

**T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İSTANBUL’UN DENİZ KIYISINA YAKIN YERLEŞİM
YERLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

Serdal AKBAYIR

Danışman: Doç.Dr. Etem OSMA

**BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**ERZİNCAN
2020**

Her Hakkı Saklıdır.

Bilimsel Etięe Uygunluk Sayfası

İstanbul'un Deniz Kıyısına Yakın Yerleşim Yerlerinde Ağır Metal Birikiminin Araştırılması" isimli "Yüksek Lisans" tezim tarafımca intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiğı gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 11/09/2020



Serdal AKBAYIR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSTANBUL’UN DENİZ KIYISINA YAKIN YERLEŞİM YERLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Serdal AKBAYIR

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Etem OSMA

Bu çalışmada, dünyanın en kalabalık şehirlerinden birisi olan İstanbul’un Beşiktaş, Tuzla, Pendik, Kadıköy, Fatih ve Sarıyer ilçelerinin sahil kısımlarından toplanan *P. orientalis*’e ait yaprak, kabuk ile yetiştikleri toprak örneklerinde (Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Ni, Cd, Cr) ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Beşiktaş, Tuzla, Pendik, Kadıköy, Fatih ve Sarıyer ilçelerinin sahil bölgelerinden toplanan bitki ve toprak numuneleri laboratuvarında ön işlemlerden geçirilmiştir. Sonrasında örneklerde ağır metallerin analizi ICP-MS’de yapılmıştır. Bitki ve toprakta elde edilen veriler, SPSS 22 İstatistik Paket Programında istatistiksel olarak değerlendirilmiş olup bölgeler arasında anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yapraklar arasında metal konsantrasyonu bakımından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde ağır metal kirlenmesinin genelde Tuzla bölgesinde yoğun olduğu görülmüştür.

Son olarak şehirlerde yaygın olarak yetişen *P. orientalis* L. de ağır metal kirliliğinin tespit edilmesinde biyomonitör olabileceği kanaatine varılmıştır.

2020, 59 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Biyomonitör, İstanbul, ICP-MS, *P. orientalis*

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF HEAVY METAL ACCUMULATION IN SETTLEMENTS NEAR THE SEASHORE OF ISTANBUL

Serdal AKBAYIR

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biyology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Etem OSMA

In this study, samples taken from *P.orientalis* in Istanbul, one of the most populated cities in the world, in particular Beşiktaş, Tuzla, Pendik, Kadıköy, Fatih ve Sarıyer coastal area. Samples includes the leaves, barks and the soil it grows on and in those samples heavy metal concentrations (Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Ni, Cd, Cr) are detected. The first step of the process for collected plant and soil samples has been taken in the laboratory. Then heavy metal analysis has been performed by ICP-MS method. The datas collected from the plant and soil have been evaluated statistically within the Statistical Package Program, SPSS 22. It has been determined that there are differences in methal concentrations between washed leaves and unwashed leaves. When the collected data evaluated, it has been observed that the heavy methal contamination is intense around Tuzla.

Lastly it has been concluded that *P.orientalis* which is widely grown in cities can be used as a biomonitor to detect heavy metal contamination.

2020, 59 Pages

Keywords: Heavy metal, Biomonitor, İstanbul, ICP-MS, *P. orientalis*

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında beni destekleyip yönlendiren, emeğini ve bilgisini esirgemeyen danışmanım, Sayın Doç. Dr. Etem OSMA'ya sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum. Gerektiğinde bilgi ve birikimlerini benden esirgemeyen bütün Biyoloji Bölümü öğretim üyelerine şükranlarımı sunarım.

Ayrıca bugünlere gelmemde büyük emeği olan babam Tarık AKBAYIR, annem Gülbahar AKBAYIR'a ve desteğini esirgemeyen kıymetli meslektaşım Dr. Uğur ŞEN'ne teşekkürlerimi sunarım.

Serdal AKBAYIR

Eylül, 2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1 Numune alınan bölgelerin coğrafi konumu.....	14
3.1.2. Numune alınan bölgenin iklim ve bitki örtüsü özellikleri.....	15
3.1.3. Numune alınan <i>Platanus orientalis</i> L. bitkisinin özellikleri.....	16
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. ICP-MS cihazı.....	19
3.2.2. İstatistiksel Analizler.....	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	22
4.1. Çinko (Zn)	22
4.2. Nikel (Ni).....	24
4.3. Bakır (Cu).....	25
4.4. Demir (Fe)	28
4.5. Kurşun (Pb).....	30
4.6. Kro (Cr).....	32
4.7. Kadmiyum (Cd).....	34
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	37
5.1. Sonuç	37
5.2. Tartışma.....	39
6. ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR.....	50
EKLER.....	58

Ek-1 Tez Çalışması Süresince Yapılan Akademik Çalışmalar.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	60



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Ağır metallerin bitkilerde eksikliğinde ve fazlalığında olumsuz olarak etkili olan fizyolojik mekanizmalar.....	6
Şekil 1.2. <i>Platanus orientalis</i> L. genel görünümü.....	9
Şekil 3.1. Numune alınan bölgeler.....	14
Şekil 3.2. Pnedik ilçesinde <i>Platanus orientalis</i> L örneği görünümü.....	15
Şekil 3.3. <i>Platanus orientalis</i> L. ait yaprak görünüm.....	17
Şekil 3.4. <i>Platanus orientalis</i> L. e ait kabuk, yaprak ve yetiştiği toprak örneği.....	18
Şekil 3.5. ICP –MS cihazı.....	20
Şekil 4.1. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki çinko konsantrasyonu (mg/kg dw).....	23
Şekil 4.2. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yetiştiği topraktaki çinko konsantrasyonu(mg/kgdw).....	23
Şekil 4.3. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuktaki nikel konsantrasyonu (mg/kg dw).....	25
Şekil 4.4. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yetiştiği topraktaki nikel konsantrasyonu (mg/kg dw).....	25
Şekil 4.5. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki bakır konsantrasyonu (mg/kg dw).....	26
Şekil 4.6. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yetiştiği topraktaki bakır konsantrasyonu (mg/kg dw).....	27
Şekil 4.7. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki demir konsantrasyonu (mg/kg dw).....	29
Şekil 4.8. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yetiştiği topraktaki demir konsantrasyonu (mg/kg dw).....	29
Şekil 4.9. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki kurşun konsantrasyonu (mg/kg dw).....	31
Şekil 4.10. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yetiştiği topraktaki kurşun konsantrasyonu (mg/kg dw).....	31
Şekil 4.11. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki krom konsantrasyonu (mg/kg dw).....	33
Şekil 4.12. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yetiştiği topraktaki krom konsantrasyonu (mg/kg dw).....	33
Şekil 4.13. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki kadmiyum konsantrasyonu (mg/kg dw).....	35

Şekil 4.14. Farklı lokalitelerden alınan <i>Platanus orientalis</i> L. yetiştiği topraktaki kadmiyum konsantrasyonu (mg/kg dw).....	35
---	----



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Ağır metallerin ekolojik sınıflandırılması	3
Tablo 1.2. Ağır metal kaynakları.....	4
Tablo 1.3. Temel endüstriden atılan metal türleri	5
Tablo 4.1. Farklı lokalitelerden <i>Platanus orientalis</i> L. ve yetiştiği topraktaki çinko konsantrasyonları (mg/kg dw)	22
Tablo 4.2. Farklı lokalitelerden <i>Platanus orientalis</i> L. ve yetiştiği topraktaki nikel konsantrasyonları (mg/kg dw)	24
Tablo 4.3. Farklı lokalitelerden <i>Platanus orientalis</i> L. ve yetiştiği topraktaki bakır konsantrasyonları (mg/kg dw)	26
Tablo 4.4. Farklı lokalitelerden <i>Platanus orientalis</i> L. ve yetiştiği topraktaki demir konsantrasyonları (mg/kg dw)	28
Tablo 4.5. Farklı lokalitelerden <i>Platanus orientalis</i> L. ve yetiştiği topraktaki kurşun konsantrasyonları (mg/kg dw)	30
Tablo 4.6. Farklı lokalitelerden <i>Platanus orientalis</i> L. ve yetiştiği topraktaki krom konsantrasyonları (mg/kg dw)	32
Tablo 4.7. Farklı lokalitelerden <i>Platanus orientalis</i> L. ve yetiştiği topraktaki kadmiyum konsantrasyonları (mg/kg dw)	34
Tablo 5.1. Metallerin toprakta normal kabul edilen alt ve üst konsantrasyon aralıkları ile çalışmamızdaki topraktan elde edilen değerler (mg/kg dw)	36
Tablo 5.2. Metallerin bitkilerde normal kabul edilen alt ve üst konsantrasyon aralıkları ile çalışmamızdaki bitkilerden elde edilen değerler (mg/kg dw)	37

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
'	Dakika
~	Yaklaşık
Ni	Nikel
Fe	Demir
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Pb	Kurşun
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Pt	Platin
V	Vanadyum
Se	Selenyum
Sn	Kalay
As	Arsenik
Hg	Cıva
Al	Aliminyum

Kısaltmalar

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
ICP-MS	İndüktif Eşleşmiş Plazma Spektrometresi
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
ANOVA	Analysis of Variance
ppm	Parts per million (Milyonda bir)
mm	Milimetre

km ²	Kilometrekare
m	Metre
mL	Mililitre
mg	Miligram
kg	Kilogram



1. GİRİŞ

Çevre, bir organizmanın var yaşadığı ve ilk canlı ile birlikte yeryüzünde var olmuştur (Anonim, 2014a). Bir başka ifade ile çevre, yaşamları boyunca canlıların ilişkilerini sürdürdükleri, gelişmelerini sağladıkları ve karşılıklı olarak etkileşimde bulundukları biyolojik, kimyasal, fiziksel, ekonomik, sosyal ve kültürel faktörlerin bütünüdür (Topçu, 1998; Karakoyun, 2014).

Çevre kirliliği, canlıların yaşamını olumsuz etkileyen, cansız çevre öğelerinin niteliklerini bozan ve üzerlerinde yapısal zararlar oluşturan kimyasal maddelerin; hava, toprak ve suya yoğun olarak karışması olayıdır. Doğal dengenin bozulması insan kaynaklı ekolojik zararlardan dolayıdır. Günümüzde insanların doğal kaynakları bilinçsiz bir şekilde kullanma hırsı, sanayileşme ve kentleşmenin hızla artması çevre kirliliğinin her geçen gün giderek artmasına neden olmaktadır (Bayar, 2009; Karakoyun, 2014).

İnsan nüfusunun hızlı bir şekilde artmasıyla birlikte trafikte araç sayısının artması, çarpık kentleşme, enerji ihtiyacı için kurulan nükleer ve termik santraller, endüstri faaliyetlerinin gelişmesi ile birlikte kimyasalların doğaya daha fazla salınması, büyük oranda çevre kirliliğine neden olmuştur (Elik ve Akçay, 2000). Kirliliğin insan faaliyetleri sonucu oluşması “Antropojenik [Yun. Anthropos: insan ve genesis: başlangıç] kökenli” olarak adlandırılmaktadır (Osma, 2009). Çevre kirliliğine neden olan kirleticiler maddelerin en önemlisi ağır metallerdir.

Atom numarası 20 den, özgül ağırlıkları 5 gr/ cm³ den fazla olan periyodik cetvelde geçiş elementleri olarak bilinen ve geniş bir grup olan elementler “ağır metal” olarak isimlendirilir. Ağır metaller litaretüre çevre kirliliği ile girmiş, toksisite ve kirlenme bakımından bir yan anlam olarak kullanılmaktadır. Bu element grubunun içine 70 kadar element girmekle birlikte bunlardan 20 tanesi ekolojik bakımdan önem arz etmektedir (Fe, Zn, Mn, Cu, V, Co, Mo, Ni, Cr, Be, Pb, Tl, Cd, Sb, Al, Se, Sn, Ag, As, Hg,). Bu elementlerden bazıları, hayvanlar ve bitkiler için mikro besin (Cu, Mo, Zn, Mn, Ni, Fe) maddesi olabilirken, belirli bir düzeyi aşmadığı sürece toksik olmamaktadırlar (Yıldız, 2004; Karakoyun, 2014).

Ekosistemde hava, toprak ve suda büyük miktarlarda yoğunlaşmaya başlayan ağır metaller, dünyadaki tüm canlıların yaşamını tehlikeye sokan önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Ağır metallerin çevreye dağılmasında etkili olan etkenlerin başında, motorlu taşıtların egzozları, endüstriyel faaliyetler, maden işletmeleri ve yatakları, volkanik olaylar, tarımsal ilaç ve gübrelemeler ile şehirseller atıklar gelmektedir (Stresty ve Madhava Rao, 1999; Karakoyun, 2014).

Doğal çevrimlerinde toksik etki oluşturmayan ağır metaller, insan aktiviteleri sonucu kirlilik oluşturlar. Yıllık olarak doğal çevrimler sonucu;

- 7.600 ton kadmiyum,
- 18.800 ton arsenik,
- 3.600 ton cıva
- 332.000 ton kurşun atmosfere atılmakta iken, insan aktiviteleri sonucu deşarj edilen miktarlar ise;
- Kadmiyum (8 kat),
- Arsenik (3 kat),
- Kurşun ve cıva (6 kat) daha fazladır (Rether, 2002; Karakoyun, 2014).

Tablo 1.1. Önemli ağır metallerin ekolojik sınıflandırılması (Yıldız, 2004).

Element	Ağırlık g/cm ³ özgül	Bitki ve hayvan için gereklilik	Kirletici olup olmadığı
Gümüş	10,5	-	K
Kadmiyum	8,5	-	K
Krom	7,2	G	K
Kobalt	8,9	G	K
Bakır	8,9	G	K
Demir	7,9	G	K
Cıva	13,6	-	K
Mangan	7,4	G	-
Kurşun	11,3	-	K
Molibden	10,2	G	K
Nikel	8,9	G	K
Kalay	7,3	-	K
Uranyum	19,1	G	K
Vanadyum	6,1	G	K
Çinko	7,1	G	K

*G:Gerekli,**K:Kirletici

Her yönden zehirleyici özelliğe sahip olan ağır metaller günümüzde çevre kirliliğinin en önemli sebeplerinden biridir ve çeşitli kaynaklardan çevreye yayılmaktadır (Goyer, 1991; Karakoyun, 2014). Zehir etkisi en yüksek olan ağır metaller Cd, Pb ve Hg olduğu ifade edilmektedir (Çepel, 1997; Karakoyun, 2014).

Kentleşme ve Sanayileşmenin doğada oluşturduğu sorunların başında çevre kirliliği gelmektedir (Bayçu, 1997; Karakoyun, 2014). Son zamanlarda kimya fabrikalarının çok yaygın kullanılması, metal içeren mantar ilaçları ile ahşap koruyucuları, büyük sanayi kuruluşlarının oluşturduğu ve doğaya yaydığı gaz ve tozların toprak ve bitkileri kirlettiği belirtilmektedir (Peterson, 1993; Karakoyun, 2014). Bu kirlilikle oluşan ağır metal kirliliği topraklar üzerinde yaşayan bitkiler için büyük ölçekte tehlikedir. Bu sebeplerden ötürü bu tür ağır metal kirliliği görülen topraklar üzerinde farklı iyileştirme işlemleri yapılarak verimliliğin artırılması için yoğun bir şekilde çalışmalar yapılmaktadır (Gieger vd., 1993; Karakoyun, 2014).

Başlıca ağır metal kaynakları Tablo 1.2’de gösterildiği gibidir.

Tablo 1.2. Ağır Metal Kaynakları (Markert, 1993)

1-Metal ve maden sanayi	➤ Metallerin Eritilmesinden (Hg, Cd, As, Pb, Se, Sb) ➤ Metal İşletmeciliğinden (Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, As, Pb, Hg) ➤ Demir ve çelik Endüstrisinden (Cd, Ni, Cu, Cr, Zn)
2-Biyosferdeki Partikül ve Dumanlar	➤ Fosil Yakıtlardan(As, Zn, Cd, Cr, Mn, Cu, Ni, V, U, Pb, Tl) ➤ Şehir, Fabrika (Cu, Cd, Pb, Hg, Sn, V) ➤ Taşıtlardan(Cd, Pb)
3-Tarım	➤ Kimyasal ve HayvansalGübreler (U, Cu, Mn, As, Cd, Zn) ➤ Sulama (Cd, Zn, Pb) ➤ Kireçler (Pb, As) ➤ Metal Aşınması (Fe, Pb, Zn)
4-Atıklar	➤ Lağım (Cu, Cd, Cr, Mn, Hg, Mo, Ni, Zn, Pb, V) ➤ Küller (Cu, Pb) ➤ Kazma ve Delmeler (As, Cd, Fe, Pb)
5-Endüstri	➤ Tekstil (Zn, Al, Tl, Sn) ➤ Plastikler (Co, Hg, Cd, Cr) ➤ Ağaç İşletmeciliği(As, Cu, Cr) ➤ Rafineri (Pb, Ni, Cr) ➤ Ev aletleri üretimi(Sb, Ni, Zn, Cu, Cd,)

Ülkemizin gerek hızla sanayileşmesi ve gerekse her geçen gün artan trafik yoğunluğuna maruz kalınması diğer birçok kirleticisiyle beraber ağır metallerin de çevredeki miktarlarını arttırmaktadır. Bu durum özellikle aktif hareket etme yeteneği olmayan bitkilerde başta ürün kaybı olmak üzere birçok olumsuzluğa neden olmaktadır (Munzuroğlu ve Gür, 2000; Karakoyun, 2014).

Ağır metallerin çevreye yayılmasında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler demir çelik sanayi, çimento üretimi, cam üretimi, termik santraller, atık çamur yakma tesisleri

ve çöplerdir. Tablo 1.3'te temel endüstrilerden atılan metal türleri genel olarak gösterilmiştir.

Havaya karışan ağır metaller toprağa ve besin zinciri şeklinde bitkilere, hayvanlara dolayısıyla insanlara geçer (Kahvecioğlu vd., 2004).

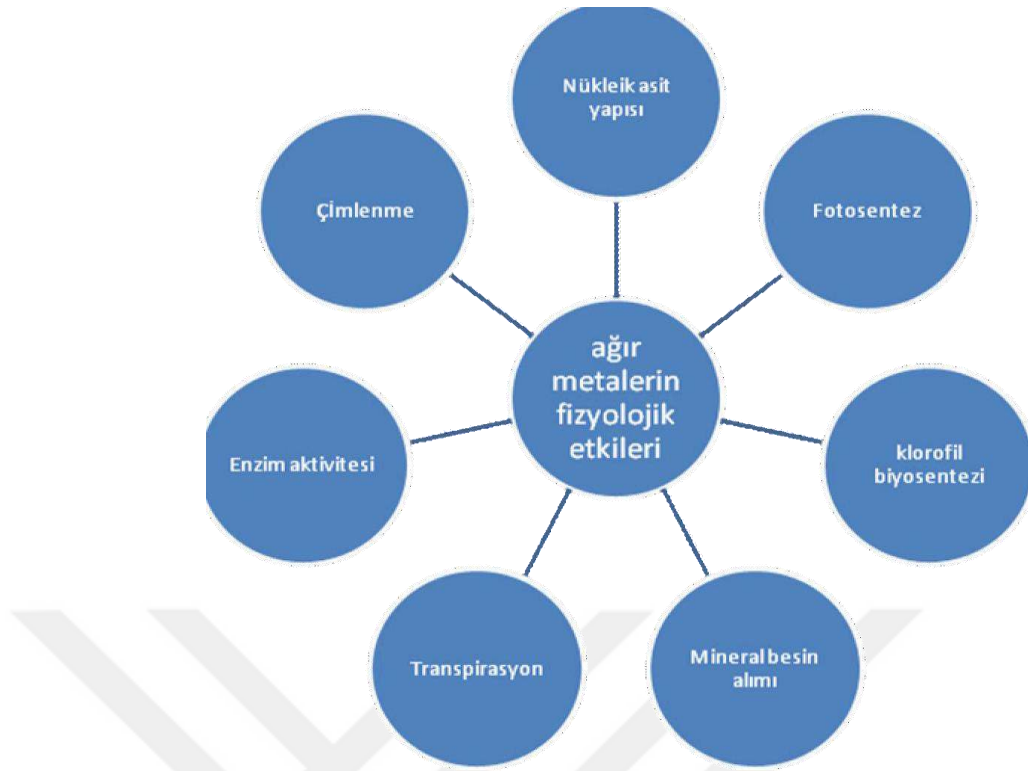
Tablo 1.3. Temel endüstrilerden atılan metal türleri (Rether, 2002).

Elementler	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kâğıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-Alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-Çelik Sanayi	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+	+	+

Havanın kirliliğinin en önemli etkeni ise, fosil kaynaklı yakıtların tüketilmesidir. Sıvı ve katı yakıtların içerdiği As, Se, Cd ve Pb gibi metaller araç egzozlarından havaya dağılmaktadır. Ayrıca metal filizlerinin endüstrisinde kavrulması ile ortama karışan baca gazları ve tozlar hava kirliliğine neden olan önemli etkenleri oluşturmaktadır (Mor, 2002; Karakoyun, 2014).

Besin elementlerini bitkiler toprak üstü organlarıyla ve kök hücreleri ile alırlar. Bitkilerin toprak üstü organları özellikle yaprakları elementleri absorbe edebilirler. Bitkilerin beslenmelerinde bu absorbe etmiş oldukları besin elementleri katkıda bulunur. Bitki elementlerinin alım mekanizması yaprak hücreleri ve kök hücrelerinde aynıdır. Bitkiler alemin de suda yaşayan türlerde ise besin elementlerini yaprakları aracılığı ile alırlar (Taiz ve Zeiger, 2010; Marschner, 2012; Turan, 2014).

Bitkilerde elementlerinin kökler tarafından alınmasında; tür, yaş, kök yapısının büyümesi, toprağın biyolojik, kimyasal ve fizyolojik özellikleri, topraktaki elementlerin miktarları ve cinsi, tarımsal yönden uygulanan usuller, hava koşulları gibi birçok etkenin rolü vardır (Kacar ve Katkat 2006; Karakoyun, 2014).



Şekil 1.1. Ağır metallerin bitkilerde eksikliğinde ve fazlalığında olumsuz olarak etkileyen fizyolojik mekanizmalar (Zengin ve Munzuroğlu, 2004; Karakoyun, 2014)

Büyük şehirlerin günümüzde karşı karşıya kalmış olduğu en önemli sorunlardan biri kentsel kirlenmedir (Wei ve Yang, 2010; Karakoyun, 2014). Ayrıca, kirleticilere sürekli maruz kalan kentlerde insanların sağlık ve yaşam kalitesi ciddi şekilde tehdit altına girmektedir. Çevre kirliliğinin izlenmesinde bitkiler önemli bir yere sahip organizmalardır (Aksoy vd., 2000; Swadis vd., 2011; Yavuzer ve Osma, 2018). Uzun yaşama niteliğine sahip ağaçlar özellikle kirliliğin indikatörü olarak bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Dmuchowski vd., 2013; Karakoyun, 2014).

Tek yıllık bitkilerin yaprakları gibi organlarında her yıl yenilendiği için ağır metal birikimlerinin konsantrasyonlarının süre ile bağlantısının incelenmesi açısından önem arz etmektedirler. İlkbaharda oluşan yapraklar sonbaharda dökülene kadar bitki üzerindeki faaliyetlerini devam ettirdikleri için ağır metallere maruz kalırlar ve ağır metalleri bünyelerinde biriktirirler (Çobanoğlu, 2019).

Bakır elementi bitkilerde karbonhidrat ve lipit metabolizmasında, enzim aktivasyonlarında yer alması sebebiyle önemli bir elementtir (Kacar ve Katkat, 2006;

Karakoyun, 2014). İnsan etkileri ile meydana gelen atmosferik depositler, pestisit kullanımı, kanalizasyon atıklarından meydana gelen gübrelerin kullanılması, maden ve kömür ocaklarının etkileri sonucunda bakır kirliliği meydana gelmektedir. Bakır elementinin 15-30 mg/kg'dan fazla olması durumunda bitkiler için toksik etki meydana getirirken bu oran toprak için 100 mg/kg'dan fazlası için geçerlidir. Ağır metallere olan bakır toksik etki yaratabilecek düzeyde bitkide birikmesi fotosentez, protein sentezi, iyon alımı, solunum ve hücre membran stabilitesi gibi birçok fizyolojik olayların bozulmasına sebebiyet vermektedir (Sossé vd., 2004; Asri ve Sönmez, 2006).

Kurşun elementi tarımsal ve endüstriyel alanlarda sıkça kullanılması sebebiyle çereye yayılımı daha fazla olan bir elementtir. Otomobil endüstrisi ve batarya olarak kullanılmasının yanında pestisitlerin kullanılmasıyla da toprağa geçebilmektedir. Konsantrasyonu 150 mg/kg'dan fazla kurşun bulunduran topraklar insan ve bitki için toksik etki gösterebilir. Bu oranın 300 mg/kg'dan fazla olduğu durumlarda ise insan sağlığı açısından tehlike oluşturur (Dürüst vd., 2004; Karakoyun, 2014). Kurşun elementi bitki su rejimini etkilemektedir ve bitki köklerinde birikimi daha fazladır. Bitki köklerinde tutulması sebebiyle kök gelişimini olumsuz olarak etkiler, bununla birlikte kation ve anyon alımını azaltmasından ötürü besin alımını etkilemektedir (Sharma ve Dubey, 2005; Karakoyun, 2014). Kurşun elementi atmosfere metal veya bileşik olarak yayılır ve her durumda toksik etkisi yüksektir. (Saygıdeğer, 1995; Karademir ve Toker, 1995).

Çinko elementi endüstride metal kaplama ve alaşımlarda kullanılmasıyla birlikte mürekkep, kozmetik, boya, muşamba, lastik ve maden sanayi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Bitkiler de çinko elementi protein sentezi, karbohidrat üretimi, membran stabilitesi, enzim aktivitesi ve solunumda direkt aktivitesi olduğundan önemlidir (Vaillant vd., 2005; Karakoyun, 2014). Çinko toksisitesinde hücre büyüme hızı düşer, kök ve sürgün büyümesi azalır, kökler inceler, yapraklar kıvrılır ve kloroz görülür, bitkilerin kök ve sürgün büyümesi azalır, kökler inceler, hücre organelleri parçalanır, klorofil sentezi düşmektedir (Rout ve Das, 2003; Karakoyun, 2014).

Bitkiler için mutlak gerekli elementlerden olan nikelin tarım topraklarındaki konsantrasyonu genel olarak çok azdır (Kacar ve Katkat, 2006; Karakoyun, 2014). Nikel in gereğinden fazla bulunması bitkide yağ metabolizması ve klorofil sentezi

üzerine olumsuz etki oluşturur, diğer besin elementlerinin kökler tarafından alınmasına engel olarak besin elementlerinin eksikliğine sebebiyet vermektedir (Zengin ve Munzuroğlu, 2005).

İnsan, hayvan ve bitkiler için toksik bir element olan kadmiyum bitkilerde karbonhidrat ve azot metabolizmasını değiştirdiğinden fizyolojik değişikliklere sebep olmaktadır. Kadmiyum yoğunluğu altında bitkilerin su ve iyon alım oranını düşmekte ve kök büyümesi ve gelişmesi frenlemektedir. Fotosentezi engellemekte, proteinlerin enzimlerini in aktive etmekte, stomaların kapanmasına, transpirasyon ile su kaybının düşmesine ve klorofil biyosentezinin bozulmasına sebebiyet vermektedir (Sheoran vd., 1990; Karakoyun, 2014).

Doğal olarak toprakta bulunan krom elementi ana materyale göre değişmekle birlikte toprakta bulunma oranı 5-100 mg/kg aralığındadır. Bitki kuru kısmında ise bulunma oranı 100 mg/kg oranında bulunması birçok bitki için toksiktir (Özbek vd., 1995; Karakoyun, 2014). Kromun toksik seviyeye ulaşması bitkilerde çimlenme üzereine etkisi vardır (Jain vd., 2000, Karakoyun, 2014). Krom toksitisinin esi kök gelişiminde de olumsuz etki de bulunur. Bu durumda da doğal olarak besin ve su alımının düşmesiyle birlikte büyüme gelişimide düşer (Khan vd., 2000; Karakoyun, 2014).

Bitkilerde bulunması gereken demir oranı hem bitki hem de insan ve hayvanlara besin kaynağı olduğundan dolayı önem arz etmektedir. Bitkiler için demir klorofil sentezi ve enzim aktivitesi için önemlidir. Bitkilerin yeni büyümekte olan genç kısımları için esas teşkil eder. Noksanlığında genelde yaprakların damarlar arası klorozla başlayan belirtiler gösterir. Demirin bitkideki toksisite belirtisi ise ölü (nekrotik) bölgelerin görülmesidir (Yıldız, 2008; Karakoyun, 2014).

İstanbul dünyanın en kalabalık ve en büyük kentlerinden biridir. Bu çalışma ile İstanbul'un Tuzla, Pendik, Kadıköy, Fatih, Beşiktaş ve Sarıyer ilçelerinin sahil kesimlerinin ağır metal kirlilik boyutlarının tespit edilmesi, *Platanus orientalis* L. 'nin, ağır metal kirlenmesinin izlenmesinde kullanılabilecek bir biyomonitör bitki olup olmadığının yapılan diğer çalışmalarla kıyaslanarak belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.2. *P. orientalis* L. genel görünümü

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Şehirleşme hızının her geçen gün yükselmesi, sanayi alanlarının artması, doğal kaynakların tükenme derecesinde azalması, trafik yoğunluğu ve bununla beraber çeşitli ağır metallerin tesir ile doğal düzenin bozulması, su, hava ve toprakların kirlenmesi; araştırmacıları çevre kirliliği hususunda çeşitli araştırmalara yönelmesine neden olmuştur.

Bu kısımda, araştırmacıların çevre kirliliği üzerinde özellikle ağır metal kirliliğine yönelik daha önce yapılmış çalışmalarına dair kısa bilgiler verilmiştir.

Bayçu (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, *Picea abies*'de uygulanan kadmiyum miktarındaki artışa ilişik olarak iğne yapraklarda gelişim hızının azaldığı, yüksek birikim oranında ise tamamen durduğu, gövde ve kök boyları ile köklerin taze ve kuru ağırlıklarının düştüğü, yan kök oluşumu ve uzamasının ise 50 mg kadmiyum konsantrasyonundan sonra azaldığı gözlemlenmiştir.

Şanda (1993), Konya-Afyon çevre yolu üzerinde ve Konya ili şehir merkezinde geniş yetişme alanına sahip iki step bitkisinde kurşun (Pb) oranını araştırmıştır. Şehir merkezinde *Cedrus libani* A. Richard, *Fraxinus excelsior* L., *Platanus orientalis* L., *Aesculus hippocastanum* L. ve *Thuia orientalis* L. ağaçlarının kabuk, dal, meyve yapraklarında Pb konsantrasyonu araştırılmıştır. Ayrıca Konya-Afyon çevre yolu üzerinde de *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.) ve Devs. *Centaurea virgata* Lam "da yoldan uzaklığa bağlı olarak Pb konsantrasyonu belirlemiştir. Netice olarak, Pb birikim oranı yönünden, trafik yoğunluğu değerleri bilinen iki istasyonda ve çevre yolunda, yola yakınlık mesafesi kıyası ile artış olduğu bildirilmiştir.

Munzuroğlu ve Gür (2000), elma bitkisinde ağır metallerin, polen çimlenmesi ve polen tüpü gelişiminde etkisi üzerinde, yaptıkları çalışmada bazı ağır metallerin bitkide polen çimlenmesini yavaşlattığı ve polen tüpü oluşumuna önemli oranda azalmaya neden olduğunu gözlemlemişlerdir.

Caselles vd. (2002) İspanya'da başkent Madrid merkezinde parklarda, Petunya yaprakları ve yetiştiği toprakta içerdiği iz elementler (Pb, Ni, Fe, Mn, Cu, Zn, Al) üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmada, Pb, Ni, Fe ve Al elementlerinin toprak

ve bitkice absorbe edildiğini gözlemlemişlerdir. Yoğun trafik alanlarında Pb oranının yüksek olduğunu sonucunu belirtmişlerdir.

Özel vd. (2015), Karabük ve Bartın otoyolu arasında 21 bir kontrol ve 20 lokalite de *P. orientalis* L. örneklerinde ağır metal birikimi üzerine yapılan çalışmada Pb ($55,64 \pm 4,4 - 96,84 \pm 3,5$ µg/g dw), Zn ($42,16 \pm 2,7 - 75,63 \pm 3,3$ µg/g dw), Ni ($15,48 \pm 2,6 - 42,29 \pm 3,3$ µg/g dw), Cu ($10,42 \pm 2,2 - 23,72 \pm 3,4$ µg/g dw), Cr ($4,32 \pm 1,4 - 13,75 \pm 2,4$ µg/g dw), Cd ($0,21 \pm 0,02 - 0,94 \pm 0,88$ µg/g dw) en düşük ve en yüksek konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir.

Khosropour vd. (2017), İran'ın urban ve kent dışı ormanlık alanda yapılan çalışmada *P. orientalis* L yetiştikleri toprakta ve yapraklarında Cu, Ni, Pb, Zn, Cr, Cd, konsantrasyonları belirlenmiştir. Bitki yapraklarında Pb (13 µg/g dw), Zn (72,2 µg/g dw), Ni (8,1 µg/g dw), Cu (9,1 µg/g dw), Cr (5,3 µg/g dw), Cd (0,76 µg/g dw), olarak metal konsantrasyonlarını belirtmişlerdir.

Yetimoğlu vd. (2004), yılında İstanbul'daki çalışmasında E-5 karayolunda Levent-Pendik arasından alınan 56 örnekte trafik nedeniyle kirlilik ölçmeye çalışılmıştır. Grafit fırın AAS kullanılarak yapılan analizler neticesinde toprak ve yol tozu örneklerinde Mn, Cd, Pb, Zn, Cu ve Ni birikim oranı Çevre ve Orman Bakanlığının 2003 yılı verilerine kıyasında yüksek oranlarda bulunmuştur.

Çiçek vd. (2004) Kütahya Tavşanlı Tunçbilek Termal Santralinin 10 km' lik ekim alanından toplanan bitki ve toprak örneklerinde, Çevreye yayılan gazlardan bitkilerin etkilendiği, ağır metallerin de toprakta yoğun olarak biriktiği belirtilmiştir.

Çelik vd. (2005) tarafından, Denizli ili merkezindeki yollarda, çevre yollarından ve endüstri alanlarından topladıkları akasya ağaçlarının yetiştği toprak ve yapraklarında ağır metal birikimi (Pb, Fe, Zn, Mn, Cu, Cd) üzerinde çalışmışlardır. Ölçümler sonucunda şehir içi trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde ve sanayi alanında Pb ve Cu oranlarının yüksek miktarlarda olduğunu tespit etmişlerdir.

Keleş (2007), Konya şehir ili merkezi ve çevre yollarında bulunan çam ağaçları ve yetiştikleri toprak üzerinde ağır metal (Pb, Zn, Cu, Co, Ni) birikimi üzerine bir araştırma yapmıştır. Sonuç olarak ağır metal birikiminin özellikle yoğun trafik

alanlarında yoğunlaştığı kavşak noktalarında ve trafik lambalarının bulunduğu kısımlarda bu aranın daha da yükseldiğini gözlemlemiştir. Bununla birlikte ağır metallerin bitki bünyelerinde biriktiğini de belirtmiştir.

Çavuşoğlu vd. (2008), Kırıkkale ilinin farklı alanlarında yol kenarlarından toplanan *Pinus nigra* (Arnold) subsp. *nigra* var. *caramanica* (loudon) taksonunda kurşun (Pb) kirliliğinin oranının araştırıldığı bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmanın neticesinde *P. nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* yapraklarında Pb oranının trafik yoğunluğun arttığı yerlerde artış gösterdiğini bulmuşlardır.

Bayar (2009), Erzurum ili merkezindeki bazı yol kavşaklarında sarıçam ve yetiştiği toprakta ağır metal salınımının etkilerine yönelik yaptığı çalışmada, ağır metal yoğunluğunun toksik seviyelerde bulunduğunu tespit etmiştir.

Kınalıoğlu vd. (2009), Giresun ilinde, *Usnea longissima acharius*’ da araçların neden olduğu kurşun (Pb) kirliliğini üzerinde yaptıkları çalışmada; liken numuneleri değişik trafik yoğunluğu bulunan alanlara yerleştirmişler ve 45. günün ardından, toplanan numunelerde Pb kirliliğinin trafik fazlalığı olduğu alanlara göre arttığını gözlemlemişlerdir.

Haktanır vd. (2010), Muğla-Yatağan Termik Santrali emisyonlarının santral civarındaki orman ve tarım topraklarında ağır metal oranının tesirini araştırmışlardır. Çalışmada santrale 721 m ile 15 km uzaklıkta değişik yönlerde ve hakim rüzgar yönünde değişen uzaklıklarda 41 adet bitki örneği ve 27 adet toprak alınmıştır. Toprak numunelerinde toplam ve alınabilir Cd, Ni, Fe, Cu, Mn, Zn, S ile bazı toprak özellikleri belirlenmiştir. Ağır metal ve S oranları bakımından santrale olan mesafe ile alakalı olmadığı, hâkim rüzgâr doğrultu olarak daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Ağır metallerin bitkilerdeki konsantrasyonları bakımından yüksek olduğu belirlenmiştir. Ağır metal ve S oranı için biyolojik izleme bitkisi olarak karayosununun değerlendirilmiş ve son derece yüksek olduğu belirtilmiştir.

Batı Anadolu’da bir bölgede yapılan ve Türkiye’nin yaklaşık 1/8’lik alanında Doğan vd. (2010) çalışmada; endüstriyel, kırsal, yol ve banliyö kenarı olmak üzere 30 farklı örnekleme istasyonundan alınan *P. brutia* yapraklarında kurşun, kadmiyum, demir,

krom, nikel ve bakır elementlerinin AAS ile analizi sonucunda en yüksek birikme oranının endüstriyel alanlarda görüldüğü bildirilmiştir.

Çilali (2012), Amasya-Tokat karayolunda doğal olarak yetişen kuşburnu bitkilerinin yolun 15 ile 21'nci km'leri aralığında alınan numunelerde ağır metal oranı üzerinde yapılan bir çalışma yürütmüş ve çalışma sonucunda kuşburnu bitkisinin ortam kirlenmesine bağlı bir etkilenmeye maruz kalmadığı neticesine varılmıştır.

Kim vd. (2003), Güney Kore'nin Seul şehrinde 8 farklı alandan almış oldukları toprak numuneleri içerisindeki ağır metal konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Sonuç olarak; Cd ve Cu'nun şehir merkezlerindeki toprakta, Pb'nin ise benzin istasyonu civarındaki topraklarda diğer bölgelere göre yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Adiloğlu (2013), yaptığı çalışmada Tekirdağ'da otoban kenarlarındaki tarım bölgelerinde kobalt, kurşun, krom, nikel ve kadmiyum birikme oranını araştırmıştır. Araştırma neticesine göre toprakların kobalt, krom, kurşun, nikel ve kadmiyum içerikleri sıra ile 0,008-0,587 mg/kg; 0,045-0,390 mg/kg; 1,346-6,546 mg/kg; 1,623-7,410 mg/kg ve 0,012-0,048 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Bulunan oranlar kirlilik sınır değerleri ile kıyaslandığında araştırma bölgelerinde kurşun ve kobalt kirliliği belirlenmiştir. Topraklar için ise diğer ağır metal içerikleri bakımından herhangi bir kirlilik tespit edilememiştir.

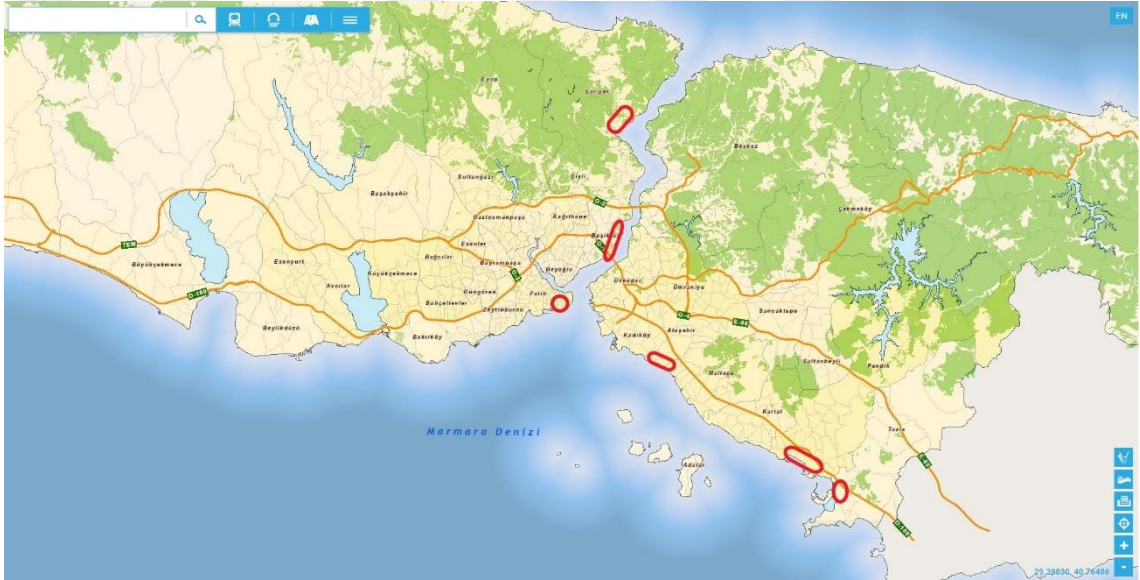
Liang vd. (2017), Çin'de 7 ağaç türünde ağır metal birikimi üzerine yapılan çalışmada yıkanmış yapraklarında Zn, Cu, Cd, Pb, ağır metallerinin konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Bu ağaç türlerinden biri olan *P. acerifolia* yıkanmış yapraklarda Cd ($0,037 \pm 0,018$ µg/g dw), Zn ($20,2 \pm 5,10$ µg/g dw), Pb ($0,85 \pm 0,48$ µg/g dw), Cu ($6,37 \pm 4,27$ µg/g dw) belirtmişlerdir.

Karakoyun (2014), Erizncan'da Sarı Çamlar (*Pinus silvestris* L.) da hava kirliliğine bağlı olarak ağır metal birikimini üzerine çalışma yapmışlardır. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesinde şehir merkezi ve kontrol bölgesinden alınan topraklar ve bitkilere ait kısımlarda anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, İstanbul'un Tuzla, Pendik, Kadıköy, Fatih, Sarıyer ve Beşiktaş ilçelerinin sahil kesimlerinden 6 farklı lokaliteden (Şekil 3.1.) *Platanus orientalis* L. yaprak ve kabukları ile toprak kullanılmıştır. Çalışmada *Platanus orientalis* L. seçmemizin nedeni; İstanbul'un sahil kesimlerinde sıklıkla yetişmesidir. Alınan numuneler Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Laboratuvarında gerekli işlemlerden geçirilerek ("Metot" başlığı altında açıklanmıştır) analiz için hazır hale getirmiştir.



Şekil 3.1. Numune alınan bölgeler. (Anonim, 2020b)

3.1.1. Numune alınan bölgenin coğrafik konumu

İstanbul şehri üç tarafını Marmara Denizi sardığı, Boğaziçi ve Haliç'in bulunduğu bir yarım ada üzerinde yer almaktadır.

İstanbul, 28° 01' ve 29° 55' doğu boylamları ile 41° 33' ve 40° 28' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İstanbul Boğazı Avrupa ve Asya kıtalarını iki ye ayırırken, Karadeniz'i, Marmara Denizi'yle birleştirir. Şehir kuzeyde Karadeniz, doğuda Kocaeli Sıradağları'nın yüksek tepeleri, güneyde Marmara Denizi ve batıda ise Ergene Havzası'nın su ayırım çizgisi sınırlamaktadır. Ana yolların denize ulaşması, kavşak

noktasında yer alması, ideal iklim, zengin ve cömert tabiat, stratejik öneme sahip Boğaziçi'nin kontrolü gibi özellikler ve coğrafi yeriyle dünyanın merkezinde bulunması İstanbul'un kismetidir (Anonim, 2020c).

TUİK verilerine göre 2018 yılı itibarıyla 15,07 milyon nüfusa sahip İstanbul'un deniz seviyesinden yüksekliği 120 metredir.



Şekil 3.2. Pendik ilçesinde *P. orientalis* L. örneği görünümü

3.1.2. Numune alınan bölgenin iklim ve bitki örtüsü özellikleri

İstanbul'u bulunduğu alan itibarı ile belirgin bir iklim şeklinin olduğu söylemez. Fiziki coğrafya özellikleri ve konumu sebebiyle aynı enlemde bulunan diğer yerlerden daha farklı iklim özellikleri taşıdığı söylenebilir (Anonim, 2020d).

Yeryüzünde ekvator'dan başlayıp sırasıyla ikişer kez yinelenen yüksek ve alçak basınç kuşakları içinde, İstanbul (29 derece doğu boylama, 41 derece kuzey enlemi konumu ile), subtropikal yüksek basınç kuşağı ile soğuk - ılık bölgenin alçak basınçlarının ya da karasal (nemsiz) alize rüzgarları ile denizse (nemli ve yağışlı) batı rüzgarlarının sınırladığı alandır. Yerkürenin hareketleri sebebiyle yaz ve kış mevsimlerinde farklı iklim koşulları oluşmaktadır (Anonim, 2020e).

İstanbul ilimizde yıl süresince üç hava türü ağırlıklıdır. Bunlar kuzeyden ve güneyden giren hava tipleri ile sakin hava türüdür. Doğu ve batı yönlü rüzgarlara bağlı olarak hava tipleri ise önem arz etmez. Üç hava tipi arasında, en çok görülen, kuzey rüzgarlarının hakim olduğu sırada görülen hava şeklidir. Mevsimlere göre dört dönem vardır; Sıcak ve soğuk devrelerle biri kısa diğeri uzun süren geçiş devreleri (Anonim, 2020f).

İstanbul şehrinde doğal bitki örtüsü, maki, orman, psödomaki ile kıyı bitkilerinden meydana gelmekte; Çatalca ve Kocaeli Yarımadası'nda iklim koşullarına uyan bitkiler kuzeyde "nemli" güneyde "kuru" türlerini oluşturmaktadır (Anonim, 2020g).

Nemi ormanı oluşturan ağaç türleri, daha sıklıkla 1. Boğazi'nin kuzey-doğusu, Alemdağ'ın kuzeyi ve Polonezköy çevresinde görülen kayın, kestane, saplı meşe ve gürgendir. Riva Deresi ve Ağva'daki Gökdere arasındaki bölgede batıda saplı meşe, doğuda Macar meşesi sıklıkla görülen türlerdir (Anonim, 2020h)

Bitki örtüsünün oluşması tabiki sadece iklimle değil toprakla da alakası oldukça fazladır. Kayın bitkilerinin bulunduğu topraklar tamamen kireçsiz kahverengi topraklardır. Kestane ve meşe türlerinin iseyetiştigi topraklar kahverengi orman topraklarıdır (Anonim, 2020ı).

3.1.3. Numune *P. orientalis* L. bitkisinin özellikleri

P. orientalis L. yaşayabilen ulu ağaçlardandır. Tomurcukları yaprak sapının dip kısmında saklı halde olup külâh gibi örtülüdür. Ancak kışın yaprağını döktükten sonra belirir ve görülür. Gövde kabuğu küçük pullar halinde çatlar ve dökülür. Doğu Çınarının coğrafi yayılışı Güney Doğu Avrupa'dan başlar; Batı Asya'da Himalaya'lara kadar ulaşır. Kurulu ormanları yoktur ancak ülkemizde genellikle tüm ormanlarda, dere kenarlarında doğal olarak bulunur (Anonim, 2020i).

P. orientalis, 20-30 m'ye kadar yüksekliğe erişebilmektedir. 5-6 m gövde çapında genişliğe sahip bir ağaç türüdür (Davis, 1965).



Şekil 3.3. *P. orientalis* L. yaprak örneği görünümü

3.2. Yöntem

İstanbul'da geniş yayılım gösteren *P. orientalis* L.'ye ait yaprak, kabuk ile yetiştikleri topraklardan Sarıyer, Pendik, Tuzla, Fatih, Beşiktaş ilçelerinin sahil kısımlarından yeterli miktarda örnekler alınmıştır. Örnekler, 2018 yılının Eylül ayında belirlenen lokalitelerden toplanmıştır. Yıl boyunca yapraklarda biriken kirlenmeyi gözlemleyebilmek için Eylül ayı tercih edilmiştir. Toplanan örneklerin teşhisi yapılmıştır. Örneklenmesi yapılan ağaçların morfolojik özelliklerine ve yaşlarına dikkat edilmiştir. Her bölgeden belirli aralıklarla minimum 5 ağaçtan örnekleme yapılmıştır. Yapraklar, aynı seviyelerdeki dalların benzer sürgünlerinden toplanırken; ağaç

kabukları toplanırken bitkilere zarar vermemeye dikkat edilerek yeterli miktarlarda alınmıştır. Topraktaki ağır metal örneklerini inceleyebilmek için yaprak ve kabuk örnekleri toplanan ağaçların diplerinden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri yüzey döküntüleri temizlendikten sonra çapayla 10 cm derinlik açılarak yaklaşık 500g olacak şekilde alınmıştır. Toplanan yaprak, kabuk ve toprak örnekleri lokalitelerinin isimleri yazılarak ayrı ayrı poşetlenmiştir.



Şekil 3.4. Kabuk, yaprak ve toprak toplanan *P. orientalis* L. örneği

Toplanan yaprak örnekleri ikiye bölünmüş bir kısmı saf suyla yıkanmış diğer kısmı ise yıkanmadan işleme alınmışlardır. Laboratuvar ortamına alınan örnekler etüvde 24 saat boyunca 80 °C’de kurutulduktan sonra porselen havanlarda ezilip toz haline getirilerek gözenek çapı 1,5 mm olan elekten geçirilerek istenmeyen maddelerden uzaklaştırılmıştır. Kullanılan havanlar kontaminasyonu önlemek için her örnekten sonra etil alkol ile temizlenmiştir (Osma vd., 2014; Yavuzer ve Osma, 2018). Kuru hava ile kurutulan toprak örnekleri de gözenek çapı 1,5 mm olan elekten geçirildikten sonra saklanmıştır. Kurutulan toprak ve bitki örnekleri 0,5g tartıldıktan sonra mikrodalga kaplarına yerleştirilmiştir. Bitki numuneleri üzerine 2 mL H₂O₂ % 30,6 mL HNO₃ %

65, eklenirken, bitkinin yetiştiği topraktan alınan örnek üzerine 9 mL HCl % 37, 3 mL HNO₃ % 65 eklenmiştir. 10 dk boyunca manyetik karıştırıcıda homojen olarak karıştırılmıştır. Elde edilen örnekler mikrodalga içerisinde 15 dk 45 bar basınç ve 200⁰C’de asit ortamında yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işlemi tamamlanan numuneler balon jojeye alınarak üzerlerine saf su eklenerek 50 mL tamamlanmış ve daha sonra teflon filtre kullanılarak 10 mL çekilmiştir. Örneklerdeki ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmek için son olarak falkon tüplere alınarak ICP-MS cihazı kullanılarak metal konsantrasyonlarına bakılmıştır (Osma vd., 2014; Yavuzer ve Osma, 2018). Çalışmada her element için CPI International Peak Performance certified referans materyal standardı ile Cd (0,7), Cu (2), Cr (2,5), Fe (1,05), Mn (0,5), Pb (17), Ni (4,1), Zn (1,6) LOD değerleri ve Pb (25), diğer metaller için 10 LOQ değerleri kullanılmıştır.

3.2.1. ICP-MS cihazı

Sıvı ve Katı maddelerde elementlerin hassas hızlı ayrıca doğru bir şekilde ölçülmesini sağlayan analiz tekniği olarak ICP-MS kullanılmaktadır. Bu teknoloji ile birlikte sıvı veya katı numunelerde 76 element aynı zamanda düşük derişimlerde, hızlı hassas (nanogram-pikogram/l) olarak analiz yapılabilmektedir. 35 civarında elementin analizi ICP-MS kullanılarak üç dakika gibi bir zamanda yapılabilmektedir (Anonim, 2020k).

Çalışma prensibi olarak, endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi, numunelere yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya, genellikle argon, gönderilerek molekülerin bağlarının kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir analitik tekniktir. Genel olarak örnekler bir solüsyon halinde nebulizöre örnek giriş sistemi vasıtasıyla ve spreyci odacığına konulur. Yüksek argon akışı burada yüksek hızlı argon akışı sebebiyle örnek solüsyonu sisleştirilir. Argon plazmasına yalnızca çok küçük damlacıklar ulaştırılır, diğerleri ise atığa gider. Plazma örneği 6000 K sıcaklıklarda iyonize edilir ve buharlaştırılır. İyon akışı sampler ve skimmer(süzücü) konlar aracılığıyla yüksek vakumlu bir ortama gider. Bu iyon akımı kütle filtresine yönlendirilmesi iyon lensleri aracılığıyla olur. İyonlar dedektör tarafından ölçülebilmesi için spektrometrede kütle yük miktarına göre ayrılırlar (Anonim, 2020l)

CP-MS tekniği ile analizde önemli kıstaslardan biri örnek hazırlama evresidir. Çalışılacak çözelti ICP-MS analiz tekniği uygulanacaksa, katı numuneler analize alınmadan önce çözelti şekline getirilmelidir. Katı örneğin türüne (çevresel, jeolojik, biyolojik vb.) ve elementlere göre farklı örnek hazırlama yöntemleri uygulanmaktadır.

Katı numunelerin çözelti şekline getirilmesinde mikrodalga sisteminde yüksek basınca dayanabilen teflon kaplar kullanılır. Eritiş yapılmasında asitlerden(yüksek saflıktaki) (HCl, HNO₃, HClO₄ HF, vb.) hazırlanmış asit karışımları kullanılır. Çalışmaya göre hazırlanan asit kokteylleri değişmektedir.

Analiz edilecek sıvı örneklerde ise bazı maddelerin cihaza zarar vermemesi için belirli sınır seviyesinin aşağısında olması gerekebilir. Sıvı numunelerde çözünmüş katı madde toplam oranı (TDS) % 0,1 in, organik madde dahili %2' nin aşağısında olması gerekir. Örneklerdea askıda katı partiküller olmamalıdır. Analiz tabi tutulacak numunelerin bir bölümü mutlaka filtreden geçirilmelidir (0,45 mikronluk) (Anonim, 2020m).



Şekil 3.5. ICP-MS cihazı (Anonim, 2020n)

3.2.2. İstatistiksel analizler

Yapılan bu çalışmada elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. $p \leq 0.05$ değeri ortalamaların istatistiksel hesaplanmasında ve karşılaştırılmasında anlamlı olarak dikkate alınmıştır. İstatistik programı olarak SPSS 22 paket kullanılmış, güven aralığı %95'lik olan ANOVA testi ve lokaliteler arasındaki farklılığın tespit edilmesi için çoklu

karşılaştırmalarda bitkiye ait kısımlar ve toprak örneklerinin toplandığından dolayı Dunnet testi kullanılmıştır (Yavuzer ve Osma, 2018)



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu kısımda, yapılan çalışma neticesinde elde edilen veriler, Microsoft Office Exel programı ve SPSS istatistik paket programı kullanılarak ANOVA testi ve istatistiksel karşılaştırmaları yapılarak ağır metal için ayrı ayrı olarak tartışılmıştır.

4.1. Çinko (Zn)

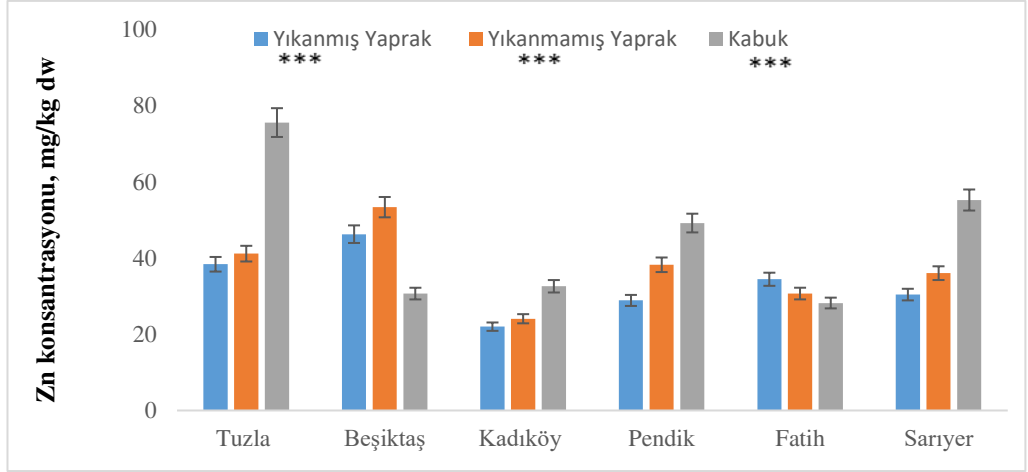
İstanbul'un sahil kesimlerinden 6 farklı lokaliteden *P. orientalis* kabuk, yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yaprak örnekleri ile yetiştikleri topraklardan alınan örneklerde Zn konsantrasyonu tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde yapraklardaki çinko konsantrasyonu, yıkanmış ve yıkanmamış yapraklarda farklılık göstermektedir. Özellikle Beşiktaş bölgesinden toplanan bitki yapraklarındaki çinko konsantrasyonu daha yüksek değerlerde olduğu gözlenmiştir.

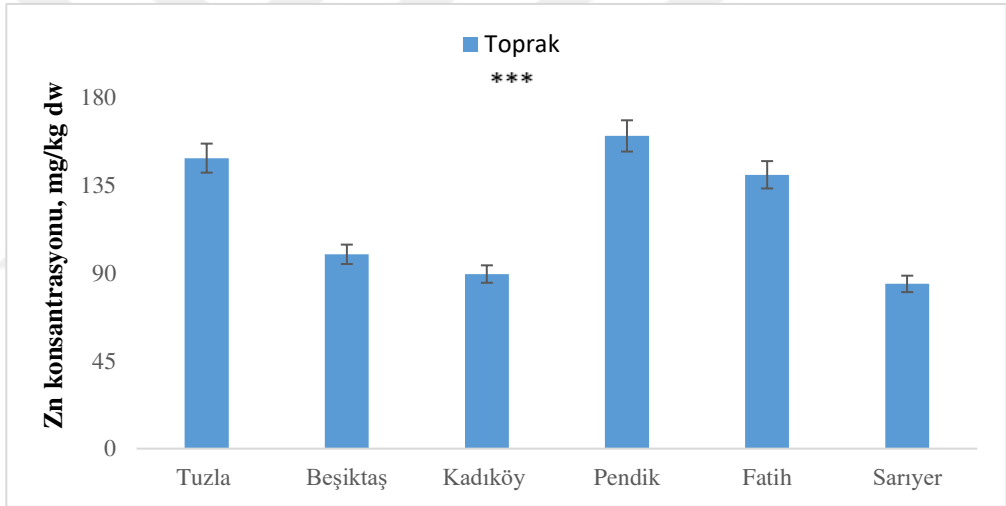
Tablo 4.1. Farklı lokalitelerden toplanan *P. orientalis* L. ve yetiştiği topraktaki çinko konsantrasyonları (mg/kg dw)

Lokaliteler	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Kabuk	Toprak
Tuzla	38,39	41,18	75,59	148,93
Beşiktaş	46,29	53,39	30,69	99,62
Kadıköy	22,00	24,08	32,61	89,50
Pendik	28,89	38,25	49,21	160,33
Fatih	34,45	30,70	28,22	140,40
Sarıyer	30,43	36,05	55,26	84,46

Kabukta ise durum biraz daha farklıdır. Tuzla ve Sarıyer bölgelerinden aldığımız örneklerde çinko konsantrasyonu diğer bölgelere kıyasla daha yüksek oranda miktardadır. Diğer bölgelerdeki bitki kabuğundaki çinko konsantrasyonu ise yaklaşık olarak birbirlerine yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki çinko konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)



Şekil 4.2. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yetiştiği topraktaki çinko konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)

Toplanan toprak örneklerinde ise Tuzla Pendik ve Fatih bölgelerinden alınan bitki örneklerinin yetiştiği toprak çinko konsantrasyonu diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Bitki kısımlarından ve bitkinin yetiştiği toprakta yapılan değerlendirmelerde çinko konsantrasyonun farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin Fatih ve Pendik bölgelerinde bitki kısımlarına göre yetiştikleri topraktaki çinko konsantrasyonu daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tuzla bölgesinde ise hem bitki örneklerinde hem de yetiştikleri toprakta ki çinko konsantrasyonu daha yüksektir.

4.2. Nikel (Ni)

İstanbul'un sahil kesimlerinden 6 farklı lokaliteden *Platanus orientalis* L. kabuk, yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yaprak örnekleri ve yetiştikleri topraklardan toplanan örneklerde Ni konsantrasyonu ölçülmüştür.

Tablo 4.2. Farklı lokalitelerden toplanan *Platanus orientalis* L. ve yetiştiği topraktaki Nikel konsantrasyonları (mg/kg dw)

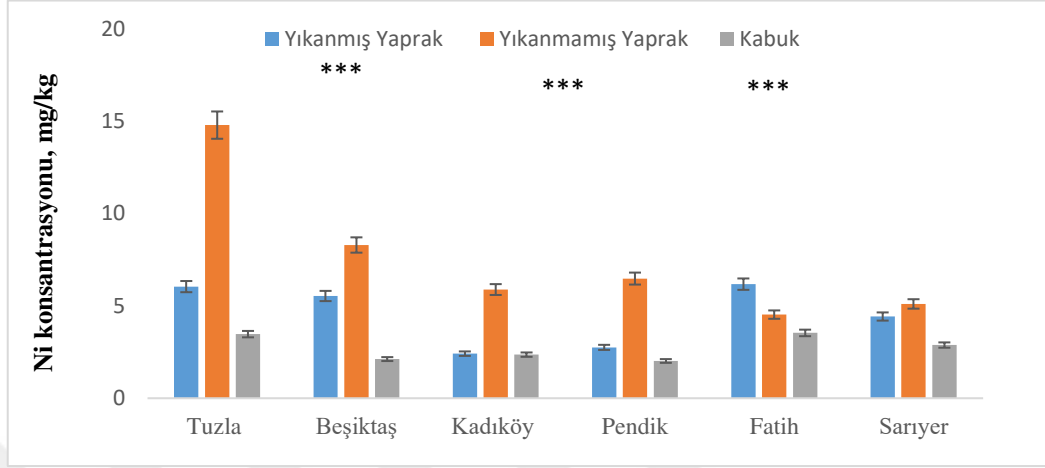
Lokaliteler	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Kabuk	Toprak
Tuzla	6,04	14,78	3,47	34,61
Beşiktaş	5,54	8,30	2,12	29,81
Kadıköy	2,41	5,88	2,36	36,10
Pendik	2,75	6,48	2,02	64,48
Fatih	6,18	4,53	3,54	32,73
Sarıyer	4,42	5,11	2,88	27,46

Ölçümler sonucunda bitki kabuğunda Ni konsantrasyonu, yaprağa göre daha az olduğu görülmüştür. Tablo 2.1.'e bakıldığında kabuktaki Ni konsantrasyonu birikimi birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

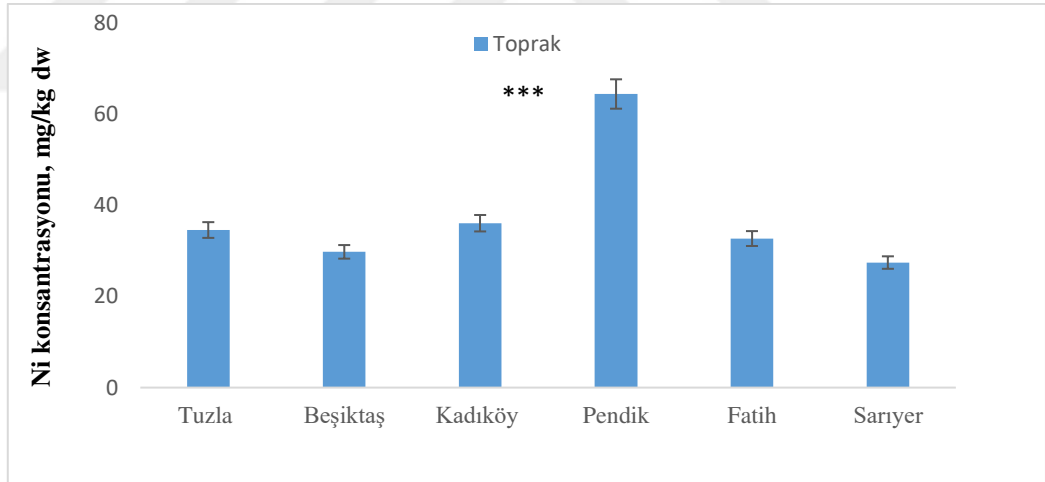
Lokalitelerden alınan toprak örneklerindeki Ni konsantrasyonu Pendik bölgesi dışında bir birlerine yakın değerlerde olduğu, Pendik bölgesinde ise yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bitkilerin yapraklarından alınan örneklerdeki Ni birikimi yıkanmamış ve yıkanmış yapraklarda farklı olduğu görülmektedir. Yıkanmamış yapraklardaki Ni konsantrasyonu, yıkanmış yapraklardaki Ni konsantrasyonundan fazladır. Özellikle Tuzla sahil bölgesinden alınan yaprak örneklerinde Ni birikiminin oldukça fazla olduğu görülmektedir. İstatiksel olarak bakıldığında Tuzla bölgesi bitki numunelerinin ağır metal birikimi daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ni konsantrasyonu toprakta bitkilere oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Bitki kısımlarında ve toprakta yapılan istatistiksel değerlendirmede, hem bitki kısımlarında hem de toprakta lokaliteler arasında farklılıkların olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki ile yetiştiği topraktaki Nikel konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)



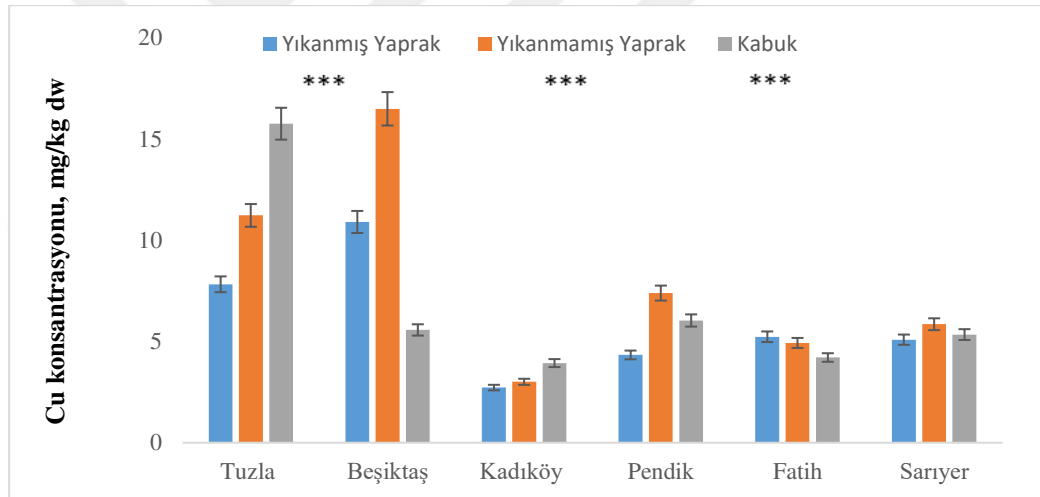
Şekil 4.4. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yetiştiği topraktaki nikel konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)

4.3. Bakır (Cu)

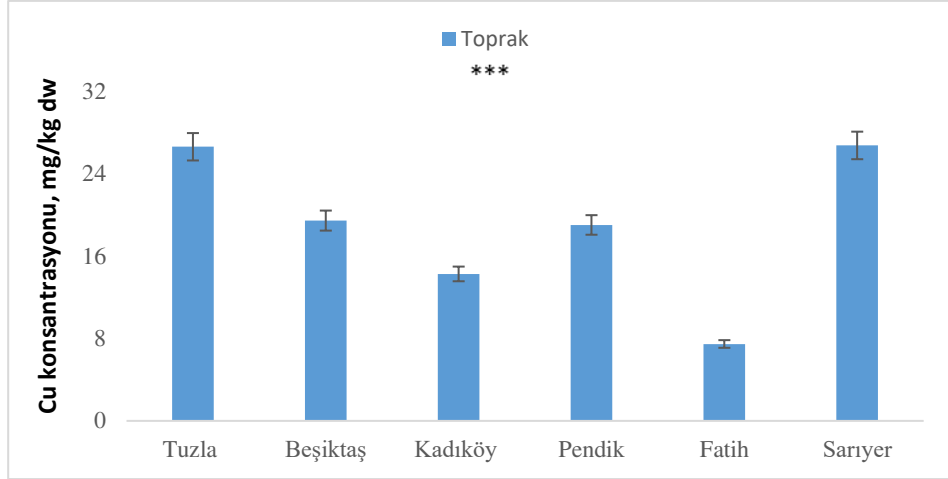
İstanbul'un sahil kesimlerinden *Platanus orientalis* L. bitki kısımları (kabuk, yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yaprak) ve yetiştiği topraklardan 6 farklı lokaliteden alınmış ve analiz edilerek örnekleri ile yetiştikleri topraklardan toplanan örneklerde analiz edilen Cu konsantrasyonu belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Farklı lokalitelerden toplanan *Platanus orientalis* L. ve yetiştiği topraktaki bakır konsantrasyonları (mg/kg dw)

Lokaliteler	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Kabuk	Toprak
Tuzla	7,83	11,23	15,76	26,61
Beşiktaş	10,90	16,49	5,57	19,45
Kadıköy	2,73	3,01	3,93	14,27
Pendik	4,34	7,39	6,04	19,02
Fatih	5,23	4,93	4,21	7,47
Sarıyer	5,09	5,85	5,34	26,74



Şekil 4.5. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki bakır konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)



Şekil 4.6. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yetiştiği topraktaki bakır konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)

Analizler sonucunda lokalitelerden toplanan bitki örneklerindeki bakır konsantrasyonu istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Tuzla bölgesindeki bitki kabuklarındaki bakır konsantrasyonu diğer bölgelere göre oldukça yüksek olmakla beraber diğer bölgelerdeki bitki kabuğundaki bakır konsantrasyonu birbirlerine yakın görülmüştür. Yıknamış ve yıkanmamış yapraklar daki bakır konsantrasyonlarında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir. Kabukta, yıkanmamış yapraklar ve topraktaki bakır birikimi oldukça dikkat çekici seviyelerde olduğu görülmektedir.

Beşiktaş bölgesindeki yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yapraktaki bakır konsantrasyonu diğer bölgelere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yıkanmamış yapraklardaki bakır oranı tüm bölgelerdeki örneklerle kıyasla oldukça yüksek oranlarda olduğu tespit edilmiştir.

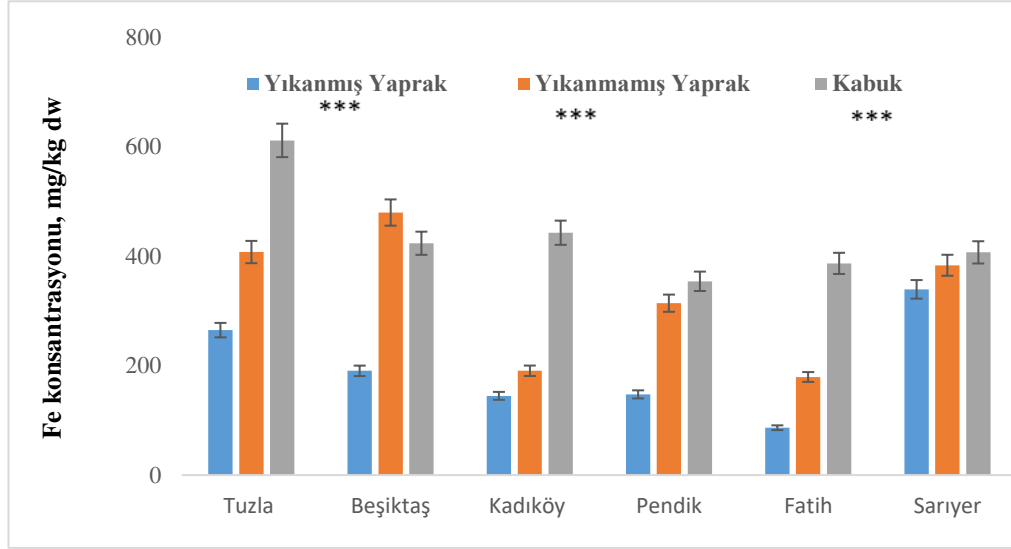
Toprakta ve bitki kısımlarında yapılan istatistiksel değerlendirmede, hem toprakta hemde bitki kısımlarında Tuzla bölgesinde bakır konsantrasyonu Beşiktaş bölgesinden aldığımızı yaprak numuneleri hariç diğer bölgelere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sarıyer bölgesinde toprak örneklerinde bakır konsantrasyonu daha yüksektir.

4.4. Demir (Fe)

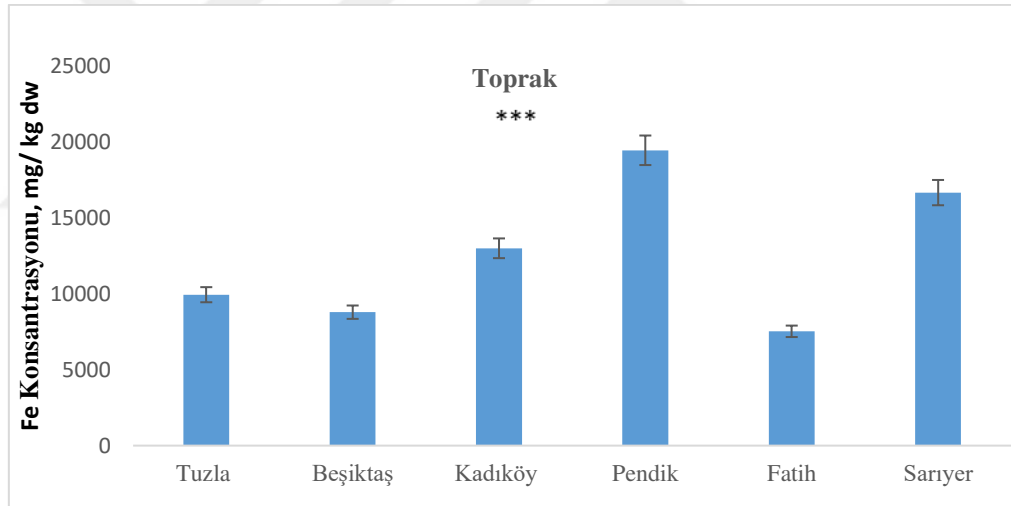
İstanbul'un sahil kesimlerinden 6 farklı lokaliteden *P. orientalis* kabuk, yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yaprak örnekleri ile yetiştikleri topraklardan toplanan örneklerde Fe konsantrasyonu ölçülmüştür.

Tablo 4.4. Farklı lokalitelerden toplanan *Platanus orientalis* L. ve yetiştiği topraktaki demir konsantrasyonları (mg/kg dw)

Lokaliteler	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Kabuk	Toprak
Tuzla	265,05	407,84	611,97	9938,47
Beşiktaş	190,64	480,08	423,89	8786,95
Kadıköy	144,92	190,75	443,14	12996,56
Pendik	147,59	314,31	354,34	19451,17
Fatih	86,64	179,40	387,09	7527,23
Sarıyer	339,65	383,65	407,24	16662,43



Şekil 4.7. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki demir konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)



Şekil 4.8. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yetiştiği topraktaki demir konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)

Elde edilen veriler sonucunda Fe için lokaliteler arasında anlamlı farklılıklar vardır. Ortaya çıkan sonuçlarda özellikle toprak, kabuk ve yıkanmamış yapraklarda demir konsantrasyonu oldukça fazla olduğu görülmüştür. Özellikle Tuzla bölgesindeki bitki kabuklarında, Beşiktaş ve Tuzla bölgeleri ile Sarıyer bölgesindeki yıkanmamış yapraklardaki demir konsantrasyonu yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tuzla bölgesinden alınan örneklerde kabuk kısımlarındaki demir konsantrasyonu diğer bölgelere oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Pendik ve Sarıyer bölgesinden alınan örneklerin yetiştiği topraklardaki demir konsantrasyonunun diğer bölgelere göre yüksektir. Ayrıca bitkideki demir konsantrasyonu topraktaki demir konsantrasyonuna göre oldukça düşük değerlerde çıkmıştır.

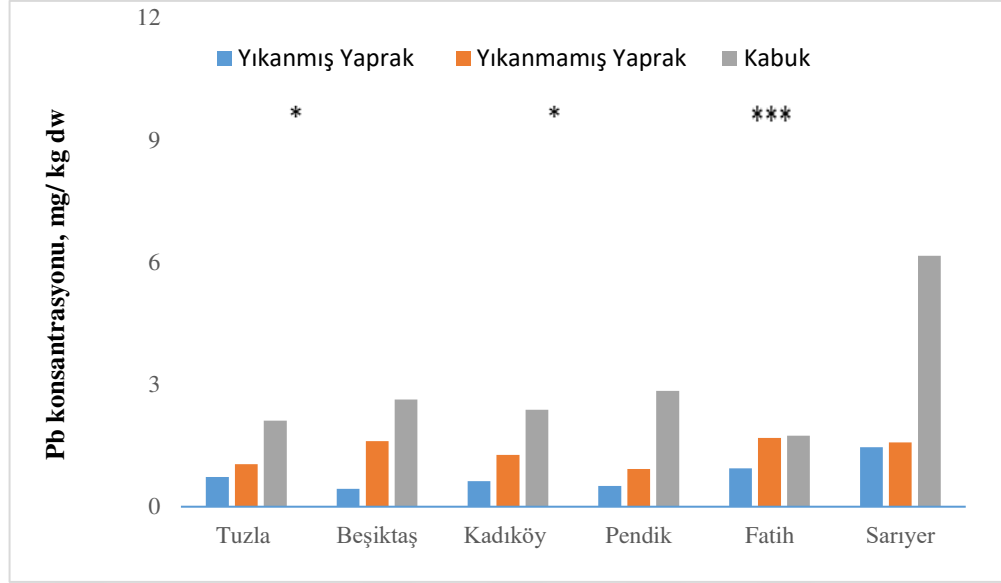
İstatiksel olarak yıkanmamış yapraklarla yıkanmış yapraklar arasındaki demir konsantrasyonu arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Yıkanmış yapraklardaki demir konsantrasyonu yıkanmamış yapraklara oranla bütün lokalitelerde daha az değerlerde tespit edilmiştir.

4.5. Kurşun (Pb)

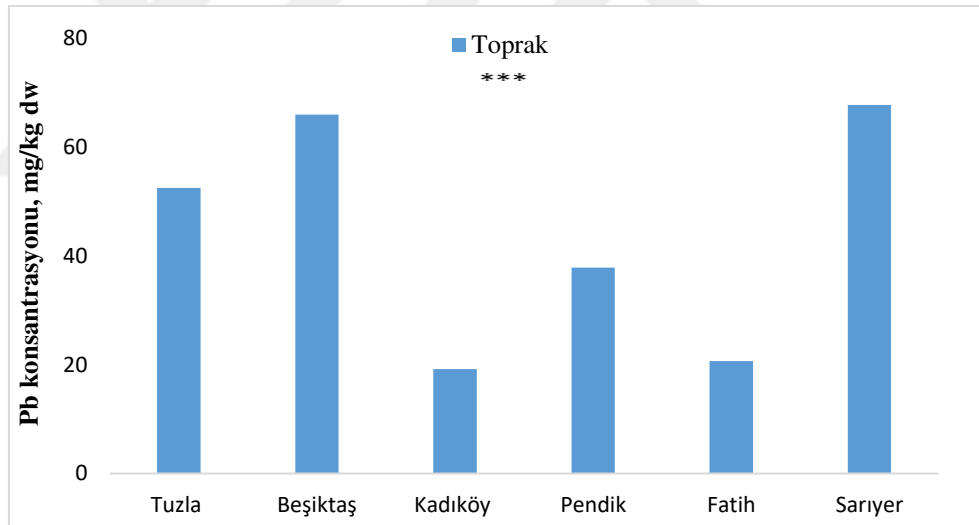
İstanbul'un sahil kesimlerinden 6 farklı lokaliteden *P. orientalis* kabuk, yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yaprak örnekleri ile yetiştikleri topraklardan alınan örnekler analize alınarak Pb konsantrasyonları ölçülmüştür.

Tablo 4.5. Farklı lokalitelerden toplanan *Platanus orientalis* L. ve yetiştiği topraktaki kurşun konsantrasyonları (mg/kg dw)

Lokaliteler	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Kabuk	Toprak
Tuzla	0,73	1,04	2,11	52,41
Beşiktaş	0,44	1,61	2,63	65,91
Kadıköy	0,63	1,27	2,38	19,16
Pendik	0,51	0,92	2,84	37,79
Fatih	0,94	1,69	1,75	20,61
Sarıyer	1,46	1,58	6,16	67,65



Şekil 4.9. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki kurşun konsantrasyonu (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ significant)



Şekil 4.10. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yetiştiği topraktaki kurşun konsantrasyonu (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ significant)

Yıkanmış ve yıkanmamış yapraklar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklılıklar olduğu görülmüştür. Yıkanmış yapraklardaki Pb konsantrasyonu daha yüksektir.

Lokalitelerden alınan bitki kabuk örneklerinde Sarıyer bölgesindeki kurşun konsantrasyonun diğer bölgelerdeki bitki kabuklarında belirlenen çinko konsantrasyonlarından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Bitkilerin yetiştikleri lokalitelerden alınan toprak örneklerinde ise Tuzla, Beşiktaş ve Sarıyer bölgelerinde diğer bölgelere nispeten daha yüksek konsantrasyonda çinko tespit edilmiştir.

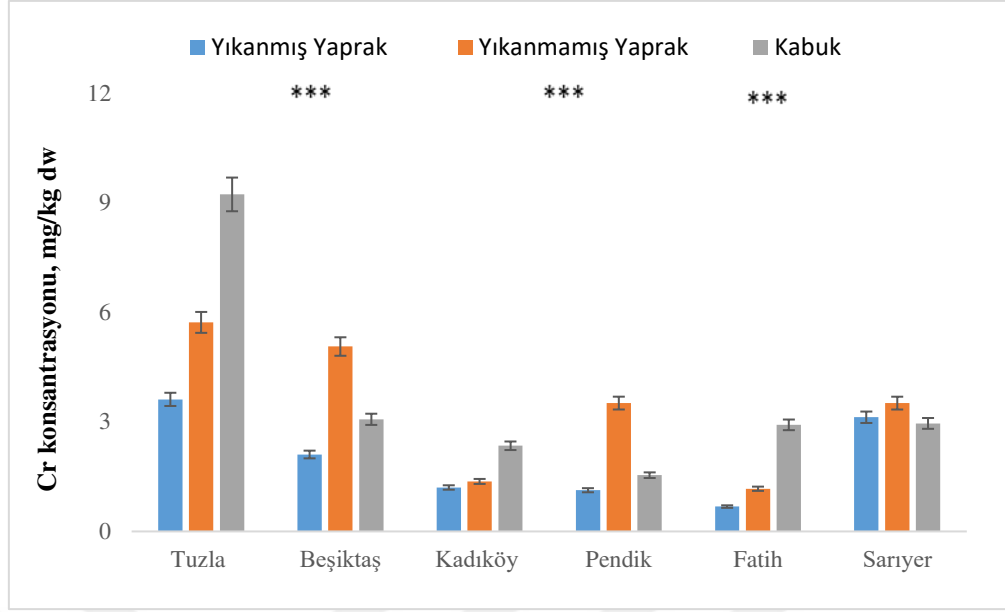
Toprakta ve bitki kısımlarında yapılan istatistiksel değerlendirmede, hem toprakta hem de bitki kısımlarında Pb konsantrasyonu açısından güçlü yönde anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür. Toprakta belirlenen kurşun konsantrasyonu ile bitki kabuğundaki konsantrasyonun nispeten orantılı artış gösterdiği görülmektedir.

4.6. Krom (Cr)

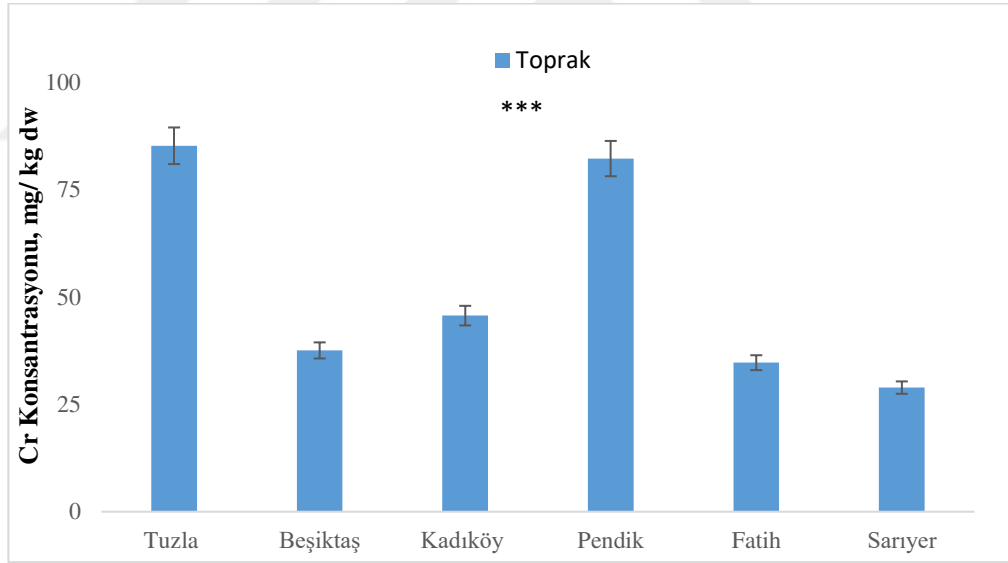
İstanbul'un sahil kesimlerinden 6 farklı lokalitede Cr konsantrasyonu ölçümü için *P. orientalis* L. toplanan kabuk, yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yaprak örnekleri ve yetiştikleri topraklardan alınan örnekler analiz edilmiştir.

Tablo 4.6. Farklı lokalitelerden toplanan *P. orientalis* L. ve yetiştği topraktaki krom konsantrasyonları (mg/kg dw)

Lokaliteler	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Kabuk	Toprak
Tuzla	3,62	5,72	9,23	85,24
Beşiktaş	2,11	5,06	3,07	37,57
Kadıköy	1,20	1,37	2,35	45,67
Pendik	1,13	3,51	1,54	82,25
Fatih	0,68	1,17	2,92	34,71
Sarıyer	3,13	3,51	2,96	28,91



Şekil 4.11. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki krom konsantrasyonu (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ significant)



Şekil 4.12. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yetiştiği topraktaki krom konsantrasyonu (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ significant)

Yapılan analizlerin sonucunda Tuzla bölgesinden toplanan bitki örneklerindeki Cr konsantrasyonu daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle Tuzla bölgesinden aldığımız örneklerin kabuk kısımlarındaki Cr oranı diğer bölgelerin yaklaşık 3 katı kadar olduğu

görülmüştür. Fatih ve Kadıköy bölgelerinden aldığımız yaprak örneklerinde ise Cr konsantrasyonu diğer bölgelere göre daha düşük oranda olduğu görülmüştür.

Bitkilerin yetiştiği toprak örneklerine bakıldığında Tuzla ve Pendik lokalitelerinin diğer lokalitelerden daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. Özellikle Pendik bölgesinde bitki kısımlarına nazaran yetiştiği topraktaki Cr miktarı daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca topraktaki Cr konsantrasyonu, bitkilerin bünyesindeki Cr konsantrasyonuna oranla bir hayli yüksek olması bir başka dikkat çekici noktadır.

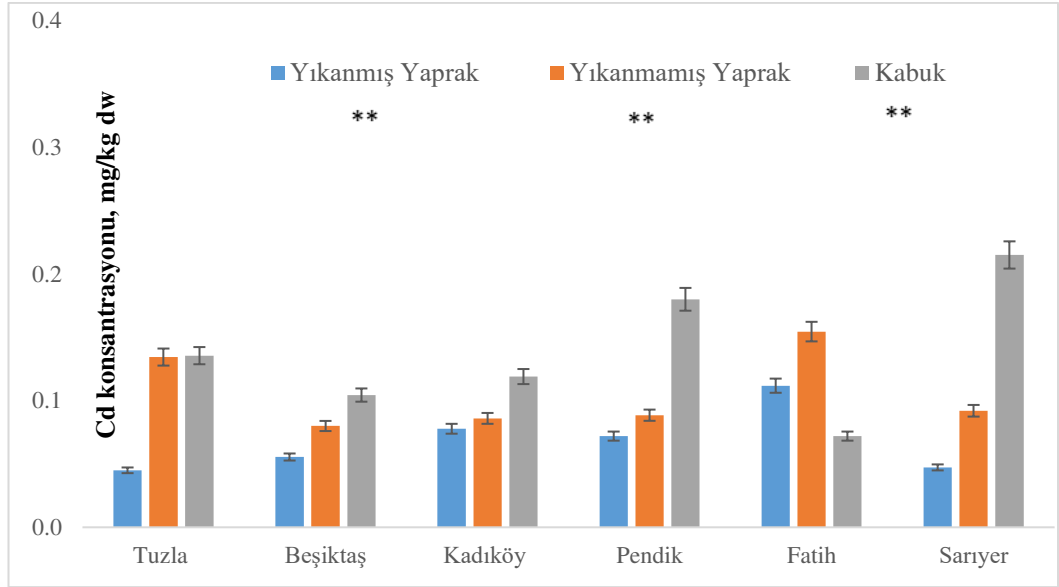
4.7. Kadmiyum (Cd)

İstanbul'un sahil kesimlerinde Cd konsantrasyonu ölçümü için 6 farklı lokaliteden *P. orientalis* L. bitki kısımları (kabuk, yıkanmış yaprak ve yıkanmamış yaprak) örnekleri ile yetiştikleri topraklardan alınan örnekler analize alınmıştır.

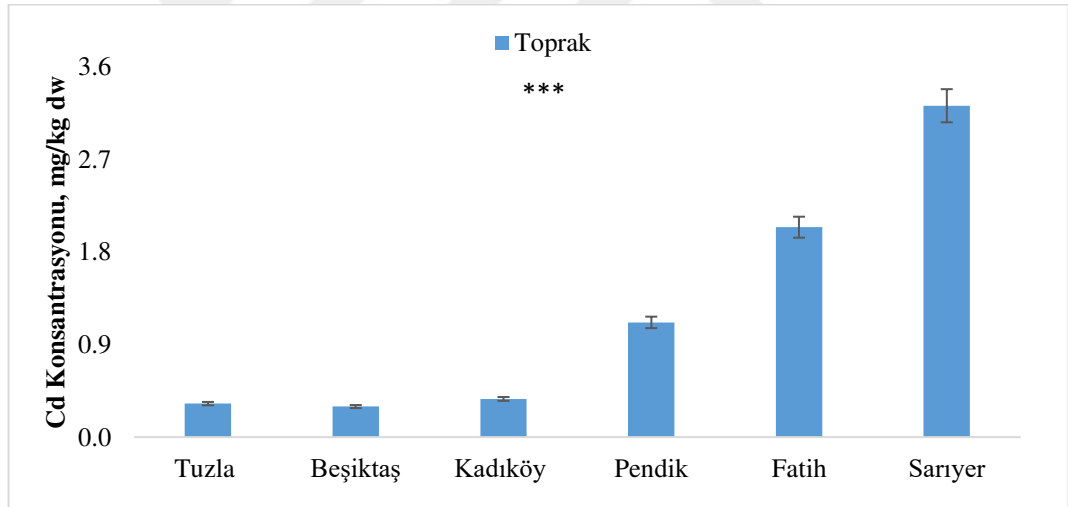
Tablo 4.7. Farklı lokalitelerden toplanan *Platanus orientalis* L. ve yetiştiği topraktaki kadmiyum konsantrasyonları (mg/kg dw)

Lokaliteler	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Kabuk	Toprak
Tuzla	0,05	0,13	0,14	0,33
Beşiktaş	0,06	0,08	0,10	0,30
Kadıköy	0,08	0,09	0,12	0,37
Pendik	0,07	0,09	0,18	1,12
Fatih	0,11	0,15	0,07	2,04
Sarıyer	0,05	0,09	0,22	3,22

Analizlerin sonucunda Cd konsantrasyonunun bitkilerin daha çok kabuk kısımlarında yoğunlaştığı, bitki yapraklarında ise Cd konsantrasyonu Fatih bölgesinden alınan yıkanmamış yapraklarda daha yüksek değerlerde görülmüştür.



Şekil 4.13. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yıkanmış yaprak, yıkanmamış yaprak ve kabuk kısımlarındaki kadmiyum konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)



Şekil 4.14. Farklı lokalitelerden alınan *Platanus orientalis* L. yetiştiği topraktaki kadmiyum konsantrasyonu (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 significant)

Özellikle bitkilerin kabuklarında Cd konsantrasyonu yapraklara (yıkanmış ve yıkanmamış) göre anlamlı farklılıklar göstermektedir. Fatih ve Tuzla lokalitelerinden alınan örneklerde yıkanmamış yapraklardaki Cd konsantrasyonu diğer lokalitelere göre yüksek çıktığı görülmüştür. Bitkilerin yetiştiği topraklarda Sarıyer ve Fatih bölgelerindeki örneklerde Cd konsantrasyonu, diğer lokalitelere göre oldukça yüksek değerlerde çıkmıştır. Pendik bölgesinden alınan örnekler deki Cd konsantrasyonu ise

Fatih ve Sarıyer bölgesinden alınan örneklere göre düşük olmasına karşın, Tuzla, Beşiktaş ve Kadıköy bölgesinden aldığımız toprak örneklerindeki Cd konsantrasyonu oranlarından oldukça yüksektir.



5. SONUÇ VE TARTIŞMA

5.1. Sonuç

İstanbul'un sahil bölgelerinde *Platanus orientalis* L. yetiştikleri toprak ile bitkinin yaprak ve kabuk kısımlarında ağır metal birikimini tespit etmek için yapılan çalışmada; özellikle Tuzla bölgesinin sanayi kuruluşlarına yakınlığı, bunun yanı sıra deniz ve kara trafiğinin de yoğun olmasından ötürü yoğun bir şekilde hava kirliliği oluşturmaktadır. Bu kirlilik bitkilerde ve bitkilerin yetiştiği toprakta yoğun ağır metal birikimine sebep olmaktadır. Hatta bazı ağır metallerde bitki için üst sınır değerlerinden yüksek seviyelere ulaştığı görülmüştür. İstanbul sahil kesimlerinin deniz seviyesinde olması, şehrin diğer yüksek kesimlerine nazaran daha fazla hava kirliliğine maruz kalmasına sebep olur. Beşiktaş ve Fatih bölgelerinin çok eski yerleşim yerleri olması, kentleşmenin, kara ve deniz trafiğinin yoğunluğu da bu bölgelerdeki ağır metal birikimini önemli ölçüde etkilemiştir. Kadıköy ve Pendik bölgelerinin sahil kısımları daha çok sonradan oluşturulan parklar ve ağaçlandırmalar şeklinde olduğundan buradaki insan etkisi ve bitki bakımı için kullanılan gübre ve ilaçlamalarda bu bölgedeki bazı elementlerin fazlalığına sebebiyet vermiştir.

Tablo 5.1. Metallerin,Toprakta Normal Kabul Edilen Alt ve Üst Konsantrasyon Aralıkları (Özbek vd., 1995; Karakoyun, 2014) ile Çalışmamızdaki Toprakta Elde Edilen Değerler (mg/kg dw)

Metaller	Toprakta Normal Kabul Edilen Alt ve Üst Konsantrasyon Aralığı (mg/kg) Metaller	Çalışmadaki topraktan elde edilen değerler (mg/kg dw)
Zn	70 - 400	84,46-160,33
Ni	2 - 100	27,46-64,48
Cu	0,2 - 125	7,47-26,74
Fe	50 - 300	7527,23-19451,17
Pb	2 - 300	19,16-67,65
Cr	5 - 100	28,91-85,24
Cd	0,01-2	0,30-3,22

Özellikle Fe, bitkide normalde olması gereken düzeyden çok daha yüksek değerlerde olduğu görülmüştür. Motorlu taşıt trafiğinin yoğun seyrettiği yerlerde ise özellikle Cd gibi ağır metallerin değerlerinin yüksek oranlarda olduğu görülmüştür. Diğer elementlerinde bitkinin bazı bölümlerinde yer yer normal seviyelerden daha yüksek değerlere ulaştığı görülmüş, Fe elementleri hariç diğer elementlerde ortalama değerler aralığında olduğu, bu düzeylerin toksik etki sınırlarının altında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.2. Metallerin, Bitkilerde Normal Kabul Edilen Alt ve Üst Konsantrasyon Aralıkları (Özbek vd., 1995) ile Çalışmamızdaki Bitkilerden Elde Edilen Değerler (mg/kg) Bitkilerde Normal Kabul Edilen Alt ve Üst Konsantrasyon Aralıkları (mg/kg)

Metaller	Bitkilerde Normal Kabul Edilen Alt ve Üst Konsantrasyon Aralıkları (mg/kg dw)	Çalışmadaki Bitkilerden Elde Edilen Konsantrasyon Aralıkları (mg/kg dw)
Ni	0,1 – 5	2,02-14,47
Fe	60 – 140	86,64– 611,97
Cu	5 – 30	2,73 – 16,49
Zn	5 – 100	22,00 – 75,59
Pb	5 – 10	0,44 – 6,16
Cd	0,01 – 2,4	0,05– 0,22
Cr	5 – 30	0,68 – 9,23

Yıkanmış ve yıkanmamış yapraklardaki ağır metal birikimleri oranları incelendiğinde anlamlı farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Yıkanmış yaprakların yüzeyinde biriken ağır metal oranının yıkanmamış yapraklara göre daha az olması hava kirliliğinin bir sonucu olduğunun göstergesidir.

Toprak analizlerinden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde genel olarak bitki kısımlarına oranla ağır metal değerlerinin daha yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. Kadmiyum ve Demir elementlerinin toprak numunelerindeki konsantrasyonu Sarıyer bölgesinden aldığımız toprak numunelerinde daha yüksektir. Tuzla bölgesinde genel olarak üst sınır seviyelere ulaşmasa bile ağır metal oranlarının toprakta yüksek oranlarda olduğu sonucu görülmüştür. Bitki örneklerindeki ağır metal içeriği genel olarak demir elementi ve bazı bölgelerdeki nikel elemanı dışında normal seviyelerde oldukları

görülmüş, ancak tedbir alınmadığında diğer elementlerinde toksik seviyelere ulaşmasının kaçınılmaz olacağı sonucuna varılmıştır.

Elde edilen verilere göre, örnek bitkide ağır metal birikiminin özellikle kabuklarda fazladır. Özellikle yıkanmamış yaprakların yüzeyinde biriken ağır metallerin yıkanmış yapraklara göre yüksek seviyelerde olduğu ve bunun hava kirliliğinin etkisiyle olduğu sonucuna varılmıştır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, çalışmadan elde edilen verilere göre İstanbul sahil kesimlerinde çok yüksek oranlarda olmasa da bitkilerde ve toprakta ağır metal birikiminin olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun sebeplerinin ise insan etkileri, yoğun kara trafiği özellikle Tuzla sahil bölgesinde ki sanayi faaliyetleri, deniz ve kara trafiğinin fazlalığının olması gibi birçok nedenden kaynaklandığı söylenebilir. Yapılan çalışma neticesinde elde edilen sonuçlara bakıldığında *P. orientalis* L. in iyi bir biomonitör özelliğe sahip olabileceği kanaatindeyiz.

5.2. Tartışma

Bitkiler yaşamı için şart olan bir besin elementi olan, Zn'nin bitki yetiştiriciliği için toprakta bulunması önerilen toplam konsantrasyonun Goncharuk ve Sideronko (1986) 110 mg/kg olduğunu tespit etmişlerdir. Zn nin bitikler için zehir etkisi gösterdiği toplam konsantrasyonunun ise El-Bassam ve Tietjen (1977) Kloke (1979), Schachtschabel ve Blume (1984) 300 mg/kg Zn, Kitagishi ve Yamane (1974) ise 700 mg/kg Zn olarak belirtmişlerdir.

Erciyes'de bulunan strato volkanının eteklerinde yetişen meyvelerdeki ağır metallerin belirlenmesi konulu çalışmada; Zn oranının elma meyvesi örneklerinde 25,43–180,80 mg/kg, üzüm meyvesi örneklerinde ise 29,54-283,30 mg/kg, ceviz meyvesi örneklerinde 668,0-1283,0 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir (Kaya, 2010; Karakoyun, 2014). Bitkilerdeki Zn sınır değerini Özbek vd. (1995), 5-100 mg/kg aralığında kabul belirtmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada bölgelerimizden alınan toprak örneklerindeki Zn değerleri, Goncharuk ve Sideronko (1986)' un sınır değerlerine göre Tuzla, Pendik ve Fatih bölgeleri hariç daha düşük değerlerde çıkmıştır. Çalışmada lokalitelerden topladığımız

bitki örneklerdeki Zn konsantrasyonu, Özbek vd. (1995)'nın yapmış oldukları çalışmada belirttikleri normal kabul ettiğimiz konsantrasyon aralığında değerler çıkmış olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre bitki için toksik bir etki oluşturacak Zn konsantrasyonu seviyesi olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada belirtilen bölgelerden alınan örneklerdeki Zn konsantrasyonu karşılaştırıldığında sıralama; “toprak > kabuk > yıkanmamış yaprak > yıkanmış yaprak” şeklinde olduğu görülmüştür. Lokalite olarak bakıldığında bitkideki ve topraktaki Zn konsantrasyonunun en yüksek değeri Tuzla lokalitesinde ve onu takiben Fatih lokalitesinde olduğu görülmüştür. Bitki kısımlarındaki bütün değerler içerisinde de yine en yüksek Zn konsantrasyonu, Tuzla bölgesinden toplanan bitkilerin kabuklarında (ortalama 75,59 mg/kg) ve Sarıyer bölgesinden toplanan bitkilerin kabuk kısımlarında (ortalama 55,26 mg/kg) olup, buralardaki Zn konsantrasyonu bitkiler için toksik etki oluşturabilecek üst sınırın altında olduğu görülmüştür. Tüm bölgelerdeki Zn konsantrasyonunun toprakta yüksek çıkması, Bu bölgelerdeki toprakların Çinko bakımından zengin olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Normal şartlar içerisinde, yerküredeki 5-500 mg/kg arasında Ni bulunduğunu bildirmiştir (Bergmann, 1993; Karakoyun, 2014). Kabata ve Pendias, (1992) yeryüzündeki topraklarının Ni içeriğinin ortalama toplam 2,2 mg/kg olarak belirtmiştir. Nikel in topraklarda bitki yetiştiriciliği için zehir etkisi yaptığı oranı El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Linzon (1978) 100 mg/kg, Bergmann (1993) 40-50 mg/kg, Schachtschabel ve Blume (1984) ve Kloeke (1982) 50 mg/kg, Goncharuk ve Sideronko (1986) 35 mg/kg, Bergmann (1993) 40-50 mg/kg olarak bildirmişlerdir (Çilali, 2012; Karakoyun, 2014).

Ülkemizin tarımsal alanlardaki topraklarının ağır metal birikimini belirlemek üzere yapılan çalışmalarda Ni birikiminin izin verilebilir değer aralığı olarak 50 mg/kg değeri kabul edilmiştir. Osma (2009) İstanbul’da yaptığı çalışmalarda Ni değerlerinin topraktaki oranını 4,03-18,60 mg/kg olarak belirtmiştir.

Erzurum şehir merkezindeki Ni konsantrasyonunun Sarı çamlar daki oranını belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada Bayar (2009), 1,2-3,8 mg/kg; Osma (2009), bitkilerdeki ortalama Ni konsantrasyonunu İstanbul şehir merkezinde yaptığı çalışmada 3,35-14,78 mg/kg aralığında bulmuşlardır (Çilali, 2012; Karakoyun, 2014).

Yapılan çalışmada hedef bitkilerden topladığımız örneklerdeki Ni konsantrasyonu, Osma (2009) İstanbul’da yaptığı çalışmada belirttiği Ni konsantrasyonuna göre Kadıköy, Pendik, Beşiktaş ve Sarıyer bölgelerinden alınan bitki örneklerinin kabuk kısımlarında daha düşük düzeyde olduğu, Tuzla, Beşiktaş ve Fatih bölgelerinden alınan bitkilerin kabuk kısımlarında ise belirtilen aralıkta olduğu görülmüştür. Ayrıca yıkanmamış yapraklardaki Ni konsantrasyonu yıkanmış yapraklardaki Ni konsantrasyonundan yüksek olduğu, Tuzla Bölgesinden alınan örneklerdeki yıkanmamış yapraklardaki Ni konsantrasyonu ise Osma (2009) yapılan çalışmaya göre sınır seviyesine yakın olduğu görülmüştür. Lokalitelerden alınan toprak örneklerine baktığımızda Pendik lokalitesi hariç kabul edilen değerler aralığında olduğu görülmüştür.

Ayrıca bitki bölümlerindeki ve topraktaki Ni oranını karşılaştırıldığında sıralama; “toprak > yıkanmamış yaprak > kabuk > yıkanmış yaprak” şeklinde olduğu görülmektedir. Lokalite olarak baktığımızda ise bitkideki en yüksek Ni konsantrasyonu Pendik sahil bölgesinde, en düşük Ni konsantrasyonu ise Sarıyer sahil bölgesinde olduğu görülmüştür.

Normal şartlarda toprakta bulunması gereken Cu konsantrasyonu Alloway (1990), yaptığı bir çalışmada 2–250 mg/kg arasında olabileceğini bildirilmiştir. Topraklardaki toplam Cu için izin verilebilir sınır değerini. Konya şehir merkezindeki topraktaki Cu konsantrasyonunu yapmış olduğu çalışmada Keleş (2007), 0-144,4 mg/kg aralığında; Erzurum ili şehir merkezindeki topraklarda Cu konsantrasyonunu Bayar (2009), 1,07-13,19 mg/kg; Çilali (2012), Amasya-Tokat karayolu üzerinde yapmış olduğu çalışmada topraktaki Cu konsantrasyonunu 0,2-1,7 mg/kg; Osma (2009), İstanbul şehir merkezinde yaptığı çalışmada topraktaki ortalama Cu konsantrasyonunu 1,5-27,85 mg/kg aralığında belirtmişlerdir.

Normal şartlarda bitkilerde bulunması gereken Cu konsantrasyon aralığını Ross (1994) yaptığı çalışmada, 60-125 mg/kg; Alloway (1990)’a göre ise Cu konsantrasyonu 2-250 mg/kg olduğunu belirtmişlerdir. İstanbul şehir merkezinde Osma (2009), yapmış olduğu çalışmalarda bitkilerdeki Cu konsantrasyonunun ortalama 1,56-5,19 mg/kg aralığında bulmuşlardır.

Çilali (2012), Amasya-Tokat karayolunda yapmış olduğu çalışmalarda kuşburnu bitkilerindeki Cu birikimini 0-5,3 mg/kg; Bayar (2009), Keleş (2007), Konya ili merkezindeki bitkilerde Cu birikimi değer aralığını 5,9-130,1 mg/kg aralığında; Erzurum şehir merkezindeki Sarı çam bitkisindeki Cu konsantrasyonunu Bayar (2009), 6,05-17,2 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Araştırmada bazı bitki türlerinde Cu oranının da büyük bir toleransı aralığı olduğu ve bitki dokularında yüksek oranlarda bu metali biriktirebildiklerini belirlemişlerdir.

Çalışmada hedef bitkilerden toplanan örneklerdeki Cu konsantrasyonu, bütün lokalitelerde Bayar (2009) ve Keleş (2007), belirtmiş oldukları konsantrasyon aralığında değerler aralığında görülmüştür. Yapılan çalışmada kullandığımız bitki kısımlarında yıkanmış yapraklardaki Cu konsantrasyonu yıkanmamış yapraklara oranla daha yüksek çıkmıştır. Bitkinin bölümleri ve topraktaki Cu konsantrasyonunu karşılaştırdığımızda sıralama; “toprak > yıkanmamış yaprak > kabu > yıkanmış yaprak” şeklinde olduğu görülmektedir. Lokalite olarak baktığımızda toprakta ve bitkideki en yüksek Cu birikme oranının Tuzla bölgesinde olması da dikkat çekici bir husustur. Bitkideki bütün değerler içerisinde ise en yüksek Cu konsantrasyonu, Tuzla bölgesinden toplanan bitkilerin kabukları(ortalama 15,76 mg/kg) olup, buradaki Cu konsantrasyonunun bitkiler için olması gereken değer aralığında olduğu görülmüştür.

Katkat vd. (1994), Bursa Ovası’nda çok sayıda şeftali bahçesi toprağında alınabilir Fe’yi yeterli düzeyde bulmuşlardır. Çilali (2012), Amasya-Tokat karayolundaki topraklarda yapmış oldukları çalışma neticesinde Fe oranını 1,15-10,3 mg/kg; Bayar (2009), Erzurum ili şehir merkezindeki çalışmaların yetiştği toprak örneklerinde ise Fe konsantrasyonunu 0,62-10,86 mg/kg olarak belirtmişlerdir.

Demir’in toprakta rahatça çözülebilmesinden dolayı bitkiler yüksek miktarlarda Fe alabilir (Kabata-Pendias ve Pendias, 2000; Karakoyun, 2014). Bitkilerdeki Fe aralığın uygunluğu bitki için olduğu kadar hayvanlar ve insanlar açısından da besin kaynağı olarak önemlidir. Canözer vd.(1984), yapmış olduğu çalışma neticesinde bitkilerdeki demir sınır oranını 60-140 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Erzurum şehir merkezinde Sarıçam bitkisindeki Fe konsantrasyonunu Bayar (2009), yapmış olduğu çalışmada 336,2-872,2 mg/kg; Çilali (2012), Amasya-Tokat arası kara yollarında kuşburnu bitkilerinde Fe konsantrasyonunu 4,1-242,5 mg/kg değerlerinde bulmuşlardır.

Canözer vd. (1984) yaptığı araştırmalar neticesinde bitkilerdeki demir oranını 60-140 mg/kg aralığında belirtmişlerdir.

Çalışmada belirlenen bölgelerden toplanan bitki örneklerindeki Fe oranı, bütün bölgelerde Canözer vd.(1984), çalışmalarında belirttikleri değer aralığından çok daha yüksek oranlarda olduğu görülmüştür. Ayrıca topraktaki ve bitki bölümlerindeki Fe konsantrasyonunu sıraladığımızda; “toprak > kabuk > yıkanmamış yaprak > yıkanmış yaprak” şeklinde olduğu görülmüştür. Lokalite olarak ise bitkideki örneklerimizdeki en yüksek Fe birikimi Tuzla bölgesinde ki bitkilerin kabuk kısımları ve yıkanmamış yapraklar olarak görülmüşken, Sarıyer bölgesinden aldığımız örneklerin ise yıkanmış yaprakların daha yüksek oranda olduğu, en düşük Fe konsantrasyonunun ise Fatih bölgesinde olduğu görülmüştür. Bu çalışmada bitkideki bütün değerler içerisinde ise en yüksek Fe konsantrasyonu Tuzla bölgesindeki örneklerimizin kabuk kısımları (ortalama 611,97 mg/kg) olarak çıkmıştır. Bitkilerin yetiştiği topraklardan aldığımız örnekler baktığımızda ise en yüksek Fe konsantrasyonun olduğu bölge Sarıyer (16662,43 mg/kg), en düşük Fe konsantrasyonun olduğu bölge ise Fatih bölgesi olarak göze çarpmıştır.

Bitkiler için mutlak gerekli olmayan elementlerden olan kurşun elementi, toprakta toplam 15-40 mg/kg aralığında bulunur, toprakta ki toplam kurşun konsantrasyonu ise 150 mg/kg ‘ı geçmediği sürece bitki ve insan sağlığı açısından tehlike meydana getirmez. Fakat 300 mg/kg’ı geçtiğinde potansiyel olarak insan sağlığı bakımından tehlike oluşturur (Dürüst vd., 2004; Karakoyun, 2014). Normal şartlarda kirlenmemiş topraklarda toplam Pb oranının 10-20 mg/kg (Alt vd., 1981; Karakouun, 2014), (Bergmann, 1993; Karakoyun, 2014) 1–20 mg/kg ve 2-300 mg/kg (Alloway, 1990; Karakoyuun, 2014) olduğu belirtmişlerdir. Tarım topraklarının ülkemizde Pb oranını değerlendirmek için yapılan çalışmada eşik değeri 100 mg/kg olarak alınmıştır (Saatçı vd., 1988, Hakerlerler vd., 1994, Elmacı 1995; Karakoyun, 2014).

Kızılkaya vd. (1998) Keleş (2007), Konya şehir merkezindeki Pb oranını toprakta 0-60 mg/kg aralığında; Samsun yöresinde yapılan çalışmada Pb nin toprakta oranını 22,82-80,20 mg/kg arasında değişken olduğunu belirtmişlerdir (Çilali, 2012; Karakoyun, 2014). Çilali (2012), Amasya-Tokat arasıkayolu üzerindeki topraklarda Pb konsantrasyonunu belirlemek için yapmış olduğu çalışmada 0-761,3 mg/kg; Erzurum

şehir merkezindeki topraktaki Pb konsantrasyonunu ise Bayar (2009) 0-2,26 mg/kg; Osma (2009), İstanbul ili şehir merkezinden alınan topraklardaki Pb konsantrasyonunu yaptığı çalışmada 59,71-123,97 mg/kg aralığında belirtmiştir.

Özbek vd. (1995), ağır metal içeriğini normal şartlarda bitkideki değerleri Pb için 0,1-6,0 mg/kg olarak belirtmişlerdir (Çilali, 2012). Son zamanlarda Pb çevrenin önemli kimyasal kirleticisi olarak ve element toksini olarak bitkilere çok dikkat çekmektedir (Kovacheva vd., 2000). Erzurum ili şehir merkezinde ki Sarıçam bitkilerinde Pb birikimini Bayar (2009) 0-8,9 mg/kg; Keleş (2007), Konya ili şehir merkezinde yapmış olduğu çalışmada bitkilerde Pb birikimini 1,69-15,6 mg/kg aralığında; İstanbul ili şehir merkezinde bitkilerdeki Pb birikimini belirlemek üzere yapılan çalışmada Osma (2009), Pb birikimini 37,86 - 87,0 mg/kg aralığında belirtmişlerdir.

Osma (2009), yapmış olduğu çalışmada İstanbul'da ki topraklarda Pb konsantrasyonu Fatih, Pendik ve Kadıköy bölgelerinde düşük, Tuzla bölgesinde ise sınır değerine yakın olarak belirtmiştir. Pb konsantrasyonu çalışmamızdaki hedef bitkilerde ki oranı Bayar (2009) ve Keleş (2007) yapmış oldukları çalışmalar ile kıyaslandığında belirtilen değerler aralığında olduğu, Osma (2009) yaptığı çalışma ile kıyasında ise belirtilen değerlerden düşük olduğu görülmüştür. Bitki kısımları ve topraktaki Pb konsantrasyonunu sıraladığımızda; “toprak > kabuk > yıkanmamış yaprak > yıkanmış yaprak” şeklinde olduğu görülmüştür. Lokalite olarak bakıldığında bitkideki en yüksek Pb birikim oranı Sarıyer bölgesinde; topraktaki Pb birikim oranının ise yine Sarıyer bölgesinde olduğu görülmüştür. Bitki örneklerimizdeki bütün değerler içerisinde ise en yüksek Pb konsantrasyonu, Sarıyer bölgesinden toplanan bitkilerin kabuklarında (ortalama 6,16 mg/kg) olup, buralardaki Pb konsantrasyonu da bitkiler için toksik etki oluşturabilecek düzeylerde değildir.

Topraktaki Cr sınır değerini Alloway (1990) yapmış olduğu çalışmada 5-1500 mg/kg olduğu, Mengel ve Kirkby (1987)'e göre ise toprakta genel olarak Cr içeriklerini 100 mg/kg den daha fazla olduğu, fakat topraklardaki ortalama Cr içerikleri 100-300 mg/kg arasında değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir (Kick vd., 1980; Karakouyun, 2014). Cr toprakta 5 -100 mg/kg oranlarında olmasının yanı sıra ana materyale göre de değişiklik göstermektedir (Özbek vd. 1995; Karakouyun, 2014). Osma (2009) yaptığı çalışmalarda İstanbul ili şehir merkezinde ki topraklardaki Cr ortalama oranını, 10,14-

22,02 mg/kg; Çilali (2012), Amasya Tokat karayolunda yapmış olduğu çalışmada topraktaki Cr birikme oranını 0-3,0 mg/kg değerleri arasında bulmuşlardır. Topraktaki normal Cr konsantrasyon aralığının Özbek vd. (1995), 5-100 mg/kg aralığında olduğunu kabul etmiştir.

Bitkide kuru maddede Cr oranının 100 mg/kg bulunmasının toksik etkide olabileceği birçok yüksek bitki için belirtilmiştir (Özbek vd., 1995; Karakoyun, 2014). Kaya (2010) Erciyes’de bulunan strato volkanının eteklerinde yetişen meyvelerdeki ağır metal birikiminin belirlenmesi konulu çalışmada; elma örneklerinde Cr miktarlarının 11,87-28,74 mg/kg, 20,13-34,60 mg/kg aralığında ceviz örneklerinde, üzüm örneklerinde ise 13,76-27,60 mg/kg arasında seyrettiğini belirtmiştir. AmasyaTokat karayolundaki kuşburnu bitkilerindeki Cr konsantrasyonunu Çilali (2012) yapmış olduğu çalışma da 0,1-2,9 mg/kg; Osma (2009), Cr konsantrasyonunu İstanbul ili merkezinde bitkilerdeki birikmesini belirlemek için yapmış olduğu çalışmada ortalama değer aralığını 3,96-15,94 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Ross (1994), Cr birikiminin bitkilerdeki normal aralığını 5-30 mg/kg değerleri arasında olduğunu kabul etmiştir.

Yapılan bu çalışmada toplanan toprak örneklerindeki Cr değerleri, Özbek vd. (1995) te belirtmiş olduğu 5-100 mg/kg değerleri aralığında olduğu görülmüştür. Osma (2009) İstanbul ili merkezinde yapmış olduğu çalışmalarda da toprak taki Cr konsantrasyon değerleri ne göre bölgelerimizden aldığımız bitkilerin yetiştiği toprakta ki Cr konsantrasyonu daha yüksek seviyede çıkmıştır. Bitki bölümlerinde Cr konsantrasyonu ise Ross (1994) ve Özbek vd. (1995) yapmış oldukları çalışmada belirttiği toksik etki sınır değerleri aralığında olmadığı görülmüş olup, lokalitelerin hepsinde olumsuz etki oluşturabilecek seviyede olmadığı görülmüştür. Çalışmada toplanan örneklerde ki Cr konsantrasyonu karşılaştırıldığında; “toprak> kabuk> yıkanmamış yaprak > yıkanmış yaprak” şeklinde olduğu görülmektedir. Lokalitelere baktığımızca ise bitki örneklerindeki en yüksek Cr birikimi Tuzla bölgesinde; bitkilerin yetiştiği topraklardan alınan örneklerde en yüksek Cr konsantrasyonu ise yine Tuzla bölgesinde görülmüştür. Bitki kısımlarını ele alınan bütün veriler içerisinde ise en yüksek Cr birikim oranı Tuzla bölgesinden toplanan bitkilerin kabuklarında(ortalama 9,23 mg/kg) olduğu belirlenmiştir.

Ağır metallerin trafikten kaynaklı etkilerini araştırmak için Arcak vd. (1996), çalışmalarında; toprakta bulunan Cd un toplam miktarının 0,4-1,2 mg/kg ve 0,8-2,4 mg/kg aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Toprakta toksik etki oluşturacak ağır metal düzeyini ve bitkilerdeki toksik esiklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, killi ve killi tın topraklarda toplam 7,2 ve 6,9 mg/kg Cd olduğu belirlenmiştir. (Gedikoğlu vd., 1997; Karakouyun, 2014). Toprakta toplam 3 mg/kg'dan fazla Cd toksik etkili olduğunu Özbek vd. (1995) yapmış oldukları çalışmalarda belirtmişlerdir (Çilali,2012). Erzurum şehir merkezinde yapılan çalışmada, Bayar (2009) Cd oranını 0,10-0,39 mg/kg aralığında; Çilali (2012), Amasya-Tokat karayolundaki topraklarda yaptığı çalışmada Cd konsantrasyonunu toprakta 0-19 mg/kg; İstanbul'da şehir merkezindeki topraklarda yaptığı çalışmada Osma (2009) Cd oranını 0,7-1,61 mg/kg aralığında belirtmiştir.

Bitkide 1 mg/kg'dan fazla Cd nin toksik etkili olduğunu belirtilmiştir (Özbek vd., 1995; Karakouyun, 2014). Divrikli vd. (2006) trafikten kaynaklı ağır metal birikiminin belirlenmesi için yapılan çalışmada Cd oranını 77,2-136,3 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çilali, 2012). Osma (2009), yapmış olduğu çalışmada İstanbul şehir merkezindeki bitkilerde ortalama Cd konsantrasyonunu 0,31-1,04 mg/kg değerleri aralığında belirtmiştir. Erzurum şehir merkezindeki Sarıçam bitkisindeki Cd konsantrasyonunu Bayar (2009) yapmış olduğu çalışmada 0,3-1,25 mg/kg değerleri aralığında olduğunu belirtmiştir.

Yapılan çalışmada toprakta ki Cd konsantrasyonu Arıcak (1996) yapmış olduğu çalışma ile kıyaslandığında Tuzla, Beşiktaş ve Kadıköy bölgelerindeki Cd konsantrasyonlarından yüksek, Pendik ve Fatih bölgesinde ortalama değer aralığında, Sarıyer bölgesinde ise yüksek olduğu görülmüştür. Çilali (2012) yaptığı çalışma da belirtilen topraktaki Cd konsantrasyon aralığı ile yapılan karşılaştırmada ise yapılan çalışmadaki değerler aralığında olduğu görülmüştür. Osma (2009) yapmış olduğu çalışmada belirttiği topraktaki Cd konsantrasyonu ile yapılan bu çalışmada Cd konsantrasyonu karşılaştırıldığında Fatih ve Sarıyer bölgelerinde yüksek, diğer bölgelerde normal değerler aralığında görülmüştür. Çalışmada hedef bitkilerinde Cd konsantrasyonu, Bayar (2009) çalışması ile kıyaslandığında elde edilen veriler aralığında olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada Cd konsantrasyonunu bitkinin bölümleri ve toprak olarak sıraladığımızda; “toprak > kabuk > yıkanmamış yaprak >

yıkanmış yaprak” şeklinde olduğu görülmüştür. Lokalite olarak baktığımızda ise bitki yaprak kısımlarındaki Cd konsantrasyonu Fatih bölgesinde (ortalama 0,15 mg/kg), kabuk kısmında ise Sarıyer bölgesinde(ortalama 0,22 mg/kg) yüksek olduğu görülmüştür. Topraktaki en yüksek Cd konsantrasyonunda yine Sarıyer Bölgesinde görülmüştür (ortalama 3,22 mg/kg).

Özel vd. (2015) Bartın ve Karabük arası oto yolda bir kontrol, 20 lokalite *P. orientalis* L. örneklerinde Pb ($55,64 \pm 4,4$ - $96,84 \pm 3,5$ µg/g dw), Cu ($10,42 \pm 2,2$ - $23,72 \pm 3,4$ µg/g dw), Cr ($4,32 \pm 1,4$ - $13,75 \pm 2,4$ µg/g dw), Cd ($0,21 \pm 0,02$ - $0,94 \pm 0,88$ µg/g dw), Zn ($42,16 \pm 2,7$ - $75,63 \pm 3,3$ µg/g dw), Ni ($15,48 \pm 2,6$ - $42,29 \pm 3,3$ µg/g dw) en düşük ve en yüksek konsantrasyonlarını belirtmişlerdir. Elde ettikleri verilerde Cu, Cr, Cd, Zn, Pb ve Ni konsantrasyonları bu çalışma ya göre yüksek değerlerdedir.

Khosropour vd. (2017) yaptıkları çalışmada İran’da urban ve kent dışı ormanlık bölgelerde *P. orientalis* L. yetiştikleri toprakta ve yapraklarında Zn, Pb, Ni, Cr, Cu, Cd oranlarını belirlemişlerdir. Bitki yapraklarında Pb (13 µg/g dw), Cd (0,76 µg/g dw), Zn (72,2 µg/g dw), Ni (8,1 µg/g dw), Cu (9,1 µg/g dw), Cr (5,3 µg/g dw) olarak metal konsantrasyonlarını belirtmişlerdir. Elde ettikleri veriler ile bu çalışmada elde edilen veriler karşılaştırıldığında, yapraklarda Zn ve Pb oranları yüksek, Cu, Cd, Ni ve Cr oranları paraleldir. Toprakta ise Ni ve Cr oranları yüksek, diğer elementlerin oranları paraleldir.

6. ÖNERİLER

Günümüzde nüfusun ve şehirleşmenin hızlı artışı, bununla birlikte trafikteki araç sayısındaki artış, çevreyi kirleten plastik, pestisit gibi kimyasalların daha fazla çevreye salınımı ile birlikte ağır metal birikiminin insan ve çevre sağlığına zarar verecek düzeye gelmiştir. Ağır metallerin çevreye salınımı bitkilere ve dolaylı olarak insan ve diğer canlıların sağlığına olumsuz etkiler doğuracağından dolayı bazı önlemlerin alınması kaçınılmazdır.

Çalışmamızda çıkan sonuçlara göre yukarıda söz ettiğimiz sorunlara karşı bir nebze olsun katkıda bulunması düşünülerek aşağıda bazı öneriler sunulmuştur.

- 1- Kimyasal madde kullanımı ile ağır metal içerinden dolayı boya üretimi sınırlandırılmalı ve üretimi kontrol altında tutulmalıdır. Saç boyaları (kurşun asetat içerirler), eskimiş boyalı malzemeler, boyalı giysiler (kurşun içerikli olanlar) ve çocukların oyuncaklarının üretimi kontrol edilmelidir.
- 2- Elektrik enerjisinin ağır metal salınımında önemli bir yere sahip motorlu taşıtların yerini alması ve LPG gibi alternatif yakıt tüketimine özen gösterilmelidir. Bunun yanı sıra egzoz emisyonları istenen değerlere çekilmelidir.
- 3- Endüstri kuruluşları ve fabrikalar yerleşim merkezlerinin dışında kurulmalı, bacalarına filtre takılmalıdır. Fabrikalar ve endüstriyel faaliyet gösteren kuruluşların yer aldığı alanlar yeşillendirilmelidir.
- 4- Şehirlerde fosil yakıtların yerine doğal gaz kullanımı yaygınlaştırılmalı, bununla birlikte kullanılacak doğalgaz kombi ve kazanlarının bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.
- 5- Şehirlerimizde geri dönüşüm ve arıtma tesislerinin kurulumuna ve kullanımına özen gösterilmelidir. Doğaya ağır metal yayacak olan çöplerin uygun bir şekilde toplanması ve geri dönüşüm yöntemleriyle çevreye zarar vermeleri önlenmelidir.
- 6- İnsanlar çevre konuları üzerine bilinçlendirilmeli, bu tarz eğitici etkinliklere ve çalışmalara daha fazla özen gösterilmelidir.
- 7- Kentlerde ısı yalıtımına özen gösterilmelidir.
- 8- Ormanlarımızın ve yeşil alanlarımızın koruma altına alınması ve yeni yeşil alanların oluşturulmasına özen gösterilmelidir.

9- Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde deniz trafiği ve sahil kenarlarında bulunan kara yolu trafiğinin meydana getirdiği kirlilik konusunda önlem alınmalı, ayrıca sahil kesimlerinde insanların meydana getirdiği kirliliğin önüne geçecek tedbirlerin alınması gerekmektedir.

10- Sahil kesimlerimizde yer alan tersane ve fabrikaların ağır metal salınımında önemli bir yere sahip olduğu yapılan çalışmada görülmüştür. Bu nedenle bu kuruluşlarla yerleşim yerlerinin mesafesine dikkat edilmeli ve denetlemelerinin düzenli ve kurallara uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Adiloğlu, S., “Tekirdağ İlinde Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metallerin Kirliliğinin Araştırılması”, Doktora Tezi, **Namık Kemal Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**, Tekirdağ, (2013).
- Aksoy, A., Sahin, U. &, Duman, F. (2000).Robinia pseudo-acacia L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri. Turkish Journal of Botany,24, 279-284.
- Alloway, B., “Heavy Metals in Soils”, **Blackie and Sou Ltd.**, Glasgow and London,(1990).
- Anonim,(2014a)http://www.hssgm.gov.tr/menu/hizmetlerimiz/gemisaglikcevre_saglik.aspx, 10.03.2019
- Anonim, (2020b), <https://www.cbsakademi.ibb.istanbul/> 06.02.2020
- Anonim , (2020c), [www. ilimiz.net](http://www.ilimiz.net) 06.04.2020
- Anonim , (2020d), [www. ilimiz.net](http://www.ilimiz.net) 06.04.2020
- Anonim , (2020e), [www. ilimiz.net](http://www.ilimiz.net) 06.04.2020
- Anonim , (2020f), [www. ilimiz.net](http://www.ilimiz.net) 06.04.2020
- Anonim , (2020g), [www. ilimiz.net](http://www.ilimiz.net) 06.04.2020
- Anonim , (2020h), [www. ilimiz.net](http://www.ilimiz.net) 06.04.2020
- Anonim , (2020ı), [www. ilimiz.net](http://www.ilimiz.net) 06.04.2020
- Anonim , (2020i), www.ktu.edu.tr. 16.04.2020
- Anonim , (2020k), <https://www.selcuk.edu.tr/> 22.09.2019
- Anonim , (2020l), <https://www.selcuk.edu.tr/> 18.04.2020
- Anonim , (2020m), <https://www.selcuk.edu.tr/> 18.04.2020
- Anonim , (2020n), <https://www.selcuk.edu.tr/> 18.04.2020
- Arcak, S., Haktanır, K. ve Karaca, A., “Karayolları Yakınındaki Topraklarda Trafikten Kaynaklanan Ağır Metallerin Üreaz Enzim Aktivitesine Etkisi”, **Agriculture and Forestry**, 20: 101-107 (1996).
- Bayar, E., “Erzurum Şehir Merkezindeki Bazı Kavşaklarda Bitki (Sarıçam, *Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven) ve Toprakların Ağır Metal (Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb ve Ni) Kontaminasyon Durumunun Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı**, Erzurum, (2009).
- Bayçu, G., "Picea abies'te Kadmiyum Toksisitesi ve Köklerde Kadmiyum Birikimi" **XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi Kongre Kitapçığı**, İstanbul, 3:433-442 (1997).

- Bergmann, “Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen”, Dritte Erweiterte Auflage, **Gustav Fisher Verleag Jena**, Stuttgart (1993).
- Cocozza, C., Ravera, S., Cherubini, P., Lombardi, F., Marchetti, M. & Tognetti, R. (2016). Integrated biomonitoring of airborne pollutants over space and time using tree rings bark, leaves and epiphytic lichens. *Urban Forestry & Urban Greening*, **17**, 177–191
- Canözer, Ö., H. Fırmacı, M. Çakır, N. Özilbey, G. Püskülcü, N. Kılınç, Ü. ve Dikmelik, A. A., “Ege Bölgesi Önemli Kiraz Çeşitlerinin Bitki Besin Element Durumları Ve Toprak Bitki İlişkileri”, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bornova, İzmir, 74s (1984).
- Çepel, N., DüNDAR, M. ve Günel, A., “Türkiye’nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler”, **Tübitak**, Ankara 354 (1997).
- Çicek, A., And Koparal, A. S., “Accumulation Of Sulfur And Heavy Metals In Soil And Tree Leaves Sampled From The Surround Of Tuncbilek Thermal Power Plant”, **Chemosphere**, 57:1031-1036 (2004).
- Çilali, E., “Amasya-Tokat Karayolu Çevresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnunda (Rosa Spp) Mesafeye Bağlı Olarak Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**, Tokat, (2012).
- Çobanoğlu, O. (2019). *Mavi Ladin (Picea Pungens Engelm) ibrelerinin yakın geçmişteki ağır metal birikiminde biyomonitor olarak kullanılabilme olanakları* (Doctoral dissertation, Kastamonu Üniversitesi)
- Çolak, C., “Ülkemizde Geleneksel Tedavilerde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Kök Ve Çiçeklerinde Ağır Metal Ve Mineral Besin Element Tayini”, Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı**, İstanbul, (2014).
- Davis PH (Ed.) (1965-1985) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vols. 1-9. Edinburgh University Press*, Edinburgh
- Dmuchowski, W., Gozdowski, D., Baczewska, A.H. & Bragoszewska, P. (2013). Evaluation of various bioindication methods used for measuring zinc environmental pollution. *International Journal of Environment and Pollution*, **51**(3/4), 238-254
- Doğan, Y., Uğulu, İ., Başlar, S., “ Turkish Red Pine as a Biomonitor: A Comparative Study of the Accumulation of Trace Elements in the Needles and Bark”, **Ekoloji Dergisi (Uluslararası Bilimsel Çevre Dergisi)**, İzmir, 19(75):88-96 (2010).

- Divrikli G., Mendil, D., Tüzen, M., Soylak M. ve Elçi L., “Trace Metal Pollution From Traffic İn Denizli-Turkey During Dry Season”, *Biomedical and Environmental Sciences*, 19: 254-261 (2006).
- Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D., Zengin, M., “Heavy Metal Contents of *Pinus radiata* Trees of İzmit”, *Asian Journal of Chemistry*, 2(16):1129-1134 (2004).
- El-Bassam, N. and Tietjen, C. “Municipal Sludge As Organic Fertilizer With Special Reference To The Heavy Metals Constituents İn Soil”, *Organic Matter Studies, Vol 2 IAAE*, Vienna, 253 (1977).
- Elik, A., Akçay, M., “Sivas Kentinde Ağır Metal Kirliliğinin Yerel ve Zamansal Değişimi”, *Tr. J. Eng. And Env. Sci.* 24: 15–24, (2000).
- Elmacı, Ö.L., “Güney Marmara Bölgesi Sanayi Domates Alanlarındaki Toprak, Sulama Suyu ve Domates (*Lycopersicum esculentum*) Meyvelerinde Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *E.Ü. Fen Bil. Ens.*, Bornova (1995).
- Eroğlu, A., Aksoy, N., “Jeotermal Suların Kimyasal Analizi”, in *Toksoy, M.(ed.), Jeotermal Enerji Doğrudan Isıtma Sistemleri Temelleri ve Tasarımı MMO Yay. No: E/2003/328-4*, İzmir, 149-183 (2003).
- Erçişli, S., “Chemical Composition of Fruits in Some *Rose* (*Rosa spp.*) species”, *Food Chemistry*, 104: 1379-1384 (2007).
- Gedikoğlu, İ., Kalınbacak, K., Yurdakul, D. ve Yalçıklı, A., “Bazı Ağır Metallerin Toprakdan Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması Ve Buğday Yetiştirilerek Kalibrasyonu”, *Toprak Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Köy Hizmetleri Gen. Müd. APK Daire Başkanlığı*, Yayın No:106 (1997).
- Geiger, G., Federer P. and Sticher H., “Reclamation of Heavy Metal Contaminated Soils: Field Studies and Germination Experiments”, *Journal of Enviromental Quality*, 22:(1) 201-207 (1993).
- Goncharuk, E.J. and Sidorenka, G.J., “Hygienic Regulation For Chemic Substance İn Soils”, *Medicina*, Moscow, 320p (1986).
- Goyer, R. A., “Toxic effects of metals. In: Caserett and Doull’s Toxicology”, The Basic Science of Poisons (Eds. Amdur M. O., Doull, J., Klaassen, C. D.) *Pergamon Press*, New York, 1032 (1991).
- Hakerlerler, H., Anaç, D., Okur, B. ve Saatçi, N., “Gümüldür Ve Balçova’daki Satsuma Mandalin Bahçelerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması”, *E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 92-ZRF-47*, Bornova-İzmir (1994).
- Haktanır, K ve Arcak, S., “Çevre Kirliliği”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü*, Ankara, Ders Kitabı: 457 (1998).
- Haktanır, K., Sözüdoğru Ok, S., Karaca, A., Arcak, S., Çimen, F., Topçuoğlu, B., Türkmen, C. ve Yıldız, H., “Muğla-Yatağan Termik Santrali Emisyonlarının

- Etkisinde Kalan Tarım Ve Orman Topraklarının Kirlilik Veri Tabanının Oluşturulması Ve Emisyonların Vejetasyona Etkilerinin Araştırılması”, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, Ankara, 2(1): 1309-1107 (2010).
- Hu, Y., Wang, D., Wei, L., Zhang, X. & Song, B. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in plant leaves from Yan'an city of the Loess Plateau, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 110, 82–88.
- Jain, R., Srivastava, S and Madan, V.K., “Influence Of Chromium On Growth And Cell Division Of Sugarcane”, *Indian J. Plant Physiol*, 5:228-31 (2000).
- Kabata-Pendias, A., Piotrowska, M., “Zanieczyszczenie Glebi Roslin Uprawnych Pierwiastkami Sladowymi”, *CBRopracowanie problemowe*, Warszawa, Poland (1984).
- Kabata-Pendias, A. and Pendias H., “Trace Elements In Soils and Plants”, *CRC. Press*, London (1992), New York (2000).
- Kacar, B. ve Katkat, A. V., “Bitki Besleme”, *Nobel Yayınları*, 849 (2006).
- Kacar, B. ve Katkat, A. V., “Bitki Besleme”, *Nobel Yayınları* (5. Baskı) 1678(2011).
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., “Metallerin Çevresel Etkileri –I”, *İTÜ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü*, (2004).
- Khosropour, E., Attarod, P., Shirvany, A., Pypker, T.G, Bayramzadeh, V., Hakimi, L. & Moeinaddini, M. (2018). Response of Platanus orientalis leaves to urban pollution by heavy metals. *Journal of Forestry Research*, **30(4)**, 1437–1445.
- Karademir, M. ve Toker M.C., “Ankara’nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim Ve Bitkilerde Egzoz Gazlarından Gelen Kurşun Birikimi”, *II.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Ankara, 699-711 (1995).
- Karataş, M., “Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metal İncelenmesi Bitki ve Topraktaki Birikiminin Taspiti”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2004).
- Karakoyun, G., “Erzincan Şehir Merkezinde Hava Kirliliği”, Yüksek Lisans Tezi *Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan* (2014).
- Katkat, A.V., Özgümüş, A. ve Basar, H., “Bursa Yöresindeki Şeftali Ağaçlarının Demir, Çinko, Bakır Ve Mangan İle Beslenme Durumları”, *Tr of Agricultural and Forestry*, 18: 447-457 (1994).
- Kaya, B.B., “Erciyes Strato Volkanından Püsküren Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Yetiştirilen Meyvelerin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü/Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*, Tokat (2010).

- Keleş, C. T., “Konya Şehir Merkezi Yol ve Parklarında Ağır Metal Kirliliği”, Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Müh. Anabilim Dalı**, Konya, (2007).
- Khan, A.G., Kuek, C., Chaudhry, T.M., Khoo, C.S. and Hayes, W.J., “Role Of Plants, Mycorrhizae And Phytochelators İn Heavy Metal Contaminated Land Remediation”, **Chemosphere** 41:197-207 (2000).
- Khosropour, E., Attarod, P., Shirvany, A., Pypker, T.G, Bayramzadeh, V., Hakimi, L. & Moeinaddini, M. (2018). Response of Platanus orientalis leaves to urban pollution by heavy metals. *Journal of Forestry Research*, **30(4)**, 1437–1445.
- Kınalıoğlu, K., Çavuşoğlu, K., Yapar, K., Türkmen, Z., Yalcın, E., Şengül, B., Şengül, Ü. ve Duyar, Ö., “Taşıtların Sebep Olduğu Kurşun (Pb) Kirliliğinin Usnea Longissima Acharius Kullanılarak Araştırılması”, **SDÜ Fen Dergisi (E-DEĞİ)**, Isparta, 4(2):129-135 (2009).
- Kim, D.S., An, K.G., and Kim K.H., “Heavy Metal Pollution in the Soils of Various Land Use Types Based on Physicochemical Characteristics”, **Journal Of Environmental Science And Health, Part A—Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering, Vol.A38**, 5:839–853 (2003).
- Kitagishi, K. and Yamane, I., “Heavy Metal Pollution İn Soils Of Japan”, **Japon Science Society Press**, Tokyo, 302 (1974).
- Kloke, A., 1982. “Erläuterungen Zur Klärschlamm Verordnung Landwirtschaft, Forsch., Soderhns”, 39: 302-308 (1982)
- Kovacheva, P., Djingova, R. and Kuleff, I., 2000. “On The Representative Sampling Of Plants For Multielement Analysis”, **Phytologia Balcanica**, 6:91- 102 (2000)
- Liang, J., Fang, H.L., Zhanga, T.L., Wang, X.X. & Liu, Y.D. (2017). Heavy metal in leaves of twelve plant species from seven different areas in Shanghai, China. **Urban Forestry & Urban Greening**, **27**, 390–398.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., “Development Of A DTPA Soil Test For Zinc, İran, Manganese And Copper”, **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.**, 42: 421-428 (1978).
- Linzon, S.N., “Phytotoxicology Excessive Levels for Contaminants in Soil and Vegetation”, **Report of Ministry of the Environment**, Ontario, Canada (1978).
- Marschner, H. “Marschner's mineral nutrition of higher plants (Vol. 89)”P. Marschner (Ed.). **Academic press** (2012).
- Mengel, K., and Kirkby, E., “A principles of plant nutrition, publ. int. potash inst. Bearn”, Switzerland (1987).
- Mor, F., “Bursa’da Yoğun Araç Trafik, Sanayi, Kentleşme ve Tarımsal Faaliyetlerin Etkileri Bakımından Sebzelerde ve Yem Bitkilerinde Kadmiyum ve Kurşunla

- Kontaminasyon”, Doktora Tezi, *Uludağ Üniv., Sağ. Bil. Ens., Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı*, Bursa, (2002).
- Munzuroğlu, Ö., Gür, N., “Ağır Metallerin Elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)’da Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri”, *TÜBİTAK Türk J Biol* 24: 677-684 (2000).
- Norouzi, S., Khademia, H. (2015b). Source identification of heavy metals in atmospheric dust using *Platanus orientalis* L. leaves as bioindicator. *Eurasian Journal of Soil Science*, 4(3),144 – 152
- Norouzi, S., Khademi, H., Cano, A. F., & Acosta, J. A. (2015). Using plane tree leaves for biomonitoring of dust borne heavy metals: *a case study from Isfahan, Central Iran. Ecological indicators*, 57, 64-73.
- Osma, E., “İstanbul'da Yetişen Bazı Sebzelerde Ağır Metal Birikiminin Tesbiti”, Doktora Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, İstanbul, (2009).
- Osma, E., İlhan, V. & Yalçın, İ.E. (2014). *Heavy metals accumulation causes toxicological effects in aquatic Typha domingensis Pers. Brazilian Journal of Botany*,37(4), 461–467.
- Ozturk, A., Yarci, C. & Ozyigit I.I. (2018). Assessment of heavy metal pollution in Istanbul using plant (*Celtis australis* L.) and soil assays. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 31(5), 948–954.
- Önal, E., 2002,”Çevre sağlığı-Türkiye’den örnekler” *İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı İstanbul*.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., “Toprak Bilimi”, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak.*, Adana, 73 (1995).
- Özel, H.B., Özel, H.U. & Varol, T. (2015). Using Leaves of Oriental Plane (*Platanus orientalis* L.) to Determine the Effects of Heavy Metal Pollution Caused by Vehicles. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(6), 2569-2575.
- Resmi Gazete, 2005, “Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” 31/05/2005 tarihli, 25831 sayılı.
- Resmi Gazete, 31.05.2005 tarih/25831 sayılı.
- Rether, A., “Entwicklung Und Charakterisierung Wasserlöslicher Benzoylthioharns to ffunktionalisierter Polymere Zur Selektiven Abtrennung Von Schwermetallionen Aus Abwassern Und Prozesslösungen”, Doktora Tezi, *Münih Teknik Üniversitesi*, (2002).
- Rout, G.R. and Das, P., ”Effect Of Metal Toxicity On Plant Growth And Metabolism: I.Zinc”, *Agronomie*, 23:3-11 (2003).

- Ross, S.M., 1994. "Sources And Forms Of Potentially Toxic Metals İn Soil-Plant Systems", *Toxic Metals in Soil-Plant Systems*, Wiley, England, 3-26 (1994).
- Saatçi, F., Hakerlerler, H., Tuncay, H. ve Okur, B., "İzmir İli Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarından Tarım Arazileri Ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerinde Bir Araştırma", *E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 127*, Bornova, İzmir (1988).
- Sawidis, T., Breuste, J., Mitrovic, M., Pavlovic, P.&, Tsigaridas, K. (2011). Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. *Environmental Pollution*, 159, 3560-3570.
- Saygıdeğer, S., "Lycopersicum esculentum L. Bitkisinin Çimlenmesi Ve Gelişimi Üzerine Kurşunun Etkileri", *2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Ankara, 588-597 (1995).
- Sharma, P ve Dubey, R.S., "Lead Toxicity İn Plants", *Braz. J. Plant Physiol.*, 17(1):35-52 (2005).
- Sheoran, I.S., Singal, H.R and Singh, R., "Effect Of Cadmium And Nickel On Photosynthesis And Enzymes Of The Photosynthetic Carbon Reduction Cycle İn Pigeon Pea (*Cajanus cajan* L.)", *Photosynthesis Research*, 23, 345-351 (1990)
- Sresty, T.V.S., Madhava Rao, K.V., "Ultrastructural Alterations in Response to Zinc and Nickel Stress in the Root Cell of Pigeonpea", *Environ and Exp. Bot*, 41: 3-13 (1999).
- Şanda, M.A., "Konya İli Merkezi ve Çevre Yollarındaki Bitkilerde Ağır Metal Birikimi", Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Ana Bilim Dalı*, Konya, (1993).
- Topbaş, M.T., Brohi, A.R., Karaman, M.R., "Çevre Kirliliği", *T.C. Çevre Bakanlığı*, Ankara, (1998)
- Turan, Ş., "Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Yapraklarında Ağır Metal ve Mineral Besin Element İçeriklerinin Tayini" Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı* (2014).
- Ugolini, F., Tognetti, R., Raschi, A. &, Bacci, L. (2013). Quercus ilex L. as bioaccumulator for heavy metals in urban areas: Effectiveness of leafwashing with distilled water and considerations on the trees distance from traffic. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12, 576-584.
- Vaillant, N., Monnet, F., Hitmi, A., Sallanon, H and Coudret, A., "Comparative Study Of Responses İn Four Datura Species To A Zinc Stress", *Chemosphere*, 59: 10051013 (2005).

- Viard, B., Pihan, F., Promeyrat, S. and Pihan, J.C., 2004. Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Gramineae and land snails. *Chemosphere* 55, 1349–1359.
- Yetimoğlu, E., Ercan, Ö., Tosyalı, K., “Heavy Metal Contamination in Street Dusts of Istanbul (Pendik to Levent) E-5 Highway”, *Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fak. Kimya Anabilim Dalı*, (2004).
- Yıldız, N., 2004. “Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller” Yüksek Lisans Ders Notları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Erzurum, ZT-531 (2004).
- Yıldız, N., “Bitki Beslemenin Esasları ve Bitkilerde Beslenme Bozukluk Belirtileri”, *ISBN*, Erzurum, 975-442-110-2: 75-89-150-159-185-191 (2008).
- Zengin, F. K., Munzuroğlu, Ö., “Effects Of Lead (Pb++) And Copper (Cu++) On The Growth Of Root, Shoot And Leaf Of Bean (Phaseolus Vulgaris L.) Seedlings”, *Gazi*
- Wang, H., Shan, X.Q., Wen, B., Zhang, S., Wang, Z. J., “Responses Of Antioxidative Enzymes To Accumulation Of Copper In A Copper Hyperaccumulator Of *Commoelina Communis*”, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 47:185-192 (2003).
- Wei, B. &, Yang, L. (2010). A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal*, 94, 99–107.



EKLER

Ek1- Tez Çalışması Süresince Yapılan Akademik Çalışmalar

Akbayır, S., Osma, E., Varol, T. (2019). İstanbul'un Sahil Kesimlerinden Toplanan *Platanus orientalis* L. (DoğuÇınarı)'te Ağır Metal Birikimi. ***Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*,4(3),393-400.**

E.OSMA, M.ELVEREN, S.AKBAYIR, Ibuprofen ve Ciprofloxacın Karışımı ile Yetiştirilen Buğdaylarda (*triticum aestivum* l.) Elektrolit Sızıntı ve Klorofil Miktarının Belirlenmesi, ***Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (BAHAR 2019) 26 – 28 Nisan 2019 KOCAELİ FEN BİLİMLERİ BİLDİRİLER KİTABI CİLT I.***

E.OSMA, M.ELVEREN, S.AKBAYIR, İstanbul'un Sahil Kesimlerinden Toplanan *Platanus Orientalis* L. 'te Mg VE Al Birikimi, ***Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (BAHAR 2019) 26 – 28 Nisan 2019 KOCAELİ FEN BİLİMLERİ BİLDİRİLER KİTABI CİLT I.***

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Erzurum ili Horasan ilçesinde doğdu. İlkokulu Fehmi Bilge İlkokulu, ortaokul ve lise öğrenimini ise Horasan Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazandı ve 2008 yılında mezun oldu. Mezun olduktan sonra Horasan'da bir süre ücretli öğretmenlik yaptı. 2008 yılında Polislik sınavını kazanarak 2009 yılında İstanbul'da göreve başladı. 2011-2020 yılları arası İstanbul Bölge Kriminal Polis Laboratuvarı Biyolojik İncelemeler Şube Müdürlüğünde görev yaptı. Halen Diyarbakır Bölge Kriminal Polis Laboratuvar Müdürlüğü Biyolojik İncelemeler Şube Müdürlüğünde görev yapmaktadır. 2017 yılında başladığı yüksek lisans eğitimime ise halen devam etmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.