

T.C.  
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MALATYA'DA FARKLI BÖLGELERDEN TOPLANAN  
AKDUTLARDA (*MORUS ALBA L.*) AĞIR METAL ANALİZİ

Mahmut KARADENİZ

Danışman: Doç. Dr.Etem OSMA

BİYOLOJİ  
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN

2019

Her Hakkı Saklıdır.

### Kabul ve Onay Sayfası

Doç. Dr. Etem OSMA danışmanlığında, Mahmut KARADENİZ tarafından hazırlanan bu çalışma 03/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği/~~oy çokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Mustafa KORKMAZ

İmza:

Üye : Doç. Dr. Etem OSMA

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Fatih Doğan KOCA

İmza:

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunun 17/01/2020 tarih ve 3./5.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.



**Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY**

Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, şekil ve tabloların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

### Bilimsel Etiğe Uygunluk Sayfası

“Malatya’da Farklı Bölgelerden Toplanan Akdutlarda (*Morus alba* L.) Ağır Metal Analizi” isimli “Yüksek Lisans/ Doktora” tezim tarafımda 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 gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 03/12/2013



**Mahmut  
KARADENİZ**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### MALATYA'DA FARKLI BÖLGELERDEN TOPLANAN AKDUTLARDA (*MORUS ALBA L.*)AĞIR METAL ANALİZİ

Mahmut KARADENİZ

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr.Etem OSMA

Yapılan bu çalışmada Malatya il sınırları içerisinde yer alan Kenar semt, Şehir içi, Çevre yolu, Sanayi ve Şaynahan Beldesi olmak üzere beş farklı lokaliteden *Morus alba L.* (Akdut) bitkisine ait yaprak, meyve ile yetiştikleri topraklardan toplanan örneklerde (Mn, Al, Cd, Zn, Pb, Co, Ni, Fe, Cu, Cr) metalkonsantasyonu araştırılmıştır. Başlangıçta, toplanan bitkiye ait yaprak örnekleri yıkanmış ve yıkanmamış olarak ikiye ayrılmıştır. Bitki ve toprak örnekleri laboratuvardayıkama, kurutma ve toz haline getirme gibi ön işlemlerden geçirildikten sonra element miktarı ICP-MS cihazında analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, SPSS 22 İstatistik Paket Programı'nda istatistiksel olarak karşılaştırılmış olup lokaliteler arasında önemli ölçüde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Sanayi ile çevre yolu bölgelerinden toplanan örneklerdeki ağır metal konsantrasyonunun diğer bölgelere göre yüksek miktarda olduğu görülmüştür. Özellikle, toprak örneklerinde bazı ağır metallerin birikiminin dikkat edilmesi gereken seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

2019, 51 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, ICP-MS, Akdut, Malatya

## ABSTRACT

Master Thesis

### THE ANALYSE OF HEAVY METAL IN MULBERRIES (*MORUS ALBA* L.) GROWING IN DIFFERENT AREAS IN MALATYA

Mahmut KARADENİZ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Etem OSMA

In this study, metal concentration (Zn, Pb, Co, Ni, Fe, Cu, Cr, Mn, Al, Cd) has been investigated in the leaf, fruit samples taken from the soil where they grow related to *Morus alba* L. (Akdut) plant belonging to five different localities, namely, Suburban, Inner City, Ring Road, Industry and Şaynahan Town, located in Malatya province boundaries. Initially, leaf samples of the collected plant have been divided into washed and unwashed. After the pretreatment of plant and soil samples such as washing, drying and dusting in the laboratory, the element content was analyzed by ICP-MS. The data obtained were compared statistically in SPSS 22 Statistical Package Program and it has been determined that there are significant differences between the localities. It has been observed that the heavy metal concentration in samples collected from industrial and ring road regions is higher than the other regions. Particularly, it has been determined that the accumulation of the some heavy metals in the soil samples is at a level that shall be taken into consideration.

2019, 51 pages

**Keywords:** Ağır metal, ICP-MS, *Morus alba*, Malatya

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalıŐmasının her aŐamasında beni destekleyip, yönlendiren, sabrımı, ilgi ve alakasını, güler yüzünü, hoşgörüsünü hiçbir zaman kaybetmeden her türlü bilgi ve emeği ile yanımda olan, kıymetli danışmanım, Sayın Doç. Dr.EtemOSMA'ya, Kıymetli eŐim Berivan KARADENİZ'e ve bu süreçte maddi manevi desteklerini sürekli olarak bana sunan Annem Medine KARADENİZ ile Babam YaŐar KARADENİZ'esonsuz minnet, teşekkür ve Őükranlarımı sunuyorum. Ayrıca, tez alıŐması Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi BAP, FYL-2018-587 no'lu proje kapsamında çalışılmıştır.

Mahmut KARADENİZ

Haziran, 2019

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>Simgeler</b> .....	<b>viii</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. KURAMSAL TEMELLER</b> .....	<b>7</b>
3.1. Ağır Metaller ve Özellikleri .....	<b>7</b>
3. 1. 1. Manganez (Mn) .....	<b>7</b>
3. 1. 2. Krom (Cr) .....	<b>7</b>
3. 1. 3. Çinko (Zn) .....	<b>8</b>
3. 1. 4. Kobalt (Co).....	<b>9</b>
3. 1. 5. Bakır (Cu).....	<b>9</b>
3. 1. 6. Demir (Fe) .....	<b>10</b>
3. 1. 7. Kurşun (Pb).....	<b>10</b>
3. 1. 8. Kadmiyum (Cd).....	<b>11</b>
3. 2. Ağır Metallerin Bitki Bünyesine Alınması .....	<b>12</b>
<b>4. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>13</b>
<b>5. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>16</b>
5.1. Cu (Bakır) Konsantrasyonu .....	<b>16</b>
5.2. Fe (Demir) Konsantrasyonu .....	<b>18</b>
5.3. Mn (Mangan) Konsantrasyonu .....	<b>20</b>
5.4. Zn (Çinko) Konsantrasyonu .....	<b>22</b>
5.5. Ni (Nikel) Konsantrasyonu.....	<b>24</b>

5.6. Al (Alüminyum) Konsantrasyonu .....	26
5.7. Co (Kobalt) Konsantrasyonu .....	28
5.8. Cr (Krom) Konsantrasyonu .....	30
5.9. Cd (Kadmiyum) Konsantrasyonu .....	32
5.10. Pb (Kurşun) Konsantrasyonu .....	34
<b>6. SONUÇ ve TARTIŞMA .....</b>	<b>36</b>
<b>7. ÖNERİLER .....</b>	<b>42</b>
<b>8. KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>50</b>
Ek-1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Akademik Çalışmalar .....	51
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>52</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### sayfa

Şekil4.1. Çalışma Alanı .....	14
Şekil 5.1.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Cu konsantrasyonu ..	16
Şekil5.2.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) topraktaki Cu konsantrasyonu.....	16
Şekil 5.3.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Fe konsantrasyonu.....	18
Şekil5.4.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Fe konsantrasyonu .....	18
Şekil 5.5.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Mn konsantrasyonu ....	20
Şekil 5.6.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Mn konsantrasyonu .....	20
Şekil 5.7. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Zn konsantrasyonu ..	22
Şekil 5.8.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktakiZn konsantrasyonu .....	22
Şekil 5.9.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Ni konsantrasyonu.....	24
Şekil5.10.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Ni konsantrasyonu .....	24
Şekil 5.11.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Al konsantrasyonu....	26
Şekil 5.12.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Al konsantrasyonu .....	26
Şekil 5.13.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) Cokonsantrasyonu ....	28
Şekil 5.14Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Co konsantrasyonu .....	28
Şekil 5.15.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Cr konsantrasyonu....	30
Şekil5.16.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Cr konsantrasyonu .....	30
Şekil 5.17.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Cd konsantrasyonu ..	32
Şekil5.18.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Cd konsantrasyonu .....	32
Şekil 5.19.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morus alba</i> (Akdut) Pb konsantrasyonu....	34
Şekil 5.20.Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Pb konsantrasyonu .....	34

## TABLULAR LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 3.1. Önemli Ağır Metallerin Ekolojik Sınıflandırılması.....	11
Tablo 5.1. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Cu konsantrasyonu.....	19
Tablo 5.2. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Fe konsantrasyonu.....	21
Tablo 5.3. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Mn konsantrasyonu.....	23
Tablo 5.4. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Zn konsantrasyonu.....	25
Tablo 5.5. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Ni konsantrasyonu.....	27
Tablo 5.6. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Al konsantrasyonu.....	29
Tablo 5.7. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Co konsantrasyonu.....	31
Tablo 5.8. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Cr konsantrasyonu.....	33
Tablo 5.9. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Cd konsantrasyonu.....	35
Tablo 5.10. Farklı lokalitelerden toplanan <i>Morusalba</i> (Akdut) topraktaki Pb konsantrasyonu.....	37

## SİMGELER ve KISALTMALAR

### Simgeler

%	Yüzde
'	Dakika
<	Küçük
>	Büyük
°C	Santigrat derece
Al	Aliminyum
As	Arsenik
Au	Altın
B	Bor
Ba	Baryum
Br	Brom
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Ce	Seryum
Cl	Klor
Cr	Krom
Cs	Sezyum
Cu	Bakır
Eu	Evropyum
Fe	Demir
H	Hidrojen

Hg	Cıva
K	Potasyum
La	Lantan
Lu	Lutenyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Na	Sodyum
Nd	Neodim
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Rb	Rubidyum
S	Kükürt
Sb	Antimon
Sc	Skandiyum
Se	Selenyum
Sm	Samaryum
Th	Toryum
Ti	Titanyum
V	Vadanyum
Yb	İtterbiyum

## Kısaltmalar

ANOVA	Analysis of Variance
cm	Santimetre
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
g	Gram
g/mol	Gram/Mol
ICP-AES	Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
Km	Kilometre
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
m	Metre
mg/kg	Miligram/kilogram
mg/L	Miligram/litre
mm	Milimetre
ppb	Parts per billion
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
µg/g dw	Mikrogram
µg/ml	Mikrogram/miligram

## 1.GİRİŞ

Çevresel problemler, küreselleşmenin bir sonucu olarak günümüz dünyasının en önemli problemi haline gelmiştir. Teknolojivesanayileşme sayesinde çok sayıda kimyasal maddeinsanlığın faydalanabilmesi için üretilmiş olup, bu durum kendisiyle beraber bütün canlıların ciddi şekilde zarar görmesine neden olmuştur (Üçer, 2009).

Birleşmiş uluslar İktisadi ve İçtimai İşler Dairesi'nin 2017'de yayımladığı Dünya(D) Nüfus(N) Tahminleri(T) Raporu'na(R) göre, dünya populusyon son onikisenedeyaklaşık olarak 1 milyar artarak 7.6 milyar seviyelerine ulaşmıştır. Raporun diğer sonuçlarında göz önüne alındığı taktirde dünyadaki nüfusun 2030 yıllarında 8,6 milyar seviyelerine, 2050 yıllarında 9,8 milyar seviyelerine ve yüzyıl sonunda ise 11,2 milyar sevyelerine ulaşması öngörülmektedir. (Anonim, 2019a). Hızla artan nüfusun, birçok sayıda olan taleplerini çoğaltmakta ve bu istemlerin çoğalması çeşitli sorunların da kendisiyle beraber oluşmasına, bundan kaynaklı olarak çevrenin kötü bir şekilde etkilenmesine neden olabilmektedir(Keleş ve Ertan, 2002).

Umumi açıklamayla; çevre yapay bir biçimde, insanlar tarafından bozulmasıyla birlikte çevre kirliliği meydana gelmektedir.Çevre kirliliğine neden olan en önemli faktörlerden biri kimyasal maddelerdir. Bu maddeler,canlı ve cansız varlıklara zarar verebilen, ekosistemde ciddi şekilde tahribata neden olan maddelerin bütünüdür. Normal olarakkimyasal maddelerçevrede olması gerekenlimitleri aşmadığı sürece kirletici olmazlar. Doğa, uygun koşullarda, limiti aşmayan bu maddeleri ortadan kaldırmagücüne sahiptir. Fakat bu maddelerlimit değerlerini aştıklarında, çevrede kirlenmenin olduğunun göstergesidir. Kirleticiler,ekosistemde katı, sıvı yada gaz halinde bulunabilmektedir. Sıvı yada gaz halde bulunan kirletici gruplar, belli bir şekilleri olmayıpbir bölgedenbaşka bölgelerekolaylıkla ulaşabilmektedir. Çevre kirliliğini, hava, su ve toprak gibi alıcı ortamlarda görmek mümkündür. Bugüne kadar kullanılan enerjilerin büyük bir çoğunluğu, fosil yakıtlar ile sağlanmıştır. Fosil yakıtların haricinde birçok alanda kullanılan metaller çevre üzerinde ciddi manada olumsuz etkileri bulunmaktadır (Kargar, 2015).

Günümüzde ise bu kirliliğe sebep olan maddelerin en önemlileri arasındayer alan ağır metaller, ortamda uzun süreli olarak kalabildikleri, ekosistemlerinde toksik

etkileri yapabildikleri ve besin zinciriyle canlılara ulaşarak ciddi sağlık sorunlarına neden oldukları bilinmektedir. Maden çalışmaları, gübreler, fosil yakıtlar, pestisitler, atmosferik depozisyon, evsel olarak bilinen atıklar v.b. gibi birçok insanoğlunun yaptığı faaliyetler ağır metallerin kaynaklarını oluşturmaktadır. Ağır metaller, hava, su ve toprağa kolaylıkla ulaşarak kirliliğe neden olabilmektedir (Shrivastav, 2001; Demirayak, 2008).

Son zamanlarda, su, hava ve toprak gibi alıcı ortamlarda önemli ölçüde biriken ağır metaller, tüm canlıların yaşamını önemli ölçüde tehdit eden ciddi bir çevresel sorun haline gelmiştir. Özellikle, 1950 'li yıllardan itibaren hızlı nüfus artışı ile beraber etkisini büyük oranda göstermeye başlamıştır. Ağır metaller, maden ocakları ve işletmeleri, tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar, endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzozları ile kentsel atıklar gibi birçok antropojenik etkiler ile çevreye yayılmaktadır (Asri ve Sönmez, 2006; Yavuzer ve Osma, 2018). Farklı konsantrasyonlarda hava, su ve toprakta bulunabilen ağır metaller belirli konsantrasyonların üzerine ulaştığında kirliliğe neden olmaktadır. Ağır metallerin, çevrede yaygın olarak birikmesi, bütün canlılar için ciddi bir tehlike meydana getirmektedir (Munzuroğlu ve Zengin 2004; Tuna, 2011; Karakoyun ve Osma, 2015).

Ağır metaller, besin zinciri ile bitkiden başlayarak insana kadar tüm canlılar için önemli tehlikeye sebep olmakta ve ekosistemde büyük oranda artmaktadır (Munzuroğlu ve Geçkil, 2002; Ergün vd., 2010) Ağır metallerin bulaşmış olduğu besinlerin tüketilmesi, bu kirletici maddelerin canlı dokularında birikebilme konsantrasyonuna bağlı olarak çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Türküzü ve Şanlıer 2014).

Cd, Pb, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Ag, As, Al, Se ve Zn gibi ağır metaller düşük konsantrasyonlarda bile kanserojen etkileri olabilmektedir. Bu elementlerin bir kısmı ağır metal olarak tanımlanırken bir kısmı da mikro besin elementi olarak canlılar tarafından tüketilmektedir (Aksoy vd., 2005; Leblebici ve Özyürek, 2017). Ağır metaller, biyolojik süreçler içerisinde en ciddi zararı bitkilerde meydana getirmektedir. Tohum çimlenmesi, fide büyüme ve gelişimi, biyomas miktarının düşüklüğü, çiçek ve meyve oluşumunda azalma, verimlilikte azalma ve ürün kalitesinde bozulmalar gibi birçok zarara neden olabilmektedir. Bunların zararların haricinde, ağır metaller stoma hareketleri, su alımı, klorofil miktarının azaltması, fotosentez, transpirasyon, azot döngüsü, protein sentezi, membran stabilitesi, enzim aktivitesinin sekteye uğraması,

bitkiler için gerekli besleyici elementlerin alınımının engellemesi gibi birçok hücre içi faaliyetlerde olumsuz yönde etkileri olabilmektedir (Gür vd., 2004; Munzuroğlu ve Zengin 2004; Asri ve Sönmez, 2006; Lelebici vd., 2010; Lelebici ve Özyürek, 2017).

Yapılan çalışmayla; farklı lokalitelerden toplanmış olan *Morusalba* (Akdut), yetiştikleri topraklardan faydalanılarak, aşağıdaki hedeflere ulaşılmaq istenmektedir.

- 1- Akdutların çeşitli organlarında (kabuk, yaprak ve meyve) ağır metal birikimini tespit etmek.
- 2- Çalışılan bölgelerde, kirlilik kaynaklarını ve sebeplerini araştırmak.
- 3- Yıkanmış ve yıkanmamış yaprak örnekleri arasında farklılıkları belirleyerek, lokalitelerin kirlilik boyutlarını ortaya çıkarmak.
- 4- Elde edilen veriler istatistiksel değerlendirilerek, lokaliteler arasındaki farklılıkları belirlemek.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Munzuroğlu ve Gür (2000), Ağır Metallerin Elma (*Malussylvestris* Miller Cv. Golden)'da polen çimlenmesi ve polen tütü gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada elde ettikleri verilere göre ağır metaller, polen çimlenmesini ve tütü büyümesini önemli oranda azalttığını tespit etmişlerdir.

Ayhan vd. (2006), bitkilerde ağır metal zararları ve korunma mekanizmalarını araştırmışlardır. Metal zararından etkilenme derecesi, maruz ktoplunan metalin çeşidi ve derişimi ile bitkinin türüne bağlı olarak farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Keser (2008), Aydın ilinde Büyük Menderes Nehri ile sulanan bölgelerde yetişen bazı sebze ve meyvelerdeki ağır metal kirliliğinin araştırılması ile ilgili çalışmayı yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda bütün ürünlerde analizleri yapılan metallere bağlı olarak kirlenmenin olduğu görölmüştür.

Lermi, (2009), Gümüşköy-Maden (Ulukışla-Niğe) bölgesindeki toprak, su ve bitkilerde maden atıklarından kaynaklanan ağır metal kirlilik düzeyleri ile ilgili araştırma yapmışlardır. Çalışılan bölgedeki tarım arazilerinden toplanan bahçe bitkilerinin yapraklarında yapılan analizlere bağlı olarak hesaplanan biyokonsantrasyon faktörü (BCF) tüm bitkilerde Fe 3.8-4.5, Pb 3.3-4.5, Zn 2.5-3.1 ve As 1.8 ile 3 arasında olduğu görölmüştür.

Ergün vd. (2010), Amanoslar'da (Hatay) yetişen bazı bitki türlerinde ağır metal birikimi ve mineral içerik üzerine bir çalışma yapmışlardır. Pb birikimi *Laurusnobilis*'te (0.717ppm) en yüksek seviyede belirlenmiş ve ayrıca çalışma örneklerinde Ca, K, P, Na, Mg analizlerini de belirlemişlerdir. Ağır metallerin ve mineral içeriklerin örnek materyaller üzerinde yüksek değerde olduğunu belirmişlerdir.

Tuna (2011), Tekirdağ ili şarköy yöresinde yetiştirilen zeytinlerde bazı ağır metaller ile mikrobesein elementlerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Zeytin örneklerinde Cd, Co ve Cr metallerine rastlanmamıştır. Yapılan analiz sonucunda Pb, Cu'nın *Codexalimentarius* ve Türk Sofralık Zeytin Standartları'na göre yasal sınırlarda olduğu saptanmıştır.

Rafativd. (2011), Kadmiyum için *Populusalba* ve *Morusalba*'nın fitoremediasyon potansiyeli, kirlenmiş topraktan krom ve nikel emilimi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile, *Populusalba* ve *Morusalba*'nın farklı organları tarafından ve topraktan Cd (40, 80 ve 160 mg/kg), Cr (60, 120 ve 240 mg/kg) ve Ni (120, 240 ve 480 mg/kg) konsantrasyonlarda aldıklarını tespit etmişlerdir.

Gür vd.(2012), Elazığ İli çimento fabrikasının çevresinde yetişen *Prunus armeniaca* L. (kayısı) bitkisi polenlerinin in vitro çimlenme ve tüp büyümesinin araştırılması adlı çalışmayı yapmışlardır. Çalışmada Elazığ ili şehir merkezinde bulunan Çimento Fabrikasının güneyinde kalan bölgeden 500 er metre aralıklarla 2500 üncü metreye kadar olan uzaklıklardan alınan kayısı (*Prunus armeniaca* L.) bitkisi polenlerinin in vitro polen çimlenmesi ve tüp uzunlukları tespit edildiği araştırmada fabrikaya yaklaştıkça hem çimlenme yüzdesi hem de tüp uzunluğunda önemli düşüşler tespit edildi. 2500 metredeki polen çimlenme yüzdesi 500 metreye gelindiğinde % 70,26 düşerek 13,64 olmuştur. Tüp uzunluğu da benzer şekilde 2500 m' de 359,6 µm iken 500 m'de 23 µm' ve düşmüş yani yaklaşık tüp uzunluğunda % 93,6 oranında bir kısalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Ruzicavd. (2013), Dut meyvelerinde ağır metallerin içeriği ve ekstraktları-korelasyon analiz çalışmasını yapmışlardır. Bu çalışmada dutlarda en yüksek miktar Fe elementi ve en düşük miktarın ise Cdelementinin olduğunu belirlemişlerdir.

Gürel, S. ve Başar, H., (2014), Türkiye'nin Güneydoğu Marmara Bölgesi'nde yetişen zeytin ağaçlarının metal durumu ile ilgili çalışma yapmışlardır. Kirlilik seviyelerini belirlemek için ağaçların toprak ve yer üstü kısımlarında Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Cr, Pb ve Cd element analizi yapmışlardır. Çalışmada topraklarda toplam Ni ve Cr miktarlarının aşırı olduğunu tespit etmişlerdir.

Karakoyun (2014), Erzincan'da hava kirliliğine bağlı olarak sarıçamalarda (*Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven) ağır metal birikimi ile ilgili çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak, yapılan istatistiksel değerlendirmede şehir merkezi ve kontrol bölgesinden toplanan topraklar ve bitkilere ait kısımlarda her bir metal için anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

Topdemir vd. (2015), Çeşitli ağır metallerin ( $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{Pb}^{++}$ ,  $\text{Hg}^{++}$ ,  $\text{Cd}^{++}$ ) *Malussylvestris* Miller (Elma) ve *Cerasusvulgaris* Miller (Vişne) bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre tüm ağır metal miktarları polen çimlenmesini ve tüp büyümesini farklı oranlarda ciddi şekilde inhibe ettiğini belirlemişlerdir.

Bozkurt vd. (2001), Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesindeki bazı meyve ağaçlarının bitki besin elementi içeriklerini ve beslenme düzeylerini tespit etmek amacıyla yaptıkları bu çalışmada her meyve ağacından 10'ar adet olmak üzere toplamda 50 ağaçtan yaprak örnekleri toplayarak bitki besin elementlerinin analizini yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, tüm meyve bahçesi topraklarının, tınlı bünyede, hafif alkaline reaksiyonlu, organik madde ve yarıyıllı fosfor bakımından yetersiz, kireç içerikleri bakımından ise, armut ve kayısı bahçesi topraklarının az, elma, şeftali ve erik bahçesi topraklarının orta düzeyde kireçli oldukları belirlenmiştir. Deneme alanı topraklarında K ve Ca miktarları fazla, Mg, Fe, Mn ve Cu miktarları yeterli, Zn miktarının kritik düzey civarında olduğu saptanmıştır. Denemeye alınan tüm meyve ağaçlarında N içerikleri yeterli düzeyin altında, P, Fe, Mn ve Cu içerikleri yeterli, K, Ca ve Mg miktarları yeterli veya fazla bulunmuştur. Bitkide Zn içeriği sadece erik ağaçlarında yeterli, diğer meyve ağaçlarında yetersiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özkutlu vd (2006), Türkiye'de yaygın şekilde tüketilen bazı baharatları kadmiyum ve bazı iz element (bakır, demir, çinko ve mangan) içerikleri açısından incelenmişlerdir. Yapılan çalışmada, yenibahar, karabiber, tarçın, küçük hindistan cevizi, karanfil, havlıcan, kakule, zencefil ve zerdeçal bitkileri üzerinde çalışılmıştır. Küçük hindistan cevizi örneklerinde kadmiyum belirlenememiş olup, diğer bitki örneklerinde ise kadmiyum oranının 13 mg/kg (karanfil) ile 206 mg/kg (karabiber) arasında değerler aldığı görülmüştür. Bitki örneklerinde demir içeriği 28-374 mg/kg, bakır oranı 3-11 mg/kg, mangan içeriği 10-355 mg/kg ve çinko içeriklerinin 4-25 mg/kg arasında değiştiklerini belirlemişlerdir.

### 3. KURAMSAL TEMELLER

#### 3.1. Ağır Metaller ve Özellikleri

Düşük konsantrasyonlardatoksiketkiye sebep olan, yüksek yoğunluktaki elementler ağır metal olarak değerlendirilmektedir.Fiziksel özellikler noktasında değerlendirildiğinde ise; öz kütlesi  $4 \text{ g/cm}^3$ veya  $5 \text{ g/cm}^3$  tendaha büyük olan metallere ağır metaller denir. Yerkabuğunda bulunan 92 elementten 53 tanesi ağır metaldir. Kurşun, nikel, çinko, krom, bakır, demir,kobalt, civa ve kadmiyumvb. olarak bilinen elementler ağır metaller arasında yer almaktadır (Başaran, 2010; Yavuzer, 2018).

##### 3. 1. 1. Manganez (Mn)

Oda(n.ş.a)koşullarında katı durumda olanmanganez'in atom numarası 25, yoğunluğu  $7,43 \text{ g/cm}^{-3}$  dür. Kimyasal olarak davranışları demirle birbirine benzeyen manganez periyodik sistemde 7A grubu elementlerindedir. Litosferdeki konsantre hali  $1000 \mu\text{g/g}$  dw (Bradl, 2005), olan manganeze yüksek seviyede metamorfik olduğundansedimenterve volkanik olan kayalarda karşılaşılmaktadır. (Bradl, 2005). Çeliğin elde edilmesi ile birlikte, alüminyum ve bakırtarzı alaşımlarınoluşumunda da kullanılmıştır. Elektrik bobinlerinde katalizör olarak, pillerde, cam, seramik ve boya sanayiinde kullanılmaktadır. Canlılarınmetabolik faaliyetlerindeFosfor(P), Azot(N) ve organik +asit metabolizmalarında enzimlerin gerekli olarak aktive olmasını sağlamıştır. Bitkilerde bulunan temel iz elementlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Klorofil oluşumunda demirle birlikte aktivite gösterirken, protein sentezi ve solunumda ise çeşitli bitki enzimlerinin yapı taşlarından biri olarak görev yapar. Gelişimi sınırlayan en önemli etken; asidik yerlerde meydana gelen Alüminyum ve Mangantoksisitesinin birlikte gözlenmesidir (Bradl 2005; Başaran 2010; Yavuzer, 2018).

##### 3. 1. 2. Krom (Cr)

Yerkabuğundabolluk noktasında yedincisırada bulunan elementlerdendir.Periyotsisteminin 6B grup basamağında yer alıp atom numarası 24, öz kütlesi  $7,2 \text{ gcm}^{-3}$  tür (Cervantes vd., 2001). Farklı mineral ve besinlerin yapısına da katılır. Ayrıca Kromit [ $\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$ ] önemli olan krom minerallerindedir.

Kararlı yapıda bulunan 2 formu 3 (Cr III) ve 6değerlikli (Cr VI) şeklindedir.  $Cr^{2-}$  den  $Cr^{6+}$  ya kadar farklı şekillerde bulunur (Vernay vd. , 2007). Cr (III) canlıda lipid ile glukozmetabolik faaliyetlerin önemli ölçüde olmasına rağmen fazla miktarda alındığında kanserojen yapıya sahip olduğundan ölümlere neden olabilmektedir. Metalik olarak kaplanmış, boya ve pigment oluşumunda, metalürjik endüstride ve tekstil sanayiisivb bölgelerde kullanımı gerçekleşmesinden sonra doğaya karışan formu Cr (VI) şeklindedir (Zayed ve Terry, 2003). Yüksek derecede birerime noktasına sahip olan elementler arasında olduğu için ateşe dayanıklılık gösteren yerlerde, harç yapımında, paslanmayan çeliklerin üretilmesinde, deri dabaklamada, kimyasal üretimde, boya maddelerinde, tekstil üretiminde kullanılabilir(Zhang vd. , 2004; Bradl, 2005). Aşırı derecedekosantrasyonutoplanan Krom bileşiklerinde kanser yapan ve ölümlerle sonuçlanabilecek etkilere sahip olur. 3 değerliğe sahip Krom'dan(Cr) ziyade 6değerlikli Krom'un toksik etkisi çok fazladır (Shanker vd., 2005; Babula vd., 2008; Yavuzer, 2018).

Bitkilerdeki Krom(Cr)'unaz seviyelerde olması bitkinin gelişimi açısından olumlu bir sonuçtur. Bitki bünyesine yüksek derecede alınımı, kloroz ve gelişim bozukluğu, bodur kalma gibi durumlara sebebiyet vererekölümüne neden olabilir (Vajpayee vd. , 2000). Oksidatif zararını, protein ve lipid gibi biyomoleküller üzerinde gösterir. Toksik etki, Ribo Nükleaz, Nitrat Redüktaz ve antioksidan enzimlerin aktivasyonlarının olumlu olmayan yönde etkilenmesine neden olabilir (Vartika vd., 2004; Labra vd., 2006; Yavuzer, 2018).

### **3. 1. 3. Çinko (Zn)**

Periyodik sistemin 2B grubu elementleri arasında bulunan, oluşturduğu bütün bileşiklerde +2 değerlikli olarak bulunan Znatomunun atom numarası 30, yoğunluğu  $7,13 \text{ g/cm}^{-3}$  dür. Dünyada üzerinde tüketimi gözlemlenen metallerin miktarları göz önüne alındığındaZn, Fe,Al ve Cu'dan sonra sıralamasının 4 olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle sektörlerin birçoğunda kullanılmıştır. Makyaj ürünleri üretiminde, elektrik aletleri, cam, araç lastiği, vernik,muşamba ve kauçuk oluşumunda, parşömen, televizyonların ekran yapımında, otomotivlerin üretim tesislerinde, kozmetik ve merhem malzemelerinde, demir çelik ürünlerinin yüzeyleri üzerinde yapılan kaplama işlemlerinde kullanılır.(Bradl, 2005; Yavuzer, 2018).

Güçlüyoğunluklarda, suda yaşayan canlılarda farklı toksik etkileri yaratan iz elementlerdendir. Havadaki birikimive yüzeyde gerçekleşen akışlar çinko elementinin sucul olan sistemlere ulaşmasını sağlar. Sucul görülen sistemler üzerine ulaşımı sağlanan çinkonun manganez ile demir oksitlerle birlikte sedimente çökme, birikim özellikleri vardır (Campbell ve Tessier, 1996; Başaran, 2010; Yavuzer, 2018).

### **3. 1. 4. Kobalt (Co)**

Toprakta, sedimentte, kayaç yapısında  $Co^{2+}$  sisteminde bulunan kobaltın atom numarası 27 yoğunluğu  $8.9 \text{ g/cm}^{-3}$  dür. Periyotlar sisteminde 8B grubu elementlerindendir (Siegel, 2001). Doğrudan ulaşmak olanaksızdır. Genellikle bakır olmasının yanı sıra diğer madenlerin çıkması halinde bir yan ürün olarak elde edilmektedir. Paslanmaya karşı yüksek dirençli ve oldukça dayanıklı metal grubundandır. Oksitlenmeyen çeliğin üretilmesinde kullanılır. Elektrolizle kaplama işleminde, gaz türbin jeneratörlerinde, jet türbinlerinde, parlak ve kalıcı mavi rengin üretiminde, cam ve porselen sanayilerinde kullanılır (Bradl, 2005). Canlı varlıklar için gerekli eser elementlerden biri olan Kobalt,  $B_{12}$  vitaminin yapısında vardır. Bitkinin gelişimi ve metabolik faaliyetlerini etkilediği ve denizde yaşayan bazı alglerin (diatom, krisofitlerve dinoflagellatlar) gelişiminde başlıca elementlerden olduğu görülmüştür (Nagpal, 2004). Yüksek miktarda kullanılması canlılardatoksik etkilere sebep olur (Nagpal, 2004; Yavuzer, 2018).

### **3. 1. 5. Bakır (Cu)**

Periyot sisteminin 1B grubu içerisinde ki elementlerinden Cu nun atom no'su 27 yoğunluğu  $8.96 \text{ g/cm}^{-3}$  dür. İyonları  $Cu^{2+}$  ve  $Cu^+$  şeklinde bulunur. İletkenlik özelliği bakımından gümüşten sonra geldiği için birçok özelliği vardır. Prinç ve bronz gibi maddelerinyapısında bulunduğundan endüstriyel noktada önemlidir. Elektriksel endüstri, makinelerin yapımında, inşaat sektörü, silah yapımında ve ulaşım sektöründe, alaşım veya metal olarak kullanılabilir. Canlılar için eser element olarak kullanılan bakır; düşük seviyelerde hücrelerde ve dokularda bulunabilmektedir. Hücrenin zarı, tohumların üretilmesi gibi birden fazla olay neticesinde gereken enzim yapısına giren Cu'nun bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan miktarı  $5-20 \mu\text{g/g dw}$  seviyelerindedir. Bakır için en sıkıntılı ve tehlikeli olan değer  $Cu^{2+}$  iyonunu, su ekosistemleri için yüksek değerlerde toksit değerlere sahiptir (Bradl, 2005). Sitokrom-c oksidaz, p-

hidroksifenilpruvat, tirozinaz ve dopamin beta hidroksilaz vb enzim denilen kofaktörlerin yapılarında katılım sağlayarak tepkimelerin hızlanmasını sağlar, insanlarda da kofaktör olarak bulunabilmektedir (Yruela 2005; Yavuzer, 2018).

### 3. 1. 6. Demir (Fe)

Periyotlar sisteminde 8B grubunda bulunan, öz kütlesi  $7,86 \text{ g/cm}^3$ , atom numarası 26, atom ağırlığı ise  $55,845 \text{ g/mol}$  dır. Sert olmayıp, çekilebilen ve dövülebilen bir metal olmak ile birlikte gümüş rengine sahiptir. Doğal demir;  $\text{Fe}^{-56}$  (% 91.66);  $\text{Fe}^{-54}$  (% 5.82);  $\text{Fe}^{-58}$  (% 0.33) ve  $\text{Fe}^{-57}$  (% 2.19) vb 4 tane ayrı izotopun birleşmesi ile birlikte oluşur. Aynı zamanda 52, 53, 55, 59 ve 61 kütle numaralarına sahip olan yapay radyoaktif izotopları da bulunmaktadır. +1, +4 ve +6 gibi değerlikler alıyor olsa da başlı başına aldığı değerlikleri +2 ve +3'tür. Demir alüminyumdan sonra yerkabuğunda en fazla bulunmakta olan ikinci element olmasına rağmen doğada serbest halde görülmez. Doğada rastlanan serbest demir kütleleri meteorlardan kaynaklanmaktadır. Dünyanın çekirdeğinin başlıca bileşenlerinin demir olduğu sanılmaktadır. Yerkabuğunun % 5'ini oluşturmaktadır. Doğada başlı başına oksitli filizleri şeklinde bulunmaktadır. (Bebek, 2001; Yavuzer, 2018).

### 3. 1. 7. Kurşun (Pb)

Değerliği 2 ve 4 olarak bulunan kurşunun atomik numarası 82, öz kütlesi  $11,4 \text{ gcm}^3$  dır. İnorganik bileşiklerinin birçoğunda değerliği 2 olarak bulunur (Bradl, 2005). Kurşunun atmosfere karışımının sebebi ise fosil olan yakıtların kullanımının yüksek derecede olmasıdır. Bu yakıtların kullanımının artması su sistemlerinde birikimin artmış olmasını sağlamaktadır. Gökyüzüne giden bu kurşunun yüksek kısmı; 1925'den beri kullanılan kurşunlu benzinin oluşturduğu gözlemlenmiştir. Benzine katılmasının dışında boyalarda, metal borularda, pil muhafazalarında da kullanılmaktadır. Topraktaki organik madde ile kurşun arasında ciddi bir etkileşim bulunmaktadır. Bu nedenle bitki üzerinde bulunantoksisiteyi belirlemek çok kolay olmamaktadır.  $100-500 \text{ } \mu\text{g/g dw}$  arasında bulunmakta olan değeri aşan konsantrasyon miktarını toksik madde olacağı düşünülmektedir (Kabata-Pendias ve Pendias, 1984). Bitki gelişimi kurşundan dolayı gecikir (Liu vd. , 2003). Bitkilerde bulunan enzimlerin aktivasyonunu durdurur, suyun

besinlerin alınımını bozar ve durdurur. Fotosentez olayını da olumsuz yönde etkileyerek gerçekleşmesinin engeller (Liu vd., 2003; Yavuzer, 2018).

### 3. 1. 8. Kadmiyum (Cd)

Çoğunlukla tümkararlı yapıda olan bileşiklerde 2 değerliğe sahip olup Atomik nosu 48, özkütlesi  $8,65 \text{ gcm}^{-3}$  dür (Bradl, 2005). 2 değerlikli olarak, S, Cl ya da O ile birleşimi; kadmiyum klorür ( $\text{CdCl}_2$ ), kadmiyumsülfat ( $\text{CdSO}_4$ ) veya kadmiyum oksit ( $\text{CdO}_2$ ) gibi bileşikleri oluşturur. Dünyada bu durumda bulunur (Castro-González ve Méndez-Armenta, 2008). Dünya üzerindeise zor bulunur. Doğadaki canlılar için çok önemli bir element olmadığı bilinmektedir. Farklı yollar neticesinde ekosistem de bulunur (Burger, 2008). Su ekosistemlerine karışabilen kadmiyum elementi, bu ekosistemdeki canlı ve cansız varlıkların tüketilmesinden ötürü ekosisteme girebilmektedirler (Ruangsomboon ve Wongrat, 2006; Yavuzer, 2018).

Bitki bünyelerinde, bitkinin solması, gelişiminin bozulması, metabolizmanın bozulması, yaprakların farklı renklerde olması, bitki kökünün gelişimindeki bozukluklar, stomalardaki açılmalar, iletkenliklerde azalmaolmaso, fotosentetik bazı aktivitelerin gerçekleşmemesi gibi durumlar bazı belirtileri olarak bilinir (Bradl, 2005; Yavuzer, 2018).

**Tablo 3.1.** Önemli Ağır Metallerin Ekolojik Sınıflandırılması (Yıldız, 2004).

Element	$\text{g/cm}^3$	Gereklilik	Kirleticilik
Cd (kadmiyum)	8,5	-	K
Ag (gümüş)	10,5	-	K
Co (kobalt)	8,9	G	K
Cu (bakır)	8,9	G	K
Cr (krom)	7,2	G	K
Mn (mangan)	7,4	G	-
Pb (kurşun)	11,3	-	K
Mo (molibden)	10,2	G	K
Ni (nikel)	8,9	G	K
Pt(platin)	21,5	-	-

( G: Gerekli, K: Kirletici)



### 3. 2. Ağır Metallerin Bitki Bünyesine Alınması

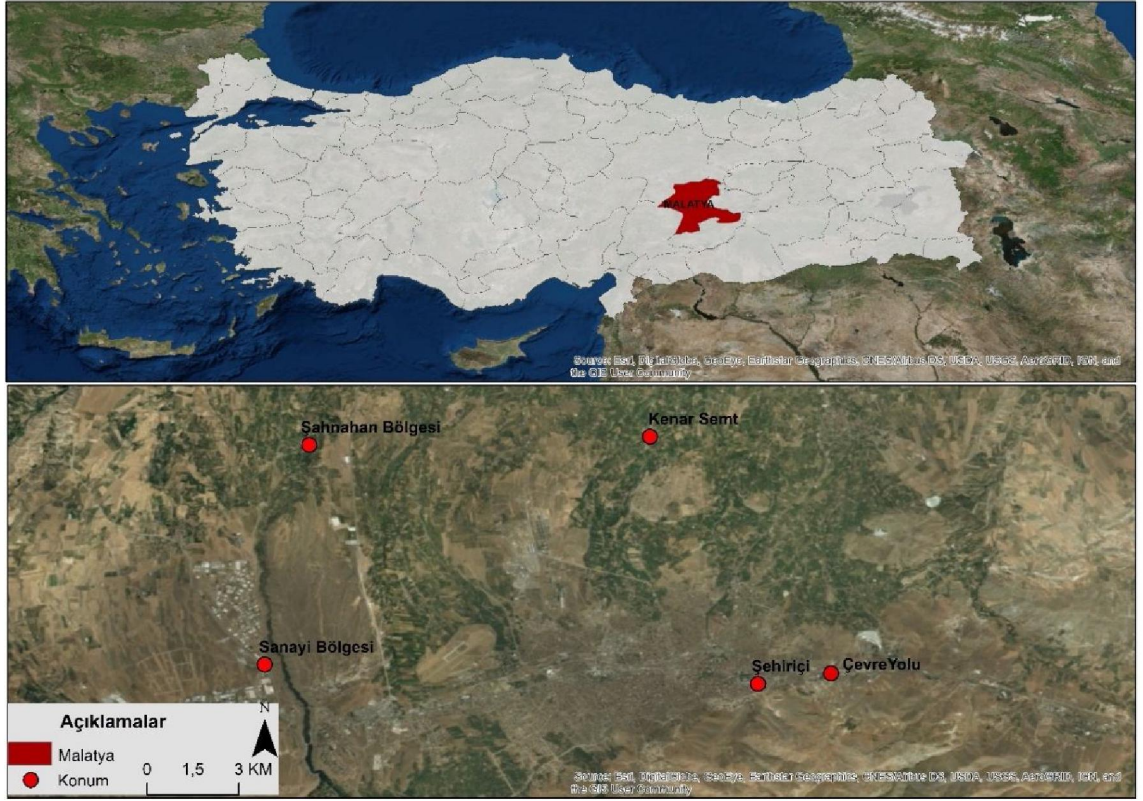
Canlılar için beslenme hayatı önem taşımaktadır. Canlılar, besin zinciri ile kendi bünyeleri için gerekli olan besinleri kullanırlar. Besine ulaşım konusunda, insan ve hayvanlar hareket edebildiklerinden dolayı bitkilere göre daha şanslıdırlar. Bitkiler ise hareketsiz olduklarından yaşadığı alandan besinlerini sağlamak mecburiyetindedirler. Kirletilen bölgelerde, beslenmesini devam ettirmek zorunda olan bitkiler, besin elementleri ile birlikte, kirletici olan unsurları da bünyesine alabilmektedirler. Yapılan araştırmalara göre bitkiler daha çok kökleriyle besin ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Yalçın, 2014; Yavuzer, 2018).

Öncelikli olarak iyonlar yaprak ve köklere difüzyon olayı ile alınabilmektedir. Köklerde ve yapraklarda membran yapılar iyon geçişini zorlaştırmıyorsa; hücrelerin arasında pasif taşınım olayı devam ederek gerçekleşmektedir. Pasif taşınımın bitkiler için önemi sıcaklığı dengelemektir. Bitkiye kolay alınımlı hareketi; direkt olarak enerji ihtiyacı duymasa da, metabolizmatik faaliyetin gösterilmesi gerektiğinin gerçekleşebilen alınımlı biçimdir. İyon molekülleri bazen konum değiştirebilir. Bu nedenle maddeler hücrenin içine alınır. Toprak üzerindeki metabolizmatik olaylar da kolaylığı sağlanmış alınımlı etkileyebilir. Canlı üzerinde bulunan farklı organ yardımıyla canlı bünyesine alınımlı doku üzerinde biriken maddelerin miktarı, biyokonsantrasyon oranı ile bilinir (Newman ve Unger, 2002; Yavuzer, 2018).

#### 4. MATERYAL ve YÖNTEM

Dut, farklı iklim ve toprak koşullarına uyumu fazla olması nedeniyle, birçok bölgede yetişebilen bir meyve türüdür. Dut (*Moruspp.*), Moraceae familyası içerisinde bulunmaktadır. Dut, besleyici olduğu yönüyle önemli vitamin ve enerji kaynağına sahiptir (Erdoğan ve Pırlak, 2005). Dut meyvesi hem taze hem dekurutulmuş olarak tüketilebilmesinin yanı sıra, meyvesinden reçel, pestil, dut ezmesi, pekmez, cevizli sucuk, sirke, dondurma imalatı, meyve suyu, ispirto gibi değişik birçok ürünler de elde edilmektedir. Bunların haricinde, dut yaprağı ipekböceklerin geniş getiren hayvanların ve balıkların beslenebilmesinde önemli bir yere sahiptir (Trujillo, 2002; Erdoğan ve Pırlak, 2005). Ülkemizde neredeyse her ilde dut üretimi yapılmakta olup %10.00'lük üretim payı ile Malatya ili üretimde ikinci sırada yer almaktadır (Erdoğan ve Pırlak, 2005).

Bu çalışma Malatya ilinde; Doğu Anadolu Bölgesinin yukarı havza adı verilen bölgesinde yapılmıştır. Çevresinin doğu kısmında Elazığ ili ve Diyarbakır ili, güney bölgesinde Adıyaman ili, batı tarafında Kahramanmaraş ili, kuzey bölgesinde ise Sivas ve Erzincan illeri ile çevrilidir. Malatyanın yüz ölçümü 12.313 km<sup>2</sup> dir, 35 54' ve 39 03' kuzey enlemleri ile 38 45' ve 39 08' doğu boylamları arasında yer alır. İlin büyük kısmı, III. jeolojik devirdeki Alp kıvrımlaşması beraber şekillenmiş Güneydoğu Toros kolları, ilin güneyini doğu-batı olacak şekilde her iki yönde çevirir. Malatya'nın içerisinde platolar geniş bir alana yayılmıştır. Çoğu yerleri kalkerli dağlarla çevrilidir. Bu nedenle çok hızlı bir şekilde aşınarak orta ve yüksek platolara da dönüşmüştür. Volkanik bazı faaliyetler sonucunda dışarı çıkan lavlar ilin dalgalı yapısını daha düz hale getirerek geniş düzlüklerin meydana gelmesinde etkili olmuştur. Ovası olarak da; Doğanşehir, İzollu, Mığdı, Sürgü, Akçadağ, Yazıhan, Mandara, Çaplı, Distrik ve ErkenekOvaları'ndan oluşmuştur ve doğal güzellikleri olan bir ildir (Anonim 2019b)



Şekil 4.1.Çalışma alanı.

Malatya ilinin Kenar semt, Sanayi çevresi, Çevre yolu, Şehir içi, Şaynahan Beldesi olmak üzere 5 farklı bölgeden toplanan bitki ve toprak örnekleri laboratuvara getirilmiştir (Şekil 1). Örnekler, 2017 yılının temmuz ayında toplanmıştır. Bitki örnekleri toplanırken ağaçların yaşları ile morfolojik özellikleri dikkate alınmıştır. Toprak ve bitki örneklerinin toplandığı lokaliteler not edilerek ayrı ayrı paketlenmiştir.

İlk olarak yaprak örneklerinin bir kısmı distile su ve şebeke suyunda iyice yıkanmıştır. Ardından bitkiye ait olan kısımlar etüvde 80 °C’de 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler havanda toz haline getirilmiştir. Toprak örnekleri, dutların yetiştiği bölgelerin yüzey kısmından itibaren 10 cm’lik mesafeden, çapa kullanılarak ve kontaminasyonlara karşı korunarak yaklaşık 500 g alınmıştır. Laboratuvarda topraklar yere serilip hava kuru ile iyice kurutulmuştur. Daha sonra 2 mm’lik elekten geçirilmiştir (Karakoyun ve Osmalı, 2015).

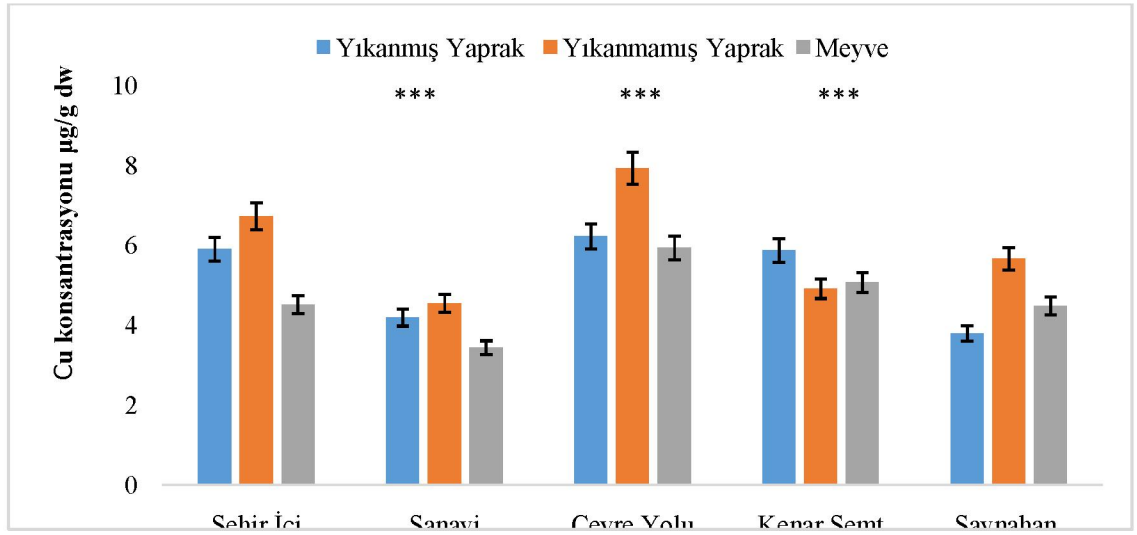
Laboratuvar ortamında kurutularak toz haline getirilmiş olan bitkiye ait kısımlar ve toprak örneklerinden 0,5 g alınmıştır ve mikrodalga tüplerinin içine konulmuştur. Bitki numuneleri üzerine 6 mL HNO<sub>3</sub> %65, 2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> %30 oranında eklenirken, toprak numuneleri üzerine 3 mL HNO<sub>3</sub> %65, 9 mL HCl %37 oranında eklenmiştir. Örnekler 10 dakika boyunca manyetik karıştırıcıda homojenizesyona uğlanmıştır. Kaplar, mikrodalgaya koyulduktan sonra 15 dakika 45 bar basınç ile 200 °C'ye kadar asit ortamda çözündürülmüştür. Kap içerisinde yakılmış olan örnekler balon jöjeye aktararak 50 mL'ye tamamlanmıştır. 50 mL'ye tamamlanmış olan örneklerden teflon filtre kullanılarak 10 mL çekilmiştir. Son olarak, element seviyelerini belirlemek için örnekler falkon kaplara yerleştirilerek ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometre) metal konsantrasyonları dryweight olarak belirlenmiştir (Yavuzer ve Osma, 2018).

Yapılan çalışmada elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Veriler, SPSS 22 Paket İstatistik Programı ile %95'lik güven aralığında ortalamaları hesaplanarak, ANOVA testi ve çoklu karşılaştırmalarda, farklılığın belirlenmesi için Tukey HSD ve Dunnett t (2-sided) testi kullanılmıştır (Karakoyun ve Osma, 2015).

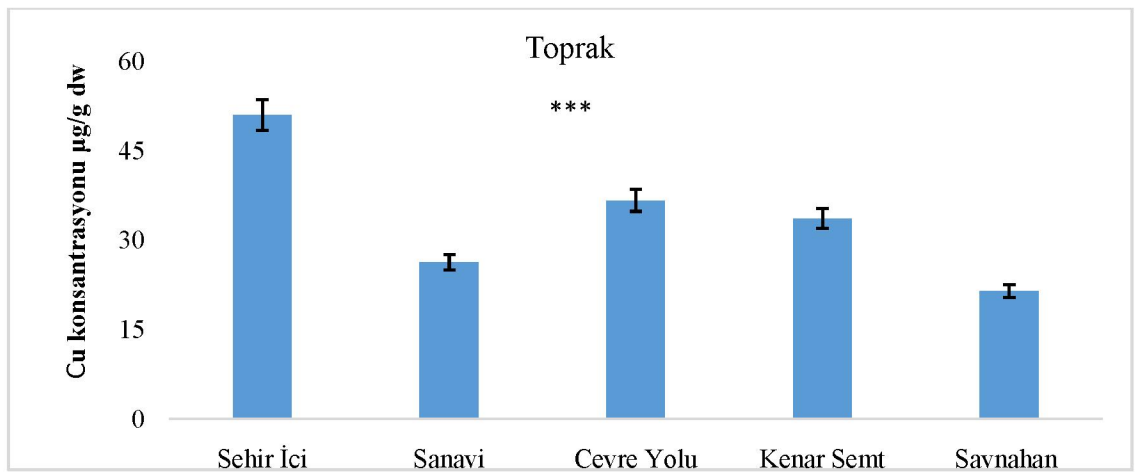
## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Malatya il sınırları içerisinde, Çarşı içi, çevre yolu kenarı, Şahnahan köyü, Organize Sanayi ve Kenar semt bölgelerinin oluşturduğu 5 farklı lokaliteden toplanan *MorusalbaL.* (Akdut) ait yaprak, meyveile birlikte toprak örneklerinde element analizleri yapılmış olup önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bu değerlendirmeler ile yapılan çalışmadan elde edilen bütün değerler aşağıdaki gibidir.

### 5.1. Cu (Bakır) Konsantrasyonu



Şekil 5.1. Farklı lokalitelerden toplanan *MorusalbaL.* (Akdut) Cu konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).



Şekil 5.2. Farklı lokalitelerden toplanan *MorusalbaL.* (Akdut) topraktaki Cu konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).

**Tablo 5.1.**Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Cu konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	5,90 ±0,04	6,72 ±0,06	4,51 ±0,07	50,94 ±0,61
Sanayi	4,19 ±0,01	4,54 ±0,12	3,44 ±0,01	26,26 ±0,32
Çevre Yolu	6,22 ±0,05	7,93 ±0,25	5,93 ±0,56	36,63 ±0,35
Kenar Semt	5,87 ±0,04	4,91 ±0,02	5,06 ±0,09	33,62 ±0,65
Şaynahan	3,79 ±0,67	5,66 ±0,06	4,48 ±0,04	21,40 ±0,80

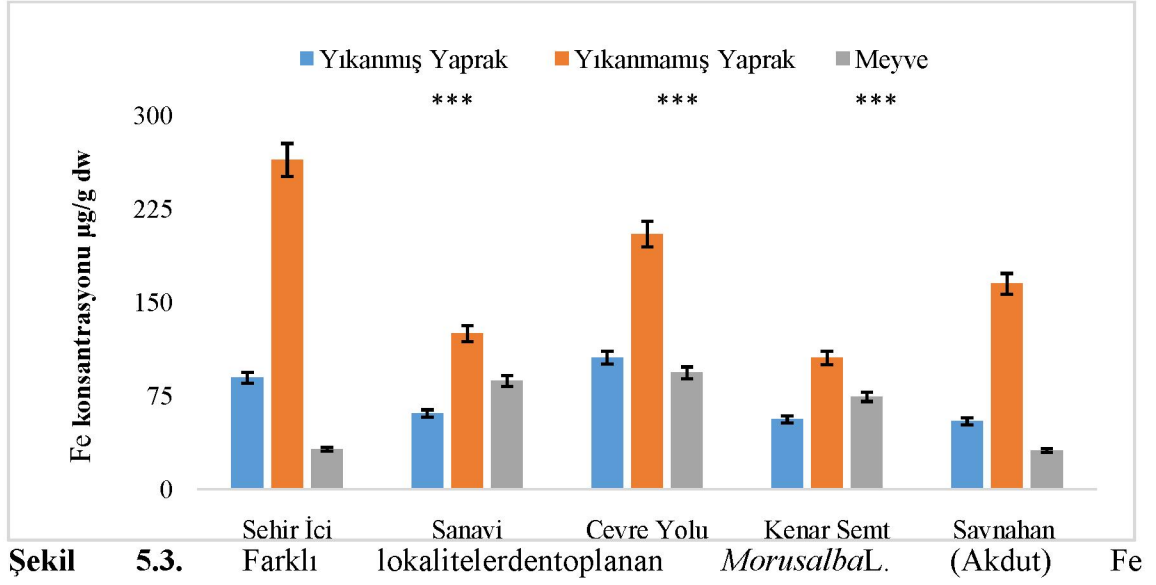
Yapılan incelemeler ve toplanan lokaliteler göz önüne alındığında bütün lokalitelerde yıkanmamış yapraktaki Cu konsantrasyonunun yüksek olduğu görülmüştür. Cu birikiminin en alt seviyede olduğu lokalitenin ise Sanayi bölgesinde olduğu görülmektedir. Yıkanmış ve yıkanmamış yapraklar değerlendirildiğinde, yıkanmanın Cu konsantrasyonunu düşürdüğü tespit edilmiştir. Lokalitelerden elde edilen değerlere göre Çevre yolu etrafından toplanan örneklerdeki Cu konsantrasyonunun ise diğer lokalitelere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Toprakta biriken Cu konsantrasyonunun en yüksek miktarda Şehir içi lokalitesinde, en az bulunduğu bölgenin ise Şaynahan bölgesi olduğu tespit edilmekle beraber sanayi bölgesinin de miktar bakımından Şaynahan bölgesine yakın olduğu belirlenmiştir.

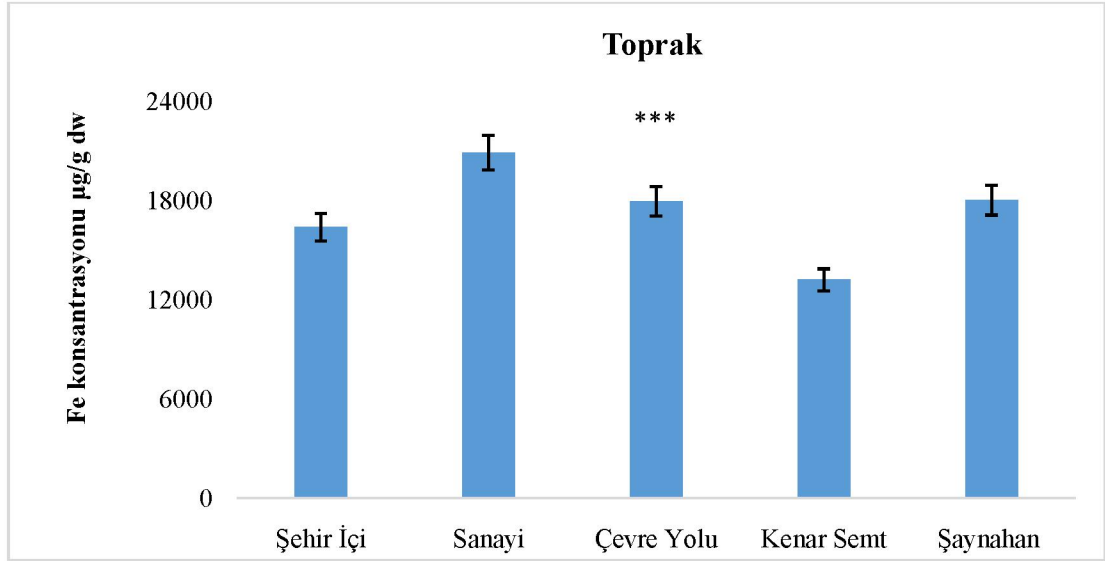
Meyve de bulunan Cu konsantrasyonunun en az miktarda olduğu bölge Sanayi, en fazla miktarda olduğu bölgenin ise Çevre yolu olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde, lokaliteler arasında Cu konsantrasyonu bakımından anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

## 5.2. Fe (Demir) Konsantrasyonu



Şekil 5.3. Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) Fe konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).



Şekil 5.4. Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Fe konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).

**Tablo 5.2.** Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Fe konsantrasyonu (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	89,48 ±0,98	264,19 ±5,25	32,23 ±1,01	16380,15±130,17
Sanayi	60,84 ±0,20	124,94 ±0,85	87,07 ±6,37	20875,82±163,96
Çevre Yolu	105,70 ±2,31	204,76 ±2,77	93,56 ±15,31	17950,66±505,31
Kenar Semt	56,13 ±2,87	105,45 ±1,97	74,28 ±10,55	13207,53±217,14
Şaynahan	54,56 ±10,94	164,95 ±2,27	31,25 ±3,19	18016,71±402,75

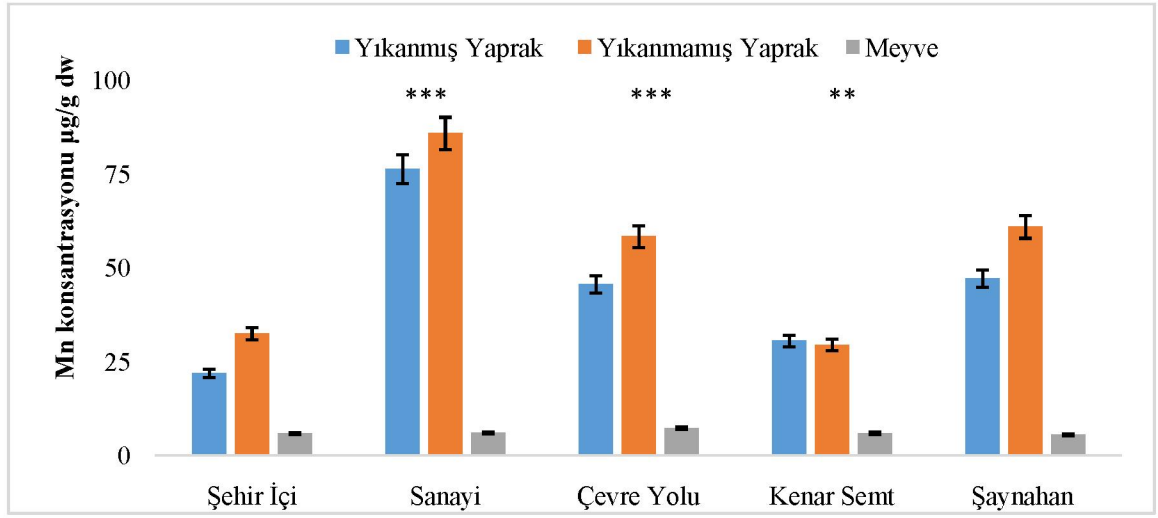
Yıkanmış yapraktaki Fe konsantrasyonunun en fazla bulunduğu bölgenin Çevreyolu, en az bulunduğu bölgenin ise kenar semt olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada, bütün lokalitelerdeki yıkanmamış yapraktaki Fe konsantrasyonunun oldukça fazla olduğu görülmüştür. Sadece kenar semtte bulunan lokalitedeki Fe miktarının diğer lokalitelere göre daha alt seviyede kaldığı görülmüştür.

Lokalitelerde elde edilen veriler sonucunda Şehiriçinden toplanan örneklerdeki Fe konsantrasyonunun, yıkanmamış yaprakta diğer bölgelerdeki lokalitelerden toplanan örneklere kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Meyve de bulunan Fe konsantrasyonunun en az bulunduğu bölgenin Şaynahan bölgesi olduğu, en fazla bulunduğu bölgenin ise çevre yolu bölgesi olduğu görülmüştür.

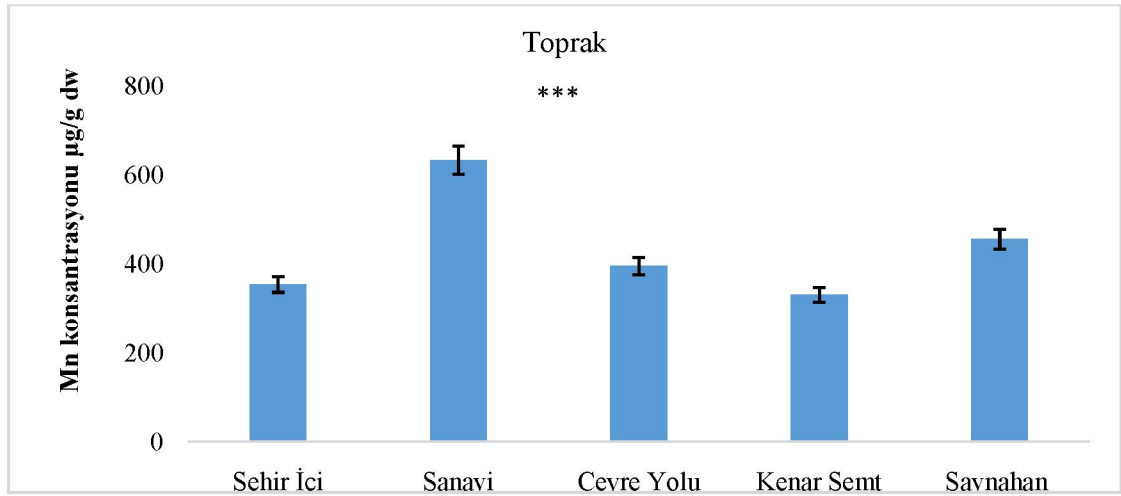
Toprakta bulunan Fe konsantrasyonunun ise diğer lokalitelerden daha fazla olmasıyla beraber toprakta Fe miktarının en yüksek olduğu bölgenin sanayi bölgesi, en az bulunduğu bölgenin ise kenar semt olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel değerlendirilmelerde, lokaliteler arasında Fe konsantrasyonu bakımından anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.



### 5.3. Mn (Mangan) Konsantrasyonu



Şekil 5.5. Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) Mn konsantrasyonu (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).



Şekil 5.6. Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Mn konsantrasyonu (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

**Tablo 5.3.** Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Mn konsantrasyonu (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

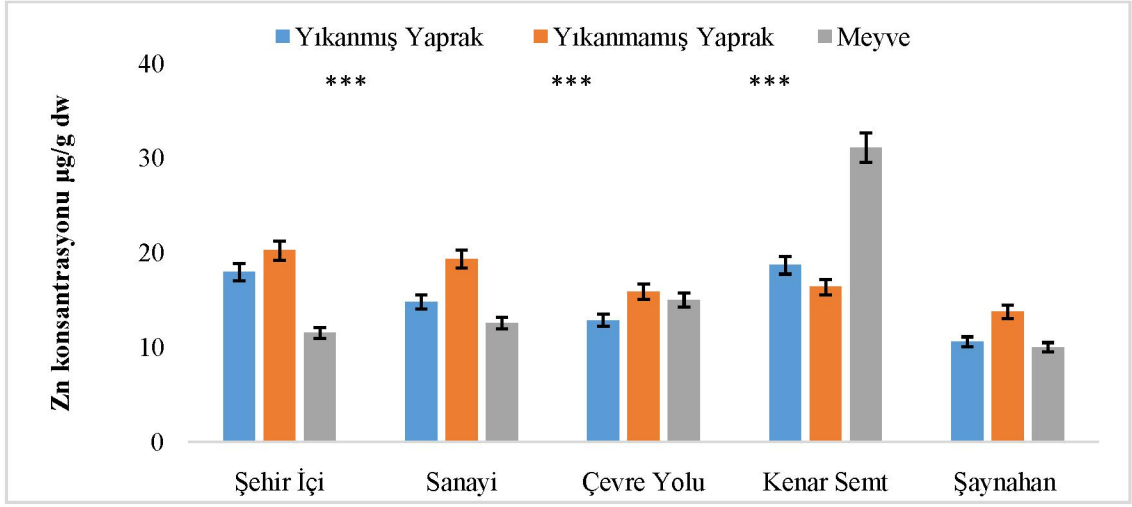
Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	21,97 ±0,34	32,47 ±0,70	5,86 ±0,18	353,27±3,29
Sanayi	76,38 ±1,41	85,86 ±0,35	6,06 ±0,08	632,68±4,11
Çevre Yolu	45,61 ±0,67	58,37 ±0,50	7,36 ±0,82	394,53±8,14
Kenar Semt	30,57 ±0,29	29,50 ±0,52	5,97 ±0,21	329,76±2,46
Şaynahan	47,18 ±7,22	60,97 ±1,42	5,51 ±0,09	454,96±28,14

Malatya’da toplanan lokalitelerde yıkanmış yaprakta bulunan Mn konsantrasyonunun en az görüldüğü bölgenin şehiriçi, en fazla görüldüğü bölgenin ise sanayi bölgesi olduğu görülmüştür. Yıkanmamış yaprakta incelenen Mn konsantrasyonunun ise en az bulunduğu bölgenin kenar semt, en fazla görüldüğü bölgenin ise yine sanayi bölgesi olduğu görülmüştür.

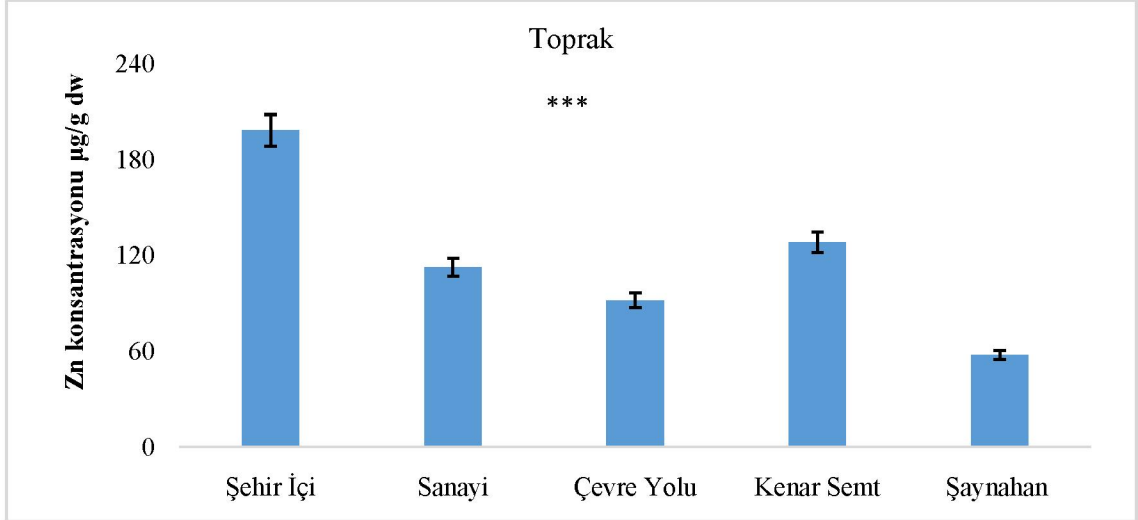
Meyvede yapılan analizlerde ise Mn konsantrasyonunun tüm bölgelerde birbirine yakın seviyelerde bulunduğu görülmüştür.

Topraktan toplanan Mn konsantrasyonunun en az seviyede görüldüğü bölge kenar semt ve şehir içi olduğu, en çok seviye de bulunduğu bölgenin ise sanayi bölgesi olduğu saptanmıştır.

#### 5.4.Zn (Çinko) Konsantrasyonu



Şekil 5.7. Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) Zn konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).



Şekil 5.8.Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) topraktaki Zn konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

**Tablo5.4.** Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) topraktaki Zn konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

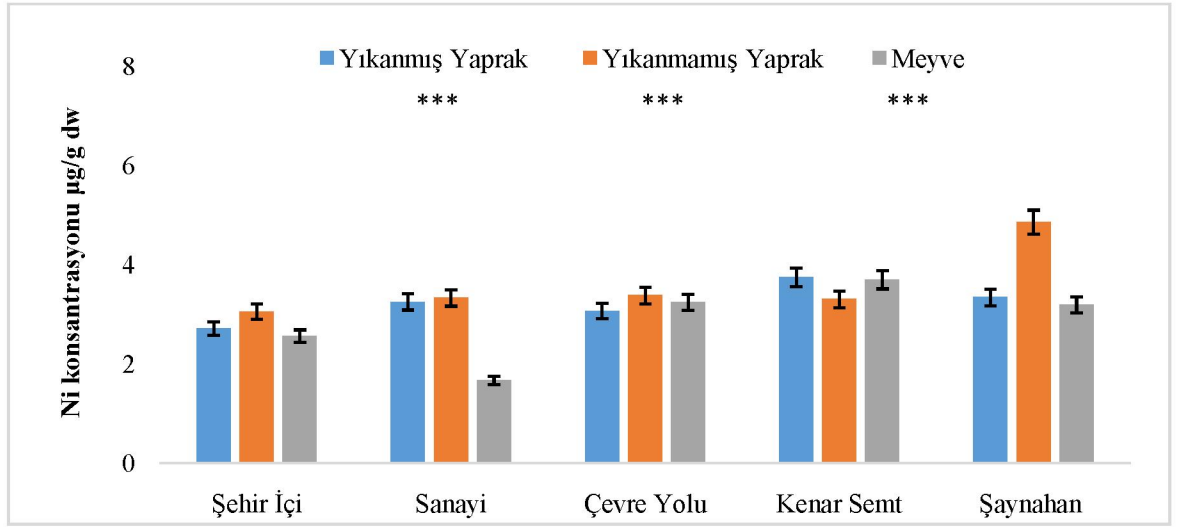
Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	17,94 ±0,32	20,22 ±1,03	11,53 ±0,23	198,13±34,35
Sanayi	14,79 ±0.21	19,33 ±0,37	12,57 ±0,25	112,39±0,76
Çevre Yolu	12,85 ±0,16	15,89 ±0,17	14,99 ±1,19	91,65 ±0,67
Kenar Semt	18,67 ±0,63	16,37 ±0,17	31,10 ±2,20	127,99±1,53
Şahnahan	10,59 ±1,63	13,75 ±0,31	10,00 ±0,06	57,56 ±0,78

Yapılan çalışmada yıkanmış yaprakta Zn konsantrasyonunun en az bulunduğu bölgenin Şahnahan bölgesi olduğu bununla birlikte en fazla bulunduğu bölgenin ise kenar semt bölgesi olduğu görülmüştür.Zn konsantrasyonu yıkanmamış yaprak lokalitesinde ise en az bulunduğu bölgenin Şahnahan bölgesi olduğu, en fazla bulunduğu bölgenin ise şehir içi bölgesi olduğu tespit edilmiştir.

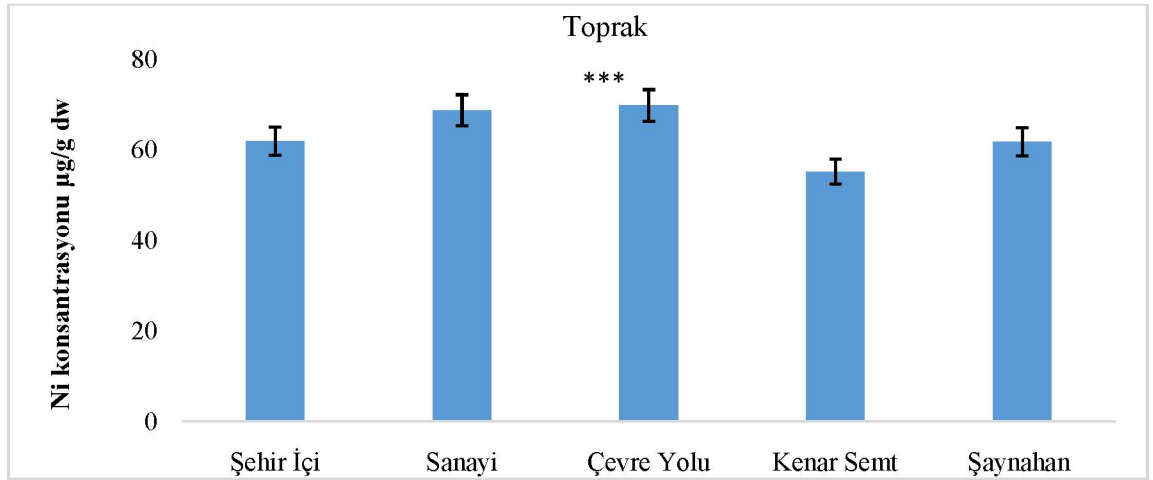
Meyvede ise Zn konsantrasyonunun en az seviyede bulunduğu bölgenin Şahnahan bölgesi olduğu, en çok seviyede bulunduğu bölgenin ise kenar semt olduğu görülmüştür.

Toprak elde edilen veriler doğrultusunda Zn konsantrasyonunun en fazla bulunduğu bölgenin şehir içi, en az bulunan bölgenin ise Şahnahan bölgesi olduğu gözlemlenmiştir.Genel olarak bakıldığı zaman farklı lokariterde yapılan incelemeler sonucunda, Zn konsantrasyonunun her lokariterde farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu farklılıkları, incelemelerin yapıldığı bölgelerin beşeri faktörleri etkilemiştir.

### 5.5.Ni (Nikel) Konsantrasyonu



**Şekil 5.9.** Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) Ni konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).



**Şekil 5.10.** Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Ni konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).

**Tablo 5.5.** Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Ni konsantrasyonu (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

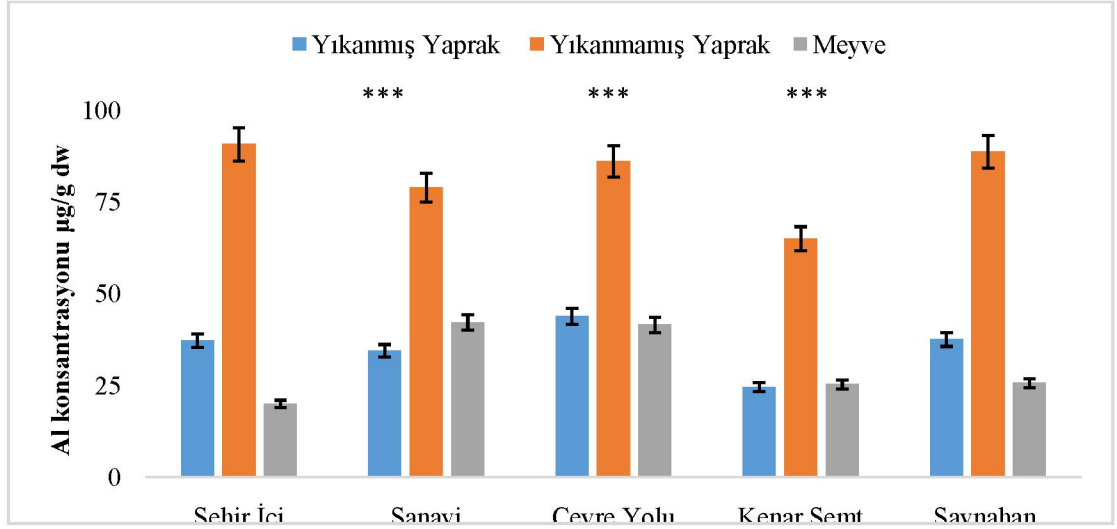
Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	2,71 ±0,03	3,06 ±0,06	2,56 ±0,02	61,88±0,17
Sanayi	3,25 ±0,05	3,34 ±0,03	1,67 ±0,03	68,65±0,72
Çevre Yolu	3,07 ±0,03	3,39 ±0,03	3,25 ±0,40	69,71±1,59
Kenar Semt	3,75 ±0,05	3,31 ±0,05	3,70 ±0,06	55,10±0,56
Şaynahan	3,35 ±0,49	4,86 ±0,09	3,20 ±0,07	61,71±0,45

Ni konsantrasyonu yıkanmış yapraklarda birbirine yakın veriler olduğu gözlemlenmiş olup en fazla kenar semt bölgesinde en az bulunduğu bölgenin ise şehir içi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yıkanmamış yapraklarda ise Ni konsantrasyonunun en fazla bulunduğu Şaynahan bölgesi dışında kalan; şehir içi, sanayi, çevre yolu ve kenar semt bölgelerinde birbirine yakın seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

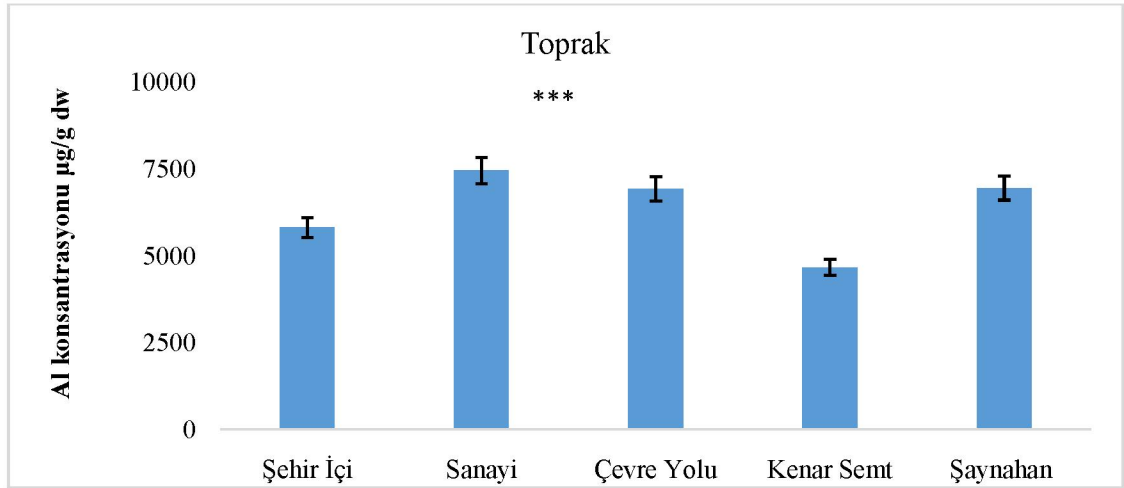
Meyvede Ni konsantrasyonu, en fazla Ni konsantrasyonunun Kenar semt bölgesinde olduğu, en az Ni konsantrasyonunun ise sanayi bölgesinde olduğu görülmüştür.

Toprak verileri incelendiğinde ise genel olarak Ni konsantrasyonunun sanayi ve çevre yolu bölgelerinde birbirine yakın ve fazla seviyelerde bulunduğu görülmüştür. En az olarak ise kenar semt bölgesinde olduğu belirlenmiştir.

## 5.6. Al (Alüminyum) Konsantrasyonu



Şekil 5.11.Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba*L. (Akdut) Al konsantrasyonu(\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).



Şekil 5.12.Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba*L. (Akdut) topraktaki Al konsantrasyonu(\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).

**Tablo5.6.** Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) topraktaki Al konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	37,18 ±1,60	90,68 ±4,78	19,98 ±0,31	5811,±97,08
Sanayi	34,41 ±1,84	78,87 ±2,47	42,11 ±0,78	7451,03±73,25
Çevre Yolu	43,76 ±1,58	86,00 ±3,60	41,46 ±6,53	6923,11±97,43
Kenar Semt	24,48 ±1,77	64,98 ±3,74	25,24 ±1,49	4665,28±49,58
Şaynahan	37,48 ±4,87	88,67 ±1,18	25,60 ±2,23	6951,94±37,56

Malatya’da farklı lokalitelerdentoplananAl konsantrasyonu, yıkanmış yaprakta en fazla çevre yolu bölgesinde, en az bulunduğu bölgenin ise kenar semt olduğu görülmüştür.

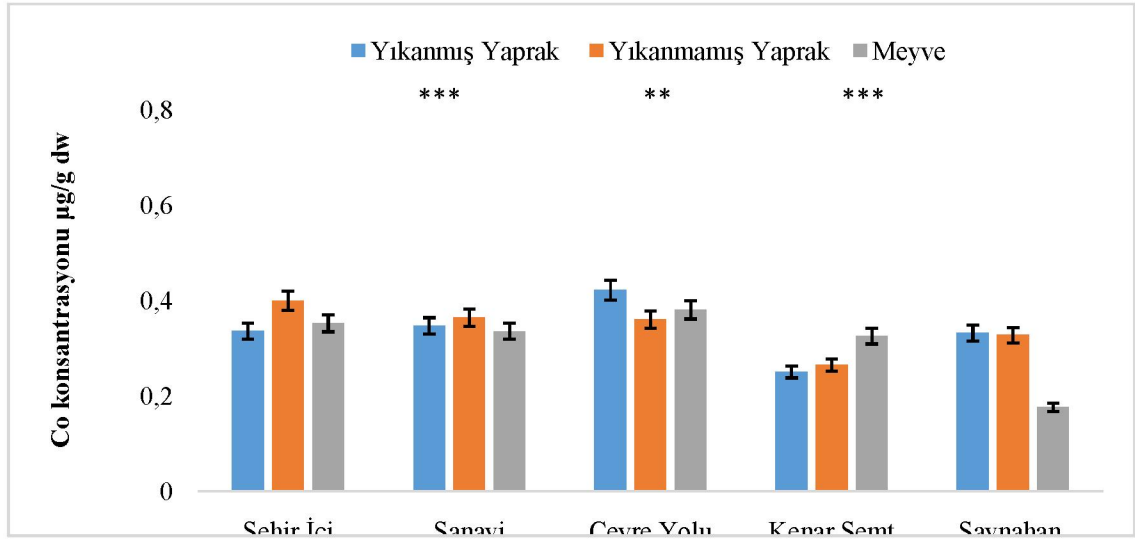
Yıkanmamış yapraklarda Al konsantrasyonu en fazla şehir içi, çevre yolu ve Şaynahanbölgelerinde, en az ise kenar semt bölgesi olduğu görülmüştür.

Meyvede elde edilen veriler incelendiğinde ise, sanayi ve çevre yolu bölgelerinin Al konsantrasyonunun en yüksek miktarlarda bulunduğu bölgeler olduğu belirlenmiştir. Kenar semt ve şehir içi bölgelerinde ise Al konsantrasyonunun en az seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

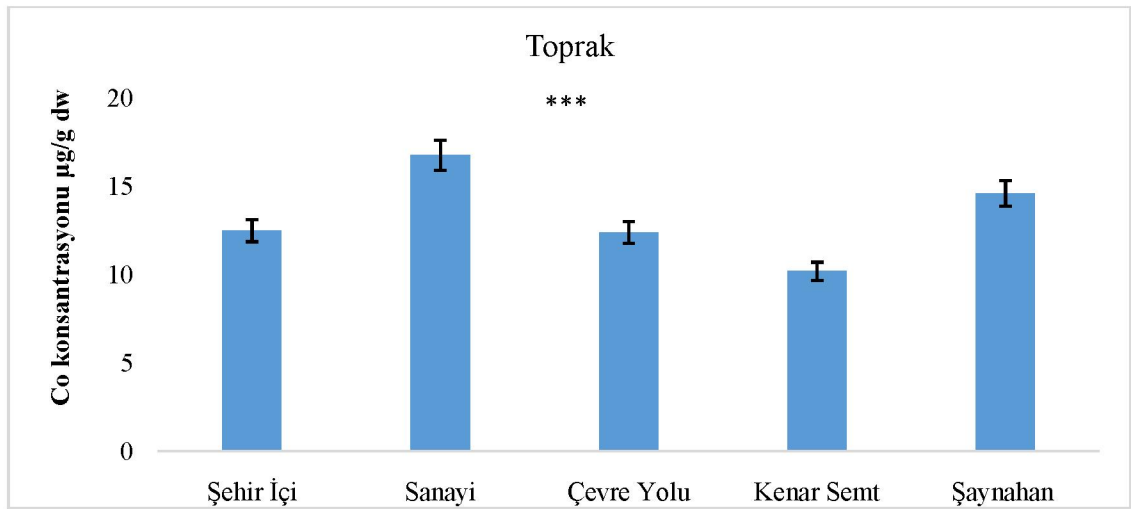
Toprakta ise Al konsantrasyonu en fazla sanayi bölgesinde, en az kenar semt bölgesi olarak görülmüştür.



## 5.7.Co (Kobalt) Konsantrasyonu



Şekil 5.13.Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) Co konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).



Şekil 5.14.Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) topraktaki Co konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

**Tablo5.7.** Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) topraktaki Co konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	0,34 ±0,05	0,40 ±0,03	0,35 ±0,03	12,49 ±0,53
Sanayi	0,35 ±0,03	0,36 ±0,02	0,34 ±0,02	16,75 ±0,15
Çevre Yolu	0,42 ±0,05	0,36 ±0,03	0,38 ±0,03	12,39 ±0,26
Kenar Semt	0,25 ±0,03	0,26 ±0,02	0,33 ±0,04	10,20 ±0,06
Şaynahan	0,33 ±0,03	0,33 ±0,02	0,18 ±0,02	14,59 ±0,49

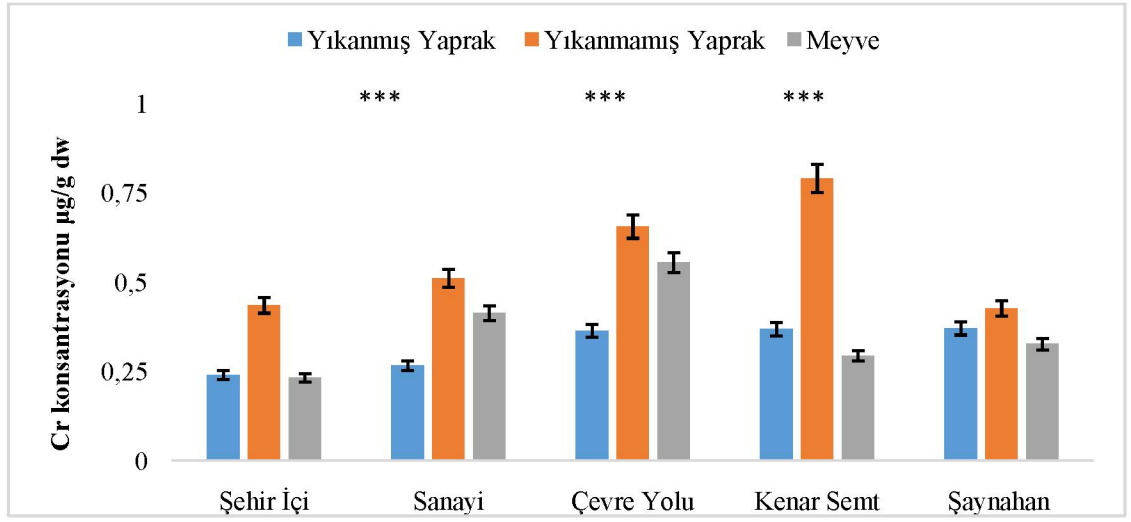
Yapılan çalışmada, yıkanmış yapraklardaki Co konsantrasyonunun en yüksek çevre yolu bölgesinde olduğu en az ise kenar semt bölgesinde olduğu belirlenmiştir.

Yıkanmamış yaprakta ise Co konsantrasyonunun en fazla şehir içinde en az ise kenar semtte olduğu tespit edilmiştir.

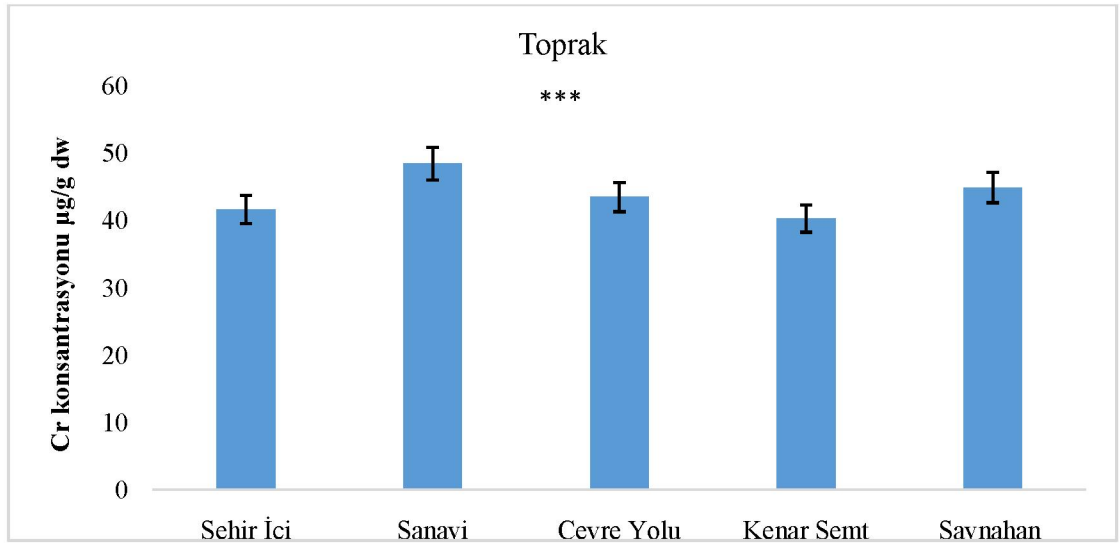
Lokaliteler içinde meyve göz önüne alındığında en yüksek seviyede olan Co konsantrasyonunun çevre yolu bölgesinde en fazla, şaynahan bölgesinde ise en az seviyede belirlenmiştir.

Toprakta ise Co konsantrasyonunun en fazla sanayi, en az kenar semtte olduğu belirlenmiştir.

## 5.8. Cr (Krom) Konsantrasyonu



Şekil 5.15. Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba*L. (Akdut) Cr konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).



Şekil 5.16. Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba*L. (Akdut) topraktaki Cr konsantrasyonu (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).

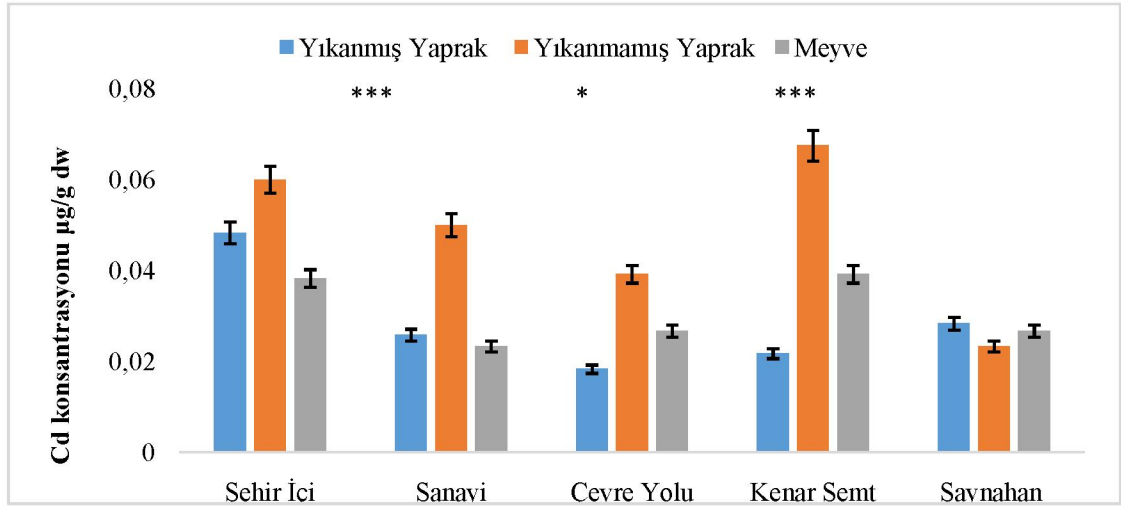
**Tablo5.8.** Farklı lokalitelerden toplanan *Morusalba*L. (Akdut) topraktaki Cr konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	0,24 ±0,02	0,44 ±0,02	0,23 ±0,03	41,64 ±0,69
Sanayi	0,27 ±0,02	0,51 ±0,02	0,41 ±0,02	48,46 ±0,74
Çevre Yolu	0,37 ±0,02	0,66 ±0,02	0,56 ±0,10	43,48 ±0,56
Kenar Semt	0,37 ±0,04	0,79 ±0,02	0,30 ±0,01	40,27 ±0,48
Şaynahan	0,37 ±0,02	0,43 ±0,04	0,33 ±0,03	44,87 ±0,79

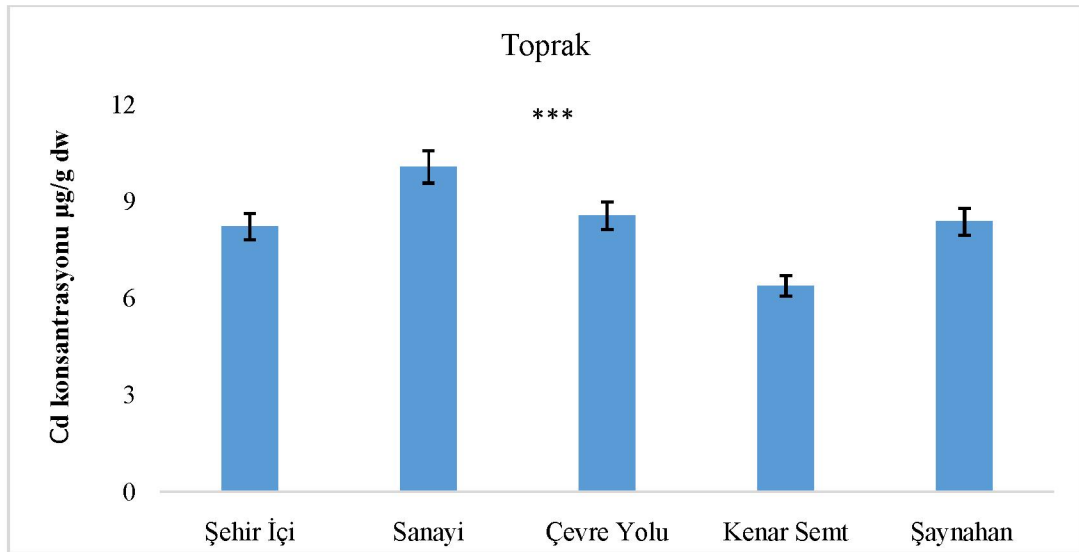
Yapılan analizlere göre bütün lokalitelerde yıkanmamış yapraktaki Cr konsantrasyonunun fazla olduğu belirlenmiştir. Cr birikiminin en alt seviyede olduğu lokalitenin şehir içi ve şaynahan bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. Yıkanmış yaprakta bulunan Cr konsantrasyonunun en fazla olduğu lokaliteler birbirine yakın olmakla beraber, Çevre yolu, kenar semt ve Şaynahan olduğu, en az olarak şehir içi bölgesi olduğu tespit edilmiştir. Meyvede ise en fazla Cr konsantrasyonu çevre yolunda, en az şehir içinde olduğu belirlenmiştir.

Toprakta bulunan Cr miktarının en yüksek görüldüğü yerin sanayi en az ise kenar semt bölgesi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirilmelerde, lokaliteler arasında Cr konsantrasyonu bakımından anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

### 5.9.Cd (Kadmiyum) Konsantrasyonu



Şekil 5.17.Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) Cd konsantrasyonu (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).



Şekil 5.18.Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba* L. (Akdut) topraktaki Cd konsantrasyonu (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

**Tablo5.9.** Farklı lokalitelerdentoplanan *MorusalbaL.* (Akdut) topraktaki Cd konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	0,05 ±0,00	0,06 ±0,01	0,04 ±0,00	8,21 ±0,23
Sanayi	0,03 ±0,01	0,05 ±0,01	0,02 ±0,01	10,06 ±0,13
Çevre Yolu	0,02 ±0,00	0,04 ±0,00	0,03 ±0,01	8,55 ±0,25
Kenar Semt	0,02 ±0,00	0,07 ±0,02	0,04 ±0,01	6,37 ±0,11
Şaynahan	0,03 ±0,01	0,02 ±0,00	0,03 ±0,01	8,37 ±0,21

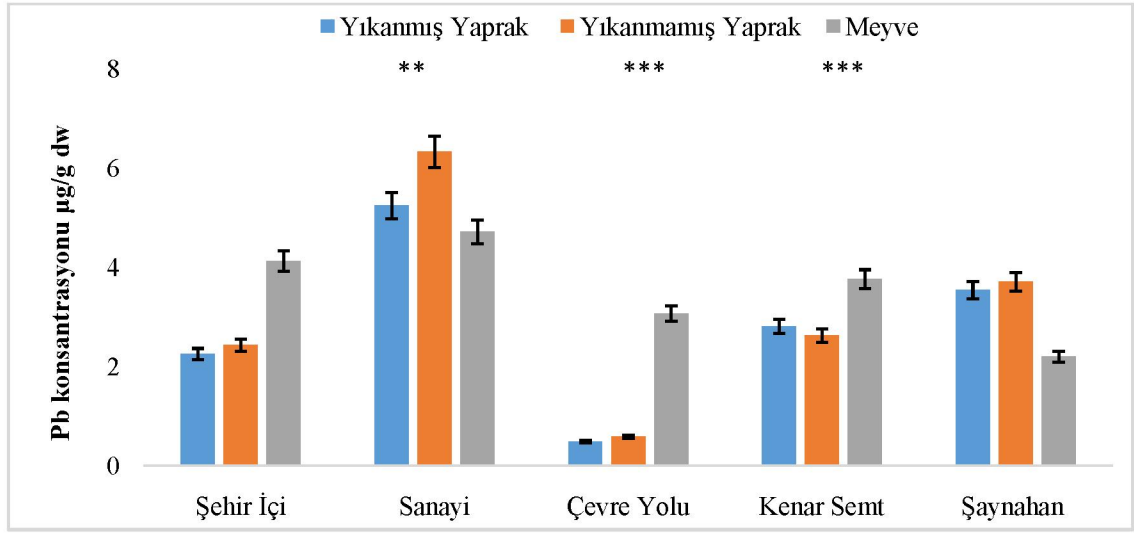
Yapılan bu çalışmada dutların toplandığı lokalitelerde yıkanmış yaprakta bulunan Cd konsantrasyonunun en az görüldüğü bölgenin çevre yolu, en fazla görüldüğü bölgenin ise kenar semt bölgesi olduğu belirlenmiştir.

Yıkanmamış yaprakta incelenen Cd konsantrasyonunun ise en az bulunduğu bölgenin Şaynahan, en fazla görüldüğü bölgenin ise yine kenar semt bölgesi olduğu görülmüştür.

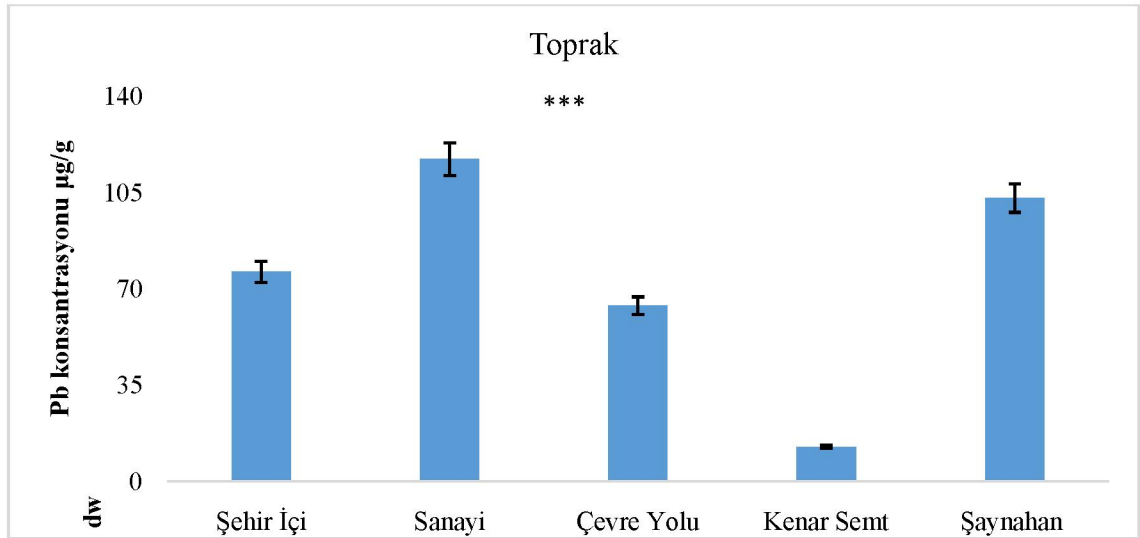
Meyvede yapılan incelemelerde ise Cd konsantrasyonunun en fazla şehir içi ve kenar semt, en az olduğu bölgenin ise sanayi olduğu gözlenmiştir.

Topraktan tespit edilen Cd konsantrasyonunun en az seviyede kenar semt bölgesinde, en çok seviyede ise sanayi bölgesi olduğu saptanmıştır.

### 5.10. Pb (Kurşun) Konsantrasyonu



Şekil 5.19.Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba*L. (Akdut) Pb konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).



Şekil 5.20.Farklı lokalitelerden toplanan *Morus alba*L. (Akdut) topraktaki Pb konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

**Tablo5.10.** Farklı lokalitelerden toplanan *Morusalbal*L. (Akdut) topraktaki Pb konsantrasyonu(\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık).

Lokalite	Yıkanmış Yaprak	Yıkanmamış Yaprak	Meyve	Toprak
Şehir İçi	2,26 ±0,30	2,43 ±0,22	4,13 ±0,30	76,15±16,24
Sanayi	5,25 ±0,40	6,33 ±0,43	4,72 ±0,28	117,06±8,99
Çevre Yolu	0,49 ±0,17	0,59 ±0,17	3,08 ±0,51	63,86 ±9,09
Kenar Semt	2,81 ±0,57	2,63 ±0,45	3,77 ±0,21	12,60 ±2,24
Şaynahan	3,55 ±0,18	3,72 ±0,51	2,21 ±0,35	102,92±9,98

Pb lokaliteleri grafiksel olarak incelendiğinde lokaliteler arasında önemli farklılıkların olduğu görülmektedir.

En fazla Pb konsantrasyonunun olduğu lokalite genel olarak bütün değerler gözönüne alındığında Sanayi Bölgesi olduğu, en az seviyede görüldüğü lokalitenin ise çevre yolu olduğu görülmüştür.

Yapılan bu çalışmada dutların toplandığı lokalitelerde yıkanmış yaprakta bulunan Pb konsantrasyonunun en az görüldüğü bölgenin çevre yolu, en fazla görüldüğü bölgenin ise sanayi bölgesi olduğu belirlenmiştir.

Yıkanmamış yaprakta incelenen Pb konsantrasyonunun ise en az bulunduğu bölgenin Çevre Yolu, en fazla görüldüğü bölgenin ise yine Sanayi bölgesi olduğu görülmüştür.

Meyvede yapılan incelemelerde ise Pb konsantrasyonunun en fazla Sanayi bölgesinin olduğu ve en az olduğu bölgenin ise Şaynahan olduğu gözlenmiştir.



## 6. SONUÇ ve TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz veriler diğer yapılan çalışmalarla kıyaslandığında önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Malatya'da birbirinden değişkenlik gösteren 5 farklı yerde yetişmiş olan dut bitkisinin numuneleri ve yetişmiş oldukları topraktaki ağır metallerin birikim miktarı araştırılmıştır. Ve bitki bünyesinde bulunması gereken değerden yüksek olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde Cd toprakta, Fe konsantrasyonun bitki ve toprakta olması gereken değerlerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Ross, 1994; Kabada Pendias, 1992).

Munzuroğlu ve Gür (2000), Ağır Metallerin Elma (*Malussylvestris* Miller Cv. *Golden*)'da Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri'ni araştırmışlardır. Ağır metallerin bitki üzerinde olumsuz etkileri olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmalarında ağır metalleri laboratuvar ortamında kullandıkları için bu çalışmayla paralellikleri olmasa da bitki üzerindeki etkileri anlamıyla önemlidir. Bizim yaptığımız çalışmada da ağır metallerin akdut bitkisi üzerinde de olumsuz etkilere sahip olduğu ve metal kirlenmesinin bitki ile beraber ekolojik dengeyi de olumsuz etkilediği gözlenmiştir. Ancak bazı ağır metallerin bitki için gerekli olduğu sonucunu da gözardı etmemek gerekmektedir. Az da olsa bitki bünyesinde bazı ağır metaller bulunabilmektedir.

Keser (2008), yaptığı çalışma ile Menderes nehri tarafından sulanan bölgelerden börülce, bamya, mısır, biber, ıspanak, patlıcan, domates, karpuz ve fasulye toplayarak bu ürünlerde metal analizleri yapmışlardır. Elde ettikleri çözeltileri atomik absorpsiyonspektrofotometresi ile analizleyerek, 5 metalin (Cu, Zn, Fe, Pb ve Cd) miktarını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmaların incelenmesi neticesinde, bütün ürünlerde analizi yapılan metaller bakımından kirlenmenin olduğunu tespit etmişlerdir. Bütün ürünlerde sulama yapılan bölgelerdeki metal derişimlerinin, sulanmayan bölgelerdeki metal derişimlerinden daha yüksek seviyede olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışma göz önüne alındığında az da olsa metal kirlenmesinin bütün bölgelerdeki bitkilerde bulunduğu ancak bazı bölgelerin daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Ergün vd. (2010), yaptıkları çalışma ile Amanoslarda (Hatay) yetişen; *Arbutusandrachne*, *Caluteacilicia*, *Chamoacystiscasius*, *Hypericumhircinum*, *Hypericumlanugmosum* var. *scabrellum*, *Hypericumconfetumsubspstenobotrus*, *Hypericumamblysepalum*, *Hypericumperforatum*, *Myrtuscommunis*, *Tymuscilicicus*, *Tymuseigii*, *Laurusnobilis*, *Phlomisviscosa*, *Lavandulastoechassubsp. stoechas*, *Urticaurens*, *Oleaeuropea*, *Capparisspinosa*, *Helichrysumsanguineum*, *Salviaviridis*, *Sideritispumila*, *Salviaverticillatensubsp. amasiaca*, *SalviaSalviatomantosa*, *Sideritissyriaca*, *Sideritislibanotica*, *sericeo-tomentosa*, *Glycyrhizaglabra*, *Pyracanthacoccinea*, *Ononisviscosa*, *Alceastriatasubsp. profescens*, ve *Thymbraspicata* bitki materyallerini kullanmışlardır. Bitkilerdeki mineral element ve ağır metal analizlerini ICP-AES cihazını kullanarak belirlemişlerdir. *Hypericumamblysepalum*'da Cd miktarını (2,0286 ppm) en yüksek seviyede tespit ederek, sırasıyla *Urticaurens*'de (1,878 ppm), *Hipericumlanugmosum* var. *scabrellum*'da (1,5924 ppm) olarak belirlemişlerdir. Pb birikimi *Laurusnobilis*' te (0.717ppm) en yüksek seviyede belirlenmiş ve ayrıca çalışma örneklerinde kalsiyum (Ca), K, P, Na ve Mg analizlerini de belirlemişlerdir. Ağır metallerin ve mineral içeriklerin örnek materyaller üzerinde yüksek değerde olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışma neticesinde ise en çok Pb birikiminin sanayi bölgesi ve şehir içinde olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise şehiriçinde daha çok araç kullanımının olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Tuna, B. (2011), yaptığı çalışmada, yol, fabrika arazisi, sulama kanalı yakınında yetiştirilen sofralık zeytinlerin ağır metal (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Zn, Ni ve Pb) ve mikro besin (Mn, S, Mg, Ca, P ve K) element konsantrasyonlarını araştırmıştır. Buna göre ağır metal ve mikrobesein elementlerinin konsantrasyonları sırasıyla  $0.60 \pm 0.14$ - $3.85 \pm 1.76$ ,  $14.51 \pm 0.42$ - $64.82 \pm 4.23$ ,  $2.36 \pm 0.91$ - $7.66 \pm 2.09$ ,  $0.100 \pm 0.064$ - $0.415 \pm 0.049$ ,  $0.245 \pm 0.065$ - $0.876 \pm 0.081$ ,  $3.20 \pm 0.82$ - $8.29 \pm 0.41$ ,  $544.0 \pm 136.1$ - $923.6 \pm 145.3$ ,  $365.6 \pm 148.6$ - $789.3 \pm 185.3$ ,  $780.6 \pm 102.8$ - $1245.6 \pm 107.8$ ,  $901.6 \pm 194.0$ - $1617.6 \pm 149.8$  ve  $17953.3 \pm 3893.4$ - $34430.0 \pm 7818.4$  mg/kg Cu, Fe, Zn, Ni, Pb, Mn, S, Mg, Ca, P ve K için bulmuştur. Zeytin örneklerinde Cd, Co ve Cr\_a rastlamamıştır. Yapılan analiz sonucunda Pb, Cu'nın Codex Alimentarius ve Türk Sofralık Zeytin Standartları'na göre yasal sınırlarda olduğunu saptamıştır. Yapılan bu çalışma verileri de gözönünde bulunduğu dut bitkisi için Pb ve Cu'nın normal kirlenme değerlerine yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir.

Rafati vd. (2011), yaptıkları çalışmada, *Populusalba* ve *Morusalba*'nın farklı organları tarafından ve topraktan ağır metal alımını (Cd, Cr ve Ni) değerlendirmişlerdir. Cd (40, 80 ve 160 mg / kg), Cr (60, 120 ve 240 mg / kg) ve Ni (120, 240 ve 480 mg / kg) olarak tespit etmişlerdir. Bu metallerin toplam konsantrasyonu köklerde, saplarda, yeşil yapraklarda, düşen yapraklar ve ilgili toprakta ölçmüşlerdir. Sonuçlara bakıldığında çalışılan türlerin hepsinde en yüksek birikiminin olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, düşen yapraklar *P. alba*'da daha yüksek Cd ve Cr konsantrasyonlarına sahip olduğunu tespit etmişlerdir ve *M. alba*'daki Cr ve Ni, yeşil yapraklarla karşılaştırıldığında; İki türde, Cd ve Ni taşınmadığı sonbahar mevsiminde yapraklardan köklere ve saplardan, ya da tam tersi, ancak Cr köklerinden taşındığını belirlemişlerdir. *P. alba* ve *M. alba*'nınCd'ninfito-ekstraksiyonu için uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışma da metal kirlenmesinin hemen hemen bütün bölgelerdeki bitkilerde bulunduğu ancak bazı bölgelerden toplanan bitkilerde daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Gür vd. (2012), yaptıkları çalışmadaElazığ ili şehir merkezinde bulunan Çimento Fabrikasının güneyinde kalan bölgeden 500 er metre aralıklarla 2500 üncü metreye kadar olan uzaklıklardan toplanan kayısı (*Prunus armeniaca* L.) bitkisi polenlerinin in vitro polen çimlenmesi ve tüp uzunlukları tespit edildiği araştırmada fabrikaya yaklaştıkça hem çimlenme yüzdesi hem de tüp uzunluğunda önemli düşüşler tespit edildi. Deneylerde kullanılan polenlerin çimlendirilmesi için BrawbakerKwackbesiyeri kullanıldı. 2500 metredeki polen çimlenme yüzdesi 500 metreye gelindiğinde % 70,26 düşerek 13,64 olmuştur. Tüp uzunluğu da benzer şekilde 2500 m' de 359,6 µm iken 500 m' de 23 µm' ye düşmüş yani yaklaşık tüp uzunluğunda %93,6 oranında bir kısalma olduğunu değerlendirmişlerdir. Çimento fabrikasına yaklaştıkça çimlenme süresinin uzaması, tüp uzunluğunun kısalması, çimento fabrikasının alınan örneklerde ağır metallerin birikmesine yol açtığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmada ise Kurşun (Pb), Kobalt (Co), Alüminyum (Al), Mangan (Mn), Demir (Fe), gibi metallerde sanayi bölgesinde fazla çıkması çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Pehlivan vd. (2012), dutlarda yaptıkları çalışmada, toprak, yaprak ve meyvede ağır metallerin oranı ICP-OES ile tespit etmişlerdir. Yol kenarına 20 m mesafede, toprağın Zn (330.7 mg kg<sup>-1</sup>), Cu (217.5 mg kg<sup>-1</sup>), Pb (500.2 mg kg<sup>-1</sup>) ve Cd (4.24 mg kg<sup>-1</sup>) ile kirlenmiş olduğu belirlemişlerdir. Dut meyvesindeki Pb konsantrasyonunu 0,467 ve

0,419 mg ile yol kenarına 20 ve 100 m mesafelerde izin verilen sınırların üzerinde tespit edilmiştir. Tüm mesafelerde, meyvede Ni konsantrasyonunu izin verilen sınırların üstünde bulmuşlardır. Sonuçlar, bazı ağır metallere kirlenme için toprak ve meyveler arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde, dutlarda Pb ve Cu'nun normal kirlenme değerlerine yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir.

Ruzica vd. (2013), dutlarda yaptıkları çalışmada, Sırbistan'ın güneydoğu bölgesinde yetişen beyaz, kırmızı ve siyah dut meyvesi ağır metallerin (Demir, Bakır, Çinko, Manganez, Kadmiyum, Nikel ve Kurşun) içeriğinin ve bunların özütlerinin belirlenmesinde en yüksek Demir ve en düşük Kadmiyum elementlerini içerdiğini belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışma neticesinde ise en çok Kurşun(Pb) birikiminin sanayi bölgesi ve şehir içinde olduğu tespit edilmiştir.

Gürel, S. ve Başar, H., (2014), Türkiye'nin Güneydoğu Marmara Bölgesi'nde Yetişen Zeytin Ağaçlarının Metal Durumu ile ilgili yaptıkları araştırmada, *Olea europea* L.'nin topraklarındaki, meyvelerindeki ve yapraklarındaki metal birikimini karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Araştırma 64 bahçede cv ile yapılmıştır. Kirlilik seviyelerini belirlemek için ağaçların toprak ve yer üstü kısımlarını örneklemişler ve Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Cr, Pb ve Cd konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Topraklarda toplam Ni ve Cr miktarlarının aşırı olduğunu belirlemişlerdir. Cd, Co ve Cu konsantrasyonları, test edilen toprakların azınlığındaki izin verilen aralıklardan biraz daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bazı meyve örneklerinde Zn, bazı meyve ve yaprak örneklerinde Cu dışında, metal birikimi, her zamanki gibi yaprak dökülmesinde, metallerin birikiminde, her ne kadar iyi bir şekilde olursa olsun; Sonuç olarak, metallerin topraklarda görünmesi tarımsal faaliyetlerden ve ana malzemedan kaynaklandığı söylenebilir. Yapılan bu çalışmada da, toprakta ve yıkanmamış yapraklarda en fazla bulunan ağır metalin Fe olduğu tespit edilmiştir.

Karakoyun (2014), yaptığı çalışmada, Erzincan İli Şehir merkezinde 5 farklı bölge (İstasyon, Aşağı Çarşı, Buğday Meydanı, Şehir Merkezi, Park) ve kontrol bölgesi olmak üzere altı farklı lokaliteden sarıçam (*Pinussylvestris* L. var. *hamata* Steven) bitkisinden kabuk, dal, yaprak örnekleri ve aynı bölgelerden toprak örnekleri toplayarak ağır metal birikimini araştırmıştır. Sonuç olarak, şehir merkezi ve kontrol bölgesinden toplanan toprakların ve bitkilerin ağır metal içerikleri arasında anlamlı farklılıkların olduğu

gözlemlemiştir. Ayrıca yıkanmış ve yıkanmamış yapraklardaki ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında yıkanmamış yapraklardaki ağır metal içeriği yıkanmış yapraklara göre anlamlı yüzdelerlik farklılığa sahip olduğunu tespit etmiştir. Yıkanmamış yapraklar ile yıkanmış yapraklar arasındaki yüzdelerlik farklılık hava kirliliğinin olduğunu göstermektedir. Toprak örneklerindeki ağır metal konsantrasyonunu bitki bünyesine göre bütün ağır metallerde yüksek düzeyde belirlemiştir. Lokaliteler arasında ise istasyon ve aşağı çarşı bölgelerinden toplanan örneklerdeki ağır metal konsantrasyonunun diğer lokalitelere göre daha yüksek düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Yapılan bu çalışmada da, yıkanmış ve yıkanmamış yapraklardaki ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında yıkanmamış yapraklardaki ağır metal içeriği yıkanmış yapraklara göre anlamlı yüzdelerlik farklılığa sahip olduğu tespit edilmiştir.

Topdemir vd. (2015) çalışmalarında,  $Cu^{++}$ ,  $Pb^{++}$ ,  $Hg^{++}$ ,  $Cd^{++}$  ağır metallerinin *Malussylvestris* Miller ve *Cerasusvulgaris* Miller bitkisi polenlerinin tüp oluşumu ve performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma materyali olarak Elazığ ili ve ilçelerinde kirletici faktörlerden uzak bölgelerde bulunan *Malussylvestris* Miller ve *Cerasusvulgaris* Miller bitkilerinin polenlerini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre tüm ağır metal konsantrasyonları polen çimlenmesini ve tüp büyümesini farklı oranlarda inhibe etmiştir. *Malussylvestris* Miller için kullanılan ağır metallere genel olarak polen çimlenmesini ve tüp uzunluğunu en fazla engelleyen ağır metalin bakır, *Cerasusvulgaris* Miller bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp uzunluğu bakımından en fazla etkileyen ağır metalin ise civa olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da, bitki bünyesinde biriken ağır metallerin, bitki gelişimi olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Micic vd. (2013) yaptıkları çalışmada kırmızı, beyaz ve siyah olmak üzere 3 farklı *Morus* türünde elde etmiş oldukları verilere göre Cd haricindeki diğer elementler, bu çalışmada elde edilen ağır metal konsantrasyonlarından daha düşüktür.

Ercisli ve Orhan (2007) yaptıkları çalışmada *Morusalba*, *Morusnigra* ve *Morusrubra* meyvelerinde Fe, Cu, Zn ve Mn ağır metallerinin konsantrasyonlarını belirlemiştir. Elde ettikleri veriler, yapılan bu çalışmada elde edilen veriler ile genelde örtüştüğü görülmüştür.

Zahir vd. (2009) Pakistan’da yaptıkları çalışmada muz, limon, elma, kayısı, mangogibi farklı meyvelerde metal analizlerinde elde ettikleri veriler ile bu çalışmada elde edilen veriler kıyaslandığında Cr miktarı haricinde, diğer elementlerin konsantrasyonu paralel olduğu tespit edilmiştir.

## 7. ÖNERİLER

Bütün veriler detaylı olarak incelendiğinde yaprak, kabuk ve toprak elde edilen elementlere ait veriler bölgeler arasında ciddi anlamda farklılıklar olduğu görülmektedir. Ağır metal kirlenmesinin sanayi ve çevre yolu bölgelerinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak da çevre yolunun araç trafiğine aşırı maruz kalması, sanayi bölgelerinde de fabrika bacalarından salınan gazlar olduğu düşünülmektedir.

Araç trafiğinin aşırı bulunduğu bölgeler ile sanayi bölgelerinde görülen gaz salınımı neticesinde kirlenme oranının artması hasebiyle çevresel sorunların da bu ölçüde arttığı görülmektedir. Bu kirliliği azaltma noktasında yapılacak çalışmalardan birinin araç egzoz emisyonlarının yapılması ve fabrika bacalarına da daha az kirliliğe sebep olması adına filtreler kullanılarak kirlilik oranları bitirilememekle beraber minimize edilebilir. Bu bölgeler tespit edilerek kirliliğe neden olan faktörler incelendikten sonra bu noktada özel çalışmalar yapılabilir.

Ağır metallerin topraktan iyileştirilme çalışmalarına önem verilmelidir. Bu konu hakkında farklı toprak ve iklim özelliklerine sahip olan ve ağır metal bakımından kirlenen alanlarda çalışmalar yapılarak ağır metallerin temizlenmesi hususundaki çalışmalara yer verilmelidir. Toprak yapısının bozulmadan akılcı çözümler ve ekonomik yöntemler vasıtasıyla kirlenmiş alanların rehabilite edilmesi ve bütün alanların sürdürülebilir şekilde kullanılması ülkelerin geleceği için oldukça önemlidir.

Ağır metaller küresel anlamda kirlilik faktörü olarak insanlar ve tüm canlıların yaşamlarında tehlike oluşturmaktadır. Gıda zincirinin dışında, solunum veya deri vasıtasıyla canlılara nüfuz ederek zarar vermektedir. Tüm dünya ve ülkemizde tehlike arz eden ağır metallerin sebep olduğu toprak kirliliğinin en aza indirilmesi için acil olarak önlemler alınmalıdır. Dünya üzerinde tarıma elverişli olan toprak miktarı oldukça düşük seviyededir. Kirlenmiş topraklarda sağlıksız yetiştirilen bitkisel ürünler, onlarla beslenen insanların ve hayvanların hayatını doğrudan olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Ağır metaller topraktan doğrudan yok edilememekte ve sürekli kalabilmektedir, bu sebeple öncelikli olarak ağır metal maden işletmeciliği ve diğer endüstri üretim yerleri ile diğer topraktaki kirlenici faaliyetler ve üretim yöntemlerinin

topraklardaki kirliliğe en az şekilde zarar verecek hatta hiç zarar vermeyecek koşullarda yapılması gerekmektedir.

## 8. KAYNAKLAR

Aksoy, A., Demirezen, D. and Duman, D. (2005) Bioaccumulation, detection and analyses of heavy metal pollution in Sultan Marsh and its environment. *Water Air Soil Pollution*, 164, 241-255.

Anonim, (2019a). <https://www.birgun.net/haber-detay/dunya-nufusu-7-6-milyara-ulasi169561.html>.

Anonim, (2019b). <http://www.malatya.gov.tr/turizm>

Asri, F.Ö. ve Sönmez, S. (2006) Ağır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45.

Ayhan, B., Ekmekçi, Y. ve Tanyolaç, D. (2006) Bitkilerde Ağır Metal Zararları ve Korunma Mekanizmaları, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (1): 1-16.

Babula, P. Adam, V. Opatrilova, R. Zehnalek, J. Havel and L. Kizek, R. (2008) Uncommon heavy metals, metalloids and their plant toxicity: a review *Environmental Chemistry Letters* 6: 189-213.

Başaran, G. (2010) Kapulukaya baraj gölü (Kırıkkale) ve aşağı havzası su, sediment ve sucul bitki örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Doktora Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale.

Bebek, M.T. (2001) Ulubat Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

Bozkurt, M. A., Yarılgaç, T. ve Çimrin, K. M. (2001) Çeşitli meyve ağaçlarında beslenme durumlarının belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1), 39-45.



- Bradl, H. B. (2005) Heavy Metals in the Environment, *Elsevier Academic Press First Edition*, Volume 6 Netherlands.
- Burger, J. (2008) Assessment and management of risk to wild life from cadmium. *Science of the Total Environment*. 6-19
- Campbell, P.G.C. and Tessier, A. (1996) Ecotoxicology of metals in aquatic environments: Geochemical aspects. In: *Ecotoxicology: A hierarchical treatment*, M.C. Newman and C.H. Jagoe, eds. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Castro-González, M.I. and Méndez-Armenta, M. (2008) Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 26: 263–271.
- Cervantes, C. Campos-Garcia, J. Devars, S. Gutiérrez-Corona, F. Loza-Tavera, H. Torres-Guzmán, J.C. and Moreno-Sánchez, R. (2001). Interactions of chromium with microorganisms and plants. *FEMS Microbiol. Reviews.*, 25: 335–347.
- Demirayak, A. (2008) Samsun İl Merkezindeki Bazı Doğal ve Egzotik Bitkilerde Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi*. Samsun.
- Ercisli, S. and Orhan, E. (2007) Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*, 103, 1380–1384.
- Erdoğan, Ü. ve Pırlak L. (2005) Ülkemizde Dut (*Morus* spp.) Üretimi ve Değerlendirilmesi. *Alatırım*, 4(2), 38-43
- Ergün, N., Yolcu, H., Karanlık, S. ve Dikkaya, E. (2010) Amanoslar'da (Hatay) Yetişen Bazı Bitki Türlerinde Ağır Metal Birikimi ve Mineral İçerik Üzerine Bir Çalışma, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (2): 121-127.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu D. (2004) Ağır Metal İyonlarının ( $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Hg}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ) *Clivia* sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp

- Büyümesi Üzerine Etkileri., *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2),177-182.
- Gür, N., Topdemir, A. ve Topdemir, G. (2012)Elazığ ili çimento fabrikasının çevresinde yetişen Prunus armeniaca L. (kayısı) bitkisi polenlerinin çimlenme ve tüp büyümesinin araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi (BİBAD)*, 5(2), 17-19.
- Gürel, S. ve Başar, H.(2014) Metal Status of OliveTreesGrown in Southeastern Marmara Region of Turkey, *Communications in SoilScienceandPlant Analysis*, 45:1464–1479.
- Kabata-Pendias, A.andPendias, H. (1984) TraceElements in SoilsandPlants, *CRC PressInc*, Florida, pp.
- Karakoyun, G. veOsma, E. (2015) Erzincan’da Hava Kirliliğine Bağlı Olarak Sarı Çamlarda (Pinussylvestris L. var. hamata Steven.) Ağır Metal Birikimi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.Gümüşhane. 5 (2): 67-77
- Kargar, N. (2015) Bal Arılarında Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (pah) Analizleri ile Çevre Kirliliğinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.İzmir.
- Keleş, R. ve Ertan, B. (2002) Çevre Hukukuna Giriş, 1. Baskı, *İmge Kitapevi. Ankara*:
- Keser, B., (2008) Aydın İlinde Büyük Menderes Nehri İle Sulanan Bölgelerde Yetişen Bazı Sebze Ve Meyvelerdeki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın.
- Labra, M. Gianazza, E. Waitt, R. Eberini, I. Sozzi, A. Regondi, S. Grassi, F. andAgradi, E. (2006) ZeamaysL. Protein changes in responsetopotassiumdichromatetreatments. *Chemosphere*, 62 (8): 1234–1244.
- Lermi, A.(2009) Gümüşköy-Maden (Ulukışla-Niğde) Bölgesindeki Toprak, Su ve Bitkilerde Maden Atıklarından Kaynaklanan Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri,*Niğde Üniversitesi, 1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı*, 30 Ekim–1 Kasım 2009, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp/ Nevşehir.

- Leblebici, Z., Aksoy, A. and Duman, F. (2010) Influence of nutrient addition on growth and accumulation of cadmium and copper in Lemnagibba. *Chemical Speciation and Bioavailability*, 22(3), 157-164.
- Leblebici, Z. ve Özyürek, F. (2017) Nevşehir’de Farklı Su Kaynaklarıyla Sulanan Sebzelerde Ni, Cu ve Pb Birikimi. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 184-195.
- Liu, J. Li, K. Xu, J. Zhang, Z. Ma, T. Lu, X. Yang, J. and Zhu, Q. (2003) Lead toxicity, uptake, and translocation in different rice cultivars. *Plant Science*, 165: 793/802.
- Markert, B. (1993) Plant as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment, B. Markert (ed), *VCH Weinheim, New York/Basel/Cambridge*.
- Micić, R.J., Dimitrijević, D.S., Kostić, D.A., Stojanović, G.S., Mitić, S.S., Mitić, M.N., Pavlović, A.N. and Ranđelović, S.S. (2013) Content of Heavy Metals in Mulberry Fruits and Their Extracts-Correlation Analysis. *American Journal of Analytical Chemistry*, 4, 674-682.
- Munzuroğlu, F.K. ve Zengin Ö. (2004) Effects of lead ( $Pb^{++}$ ) and copper ( $Cu^{++}$ ) on the growth of root, shoot and leaf of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17, 1-10.
- Munzuroğlu, O. and Geçkil, H. (2002) Effects of Metals on Seed Germination, Root Elongation and Coleoptile and Hypocotyl Growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*. *Arch. Environ. Contam. Toxicology*, 43, 203-217.
- Munzuroğlu, O. ve Gür N. (2000) Ağır Metallerin Elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)’da Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri, *Turkish Journal of Biology* 24, 677-68.
- Nagpal, N.K. (2004) Water quality guidelines for cobalt. Ministry of Water, Land and Air Protection, *Water Protection Section, Water, Air and Climate Change Branch*, Victoria.

- Newman, M.C. ve Unger, M.A. (2002) Fundamentals of Ecotoxicology, Second Edition *Lewis Publisher Press in United States of America*.
- Özkutlu, F., Sekeroglu, N. and Kara, S. M. (2006) Monitoring of cadmium and micronutrients in spices commonly consumed in Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(5):223-226.
- Pehlivan, M., Karlıdağ, H. and Turan, M. (2012) Heavy Metal Levels Of Mulberry (Morus Alba L.) Grown At Different Distances From The Road Sides, *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(3) Page: 665-670.
- Rafati, M., Khorasani, N., Moattar, F., Shirvany, A., Moraghbi, F. and Hosseinzadeh, S. (2011) Phytoremediation Potential of Populus Alba and Morus Alba for Cadmium, Chromium and Nickel Absorption from Polluted Soil, *International Journal of Environmental Research* 5(4):961-970.
- Ruangsomboon, S. and Wongrat, L. (2006) Bioaccumulation of cadmium in an experimental aquatic food chain involving phytoplankton (*Chlorella vulgaris*), zooplankton (*Moina macrocopia*), and the predatory catfish *Clarias macrocephalus* × *C. Gariepinus*. *Aquatic Toxicology*. 78(1):15-20.
- Ruzica, J. Micic, Danica S. Dimitrijevic, Danijela, A. Kostic, Gordana, S. Stojanovic, Snezana S. Mitic, Milan N. Mitic, Aleksandra, N. Pavlovic, Sasa S. And Randelovic, S. (2013) Content of Heavy Metals in Mulberry Fruits and Their Extracts-Correlation Analysis, *American Journal of Analytical Chemistry*, 4, 674-682.
- Shrivastav, R. (2001) Atmospheric heavy metal pollution. *Resonance*. 6(4):62-68
- Siegel, F.R. (2001) Environmental geochemistry of potentially toxic metals. *New York: Springer-Verlag*.
- Trujillo, F.U. (2002) Mulberry for Rearing Dairy Heifers. *Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper*, 147, 203-206.
- Tuna, B. (2011) Tekirdağ İli Şarköy Yöresinde Yetiştirilen Zeytinlerde Bazı Ağır Metaller ile Mikrobeyin Elementlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi.

*Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Tekirdağ.

- Türközü, D. ve Şanlıer, N. (2014) Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Bulaşma Kaynakları, Sağlık Riskleri ve Ulusal/Uluslararası Standartlar. *Electronic Journal Of Food Technologies*, 9(3), 29-46.
- Üçer, A. (2009) Çevre kirliliğine neden olan bazı ağır metal türlerinin çeşitli bitkiler kullanılarak giderilmesi. Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Samsun
- Vajpayee, P. Tripathi, R.D. Rai, U.N. Ali, M.B. and Singh, S.N. (2000) Chromium (VI) accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content in *Nymphaea alba L.* *Chemosphere*. 41(7):1075-82.
- Vartika, R. Vajpayee, P. Singh, N.S. and Mehrotra, S. (2004) Effect of chromium accumulation on photosynthetic pigments, oxidative stress defense system, nitrate reduction, proline level and eugenol content of *Ocimum tenuiflorum L.* *Plant Science*. 167: 1159–1169.
- Vernay, P. Gauthier-Moussard, C. and Hitmi, A. (2007). Interaction of bioaccumulation of heavy metal chromium with water relation, mineral nutrition and photosynthesis in developed leaves of *Lolium perenne L.* *Chemosphere*. 68(8):1563-75.
- Yalçın, V. (2014) Bazı Ağır Metallerin (Pb, Cd, Ni) Sucul Bitkiler (*Salvinia natans (L.) All.*, *Lemna minor L.*) Üzerinde Yaptığı Stres ve Biyolojik Yanıtlar. Yüksek Lisans Tezi, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi*. Nevşehir.
- Yavuzer, H. ve Osma, E. (2018) *Salix fragilis L.* (Gevrek Söğüt)' in Ağır Metal Kirlenmesinde Biyomonitör Olarak Değerlendirilmesi, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7(2), 122-129.
- Yıldız, N. (2004) Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. *Yüksek Lisans Ders Notları*. Erzurum.
- Yruela, I. (2005) Copper in plants. *Brazilian Journal Plant Physiology*. 17: 145-156.

- Zahir, E. (2009) Iftikhar Imam Naqvi and Sheikh Mohi Uddin Market Basket Survey of selected metals in fruits from Karachi city (Pakistan) *Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(2), 47-52.
- Zayed, A.M. and Terry, N. (2003) Chromium in the environment: factors affecting biological remediation. *Plant and Soil*, 249: 139–156.
- Zhang, J. and Liu, C.L. (2002) Riverine composition and estuarine geochemistry of particulate metals in China—weathering features, anthropogenic impact and chemical fluxes. *Estuar Coast Shelf Science*. 1051-1070
- Zhou, Q. Zhang, J. Fu, J. Shi, J. and Jiang, G. (2008) Biomonitoring: An Appealing Tool for Assessment of Metal Pollution in *The Aquatic Ecosystem*. *Analytica Chimica Acta*, 606(2):135-50.

## **EKLER**

### **Ek-1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Akademik Çalışmalar**

Karadeniz, M. Osma E. (2019).Malatya’da Yetişen Akdutlarda (*Morusalba* L.) Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi.Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 12 (2), 893-901



## ÖZGEÇMİŞ

Mahmut Karadeniz, 1992 yılında Malatya'nın Battalgazi ilçesine bağlı Hatunsuyu mahallesinde doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Lise öğrenimini Battalgazi ilçesinde bitirdikten sonra 2010-2014 yıllarında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. 2016 yılında başladığı Yüksek Lisans öğrenimini Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda öğrenimine devam etmektedir.