swaileh ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalarda bitki belirtilmeksizin Cd birikiminin trafik yoğunluğu ile ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. Bunlar arasında Ho ve Tai (1988) ile Garcia ve Millan (1998), yaptıkları araştırmalarda çim bitkilerinde Cd birikimi ile trafik yoğunluğu arasındaki ilişkiyi saptamışlardır. Swaileh ve ark. (2001) da yol kenarlarında Cd birikiminde bitki örneklerinde ortaya çıkan farkın topraktaki kadar büyük olmadığını bildirmişlerdir. Çukurova Üniversitesi'nde yürütülen bu çalışmada da bermuda çiminde yoldan 50 m mesafede de Cd miktarı yola yakın örneklerdeki ile benzer değerlerde bulunmuş olmasına rağmen, trafik yoğunluğunun bitkideki birikim üzerinde önemli (0.01) etkili bulunduğu gözden kaçırılmamalıdır. Bu durum trafikten kaynaklanan partikül maddeler içinde Cd'un taşınması ile açıklanabilir. *C. dactylon* (L.) Pers. türü Pb da olduğu gibi, Cd birikiminde de başarılı bir bitki olup, partikül madde olarak taşınan bu elementin toprağa geçmesine engel teşkil etmiş olabilir. Bu bulgular; çevre kalitesinin arttırılmasında bu türün Cd birikimi yönünden de etkin olduğu şeklinde açıklanabilir.

4.4. *Nerium oleander* L. (Zakkum) Türünde Birikimler

4.4.1. Pb Birikimi

Nerium oleander L. türünde Pb birikiminin alan (trafik yoğunluğu) ve örnek alım dönemi ile ilişkisi Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; bitki yapraklarının Pb biriktirmesi üzerine istatistiksel olarak alan (trafik yoğunluğu), örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi interaksyonu % 1 düzeyinde önemli etkili bulunmuştur. Ortalamalar incelendiğinde ise, trafiğin yoğun olduğu birinci alandaki değerlerin eylül (2739 ppb) ve mayıs (2744.3 ppb) aylarında yüksek olması da trafiğin bu birikimde etkili olduğunun bir göstergesidir. Trafiğin olmadığı üçüncü alanda da mayıs döneminde bitkinin yaprak örneklerinde Pb değerlerinin (2824,4 ppb) diğerlerine göre en yüksek düzeyde olması bu elementin partikül madde halinde taşınabildiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Çünkü, birinci (978 araç/saat)

ve ikinci (324 araç/saat) alanda bitki yapraklarındaki Pb birikimi topraktaki birikime yakın değerlerde görülürken, trafiğin bulunmadığı üçüncü alanda ise yapraklardaki Pb birikimi topraktan çok daha yüksek değerlerde elde edilmiştir (Şekil 4.5).

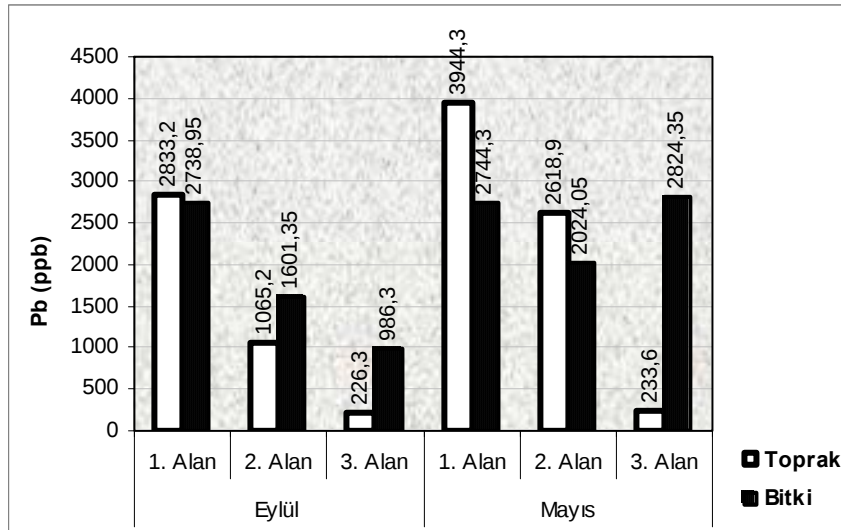
Çizelge 4.5. *Nerium oleander* L. Türünde Kurşun İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi

Alan	Dönem		Alan Ortalaması
	Eylül	Mayıs	
1 (978 araç/saat)	2739,0 Aa ^y	2744,3 Aab	2741,9 a ^z
2 (324 araç/saat)	1601,4 Ab	2024,1 Ab	1812,7 b
3 (trafik yok)	986,3 Bb	2824,4 Aa	1905,4 b
Dönem Ortalaması	1775,5 b	2530,9 a	
Önemlilik			
Alan (A): **			
Dönem (D): **			
A x D: **			

^y: İtalic yazılmış bölümde; büyük harfler yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların, küçük harfler ise dikey (sütun boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.

^z: Duncan testine göre %5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

** : %1 alfa düzeyinde önemli.



Şekil 4.5. Toprak ve *Nerium oleander* L. Türünde Kurşun Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları

Trafik yoğunluğu ile *N. oleander* L. yapraklarında Pb birikiminin fazlalığı arasındaki benzer ilişki Portillo ve ark. (1994), Sawidis ve ark. (1995), Aksoy ve Öztürk (1997), Chronopoulos ve ark. (1997) ile Dongarra ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya konulmuştur. Portillo ve ark. (1994) *N. oleander* L.

yapraklarında ve kök bölgesi topraklarındaki Pb birikimi üzerine topraktaki organik madde oranının da etkili olduğunu belirlemişlerdir. Sawidis ve ark. (1995), kirliliğin oluşmasında kavşakların, trafik yoğunluğundan daha etkili olduğunu böylece, bitkinin bulunduğu yerin önem kazandığını vurgulamış, sonbaharda alınan yaşlı yapraklarda ilkbahardaki genç yapraklara göre kirlilik miktarının daha fazla olduğunu, dış yaprak yüzeylerindeki pürüzlülüğün partiküllerin tutulmasında katkısı bulunduğunu belirtmişlerdir. Aksoy ve Öztürk (1997), *N. oleander* L. türünün Pb dahil ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde kullanımının yararlı olabileceği ileri sürmüşlerdir. Chronopoulos ve ark. (1997), *N. oleander* L. türünde Pb birikiminde yoldan uzaklaştıkça azalmanın başladığını, özellikle 60 m uzaklıkta değerlerin neredeyse kontrol değerlerine ulaştığını saptamışlardır. Araştırmacılar, belirlenen kirlilik derecesinin sadece mesafeye değil, aynı zamanda vejetasyonun strüktürü ve yoğunluğu, yaprak yüzey durumu, trafik yoğunluğu ve rüzgarın hızı ile de ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Jesus ve ark. (2000), *N. oleander* L. yaprakları havadan elementleri emme yeteneğinde olduğu için bu bitkinin bir çevresel indikatör olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Dongarrà ve ark. (2003), *N. oleander* L. yaprakları ve yollardaki tozlardaki Pb kirliliğinin trafiğin yoğun olduğu yolları tanımladığını, bu elementlerin dışında Cd gibi elementlerin de önemli derecede yoğun olduğunu ve bu yoğunluğun da özellikle trafikten kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Zakkum dışındaki diğer bazı türlerde de benzer bulguların elde edilmesi, bu konuda belirli bir yaklaşımı oluşturmak için kullanılabilir. Hol ve ark. (1997), *Rhododendron* yapraklarında Pb birikimi ile trafik yoğunluğu arasında saptanan önemli ilişki nedeniyle bu bitkinin yol kenarında oluşan Pb kirliliği için çok iyi bir biyoindikatör olabileceğini bildirmişlerdir. Türkan (1986) ise, 19 bitki türünde trafiğin yoğunluğundaki artışa bağlı olarak bitkilerdeki Pb ve Cd birikiminin arttığını; yola mesafe arttıkça türlerdeki birikimin azaldığını belirlemiştir. Belal ve Saleh (1978), Pb kirliliğinin yoğunluğu ile birikim miktarı arasında artı yönlü bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Lebel ve ark (1992), yol kenarı bitkileri içinde yer alan *Nerium odorum* türünün toz filtresi olarak yeteneğinin çok yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Tüm bu bulgulardan yola çıkılarak *N. oleander* L. türünün Pb

birikimi için, çevre kalitesinin iyileştirilmesinde katkı koyan türler arasında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.4.2. Cd Birikimi

Nerium oleander L. türünde Cd birikiminin alan ve örnek alım dönemi ile ilişkisi Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. *Nerium oleander* L. Türünde Kadmiyum İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi

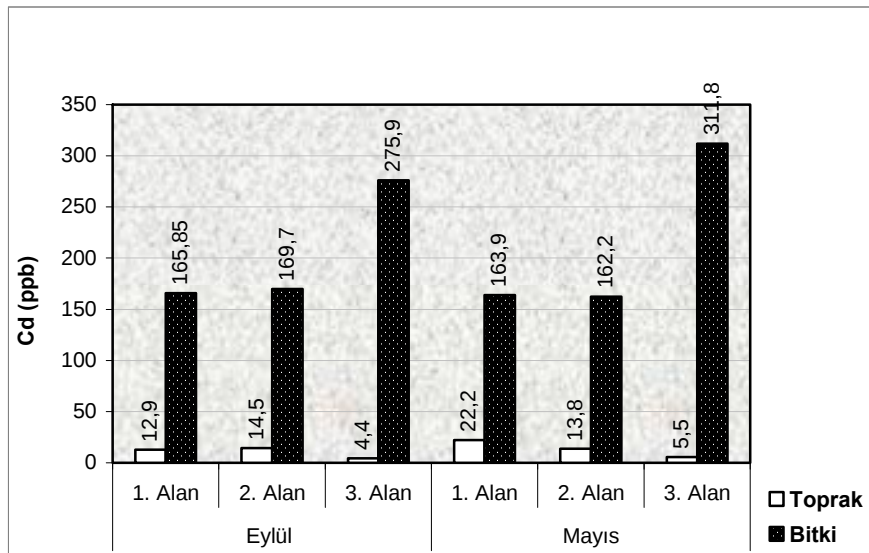
Alan	Dönem		Alan Ortalaması
	Eylül	Mayıs	
1 (978 araç/saat)	165,9	163,9	164,9
2 (324 araç/saat)	169,7	162,2	165,0
3 (trafik yok)	275,9	311,8	293,9
Dönem Ortalaması	203,8	212,6	
Önemlilik Alan (A): ÖD Dönem (D): ÖD A x D: ÖD			

ÖD: Önemli değil.

Çizelge 4.6.’da görüldüğü üzere *N. oleander* L. türünün yapraklarındaki Cd birikiminde alan (trafik yoğunluğu), örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi etkisi istatistiksel yönden önemli etkili bulunmamıştır. Ortalamalar dikkate alındığında, tüm değerlerin topraktaki değerlerden çok daha yüksek olduğu görülür (Şekil 4.6).

Bu çalışmada bitkideki Cd birikim değerlerinin istatistiksel olarak trafik yoğunluğu ve örnek alım dönemi ile ilişkili bulunmamasına rağmen, bitki yapraklarında en fazla birikimin olduğu ortalamalar kontrol bölgesi olarak görülen mesafelerdeki bitki örneklerinde elde edilmiştir. Bu durum, çalışmada beklenilmeyen bir sonuçtur. Bitkilerdeki Cd birikiminin diğer iki alana göre daha yüksek olduğu bulgusu Chronopoulos ve ark. (1997)’nin *N. oleander* L. türünde Cd birikiminin yoldan uzaklaştıkça azaldığı, 60 m uzaklıkta değerlerin neredeyse kontrol değerlerine ulaştığı bulgusuyla çelişki içindedir. Ancak bu çalışmada kirlilik derecesinin sadece mesafeye değil, aynı zamanda vejetasyonun strüktürü ve yoğunluğu, yaprak yüzey

durumu, trafik yoğunluğu ve rüzgarın hızı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada da kontrol bitkilerinin bulunduğu alanın rüzgar koridoru başında bulunması elde edilen Cd değerleri için bir açıklama olabilir. Dongarrà ve ark. (2003), yol kenarındaki *N. oleander* L. örneklerinde Cd birikiminin önemli derecede yoğun olduğu ve bu yoğunluğun da özellikle trafikten kaynaklandığı vurgusu ile de çelişmektedir. Ancak, Hol ve ark. (1997)'nin *Rhododendron* yapraklarında Pb birikimi ile trafik yoğunluğu arasındaki saptadığı önemli ilişkiyi Cd için saptayamaması ile de uyum içinde görülebilir.



Şekil 4.6. Toprak ve *Nerium oleander* L. Türünde Kadmiyum Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları

4.5. *Pinus pinea* L. (Fıstık Çamı) Türünde Birikimler

4.5.1. Pb Birikimi

Pinus pinea L. türünde Pb birikiminin alan ve örnek alım dönemi ile ilişkisi Çizelge 4.7'de verilmiştir.

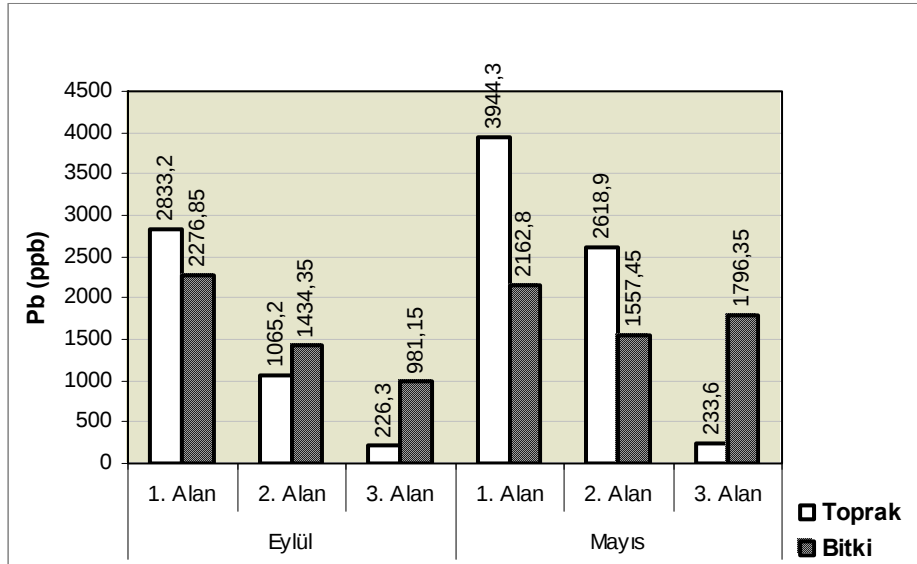
Çizelgede de görüldüğü gibi fıstık çamı ibrelerindeki Pb birikiminde alan (trafik yoğunluğu), örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi interaksyonu istatistiksel olarak önemli etkili bulunmamıştır. Genel olarak ortalamalar dikkate

alındığında, tüm değerlerin topraktaki birikim değerlerinden düşük olduğu görülür (Şekil 4.7). Ancak ortalamalar incelendiğinde en yüksek Pb değerlerinin eylül (2276.9 ppb) ve mayıs (2162.8 ppb) aylarında trafiğin en yoğun olduğu birinci alanda bulunması, bu kirliliği trafik ile ilişkilendirmede kolaylık sağlayabilir. Diğer iki alandaki değerlerin birbirine yakın çıkması ise bitkinin Pb alım yeteneği ve partikül madde olarak taşınması ile ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4.7. *Pinus pinea* L. Türünde Kurşun İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi

Alan	Dönem		Alan Ortalaması
	Eylül	Mayıs	
1 (978 araç/saat)	2276,9	2162,8	2219,8
2 (324 araç/saat)	1434,4	1557,5	1495,9
3 (trafik yok)	981,2	1796,4	1388,8
Dönem Ortalaması	1564,1	1838,9	
Önemlilik			
Alan (A):		ÖD	
Dönem (D):		ÖD	
A x D:		ÖD	

ÖD: Önemli değil.



Şekil 4.7. Toprak ve *Pinus pinea* L. Türünde Kurşun Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları

Çam türleri ve diğer ibreli ağaçlarla Smith (1971), Elik ve Akçay (2000), Bayçu ve ark. (2003) ile Bosco ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmalarda ibrelerde yüksek Pb birikimi ile trafik yoğunluğu arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Smith (1971) *Pinus strobus* L. bitki ibrelerinde Pb birikiminde yoldan olan mesafenin artmasıyla birlikte düzenli bir azalma görüldüğünü; bitkinin yola en yakın bölgesindeki dallarda en uzak bölgedekilere göre kirliliğin daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Elik ve Akçay (2000), *Pinus sylvestris* ve *Robinia pseudo-acacia* ile yaptıkları çalışmada her iki bitkinin de Pb’u biriktirebildiğini ve Pb kirliliği ile trafik yoğunluğu arasında bir paralellik olduğunu belirlemişlerdir. Bayçu ve ark. (1999), *Cedrus libani* ibrelerinde Pb birikiminin olduğunu bildirmişlerdir. Bosco ve ark. (2004) ise, *Pinus halepensis* ibrelerindeki Pb birikiminde trafik emisyonlarının etkili olduğunu belirlemişlerdir. Tüm bu bulguların ışığında *Pinus pinea* L. türünün Pb birikiminde olumlu etkisinin bitkinin ortaya koyduğu biyomas nedeniyle önemli olabileceği ileri sürülebilir.

4.5.2. Cd Birikimi

Pinus pinea L. türünde Cd birikiminin alan ve örnek alım dönemi ile ilişkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir.

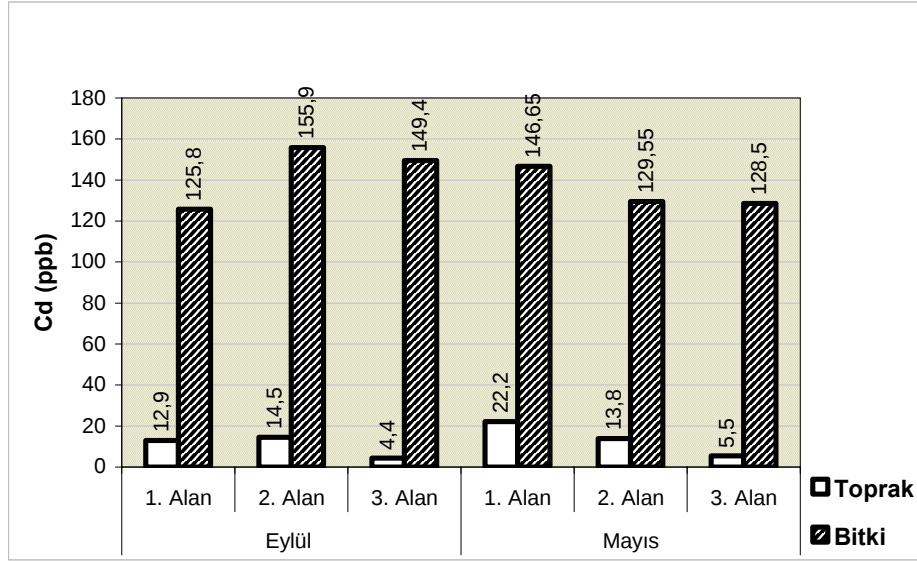
Çizelge 4.8. *Pinus pinea* L. Türünde Kadmiyum İçerikleri Üzerinde Alan ve Dönemin Etkisi

Alan	Dönem		Alan Ortalaması
	Eylül	Mayıs	
1 (978 araç/saat)	125,8	146,7	136,3
2 (324 araç/saat)	155,9	129,6	142,7
3 (trafik yok)	149,4	128,5	139,0
Dönem Ortalaması	143,7	134,9	
Önemlilik			
Alan (A):	ÖD		
Dönem (D):	ÖD		
A x D:	ÖD		

ÖD: Önemli değil.

Çizelge 4.8’de görüldüğü üzere fıstık çamı ibrelerindeki Cd birikiminde alan (trafik yoğunluğu), örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi interaksyonu

istatistiksel olarak önemli etkili bulunmamıştır. Ortalamalar dikkate alındığında, tüm değerlerin topraktaki birikim değerlerinden yüksek olduğu görülür (Şekil 4.8). Bu durum Cd'un partikül madde halinde taşınarak bitki yaprakları tarafından tutulduğu ve bitki bünyesinde biriktirelebildiği şeklinde açıklanabilir.



Şekil 4.8. Toprak ve *Pinus pinea* L. Türünde Kadmiyum Birikimlerinin Dönem ve Alanlara Göre Ortalamaları

Farklı bitki türleri ile yapılan bazı çalışmalar ile Çukurova Üniversitesi'nde yürütülen bu çalışma arasında paralellik bulunmaktadır. Bereket ve Yücel (1990), *Populus nigra* subsp. *nigra* yapraklarından yararlandığı çalışmada trafik yoğunluğu ile Cd değerleri arasında kullanılabilir bir ilişki olmadığını belirlemişlerdir. Benzer sonucu Hol ve ark. (1997), *Rhododendron* bitki yapraklarını kullanarak yaptıkları çalışmada elde etmişlerdir. Trafik yoğunluğu ile Cd birikimi arasında önemli derecede bir ilişkinin olmadığını saptamışlardır. Türkan (1986), Swaileh ve ark. (2004), Rodriguez-Flores ve Rodriguez-Castellon (1982) ve Jaradad ve Moman (1999) ise yaptıkları çalışmalarda, bitkilerdeki Cd birikimi ile yoldan olan mesafe arasında önemli bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Türkan (1986) 19 bitki türünde trafiğin yoğunluğundaki artışa bağlı olarak bitkilerdeki Cd birikiminin arttığını, yola mesafe arttıkça türlerdeki birikimin azaldığını ortaya koymuştur. Swaileh ve ark. (2004) *Inula viscosa* türü ile yürüttükleri çalışmada; Cd dahil birçok

elementin birikim miktarı ile yol kenarından olan mesafe arasında eksi yönlü bir ilişkinin olduğunu ve bu ilişkinin yoldan 20 m uzaklığa kadar devam ettiğini gözlemişlerdir. Rodriguez-Flores ve Rodriguez-Castellon (1982), otoyola yakın bitkilerdeki Cd değerlerinin otoyoldan 33 m mesafeye kadar normalden çok daha yüksek olduğunu, bu uzaklıktan sonra hızla azaldığını göstermişlerdir. Jaradad ve Moman (1999), otoyol kenarında yaptıkları çalışmada bitki örneklerinde Cd birikiminin yüksek olduğunu ve 60 m uzaklıkta kirliliğin normal değerine ulaştığını belirlemişlerdir. Ayrıca, trafik yoğunluğunun artışı ile bitkideki Cd birikiminin paralellik gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlardan yola çıkılarak *P.pinea* L. türünde Cd birikimi konusunda net bir yargıya ulaşılammıştır. Ancak topraklardaki değerler ile karşılaştırıldığında bitki yapraklarında biriken Cd miktarlarının yüksek olması, bitkinin Cd biriktirebilme yeteneğinin olduğu şeklinde de yorumlanabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma alanında belirlenen güzergah üzerinde belirli bir trafik yoğunluğunun olduğu ve bu yoğunluğun çevresinde kirlilik oluşturduğu savından yola çıkılarak yapılan bu çalışmada üç bitki türü örneğinde belirli bazı sonuçlar elde edilmiştir.

Taşıt Yoğunluğu: Sayımlar sonucunda 10 dakikada geçen araç sayısı ortalaması 1. alanda 163, 2. alanda ise 54 adet olarak hesaplanmış, bu verilerden yola çıkılarak saatte geçen araç sayısı 1. alanda 978, 2. alanda 324 adet olarak belirlenmiştir. Kontrol alanı olarak düşünülen üçüncü alanın yakınlarındaki trafiği ara yol trafiği ve otoparklar oluşturmaktadır. Ancak, burada sayısal veriler alınmamıştır. Ara yol trafiği içinde inşaat çalışmalarında kullanılan ağır vasıtalar da bulunmaktadır.

Topraktaki Pb ve Cd Birikimleri: Trafiğin yoğun olduğu aks üzerindeki iki alan (1. ve 2. alan) ile trafiğin bulunmadığı (3. alan) alanda 20-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde Pb ve Cd birikim değerleri dikkate alındığında; istatistiksel analizler sonucunda topraktaki Pb ve Cd birikimi ile örneklerin alındığı alan (trafik yoğunluğu) arasında önemli ilişki saptanmıştır. Ayrıca topraktaki Pb birikimi üzerine topraktaki Cd artışı da önemli etkilidir. Trafiğin azalmasına bağlı olarak toprakta Pb ve Cd birikimi de azalmaktadır. Trafik yoğunluğu ile Pb ve Cd miktarları arasında pozitif bir ilişki söz konusudur. Bu durum her iki elementin de trafik kaynaklı olduğunun göstergesidir.

***Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Bermuda Çimi) Türünde Pb ve Cd Birikimleri:** Farklı trafik yoğunluklarının bulunduğu yerlerdeki *C. dactylon* (L.) Pers. örneklerinde kurşun birikimi üzerine alan (trafik yoğunluğu) ve örnek alım döneminin istatistiksel olarak önemli etkili olduğu görülür. Topraktaki Pb ve Cd birikimleri ile bitkinin Pb birikimi arasında, topraktaki Pb değerinin artışı ile bitkinin Pb birikimi artışı arasında istatistiksel önemli bir ilişki bulunmuştur. Elde edilen tüm bulgular bitkideki kurşun birikiminin trafik kaynaklı olduğunu göstermektedir. Ortalamalar; bitkideki kurşun birikiminin trafik yoğunluğunun fazla olduğu birinci alanda yüksek olduğunu göstermektedir. Bitkideki birikim değerlerinin birinci (978

araç/saat) ve ikinci (324 araç/saat) alanda toprak değerlerinden genellikle az, fakat yakın oluşu bitkinin topraktaki kurşunu önemli düzeylerde bünyesinde biriktirmesi ile açıklanabilir. Trafik yoğunluğunun hiç olmadığı alanda da Pb birikiminin olması; bu partikül maddelerin uzak mesafelere taşınabildiğinin ve bitki tarafından alınabildiğinin göstergesidir. Çünkü, bitki bünyesindeki Pb birikimi toprakta çok düşük düzeylerde bulunan Pb'dan eylül döneminde 3.5, mayıs döneminde ise 5 kat daha fazladır. Bu durum aynı zamanda bu kirlilik etmeninin bitki tarafından tutulduğu ve bitkinin kurşunun toprağa geçişine engel olduğu şeklinde de yorumlanabilir.

C. dactylon (L.) Pers. türünde Cd birikimi üzerine trafik yoğunluğu, trafik yoğunluğu x örnek alım dönemi interaksyonu önemli etkili bulunmuştur. Bitki yapraklarında en yüksek Cd içeriği (158.05 ppb) kurşunda da olduğu gibi trafiğin en yoğun olduğu (978 araç/saat) birinci alandan elde edilmiştir. Trafik yoğunluğunun saatte 324 araç olduğu ikinci alanda Cd birikimi eylül ve mayıs aylarında benzer birikim değerleri göstermiştir. Eylül ayındaki birikim değeri ise trafiğin saatte 978 araç olduğu alandan daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum ikinci alan olarak nitelendirilen alanın otopark ve otobüs durağı yakınlarında olması ile açıklanabilir. Trafiğin olmadığı üçüncü alanda da Cd değerleri yüksek çıkmıştır. Bu bulgular; çevre kalitesinin artırılmasında türün Cd birikimi yönünden de etkin olduğu şeklinde açıklanabilir.

***Nerium oleander* L. (Zakkum) Türünde Pb ve Cd Birikimleri:** *N. oleander* L. türünde bitki yapraklarının Pb biriktirmesi üzerine istatistiksel olarak trafik yoğunluğu, örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi interaksyonu önemli etkili bulunmuştur. Ortalamalar incelendiğinde ise, trafiğin yoğun olduğu birinci alandaki değerlerin eylül (2739 ppb) ve mayıs (2744.3 ppb) aylarında yüksek olması da trafiğin bu birikimde etkili olduğunun bir göstergesidir. Trafiğin olmadığı üçüncü alanda da mayıs döneminde bitkinin yaprak örneklerinde Pb değerlerinin (2824,4 ppb) diğerlerine göre en yüksek düzeyde olması bu elementin partikül madde halinde taşınabildiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Çünkü, birinci (978 araç/saat) ve ikinci (324 araç/saat) alanda bitki yapraklarındaki Pb birikimi topraktaki birikime

yakın değerlerde görülürken, trafiğin bulunmadığı üçüncü alanda ise yapraklardaki Pb birikimi topraktan çok daha yüksek değerlerde elde edilmiştir.

N. oleander L. türünün yapraklarındaki Cd birikiminde alan (trafik yoğunluğu), örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi interaksyonu istatistiksel yönden önemli etkili bulunmamıştır. Ortalamalar dikkate alındığında, tüm değerlerin topraktaki değerlerden çok daha yüksek olduğu görülür. Bu çalışmada bitkideki Cd birikim değerlerinin istatistiksel olarak trafik yoğunluğu ve örnek alım dönemi ile ilişkili bulunmamasına rağmen, bitki yapraklarında en fazla birikimin olduğu ortalamalar kontrol bölgesi olarak görülen mesafelerdeki bitki örneklerinde elde edilmiştir. Bu durum, çalışmada beklenilmeyen bir sonuçtur.

***Pinus pinea* L. (Fıstık Çamı) Türünde Pb ve Cd Birikimleri:** *P. pinea* L. türünde ibrelerindeki Pb birikiminin alan (trafik yoğunluğu), örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi interaksyonu önemli etkili bulunmamıştır. Genel olarak ortalamalar dikkate alındığında, tüm değerlerin topraktaki birikim değerlerinden düşük olduğu görülür. Ancak ortalamalar incelendiğinde en yüksek Pb değerinin eylül (2276.9 ppb) ve mayıs (2162.8 ppb) aylarında trafiğin en yoğun olduğu birinci alanda bulunması, bu kirliliği trafikle ilişkilendirmede kolaylık sağlayabilir. Diğer iki alandaki değerlerin birbirine yakın çıkması ise bitkinin Pb alım yeteneği ve partikül madde olarak taşınması ile ilişkilendirilebilir.

P. pinea L. türünde Cd birikiminde alan (trafik yoğunluğu), örnek alım dönemi ve alan x örnek alım dönemi interaksyonu istatistiksel olarak önemli etkili bulunmamıştır. Ortalamalar dikkate alındığında, tüm değerlerin topraktaki birikim değerlerinden yüksek olduğu görülür. Bu durum Cd'un partikül madde halinde taşınarak bitki yaprakları tarafından tutulduğu ve bitki bünyesinde biriktirilebildiği şeklinde açıklanabilir.

Sonuç olarak;

- Trafik yoğunluğu topraktaki Pb ve Cd birikimi üzerine önemli derecede etkilidir.
- *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Nerium oleander* L. ve *Pinus pinea* L. türlerinde Pb birikimi genel olarak trafik yoğunluğu ile paralel olarak

artmıştır. Ancak Cd birikimi ile trafik yoğunluğu arasında net bir ilişki elde edilememiştir.

- Topraktaki Pb ve Cd birikimi *Cynodon dactylon* (L.) Pers., türünde Pb birikimi, *Nerium oleander* L. türünde ise Cd birikimi üzerine etkili bulunmuştur.

Elde edilen bu sonuçlara dayanılarak trafikten kaynaklanan Pb ve Cd kirliliğinin bitkisel olarak azaltılabilmesinde aşağıdaki öneriler yapılmıştır:

- Yol kenarı ve belirli aralıklarla yapılacak kirlilik yoğunluğuna bağlı olarak belirlenen genişliklerde yol boyunca bitkisel yoğunluğu yüksek plantasyonlar yapılmalıdır. Bu çalışmadan da anlaşılabileceği üzere bitki türlerindeki birikimler çok önemli düzeylerde olmayabilir. Ancak bitki yoğunluğunun artması farklı türlerdeki birikim yeteneklerinin birlikte etkisi ile toplam kirlilik yükünün azaltılmasında katkı koyabilir. Bu çalışmadaki veriler üç türün birlikte Pb ve Cd birikimlerinin topraktaki, değerlerden çok daha yüksek olduğunu göstermektedir. Farklı biyomas miktarları bu elementlerin birikim miktarının da artmasını sağlayıcı bir özelliktir.
- Bu plantasyonlar içinde uzun süreli etkinliğin sağlanması için herdemyeşil bitki türlerine yer verilmelidir.

Bu çalışma sonucunda ayrıca şu öneriler de yapılabilir. Bu öneriler yapılacak bilimsel ve uygulamaya yönelik çalışmalarda ısk tutacaktır:

- Trafikten kaynaklanan kirlilik etmenleri içinde ilk sıralarda yer alan Pb ve Cd elementlerinin birikim durumları yola mesafeleri de dikkate alınarak, bitki tür ve organlarına göre dönemsel veriler olarak ortaya konulmalıdır.
- Topraktaki Pb ve Cd birikimleri yola olan yakınlık ve bu elementlerin hareketsiz olması nedeniyle yüzey toprağı dahil (0 cm) belirli katmanlarda ortaya konulmalıdır.
- Ayrıca Çukurova Üniversitesi kampüsü ana aksının içinde yer aldığı toprak serisinde olan doğal veya doğala yakın alanlardaki Pb ve Cd içerikleri de belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- AKÇAY, O., 2005. Trafik ve Çevre Kirliliği (Traffic and Environmental Pollution). Polis ve Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, <http://www.gapmyo.edu.tr/dergi3/7%20trafik.pdf>.
- AKKAN, E., Tarihsiz. Dünya ve Türkiye’de LPG (LPG in Turkey and World). <http://www.kojenerasyon.com/haber/ea/main.htm>.
- AKMAN, Y., KETENOĞLU, O., KURT, L., DÜZENLİ, S., GÜNEY, K., KURT, F., 2004. Çevre kirliliği (Çevre Biyolojisi). Palme Yayıncılık, Ankara, 299 S.
- AKSOY, A., HALE, W.H., DIXON, J.M., 1999. *Capsella bursa-pastoris* L. Medic. As a Biomonitor of Heavy Metals. Science of Total Environmental, Volume 226 (2-3): 177-186.
- AKSOY, A., ÖZTÜRK, M.A., 1997. *Nerium oleander* L. As a Biomonitor of Lead and Other Heavy Metal Pollution in Mediterranean Environments. Science of The Total Environment, Volume 205 (2-3): 145-150.
- AKSOY, A., ŞAHİN, U., 1999. *Elaeagnus angustifolia* L. As a Biomonitor of Heavy Metal Pollution. Turkish Journal of Botany, Volume 23 (2): 83-87.
- AKSOY, A., ŞAHİN, U., DUMAN, F., 2000. *Robinia pseudo-acacia* L. As a Possible Biomonitor of Heavy Metal Pollution in Kayseri. Turkish Journal of Botany, Volume 24: 279-284.
- AL-CHALABI, A.S., HAWKER, D., 2000. Distribution of Vehicular Lead in Roadside Soils of Major Roads of Brisbane, Australia. Water, Air & Soil Pollution, Volume 118 (3-4): 299-310.
- ALESSIO, M., ANSELMİ, S., CONFORTO, L., IMPROTA, S., MANES, F., MANFRA, L., 2002. Radiocarbon As a Biomarker of Urban Pollution in Leaves of Evergreen Species Sampled in Rome and in Rural Areas (Lazio-Central, Italy). Atmospheric Environment, Volume 36 (34): 5405-5416.
- ALGÜL, E., 2004. Çevre Sorununda Çağdaş Yaklaşım ve Stratejiler, Türkiye için Çevre Politikaları. <http://www.geocities.com/cevre2004/>.

- AMIT, P., KULSHRESHTHA, K., AHMAD, K.J., YUNUS, M., 2000. Changes in Leaf Surface Structures of Two Avenue Tree Species Caused by Autoexhaust Pollution. *Journal of Environmental Bio*, Volume 21 (1): 15-21.
- ANONİM, Tarihsiz. Hava Kirliliği, Taşıt Kaynaklı Hava Kirliliği. <http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/emisyon/emisyon.htm>.
- ANONİM, Tarihsiz a. LPG - Liquefied Petroleum Gases (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı), Enjeksiyonlu araçlarda LPG Dönüşümü ve Bütün Detayları. <http://www.bmwteam.net/veribank/>
- ANONİM, Tarihsiz b. Çukurova Üniversitesi: Genel Bilgi. <http://www.cu.edu.tr/content/asp/turkish/cubilgi02.asp>
- ANONİM, 2002. Full List of Top Tropicals Plant Photos. http://toptropicals.com/cgi-bin/garden_catalog/cat.cgi?uid=NERIUM_OLEANDER.
- ANONİM, 2002 a. Oleander Nerium. <http://www.mgovens.freemove.co.uk/update%20may%202002.htm>.
- ANONİM, 2003. Stone Pine, Umbrella Pine (*Pinus pinea*). <http://www.biopix.com/Search1.asp?Language=&Searchtext=Pinus%20pinea&Category=&q=pinus%20pinea>.
- ANONİM, 2006. 2020 Yılında Dünyada Motorlu Taşıt Sayısı 1,2 Milyara Ulaşacak. Traport, Trafik Sigortası Bilgi Merkezi. <http://www.traport.org/>
- ANŞİN, R., 1994. Tohumlu Bitkiler *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 15, I. Cilt, II. Baskı, Trabzon, 262s.
- BARLAS, H., 1997. Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri. Türkiye'deki Humboldt Bursiyerleri Derneği, Seminer Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri, REM Matbaacılık, Yayın N: 1, İstanbul, 8-24 S.
- BATMAZ, İ., SALMAN, M.S., İÇİNGİR, Y., Tarihsiz. Türkiye'de Taşıtlarda Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG) Kullanımı ve Yasal Düzenlemesi. Ankara.
- BAYÇU, G., CANER, H., GÖNENÇGİL, B., ERUZ, E., 2003. Roadside Pollution of Cadmium and Lead in Istanbul City (Turkey) and Their Effects on *Picea abies* (L.) Karst. *Biologia, Bratislava*, Volume 58 (1): 109-114.
- BAYÇU, G., ERUZ, E., CANER, H., GÖNENÇGİL, B., 1999. Heavy Metal Stress and Peroxidases: II. Peroxidase Activity and Chlorophyll Content in

- Response to Cadmium and Lead in *Cedrus libani* A. Rich. Plant Peroxidase Newsletter, Laboratory of Plant Biochemistry and Physiology, Vol. 12: 12-16.
- BAYÇU, G., ERUZ, E., CANER, H., GÖNENÇGİL, B., 1999. Heavy Metal Stress and Peroxidases: I. Peroxidase Activity and Chlorophyll Content in Response to Cadmium and Lead in *Pinus pinea* L. Plant Peroxidase Newsletter, Laboratory of Plant Biochemistry and Physiology, Volume 12: 7-11.
- BELAL, M., SALEH, M., 1978. Uptake of Lead Near Roads in Egypt. Atmospheric Environment, Volume 12 (6-7): 1561-1562.
- BEREKET, G., YÜCEL, E., 1990. Monitoring of Heavy Metal Pollution of Traffic Origin in Eskişehir. Turkish Journal of Chemistry, Volume 14 (4): 266-271.
- BERGE, H., 1970. Differentiation and Evaluation of Air Pollution from a Botanical Point of View. Environmental Pollution, Volume 1 (2): 141-147.
- BERGER, B., DALLINGER, R., 1993. Terrestrial Snails As Quantitative Indicators of Environmental Metal Pollution. Environmental Monitoring and Assessment, Volume 25 (1): 65-84.
- BEYER, W.N., MOORE, J.F., 1980. Lead Residues in Eastern Tent Caterpillars (*Malacosoma americanum* F.) and Their Host Plant (*Prunus serotina* Ehrh.) Close to a Major Highway. Environmental Entomol., Volume 9 (1): 10-12.
- BİNGÖL, M.Ü., 1992. Ankara Cadde Ağaçlarından *Aesculus hippocastanum* L.'da Kurşun (Pb) Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- BIRDSALL, C.W., GRUE, C.E., ANDERSON, A., 1986. Lead Concentrations in Bullfrog *Rana catesbeiana* Shaw and Green Frog *R. clamitans* L. Tadpoles Inhabiting Highway Drainages. Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological, Volume 40 (3): 233-247.
- BOKWA, A., JEZİORO, P., 2004. Sources of Anthropogenic Air Pollution. Environmental Science Published for Everybody Round the Earth, Polonya. <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/6ee483aac974608aeace707a95577254,0/1AirPollution/-Causes3os.html>.
- BORAN, S., YEŞİL, C., GÜLGEÇİ, İ., Tarihsiz. LPG'nin Tarihçesi, Özellikleri, Avantaj ve Dezavantajları. <http://www.obitet.gazi.edu.tr/lpg/lpg2 1.htm>.

- BOSCO, M.L., VARRICA, D., DONGARRÁ, G., 2004. Case Study: Inorganic Pollutants Associated with Particulate Matter from an Area Near a Petrochemical Plant. Environmental Research, www.sciencedirect.com.
- BOŞGELMEZ, A., BOŞGELMEZ, İ.İ., PASLI, N., SAVAŞCI, S., KAYNAŞ, S., 2000. Ekoloji I. İkinci Baskı, Ankara, 883 S.
- BU-OLAYAN, A., THOMAS, B., 2002. Bio-monitoring Studies on Effect of Lead in Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) in The Arid Ecosystem of Kuwait. Journal of Arid Environments, Volume 51 (1): 133-139.
- BU-OLAYAN, A., THOMAS, B., 2004. Biomonitoring Studies on The Lead Levels in Mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) in The Arid Ecosystem of Kuwait. Kuwait Journal of Science & Engineering, Volume 29 (1): 65-73.
- BUREN, L.V., 2003. Grasses. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. http://www.missouriplants.com/Grasses/Grasses_page1.html.
- CANBEK, M., IŞIKLI, B., UYANOĞLU, M., DEMİR, T.A., BERBER, A., 2005. Determination of Lead Accumulation in the *Lumbricus terrestris* L. (earthworm) Living in The Roadside Soils of Eskişehir. Çankaya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Journal of Arts and Sciences, Volume 4: 47-53.
- CAPANNESI, G., CECCHI, A., CIAVOLA, C., SEDDA, A.F., 1993. Feasibility of Oak (*Quercus ilex* L.) Leaves As Monitor for Airborne Pollution. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Volume 167 (2): 309-320.
- CASELLES, J., 1998. Levels of Lead and Other Metals in *Citrus* Alongside a Motor Road. Water, Air & Soil Pollution, Volume 105 (3-4): 593-602.
- CASELLES, J., COLLIGA, C., ZORNOVA, P., 2002. Evaluation of Trace Element Pollution from Vehicle Emissions in *Petunia* Plants. Water, Air and Soil Pollution, Volume 136 (1-4): 1-9
- CEYLAN, 1999. Dış Mekan Süs Bitkileri ve Peyzajda Kullanımları. Flora Yayınları, Elma Basım, Çağ Cilt, İstanbul, 216 S.
- CHRONOPOULOS, J., HAIDOUTI, C., CHRONOPOULOU-SERELI, A., MASSAS, I., 1997. Variations in Plant and Soil Lead and Cadmium Content in Urban Parks in Athens, Greece. Science of The Total Environment, Volume 196 (1): 91-98.

- CİNİVİZ, M., SALMAN, M.S., ÇARMAN, K., Tarihsiz. Dizel Motorlarında Dizel Yakıtı + LPG Kullanımının Performans ve Emisyona Etkisi. http://www.obitet.gazi.edu.tr/makale/Makaleler/T11_LPG.HTM.
- COLLEGE, C., 2005. Complete Plant List Cuyamaca College OH170 Plant List. *Nerium oleander*. <http://www.cuyamaca.net/OH170/week7.asp>.
- ÇELİK, A., KARTAL, A.A., AKDOĞAN, A., KASKA, Y., 2004. Determining The Heavy Metal Pollution in Denizli (Turkey) by Using *Robinio pseudo-acacia* L. Environmental International, (basımda) www.sciencedirect.com.
- ÇKV, Tarihsiz. Oto Sürücüleri ve Oto Sahipleri. Çevre Eğitim El Kitabı, Adana İli Çevre Koruma Vakfı, Adana, 40 S.
- ÇOB, Tarihsiz. Hava-Atmosfer ve İklim. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası, 44-62 S.
- DE PUY, L.S., 2003. *Pinus pinea* (Stone pine). <http://www.semencesdupuy.com/1F944-Pinus-Pinea-Pin-Pignon-Pin-Parasol.html>.
- DIERKES, C., GEIGER, W. F., 1999. Pollution Retention Capabilities of Roadside Soils. Water Science and Technology, Volume 39 (2): 201-208.
- DİE, 2002. Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Ankara, 79 S.
- DOĞAN, L., 1991. Adana'da Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Müh. Böl., Adana, 89 S.
- DONGARRÀ, G., SABATINO, G., TRISCARI, M., VARRICA, D., 2003. The Effect of Anthropogenic Particulate Emissions on Roadway Dust and *Nerium oleander* L. Leaves in Messina (Sicily, Italy). Journal of Environmental Monitoring, Volume 5 (5): 766-773.
- DUKE, J.A., 1983. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Poaceae* Bermudagrass, Common Stargrass, Baramagrass, Dhubgrass, Devilgrass. . Handbook of Energy Crops. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Cynodon_dactylon.html
- DURRANI, G.F., HASSAN, M., BALOCH, M.K., HAMEED, G., 2003. Effect of Traffic Pollution on Photosynthesis. Journal of Environ. Extension, 4: 51-54.
- DÜLGEROĞLU, A., 2002. Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara. www.trafik.gov.tr/icerik/Bildiriler/A1-80.doc.

- ELİK, A., AKÇAY, M., 2000. Sivas Kenti'nde Ağır Metal Kirliliğinin Yerel ve Zamansal Değişimi. Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences, Volume 24: 15-24.
- ERDURANLI, P., SEKMEN, Y., ÇINAR, C., Tarihsiz. Buji Ateşlemeli Değişken Sıkıştırma Oranlı Motorların Egzoz Gazı Emisyonları Açısından İncelenmesi. http://www.obitet.gazi.edu.tr/makale/Makaleler/T4_Egzoz.htm.
- FARMER, A.M., 1993. The Effects of Dust on Vegetation—a Review. Environmental Pollution, Volume 79 (1): 63-75.
- FLETCHER, R.J., 1996. *Pinus pinea*: An Edible Nut Pine of Many Uses The Australian New Crops Newletter. <http://www.newcrops.uq.edu.au/newslett/ncl6153.html>
- GARCIA, R., MILLÁN, E., 1998. Assessment of Cd, Pb and Zn Contamination in Roadside Soils and Grasses From Gipuzkoa (Spain). Chemosphere, Volume 37 (8): 1615-1625.
- GILMAN, E.F., WATSON, D.G., 1994. *Nerium oleander* L., Oleander. Florida Cooperative Extension Serv., Institute of Food and Agriculture Sci., Univers. of Florida. Fact Sheet ST-412. <http://hort.ufl.edu/trees/NEROLEA.pdf>
- GILMAN, E.F., WATSON, D.G., 1994 a. *Pinus pinea*, Stone Pine. Florida Cooperative Extension Serv., Institute of Food and Agriculture Sci., Univers. of Florida. Fact Sheet ST-472. <http://hort.ufl.edu/trees/PINPINA.pdf>.
- GÖKALTUN, E., 2001. Atmosferik Kirleticilerin Kireçtaşı Mermerleri Üzerindeki Parlaklık Kaybına Etkisi. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1264, Müh. Mim. Fakültesi Yayınları: No.4, Eskişehir.
- HAKTANIR, K., ARCAK, S., ERPUL, G., TAN, A., 1995. accumulation of The Vehicle-Generated Heavy Metals on The Roadside Soils. Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences, Volume 19 (6): 423-431.
- HART, C., CARPENTER, B., REAGOR, J., MCGINTY, A., 2000. Toxis Plant Database. <http://texnat.tamu.edu/cmplants/toxic/plants/oleander.html>.
- HAŞIMOĞLU, C., İÇİNGÜR, Y., ÖĞÜT, Y., 2002. Dizel Motorlarında Egzoz Gazları Resirkülasyonunun Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi. Turkish J. Eng. Env. Sci. 26: 127-135.

- HITCHCOCK, A.S., 1950. Plants Profile *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Bermudagrass. <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=CYDA>
- HO, Y.B., TAI, K.M., 1988. Elevated Levels of Lead and Other Metals in Roadside Soil and Grass and Their Use to Monitor Aerial Metal Depositions in Hong Kong. *Environmental Pollution*, Volume 49 (1): 37-51.
- HOL, P.J., GAWRON, A.J., HURST, J.M., YEAGER, A.R., VAN-GALEN, D.A., ISRENN, R., 1997. Investigation of Lead and Cadmium Levels in Roadside *Rhododendron* Leaves in Bergen, Norway Utilizing Multivariate Analysis. *Microchemical Journal*, Volume 55 (2): 169-178.
- İLHAN, A.İ., DÜNDAR, C., ÖZ, N., KILINÇ, H., Tarihsiz. Hava Kirliliği ve Asit Yağmurlarının Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.
- JAHAN, S., IQBAL, M.Z., 1992. Morphological and Anatomical Studies of Leaves of Different Plants Affected by Motor Vehicles Exhaust. *Environmental Sciences, Journal of Islamic Academy of Sciences*, Volume 5 (1): 21-23.
- JARADAD, Q.M., MOMAN, K.A., 1999. Contamination of Roadside Soil, Plants and Air with Heavy Metals in Jordan, A Comparative Study. *Turkish Journal of Chemistry*, Volume 23 (2): 209-220.
- JESUS, E.F.O., SIMABUCO, S.M., ANJOS, M.J., LOPES, R.T., 2000. Synchrotron Radiation X-ray Fluorescence Analysis of Trace Elements in *Nerium oleander* L. for Pollution Monitoring. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectrosc.*, Volume 55 (7): 1179-1185.
- KAKULU, S.E., 2003. Trace Metal Concentration in Roadside Surface Soil and Tree Bark: A Measurement of Local Atmospheric Pollution in Abuja, Nigeria. *Environ Monit Assessment*, Volume 89 (3): 233-242.
- KANTARCI, D., 1997. Egzoz Gazlarının Bitkilere Etkileri. Türkiye'deki Humboldt Bursiyerleri Derneği, Seminer Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri, REM Matbaacılık, Yayın N: 1, İstanbul, 80-103 S.
- KARADEMİR, M., 1992. Ankara'nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim Bitkilerinde Egzoz Gazlarından Gelen Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

- KRISHNAYYA, N.S.R., BEDI, S. J., 1986. Effect of Automobile Lead Pollution on *Cassia tora* L. and *Cassia occidentalis* L. Environmentalis Pollution Series A, Ecological and Biological, Volume 40 (3): 221-226.
- LANNOTTI, O., MINCIGRUCCI G., BRICCHI, E., FRENGUELLI, G., 2000. Pollen Viability As a Bio-Indicator of Air Quality. Aerobiologia Springer Science & Business Media, Volume 16 (3-4): 361-365.
- LEBEL, L.A., RAMANUSAM, M.P., AMBALANATHAN, B., 1992. Efficiency of Some Roadside Plants As Dust Filters. Geobios., Volume 19 (4): 143-146.
- LINDSAY, W.L., NORVELL, W.A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. J., 42: 421-428.
- LINNEY, G.K., Tarihsiz. Yem Bitkileri Kılavuzu Albümü. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. <http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/flora/yembitkileri/index.htm>.
- LUILO, G.B., OTHMAN, O.C., 2003. Heavy Metal Levels of Pasture Grasses in Metropolitan Area. Journal de Physique IV-Proceedings, EDP Sciences, Volume 107: 801-805.
- LYTLE, C.M., SMITH, B.N., MCKINNON, C.Z., 1995. Manganese Accumulation Along Utah Roadways: A Possible Indication of Motor Vehicle Exhaust Pollution. Science of The Total Environment, Volume 162 (2-3): 105-109.
- MGN, 2006. *Nerium oleander* 'Hardy Red', Oleander. Magnolia Gardens Nursery. <http://www.magnoliagardensnursery.com/product/shrub.html>
- MOORE T., 2001. *Nerium oleander* L. Oleander *Apocynaceae* Family. http://ag.arizona.edu/pima/gardening/aridplants/Nerium_oleander.html
- MORENO, E., SAGNOTTI, L., DINARÉS-TURELL, J., WINKLER, A., CASCELLA, A., 2003. Biomonitoring of Traffic Air Pollution in Rome Using Magnetic Properties of Tree Leaves. Atmospheric Environment, Volume 37: 2967-2977.
- MSUE, 1999. *Nerium-Oleander*. Michigan State University Extension Ornamental Plants Plus Version 3.0-00000990. <http://web1.msue.msu.edu/msue/imp/modzz/00000990.html>.
- MUNDANI, J., 2003. Galería de Fotos Mundani. *Nerium oleander*. <http://www.jardin-mundani.com/galeriafotosMO.htm>.

- MÜEZZİNOĞLU, A., 2004. Hava Kirliliği ve Kontrol Esasları. Dokuz Eylül Yayıncılık, DEÜ Rektörlük Matbaası, 2. Baskı, İzmir, 327 S.
- NEWMAN, 1992. Element Stewardship Abstract For *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Bermuda Grass. <http://conserveonline.org/docs/2000/12/cynodac.PDF>
- NDIOKWERE, C.L., 1984. A Study of Heavy Metal Pollution from Motor Vehicle Emissions and Its Effect on Roadside Soil, Vegetation and Crop in Nigeria. Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical, Vol. 7 (1): 35-42.
- NOVOTNY, V., CHESTERS, G., Tarihsiz. Sources of Roadside Pollution. Handbook of Nonpoint Pollution: Sources and Management. Van Nostrand Reinhold Environmental Engineering Series, Van Nostrand Reinhold Co.
- OLIVARES, E., 2003. The Effect of Lead on The Phytochemistry of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray Exposed to Roadside Automotive Pollution or Grown in Pots of Pb-Supplemented Soil. Brazilian Journal of Plant Physiology, Vol. 15 (3): 149-158.
- ONASANYA, L.O., KOLA, A., ADEYEYE A., 1993. Lead Content in Roadside Vegetation As Indicators of Atmospheric Pollution. Environment International, Volume 19 (6): 615-618.
- ONIANWA, P.C., ADOGHE, J.O., 1997. Heavy-Metal Content of Roadside Gutter Sediments in Ibadan, Nigeria. Environment International, 23 (6): 873-877.
- ONIANWA, P.C., AJAY, S.O., 2002. Heavy Metals Contents of Roadside Mosses in The Northern and South-Eastern Regions of Nigeria. Chemistry and Ecology, Volume 18 (3-4): 187-194 (8)
- LOUDHIA, P., 2001. Common and Popular Names of Doob (*Cynodon dactylon* L.) Around the World. http://botanical.com/site/column_poudhia111_doo bi.html
- ÖNALAN, N., 1995. Ankara Cadde Ağaçlarından *Acer negundo* L.'da Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Eğitimi, Ankara.
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilimi (Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G., Hartge, K.H., Schwertmann, U.,'dan Çevrilerek). Ç.Ü.Z.F. Genel Yayın N: 73, Ders Kitapları Yayın N: 16, Ç.Ü.Z.F. Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana, 816 S.

- ÖZER, U., KARTAL, Ş., 1986. Atmosferde Kurşun Kirliliği Ve Diğer Kirlenici Konsantrasyonları İle Korelasyonu. Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Çevre Sempozyumu 86 Kitabı. İzmir, 2-5 Haziran 1986:1-6.
- ÖZTÜRK, M., 2004. Kurşunlu Benzin Tüketimi ve Kurşunun Etkileri. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 19 S.
- ÖZTÜRK, M., 2005. Şehir İçi Bölgelerde Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 19 S.
- PAL, A., KULSHRESHTHA, K., AHMAD, K.J., BEHL, H.M., 2002. Do Leaf Surface Characters Play a Role in Plant Resistance to Auto-Exhaust Pollution? Urban & Fischer, Flora, Volume 197 (1): 47-55 (9).
- PETDER, 2005. Akaryakıt Sektörü. Petrol Sanayi Derneği 2004 Yılı Sektör Raporu, İstanbul, 56 S.
- PETDER, 2006. Akaryakıt Sektörü Pazarı Gelişmeleri ve Yakıt Kalitesi Üzerine Gelişmeler. Petrol Sanayi Derneği 2005 Yılı Sektör Raporu, İstanbul, 56 S.
- PIGNATAA, M.L., GUDINO, G.L., CANAS M.S., ORELLANA, L., 1999. Relationship Between Foliar Chemical Parameters Measured in *Melia azedarach* L. and Environmental Conditions in Urban Areas. The Science of The Total Environment, Volume 243-244: 85-96.
- PORCHER, M.H., 1995. Sorting *Pinus* Names. Multilingual Multiscript Plant Name Database - A Work in Progress. Faculty of Land & Food Resources. The University of Melbourne, Australia. <http://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Pinus.html>.
- PORTILLO, M., URDANETA, N., URDANETA, H., 1994. *Nerium oleander* L. As a Indicator of Environmental Contamination by Lead in The Northern Part of Maracaibo, Zulia State, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, Volume 28 (1): 33-45.
- PRZYBYLSKI, Z., 1979. The Effects of Automobile Exhaust Gases on The Arthropods of Cultivated Plants, Meadows and Orchards. Environmental Pollution, Volume 19 (2): 157-161.

- PUCCINELLI, P., ANSELMi, N., BRAGALONI, M., 1998. Peroxidases: Usable Markers of Air Pollution in Trees from Urban Environments. *Chemosphere*, Volume 36 (4-5): 889-894.
- RODRIGUEZ-FLORES, M., RODRIGUEZ-CASTELLON, E., 1982. Lead and Cadmium Levels in Soil and Plants Near Highways and Their Correlation with Traffic Density. *Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical*, Vol. 4 (4): 281-290.
- SABANCI, A., 1995. Egzoz Emisyonları ve Çevre Kirliliği. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Seminerleri, No:1995/96-5, Adana.
- SARKAR, R.K., BANERJEE, A., MUKHERJI, S., 1986. Acceleration of Peroxidase and Catalase Activities in Leaves of Wild Dicotyledonous Plants As a Indication of Automobile Exhaust Pollution. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*, Volume 42 (4): 289-295.
- SAWIDIS, T., MARNASIDIS, A., ZACHARIADIS, G., STRATIS, J., 1995. A Study Of Air Pollution with Heavy Metals in Thessaloniki City (Greece) Using Trees As Biological Indicators. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, Volume 28 (1): 118-124.
- SEILER, J.R., JENSEN, E.C., PETERSON, J.A., 2005. Oleander *Apocynaceae Nerium oleander* L. <http://www.cnr.vt.edu/dendro/dendrology/Syllabus2/factsheet.fcm?ID=676>.
- SINGH, N., PANDEY, V., MISRA, J., YUNUS, M., AHMAD, K. J., 1997. Atmospheric Lead Pollution From Vehicular Emissions – Measurements in Plants, Soil and Milk Samples. *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume 45 (1): 9-19.
- SMITH, H., 1971. Lead Contamination of Roadside *Pinus strobus* L. *Forest Science*, Volume 17 (2): 195-198 (4).
- STANISLAW, W.G., RACZKA, M., 2004. Lead Uptake and PAHs Capture by Plants Cultivated in Urban Area. Integration and Application of Phytotechnologies, Working Group 4 Meeting, GmbH.

- STARR, F., STARR, K., 2005. Plants of Hawaii *Nerium oleander* Oleander (*Apocynaceae*). http://www.hear.org/starr/hiplants/images/thumbnails/html/nerium_oleander.htm.
- SWAILEH, K.M., HUSSEIN R., ABU-ELHAJ, S., 2004. Assessment of Heavy Metal Contamination in Roadside Surface Soil and Vegetation from The West Bank. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Volume 47 (1): 23-30.
- SWAILEH, K.M., RABAY, N., SALIM, R., EZZUGHAYYAR, A., RABBO, A.A., 2001. Concentrations of Heavy Metals in Roadside Soils, Plants and Landsnails from The West Bank, Palestine. Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering, Volume 36 (5): 765-778.
- ŞANDA, M.A., 1993. Konya İli Merkezi ve Çevre Yollarındaki Bitkilerde Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Konya.
- TAM, N.F.Y., LIU, W.K., WONG, M.H., WONG, Y.S., 1987. Heavy Metal Pollution in Roadside Urban Parks and Gardens in Hong Kong. The Science of The Total Environment, Volume 59: 325-328.
- TEZER, E., 1997. Egzoz Gazlarının Çevreye Etkisinin Azaltılması İçin Otomotiv Sektöründe Alınacak Önlemlerin Ekonomik Yönü. Türkiye'deki Humboldt Bursiyerleri Derneği, Seminer Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri, REM Matbaacılık, Yayın N:1, İstanbul, 120 S.
- TIRIS, M., KALAFATOĞLU, E., OKUTAN, H., 1993. Hava kirliliği ve Kontrolü. Marmara Araştırma Merkezi Matbaası, Kocaeli, 277 S.
- TOPA S., 1995. Ankara Cadde Ağaçlarından *Platanus orientalis* L.'de Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Eğitimi, Ankara.
- TÜRKAN, İ., 1986. İzmir İl Merkezi ve Çevre Yolları Kenarında Yetişen Bitkilerde Kurşun (Pb), Çinko (Zn) ve Kadmiyum (Cd) Kirlenmesinin Araştırılması. Doğa Türk Biyoloji Dergisi, Cilt 10 (1): 116-120.

- UFEI, Tarihsiz. Urban Forest Ecosystems Institute, Select Tree A Tree Selection Guide, *Nerium oleander*. <http://selecttree.calpoly.edu/treedetail.lasso?rid=955>
- UFEI, Tarihsiz a. Urban Forest Ecosystems Institute, Select Tree A Tree Selection Guide, *Pinus pinea* L. <http://selecttree.calpoly.edu/treedetail.lasso?rid=1067>.
- ULUDAĞ, M., Tarihsiz. Kentsel Ulaşımında Karayolu ve Raylı Taşıma Sistemlerinin Bazı Önemli Faktörlere Göre Karşılaştırılması.
- UZUN, G., 1997. Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı. Ç. Ü. Z. F. Peyzaj Mimarlığı Bölümü Yardımcı Ders Kitabı, No: D-20, Adana, 170 S.
- VIARD, B., PIHAN, F., PROMEYRAT, S., PIHAN, J. C., 2004. Integrated Assessment of Heavy Metal (Pb, Zn, Cd) Highway Pollution: Bioaccumulation in Soil, *Graminaceae* and Land Snails. *Chemosphere*, Volume 55: 1349-1359.
- VISKARI, E.L., KÖSSI, S., HOLOPAINEN, J.K., 2000. Norway Spruce and Spruce Shoot Aphid As Indicators of Traffic Poll. *Environ. Poll.*, Vol. 107: 305-314.
- VTWIG, Tarihsiz. Bermudagrass or Wire Grass: *Cynodon dactylon* L. Pers. Virginia Tech Weed Identif. Guide. http://www.ppws.vt.edu/scott/weed_id/cynda.htm.
- WARD, N.I., BROOKS, R.R., ROBERTS, E., BOSWELL, C.R., 1977. Heavy-Metal Pollution from Automotive Emissions and Its Effect on Roadside Soils and Pasture Species in New Zealand. *Environ. Science Technol.*, 11 (9): 917-920.
- WATSON, L., DALLWITZ, M. J., 1992. Index of /grass/images. The Grass Genera of the World. <http://delta-intkey.com/grass/images/>.
- WU, L., ANTONOVICS, J., 1976. Experimental Ecological Genetics in *Plantago* II. Lead Tolerance in *Plantago lanceolata* L. and *Cynodon dactylon* (L.) Pers. from a Roadside. *Ecology*, Volume 57 (1): 205-208.
- XIONG, Z.T., 1997. Bioaccumulation and Physiological Effects of Excess Lead in a Roadside Pioneer Species *Sonchus oleraceus* L. *Environmental Pollution*, Volume 97 (3): 275-279.
- YASSOGLOU, N., KOSMAS, C., ASIMAKOPOULOS, J., KALLIANOU, C., 1987. Heavy Metal Contamination of Roadside in The Greater Athens Area. *Environmental Pollution*, Volume 47 (4): 293-304.

- YILMAZ, F., İŞİLOĞLU, M., MERDİVAN, M., 2003. Heavy Metal Levels in Some Macrofungi. Turkey Journal Botany, Volume 27: 45-56.
- YÜCEL, E., 1996. Investigation on Pb, Cd and Zn Pollution from Traffic Using Asian Populus (*Populus usbekistanica* kom. subsp. *usbekistanica* cv. “Aghanica”) in Kütahya City (Turkey). Turk. J. Botany, Vol. 20 (2): 113-116.
- YÜCEL, M., 1995. Çevre Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 109, Ders Kitapları Yayın N: 28, Ç.Ü. Z. F. Ofset Atölyesi, Adana, 302 S.
- ZUPANČIČ, N., 1999. Lead contamination in the roadside soils of Slovenia. Environmental Geochemistry and Health, Volume 21 (1): 37-50 (14).

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nde lisans eğitime başladı. 2002 yılında bu bölümden mezun oldu ve aynı yıl yine bu bölümde Yüksek Lisans Eğitime başladı. “Çukurova Üniversitesi Yerleşke Alanındaki Yollarda Kullanılan Bitki Türlerinin Çevre Niteliğini Artırma Yeteneklerinin Belirlenmesi” konulu yüksek lisans tez çalışmasını bitirme aşamasındadır.

EK-1

ARAŞTIRMA ALANI YOL KENARINDA BELİRLenen BİTKİ TÜRLERİ

Araştırma Alanı Yol Kenarında Belirlenen Bitki Türleri

	Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası
Ağaçlar	<i>Acacia cyanophylla</i>	Kıbrıs akasyası	<i>Leguminosae</i>
	<i>Ailanthus altissima</i>	Kokarağaç	<i>Simaroubaceae</i>
	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Demir ağacı	<i>Casuarinaceae</i>
	<i>Ceratonia siliqua</i>	Keçi boynuzu	<i>Leguminosae</i>
	<i>Cercis siliquastrum</i>	Erguvan	<i>Leguminosae</i>
	<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i>	Horizontal servi	<i>Cupressaceae</i>
	<i>C. arizonica</i> var. <i>glauca</i>	Mavi servi	<i>Cupressaceae</i>
	<i>Dalbergia sissoo</i> (<i>D. cissoo</i>)	Dalbergiya	<i>Leguminosae</i>
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Kızılokaliptüs	<i>Myrtaceae</i>
	<i>Ficus carica</i>	İncir	<i>Moraceae</i>
	<i>Fraxinus</i> sp.	Dişbudak	<i>Oleaceae</i>
	<i>Olea europaea</i>	Zeytin	<i>Oleaceae</i>
	<i>Phoenix</i> sp.	Hurma	<i>Arecaceae</i>
	<i>Pinus halepensis</i>	Halep çamı	<i>Pinaceae</i>
	<i>P. pinea</i>	Fıstık çamı	<i>Pinaceae</i>
	<i>Quercus</i> sp.	Meşe	<i>Fagaceae</i>
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Yalancı akasya	<i>Leguminosae</i>
	<i>Schinus molle</i>	Yalancı karabiber	<i>Anacardiaceae</i>
	<i>Washingtonia filifera</i>	Palmiye	<i>Arecaceae</i>
Çalılar	<i>Agave americana</i>	Sabır	<i>Agavaceae</i>
	<i>Capparis spinosa</i>	Kapari	<i>Capparidaceae</i>
	<i>Clematis</i> sp.	Klematis	<i>Ranunculaceae</i>
	<i>Juniperus horizontalis</i>	Ardıç	<i>Cupressaceae.</i>
	<i>Nerium oleander</i>	Zakkum	<i>Apocynaceae</i>
	<i>Pyracantha coccinea</i>	Ateş diken	<i>Rosaceae</i>
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Biberiye	<i>Labiatae</i>
	<i>Rubus</i> sp.	Böğürtlen	<i>Rosaceae</i>
	<i>Thuja orientalis</i>	Mazı	<i>Cupressaceae</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>	Bermuda çimi	<i>Poaceae</i> (<i>Gramineae</i>)