T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA (MERKEZ)'DA MOTORLU TAŞIT KAYNAKLI *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera" NIN YAPRAKLARINDA BİRİKTİRDİĞİ Pb, Zn, Cu, Ni ve Cd AĞIR METALLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan KARAKEÇİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2015

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA (MERKEZ)'DA MOTORLU TAŞIT KAYNAKLI *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera" NIN YAPRAKLARINDA BİRİKTİRDİĞİ Pb, Zn, Cu, Ni ve Cd AĞIR METALLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan KARAKEÇİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2015

Doç. Dr. Ömer Faruk KAYA danışmanlığında Hasan KARAKEÇİ'nin hazırladığı **"Şanlıurfa (Merkez)'da Motorlu Taşıt Kaynaklı *Robinia pseudoacacia* L. ''Umbraculifera'' nın Yapraklarında Biriktirdiği Pb, Zn, Cu, Ni ve Cd Ağır Metallerinin Araştırılması "** konulu bu çalışma 11/02/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Ömer Faruk KAYA

Üye : Doç. Dr. Tijen DEMİRAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zafer UYAR

Bu tezin Biyoloji Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir
Proje no:13151

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3.MATERYAL ve YÖNTEM	8
3.1.MATERYAL ve YÖNTEM	8
3.1.1.*Robinia pseudoacacia* L ."Umbraculifera"nın Genel Özelikleri	8
3.1.2.Yaprak Örneklerinin Toplanması	11
3.1.3. Yaprak Örneklerini Çözme ve Okuma İşlemleri	13
3.1.4. ICP (Inductively Coupled Plasma) Tekniği	16
3.1.5. İstatistiksel Analizler	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1. Ağır Metaller	19
4.1.1.Kurşun (Pb)	19
4.1.2.Çinko (Zn)	21
4.1.3.Bakır (Cu)	21
4.1.4.Nikel (Ni)	22
4.1.5.Kadmiyum (Cd)	23
4.2.Araştırma Bölgesi ile ilgili Genel Bilgiler	24
4.2.1.Coğrafik Konum	25
4.2.2.İklim ve Hava	26
4.2.3.Yağış	27
4.2.4.Ulaşım	27
4.3.Analiz Sonuçları	28
4.3.1.Kurşun (Pb)	28
4.3.2.Çinko (Zn)	31
4.3.3.Bakır (Cu)	35
4.3.4.Nikel (Ni)	39
4.3.5.Kadmiyum (Cd)	43
5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	50
EKLER	51

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA (MERKEZ)'DA MOTORLU TAŞIT KAYNAKLI *Robinia pseudaacacia* L. "Umbraculifera" NIN YAPRAKLARINDA BİRİKTİRDİĞİ Pb, Zn, Cu, Ni VE Cd AĞIR METALLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan KARAKEÇİ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ömer Faruk KAYA
Yıl: 2015, Sayfa:54

Bu çalışmanın amacı Şanlıurfa (Merkez)'da motorlu taşıt kaynaklı ağır metal kirliliğini *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera" taksonu vasıtasıyla tespit edebilmektir. 2014 yılı ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde şehir merkezinde belirlenen dört istasyon ve kontrol istasyonu Osmanbey Kampüsü'nden *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera" yaprak örnekleri toplanılmıştır. Toplanan 60 yaprak örneği 3 tekerrürlü olarak ICP optik emisyon spektrometresi cihazında okuması yapılarak Pb, Zn, Cu, Ni ve Cd ağır metal miktarlarının tespiti yapılmıştır. Pb, Zn, Cu Varyans Analiz tablosu incelenildiğinde Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine göre her üçünün ortalamaları bakımından olasılık $p<0.01$ olduğundan istatistiki olarak her üçünde de ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklı çıktığı tespit edilmiştir. Ni Varyans Analiz tablosu incelenildiğinde ise Mevsim ve İstasyon faktörlerine göre her ikisinin Ni ortalamaları bakımından olasılık $p<0.01$ olduğundan istatistiki olarak her ikisinde de Ni ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklıdır fakat mevsim*İstasyon faktörüne göre Ni ortalamaları bakımından $p>0.05$ olduğundan istatistiki olarak Ni ortalamaları arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Cd bakımından örnek sonuçların tümü <0.5 mg/kg ve aynı olduğu için istatistiksel analiz yapılmayıp istatistiği açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir. Mevsimler arasında ağır metal birikimi Pb ve Cu ortalamaları İlkbahar < Yaz < Sonbahar, Zn ve Ni ortalamaları İlkbahar ∼ Yaz < Sonbahar şeklinde sıralanmıştır. Genel anlamda zamanla yaprakta ağır metal birikimi artmıştır. İstasyonlar arasında ağır metal birikimi Pb, Zn ve Cu ortalamaları en fazla birikim trafiğin yoğun olduğu Şanlıurfa-Diyarbakır E 5 yolu üzerinde bulunan Gap Bulvarı'nda, Ni ortalaması en fazla Çevre Yolu istasyonunda olduğu tespit edilmiştir. En az Pb, Zn, Cu ve Ni ortalaması Trafiğin olmadığı kontrol istasyonu olarak belirlenen Osmanbey Kampüsü olduğu tespit edilmiştir. Pb, Zn, Cu, Ni miktarları trafik yoğunluğuna ve zamana bağlı artış gösterirken Ancak Cd birikimi miktar olarak çok az ve zamana bağlı miktar artışı olmadığından trafik yoğunluğu arasında net bir ilişki tespit edilememiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Ağır Metaller, Çevre Kirliliği, *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera", Şanlıurfa, Türkiye

ABSTRACT

MSc Thesis

AN INVESTIGATION ON HEAVY METAL Pb, Zn, Cu, Ni AND Cd ACCUMULATION IN LEAVES OF *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera" ARISING FROM MOTOR VEHICLES

Hasan KARAKEÇİ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk KAYA
Year: 2015, Page: 54

The aim of this study was to determine heavy metal pollution arising from motor vehicles in Şanlıurfa by means of *Robinia pseudoacacia* L."Umbraculifera" taxon. In the spring, summer, winter and autumn of 2014, leaves of *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera" were collected from four stations in Şanlıurfa city centre and Osmanbey Campus which was determined as control station. The number of leaf samples collected was 60 and the amounts of heavy metals Pb, Zn, Cu, Ni and Cd were determined by ICP optic emission spectrometer device (n = 3). When Pb, Zn, Cu variance analysis results are considered, the averages were found statistically significant according to the factors of Season, Station and Season*Station interactions ($p<0.01$). In case of Ni variance analysis table, Ni averages were found statistically significant according to the factors of Season and Station interaction ($p<0.01$). However in terms of the factor of Season*Station, there was statistically no difference among Ni averages ($p>0.05$). Because of the fact that all of the pattern outcomes were the same for Cd (<0.5 mg/kg), statistical analysis were not performed and found unimportant. Pb and Cu accumulation averages among seasons were ranged as Spring < Summer < Autumn, and in case of Zn and Ni were ranged as Spring ~ Summer < Autumn. Generally, the heavy metal loading in leaves has been increased by time. Among the stations determined, the highest averages of Pb, Zn and Cu heavy metal loadingswere found on Gap Boulevard which is on the way of Şanlıurfa-Diyarbakır E 5 with a heavy traffic density and the highest Ni average were found on the ring road station. The lowest averages of Pb, Zn, Cu and Ni loadings were in Osmanbey campus, the control station in which there is no intense traffic. The amounts of Pb, Zn, Cu, Ni loading showed an increase depending on traffic density and time, whereas the amount of Cd loading was low and there was not increase in its accumulation based on time and no correlation with traffic density was found.

KEY WORDS: Heavy Metals, Environmental Pollution, *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" Şanlıurfa, Turkey

TEŞEKKÜR

"Şanlıurfa (Merkez)'da Motorlu Taşıt Kaynaklı *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera''nın Yapraklarında Biriktirdiği Pb, Zn, Cu, Ni ve Cd Ağır Metallerinin Araştırılması" başlıklı bu çalışma, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmam boyunca göstermiş olduğu destek ve yardımlarından dolayı öncelikle değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Ömer Faruk KAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın istatiksel analiz aşamasında katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Zeki DOĞAN, Ayten ÖZMEN, Yrd. Doç. Dr. İsmail KOYUNCU ve Yrd. Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ'a, tez özetinin İngilizce çevirisindeki katkılarından dolayı İngilizce öğretmeni Ayşenur ŞENEL'e ve tez dönemimde her zaman desteğini gördüğüm Yüksek lisans öğrencisi Mehmet DAĞLI'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen pek kıymetli aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1.1. *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera" Bitkisinin Genel Görünüşü 10
Şekil 3.1.2. Çalışma Alanı ve Örneklerin Alındığı istasyonları Gösteren Kroki (Şanlıurfa Merkez İlçeleri) 11
Şekil 3.1.3. Kontrol istasyonu Osmanbey Kampüsü görünüşü 12
Şekil 3.1.4. Kurutulmuş Yaprak örneği 13
Şekil 3.1.5. Hassas Terazi 13
Şekil 3.1.6. Kül fırını 14
Şekil 3.1.7. Kül Fırını Numune Örneği 14
Şekil 3.1.8. Mikrodalga Fırını 15
Şekil 3.1.9. 15 ml Plastik Tüp Örneği 15
Şekil 3.1.10. Perkin Elmer marka ICP optik emisyon spektrometresi 16
Şekil 4.2.1. Araştırma alanının haritası 26
Şekil 4.3.1.1. Kurşun (Pb) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 29
Şekil 4.3.1.2. Kurşun (Pb) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 30
Şekil 4.3.2.1. Çinko (Zn) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 33
Şekil 4.3.2.2. Çinko (Zn) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 34
Şekil 4.3.3.1. Bakır (Cu) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 37
Şekil 4.3.3.2. Bakır (Cu) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 38
Şekil 4.3.4.1. Nikel (Ni) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 41
Şekil 4.3.4.2. Nikel (Ni) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg) 42
Ek Şekil 5.1. Gap Bulvarı 51
Ek Şekil 5.2. Gap Bulvarı 51
Ek Şekil 5.3. Mehmet Hafız Bulvarı 52
Ek Şekil 5.4. Mehmet Hafız Bulvarı 52
Ek Şekil 5.5. Çevre Yolu 53
Ek Şekil 5.6. Çevre Yolu 53
Ek Şekil 5.7. Mevlana Caddesi 54
Ek Şekil 5.8. Mevlana Caddesi 54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1.1. Yaprak Örneklerinin Toplanıldığı İstasyonlar 12
Çizelge 4.3.1.1. Kurşun (Pb) Varyans Analiz Tablosu 28
Çizelge 4.3.1.2. Kurşun (Pb) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 29
Çizelge 4.3.1.3. Kurşun (Pb) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 29
Çizelge 4.3.1.4. Kurşun (Pb) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları 30
Çizelge 4.3.1.5. Kurşun (Pb) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 31
Çizelge 4.3.1.6. Kurşun (Pb) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 31
Çizelge 4.3.2.1. Çinko (Zn) Varyans Analiz Tablosu 32
Çizelge 4.3.2.2. Çinko (Zn) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 32
Çizelge 4.3.2.3. Çinko (Zn) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 33
Çizelge 4.3.2.4. Çinko (Zn) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 34
Çizelge 4.3.2.5. Çinko (Zn) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 35
Çizelge 4.3.2.6. Çinko (Zn) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 35
Çizelge 4.3.3.1. Bakır (Cu) Varyans Analiz Tablosu 36
Çizelge 4.3.3.2. Bakır (Cu) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 36
Çizelge 4.3.3.3. Bakır (Cu) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 37
Çizelge 4.3.3.4. Bakır (Cu) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 38
Çizelge 4.3.3.5. Bakır (Cu) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 39
Çizelge 4.3.3.6. Bakır (Cu) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 39
Çizelge 4.3.4.1. Nikel (Ni) Varyans Analiz Tablosu 40
Çizelge 4.3.4.2. Nikel (Ni) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 40
Çizelge 4.3.4.3. Nikel (Ni) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu 41
Çizelge 4.3.4.4. Nikel (Ni) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 42
Çizelge 4.3.4.5. Nikel (Ni) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu 43

SİMGELER DİZİNİ

Al: Aluminyum
As: Arsenik
C: Karbon
Cd: Kadmiyum
Cr: Krom
Cu: Bakır
^{0}C: Santigrad derece
Fe: Demir
g/l: Gram/litre
Hg: Civa
K: Kelvin
Mg: Magnezyum
Mn: Mangan
µg : Mikrogram
Mo: Molibden
Ni: Nikel
P: Fosfor
Pb: Kursun
ppm: Parts per million (Milyonda bir birim)
S: Kukurt
Se: Selenyum
Si: Silisyum
Zn : Çinko
*: Etkileşim

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi ve yaşam standartların yükselmesine bağlı olarak artan insan ihtiyaçlarının doyurulması için doğal kaynakların tüketilmesi ve üretimin artması sonucu çevre kirliliği problemleri yaşadığımız çağda artmıştır. Bu yüzden günümüzde endüstrinin gelişmesiyle kirleticiler çeşitlenmiştir.

Doğanın temel unsurları olan hava, su ve toprak üzerinde olumsuz etkilerin oluşması ile ortaya çıkan ve canlı öğelerin hayati aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen çevre sorunlarına "çevre kirliliği" denir (Topbaş ve ark., 1998). Diğer bir tanımı ile çevre kirliliği; "insanların her türlü aktiviteleri sonucu havada, suda ve toprakta meydana gelen olumsuz gelişmeler ile ekolojik dengenin bozulmasına neden olan ve aynı aktiviteler sonucu ortaya çıkan koku, gürültü ve atıkların çevrede oluşturduğu arzu edilmeyen sonuçlar" olarak ifade edilebilir (Kocataş, 1994).

Hava kirletici parametrelerin vejetasyon üzerine olan olumsuz etkilerinin belirlenmesi sebebiyle yapılan bazı çalışmalar, gaz ve partikül şeklindeki kirleticilerin biyotik ve abiyotik faktörlerle birlikte sinerjistik olarak, bitkilerin farklı aksamlarını etkilediklerini ve sonuçta morfolojik, fizyolojik ve anatomik değişiklikler meydana getirdiklerini göstermektedir (Efe ve Özbay, 1994).

Havanın metallerle kirlenmesinde ise en önemli faktör, fosil kaynaklı yakıtların kullanılmasıdır. Katı ve sıvı yakıtların içerdiği As, Se, Pb ve Cd gibi metaller baca ve egzoz gazları ile havaya karışmaktadır. Ayrıca metal endüstrisinde metal filizlerinin kavrulması sırasında ortama salınan baca gazları ve tozlar hava kirliliğine sebep olan önemli faktörleri oluşturmaktadır (Mor, 2002).

Ağır metalin tanımı daha çok çevresel problemler olduğunda ortaya çıkmakta ve 'nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metal' olarak tarif edilmektedir. Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel

özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu grubun içine kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko olmak üzere 60'tan fazla metal girmektedir. Bu elementler doğaları gereği yerkürede genellikle karbonat, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde bağlı olarak bulunurlar (Kahvecioğlu ve ark., 2007).

Biyosferin belirli karakteristiklerini ve özelliklerini belirlemek için kullanılan canlılara "bioindikatör" ya da "biomonitör" canlılar denir (Markert ve ark., 1996). "Biyoindikatör", çevresel değişimlerin kalitesini veya çevresel bilgi sağlayan tüm organizmaları ifade eder. "Biyomonitör" ise, çevrenin kalitesinde nicel bilgiler sağlayan organizmalar olarak ifade edilir (Markert, 1993).

Son yıllarda ağır metal kirliliğinin dağılımı ve birikiminin izlenmesinde tek yıllık bitkilerden ziyade, yüksek yapılı bitkilerin çok yıllık ve herdem yeşil kalanları biyomonitör olarak tercih edilmektedir. Böylece kirliliğin yıllık veya kısa dönemli değişmeleri hakkında bilgi alınabilmektedir (Aksoy ve ark., 2000).

Araçların egzozlarından çıkan ağır metaller toprağa hava ile taşınmaktadır. Havadaki bu ağır metal miktarları taşıt sayısına bağlıdır. Havadaki ağır metal konsantrasyonları şehirler ve kırsal alanlar arasında büyük farklılıklar gösterir. Şehirlerde, kırsal alanlara göre konsantrasyon çok daha fazladır. Şehirlerde kalabalık caddelerdeki Kurşun seviyesi 1 m^3'te 71 µg olarak ölçülmüştür. Bu miktar kırsal alanlarda çok daha azdır. Kirlenme kaynağından uzaklaştıkça kurşun miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Bingöl, 1992).

Ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde bitki yaprakları indikatör olarak kullanılmaktadır (Angelov, 2008). Dünya üzerindeki ağır metal kirliliğinin izlenmesinde farklı ülkelerde farklı bitki türleri kullanılmaktadır. Örneğin; Polonya ve Amerika'nın çeşitli bölgelerinde *Populus nigra* (Wagner, 1987), Almanya'da *Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum scupessiforme* ve *Hylocomium splendens* (Markert ve ark., 1996), Bulgaristan'da *Populus nigra* var. *nigra* (Djingova ve ark., 1999), Norveç'de *Hylocomium splendens* (Jiries, 2003),

ülkemizde ise *Robinia pseudoacacia* (Aksoy ve ark., 2000), *Elaeagnus angustifolia* (Çavuşoğlu, 2002) ve *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Çavuşoğlu ve Çavuşoğlu, 2005) kullanılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Türkan (1986) tarafından İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde, trafik kökenli Pb, Zn ve Cd kirlenmesinin düzeyleri araştırılmıştır. Bitkilerde Pb, Zn ve Cd miktarının trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı ve yoldan uzaklaştıkça azaldığı tespit edilmiş, ayrıca en yüksek değerler, tüylü yapraklı bitkilerde saptanmıştır.

Bereket ve Yücel (1990) *Populus nigra* subsp. *nigra* L. yaprak örneklerini kullanarak trafik kökenli Pb, Cd, ve Zn gibi ağır metalleri izlemek için biyolojik bir yöntem denemişlerdir. İstanbul-Ankara anayolundaki yaprak örnekleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, Pb seviyeleri ile trafik yoğunluğu arasında doğrusal bir orantı olduğunu, en yüksek Pb seviyesinin, sınır değerlerin üç katı olduğunu saptamışlardır.

Aksoy (1997) Kayseri-Kırşehir karayolu kenarında yetişen *Cichorium intybus* L. (Asteraceae) ve *Rumex pulcher* L. (Polygonaceae) bitkilerinde, trafik kökenli ağır metal kirlenmesini araştırmıştır. Anayoldan 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 m uzaklıklardan alınan yıkanmamış ve yıkanmış bitkilerin yapraklarındaki Pb, Cd ve Zn konsantrasyonları tespit edilmiştir. Elde edilen bilgiler sonucunda anayoldan uzaklaştıkça her iki bitki türünde de ölçülen ağır metal konsantrasyonlarının düştüğü, ayrıca yaprakları tüylü olan *C. intybus*'un, yaprakları tüysüz olan *R. pulcher* bitkisinden daha fazla oranda atmosferden gelen ağır metalleri tuttuğunu tespit etmişlerdir.

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

Aksoy ve Şahin (1999), Kayseri'de, *Elaeagnus angustifolia* L. (Elaeagnaceae) bitkisinin yaprakları ve toprak örneklerindeki Pb, Cd ve Zn konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Yıkanmış ve yıkanmamış bitki örnekleri arasında metal kirlenme düzeyleri farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Yıkanmış bitki yapraklarında ve yüzey topraklarındaki ağır metal konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki elde etmişlerdir.

Aksoy ve arkadaşları (2000), "*Robinia pseudoacacia* L. Bitkisinin Kayseri'deki Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Biyomonitör Olarak Kullanılabilirliği" isimli çalışmalarında, farklı element kirliliğindeki sahalardan 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. pseudoacacia*'nın araştırılan ağır metallerin kullanışlı bir biyolojik monitörü olarak kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Çiçek ve arkadaşları (2001) Bilecik'in Bozüyük ilçesinde, Kasım 2000-Nisan 2001 tarihleri arasında 27 istasyondan topladıkları bitki yaprakları ve toprak örneklerinde, trafik, endüstri faaliyetleri ve yerleşimden kaynaklanan kükürt ve ağır metal (Zn, Cu, Fe, Pb, Cr, Ni, Cd) birikimini, ayrıca, kalsiyum, sodyum, potasyum ve fosfor miktarlarını belirlemişlerdir. En yüksek kükürt miktarının endüstriyel bölgedeki üç istasyonda olduğunu, en yüksek ağır metal değerlerinin karayolu ve demiryolu yakınındaki bitkilerde görüldüğünü, endüstri bölgelerine yakın yerlerden toplanan bitkilerde besi maddeleri değerlerinin literatür değerlerinden düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Caselles ve arkadaşları (2002), İspanya'nın başkenti Madrid şehir merkezindeki parklarda petunya yapraklarının ve toprağın içerdiği iz elementler (Fe, Mn, Cu, Zn, Al, Pb, Ni) üzerinde araştırma yapmışlardır. Madrid şehrinde, Fe, Al, Ni ve Pb elementlerinin toprak ve bitki tarafından absorbe edildiği gözlemlemişlerdir.

Sonuç olarak, trafiğin yoğun olduğu sahalarda Pb değerinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Sezgin ve arkadaşları (2002) İstanbul E-5 karayolunun Topkapı- Avcılar arasında yaklaşık 18 km'lik mesafesinde bulunan cadde tozlarında Mayıs 1999 ve Mart 2002 dönemlerinde alınan numunelerde tespit edilen Pb, Cu, Zn, ve Ni konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucu kurşun kirliliğinin yüksek olduğu gözlenmiştir.

Yetimoğlu ve arkadaşları (2004) yılında İstanbul'da yapmış olduğu çalışmada E-5 karayolu üzerinde Pendik-Levent arasından alınan 56 örnekle trafik kaynaklı kirlilik tespit edilmeye çalışılmıştır. Grafit fırın AAS kullanılarak yapılan analizler sonucu yol tozu ve toprak örneklerinde Pb, Mn, Zn, Ni, Cd ve Cu konsantrasyonları Çevre ve Orman Bakanlığının 2003 yılı verilerine göre yüksek oranda bulunmuştur.

Çavuşoğlu ve Çavuşoğlu (2005) Isparta ili şehir merkezi girişi ile Süleyman Demirel Üniversitesi arasındaki 10 km'lik yol boyunca uzanan, *Cupressus sempervirens* ve *Cedrus libani* ağaçlarının yapraklarında, taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliği araştırılmıştır. Her iki bitki türünde de şehre yaklaştıkça kurşun kirliliğinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca *Cupressus sempervirens* bitkisinin yaprağının anatomik yapısı nedeniyle *Cedrus libani*'ye göre bünyesinde daha fazla kurşun biriktirdiği gözlenmiştir.

Viard ve arkadaşları (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* (kamışımsı 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. Araştırıcılara göre Pb, trafikten kaynaklanan kirlilik değerlendirmelerinde diğer iki elemente göre en iyi parametredir.

Çelik ve arkadaşları (2005), "*Robinia pseudoacacia* L. Bitkisini Kullanarak Denizli (Türkiye) 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 değerlerlere ulaştığı belirlenmiş; kirlilikle bitki yapraklarında biriken element değerleri arasında önemli bir ilişkin olması nedeniyle türün endüstriyel ve trafik kirliliklerin belirleyicisi olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Johansonn ve arkadaşları (2009) yaptığı bir çalışmada; İsveç, Stockholm'de kentin yoğun trafiğe maruz kalan bölgesi ile daha az maruz kalan bölgesi aynı anda bir yıl boyunca ölçüldü. Kadmiyumun yıllık ortalama konsantrasyonu Avrupa Birliği kriterlerinden 10 kat daha düşük bulundu. Emisyon değerlerindeki bu azalmanın, muhtemelen fren balatlarının aşınması ve Orta Avrupa'daki petrol ve kömür yanmalarının azalması nedeniyle olabileceği sonucuna varıldı.

Doğan ve arkadaşları (2010) tarafından Türkiye'nin yaklaşık 1/8'lik kısmına gelen Batı Anadolu'da bir bölgede yapılan çalışmada; endüstriyel, kırsal, yol kenarı, ve banliyö olmak üzere 30 farklı örnekleme istasyonundan alınan *Pinus brutia* yapraklarında kurşun, kadmiyum, krom, demir, nikel ve bakır elementlerinin AAS ile analizi sonucu en yüksek birikimin endüstriyel alanda olduğu görülmüştür.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak Şanlıurfa'da yol kenarı ve refüjlerde ağaçlandırma çalışmasında yaygın olarak kullanılan Fabaceae (Leguminosae) familyasına ait *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" türünün yaprakları seçildi. Arazi çalışması sırasında yaprakların toplanmasında, bahçe makası ve kilitli plastik poşetler, laboratuvar çalışmalarında ise otomotik pipet, cam pipet, etüv, havan, hassas terazi, kül fırını, mikro dalga fırını, saf su, nitrik asit kullanıldı. Hazırlanan örneklerin okunması Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Merkez Laboratuvarı'nda bulunan Perkin Elmer marka 5300 DV İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) Optik Emisyon Spektrometresi cihazında yapılmıştır.

3.1.1. *Robinia pseudoacacia* L. "Umbraculifera"nın Genel Özelikleri

Yaklaşık 20 civarında tür ile temsil edilen *Robina* L. cinsi Amerikan ağaç ve çalılarıdır. Yaklaşık 20 kadar türü var, bunların birçoğu süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Her türlü topraklarda, hatta kurak topraklarda bile yetişebilirler, hava kirliliğine karşı dayanıklıdırlar. Güzel renkli, kokulu çiçeklerinden dolayı park ve bahçelerde süs bitkisi, bazı türleri de hızlı büyüdüklerinden ve de odunları kıymetli olduğundan, orman ağacı olarak yetiştirilmektedir (Yaltırık, 2000).

Vatanı Kuzey Amerika'nın doğusudur. İyi bir toprak muhafaza bitkisi olduğu kadar süs bitkisidir. Çiçekleri arıcılıkta önemlidir, bal arıların gıda deposudur (Yaltırık, 2000).

Bu ağaç türü 1601 yılında Jean Robin tarafından Fransa'ya getirilmiştir. Buradan tüm Avrupa'ya dağılmıştır. Bu yerlerde öncelikle demiryolları boyunca ve demiryolu istasyon çevrelerine dikilmişlerdi (Yaltırık, 2000).

Ülkemizin bazı yörelerinde bu tür; "Cumhuriyet Ağacı", "Diken Ağacı" ve "Salkım Ağacı" gibi isimlerle de tanınmaktadır (Turna ve Turna, 2000).

Kök uçlarında çoğunlukla baklagiller (Fabaceae) de görülen ve serbest azotu tespit eden bakterilerden oluşan mikorizalar bulunur. Bu nedenle degrade alanların ıslahında önemlidir (Turna ve Turna, 2000).

Genç sürgünleri ve kabuğunun çiftlik hayvanlar için zehirli olduğu bilinir. Yapraklarında mavi renkli boya elde edilir (Yaltırık, 2000).

Dağınık traheli, çok dekoratiftir. Üst yüzeylerde kesme kaplama levha olarak, mobilya, lambri, parke, müzik aletleri, küçük gemi, fırça sapı yapımında, tornacılık, oymacılıkta kullanılır (Yaltırık, 2000).

Top akasya (*Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"), Türkiye'de giderek yaygınlaşan, park ve bahçe bitkisi olması yanında, tüm belediyelerin şehir ve park düzenlemelerinde yoğun olarak diktiği ve şu an Türkiye'de üretimi çok sınırlı olan kıymetli bir süs ağacıdır. Bu süs ağacı önceden yabani olup daha sonraları kültüre alınmıştır. Orjini ise Orta ve Kuzey Amerika'dır. Yabani hali bildiğimiz ağaç formunda olup dalları dikenli, çiçek açıp tohum oluşturan bir bitkidir. Kültüre alınmış hali ise, ağacın, belli bir yüksekliğe ulaşıncaya kadar taçlanmasına izin verilmeyip, istenen yüksekliğe geldikten sonra karşılıklı iki tane aşı yapılır. Bu aşı gözlerinin patlamasıyla taç oluşur, yabani olarak taşıdığı tüm özellikleri kaybeder. Bu tacın en büyük özelliği top şeklinde olup bir şemsiyeyi andırmasıdır. Bu top akasyanın ismi de buradan gelmektedir (Toplu, 2000).



Şekil 3.1.1. *Robinia pseudoacacia* L. “Umbraculifera” Bitkisinin Genel Görünüşü

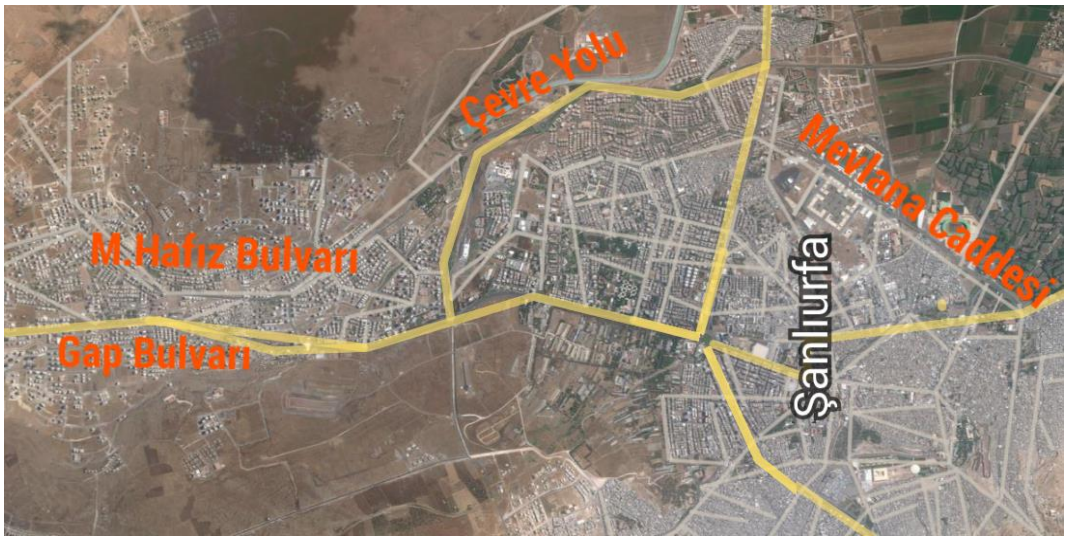
Parklarda ve caddelerde kullanım amacı ise diğer bitkilerden farklı ve güzel bir görünüme sahip olması yanında sıcak günlerde gölge oluşturması ve bazı süs ağaçları (mahlep, deli kiraz v.b.) insanlar altında otururken ağacın kendi fizyolojik durumundan ileri gelen yapışkan maddelerin insanların üzerine damlayarak rahatsızlık vermesini önlemek amacıyla bu bitkilerin yerine kullanılarak bu gibi sorunların ortadan kaldırılması amaçlanır. Ayrıca, şehirde parklardan başka, özellikle orta refüjlerde ve kaldırım kenarlarında kullanılarak ağacın kendi özelliğinden dolayı toprak üstünden taçlanmaya kadar olan gövde yüksekliğinin, diğer ağaçlardan fazla olması şehir içindeki hareket halindeki araçların birbirini görmesi ve herhangi bir kazaya sebebiyet vermemesi trafik açısından da ayrı bir öneme sahiptir (Toplu, 2000).

Ülkemize Osmanlı İmparatorluğu zamanında yabancılara inşa ettirilen demiryolu şirketlerince getirildiği, tren yolu istasyonları çerçevesinde, yol şevi ve dolgularında erozyonu durdurmak için dikilmiş olduğu tahmin edilmektedir. Bu türün fidanı ilk defa Belgrad Ormanı’nda kurulan fidanlıkta yetiştirilerek Ankara Atatürk Orman Çiftliği’nin ağaçlandırılmasında kullanılmıştır. Yalancı Akasya, dünyada, meşcere kuruluşu ve ağaçlandırması yapılan yapraklı ağaç türleri arasında okaliptüs ve melez kavaktan sonra 3. sırada gelmektedir (Toplu, 2000).

Ülkemizde yatay yayılış olarak batıdan doğuya, kuzeyden güneye her yerde Yalancı Akasya yetişebilmektedir. Dikey yayılış olarak Yalancı Akasya oldukça yükseklere çıkabilmektedir. Kuzey Anadolu Dağlarında özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde kıyıdan 900 m yükseltiye kadar çıktığı ve hızlı büyüme yaptığı, ancak türün bu yükseltinin biraz daha üstünde yetişebileceği, fakat gelişme hızının düşebileceği belirtilmektedir (Kalay, 1987).

3.1.2. Yaprak Örneklerinin Toplanması

Yaprak örnekleri, Şanlıurfa il merkezinde trafiğin yoğun olduğu ve *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" nın bulunduğu bulvar ve caddelerden oluşan dört istasyondan toplanılmıştır (Şekil 3.1.2).



Şekil 3.1.2. Çalışma Alanı ve Örneklerin Alındığı istasyonları Gösteren Kroki (Şanlıurfa Merkez İlçeleri)

Bu çalışma için kontrol istasyonu olarak da şehir merkezinden 25 km uzaklıkta bulunan Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüs alanı tespit edilmiştir (Şekil 3.1.3).



Şekil 3.1.3.Kontrol istasyonu Osmanbey Kampüsü görünüşü

Şanlıurfa'da farklı mevkilerinde bulunan bu beş istasyondan yaprak örnekleri 2014 yılının ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde toplam 20 ağaçtan 60 yaprak örneği olacak şekilde bahçe makası yardımıyla toplanmış ve kontaminasyonu engellemek için her bir örnek etiketlenip ayrı ayrı torbalarda muhafaza edilmiştir. Bitki örneklerin toplandıkları istasyonların koordinatları ve uzunlukları Çizelge 3.1.1'de belirtilmiştir:

Çizelge 3.1.1.Yaprak Örneklerinin Toplanıldığı İstasyonlar

İstasyonlar	Mesafe(km)	Kordinat
Osmanbey Kampüsü	-	37°10'18.8"N 38°59'58.8"E
Gap Bulvarı	4	37°12'47.1"N 38°47'49.8"E
Mehmet Hafız Bulvarı	3,1	37°12'36.3"N 38°48'01.1"E
Çevre Yolu	4,3	37°10'49.3"N 38°49'02.0"E
Mevlana Caddesi	3,3	37°09'11.0"N 38°48'30.5"E

Belirlenen dört istasyondaki ağaçların yola yakın olan ve egzoz gazlarına yoğun şekilde maruz kalan alt dallarındaki yapraklar toplanılmıştır. Kontrol istasyonundaki ağaçlarında da aynı şekilde yaprak örnekleri alınmıştır. Her istasyondan belli aralıklarla dört ağaç tespit edilmiştir. Kontrol istasyonundan da dört ağaç belirlenmiştir. Belirlenen beş istasyondaki 20 ağaçtan ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimin son ayları olan mayıs, ağustos ve kasım aylarında yapraklar toplanılmıştır. Toplanılan yapraklar musluk suyu ile yıkanıp gölgede kurutulmuştur (Şekil 3.1.4).



Şekil 3.1.4. Kurutulmuş Yaprak örneği

3.1.3. Yaprak Örneklerini Çözme ve Okuma İşlemleri

Kurutulmuş örnekler 110 ^{0}C'de etüvde 3 saat bekletilerek suyu alınmıştır. Etüvden çıkarılan örnekler havanda öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen örneklerden hassas terazi ile 0,5 g alınarak kül fırınında 550 ^{0}C'de 5 saat bekletilerek kül haline getirildikten sonra numunelere 7 ml nitrik asit eklenilip mikrodalga fırında yüksek basınç ve sıcaklık altında çözeltiye alınmıştır (Şekil 3.1.5, Şekil 3.1.6, Şekil 3.1.7 ve Şekil 3.1.8).



Şekil 3.1.5. Hassas Terazi



Şekil 3.1.6. Kül fırını



Şekil 3.1.7. Kül Fırını Numune Örneği



Şekil 3.1.8.Mikrodalga Fırını

Mikrodalga fırından çıkarılan örnekler süzdürülmüş. Örnekler saf suyla 14 ml'e tamamlanmıştır. Son olarak bu örneklerin Perkin Elmer marka ICP optik emisyon spektrometresinde okuması yaptırılmıştır (Şekil 3.1.9 ve Şekil 3.1.10).



Şekil 3.1.9. 15 ml Plastik Tüp Örneği



Şekil 3.1.10. Perkin Elmer marka ICP optik emisyon spektrometresi

3.1.4. ICP (Inductively Coupled Plasma Tekniği

Son yıllarda, analiz için örneklerin atomlaştırılması ve oluşan atomların uyarılması amacıyla kullanılan, elektriksel boşalımına dayanan Atomik emisyon spektroskopisi, yerini plazmalara bırakmıştır.

ICP tekniğindeki plazma argon gazı ile oluşturulur. ICP torch'u üç kuartz tüpten oluşur. Çoğunlukla argon olan inert bir gaz tüpe doğru akar. Bu akıcı gaz plazmayı destekleyen gaz olarak ve kuartz tüp için bir soğutucu görevi yapar. Plazma elektromanyetik olarak, argon gazının indüksiyon sarımlarında bir radyo frekans jeneratörünün etkileşmesi ile elde edilir. Argon gazı akımında ilk elektronların oluşturulması, bir elektron kaynağı ile sağlanır ve argon atomları ile çarpışırlar böylece argon iyonları daha fazla sayıda elektronun oluşmasını sağlar. Bu etkileşim sonucunda iyonlar ve elektronlar aynı yöne doğru akmaya baslar. Plazmanın içine giren örnek çözeltisi, atomlaşır ve uyarılır. ICP yönteminin avantajları; yüksek sıcaklıklara ulaşabilmesi, plazma sıcaklığı her bölgede aynıdır ve bu nedenle self absorpsiyon ve self dönüşüm etkileriyle karşılaşılmaması, örnek çözeltinin plazma içersinde oldukça uzun alıkonma suresine sahip olması ve atomlaştırılması, uyarma

işlemlerinin inert kimyasal cevrede gerçekleştirilmesidir. Alevin kullanıldığı absorbsiyon ve emisyon spektroskopisi yöntemlerinde, oksijenin yüksek kısmi basıncı nedeniyle, toprak alkali elementleri, nadir toprak elementleri ve bor, silisyum gibi bozunmayan oksit ve hidroksit radikaller oluşturan elementlerin analizinde duyarlılık düşüktür. Fakat argon gazı ile oluşturulan plazmada böyle bir sorun yoktur. ICP yöntemi ile ise, aynı anda analizi mümkün olan tüm elementlerin nitel ve nicel tayinleri yapılabilir (Yıldız ve ark., 1993).

3.1.5. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmamızın analiz sonuçlarını değerlendirmek için Minitab 17 istatistik programı kullanılmıştır. Tablo ve grafikler için Office 2007'nin Word ve Excel programları kullanılmıştır. Yaptığımız çalışmanın sonucunda elde edilen veriler kullanılarak çeşitli analizler yapılmıştır. Verilerin istatistiksel karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan $p<0.01$ değeri "çok önemli", $p<0.05$ değeri ise "önemli" olarak değerlendirilmiştir. Varyans analiz tablosuna göre önemli olan ağır metallere %99'lik güven aralığında farklılığın belirlenmesi için "Tukey Testi" uygulanmıştır.

İstatistiksel analizlerin amaçları ve değerlendirme kriterleri aşağıda kısaca açıklanmıştır:

Varyans analizi iki ya da daha fazla gruba ait ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ile ilgili hipotezleri test etmek için kullanılmaktadır. İkiden fazla grubun ortalamaları karşılaştırılacaksa F testi diğer ismiyle Varyans Analizi (ANOVA) uygulanılır.

Tukey Testi ise varyans analizi sonrası uygulanan çoklu karşılaştırma yöntemleri içinde en doğru ve en güçlü testlerden biridir. Tukey Testi ile yalnızca ikişerli karşılaştırmalar yapılabilir. Bu testle, HSD adı verilen en küçük önemli fark hesaplanır. Eğer iki grubun ortalamaları arasındaki fark, HSD'den fazla ise, iki grubun ortalamalarının birbirinden önemli derecede farklı olduğu söylenebilir (Hayran ve Özdemir, 1996).

Aritmetik ortalama pratik veya teorik tüm veri dizisinin toplanması ve bu toplamın veri sayısına bölünmesi ile elde edilen bir sayıdır.

Standart Sapma, veri değerlerinin yayılımının özetlenmesi için bir serideki sayıların o serinin ortalaması etrafındaki dağılımını kullanan ölçüdür.

Varyasyon katsayısı standart sapma'nın ortalama değerine oranı ile tanımlanır. Anlamlı olması için ortalamanın sıfır olmaması gerekir. Negatif sonuçlara da uygulanması mümkün olmakla beraber genel olarak *varyasyon katsayısı* pozitif olarak kullanılır. Bu kavram genellikle 100'le çarparak bir yüzdelik (yani %) olarak ifade edilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Ağır Metaller

Doğal dengeyi bozabilecek konsantrasyonda, canlılar için tehlike yaratabilecek dozda, her türlü katı, sıvı ve gaz halindeki maddelere kirletici denilmektedir (Anonim, 2001). Bu kirleticiler arasında ağır metaller önemli bir yer tutmaktadır.

Bir metalin yoğunluk değeri 5 gr/cm^3' ten fazla ise bu metale ağır metal adı verilir. Bazı uzmanlar bu tanımı, ekolojik olarak yeterli bulmamakta; atom numarası 20'den büyük olan ve kirlilik yaratan zehirli maddeleri de ağır metal sınıfına dahil etmektedir. Ağır metaller, genellikle toprağın üst katmalarında birikme eğilimindedir. Bunun nedeni, üst toprak maddesinin organik madde bakımından daha zengin olması ve organik maddelerin ağır metalleri tutucu özelliğe sahip olması ile açıklanmaktadır (Anonim, 2001).

Genel olarak motorlu taşıt kaynaklı ağır metallerin (Pb, Zn, Cu, Ni, Cd) özelikleri şöyledir:

4.1.1. Kurşun (Pb)

Atom numarası 82 ve atom ağırlığı 207.2 olan kursun periyotlar cetvelinde bir IV A grubu elementidir. Mavimsi veya gümüş grisi renginde yumuşak bir metaldir. Kurşunun tetraetil veya tetrametil gibi organik komponentlerinin yakıt katkı maddesi olarak kullanılmaları sebebiyle kirletici parametre olarak önem gösterirler. Tetraetil kurşun ve tetrametil kurşunun her ikisi de renksiz sıvı olup, kaynama noktaları sırası ile 110°C ve 200°C'dir. Uçuculuklarının diğer petrol komponentlerinden daha fazla olması nedeniyle ilave edildiği yakıtın da uçuculuğunu artırırlar (Akgüç, 2007).

Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, günümüzden 4000-5000 yıl öncesinde, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretimi esnasında yan ürün olarak keşfedilmiş ve tarih boyunca kurşun üretimi ve kullanımı giderek artış göstermiştir. Kurşun, Roma imparatorluğunda su borularında, su saklama haznelerinde kullanılmıştır ve günümüz bilim adamları ve tarihçiler bu kullanım şeklinin Roma İmparatorluğunun sonunu hazırladığı görüşünü ortaya atmaktadırlar. Kurşun zehirlenmesi sonucu, yönetici sınıfının düşünme kapasitesinin düşmesi, doğum oranlarındaki azalış ve kısalan yaşam süresinin bu çöküşün temelini oluşturduğu iddia edilmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2007).

Atmosfere karışan tüm kurşunun %86'sının otomobil egzozlarından kaynaklandığı ve şehide yaşayanların kanındaki kurşun konsantrasyonunun artış nedenin, benzindeki kurşun olduğu kabul edilmektedir. Atmosferdeki çözünmeyen kurşun partikülleri ve bileşikleri zamanla dünya su sistemlerine ve karasal kesimlere dönerek sedimentlerde ve bitkilerde birikir (Garcia ve Millan, 1998). Havadaki kursunun % 95'i alkili kursun bileşiklerinin bulunduğu motorlu taşıtların yakıtı olan benzinden kaynaklanır (Haktanır ve ark., 1995). Ülkemizde normal benzindeki kurşun miktarı 0.15g/l, süper benzinde 0.40 g/l ve kurşunsuz benzinde 0.013 g/l'dir (Öztürk, 2004).

Doğada kurşunu biriktiren birçok bitki ile yetiştikleri toprağın Pb konsantrasyonları arasında bir korelasyon bulunur. Bu nedenle, bu bitkiler ekosistem içerisinde indikatör tür olarak kullanılabilir (Aksoy ve Öztürk, 1997).

Çevreyi kirleten en önemli kurşun kaynağı ise, hava ile taşınan kurşundur. Tetrametil ve tetraetil kurşun, motorlarda vuruntuyu önlemek için benzine katılmaktadır. Atmosferdeki kurşunun yaklaşık olarak % 80-90'ı, yakıtlara katkı maddesi olarak ilave edilen alkil-kurşunun yanması sonucunda meydana gelmektedir (Yaşar, 2009).

4.1.2. Çinko (Zn)

Çinko, atom ağırlığı 65.39 g/mol ve atom numarası 30 olan gümüş renkli bir geçiş elementidir. Çinko, mavimsi açık gri renkte, kırılgan bir metaldir. Kimyasal yönden aktif olduğu ve diğer metallerle kolay alaşım yapabildiği için, endüstride birçok alaşım ve bileşiğin üretiminde kullanılmaktadır (Yaşar, 2009).

Çinkonun, suda çözünen formları bitkiler için uygundur ve çinko alınışı, maddenin topraktaki konsantrasyonu arttıkça artar. Çinko alınımı, bitkinin türüne olduğu kadar bulunduğu ortama da bağlıdır. Özellikle ortamdaki kalsiyum miktarı çinko alınımını etkiler. Çinko, genellikle bitki köklerinde bulunur. Çinko, bitki metabolizması için çok gerekli bir elementtir. İçinde yer aldığı enzimlere bakarak, karbonhidrat, protein, fosfat, RNA oluşumunda görev aldığı söylenebilir. Membranların geçirimliliğinde rolü olduğu bulunmuştur. Ayrıca bakteri ve mantarların yol açtığı hastalıklara karşı koruyucu etkisi olduğu da bilinir (Çıngı, 2007).

4.1.3. Bakır (Cu)

Atmosfer koşullarında metalik gri tonunda bulunmayan 2 metalden biri olan bakır, M.Ö. 5000 yılından beri tanınmaktadır. Doğada 200'den fazla bakır minerali bulunmakla beraber endüstriyel öneme sahiptir. Yıllık üretim miktarı, 14 milyon ton civarındadır. Endüstride bakırın önemli rol oynamasının ve çeşitli alanlarda kullanılmasının nedeni çok farklı özelliklere sahip olmasıdır. Endüstride (otomotiv, basınçlı sistemler, borular, vanalar, elektrik santralleri, elektrik, elektronik vb.) değişik amaçlı kullanılmaktadır. Tarımsal kesimlerde havadaki ortalama bakır konsantrasyonu 5-50 ng/m^3 iken endüstriyel olarak kirletilmemiş bölgelerdeki deniz suyunda 0.15 µg/L ve tatlı suda ise 1-20 µg/L'dir. Atmosfere yayılan bakırın ancak % 1'i biyolojik kullanılabilir iyon halinde kalırken diğer kısım sedimente olarak çökelir (Kartal, 2010).

Dünyanın birçok yerinde bulunması nedeniyle, geniş ölçüde üretiminin yapılabilmesi, elektriği diğer bütün metaller içinde gümüşten sonra en iyi ileten metal olması ve endüstriyel önemi yüksek, pirinç (çinkoyla yaptığı alaşım), bronz (çinko ve demir dışı metallerle yaptığı alaşım) gibi alaşımlar yapması, iyi ısı iletkeni Olması, aşınmaya ve korozyona direnci, çekilebilme ve dövülebilme özelliklerine sahip olması, bakırın endüstri ve çeşitli alanlarda kullanımda tercih edilmesini sağlamıştır (Yaşar, 2009).

Bakır, çeşitli alanlarda kullanılan bir materyal olduğu için bu elementin oluşturduğu kirliliğin pek çok kaynağı mevcuttur. Bu elementin proseslerde veya paketlemelerde kullanılması ürünleri kirletebilir ve çevreye zarar verebilir (Nuhoğlu ve ark., 2002).

4.1.4. Nikel (Ni)

Nikel, atom ağırlığı 58.69 g/mol ve atom numarası 28 olan gümüş renkli bir geçiş elementidir (Yaşar, 2009).

Nikel bileşiklerinin büyük çoğunluğu korozyon ve ısı direncinin yüksek sertlik ve dayanıklılığının iyi olması nedeniyle paslanmaz çelik, bakır-nikel gibi alaşım üretiminde kullanılır. Saf nikel, alkali pil, madeni para, kaynak ürünleri, mıknatıs, elektrik fişi, makine parçaları ve tıbbi protezlerde kullanılmaktadır (Kartal ve ark., 2004).

Nikel yakıt yanmasıyla, madencilik ve kentsel atıkların külleştirilmesi ile atmosfere yayılmaktadır. Lağım karışmış toprakta ve sigarada da nikel bulunmaktadır. Nikel içerikli takı kullanımında deride etkileşim ve tahriş görülmektedir. Nikel bileşiklerinin kanserojen ve deride alerjik etkisi olduğu gibi, solunum sistemini etkileme özelliği vardır (Yaşar, 2009).

Nikelin toksikolojik etkileri temel olarak 3 grupta incelenebilmektedir. Bunlar; kanserojen etki, solunum sistemine etki ve dermatolojik etkidir. Deriyi tahriş

etmesinin yanı sıra kalp-damar sistemine çok zararlı ve kanserojen bir metaldir. Zararlı etkilerine rağmen nikel ve tuzlarıyla zehirlenme nadir rastlanan bir vakadır (Kartal, 2010).

4.1.5. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum, atom numarası 48, atom ağırlığı 112.41 g/mol, yoğunluğu 8.7 g/cm^3 olan bir geçiş elementi olup, doğada tek başına bulunmamaktadır. Başlıca Cd tuzları CdS, CdCl2 ve CdSO2'tır. Cd ve bileşikleri oldukça zehirlidir. Hemen hemen bütün çinko filizlerinde bulunduğu için çinko elde ederken yan ürün olarak kadmiyum da elde edilir (Yaşar, 2009).

Çevre kirliliğine sebep olan kadmiyum ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak pillerde, gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayide kullanılır. Ayrıca fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliği ortaya çıkar (Kahvecioğlu ve ark., 2004).

İnsan yaşamını etkileyen önemli kadmiyum kaynakları; sigara dumanı, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, su boruları, kahve, çay, kömür yakılması, kabuklu deniz ürünleri, Tohum aşamasında kullanılan gübreler ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazlarıdır. Kadmiyum önemli miktarda gümüş kaynaklarda ve sprey boyalarda da kullanılmaktadır. Kadmiyum, bitkiler açısından incelendiğinde biyolojik olarak gerekli olmayan ve bitkiler üzerinde son derece zehirli olabilen bir elementtir. Bunun temel nedeni, enzim aktivitelerini bozmasıdır. Cd yaprak sistemi yoluyla bitkiye girse bile, büyük bir kısmının köklerde biriktiği ve bitkilerin protein içeren kısımlarında toplandığı bilinmektedir. Bitkilerin içerdiği Cd miktarındaki yükselme, bitkinin gelişmesinde yavaşlama, köklerde zarar, yapraklarda sarılık gibi belirli semptomlara neden olur (Kahvecioğlu ve ark., 2004).

Kadmiyumun diğer bir antropojenik kaynağı, metal işlenen ocaklar ve metal eritme işlemleridir. Cd madeni enderdir, fakat özellikle Zn, Pb ve Cu madeni mineralleri ile birlikte bulunur (Punshon ve ark., 2004). Kadmiyum fosfat içeren gübreler ve atık sularla ziraat yapılan topraklara direkt olarak karışmaktadır. Atık sular da topraktaki kadmiyumun önemli bir kaynağıdır (Yaşar, 2009).

4.2. Araştırma Bölgesiyle ile ilgili Genel Bilgiler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümü'nde bulunan Şanlıurfa, doğuda Mardin, kuzeydoğuda Diyarbakır, kuzeybatıda Adıyaman, batıda Gaziantep ve güneyde Suriye toprakları ile çevrelenmiş bir sınır şehridir (Anonim, 2010).

Şanlıurfa tarih boyunca coğrafi özelliği nedeniyle üzerinde birçok bağımsız devlet ve beyliğin kurulmuş olduğu, değişik kültürel oluşumların kaynaştığı bir yerleşim yeri olmuştur (Anonim, 2010).

Bilinen 11 bin yıllık tarihi süreçte Ebla, Akkad, Sümer, Babil, Hitit, Hurri-Mitanni, Arami, Asur, Pers, Makedonya Roma, Bizans gibi uygarlıkların egemenlikleri altında yaşayan Urfa 1094 yılında Selçuklu topraklarına katılmıştır. 1098'de Haçlı Kontluğu idaresine girmiştir. Eyyubi, Memluk, Türkmen Aşiretleri, Timur Devleti, Akkoyunlular, Dulkadirbeyliği, Safevilerden sonra, 1516'da Osmanlı sınırları içine katılmıştır. Önce Diyarbakır Eyaleti içinde yer alan Urfa 1876'da Halep Vilayetine bağlanmış, 1916'da bağımsız bir sancak olmuştur. 1919 yılında önce İngilizlerin, daha sonrada Fransızların işgaline uğramış, 11 Nisan 1920'de işgalden kurtarılmıştır. Cumhuriyet sonrasında 1924'de il durumuna getirilmiştir (Anonim, 2010).

Kent, Güneydoğu Anadolu bölgesinde GAP'ın merkezinde yer almaktadır. Mezopotamya'nın en eski yerleşim yerlerinden biri olan Urfa akarsulara yakın olması ve ticaret yollarının kesiştiği noktada yer almasından ötürü tarihi boyunca stratejik bir öneme sahip olmuştur. Merkeze bağlı Örencik Köyü Göbeklitepe de 2001 yılında gerçekleştirilen kazı çalışmaları sonucu kentin tarihinin M.Ö. 9 binli Çanak-

Çömleksiz Neolitik(Akeramik Neolitik) döneme kadar uzandığı görülmüştür (Anonim, 2010).

Şanlıurfa'nın peygamberler şehri olması, eski medeniyet kalıntılarının mevcudiyetlerini muhafaza etmeleri, Hz. İbrahim (a.s)'ın doğduğu rivayet edilen mağara, ateşe atıldığı makam, Balıklıgöl, Şanlıurfa Kalesi, Hz. Eyyüb (a.s)'ın çile çektiği mağara ve diğer tarihi yerler iç ve dış turizm açısından büyük önem kazandırmaktadır (Anonim, 2010).

Ayrıca Şanlıurfa'nın tarihi İpek Yolu üzerinde bulunması, GAP projelerinin uygulandığı birinci derecede il olması, ilde sanayi ve tarımsal yatırımların hızla artması, üründe bereket ve bolluk olması, ilin yakın gelecekte önemli cazibe merkezlerinden biri olacağının göstergesidir (Anonim, 2010).

4.2.1. Coğrafik Konum

Şanlıurfa ili Güneydoğu Torosların orta kısmının güney etekleri üzerinde olup 38°.00'.54" - 36°.40M0" Kuzey Enlemi ve 40°.12M1" - 37°.50M5" Doğu boylamları arasındadır. Ceylanpınar ilçesinin doğusunda yer alan Aşağı Hümerra Köyü ile en batıdaki Halfeti ilçesi arasında 10 dakikalık saat farkı mevcuttur. Şanlıurfa ilinin doğuda Mardin, kuzeydoğuda Diyarbakır, Kuzeybatıda Adıyaman, Batıda Gaziantep ve güneyde ise Suriye'ye ortak sınırı mevcuttur (Anonim, 2010) (Şekil 4.2.1).



Şekil 4.2.1. Araştırma alanının haritası

4.2.2. İklim ve Hava

Şanlıurfa'da kontinental (kara) iklim ve özelliği ağır basmaktadır. Bu özellik sıcaklık ve yağış bakımından kendisini göstermektedir. Şanlıurfa'da günlük ve yıllık sıcaklık farkları şiddetlidir. Gece ile gündüz ve yaz ile kış ortalama sıcaklıkları arasında büyük farklar vardır. Yazları çok kurak ve sıcak, kışları yağışlı, nispeten ılıman geçmektedir. Şanlıurfa ilinde yıllık ortalama sıcaklık 18.3 ^{o}C iken en sıcak gün 46.8 ^{o}C (30.07.2000) olarak, en soğuk gün -6.8 ^{o}C (22.02.1985) ölçülmüştür. Karlı ve don olan günlerin sayısı oldukça azdır. Şanlıurfa'da hakim rüzgarlar kuzeybatı ve batı yönlerinden eserler. Şanlıurfa'da yıllık (1929-2009 yılları arası) toplam yağış ortalaması 453.2 mm., sıcaklık ortalama 18.3 ^{o}C, rüzgar hızı 2.2 m/sn, ortalama buhar basıncı 10.1 hPa olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2010).

4.2.3. Yağış

Şanlıurfa'da uzun yıllar (son 80 yıllık) itibarı ile ortalama toplam yağış miktarı 453.2 mm'dir. En yüksek yıllık yağış toplamı 1996 yılında 854.7 kg/m^2 olarak gerçekleşmiştir. Yaşanmış en az yıllık yağış toplamı 1932 yılında 157.6 kg/m^2 olarak ölçülmüştür. Yaşanmış günlük en çok yağış miktarı ise 2 Ocak 1960 yılında 119.5 kg/m'dir.Yoğun yağışlar kış ve ilkbahar aylarında olmaktadır. Yaz aylarında ise mevsim genel olarak kurak geçmektedir. Kar, don, sis, dolu ve kırağı Şanlıurfa'da en az rastlanan meteorolojik hadiselerdir (Anonim, 2010).

4.2.4. Ulaşım

Ulaştırma alanında GAP Uluslararası Havaalanı 1998 yılında yapımına başlanan ve toplam 300 milyon TL'ye tamamlanarak hizmete girmiştir. 4 000 metre uzunluğuna sahip Uluslar arası Havaalanı Havaalanı Türkiye'nin en büyük pistine sahiptir (Anonim, 2010).

31 Aralık 2014 tarihi itibariyle Şanlıurfa ve Merkez ilçelerine kayıtlı araç sayısı 146 827 toplamda ise 247 256 trafiğe kayıtlı araç bulunmaktadır.

4.3. Analiz Sonuçları

4.3.1. Kurşun (Pb)

Kurşun (Pb) Varyans Analiz tablosu incelenildiğinde Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine göre her üçünün Pb ortalamaları bakımından olasılık $p<0.01$ olduğundan istatistiki olarak her üçünde de Pb ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklıdır (Çizelge 4.3.1.1). İstatistiki açıdan Pb ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklı olan Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine Tukey Testi uygulanılmıştır (Çizelge 4.3.1.2, Çizelge 4.3.1.3 ve Çizelge 4.3.1.4).

Çizelge 4.3.1.1. Kurşun (Pb) Varyans Analiz Tablosu

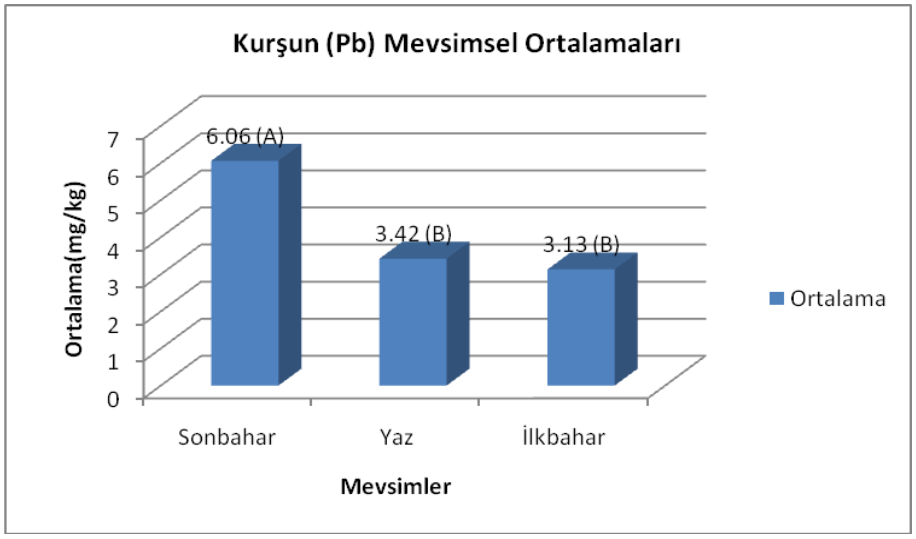
Kurşun (Pb) Varyans Analiz Tablosu						
Faktör	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**İstatistik**	**Olasılık**	**Yorum**
Mevsim	2	313.92	156.961	241.85	0.000	Çok Önemli
İstasyon	4	175.62	43.906	67.65	0.000	Çok Önemli
Mevsim*istasyon	8	78.69	9.837	15.16	0.000	Çok Önemli
Hata	165	107.09	0.649			
Genel	179	675.32				

Mevsim, İstayon ve Mevsim*İstasyon faktörlerinin Pb ortalamaları Tukey Testine göre; % 99 güvenle gruplandırılarak çok anlamlı olduğu saptanmıştır

Kurşun (Pb) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Pb 6.06 mg/kg ile Sonbahar mevsimi Grup A iken Yaz ortalama Pb 3.42 mg/kg ve İlkbahar ortalama Pb 3.13 mg/kg ile Grup B olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.1.2) (Şekil 4.3.1.1).

Çizelge 4.3.1.2. Kurşun (Pb) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Kurşun (Pb) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
Mevsim	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Sonbahar	60	6.06	A
Yaz	60	3.42	B
İlkbahar	60	3.13	B

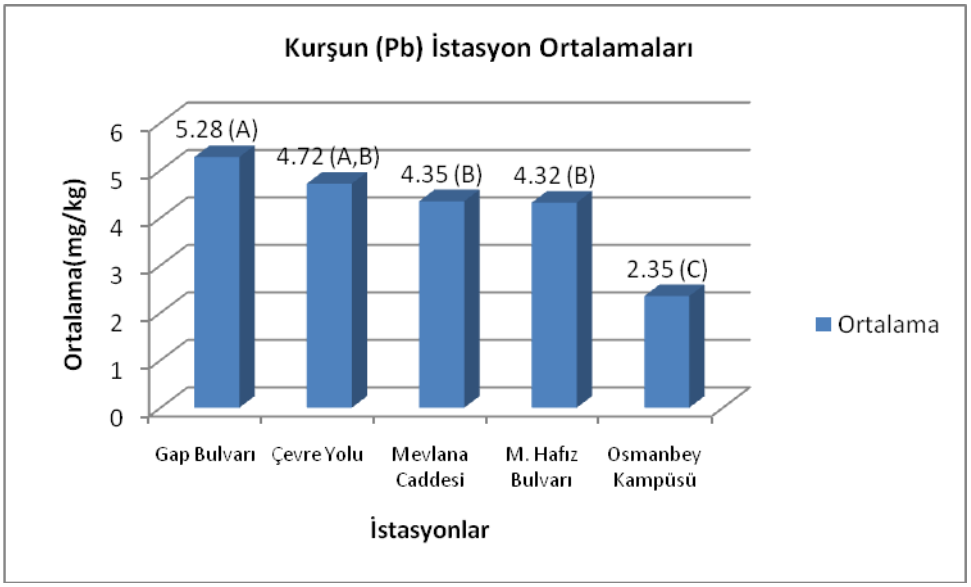


Şekil 4.3.1.1. Kurşun (Pb) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Kurşun (Pb) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Pb 5.28 mg/kg ile Gap Bulvarı Grup A iken en az ortalama Pb 2.35 mg/kg ile Osmanbey Kampüsü Grup C olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.1.3) (Şekil 4.3.1.2).

Çizelge 4.3.1.3. Kurşun (Pb) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Kurşun (Pb) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
İstasyon	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Gap Bulvarı	36	5.28	A
Çevre Yolu	36	4.72	A,B
Mevlana Caddesi	36	4.35	B
Mehmet Hafız Bulvarı	36	4.32	B
Osmanbey Kampüsü	36	2.35	C



Şekil 4.3.1.2. Kurşun (Pb) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Kurşun (Pb) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Pb 8.50 mg/kg ile Sonbahar mevsiminde Gap Bulvarında toplanılan örneklerin ortalaması Grup A iken, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde Osmanbey Kampüsü'nde toplanılan örneklerin ortalamaları en az olup Grup E olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.1.4).

Çizelge 4.3.1.4. Kurşun (Pb) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları

Kurşun (Pb) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları				
Mevsim * İstasyon		Ornek	Ortalama	Grup
Sonbahar	Gap Bulvarı	12	8.50	A
Sonbahar	Çevre Yolu	12	6.67	B
Sonbahar	Mevlana Caddesi	12	6.24	B
Sonbahar	Mehmet Hafız Bulvarı	12	6.04	B
Yaz	Çevre Yolu	12	4.36	C
Yaz	Gap Bulvarı	12	4.08	C,D
İlkbahar	Mehmet Hafız Bulvarı	12	3.71	C,D
İlkbahar	Mevlana Caddesi	12	3.49	C,D
Yaz	Mevlana Caddesi	12	3.32	C,D,E
İlkbahar	Gap Bulvarı	12	3.25	C,D,E
Yaz	Mehmet Hafız Bulvarı	12	3.22	C,D,E
İlkbahar	Çevre Yolu	12	3.13	C,D,E
Sonbahar	Osmanbey Kampüsü	12	2.87	E
Yaz	Osmanbey Kampüsü	12	2.13	E
İlkbahar	Osmanbey Kampüsü	12	2.06	E

Şanlıurfa'da beş istasyonda ve üç mevsimde alınan *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"'nın yapraklarında Kurşun (Pb) Tanımlayıcı İstatistiğine göre mevsimler arasında en fazla ortalama Pb 6.064±2.069 mg/kg ve Sonbaharda toplanan yaprak örneklerinde iken en az ortalama Pb 3.128±0.908 mg/kg ile İlkbahar mevsiminde toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.1.5).

Çizelge 4.3.1.5. Kurşun (Pb) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Kurşun (Pb) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği			
Mevsim	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
İlkbahar	3.128	0.908	29.04
Yaz	3.421	1.010	29.53
Sonbahar	6.064	2.069	34.11

İstasyonlar arası ise en fazla ortalama Pb 5.276±2.509 mg/kg ile Gap Bulvarı istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde iken en az ortalama Pb 2.353±0.873 mg/kg ile trafiğin olmadığı kontrol istasyonu olan Osmanbey Kampüsü istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.1.6).

Çizelge 4.3.1.6. Kurşun (Pb) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Kurşun (Pb) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği			
İstasyon	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Osmanbey Kampüsü	2.353	0.873	37.10
Gap Bulvarı	5.276	2.509	47.55
Mehmet Hafız Bulvarı	4.323	1.411	32.65
Çevre Yolu	4.721	1.677	35.52
Mevlana Caddesi	4.349	1.555	35.75

4.3.2. Çinko (Zn)

Çinko (Zn) Varyans Analiz tablosu incelenildiğinde Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine göre her üçünün Zn ortalamaları bakımından olasılık $p<0.01$ olduğundan istatistiki olarak her üçünde de Zn ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklıdır (Çizelge 4.3.2.1). İstatistiki açıdan Zn ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklı olan Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine Tukey Testi uygulanılmıştır (Çizelge 4.3.2.2, Çizelge 4.3.2.3 ve Çizelge 4.3.2.4).

Çizelge 4.3.2.1. Çinko (Zn) Varyans Analiz Tablosu

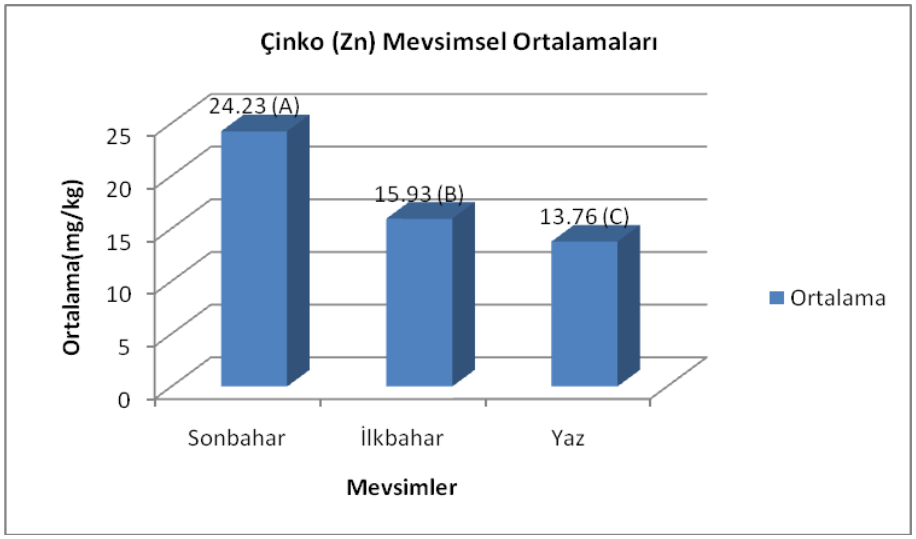
Çinko (Zn) Varyans Analiz Tablosu						
Faktör	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**İstatistik**	**Olasılık**	**Yorum**
Mevsim	2	3668	1834.15	189.63	0.000	Çok Önemli
İstasyon	4	3773	943.27	102.15	0.000	Çok Önemli
Mevsim*istasyon	8	1639	204.90	22.19	0.000	Çok Önemli
Hata	165	1524	9.23			
Genel	179	10604				

Mevsim, İstayon ve Mevsim*İstasyon faktörlerinin Zn ortalamaları Tukey Testine göre; % 99 güvenle gruplandırılarak çok anlamlı olduğu saptanmıştır.

Çinko (Zn) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Zn 24.23 mg/kg ile Sonbahar mevsimi Grup A iken, en az ortalama Zn 13.76 mg/kg ile Yaz mevsimi Grup C olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.2.2) (Şekil 4.3.2.1).

Çizelge 4.3.2.2. Çinko (Zn) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Çinko (Zn) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
Mevsim	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Sonbahar	60	24.23	A
İlkbahar	60	15.93	B
Yaz	60	13.76	C

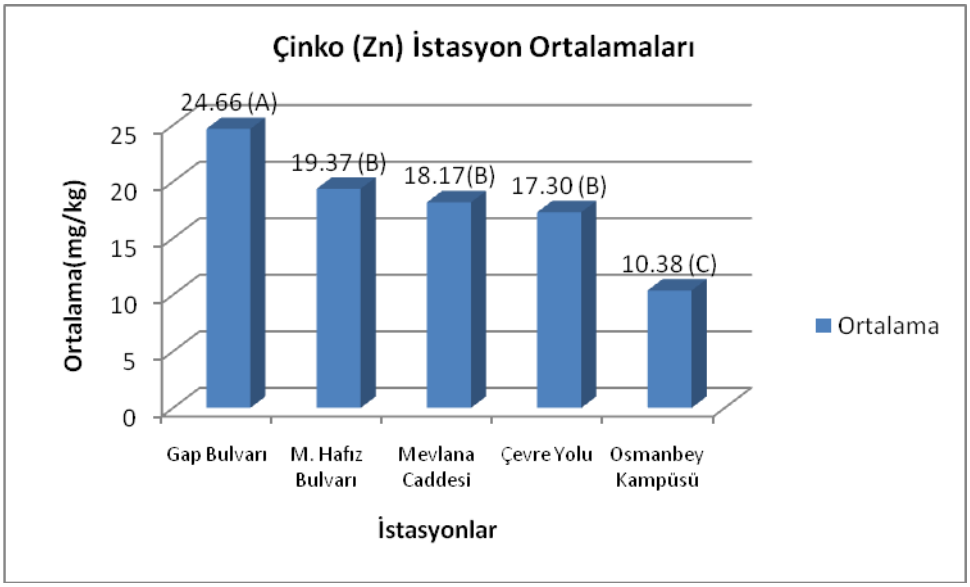


Şekil 4.3.2.1. Çinko (Zn) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Çinko (Zn) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Zn 24.66 mg/kg ile Gap Bulvarı Grup A iken en az ortalama Zn 10.38 mg/kg ile Osmanbey Kampüsü Grup C olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.2.3) (Şekil 4.3.2.2).

Çizelge 4.3.2.3. Çinko (Zn) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Çinko (Zn) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
İstasyon	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Gap Bulvarı	36	24.66	A
Mehmet Hafız Bulvarı	36	19.37	B
Mevlana Caddesi	36	18.17	B
Çevre Yolu	36	17.29	B
Osmanbey Kampüsü	36	10.38	C



Şekil 4.3.2.2. Çinko (Zn) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Çinko (Zn) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Zn 38.59 mg/kg ile Sonbahar mevsiminde Gap Bulvarında toplanılan örneklerin ortalaması Grup A iken, İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde Osmanbey Kampüsü'nde toplanılan örneklerin ortalamaları en az olup Grup G olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.2.4).

Çizelge 4.3.2.4. Çinko (Zn) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Çinko (Zn) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları				
Mevsim * İstasyon		Ornek	Ortalama	Grup
Sonbahar	Gap Bulvarı	12	38.59	A
Sonbahar	Mevlana Caddesi	12	24.80	B
Sonbahar	Mehmet Hafız Bulvarı	12	24.42	B
Sonbahar	Çevre Yolu	12	21.53	B,C
İlkbahar	Gap Bulvarı	12	18.04	C,D
İlkbahar	Mehmet Hafız Bulvarı	12	17.90	C,D
Yaz	Gap Bulvarı	12	17.35	C,D,E
İlkbahar	Mevlana Caddesi	12	17.22	C,D,E
İlkbahar	Çevre Yolu	12	16.36	D,E,F
Yaz	Mehmet Hafız Bulvarı	12	15.80	D,E,F
Yaz	Çevre Yolu	12	13.98	D,E,F,G
Yaz	Mevlana Caddesi	12	12.49	E,F,G
Sonbahar	Osmanbey Kampüsü	12	11.83	F,G
İlkbahar	Osmanbey Kampüsü	12	10.14	G
Yaz	Osmanbey Kampüsü	12	9.17	G

Şanlıurfa'da beş istasyonda ve üç mevsimde alınan *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"'nın yapraklarında Çinko (Zn) Tanımlayıcı İstatistiğine göre mevsimler arasında en fazla ortalama Zn 24.233±9.420 mg/kg ile Sonbaharda toplanan yaprak örneklerinde iken, en az ortalama Zn 13.757±3.797 mg/kg ile Yaz mevsiminde toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.2.5).

Çizelge 4.3.2.5. Çinko (Zn) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Çinko (Zn) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği			
Mevsim	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
İlkbahar	15.931	3.795	23.82
Yaz	13.757	3.797	27.60
Sonbahar	24.233	9.420	38.87

İstasyonlar arası ise en fazla ortalama Zn 24.658±10.630 mg/kg ile Gap Bulvarı istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde iken, en az ortalama Zn 10.380±1.904 mg/kg ile trafiğin olmadığı kontrol istasyonu olan Osmanbey Kampüsü istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.2.6).

Çizelge 4.3.2.6. Çinko (Zn) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Çinko (Zn) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği			
İstasyon	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Osmanbey Kampüsü	10.380	1.904	18.34
Gap Bulvarı	24.658	10.630	43.13
Mehmet Hafız Bulvarı	19.373	4.445	22.95
Çevre Yolu	17.290	4.552	26.33
Mevlana Caddesi	18.169	6.160	33.92

4.3.3. Bakır (Cu)

Bakır (Cu) Varyans Analiz tablosu incelenildiğinde Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine göre her üçünün Cu ortalamaları bakımından olasılık $p<0.01$ olduğundan istatistiki olarak her üçünde de Cu ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklıdır (Çizelge 4.3.3.1). İstatistiki açıdan Cu ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklı olan Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine Tukey Testi uygulanılmıştır (Çizelge 4.3.3.2, Çizelge 4.3.3.3 ve Çizelge 4.3.1.4).

Çizelge 4.3.3.1. Bakır (Cu) Varyans Analiz Tablosu

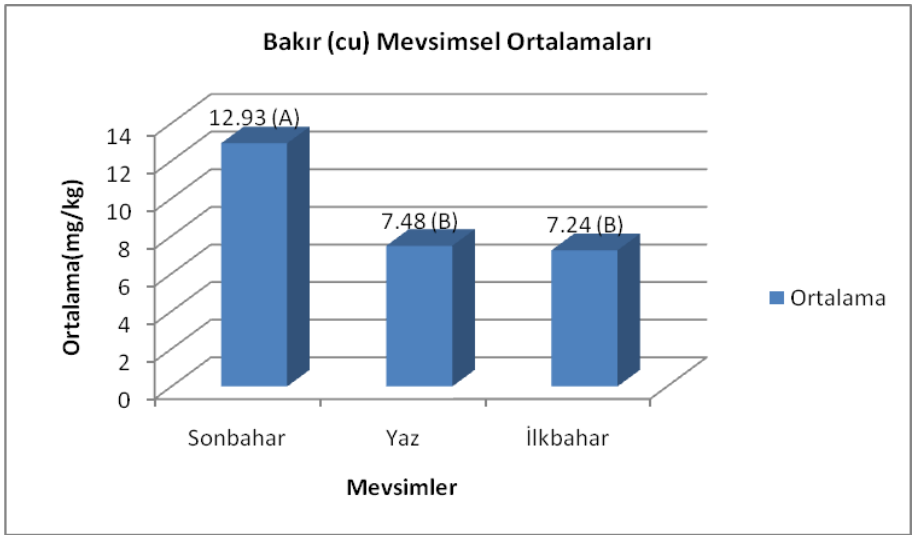
Bakır (Cu) Varyans Analiz Tablosu						
Faktör	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**İstatistik**	**Olasılık**	**Yorum**
Mevsim	2	1421	620.479	172.65	0.000	Çok Önemli
İstasyon	4	910.9	227.731	63.37	0.000	Çok Önemli
Mevsim*istasyon	8	390.2	48.769	13.57	0.000	Çok Önemli
Hata	165	593	3.594			
Genel	179	3135				

Mevsim, İstayon ve Mevsim*İstasyon faktörlerinin Cu ortalamaları Tukey Testine göre; % 99 güvenle gruplandırılarak çok anlamlı olduğu saptanmıştır.

Bakır (Cu) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Cu 12.93 mg/kg ile Sonbahar mevsimi Grup A iken İlkbahar ortalama Cu 7.24 mg/kg ve Yaz ortalama Cu 7.48 mg/kg ile Grup B olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.3.2) (Şekil 4.3.3.1).

Çizelge 4.3.3.2. Bakır (Cu) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Bakır (Cu) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
Mevsim	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Sonbahar	60	12.93	A
Yaz	60	7.48	B
İlkbahar	60	7.24	B

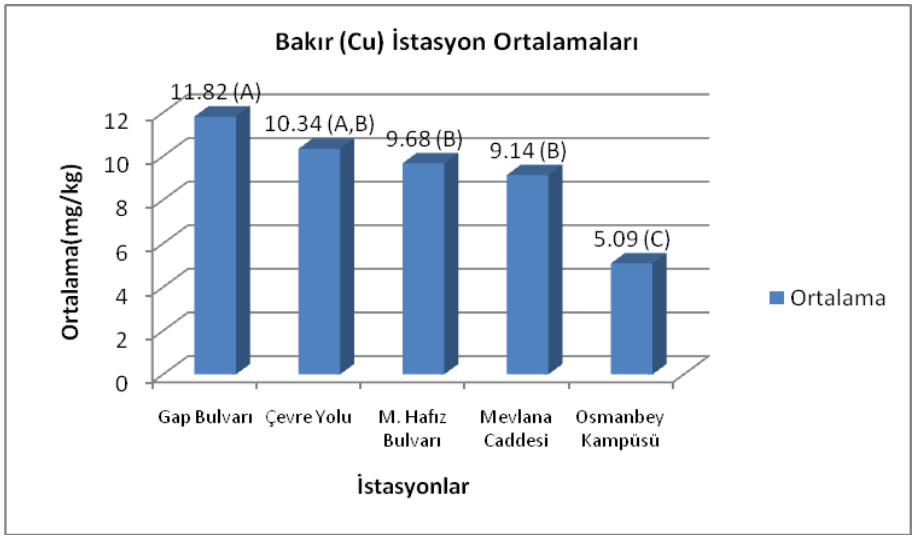


Şekil 4.3.3.1. Bakır (Cu) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Bakır (Cu) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Cu 11.82 mg/kg ile Gap Bulvarı Grup A iken en az ortalama Cu 5.09 mg/kg ile Osmanbey Kampüsü Grup C olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.3.3) (Şekil 4.3.3.2**).**

Çizelge 4.3.3.3. Bakır (Cu) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Bakır (Cu) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
İstasyon	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Gap Bulvarı	36	11.82	A
Çevre Yolu	36	10.34	A,B
Mehmet Hafız Bulvarı	36	9.68	B
Mevlana Caddesi	36	9.14	B
Osmanbey Kampüsü	36	5.09	C



Şekil 4.3.3.2. Bakır (Cu) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Bakır (Cu) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Cu 18.76 mg/kg ile Sonbahar mevsiminde Gap Bulvarında toplanılan örneklerin ortalaması Grup A iken, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde Osmanbey Kampüsü'nde toplanılan örneklerin ortalamaları en az olup Grup E olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.3.4).

Çizelge 4.3.3.4. Bakır (Cu) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Bakır (Cu) Mevsim*İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları				
Mevsim * İstasyon		Örnek	Ortalama	Grup
Sonbahar	Gap Bulvarı	12	18.76	A
Sonbahar	Çevre Yolu	12	14.57	B
Sonbahar	Mehmet Hafız Bulvarı	12	13.09	B
Sonbahar	Mevlana Caddesi	12	12.35	B
Yaz	Gap Bulvarı	12	9.08	C
Yaz	Çevre Yolu	12	8.86	C,D
İlkbahar	Mehmet Hafız Bulvarı	12	8.77	C,D
İlkbahar	Gap Bulvarı	12	7.63	C,D,E
İlkbahar	Mevlana Caddesi	12	7.62	C,D,E
İlkbahar	Çevre Yolu	12	7.60	C,D,E
Yaz	Mevlana Caddesi	12	7.46	C,D,E
Yaz	Mehmet Hafız Bulvarı	12	7.19	C,D,E
Sonbahar	Osmanbey Kampüsü	12	5.86	D,E
Yaz	Osmanbey Kampüsü	12	4.81	E
İlkbahar	Osmanbey Kampüsü	12	4.61	E

Şanlıurfa'da beş istasyonda ve üç mevsimde alınan *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"'nın yapraklarında Bakır (Cu) Tanımlayıcı İstatistiğine göre mevsimler arasında en fazla ortalama Cu 12.927±4.841 mg/kg ile Sonbaharda toplanan yaprak örneklerinde iken en az ortalama Cu 7.243±2.094 mg/kg ile İlkbahar mevsiminde toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.3.5).

Çizelge 4.3.3.5. Bakır (Cu) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Bakır (Cu) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği			
Mevsim	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
İlkbahar	7.243	2.094	28.92
Yaz	7.479	2.069	27.66
Sonbahar	12.927	4.841	37.45

İstasyonlar arası ise en fazla ortalama Cu 11.822±5.521 mg/kg ile Gap Bulvarı istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde iken en az ortalama Cu 5.091±2.011 mg/kg ile trafiğin olmadığı kontrol istasyonu olan Osmanbey Kampüsü istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.3.6).

Çizelge 4.3.3.6. Bakır (Cu) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Bakır (Cu) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği			
İstasyon	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Osmanbey Kampüsü	5.091	2.011	39.50
Gap Bulvarı	11.822	5.521	46.70
Mehmet Hafız Bulvarı	9.682	2.937	30.34
Çevre Yolu	10.344	3.474	33.59
Mevlana Caddesi	9.142	2.885	31.56

4.3.4. Nikel (Ni)

Nikel (Ni) Varyans Analiz tablosu incelenildiğinde Mevsim ve İstasyon faktörlerine göre her ikisinin Ni ortalamaları bakımından olasılık $p<0.01$ olduğundan istatistiki olarak her ikisinde de Ni ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklıdır. Mevsim*İstasyon faktörüne göre ise Ni ortalamaları bakımından $p>0.05$ olduğundan istatistiki olarak Ni ortalamaları arasında fark yoktur (Çizelge 4.3.4.1). İstatistiki açıdan Ni ortalamaları birbirinden çok önemli derecede farklı olan Mevsim ve İstasyon faktörlerine Tukey Testi uygulanılmıştır (Çizelge 4.3.4.2 ve Çizelge 4.3.4.3).

Çizelge 4.3.4.1. Nikel (Ni) Varyans Analiz Tablosu

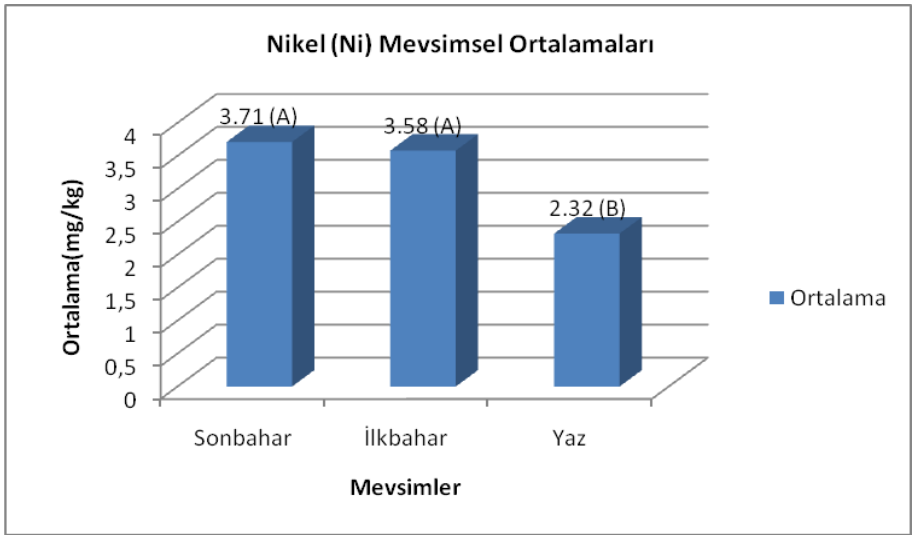
Nikel (Ni) Varyans Analiz Tablosu						
Faktör	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**Kareler Ortalaması**	**İstatistik**	**Olasılık**	**Yorum**
Mevsim	2	71.16	35.578	24.73	0.000	Çok Önemli
İstasyon	4	104.98	26.246	18.25	0.000	Çok Önemli
Mevsim*istasyon	8	10.87	1.359	0.94	0.482	Önemli Değil
Hata	165	237.35	1.438			
Genel	179	424.36				

Mevsim ve İstayon faktörlerinin Ni ortalamaları Tukey Testine göre; % 99 güvenle gruplandırılarak çok anlamlı olduğu saptanmıştır

Nikel (Ni) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Ni 3.71 mg/kg ile Sonbahar ve 3.58 mg/kg İlkbahar mevsimleri her ikisi Grup A iken en az ortalama Ni 2.32 mg/kg ile Yaz mevsimi Grup B olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.4.2) (Şekil 4.3.4.1).

Çizelge 4.3.4.2. Nikel (Ni) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Nikel (Ni) Mevsimsel Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
Mevsim	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Sonbahar	60	3.71	A
İlkbahar	60	3.58	A
Yaz	60	2.32	B

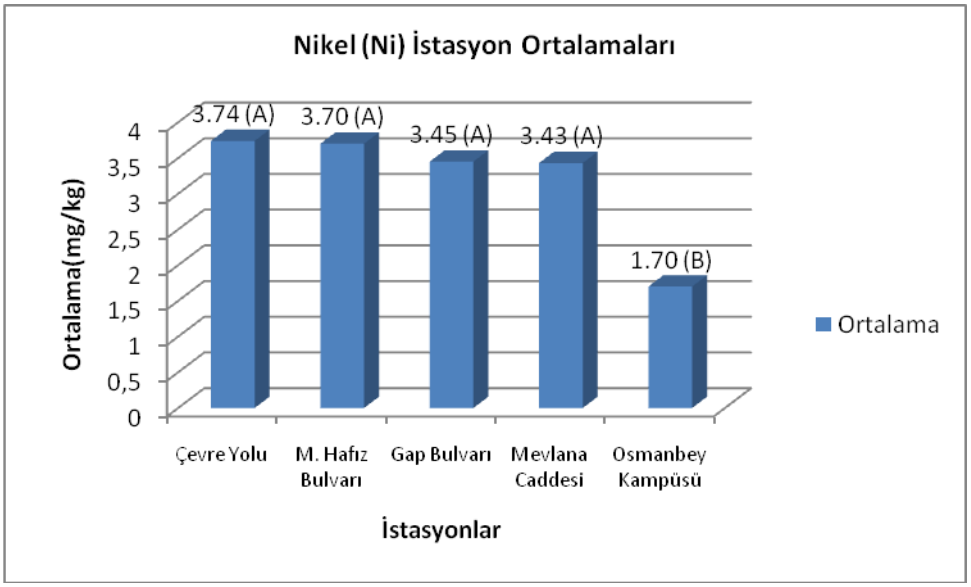


Şekil 4.3.4.1. Nikel (Ni) Mevsimsel Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Nikel (Ni) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine göre en fazla ortalama Ni 3.74 mg/kg ile Çevre Yolu, ortalama Ni 3.70 mg/kg Mehmet Hafız Bulvarı, ortalama Ni 3.45 mg/kg Gap Bulvarı ve ortalama Ni 3.43 mg/kg Mevlana Caddesi'nin her dördü Grup A iken, en az ortalama Ni 1.70 mg/kg ile Osmanbey Kampüsü Grup B olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3.4.3) (Şekil 4.3.4.2).

Çizelge 4.3.4.3. Nikel (Ni) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları Tablosu

Nikel (Ni) İstasyon Ortalamalarının Tukey Testine Göre Grupları			
İstasyon	**Örnek Sayısı**	**Ortalama**	**Grup**
Çevre Yolu	36	3.74	A
Mehmet Hafız Bulvarı	36	3.70	A
Gap Bulvarı	36	3.45	A
Mevlana Caddesi	36	3.43	A
Osmanbey Kampüsü	36	1.70	B



Şekil 4.3.4.2. Nikel (Ni) İstasyon Ortalamaları Grafiği (mg/kg)

Şanlıurfa'da beş istasyonda ve üç mevsimde alınan *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"'nın yapraklarında Nikel (Ni) Tanımlayıcı İstatistiğine göre mevsimler arasında en fazla ortalama Ni 3.712±1.334 mg/kg ile Sonbaharda toplanan yaprak örneklerinde iken, en az ortalama Ni 2.318±0.783 mg/kg ile Yaz mevsiminde toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.4.4).

Çizelge 4.3.4.4. Nikel (Ni) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Nikel (Ni) Mevsimsel Tanımlayıcı İstatistiği			
Mevsim	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
İlkbahar	3.582	1.896	52.92
Yaz	2.318	0.783	33.79
Sonbahar	3.712	1.334	35.93

İstasyonlar arası ise en fazla ortalama Ni 3.743±1.918 mg/kg ile Çevre Yolu istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde iken en az ortalama Ni 1.698±0.504 mg/kg ile trafiğin olmadığı kontrol istasyonu olan Osmanbey Kampüsü istasyonunda toplanan yaprak örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.3.5).

Çizelge 4.3.4.5. Nikel (Ni) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği Tablosu

Nikel (Ni) İstasyon Tanımlayıcı İstatistiği			
İstasyon	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Osmanbey Kampüsü	1.698	0.504	29.69
Gap Bulvarı	3.452	1.659	48.05
Mehmet Hafız Bulvarı	3.698	1.172	31.69
Çevre Yolu	3.743	1.918	51.23
Mevlana Caddesi	3.430	1.034	30.13

4.3.5. Kadmiyum (Cd)

Şanlıurfa'da üç mevsimde ve beş istasyonda alınan *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"'nın toplam 60 yaprak örneği üç tekerrür yapılarak okuma yapıldı. Toplam 180 Cd okuma sonuçlarının tümü aynı ve <0.5 mg/kg çıkmıştır. Tüm okumalar aynı ve <0.5 mg/kg olduğundan istatistiksel analiz yapılamamıştır. Böylece Cd istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, üç mevsimde Şanlıurfa il merkezinde belirlenen dört istasyonun yol kenarları ile orta refüjlerden ve kontrol istasyonu olan Osmanbey Kampüsü'ndeki *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"nın yapraklarında biriktirdiği ağır metaller (Pb, Zn, Cu, Ni, Cd) araştırılmıştır. Yaprak örnekleri üzerinde yapılan analiz çalışmalar sonucunda bu bitkideki ağır metal kirliliği değerleri ölçülmüş ve daha sonraki yapılacak çalışmalara yön verebilecek öneriler sunulmuştur.

Alınan yaprak örneklerinde istatistiksel olarak Pb, Zn, Cu Mevsim, İstasyon ve Mevsim*İstasyon faktörlerine göre ortalamaları $p<0.01$ olduğundan istatistiksel bakımdan ortalamaları birbirinden çok önemli ölçüde farklı çıktığı tespit edilmiştir. Ni'de Mevsim ve İstasyon faktörlerine göre ortalamaları $p<0.01$ olduğundan istatistiksel bakımdan ortalamaları birbirinden çok önemli ölçüde farklı çıktığı tespit edilmiştir. Ni, Mevsim*İstasyon faktörüne göre ise ortalamaları $p>0.05$ olduğundan istatistiksel bakımdan ortalaması birbirinden farklı olmadığı tespit edilmiştir. Cd bakımından örnek sonuçların tümü aynı olup <0.5 mg/kg olduğu için istatistiksel analiz yapılmayıp istatistiği açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Mevsimler arasında ağır metal birikimi Pb ve Cu ortalamaları İlkbahar < Yaz < Sonbahar, Zn ve Ni ortalamaları İlkbahar ~ Yaz < Sonbahar şeklinde sıralanmıştır. Genel anlamda zamanla yaprakta Pb, Zn, Cu ve Ni ağır metal birikimleri artmıştır. İstasyonlar arasında ağır metal birikimi Pb, Zn ve Cu ortalamaları en fazla birikim trafiğin yoğun olduğu Şanlıurfa-Diyarbakır E 5 yolu üzerinde bulunan Gap Bulvarı iken, Ni ortalaması en fazla Çevre Yolu istasyonunda olduğu tespit edilmiştir. En az Pb, Zn, Cu ve Ni ortalamaları trafiğin olmadığı kontrol istasyonu olarak belirlenen Osmanbey Kampüsü olduğu tespit edilmiştir Ağır metallerin değerlerinin yüksek çıktığı istasyonlara bakıldığında, şehir trafiğin yoğun olduğu, kavşak noktalarının ve trafik lambalarının bulunduğu yerler olduğu tespit edilmiştir. Cd miktarı hem mevsimler arası ve hem de istasyonlar arasında artış olmamıştır.

Araştırma sonucuna göre Pb, Zn ve Cu ortalamalarının en fazla olduğu istasyon Gap Bulvarı'dır. Bunun nedenleri arasında; trafik akışının çok yoğun olması, Şanlıurfa-Diyarbakır E5 yolu üzerinde bulunması, çok sayıda trafik lambası ve kavşağının olması, hem şehir içi hem de şehirlerarası amaçla kullanılması ve buna bağlı olarak ağır vasıtalarında bu yolu kullanmak zorunda olmalarını söyleyebilir. Trafik akışının olduğu 4 istasyonda Ni ortalamaları birbirine yakın çıkmıştır. Bununla birlikte Ni ortalamasının en fazla olduğu istasyon Çevre Yolu'dur. Bunun nedeni bu istasyonun ağır vasıtaların kullanmak zorunda olduğu şehirlerarası bir yol olması olabilir. Diğer iki istasyon olan Mehmet Hafız Bulvarı ve Mevlana Caddesi'nde Pb, Zn, Cu ve Ni ağır metal kirliliğinin ortalamalarının oransal olarak Gap Bulvarı ve Çevre Yolu'na göre trafik lambaları ve kavşakların çok olmasına rağmen daha az olmasının sebepleri arasında bu yolların genel olarak şehir içi hafif vasıtalar tarafından kullanılması olarak ifade edilebilir.

Bu sonuçlara göre *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera"yı trafik kaynaklı ağır metal kirliğine neden olan Pb, Zn, Cu ve Ni'i tespit etmek ve bu ağır metaller ile kirlenen çevrenin temizlenmesi amacıyla kullanabiliriz.

Ülkemizdeki ağır metal kirliliğinin temel sebeplerinin başında trafik kökenli kirlenme gelmektedir. Trafikteki araçların egzozlarından çevreye yayılan özellikle, kurşun (Pb) gerek insanlar gerekse de bitki ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler yapabilmektedir. Bu doğrultuda alınabilecek önlemler şu şekilde sıralanabilir:

a. Öncelikle insanlara çevre bilincinin aşılanması,
b. Toplu ulaşımın tercih edilmesi,
c. Yeşil alanların artırılması,
d. Yol kenarlarına ağır metal tutucu ve dayanıklı bitki türlerinin dikilmesi,
e. Yeni modern motorlu araçların artması (hibrit otomobiller vb),
f. Kurşunsuz benzin kullanımı yaygınlaştırılması,
g. Araçların periyodik bakımının zamanında yapılması gerekmektedir.

Ayrıca yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından denetimlerin iyi bir şekilde yapılması ve önlemlerin alınması ağır metal kirliliğini önleyebilecek tedbirler sıralanabilir. Eksik olan yasal mevzuatların çıkarılması gerekir.

Kent nüfusunun artmasına ve sanayileşmeye paralel olarak, gelecekte çevre kirliliği ve bunun önemli bir parçası olan ağır metal kirliliğinin artış göstereceği açıktır. Bu yüzden de yetkili makamların bu sorunu şimdiden göz önüne alıp, geleceğe yönelik planlar yapmaları ve çözüm yolları geliştirmeleri gerektiği açıktır.

KAYNAKLAR

AKGÜÇ, N., 2007. Muğla İli'nde Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti İçin *Pyracantha coccinea* ROEM. (ROSACEAE)'nın Biyomonitör Olarak Kullanılması Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 5 s.

AKSOY, A., 1997. Kayseri-Kırşehir Karayolu Yakınında Yetişen Bitkilerde Ağır Metal Kirlenmesi, III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Programı, Kırşehir.

AKSOY, A., ÖZTÜRK, M., A., 1997. *Nerium oleander* L. as a Biomonitor of Lead and Other Heavy Metal Pollution in Mediterranean Environments, The Science of The Total Environment, 205 (2), 145-150.

AKSOY A.; SAHİN, U.,1999. "*Elaeagnus angustifolia* L. as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution ''University of Erciyes, *Turk Journal of Botany* 23, 83–87.

AKSOY, A., ŞAHİN, U. ve DUMAN, F., 2000. "*Robinia pseudoacacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri" Tr J Bot, 24 (5): 279-284.

ANGELOV, G. B. 2008. Heavy metal pollution in the Boatinreserve (Bulgaria) Turkish Journal of Botany 32: 155-160.

ANONİM, 2001. Ansiklopedik Çevre Sözlüğü. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara, 407 s.

ANONİM, 2010. Şanlıurfa İl Çevre Durum Raporu. İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Yayını, Şanlıurfa, 1-28 s.

BEREKET, G. ve YÜCEL, E., 1990. Monitoring of Heavy Metal Pollution of Traffic Origin in Eskişehir. Doğa Tr. J. of Chemistry, 14: 266-271.

BİNGÖL, Ü., 1992. Ankara Cadde Ağaçlarından *Aesculus hippocastanum* L.'da Kurşun (Pb) Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, 62 s, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

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

ÇAVUŞOĞLU, K., 2002 "İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yapraklarında kurşun (Pb) yoğunluğunun araştırılması" Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6-3: 191 196.

ÇAVUŞOĞLU, K., ÇAVUŞOĞLU, K., 2005, *Cupressus serpervirens* L. Ve *Cedrus libani* A. RİCH. Yapraklarında Taşıtların Sebep Olduğu Kurşun (Pb) Kirliliğinin Araştırılması, *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, 7.2. , 37-56.

ÇELİK, A., KARTAL A. A., AKDOĞAN, A. ve KASKA, Y., 2005. Determining the Heavy Metal Pollution in Denizli (Turkey) by Using *Robinia pseudoacacia* L. Environ. Int., 31: 105-112.

ÇINGI, F., 2007. Eser elementler. (erişim adresi: www.firochromis.com)

ÇİÇEK, A., KOPARAL, A.S., KARAÇAM, İ., TUNA, H. and TETİK, N., 2001. Accumulation of Sulfur and Heavy Metals from Residential, Industrial and Traffic Activities in Some Plants and Soils, Air Quality Management. Proceedings of the Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales, Istanbul Technical University, September 25-28, Istanbul, Turkey.

DJINGOVA, R., WAGNER, G. and KULEFF, I., 1999, "Screening of heavy metal pollution in Bulgaria using *Populus nigra italica*" The Science of the Total Environment, 234:175-184.

DOĞAN, Y., UĞULU, İ., BAŞLAR, S., 2010, Turkish Red Pine as a Biomonitor: A Comparative Study of the Accumulation of Trace Elements in the Needles and Bark, *Ekoloji*, 19(75), 88-96.

EFE, N., ÖZBAY, O.,1994, The Effects of SO2 on the Physiological Parameters of *Zea mays* L. And *Glycine max., T. J. of Botany*, 18, 469-474.

GARCİA, R., MILLAN, E., 1998, "Assesment of Cd, Pb and Zn Contamination in Roadside Soils and Grasses from Gipuzkoa (Spain)" Chemosphere, Vol: 37(8), p: 1615-1625.

HAKTANIR, K.; ARCAK, S.; ERPUL, G., 1995,"Yol Kenarlarındaki Topraklarda Trafikten Kaynaklanan Ağır Metallerin Birikimi", Tr. Journal Of Engineering And Environmental Sciences; 19, (6), 423–432.

HAYRAN, M., ÖZDEMİR, O., 1996. Bilgisayar İstatistik ve Tıp, Hekimler Yayın Birliği, 2. Baskı, Ankara; 309-314.

htt://www.minitab.com

JIRIES, A.,2003. "Vehicular contamination of dust in Amman, Jordon" The environmentalist, 23: 205-210.

JOHANSSON, C., NORMAN, M., BURMAN, L., 2009, Road traffic emission factors for heavy metals, *Atmospheric Environment*, 43, 4681-4688.

KAHVECİOĞLU, Ö., KARTAL, G., GÜVEN, A., TİMUR, S., 2004, *Metallerin Çevresel Etkileri –I*, İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

KAHVECİOĞLU, Ö., KARTAL, G., GÜVEN, A. VE TİMUR, S., 2007. Metallerin Çevresel Etkileri –I. (erişim adresi: www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf).

KALAY, Z., 1987. Ülkemiz Ekolojik Şartlarına Uyumu ve İlginç Özellikleri Bakımından Önemli Bir Yabancı Ağaç Türünden Faydalanma İmkanları, Orman Mühendisliği Dergisi, Ağustos Sayı 8, 35-41, Ankara.

KARADEMİR, M.; TOKER, C. .1998" Ankara'nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim Bitkilerinde Egzoz Gazlarından Gelen Kurşun Birikimi", *Ekoloji Çevre Dergisi, 7(26)*9-12.

KARTAL, G. ; GÜVEN, A.; KAHVECİOĞLU, Ö.; TİMUR, S. 2004: "Metallerin Çevresel Etkileri– II'', *İTÜ Metalurji ve Malzeme Müh. Böl., Metalurji Dergisi.137*, İstanbul

KARTAL, E., 2010. '' İstanbul Avrupa Yakası D-100 Karayolu Çevresindeki Bazı Bitkilerde Ağır Metal Birikimi'' Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 11-12 s, İstanbul

KOCATAŞ, A., 1994, Ekoloji, Ege Üniversitesi, Basımevi, Bornova, İzmir.

MARKERT, B., .(Ed). 1993*:"Plants As Biomonitors: Indicators For Heavy Metals in The Terrestrial Environment*", Vch, Weinheim, Frgermany, 640.

MARKERT, B., HERPIN, U., SIEWERS, U., BERLEKAMP, J. and LIETH, H., 1996."The German heavy metal survey by means of mosses" Sci Total Environ, 182, 159-168.

MOR, F., 2002, "Bursa'da Yoğun Araç Trafiği, Sanayi, Kentleşme ve Tarımsal Faaliyetlerin Etkileri Bakımından Sebzelerde ve Yem Bitkilerinde Kadmiyum ve Kurşunla Kontaminasyon" Uludağ Üniv., Sağ. Bil. Ens., Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.

NUHOĞLU, Y., MALKOÇ E., GÜRSES, A. ve CANPOLAT, N., 2002. Removal of Cu(II) from aqueous solution by *Ulothrix zonata.* Bioresource Technology 85,3,331-333.

SEZGİN, N., ÖZCAN, H., K., DEMİR, G., NEMLİOĞLU, S., BAYAT, C. , 2002, *Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway*, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Istanbul University.

ÖZTÜRK, M., 2004. Kurşunlu Benzin Tüketimi ve Kurşunun Etkileri. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 19 S.

PUNSHON, T.; NEAL, A. L.; JACKSON, B. P.,2004 : "*Cadmium*", In Trace and Ultratrace Elements in Plants and Soil, Edited by I. Shtangeeva, I.Ed., Witt Pres, Southampton, Boston, 171-208.

TOPBAŞ, M.T., BROHİ, A.R., KARAMAN, M.R., 1998, *Çevre Kirliliği*, Çevre Bakanlığı Yay., Ankara.

TOPLU, F., 2000. Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, 54 s. Elazığ.

TURNA, İ., TURNA, H. 2000. Yalancı akasya *(Robinia pseudoacacia* L.orjinlerinde fidan kalite sınıflarının belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1(1): 18-26.

TÜRKAN, İ., 1986. İzmir İl Merkezi ve Çevre Yolları Kenarında Yetişen Bitkilerde Kurşun, Çinko ve Kadmiyum Kirlenmesinin Araştırılması. Turkish Journal of Biology, 10 (1): 116-120.

VIARD, B., PIHAN, F., PROMEYRAT, S., and PIHAN, J.C., 2004. Integrated Assessment of Heavy Metal (Pb, Zn, Cd) Highway Pollution: Bioaccumulation in Soil, Graminaceae and Land Snails. Chemosphere, 55: 1349-1359.

WAGNER, G.,1987. "Entwicklung einer methode zur grossraemigen ueberwachung der umwelthontamination mittels stanartisierter palpelblattproben van pyramidenpalpeln (*Populus nigra itali*ca) am beispiel van blei, cadmium und zink. In: Stoeppler, Bm., Duerbeck, H., editors,(Beitraege zur Umweltprobenbank), (Forsc Hungszentrum Julich)", s: 224

YALTIRIK, F. 2000. Dendroloji. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul,382 s.

YAŞAR, Ü.,2009.''*Cercis siliquas* L. *Subsp. Siliquastrum* (FABACEAE)'un Ağır Metal Kirliliğinde Biomonitör Olarak Kulanımı'' Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 10 s, İstanbul

YETİMOĞLU, E., ERCAN, Ö., TOSYALI, K., 2004, Heavy Metal Contamination in Street Dusts of Istanbul (Pendik to Levent) E-5 Highway, *Marmara University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry*.

YILDIZ, A., GENÇ.,O.,1993.: "Enstrumantal Analiz" Hacettepe Universitesi Yayınları, Ankara, A-64.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlkokulu Şanlıurfa Merkez Maşuk köyü, lise öğrenimini Konya Atatürk Sağlık Meslek Lise'sinde tamamladı. 1996 yılında Antalya Devlet Hastanesine sağlık personeli olarak göreve başladı. 1998 yılında Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Tıbbi Laboratuvar bölümünü bitirdi. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2011 yılında Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden mezun oldu. 2012 yılında Harran Üniversitesi Fen-Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda açılan yüksek lisans sınavını kazandı. Halen Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesinde sağlık personeli olarak çalışmaktadır. Evli iki çocuk babasıdır.

EKLER:



Ek Şekil 5.1. Gap Bulvarı



Ek Şekil 5.2 Gap Bulvarı



Ek Şekil 5.3. Mehmet Hafız Bulvarı



Ek Şekil 5.4. Mehmet Hafız Bulvarı



Ek Şekil 5.5. Çevre Yolu



Ek Şekil 5.6. Çevre Yolu



Ek Şekil 5.7. Mevlana Caddesi



Ek Şekil 5.8.Mevlana Caddesi