

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KASTAMONU ŞEHİR ÇÖPLÜĞÜNÜN ÇEVRESİNDEKİ
TOPRAK VE BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN AĞIR METAL
KONSANTRASYONUNUN BELİRLENMESİ**

Çağatay ÖKSÜZ

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI
Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ
Doç.Dr. Ferhat KARA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Çağatay ÖKSÜZ tarafından hazırlanan "Kastamonu Şehir Çöplüğü Çevresindeki Toprak ve Bitki Örtüsünün Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof.Dr.Temel SARIYILDIZ
Bursa Teknik Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç.Dr. Ferhat KARA
Kastamonu Üniversitesi



18/06/2019

Enstitü Müdürü


Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Çağatay ÖKSÜZ



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KASTAMONU ŞEHİR ÇÖPLÜĞÜNÜN ÇEVRESİNDEKİ TOPRAK VE BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN AĞIR METAL KONSANTRASYONUNUN BELİRLENMESİ

Çağatay ÖKSÜZ
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI

Dünyada insan popülasyonunun ve tüketimin hızla artması sonucu katı atık miktarlarındaki artışa paralel olarak özellikle kentlerde önemli ölçüde çevre sorunları yaşanmaktadır. Bu da evsel veya sanayi nitelikli atıklar sonucunda topraklarda ağır metal birikmesiyle toprağın kirlenmesi söz konusudur. Bu çalışmada, Kastamonu kentinde evsel nitelikli atıkların toplandığı Vahşi Depolama alanından toplanan odunsu (karaçam, akasya) ve otsu (hardal) türlerin yaprak kısımları ile topraklarında ağır metal konsantrasyonlarının (Ni, Co, Mn, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mo, Fe ve Al) değerlendirilmesi için amaçlanmıştır. Ağır metallerin konsantrasyonu, Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS) kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Ni, Co, Cr, Fe konsantrasyonları karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında en fazla iken; Cu ve Al konsantrasyonları akasya ve otsu türlerin yapraklarında en fazla gözlemlenmiştir. Cu, Mo, Fe konsantrasyonları yakın noktada alınan bitki-toprak kısımlarında en fazla, Cd ve Pb konsantrasyonları çok yakın noktadan alınan bitki-topraklarda en fazladır. Ni, Zn ve Co konsantrasyonları farklı mesafelerde alınan noktalarda değişiklik göstermemiştir. Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar atık çöplük alanlarının çevreye önemli düzeyde toksik metaller katkısı gösterdiğini ve bu nedenle çöplüklerdeki bu toksik metallerin miktarını azaltmak için atıkların ayrıştırılması ve geri dönüşümünün yoğunlaştırılması gerektiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Katı Atık, ağır metal, toprak kirliliği, Kastamonu

2019, 90 sayfa

Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF HEAVY METAL CONCENTRATION OF SOIL AND VEGETATION THE CITY WASTE OF KASTAMONU

Çağatay ÖKSÜZ

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Soil Science and Ecology / Soil Science

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Gamze SAVACI

In parallel with the increase in the amount of solid waste as a result of the rapid increase in human population and consumption in the world, there are significant environmental problems especially in urban areas. This is caused by pollution of the soil due to heavy metal accumulation in the soil as a result of domestic or industrial wastes. In this study, heavy metal concentrations (Ni, Co, Mn, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mo, Fe and Al) in the soil of the woody (black pine, acacia) and herbaceous (mustard) species collected from the Wild Storage area in the city of Kastamonu where domestic wastes were collected, intended for evaluation. The concentration of heavy metals was determined using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). According to the results obtained; Ni, Co, Cr, Fe concentrations were highest in black pine needles and leaves of herbaceous species; Cu and Al concentrations were most observed in the leaves of acacia and herbaceous species. Cu, Mo, Fe concentrations were the highest in plant-soil parts taken at near point, Cd and Pb concentrations were highest in plant-soil taken from very close point. Ni, Zn and Co concentrations did not change at different distances. However, the results show that waste dump sites contribute significantly to the environment, and therefore need to concentrate and recycle waste to reduce the amount of these toxic metals in landfills.

Key Words: Solid waste, heavy metal, soil pollution, Kastamonu

2019, 90 pages

Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca danışmanlığımı yapan, bilgi birikimiyle çalışmama ışık tutan çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Gamze SAVACI'ya şükranlarımı sunarım. Tez jürime katılan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ ve Doç. Dr. Ferhat KARA hocalarıma teşekkür ederim. Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür ederim. Yaptığım tez çalışmasının, bilim dünyasına yararlı olmasını temenni ederim.

Çağatay ÖKSÜZ
Kastamonu, Haziran, 2019



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
GFAFİKLER DİZİNİ	xii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xiv
HARİTALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Evsel Atıkların Dünya, Türkiye ve Kastamonu'daki Durumu.....	1
1.1.1. Evsel Atıkların Dünya'daki Durumu	1
1.1.2. Evsel Atıkların Türkiye'deki Durumu	5
1.1.3. Evsel Atıkların Kastamonu'daki Durumu.....	7
1.1.4. Sızıntı Suyu ve Karakterizasyonu	8
1.1.5. Toprak Kirliliği ve Deponi Atık Suların Toprak Kirliliğine Etkisi..	10
1.1.6. Çöp Sızıntı Sularının Toprak Üzerindeki Olası Kirlilik Etkisi	11
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	12
2.1. Ağır Metal Konsantrasyonları	12
2.2. Genel Çalışmalar	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Çalışma Alanının Genel Tanıtımı.....	23
3.1.1 Örnek Noktalarının Belirlenmesi, Bitki ve Toprak Örneklerinin Alınması.....	26
3.2. Bitki ve Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	27
3.2.1. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi.....	28
3.3. İstatistiksel Analizler	29
4. BULGULAR	30
4.1. Bitki Türü ve Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonları.....	30
4.1.1. Ni konsantrasyonu	31
4.1.2. Co konsantrasyonu	32
4.1.3. Mn konsantrasyonu	33
4.1.4. Cr konsantrasyonu	33
4.1.5. Cd konsantrasyonu	34
4.1.6. Pb konsantrasyonu	35
4.1.7. Cu konsantrasyonu	35
4.1.8. Zn konsantrasyonu.....	36

4.1.9. Mo konsantrasyonu.....	37
4.1.10. Fe konsantrasyonu	37
4.1.11. Al konsantrasyonu	38
4.2. Vahşi Depolama Alana Mesafe Açısından Ağır Metal	
Konsantrasyonları.....	38
4.2.1. Ni konsantrasyonu	40
4.2.2. Co konsantrasyonu	41
4.2.3. Mn konsantrasyonu	42
4.2.4. Cr konsantrasyonu	42
4.2.5. Cd konsantrasyonu	43
4.2.6. Pb konsantrasyonu	44
4.2.7. Cu konsantrasyonu	44
4.2.8. Zn konsantrasyonu.....	45
4.2.9. Mo konsantrasyonu.....	46
4.2.10. Fe konsantrasyonu	46
4.2.11. Al konsantrasyonu	47
4.3. Ağır metal konsantrasyonları üzerinde mesafe ve bitki/toprak etkisi	48
4.3.1. Ni konsantrasyonu	50
4.3.2. Co konsantrasyonu	51
4.3.3. Mn konsantrasyonu	52
4.3.4. Cr konsantrasyonu	53
4.3.5. Cd konsantrasyonu	54
4.3.6. Pb konsantrasyonu	55
4.3.7. Cu konsantrasyonu	56
4.3.8. Zn konsantrasyonu.....	57
4.3.9. Mo konsantrasyonu.....	58
4.3.10. Fe konsantrasyonu	59
4.3.11. Al konsantrasyonu	60
4.4. Ağır metal konsantrasyonları üzerinde mesafe ve örnek türü ile her	
ikisinin etkisi	61
4.4.1. Ni konsantrasyonu	61
4.4.2. Co konsantrasyonu	61
4.4.3. Mn konsantrasyonu.....	62
4.4.4. Cr konsantrasyonu	62
4.4.5. Cd konsantrasyonu	63
4.4.6. Pb konsantrasyonu	63
4.4.7. Cu konsantrasyonu	64
4.4.8. Zn konsantrasyonu.....	64
4.4.9. Mo konsantrasyonu.....	65
4.4.10. Fe konsantrasyonu	65
4.4.11. Al konsantrasyonu	66
5. TARTIŞMA	67
5.1. Bitki/Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyon.....	67

5.2. Vahşi Depolama Alanı Mesafesine Göre Ağır Metal Konsantrasyonları.....	71
5.3. Vahşi Depolama Alanı Mesafesine ve Bitki/Türe Göre Ağır Metal Konsantrasyonları.....	74
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	77
6.1. Sonuç	77
6.2. Öneriler.....	78
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	90



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	yüzde
<	küçüktür
°C	santigrat (derece)

Kısaltmalar

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi
Ag	gümüş
Al	alüminyum
As	arsenik
Ca	kalsiyum
CaCO ₃	kalsiyum karbonat
Cd	kadmiyum
cm	santimetre
Co	kobalt
Cr	krom
Cu	bakır
Fe	demir
g	gram
g/cm ³	gram/santimetre ³
Hg	civa
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
m	metre
m ³	metreküp
mg kg ⁻¹	miligram/kilogram
Mg	magnezyum
mm	milimetre
Mn	mangan
Mo	molibden
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Ni	nikel
Pb	kurşun
ppm	milyonda bir
S	kükürt
Sb	antimon
Sn	kalay
Zn	çinko
ZnS	çinko sülfür

TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Sızıntı Suyundaki Çeşitli Maddelerin Derişim Aralıkları.....	9
Tablo 3.1. Çalışma alanına ait bazı iklim verileri (2008-2018 yılları arasına ait yıllık veriler).....	26
Tablo 4.1. Toprak ve bitki bazında varyans analizi sonuçları.....	30
Tablo 4.2. Toprak ve bitki bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	31
Tablo 4.3. Vahşi Depolama Alanına mesafe açısından varyans analizi sonuçları	39
Tablo 4.4. Mesafe bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	40
Tablo 4.5. Mesafe ve örnek türü bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	49
Tablo 4.6. Ni konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	61
Tablo 4.7. Co konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	61
Tablo 4.8. Mn konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	62
Tablo 4.9. Cr konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	62
Tablo 4.10. Cd konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	63
Tablo 4.11. Pb konsantrasyonu üzerinde mesafe--tür ve her ikisinin etkisi	63
Tablo 4.12. Cu konsantrasyonu üzerinde mesafe--tür ve her ikisinin etkisi	64
Tablo 4.13. Zn konsantrasyonu üzerinde mesafe--tür ve her ikisinin etkisi	64
Tablo 4.14. Mo konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	65
Tablo 4.15. Fe konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	65
Tablo 4.16. Al konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi	66
Tablo 5.1. Toprak ve bitkilerde norma konsantrasyon değer aralıkları	67

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1.1. Bölgelere göre tahmini atık üretimi (milyon ton/yıl)	2
Grafik 1.2. Gelir seviyesine göre atık toplama oranları	3
Grafik 1.3. Küresel atık yapısı	4
Grafik 1.4. Ulusal atık yönetimi ve eylem planına göre 2016 yılı belediye atıklarının bertaraf/geri kazanım yöntemlerine göre dağılımı	6
Grafik 1.5. Yıllara göre toplanan belediye atık miktarı ve düzenli depolama oranı	6
Grafik 1.6. Yıllara göre düzenli depolama tesisleri ile hizmet verilen belediye sayısı ve nüfus oranı (%).....	7
Grafik 1.7. Kastamonu ilinde Katı Atık Kompozisyonu (KASMİB, 2018)	8
Grafik 4.1. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Ni konsantrasyonlarının değişimi	32
Grafik 4.2. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Co konsantrasyonlarının değişimi	32
Grafik 4.3. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Mn konsantrasyonlarının değişimi	33
Grafik 4.4. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Cr konsantrasyonlarının değişimi	33
Grafik 4.5. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Cd konsantrasyonlarının değişimi	34
Grafik 4.6. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Pb konsantrasyonlarının değişimi	35
Grafik 4.7. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Cu konsantrasyonlarının değişimi	35
Grafik 4.8. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Zn konsantrasyonlarının değişimi	36
Grafik 4.9. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Mo konsantrasyonlarının değişimi	37
Grafik 4.10. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Fe konsantrasyonlarının değişimi	38
Grafik 4.11. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Al konsantrasyonlarının değişimi	38
Grafik 4.12. Farklı noktalara göre ortalama Ni konsantrasyonlarının değişimi .	41
Grafik 4.13. Farklı noktalara göre ortalama Co konsantrasyonlarının değişimi	41
Grafik 4.14. Farklı noktalara göre ortalama Mn konsantrasyonlarının değişimi	42
Grafik 4.15. Farklı noktalara göre ortalama Cr konsantrasyonlarının değişimi .	43
Grafik 4.16. Farklı noktalara göre ortalama Cd konsantrasyonlarının değişimi.	43
Grafik 4.17. Farklı noktalara göre ortalama Pb konsantrasyonlarının değişimi .	44
Grafik 4.18. Farklı noktalara göre ortalama Cu konsantrasyonlarının değişimi.	45
Grafik 4.19. Farklı noktalara göre ortalama Zn konsantrasyonlarının değişimi .	45
Grafik 4.20. Farklı noktalara göre ortalama Mo konsantrasyonlarının değişimi	46
Grafik 4.21. Farklı noktalara göre ortalama Fe konsantrasyonlarının değişimi .	47
Grafik 4.22. Farklı noktalara göre ortalama Al konsantrasyonlarının değişimi .	47
Grafik 4.23. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Ni konsantrasyonunun değişimi.	50
Grafik 4.24. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Ni konsantrasyonunun değişimi	50

Grafik 4.25. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Co konsantrasyonunun değişimi.....	51
Grafik 4.26. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Co konsantrasyonunun değişimi	51
Grafik 4.27. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Mn konsantrasyonunun değişimi	52
Grafik 4.28. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Mn konsantrasyonunun değişimi	52
Grafik 4.29. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Cr konsantrasyonunun değişimi.....	53
Grafik 4.30. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Cr konsantrasyonunun değişimi	53
Grafik 4.31. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Cd konsantrasyonunun değişimi	54
Grafik 4.32. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Cd konsantrasyonunun değişimi	54
Grafik 4.33. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Pb konsantrasyonunun değişimi.....	55
Grafik 4.34. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Pb konsantrasyonunun değişimi	55
Grafik 4.35. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Cu konsantrasyonunun değişimi.....	56
Grafik 4.36. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Cu konsantrasyonunun değişimi	56
Grafik 4.37. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Zn konsantrasyonunun değişimi	57
Grafik 4.38. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Zn konsantrasyonunun değişimi	57
Grafik 4.39. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Mo konsantrasyonunun değişimi.....	58
Grafik 4.40. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Mo konsantrasyonunun değişimi	58
Grafik 4.41. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Fe konsantrasyonunun değişimi	59
Grafik 4.42. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Fe konsantrasyonunun değişimi	59
Grafik 4.43. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Al konsantrasyonunun değişimi	60
Grafik 4.44. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Al konsantrasyonunun değişimi	60

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 3.1. Kastamonu ili, merkez vahşi depolama alanı.....	24
Fotoğraf 3.2. Toprak ve bitki örneklerinin laboratuvara getirilmesi.....	27
Fotoğraf 3.3. Ağır metal konsantrasyonları belirlemede kullanılan AAS cihazı	29



HARİTALAR DİZİNİ

	Sayfa
Harita 3.1. Çalışma alanın Türkiye haritası üzerindeki yeri ve konumu	23
Harita 3.2. Çalışma alanın jeolojik yapısı	25



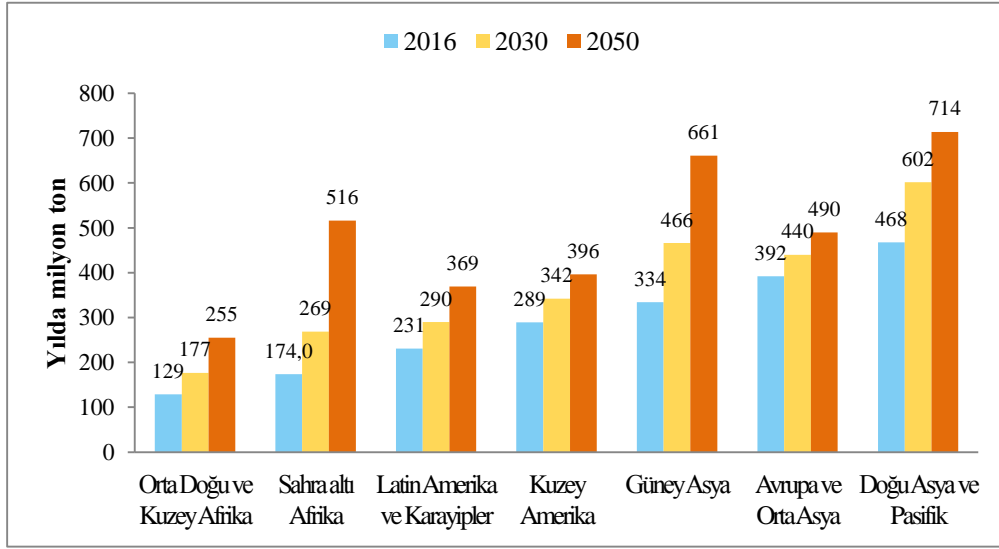
1. GİRİŞ

1.1. Evsel Atıkların Dünya, Türkiye ve Kastamonu'daki Durumu

1.1.1. Evsel Atıkların Dünya'daki Durumu

Dünya yılda 2.01 milyar ton katı atık üretmekte ve bunun en az %33'ü çevre açısından güvenli bir şekilde yönetilememektedir. Dünya çapında, kişi başına günde üretilen atık, ortalama 0.74 kg ancak genel miktarlar 0.11 ila 4.54 kg arasında değişmektedir. Dünya nüfusunun yalnızca %16'sını oluştursalar da, yüksek gelirli ülkeler dünyadaki atıkların yaklaşık %34'ünü ya da 683 milyon tonunu oluşturmaktadır. Hızlı nüfus artışı ve kentleşmeyle birlikte, 2050'de yıllık atık üretiminin 2016'dan %70 artarak 3.40 milyar tona yükselmesi beklenilmektedir (URL-1).

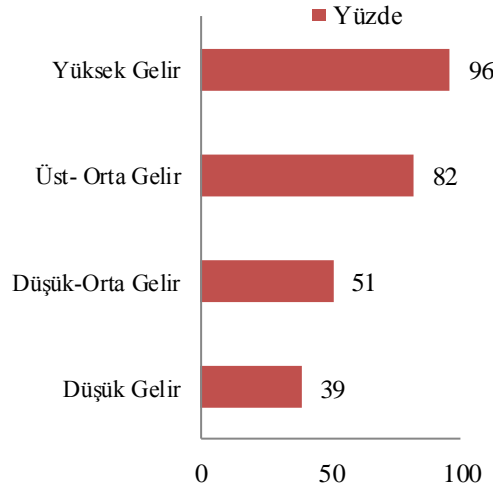
Doğu Asya ve Pasifik bölgesi, şu anda dünyadaki atıkların çoğunu %23 ile üreten bölgedir. Ve dünya nüfusunun yalnızca %16'sını oluştursalar da, birleştirilmiş yüksek gelirli ülkeler, dünyadaki israfın üçte birinden (%34) fazlasını oluşturmaktadır. Atık üretiminin ekonomik gelişme ve nüfus artışıyla birlikte artması beklendiğinden, düşük orta gelirli ülkelerin atık üretiminde en büyük büyümeyi deneyimlemesi muhtemeldir. En hızlı gelişen bölgeler, dünyadaki atığın %35'ini oluşturan toplam atık üretiminin sırasıyla 2050'ye kadar iki katına çıkması beklenen Sahra Altı Afrika ve Güney Asya'dır. Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesinin de 2050 yılına kadar atık üretimini iki katına çıkarması beklenilmektedir (Grafik 1.1.). Üst-orta ve yüksek gelirli ülkeler neredeyse evrensel atık toplama tekniğiyle atıkların üçte birinden fazlası geri dönüşüm ve kompostlama yoluyla geri kazanılmaktadır. Düşük gelirli ülkeler şehirlerde atıkların yaklaşık %48'ini toplamaktadır. Ancak kırsal alanlarda atıkların yalnızca %26'sını ve sadece %4'ünü geri dönüştürülmektedir. Genel olarak, küresel atığın %13,5'i geri dönüştürülmekte ve %5,5'i kompostlaştırılmaktadır (URL-2).



Grafik 1.1. Bölgelere göre tahmini atık üretimi (milyon ton/yıl) (URL-3)

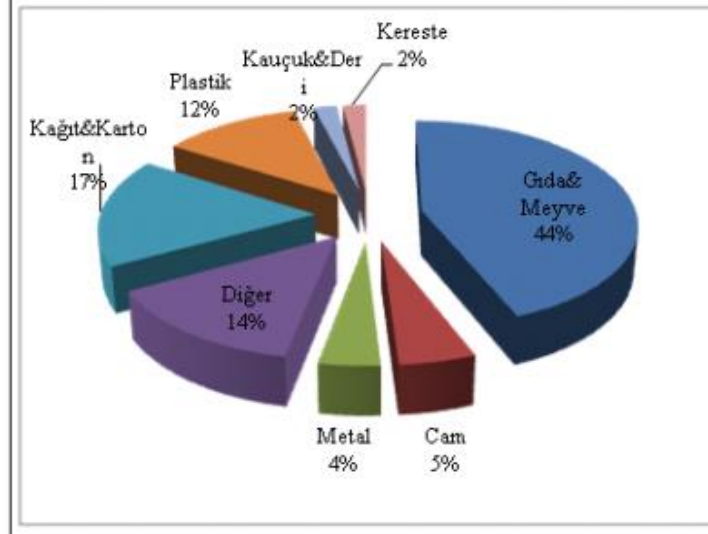
Geleceğe bakıldığında, küresel atığın 2050 yılında 3.40 milyar tona çıkması ve aynı dönemde çift nüfus artışından daha fazla olması bekleniyor. Genel olarak, atık üretimi ile gelir düzeyi arasında pozitif bir ilişki vardır. Yüksek gelirli ülkelerde kişi başına günlük atık üretiminin 2050 yılına kadar yaklaşık yüzde 40 veya daha fazla artması beklenen düşük ve orta gelirli ülkelere kıyasla yüzde 19 oranında artacağı tahmin edilmektedir (URL-3).

Atık toplama, atık yönetiminde kritik bir adımdır, ancak oranlar, neredeyse evrensel atık toplama olanağı sağlayan üst-orta ve yüksek gelirli ülkelerle, gelir seviyelerine göre büyük ölçüde değişmektedir (Grafik 1.2.). Düşük gelirli ülkeler şehirlerde atığın yaklaşık % 48'ini toplamaktadırlar. Bölgeler arasında Sahra Altı Afrika atıkların yaklaşık %44'ünü toplarken, Avrupa ve Orta Asya ile Kuzey Amerika atıkların en az %90'ını toplamaktadır (Grafik 1.2.) (URL-3).



Grafik 1.2. Gelir seviyesine göre atık toplama oranları (URL-3)

Atık bileşimi, farklı tüketim şekillerini yansıtan gelir seviyeleri arasında farklılık göstermektedir. Yüksek gelirli ülkeler, toplam atığın %32'sinde nispeten daha az gıda ve yeşil atık üretmekte ve atıkların %51'ini oluşturan plastik, kağıt, karton, metal ve cam dahil olmak üzere geri dönüştürülebilecek daha fazla kuru atık üretmektedir. Orta ve düşük gelirli ülkeler, sırasıyla ekonomik kalkınma seviyeleri azaldıkça organik atıkların payının artmasıyla sırasıyla %53 ve %57 oranında gıda ve yeşil atık üretiyorlar. Düşük gelirli ülkelerde, geri dönüştürülebilen malzemeler atık akışının sadece yüzde 20'sini oluşturuyor. Bölgelerde, atık akışlarında gelirle uyumlu olanların ötesinde çok fazla çeşitlilik yoktur.(URL-3). Tüm bölgeler, yüksek oranda kuru atık üreten Avrupa ve Orta Asya ve Kuzey Amerika hariç, ortalama yüzde 50 veya daha fazla organik atık üretmektedir (Grafik 1.3.).



Grafik 1.3. Küresel atık yapısı (URL-3)

Katı atık bileşimi, sosyo-ekonomik koşullar, yer, mevsim, atık toplama ve bertaraf yöntemleri, örnekleme ve sıralama prosedürleri ve diğer birçok faktöre bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir (El-Fadel ve ark. 1997). Sanayileşmiş birkaç ülkede her yıl artan belediye katı atık miktarları, mevcut atık imha metodolojilerinin ekonomik uygulanabilirliği ve çevresel kabul edilebilirliği ile ilgili endişelere neden olmuştur (Daskalopoulos ve ark. 1998). Sürekli artan kaynak tüketimi, endüstriyel ve evsel faaliyetlerden insan sağlığına önemli tehditler oluşturan çok büyük miktarlarda katı atıkla sonuçlanmaktadır (Ziadat ve Mott, 2005). Gelişmiş ülkeler katı atıkların bertarafı için düzenleyici programlar oluştursalar da, gelişmekte olan ülkeler genellikle açık çöplükler gibi karmaşık olmayan yöntemleri kullanmaya devam etmişlerdir (Kocasoy 2002). Açık çöplükler -hala gelişmekte olan ülkelerde katı atıkların elden çıkarılması aracıdır - atıkların kontrolsüz biçimde atıldığı yerlerde, kentsel çevreye zarar verebilir. Sızıntı suyu ve gaz kontrol sistemi için hükümler yoktur. Sahanın kapandığı zamanlar dışında, nadiren toprak örtüsü temin edilir. Bertaraf alanlarının çoğu etkilenmemiştir ve belediye katı atıklarının açık ateşlenmesi çok yaygındır (Kanmani ve Grandhimati, 2013).

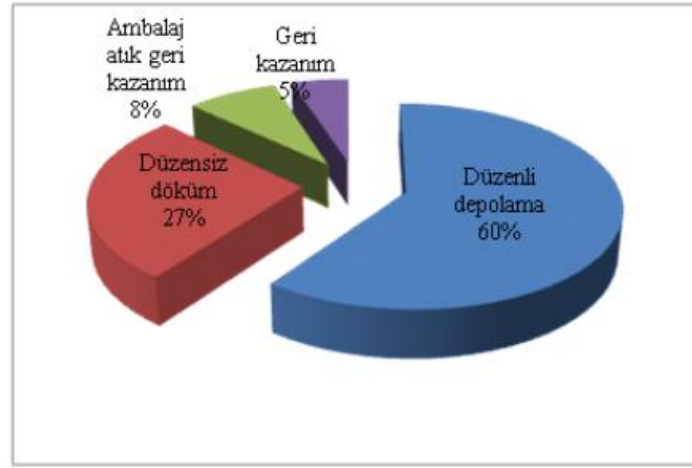
1.1.2. Evsel Atıkların Türkiye'deki Durumu

Atıklar, Atıkların Düzenli Depolanmasına Yönelik Yönetmelik (Resmi Gazete: 26.03.2010-27533) ve Atık Yönetimi Yönetmeliği (RG: 02.04.2015-29314) uygun olarak depolanmaktadır (Anonim, 2015).

Ülkemizde ise 2014 yılında oluşan belediye atığı miktarı 27 milyon tondur. Belediye atıklarının, %64'ü düzenli depolama, %30'u vahşi depo (kontROLSÜZ depolama), ve %6'sı da geri kazanım, yöntemiyle sürdürülmektedir. Belediye atığından geri kazanılan miktar 1,5 milyon ton, düzenli depolanan atık 17,5 milyon ton, vahşi depolanan atık ise yaklaşık 8,1 milyon tondur. Belediyelerde toplanan atıkların %30'u plastik, %9,7'si metal, %40,7'si kağıt ve karton, %10,9'u cam, %2'si ahşap ve %6,7'si kompozittir (Anonim, 2014).

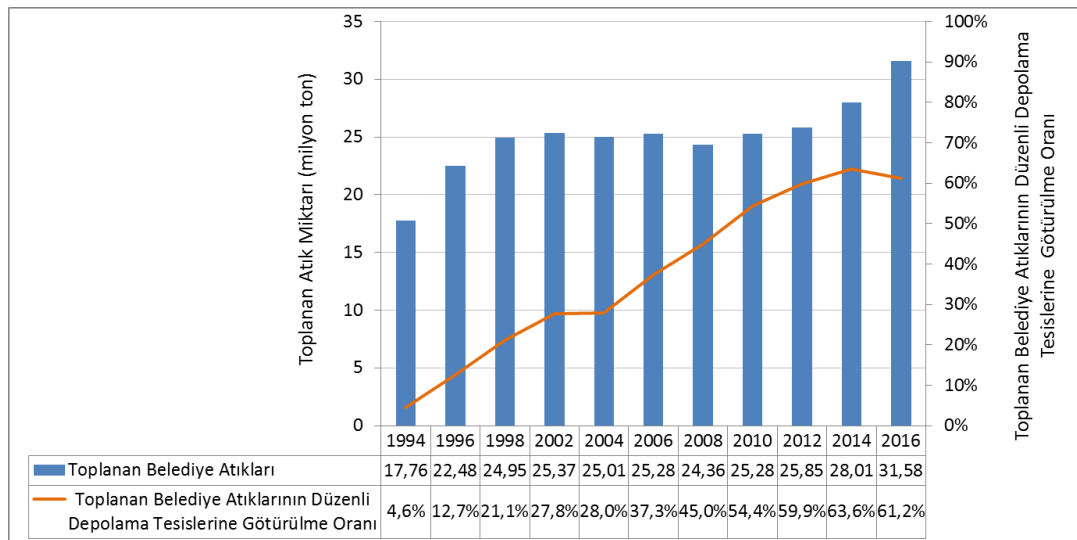
Türkiyede bir kişinin tükettiği atık miktarı Avrupa ülkelerine göre daha az olmasına rağmen nüfusumuzun Avrupa ülkelerine göre genellikle daha fazla olmasından dolayı daha fazla atık üretiyoruz. Evsel atıklar toplam oluşan atıkların %42,8'ini oluşturmaktadır. Evsel atıklardan sonra en çok atık enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. İmalat, hafriyat ile oluşan atık miktarları verilmemiştir. Kentsel dönüşüm ve şehirleşmenin artmasıyla çok fazla hafriyat atığı oluşmaktadır. Bu atıklar genelde vahşi depolanmaktadır ve bu yüzden oluşan atık miktarı hakkında net bilgi elde edilememektedir (Anonim, 2014).

Ulusal Atık yönetimi ve eylem planı 2016 verilerine göre belediye atıklarının %60'lık kısmı düzenli depolama ile, %27 düzensiz döküm (Vahşi depolama), %5 geri kazanım, %8 ambalaj atık geri kazanımı ile yönetilmektedir (URL-4), (Grafik 1.4.).



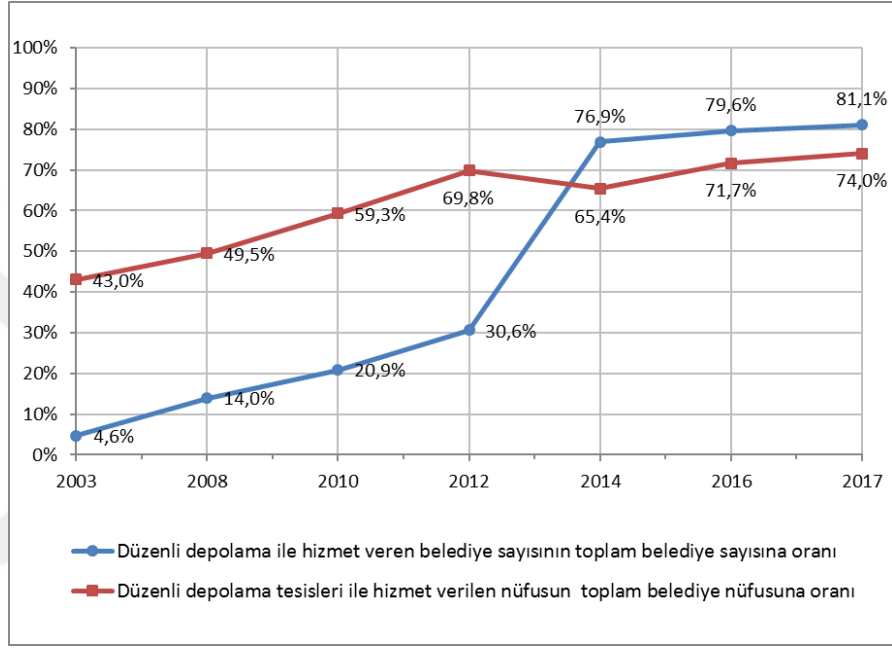
Grafik 1.4. Ulusal atık yönetimi ve eylem planına göre 2016 yılı belediye atıklarının bertaraf/geri kazanım yöntemlerine göre dağılımı

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2017) verilerine göre, Türkiye belediye atık miktarları 1994 yılında 17,76 milyon ton'dan 2016 yılında 31,58 milyon ton olarak artış göstermiştir. Belediyeler tarafından toplanan atıkların düzenli olarak depolama tesislerine götürülmesi %61,2 oranında artmıştır (Grafik 1.5.). 2017 yılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerine göre, düzenli depolama tesisleri ile hizmet verilen nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %74'dür. 2023 yılı sonunda mevcut altyapı tesislerinin tümünün iyileştirilmesi ve atık bertaraf hizmeti verilen nüfus oranının %100'e çıkarılması hedeflenmektedir (Anonim, 2017).



Grafik 1.5. Yıllara göre toplanan belediye atık miktarı ve düzenli depolama oranı

Türkiye’de ve Kastamonu’da atıkların depolanması hala şehirlere göre farklılık göstermektedir (Anonim, 2017). Türkiye’de katı atık bertaraf tesislerinin oluşturulmasına yönelik yapılan çalışmalar sonucunda; 2003 yılına kadar 15’e ulaşan atık düzenli depolama tesisi sayısı, 2010 yılında 46’ya, 2015 yılında 81’e ve 2017’de 87’ye ulaşmıştır. Bu tesisler ile 1134 belediyede 54,7 milyon nüfusa hizmet vermektedir (Grafik, 1.6.).



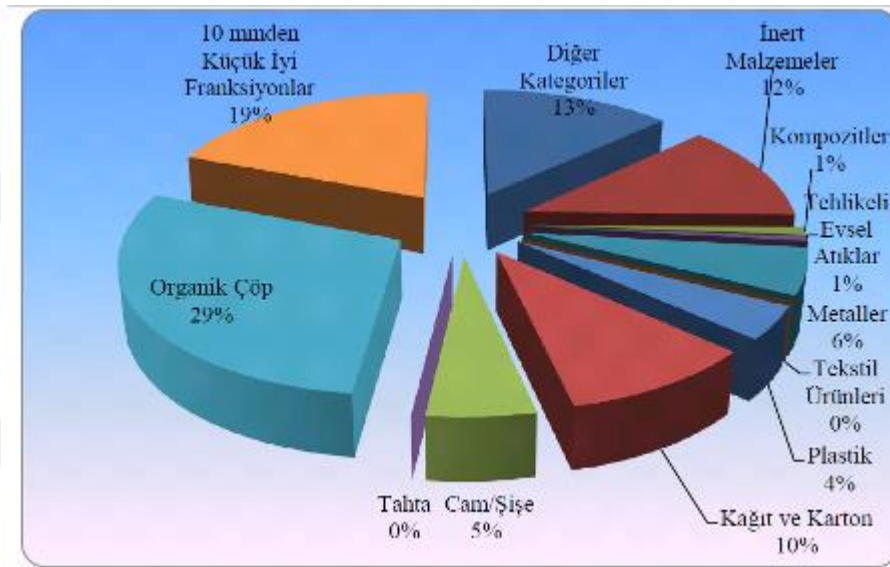
Grafik 1.6. Yıllara göre düzenli depolama tesisleri ile hizmet verilen belediye sayısı ve nüfus oranı (%)

1.1.3. Evsel Atıkların Kastamonu’daki Durumu

Kastamonu ili sınırları içerisinde oluşan evsel atıklar 2015 yılına kadar Merkez ve 19 İlçede bulunan vahşi depolama sahalarına dökülmekteydi. Bu sebeple Düzensiz Depolama sonucu oluşan atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermemesi adına Kastamonu İli ve İlçelerinin sınırları ve mücavir alanlardan toplanan evsel nitelikli atıklarının Düzenli Depolanması için çalışmalara başlanmış ve İlimiz Devrekani İlçesi, Sarıyonca Köyü Mevkiinde 30,12 hektarlık alanda “2. Sınıf Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi” kurulmuştur. Kastamonu ili katı atık bertaraf tesis ve aktarma istasyonları yapım işi 2011 yılında başlamış olup, tesis 2015 yılında faaliyete geçmiştir. Katı Atık Düzenli Depolama Tesisinden kaynaklanan sızıntı suları, sızıntı

suyu havuzunda biriktirilmektedir (Anonim, 2017). Kastamonu’da yaz aylarında 106,16 ton/gün, kış aylarında 116 ton/gün’dür. Kişi başına üretilen atık miktarı ortalama 0,75 kg/gün’dür (Anonim, 2017).

Kastamonu Çevre Durum Raporu’nda da değinildiği üzere (Grafik 1.6.), Şehir çöpünün %26’lık kısmı organik çöp, %5 cam atıklar, %10 kağıt-karton, %4 plastik atıklar, %6 metaller, %1 kompozitler, %12 inert malzemeler, %19 ise 10 mm’den küçük fraksiyonlar, %13 diğer kategorilerdir (Anonim, 2017).



Grafik 1.7. Kastamonu ilinde Katı Atık Kompozisyonu (KASMİB, 2018)

1.1.4. Sızıntı Suyu ve Karakterizasyonu

Katı Atık Düzenli Depolama alanlarında atık kaynaklı oluşan sızıntı suları, genel olarak deponi alanına düşen yağışların etkisiyle ve çöpün depolanmasıyla oluşan nemden kaynaklı atık sularıdır. Deponi Alanı sızıntı suları çöpün karakterizasyonuna göre değişiklik göstermekle birlikte, içerdikleri yüksek organik madde miktardaki azotlu maddeler, ağır metaller, organik ve inorganik maddelerden dolayı yeraltı ve yüzey sularına yüksek miktarda kirlilik yüklemektedir (Duran ve Cuci, 2016).

Tablo 1.1. Sızıntı Suyundaki Çeşitli Maddelerin Derişim Aralıkları

Parametre	Derişim Aralığı (mg/L)
KOI	3 000 - 60 000
pH	4.5 - 8.5
BOI	2 000 - 40 000
TOC	1 500 - 20 000
Alkalinite	1 000 - 10 000
Amonyak Azotu	10 - 2 040
TKN	100 - 1 000
Sülfat	50 - 100
Fosfat	5 - 100
Klorür	200 - 3 000
Demir	50 - 1 200
Kadmiyum	0.5 - 140
Kurşun	8 - 1 020
Bakır	4 - 1 400
Toplam Krom	30 - 1 600
Nikel	0.1 - 140
Çinko	0.1 - 1.5

Depolama alanları, fiziksel erimelerin, kimyasal çözünmelerin ve biyolojik değişimlerin gerçekleştiği ve böylelikle atıkların yapılarının farklılığa ve bozunmaya uğradıkları bir reaksiyon olarak değerlendirilir. epolama alanına yağmur suyu girmesi ve atıkların biyokimyasal ve fiziksel parçalanması sonucunda organik ve inorganik kirlilik derecesi yüksek bir sızıntı suyu oluşur (Ebin, 2004). Çöp sızıntı sularının en büyük dezavantayı içerisinde çok farklı kirleticiler ve atıklar bulunmasından dolayı yüksek miktarda KOİ bulundurmasıdır. Yüksek KOİ nedeniyle arıtılması zor bir atıksudur. Sızıntı sularının en büyük oluşum kaynaklarından bir tanesi oluşan yağışlardır. Deponi alanın yağın yağışlar yüksek miktarda su katkısı oluşturur. Yağın yağışlar çöp yığıntısının gözeneklerinden süzülerek atıksu haline dönüşür. Ayrıca depo hücresinde oluştuğu bilinen anaerobik duruma bağlı olarak çözünmeyen organiklerin bir kısmı çözünebilir hale gelerek sızıntı suyuna katkıda bulunabilir (Duran ve Cuci, 2016).

Sızıntı suyunun bileşenlerini üç grupta toplamak mümkündür. Bunlar;

1) Depo sahalarında anaerobik ayrışmalar esnasında oluşan deponi sızıntı suyu,

- 2) Depo sahasına dökülen ve gelen katı atığın sıkıştırılmasından oluşan sızıntı suyu,
- 3) Depo sahası yüzeyine düşen yağış kontrol altına alınmamışsa, depo sahası kütlesinden geçerek oluşturduğu sızıntı suyu olarak ifade edilebilir (Heyer vd., 1999).

Depo sahalarında sızıntı suyu oluşumuna neden olan birçok parametre vardır. Bunlar genel olarak;

- 1) Bölge iklimi,
- 2) Bölge topografyası,
- 3) Toprak cinsi,
- 4) Depo yeri hidrolojisi,
- 5) Depo altına geçirimsiz tabaka yayılması,
- 6) Depo üstünde toprak örtü kullanılması,
- 7) Katı atıkların cinsi, gibi faktörlerden ibarettir (Gönüllü vd., 1986).

1.1.5. Toprak Kirliliği ve Deponi Atık Suların Toprak Kirliliğine Etkisi

Toprak kirliliği, genel manada insan faaliyetleri neticesinde, toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik bünyesinin tahrip edilerek bozulmasından kaynaklanmaktadır. Hatalı tarım yöntemlerinin yürütülmesi, hatalı ve gereğinden daha fazla gübre ile tarımsal mücadele çarelerinin kullanımı, atık ve artıkları ile zehirli ve tehlikeli maddelerin toprakta bulunmasıyla ortaya çıkması sonucuyla elde edilir. (Karaca ve Turgay, 2013).

Toprak kirliliğinin doğrudan değerlendirilmesi ve gözle görülmesi oldukça zor bir durumdur. Tarımda kimyasallardan yararlanılması endüstriyel iyileşmeleşmeler

neticesinde kontaminatlar fazlalaşacak bir biçimde değişmekte ve çeşitlenmektedir (FAO ve ITPS, 2015).

Toprak kontaminasyonu aynı zamanda toprak karakteristiğine bağlı olarak kirleticilerin değişimi, biyolojik olarak parçalanabilirliği, kirletici miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir. (FAO ve ITPS, 2015). Başlıca toprak kirleticileri olarak; ağır metaller, kalıcı organik kirleticiler, yarı uçucu organik kirleticiler, pestisitler, uçucu organik kirleticiler, poliaromatik hidrokarbonlar (pah), polisiklik organoklorlu bileşiklerdir (Dioksin ve Furan, PCB).

1.1.6. Çöp Sızıntı Sularının Toprak Üzerindeki Olası Kirlilik Etkisi

Çöp Sızıntı suları yukarıda açıklandığı üzere yüksek miktarda kirlilik bulundurmaktadır. Çöp Sızıntı suları hem çözülmüş hem de askıda materyaller bulundurmaktadır. Ayrıca yüksek miktarda organik ve inorganik madde, amonyak azotu, ağır metaller, klorlu organik bileşikler ve inorganik tuzları bulundurabilmektedir. Depolanan atıkların türü sızıntı sularının kompozisyonunda değişim göstermektedir. Genel olarak ise aşağıda verilen dört farklı kirletici grubunu içermektedir. Çözülmüş organik maddeler, İnorganik makro bileşikler, Ağır metaller (Kadmiyum (Cd^{2+}), Krom (Cr^{3+}), Bakır (Cu^{2+}), kurşun (Pb^{2+}), nikel (Ni^{2+}) ve çinko (Zn^{2+}) dur.

Ağır metaller, atomik kütlesi 4.5 g/cm^3 den fazla olan bir grup metal (Pb, Cd, Cu, Ni, Hg, Sn ve Zn) ve metaloiti (As, Sb, Se) içeren ve toksik etkiler gösteren gruptur. Ağır metaller endüstriden, madencilikten, gübrelerin kullanımından, lağım çamurundan, pestisitlerden, atık su ile sulama çalışmalarından, kömür yanması sonucu olan atıklardan, petrol dökülmesinden ve farklı kaynakların atmosferik çökelmelerinden kaynaklanabilir (Alloway, 2013). Ağır metaller kuvvetlidir ve kolayca degradasyona uğramazlar dolayısıyla yaşayan organizmalarda, metobolik olarak bozunmadıkları için dokuda akümüle ederler. Zn, Ni, Co ve Cu kısmen bitkilere; As, Cd, Pb, Cr ve Hg kısmen hayvanlara daha toksiktir (McLaughlin vd., 1999). Fosfat ve nitrat içeren pek çok gübrenin As, Cd, Cr, Hg, Pb ve Zn gibi ağır metalleri içerdikleri gösterilmiştir (Brevik, 2013).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Ağır Metal Konsantrasyonları

Nikel (Ni)

Genel olarak topraklarda nikel miktarı çok düşüktür. Ancak serpantinlerden oluşmuş topraklarda yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Toprak suyuna geçen nikel sızıntı suyu ile topraktan uzaklaşmaktadır (Kantarıcı, 2000). Diğer yandan kanalizasyon artıklarının kullanıldığı alanlarda daha sık ve yaygın şekilde görülen nikel toksisitesi sorun olmaktadır. Yüksek miktarlarda nikel içeren topraklarda yetiştirilen bitkilerde zehirlenmeler ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden toprakların potasyum ve kalsiyum ile gübrenmesi nikelin zehir etkisini önlemektedir. Buna karşılık fosfatlı gübrelerin nikelin zehir etkisini artırdığı bilinmektedir (Kantarıcı, 2000; Kacar ve Katkat, 2010).

Topraklarda Ni'in temel kaynağı bazik kayalar içerisinde çoklukla bulunan Pentlandit (Fe, Ni)₈S₈) mineralidir. Nikel az ya da çok bütün tarım topraklarında bulunmaktadır. Ancak killi topraklarda daha fazla bulunmaktadır (Kacar ve İnal 2008).

Jeokimyasal özelliklerinin benzerliği nedeniyle yer kabuğunda Ni, Co, Fe' in dağılımı benzerlik göstermektedir. Toprakta bulunan Ni'in tolere edilebilir toplam miktarı 50 mg kg⁻¹ (Kabata- Pendias ve Pendias 1992); ekstrakte edilebilir miktarı ise 10 mg kg⁻¹ dır (Gerendas ve ark. 1999).

Bitkilerin normal koşullarda Ni kapsamları kuru madde üzerinden 0.1- 5 mg kg⁻¹ arasında olup 1 mg kg⁻¹'ı geçmemektedir. Kabata- Pendias ve Pendias (1992) bitkilerdeki optimum Ni sınırını 0.02 –5 mg kg⁻¹ olarak bildirmektedirler.

Topraktaki Ni toksisitesini azaltan en önemli olay toprağa fosfat ilavesidir. Bu durumda çözünürlüğü düşük olan Ni fosfatlar oluşmakta ve toksisitesi azalmaktadır (Tok 1997).

Bitkide gereğinden fazla bulunan Ni, klorofil sentezi ve yağ metabolizması üzerine de olumsuz etki yaparak bitki köklerinde diğer bazı besin elementleri eksikliklerinin ve beslenme bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Zengin ve Munzuroğlu 2005).

Kobalt (Co)

Carrigan ve Erwin (1951) çalışmalarında toprakların toplam Co konsantrasyonunun 1-40 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve ekstrakte edilebilir Co içeriğinin ise 0,03-0,09 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca toprakta ekstrakte edilebilir Co'nun izin verilebilir sınır değeri 0,09 mg kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

Swaine (1955) göre toprakların toplam Co kapsamı 1 ile 40 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Kuskusuz bu miktarların üzerinde Co içeren topraklarda bulunmaktadır. Nitekim Fujimoto ve Sherman (1950), 80 Hawaii toprağında Co miktarının 5 ile 156 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir.

Harvey (1937) yaptığı bir araştırmada, Batı Avustralya'da Co eksikliği görülen mera topraklarının 3 mg kg⁻¹'den az kobalt içerdiklerini, iyi gelişim gösteren mera topraklarında ise Co'nun 4-40 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır.

Mangan (Mn)

Mn toksisitesinde, yaşlı yapraklarda mangan dioksit (MnO₂) birikir ve kahverengi benekler ve bu beneklerin etrafında kloroz görülür. Bitkilerde Fe, Mg, Ca gibi besin elementlerinin alımını kısıtlar, büyüme hormonlarının (oksin) yavaş çalışmasına ve bu da bitki de gelişimin durmasına neden olur (Boşgelmez vd., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

Toplam Mn düzeyi topraklarda diğer elementlere göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Toprakların çoğunlukla 200-300 mg kg⁻¹ düzeyinde Mn içerdiği bildirilmiştir. Ancak toplam Mn ile bitkiye yararlı Mn arasında genellikle bir ilişki bulunmamaktadır. Toprakta yararlı Mn miktarı 1 mg kg⁻¹ olduğunda bitkilere yeterli olarak kabul edilmektedir (Topbaş, vd., 1998; Kacar, 1995).

Mangan toksisitesi bitki türlerine göre değişmekle birlikte genellikle kuru madde esasına göre 100 mg kg⁻¹'dan daha fazla Mn içeren bitkilerde Mn toksisitesi görülmeye başlamaktadır. Mangan toksisitesi çoğu bitkilerde olgun yapraklarda kahverengi lekeler şeklinde ortaya çıkar. Zamanla lekelerin bulunduğu alanlar mantarlaşır. Bu olgu Mn toksisitesinin belirgin bir göstergesidir. Çoğu zaman Mn toksisitesi belirtileri damarlar arasındaki klorotik ve nekrotik alanlarda görülür (Kaçar ve Katkat 2007).

Krom (Cr)

Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kağıt ürünlerin yanması neticesinde doğada (hexavalent) altı değerlikli krom oluşmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe geri redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanında çöker (Kahvecioğlu, Kartal, Güven ve Timur, 2003).

Kadmiyum (Cd)

Bitkiler için mutlak gerekli olmayan kadmiyum enerji santralleri, ısıtma sistemleri, fosforlu gübre endüstrisi, artıma çamurları, metalürji sanayi, trafik vb çeşitli yollarla toprağa karışarak kirlilik yaratmakta ve bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir (Garrido ve ark. 1998, Benavides ve ark. 2005).

Günümüzde Cd'da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pillerde, korozyona karşı özellikle denizel koşullara dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılır. Kadmiyum empürüte olarak fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliğine ortaya çıkar (Kahvecioğlu ve ark, 2003).

Cd yıllık doğaya yayılım miktarı 25,000 – 30,000 tondur ve bunun 4 000-13 000 tonu insan faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkar. Endüstriyel olarak Cd zehirlenmesi kaynak yapımı esnasında kullanılan alaşım bileşimleri, elektrokimyasal kaplamalar, kadmiyum içeren boyalar ve kadmiyumlu piller nedeni ile oluşmaktadır. Cd önemli miktarda gümüş kaynaklarda ve sprey boyalarda da kullanılmaktadır (ATSDR, 1999).

Toprakta Cd'un toplam tolere edilebilir miktarı 3 mg kg^{-1} (Topbaş ve ark. 1998); ekstrakte edilebilir Cd'un tolere edilebilir miktarı ise 0.2 mg kg^{-1} dır (Alloway 1995).

Cvetkovic ve ark. (2006) az kirlenmiş topraklarda $0.2-0.6 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında Cd bulunmasına karşın aşırı kirlenmiş topraklarda bulunan Cd miktarının 800 mg kg^{-1} 'a kadar ulaşabildiğini belirtmişlerdir.

Kurşun (Pb)

Kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en çok zarar veren bir ağır metal olma özelliğindedir. Kurşun, atmosfere element veya bileşik olarak yayıldığından ve ayrıca her durumda toksin özellik taşıdığından çevre kirliliğine neden olan en önemli ağır metallere biridir.

Topraklarda çözünebilir şekilde bulunan kurşun yıkanıp derinlere iner. Kurşun mikroorganizmalar tarafından immobil sekle dönüştürüldüğü gibi toprağın değişim kompleksleri tarafından adsorbe ya da fiske edilmek ve organik bileşikler şeklinde tutulmak suretiyle immobil sekle dönüştürülür (Tornabene ve Edward 1972).

Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur. Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan kurşun tesisatlarda, kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedir. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da kurşun kaynakları arasında sayılabilirler. Endüstriyel olarak kuyumculuk sektöründe altın rafinasyon

ve geri kazanımı esnasında uygulanan “Kal” işlemi illegal olarak önemli oranda kurşunun oksit halinde atmosfere atılmasına neden olmaktadır (EC, 2002).

Kurşun doğal olarak tüm topraklarda bulunur. Topraklarda toplam Pb 1–200 mg kg⁻¹ arasında değişir ve ortalama miktar 15 mg kg⁻¹'dir (Swaine 1955).

Kurşunun hem topraktan hem de yapraktan bitkiler tarafından alındığını bildiren Tandler ve Solari (1969), bu elementin kök hücre duvarında ve nukleusta birikebildiğine işaret etmektedirler. Bu konuda çalışan Zimdahl ve Koepp (1977) yaprak kutikulasından giren Pb'un vakuol, kloroplast, mitokondri ve plazmodezmada da biriktiğini ifade etmektedirler.

Bakır (Cu)

Toprakların oluştuğu anakayalarda bakırın oranı pek azdır. Granitler, kumtaşları, kumlu materyaller bakırca daha fakirdir. Mikaşistlerde ise bakır oranı bu kayalara göre daha yüksek bulunmuştur. Mağmatik kayalarda bakıra genellikle sülfürler halinde, tortul kaya ve materyallerde kil minerallerinde tutulmuş durumdadır (Kantarci 2000).

Topraklarda bakır miktarı fazlalığı olduğu zaman, toksik etkiler ortaya çıkar. Demirin alınması güçleşir; bu yüzden demir noksanlığına benzeyen kloroz görülür. Bitkilerde görülen diğer olumsuz durumlar ise kök ve sürgün gelişiminin zayıflamasıdır. Ayrıca bakır fazlalığı molibdenin kullanılmasını da olumsuz etkiler (Boşgelmez vd., 2001; Güzel vd., 2004; Kacar ve Katkat, 2010).

Bakırın bitki gelişimi için mutlak gerekli olduğu ilk kez 1931 yılında belirlenmiştir (Sommer 1931). Benzer durum çeşitli araştırmacılar tarafından da gözlenmiş ve bordo bulamacının bitki gelişimine olan olumlu etkisinin bulamaçta bulunan bakırdan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Asri ve Sönmez (2006) topraklarda genellikle toplam Cu konsantrasyonunun 100 mg kg⁻¹; ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonunun 0.2 mg kg⁻¹; bitki kuru maddesinde ise genellikle 30 mg kg⁻¹'dan fazla bulunması toksik etkiye neden olduğu belirtmişlerdir.

Bakır toksisitesi genellikle bitki kök sistemlerinde açığa çıkar. Bitki bünyesinde protein sentezi, fotosentez, solunum, iyon alımı ve hücre membran stabilizesi gibi bazı fizyolojik olayların bozulmasına neden olmaktadır. Bakır içeriği yüksek olan veya yüksek miktarda bakır uygulanmış topraklarda bitkilerin Cu fazlalığı nedeniyle yeterince Fe alamadıkları belirlenmiştir. (Sommer 1945).

Cu konsantrasyonu bitki bünyesinde enzim aktivasyonu, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında yer alması nedeniyle önemli bir elementtir. Topraklarda Cu kirliliği çoğunlukla insan aktivitesi sonucu oluşan çeşitli emisyonlar ve atmosferik depozitler, pestisit kullanımı, kanalizasyon atıklarının gübre olarak kullanılması ve kömür ve maden yataklarından kaynaklanmaktadır (Asri ve Sönmez 2006).

Çinko (Zn)

Topraktaki çinko silikat minerallerinde, oksitler halinde; kil minerallerinde tutulmuş olarak veya organik maddede bulunur. Magmatitlerde, metamorfitlerde ve maden yataklarında çinko sülfür (ZnS, sphalerit) şeklinde ve diğer bazı ağır metallere birlikte sülfürler halinde bulunur. Toprakta bulunan çinko zamanla çözünmez bileşiklere dönüşmektedir. Çinkonun çözünmez durumda bağlanması yüksek pH'da artmaktadır. Buna karşılık toprak asitleştikçe çinko bileşiklerinin çözünürlüğü artmaktadır (Kantarcı, 2000; Özbek vd., 2001).

Çinko fazlalığına bağlı olarak çinko zehirlenmesi bitkilerde çok seyrek görülen bir olgudur. Genelde maden yataklarına yakın topraklarda yetişen bitkilerde çinko içeriği olağanüstü yüksek olabilmektedir. Topraklarda çinko konsantrasyonu yüksek olduğu zaman, kök ve yaprak gelişmesi önemli derecede azalır. Bitkinin fosfor ve demir alım oranı düşer (Boşgelmez vd., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

Zn konsantrasyonu bitki gelişimi için mutlak gerekli bir bitki besin elementi olduğu Sommer ve Lipman (1926) tarafından ortaya konulmuştur. Topraklarda Zn konsantrasyonu suda çözünebilir, değişebilir ve bitkiler tarafından kullanılmaz şekilde bulunmaktadır.

Tok (1997). Zn toksisitesinin büyük ölçüde PH ile alakalı olduğunu ve aynı düzeydeki Zn toksisitesi düşük PH düzeylerinde daha fazla görüldüğünü belirtmiştir.

Molibden (Mo)

Molibden özellikle primer minerallerde daha fazla miktarda bulunmaktadır. Molibdenit, wulfenit, powellit ve ferromolibdit bunlardandır. Olivin ve biotit mineralleri de molibden bakımından zengindir. Toprakta tutulması fosfat anyonlarının tutulmasına benzemektedir. Demir ve alüminyum oksitler tarafından da tutulmaktadır (Kantarıcı, 2000; Özbek vd., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

Molibdenin yetişme ortamında fazla miktarlarda bulunması özellikle merada otlayan sığır ve koyuna toksik etki yapar. Yani bitkilere herhangi bir toksik etki yapmaz. Hayvanlarda görülen bu toksisitenin nedeni hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerin bileşiminde molibden ve bakır elementlerinin dengesiz oranlarda bulunmasından kaynaklanır (Güzel vd., 2004; Gardiner ve Miller, 2008).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonu canlılar için mutlak gerekli bir elementtir. Bu konsantrasyon bitkinin solunum ve fotosentez olayları esnasında etkin bir rol almaktadır. Bitkilerin önemli enzim aktivitelerinden olan katalaz, peroksidaz gibi enzimleri aktivite ederek birçok biyokimyasal reaksiyonun katalizlenmesini sağlamaktadır (Bolat ve Kara, 2017).Demir elementinin fazlalığı durumunda bakır, çinko, magnezyum ve mangan absorpsiyonu azalabilmektedir (Boşgelmez vd., 2001).

Kacar ve Katkat (2007) topraklarda Fe miktarın yüksek olduğunu ve bitkiler için yararlı Fe miktarının az olduğunu belirtmişlerdir. Fe miktarının anakaya özelliğine göre değişkenlik gösterdiğini ve %0.02 ile %10 arasında değiştiğini ve ortalama %3.8 olarak belirlemişlerdir.

Lindsay ve Norwell (1978) çalışmalarında toprakta ekstrakte edilebilir Fe konsantrasyonu 0.2 mg kg⁻¹'dan az ise düşük; 0.2- 4.5 mg kg⁻¹ arasında ise orta ve 4.5 mg kg⁻¹'dan fazla ise yüksek toksisitesi olarak belirtmişlerdir.

Eyüpoğlu vd. (1996) Türkiye'nin farklı bölgelerinden aldığı 1511 adet toprak örneği üzerinde yaptıkları bir araştırmaya göre; toprakların yaklaşık %27'sinde yararlı Fe miktarı orta ve % 73'ünde ise yüksek düzeylerde bulmuşlardır.

Kaçar ve İnal (2008) bitkide Fe elementinin taşınımı oldukça yavaş olduğunu ve Fe fazlalığı öncelikle koyu yeşil yapraklar, kök ve gövdede bodurlaşma ve bazı bitkilerde mor ile koyu kahverengi arasında yaprak rengi şeklinde ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

2.2. Genel Çalışmalar

Ağır metallerin çevreye zararı, toksisiteleri ve insan hayatı ve çevreye yönelik tehditleri nedeniyle büyük önem taşımaktadır (Purves, 1985). Birçok araştırmacı, endüstriyel ve belediye atıkları gibi çeşitli antropojenik kaynaklardan kaynaklanan topraklarda ağır metal kirliliği üzerine araştırmalar yapmıştır (Haines ve Pocock 1980; Parry ve ark., 1981; Culbard ve ark., 1983; Gibson ve Farmer 1983; Olajire ve Ayodele 1998).

Nieminen ve Helmisaari (1996) yaptıkları bir çalışmada ağır metal kirliliği olan bölgelerdeki çam ağaçlarının ibrelerindeki bitki besin maddelerinin azaldığını saptamışlardır.

Arduini ve ark. (1998) *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* Ait. türlerinin kültürlerinde, Cd ve Cu'nun büyümeye etkisini incelemişler ve biyokütle sinin oldukça azaldığını bulmuşlardır. Ayrıca artan Cu ve Cd miktarlarının köklerde Mn ve Zn'nun azalmasına yol açmış olduğunu belirlemişlerdir.

Rautio ve ark. (1998) bir başka çalışmada Fin Lapland ve Kola yarımadasında, sarıçam ağaçları ibrelerinin kimyasal bileşimi üzerine kükürt ve ağır metal birikiminin etkilerini incelemişler ve S, Cu ve Ni düzeylerinin Monchegorsk'daki metal eritme tesislerine yakın yerlerde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Mn ve Zn düzeyleri ise aynı yerlerde azalmıştır. Bunun nedenini toprak ve yaprağın yağmur suları ile yıkanması ve bu elementlerin metal tesisinden yayılan diğer elementlerle etkileşmesi olarak bildirmişlerdir.

Kukkola ve Huttunen (1998) Kuzey Finlandiya Keko bölgesinde genç çam türlerinde yüksek düzeyde Cu ve Ni'e maruz bırakılan ibrelerde yapılan değişimleri incelemiş ve metallerin ibre yapısını önemli ölçüde değiştirmedeğini ancak sertleşmeyi geciktirdiğini bulmuşlardır.

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

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

Kanmani ve Gandhimathi (2013) çalışmalarında Ariyamangalam, Tiruchirappalli, Tamilnadu çevresinde açık bir çöplük alanından sızıntı nedeniyle oluşan ağır metal kirliliğini belirlemek için belediye katı atık açık çöplük sahasından toplanan toprak örneklerinde ağır metallerin konsantrasyonu incelenmiştir. Çöplük sahası yaklaşık 400–470 ton belediye katı atık almaktadır. Toplanan toprak numunesindeki ağır metal konsantrasyonu, aşağıdaki sırayla bulundu: Mn > Pb > Cu > Cd. Toprak numunesindeki ağır metallerin varlığı, açık bir boşaltma alanından sızıntı suyu göçü ile toprağın kayda değer kirlenmesinin olduğunu gösterir. Bununla birlikte, bu kirlenici türler toprak tabakaları boyunca sürekli olarak göç eder ve zayıflar ve belirli bir süre sonra, bu fenomeni önlemek için bir önlem alınmazsa, yer altı suyu sistemini kirlitebilirler.enderes nehrinde ise Co, Mn, Zn değerlerinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Ebong, Akpan ve Mkpenie (2008) Nijerya'daki Uyo'daki belediye ve kırsal çöplük alanlarının, temel toprakların metal seviyelerine etkisinin, çöp sahası toprak metal içeriği ile bitkilerin biyolojik birikim hızı arasındaki ilişkinin, bitki türünün ve bitkinin etkisinin değerlendirmişlerdir. Belediye çöp alanı toprağından elde edilen

sonuçlar; Fe, 1711.20 $\mu\text{g g}^{-1}$; Pb, 43,28 $\mu\text{g g}^{-1}$; Zn, 88.34 $\mu\text{g g}^{-1}$; Ni, 12.18 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cd, 14.10 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve Cu, 56.33 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak belirlenirken; kırsal çöp alanı toprağında Fe, 1016.98 $\mu\text{g g}^{-1}$; Pb, 18.57 $\mu\text{g g}^{-1}$; Zn, 57,90 $\mu\text{g g}^{-1}$; Ni, 7.98 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cd, 9.25 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve Cu, 33.70 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, belediye çöplüğü toprağında yetişen bitkiler, kırsal alanlardaki çöplüklerden daha fazla metal biriktirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, çöp sahası topraklarında yetişen bitkilerin, normal tarımsal topraklardan elde edilen benzerlerinden daha yüksek biyo-birikimli metal konsantrasyonlarına sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bitkilerin bu metalleri biyolojik olarak biriktirme yeteneklerinin bir bitkiden diğerine ve bir bitki bölümünden diğerine farklı olduğu da gözlemlendi. Ve incelenen bitkilerin yapraklarında daha yüksek konsantrasyonlar kaydeden Fe ve Zn'den başka, diğer metaller köklerde daha yüksek konsantrasyonlar kaydetmiştir. Elde edilen genel sonuçlar, çöp sahası toprağındaki Cd seviyelerinin standartların üstünde, bitkilerde Cd ve Pb seviyelerinin de bitkilerde önerilen seviyelerin üstünde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Awokunmi, Asaolu ve Ipinmoroti (2010) Çöp alanlarındaki ağır metal konsantrasyonuna liç etkisi, Etere ve Güney Batı Nijerya'daki İkere ve Ado Ekiti metropollerinde bulunan farklı çöp alanlarından toplanan toprak örneklerinin analiz edilmesiyle yapılmıştır. Örnekler Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni, Sn ve Zn konsantrasyonları belirlenmiştir. Kontrol toprağı örnekleri, her çöp dökümü yapılan yerdeki son örnekleme noktasından 200 m uzağına olmak üzere seçmişlerdir. Analizlerin sonuçları, bu metallerin konsantrasyonunun her bir çöp sahasının merkezinden, eğimden 10-70 m aralıklarla önemli bir farklılık gösterdiğini ($p < 0.05$) ve çöp alanlarının önemli miktarda toksik ağır metal içerdiğini belirtmişlerdir. Bu alanlara fitoremediasyon tekniğıyle bitki yetiştirilmesinin ağır metal kirliliğini azaltacağını belirtmişlerdir.

Amos-Tautua, Onigbinde ve Ere (2014) Nijerya'nın Yenagoa kentinde açık bir çöplük alanından İki derinlikten (0-10 ve 10-20 cm) toplanan toprakların Pb, Cd ve Cr ile bazı fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi için tasarlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Ortalama Pb düzeyleri, çöplükte 14.75 ± 0.05 ila 16.14 ± 0.04 mg/kg ve kontrol grubunda 8.35 ± 0.05 ila 8.78 ± 0.07 mg/kg arasında değişmiştir. Çöp

toprağındaki ortalama Cr konsantrasyonu 0.05 ± 0.01 ila 0.06 ± 0.01 mg/kg arasında değişmiştir ve kontrolden biraz daha yüksektir ($0,005 \pm 0,01$ mg/kg), Cd az miktarda bulunmuştur ($<0,0001 \pm 0,01$ mg/kg). Bu değerlerin tümü, FAO ve WHO tarafından tarım toprağı için belirlenen maksimum tolere edilebilir seviyelerin çok altında olduğunu ve çöp toplama sahasının ve kontrol alanının yeterli toprak besinleri ve düşük metal seviyeleri ile sonucunda tarım arazilerine dönüştürülmesinin uygun olacağını belirtmişlerdir.

Agyarko, Darteh ve Berlinger (2010) Gana'da belediye ve kırsal çöplük alanlarda bitki topraklarında ve yapraklarında Cd, Hg, Pb, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo ve As konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Cd (Igeo=2.06-2.40 $\mu\text{g/g}$) ve Zn (Igeo=2.95–3.36 $\mu\text{g/g}$) için kirlilik seviyeleri diğer metallerden dah yüksek bulmuşlar ve kırsal çöplük toprağı ağır metallerle en az kirlenmiş olduğunu belirtmişlerdir. Şehirlerde ve belediyede çöplük topraklarından kaynaklanan bitkilerde Fe ve Ni konsantrasyonu normal 40–500 $\mu\text{g/g}$ (Fe) ve 0,02–5,00 $\mu\text{g/g}$ (Ni) aralığının üzerinde bulmuşlar ve elde edilen bitkilerde Cd, Hg, Cu, Zn ve Pb ve Fe konsantrasyonları, atık madde topraklarındaki oranlardan daha yüksek bulmuşlar Bunun sebebini daha yüksek seviyelerde organik madde, pH, P, Ca ve Mg seviyelerinden kaynaklanıyor olabileceğini belirtmişlerdir.

Najip, Mohammed, Ismail ve Ahmad (2012) Malezya Kangar'da saha topraklarında Cu, Cd, Ni, Pb ve Zn olan beş ağır metalin konsantrasyonları yaz ve kış mevsimlerinde incelemişlerdir. Cu, Ni ve Zn miktarı, kuru mevsimlerde (sırasıyla 623.7 mg/kg, 30.3 mg/kg ve 491.5 mg/kg) ve ıslak mevsimlerde (325.9 mg/kg, 17.2 mg/kg ve 356.3 mg/kg) belirlemişlerdir. Pb içeriğı kuru (833.3 mg / kg) ve ıslak mevsimde (544.8 mg / kg) belirlemişlerdir.

Bu çalışmada Kastamonu'da bulunan Şehir Vahşi Depolama alanında bulunan evsel nitelikli katı atıklardan oluşan çöp sularının bulunduğu ve çevresindeki bitki örtüsü (otsu ve odunsu türler) yapraklarında ve topraklarda ağır metal konsantrasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Şehir Vahşi Depolama alanına farklı mesafelerden alınan toprak ve bitki numunelerinin ağır metal analizleri yapılması ve sonrasında değerlendirilmesi amacıyla bu tez çalışması yürütülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Genel Tanıtımı

Bu çalışma, coğrafi bölge olarak Türkiye'nin kuzeyinde ve Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Kastamonu ilinin evsel nitelikli atıkların toplandığı Merkez Vahşi Depolama Alanında gerçekleştirilmiştir (Harita 3.1). $41^{\circ}25'16''$ kuzey enlemleri $33^{\circ}45'44''$ doğu boylamları arasında ve yaklaşık $70\ 000\ m^2$ 'lik yüzölçüme sahip alanda bulunan ve yaklaşık 25 m derinliğindeki bir vadide evsel artıkları toplanılmaktadır (Fotoğraf 3.1). Ortalama yükseltisi 863 m ve tahmini atık miktarı $180.000\ m^3$ 'tür (KASMİB, 2018).



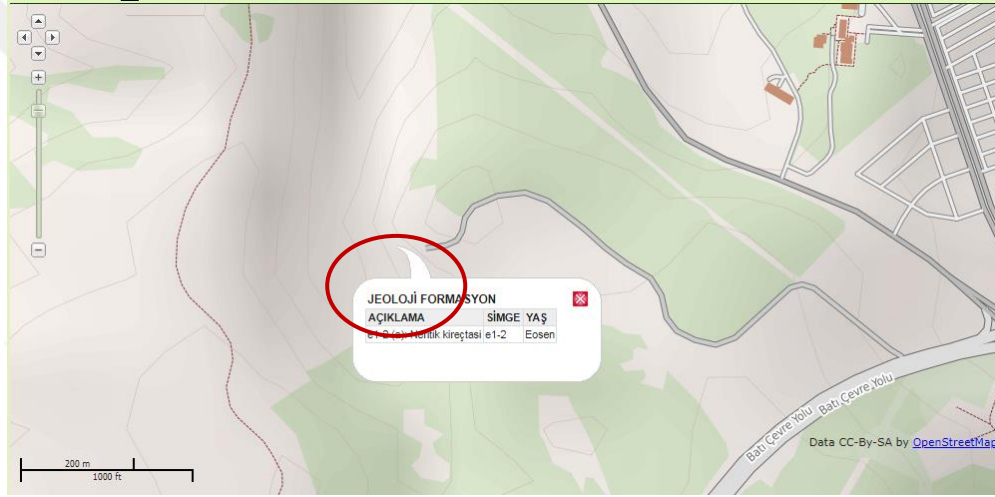
Harita 3.1. Çalışma alanının Türkiye haritası üzerindeki yeri ve konumu



Fotoğraf 3.1. Kastamonu ili, merkez vahşi depolama alanı

Çalışma alanı ormanlık alanda bulunan yaklaşık 25 metre derinliğindeki bir vadide bulunmaktadır. Vadinin dibindeki sızıntı suyu görülebilir durumdadır. Bu çöplük yaklaşık 30 yıldır kullanılmaktadır. Sahada elektrik ve su bulunmaktadır. Bekçi ve kontrol noktası bulunmamaktadır. Belediye ile sözleşmeli çöp toplayıcılar geri dönüştürülebilir atıkları sahadan toplamaktadırlar (URL-8, 2019).

Çalışma alanına ait 1/500 000 ölçekli Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanmış jeoloji haritaları incelendiğinde (Akbaş vd., 2015); Kastamonu ili Şehir Vahşi Depolama Alanında anakayanın genellikle daha çok tortul kayalardan gelişmiş, orta-kalın tabakalı, bol eklemli, gri-bej renkli, masif yapılı, Eosen ait olan neritik kireçtaşının (Fosilli CaCO₃) hakim olduğu görülmektedir (Harita 3.2). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün (KHGM-mülga) 1/25 000 ölçekli toprak haritasına göre; her çalışma alanın toprakları kahverengi orman toprağı özelliğı taşımaktadır (Anonim, 1990). Bu tür toprakların özellikleri; balçıklı veya ince bünyeli, yüksek baz doygunluğuna sahip (baz doygunluğu %50'den fazla) ve yüksek biyolojik aktiviteli topraklardır (Savacı, 2017).



Harita 3.2. Çalışma alanının jeolojik yapısı

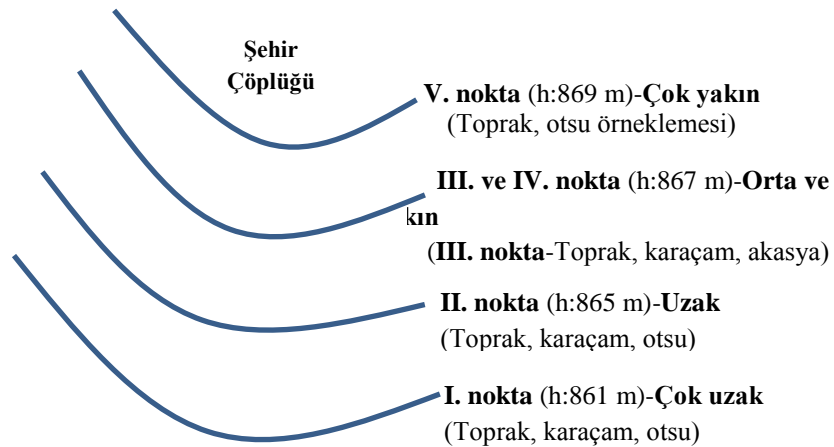
Çalışma alanının (800 m) 2008-2018 yılları arasını kapsayan 11 yıllık meteoroloji verilerine göre ise; bölgede yıllık ortalama sıcaklık 10,4°C, yıllık toplam yağış 623,6 mm'dir (DMİ, 2019). Bölge nemli, mikrotermal iklim özelliğine sahiptir. En yüksek sıcaklık Ağustos ayında 29,9°C'dir. En düşük sıcaklık Ocak ayında -4,0°C'dir. Ortalama 122,5 mm yağış ile en nemli ay Haziran iken ortalama 24,8 mm yağış ile en kurak ay Ekim'dir (Tablo 3.1.). Ortalama nem %73,3'tür ve en yüksek nem kış aylarında %87,5, en düşük nem Ağustos ayında %61,8 olarak ölçülmüştür. Çalışma alanında güney ve batı rüzgarları hakimdir ve rüzgarın esme süresine bağlı olarak, hakim rüzgar yönleri Karadeniz'in yer aldığı güney-güneybatıdadır (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Çalışma alanına ait iklim verileri (2008-2018 yılları arasında ait 11 yıllık veriler)

Meteorolojik Elemanlar	A Y L A R												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
En Yüksek Sıcaklık (°C)	3.6	8.4	12.7	18.3	22.1	25.9	29.2	29.9	25.2	18.5	12.4	5.3	17.6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.0	-2.2	0.4	3.6	7.9	11.2	13.3	13.0	9.9	6.0	1.0	-2.1	4.8
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.8	2.1	5.5	10.1	14.2	17.9	20.7	20.7	16.6	11.1	5.5	0.9	10.4
Ortalama Yağış (mm)	35.4	33.3	50.4	48.9	94.9	122.5	45.4	38.8	48.5	40.3	24.8	40.4	623.6
Ort. nispi nem (%)	84.2	77.4	72.3	66.4	70.7	70.5	64.0	61.8	67.5	76.5	80.3	87.5	73.3
Hakim Rüzgar Yönü-Yüzdesi (%)	SSW 23.5	SSW 28.2	SSW 23.9	SSW 23.2	SSW 19.4	SSW 18.8	SSW 18.9	SSW 20.6	SSW 22.6	SSW 24.0	SSW 32.4	SSW 22.8	SSW 23.2

3.1.1. Örnek Noktalarının Belirlenmesi, Bitki ve Toprak Örneklerinin Alınması

Bu çalışmada Kastamonu ilindeki evsel nitelikli atıkların bulunduğu şehir vahşi depolama alanından uzaklık mesafesine (çok yakın, orta, uzak, çok uzak) göre 5 farklı noktalardan toprak, odunsu (karaçam, akasya) ve otsu (hardal) türlerin ibrelerinde ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla, 2 tekrarlı olmak üzere alandan toplam 26 adet toprak- ibre/yaprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanında mesafelere göre alınan toprak-bitki örnekleme

3.2. Bitki ve Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araziden getirilen toprak, otsu ve odunsu bitkilerin ibre/yaprak örnekleri analize hazır hale getirilmesi için Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Laboratuvarına getirilmiştir (Fotoğraf 3.2.). Araziden getirilen doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleri hava kurusu hale getirilmek üzere kurutma kâğıtları üzerine serilmiştir. Hava kurusu hale gelen topraklar usulüne uygun olarak porselen havanlarda ezilmiş, 2 mm'lik eleklerden geçirilmiş, plastik poşetlere konularak analize kadar soğuk bir ortamda muhafaza edilmiştir (Mubyana-John ve Masamba, 2014). Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), akasya (*Acacia* spp.) ağaçlarında ibre/yaprak örnekleme ile otsu türlerden hardal (*Brassicaceae*) yaprak örnekleme yapıldı. Her bir alan üzerinde yaklaşık 60 gr'lık mevcut yaprak/ibre örnekleri toplanmıştır. Yaprak örnekleri 60°C'de etüvde gün boyunca kurutuldu (Kiser vd., 2013). Kurutulan yapraklar Bosh tip MKM6000 kahve öğütücüsü kullanılarak ağır metal konsantrasyon analizleri için öğütüldü (Selcuk vd., 2011).



Fotoğraf 3.2. Toprak ve bitki örneklerinin laboratuvara getirilmesi

3.2.1. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Numunelerin ağır metal analizleri Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Örnekler laboratuvarında numune alma noktalarına ve örnekleme çeşitlerine göre havalandırmak üzere kurutulmaya bırakılmıştır. Analize hazırlanan bu numuneler daha sonra Merkezi Araştırma Laboratuvarında analiz aşamasına alınmıştır. Analize hazır numunelerin genel görüntüsü Fotoğraf 3.3'te verilmiştir. Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi Cihazı (AAS), elementel analizler için kullanılan önemli bir cihazdır. Örnekteki aranan elementler, elemente özel dalga boyundaki ışığı soğurması yardımıyla bulunmaktadır. Katot lambada, aranan elementin dalga boyu genelde elementin kendisinin uyarılması ile elde edildiği için, örnekteki miktarlar için keskin sonuçlar verebilmektedir. Genellikle metaller için kullanılır. AAS kimyasal işlem laboratuvar analizlerinde kullanıldığı gibi, günlük hayatta su kirliliği, toprak kirliliği ve hava kirliliği oluşturan elementlerin limit miktarları doğrultusunda uyumluluk analizleri için de kullanılmaktadır. Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında AAS grafit yakma sistemine sahiptir. Elektrotermal atomlaştırıcı olarak grafit fırın adı verilen 2-3 cm uzunluğunda 1 cm iç çapındaki tüp kullanılır. Bu tüpün her iki yanına bağlanmış direnç telleri ile ısıtma yapılır. Fırın elektriksel dirençle 3000°C'ye kadar istenirse kademeli olarak ısıtılabilir. Alevli sistemlere göre daha pahalı fakat daha avantajlıdır. Özellikle ağır metal elementlerinin analizinde ppb düzeyine kadar inebildikleri için daha fazla tercih edilmektedir. Çözelti içerisindeki element tayinleri laboratuvarımızda bulunan Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2019). Süzüntüden elde edilen çözeltilerde; Ni, Co, Mn, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mo, Fe ve Al analizleri GBC Avanta Spektroskopisi cihazı yardımıyla ağır metal konsantrasyon analizleri yapılmıştır (Fotoğraf 3.3.).



Fotoğraf 3.3. Ağır metal konsantrasyonları belirlemede kullanılan AAS cihazı

3.3. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler düzenlenerek Excell tabloları oluşturulmuştur. Daha sonra SPSS paket programı yardımıyla veriler değerlendirilmiş, verilere varyans analizi uygulanmış, istatistikî olarak en az %95 güven düzeyinde farklılıklar bulunan değerlere Duncan testi uygulanarak homojen gruplar elde edilmiştir. Elde edilen veriler sadeleştirilip tablolaştırılarak yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında gerekli görülen verilerin algılanmasını kolaylaştırmak amacıyla Excel programı yardımıyla grafikler oluşturulmuştur.

4 . BULGULAR

4.1. Bitki Türünde Ağır Metal Konsantrasyonları

Çalışma sonucunda ağır metal konsantrasyonlarının örnek alan bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığını belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, Ni, Co, Mn, Cr, Cu, Zn, Mo ve Fe konsantrasyonları toprak ve bitki yaprakları arasında istatistiki anlamda (%95 güven düzeyinde) farklılık tespit edilmezken; Cd, Pb ve Al konsantrasyonları bakımından istatistiki anlamda bir farklılık belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 . *Toprak ve bitki bazında varyans analizi sonuçları*

Ağır Metaller		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Önemlilik düzeyi
Ni	Gruplar arası	344 005,454	3	114 668,485	2,118	,126	N.S.
	Gruplar içi	1 244 973,874	23	54 129,299			
	Toplam	1 588 979,327	26				
Co	Gruplar arası	172,875	3	57,625	,750	,533	N.S.
	Gruplar içi	1 766,652	23	76,811			
	Toplam	1 939,527	26				
Mn	Gruplar arası	106 851 115,822	3	35 617 038,607	1,086	,375	N.S.
	Gruplar içi	754 459 998,770	23	32802608,642			
	Toplam	861 311 114,592	26				
Cr	Gruplar arası	577541,598	3	192 513,866	2,082	,130	N.S.
	Gruplar içi	2 126 382,029	23	92451,393			
	Toplam	2 703 923,627	26				
Cd	Gruplar arası	7,347	3	2,449	3,835	,023*	(2*3)
	Gruplar içi	14,689	23	,639			
	Toplam	22,036	26				
Pb	Gruplar arası	5548,374	3	1 849,458	8,338	,001*	(1*2) (1*3)
	Gruplar içi	5101,789	23	221,817			
	Toplam	10 650,163	26				
Cu	Gruplar arası	1 190 281,585	3	396 760,528	2,234	,111	N.S.
	Gruplar içi	4 085 459,854	23	177 628,689			
	Toplam	5 275 741,439	26				
Zn	Gruplar arası	286 292,742	3	95 430,914	2,709	,069	N.S.
	Gruplar içi	810 104,507	23	35221,935			
	Toplam	1 096 397,250	26				
Mo	Gruplar arası	15904,792	3	5301,597	1,170	,343	N.S.
	Gruplar içi	104 176,100	23	4529,396			
	Toplam	120 080,892	26				

Tablo 4.1'in devamı

	Gruplar arası	109 578 828 198,952	3	36 526 276 066,317	2,215	,114	
Fe	Gruplar içi	379 262 320 673,714	23	16 489 666 116,248			N.S.
	Toplam	488841148872,667	26				
	Gruplar arası	11 195 467 036,134	3	3 731 822 345,378	7,324	,001*	
Al	Gruplar içi	11 719 526 904,829	23	509 544 648,036			(1*2) (1*3)
	Toplam	22 914 993 940,963	26				

Çalışmaya konu ağır metal konsantrasyonların, tür bazında nasıl gruplaştığını belirleyebilmek amacıyla verilere Duncan testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.2'de verilmiştir. İstatistiksel olarak toprak ve bitki yapraklarının içerdiği ağır metal konsantrasyonları özellikle Cd, Pb ve Al konsantrasyonları önemli derecede farklılıklar göstermiştir ($p < 0.05$). Şehir çöplüğünden alınan toprak örneklerinde ağır metal konsantrasyonları diğer kısımlara göre en yüksek bulunmuştur (Co hariç).

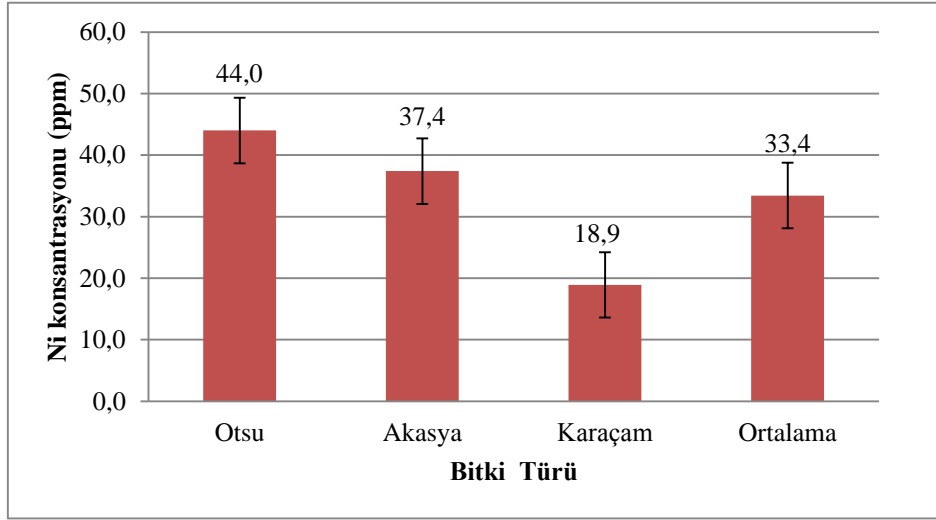
Tablo 4.2. Bitki türü bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Ağır Metal	Karaçam	Otsu	Akasya	F	P*
	AO±Std. Sapma	AO±Std. Sapma	AO±Std. Sapma		
Ni	18,9a±1,85	44,0a±15,93	37,4a±15,15	2,118	,126
Co	24,3a±2,38	28,8a±5,95	19,6a±3,25	,750	,533
Mn	122,9a±22,5	260,8a±138,45	151,3a±80,9	1,086	,375
Cr	12,5a±5,93	94,6a±64,68	81,2a±64,75	2,082	,130
Cd	1,8a±0,69	3,03b±1,31	1,6a±0,7	3,835	,023*
Pb	3,06a±0,50	6,9a±2,16	2,95a±0,05	8,338	,001*
Cu	8,75a±2,52	22,81a±7,81	40,7a±20,3	2,234	,111
Zn	58,1a±17,26	105,06a±50,7	54,85a±7,05	2,709	,069
Mo	0,70a±0,34	1,30a±0,67	12,10a±9,10	1,170	,343
Fe	1794a±835,6	10126a±5417	12179a±9230,5	2,215	,114
Al	2519a±869,2	18482a±7483	4615a±1109	7,324	,001*

* $p < 0.05$

4.1.1. Ni konsantrasyonu

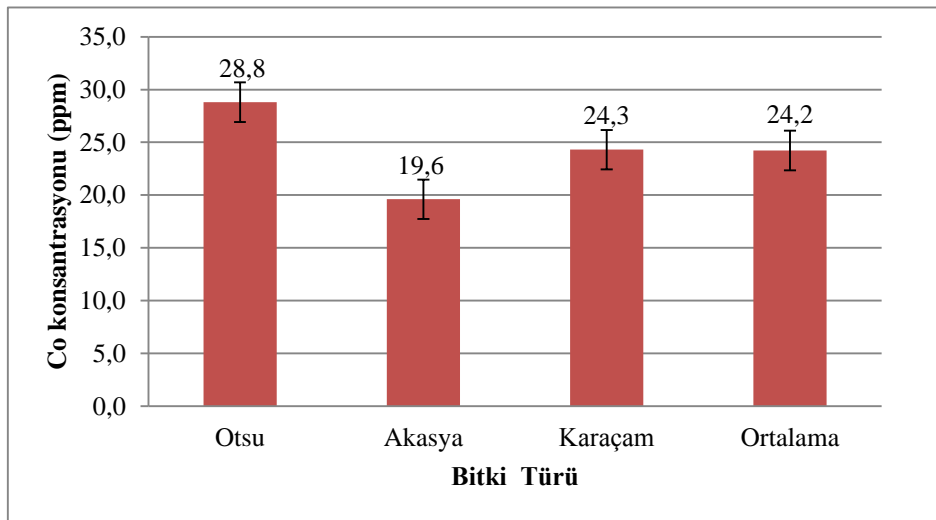
Ni konsantrasyonları en yüksek otsu bitkide (44 ppm) iken; buna takriben akasya yapraklarında (37,4 ppm) ve karaçamda 18,9 ppm'dir. Ortalama Ni konsantrasyonu ise 33,4 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.1.).



Grafik 4.1. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Ni konsantrasyonlarının değişimi

4.1.2. Co konsantrasyonu

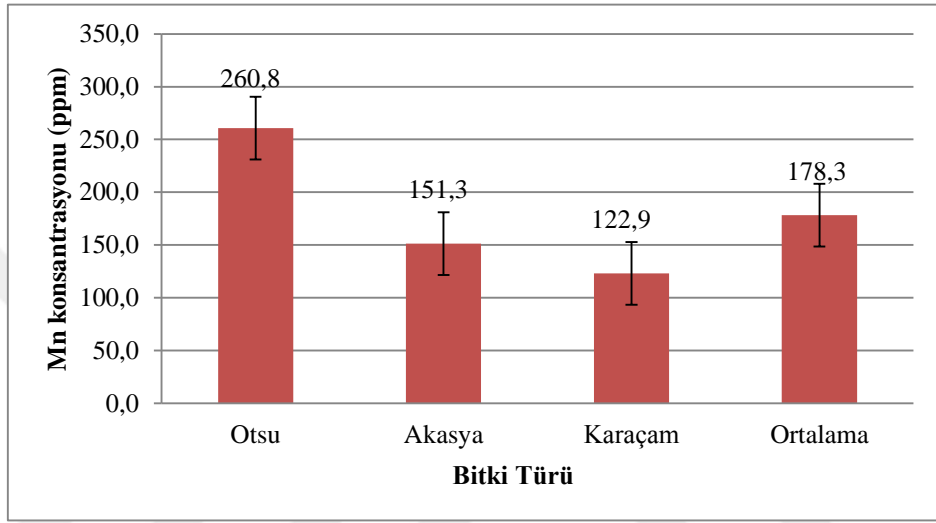
Co konsantrasyonları en yüksek otsu yapraklarında (28,8 ppm) iken; buna takriben karaçam ibrelerinde (24,3 ppm), en düşük ise akasya yapraklarında (19,6 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Co konsantrasyonu ise 24,2 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.2.).



Grafik 4.2. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Co konsantrasyonlarının değişimi

4.1.3. Mn konsantrasyonu

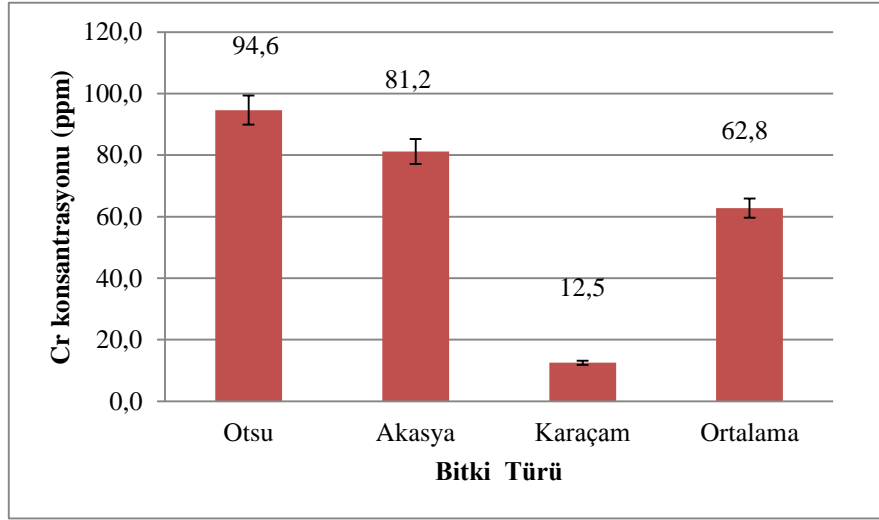
Mn konsantrasyonları en yüksek otsu yapraklarında (260,8 ppm) iken; buna takriben akasya yapraklarında (151,3 ppm) ve en düşük ise karaçam ibrelerinde (122,9 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Mn konsantrasyonu ise 178,3 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.3.).



Grafik 4.3. Farklı bitki kısımlarına ait ortalama Mn konsantrasyonlarının değişimi

4.1.4. Cr konsantrasyonu

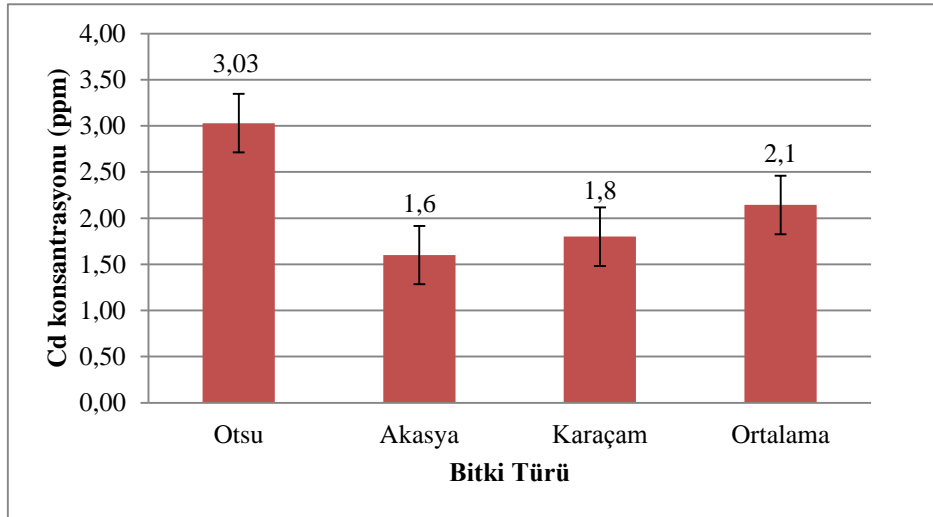
Cr konsantrasyonu en fazla en yüksek otsu yapraklarında (94,6 ppm) iken; buna takriben akasya yapraklarında (81,2 ppm), karaçam ibrelerinde (12,5 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Cr konsantrasyonu ise 62,8 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.4.)



Grafik 4.4. Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Cr konsantrasyonlarının değişimi

4.1.5. Cd konsantrasyonu

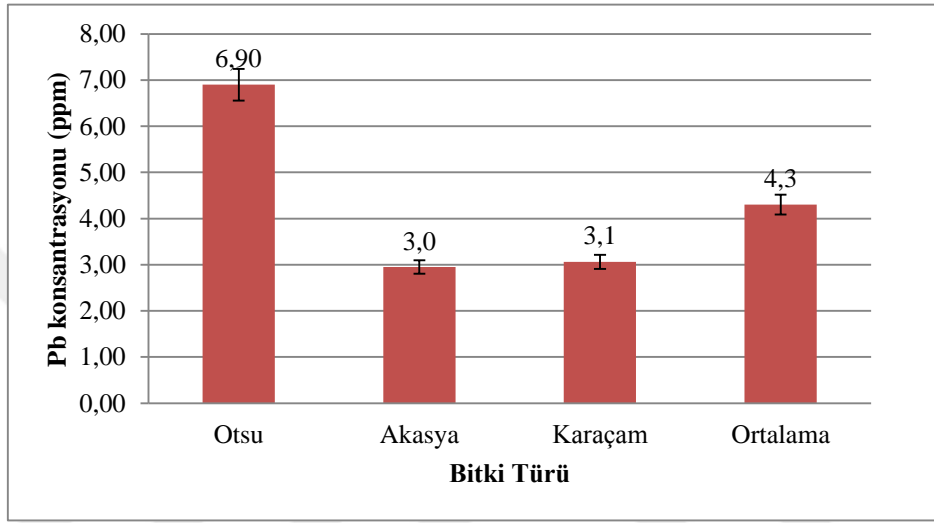
Cd konsantrasyonu en fazla otsu yapraklarında (3,03 ppm) iken; buna takriben karaçam ibrelerinde (1,8 ppm), akasya yapraklarında (1,6 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Cd konsantrasyonu ise 2,1 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.5.).



Grafik 4.5. Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Cd konsantrasyonlarının değişimi

4.1.6. Pb konsantrasyonu

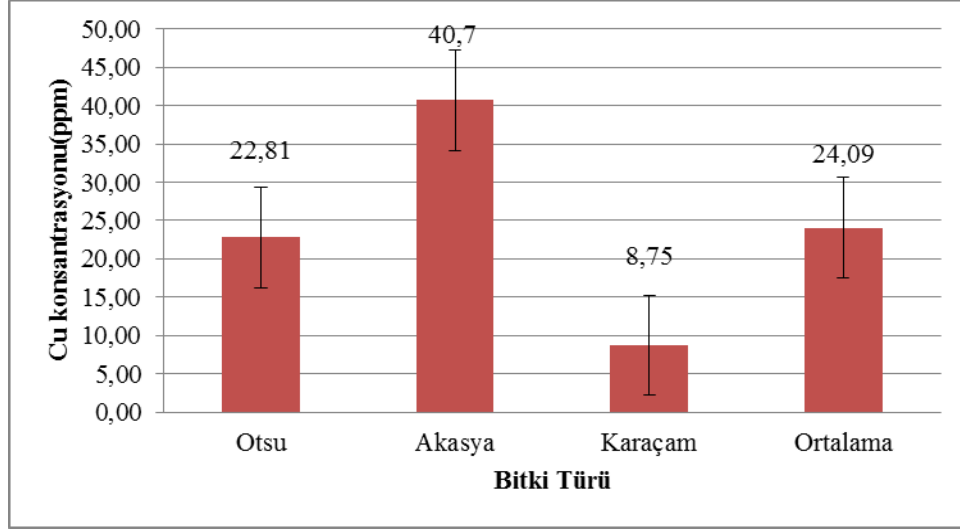
Pb konsantrasyonu en fazla en yüksek otsu yapraklarında (6,9 ppm) iken; buna takriben karaçam ibrelerinde (3,1 ppm), akasya yapraklarında (3,0 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Pb konsantrasyonu ise 4,3 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.6.).



Grafik 4.6. Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Pb konsantrasyonlarının değışimi

4.1.7. Cu konsantrasyonu

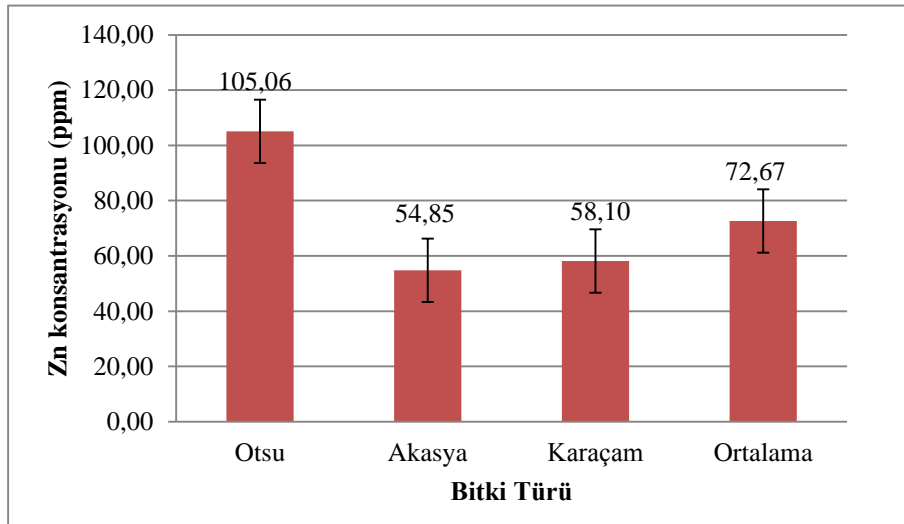
Cu konsantrasyonu en fazla en yüksek akasya yapraklarında (40,7 ppm) iken; buna takriben otsu yapraklarında (22,81 ppm) ve karaçam ibrelerinde (8,75 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Cu konsantrasyonu ise 24,09 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.7.).



Grafik 4.7. Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Cu konsantrasyonlarının değişimi

4.1.8. Zn konsantrasyonu

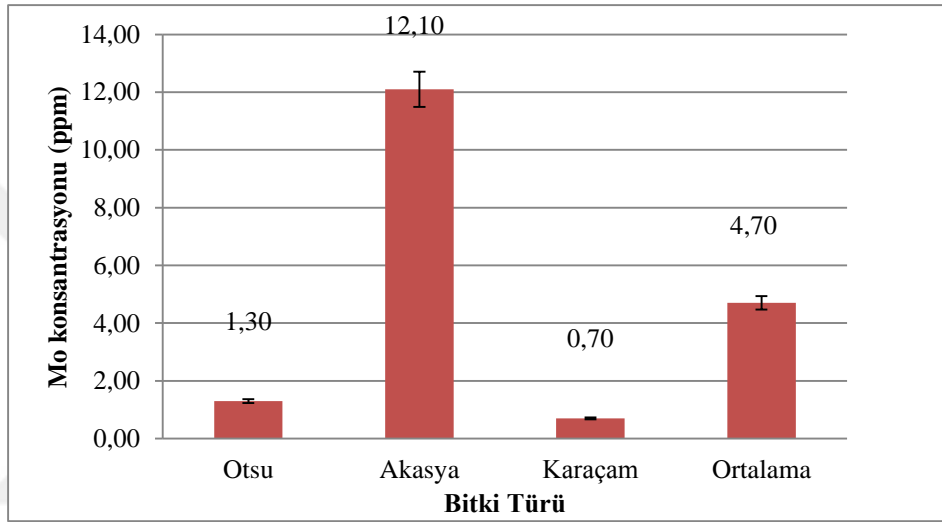
Zn konsantrasyonu en fazla en yüksek otsu yapraklarında (105,06 ppm) iken; buna takriben karaçam ibrelerinde (58,1 ppm) ve akasya yapraklarında (54,85 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Zn konsantrasyonu ise 72,67 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.8.).



Grafik 4.8. Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Zn konsantrasyonlarının değişimi

4.1.9. Mo konsantrasyonu

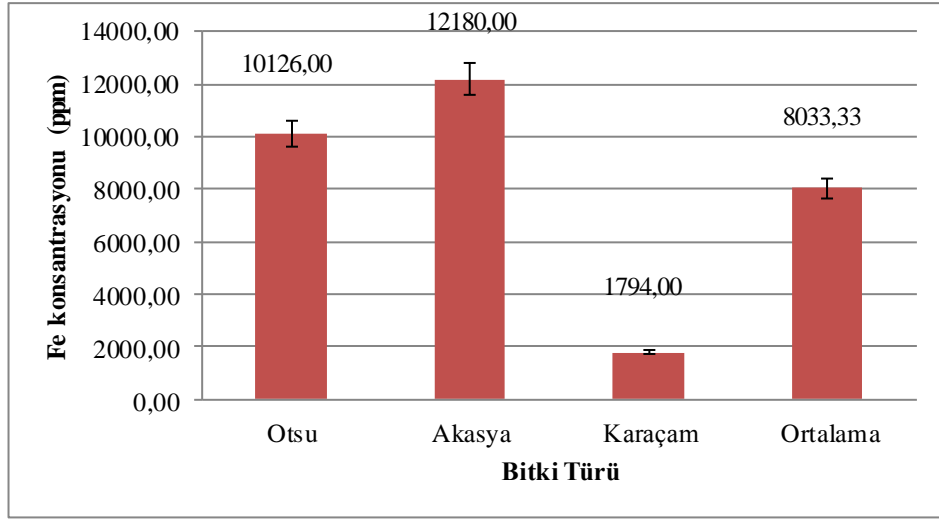
Mo konsantrasyonu en fazla en yüksek akasya yapraklarında (12,1 ppm) iken; buna takriben otsu yapraklarında (1,3 ppm) ve karaçam ibrelerinde (0,7 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Mo konsantrasyonu ise 4,70 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.9.).



Grafik 4.9. Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Mo konsantrasyonlarının değişimi

4.1.10. Fe konsantrasyonu

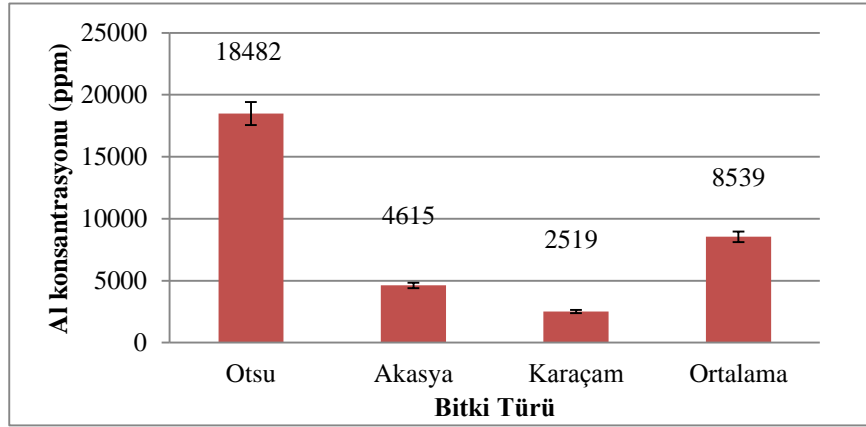
Fe konsantrasyonu en fazla en yüksek akasya yapraklarında (12180,0 ppm) iken; buna takriben otsu yapraklarında (10126,0 ppm) ve karaçam ibrelerinde (1794 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Fe konsantrasyonu ise 8033,33 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.10.).



Grafik 4.10 Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Fe konsantrasyonlarının değişimi

4.1.11. Al konsantrasyonu

Al konsantrasyonu en fazla en yüksek otsu yapraklarında (18482 ppm), akasya yapraklarında (4615 ppm), karaçam ibrelerinde (2519 ppm), olarak belirlenmiştir. Ortalama ise 8539 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.1.).



Grafik 4.11. Farklı bitki kısımlarına göre ortalama Al konsantrasyonlarının değişimi

4.2. Vahşi Depolama Alana Mesafe Açısından Ağır Metal Konsantrasyonları

Çalışma sonucunda ağır metal konsantrasyonlarının mesafe bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığını belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir. Yapılan varyans

analizleri sonuçlarına göre, Ni, Mn, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mo ve Fe konsantrasyonları mesafe arasında istatistiki anlamda (%95 güven düzeyinde) farklılık tespit edilmezken; Co, Zn ve Al konsantrasyonları bakımından istatistiki anlamda bir farklılık belirlenmiştir (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. *Vahşi Depolama Alanına mesafe açısından varyans analizi sonuçları*

Ağır Metaller		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Önemlilik Düzeyi
Ni	Gruplar arası	386 417,171	4	96 604,293	1,767	,171	N.S.
	Gruplar içi	1 202 562,157	22	54 661,916			
	Toplam	1 588 979,327	26				
Co	Gruplar arası	716,337	4	179,084	3,221	,032*	(1*3)
	Gruplar içi	1223,190	22	55,600			
	Toplam	1939,527	26				
Mn	Gruplar arası	99 915 734,194	4	24 978 933,548	,722	,586	N.S.
	Gruplar içi	761 395 380,398	22	34 608 880,927			
	Toplam	861 311 114,592	26				
Cr	Gruplar arası	653 443,313	4	163 360,828	1,753	,174	N.S.
	Gruplar içi	2 050 480,313	22	93 203,651			
	Toplam	2 703 923,627	26				
Cd	Gruplar arası	1,541	4	,385	,414	,797	N.S.
	Gruplar içi	20,495	22	,932			
	Toplam	22,036	26				
Pb	Gruplar arası	3 258,646	4	814,662	2,425	,079	N.S.
	Gruplar içi	7 391,517	22	335,978			
	Toplam	10 650,163	26				
Cu	Gruplar arası	1 379 201,829	4	344 800,457	1,947	,138	N.S.
	Gruplar içi	3 896 539,610	22	177 115,437			
	Toplam	5 275 741,439	26				
Zn	Gruplar arası	603 944,238	4	150 986,059	6,745	,001*	(1*5) (2*5) (3*5) (4*5)
	Gruplar içi	492 453,012	22	22 384,228			
	Toplam	1 096 397,250	26				
Mo	Gruplar arası	36 509,109	4	9 127,277	2,403	,081	N.S.
	Gruplar içi	83 571,783	22	3 798,717			
	Toplam	120 080,892	26				
Fe	Gruplar arası	12 318 5658 359,667	4	3 079 6414 589,917	1,853	,155	N.S.
	Gruplar içi	365 655 490 513,000	22	1 6620 704 114,227			
	Toplam	488 841 148 872,667	26				
Al	Gruplar arası	11 586 827 341,296	4	2 896 706 835,324	5,626	,003*	(1*5) (2*5) (3*5) (4*5)
	Gruplar içi	11 328 166 599,667	22	514 916 663,621			
	Toplam	22 914 993 940,963	26				

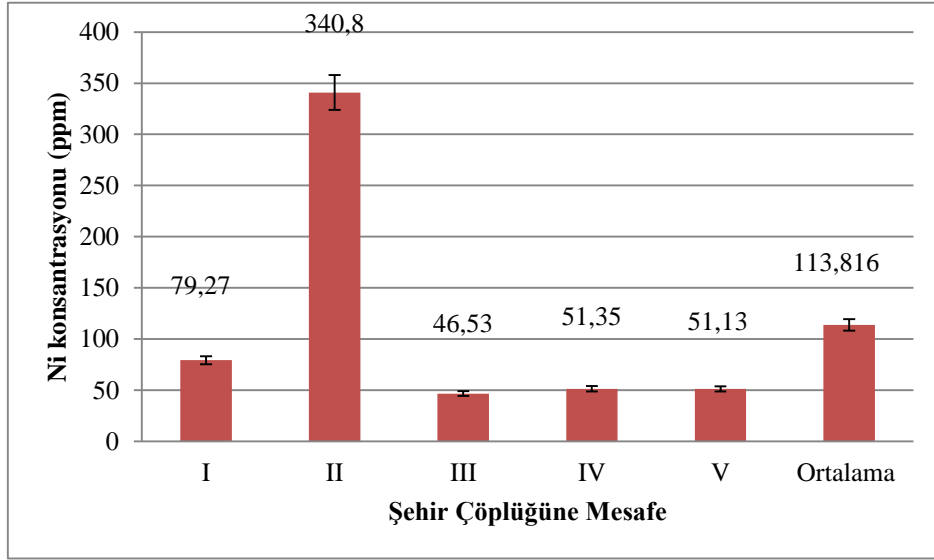
Çalışmaya konu ağır metal konsantrasyonlarının, vahşi depolama alanına uzaklık mesafesine göre nasıl gruplaştığını belirleyebilmek amacıyla verilere Duncan testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir. İstatistiksel olarak bitki yapraklarının içerdiği ağır metal konsantrasyonları özellikle Co, Zn ve Al konsantrasyonları önemli derecede farklılıklar göstermiştir ($p < 0.05$). Evsel nitelikli atıklara yakın ve çok yakın alınan toprak ve bitki örneklerinde ağır metal konsantrasyonları diğer kısımlara göre en yüksek bulunmuştur (Mn hariç) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Mesafe bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

	Vahşi Yaşam Depolama Alanına Mesafe					F	p*
	I	II	III	IV	V		
	AO±Std. Sapma	AO±Std. Sapma	AO±Std. Sapma	AO±Std. Sapma	AO±Std. Sapma		
Ni	51,13a±35,3	51,35a±37,0	46,53a±23,4	340,8a±486,6	79,27a±36,4	1,767	,171
Co	30,88b±5,6	26,53b±3,7	26,67b±4,8	16,08a±10,7	24,47a±12,5	3,221	,032*
Mn	5216a±12167	298a±217	331a±186	1426a±2006	829a±558	,722	,586
Cr	57,3a±47,8	65,2a±52,9	97,1a±74,1	451,7a±631,9	132,7a±22,3	1,753	,174
Cd	2,4a±1,4	2,3a±0,7	2,2a±1,2	1,8a±0,5	2,1a±0,2	,414	,797
Pb	8,2a±5,0	10,3a±9,9	7,1a±4,1	24,2ab±32,7	40,7b±25,9	2,425	,079
Cu	17,9a±8,2	23,9a±15,9	34,1a±28,8	561,3a±835,8	338,3a±446,2	1,947	,138
Zn	85,8a±48,1	81,8a±29,5	68,6a±20,0	179,5a±188,6	561b±385,2	6,745	,001*
Mo	0,78a±0,36	0,97a±0,3	1,5a±0,95	89,6a±129,3	1,3a±0,52	2,403	,081
Fe	14217a±13906	13170a±13135	15079a±13183	179589a±268232	52987a±40093	1,853	,155
Al	22161a±19681	19545a±19109	22248a±17024	5258a±3085	79747b±55086	5,626	,003*

4.2.1. Ni konsantrasyonu

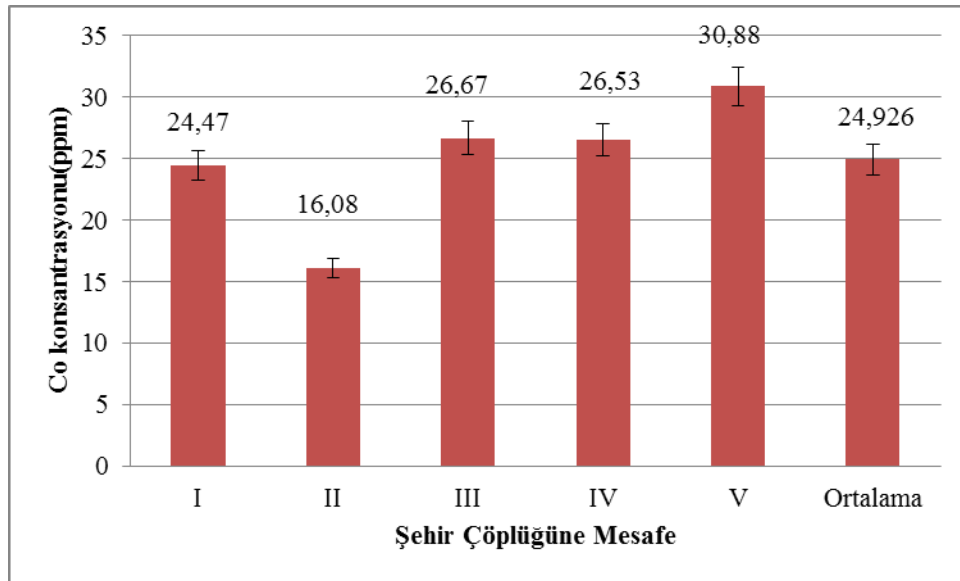
Ni konsantrasyonu en fazla II. noktada (340,8 ppm) ve buna takriben I. noktada (79,27 ppm), IV. noktada (51,35 ppm), V. noktada (51,13 ppm) ve III. noktada (46,53 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Ni konsantrasyonu ise 113,816 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.12.).



Grafik 4.12. Farklı noktalara göre ortalama Ni konsantrasyonlarının değişimi

4.2.2. Co konsantrasyonu

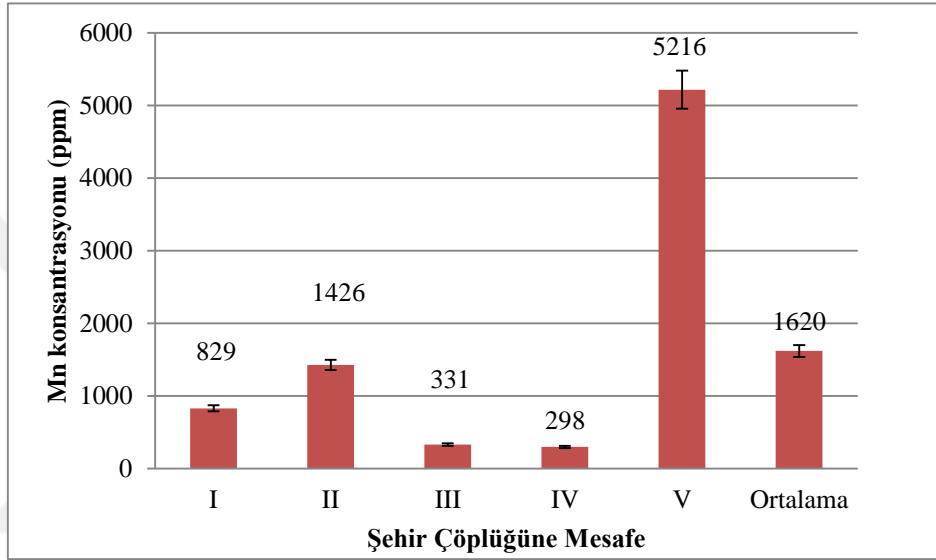
Co konsantrasyonu en fazla V. noktada (30,88 ppm) ve buna takriben; III. noktada (26,67 ppm), IV. noktada (26,53 ppm), I. noktada (24,47 ppm) ve II. noktada (16,08 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Co konsantrasyonu ise 24.926 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.13.).



Grafik 4.13. Farklı noktalara göre ortalama Co konsantrasyonlarının değişimi

4.2.3. Mn konsantrasyonu

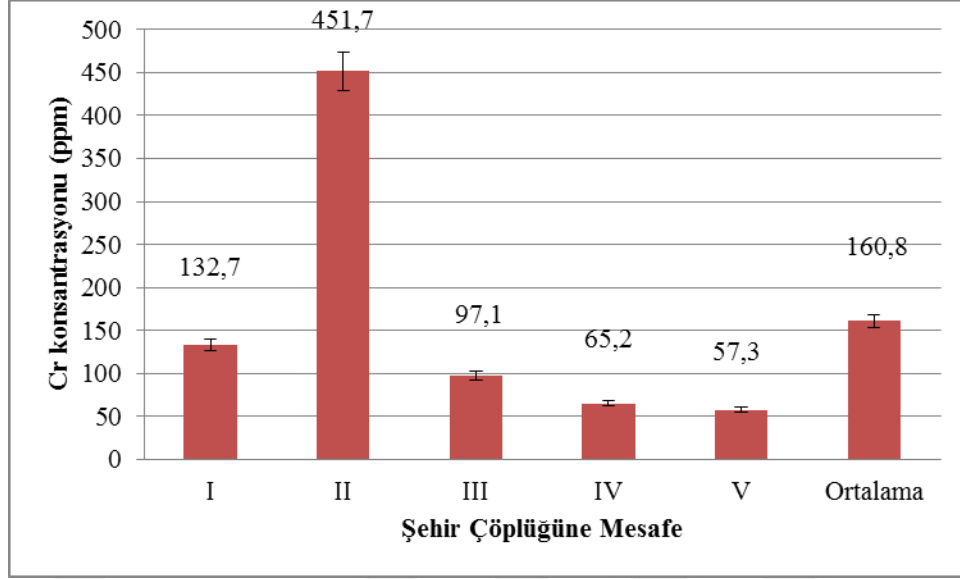
Mn konsantrasyonu en fazla V. noktada (5216 ppm) ve buna takriben; II. noktada (1426 ppm), I. noktada (829 ppm), III. noktada (331 ppm) ve IV. noktada (298 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Mn konsantrasyonu ise 1620 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.14.).



Grafik 4.14. Farklı noktalara göre ortalama Mn konsantrasyonlarının değişimi

4.2.4. Cr konsantrasyonu

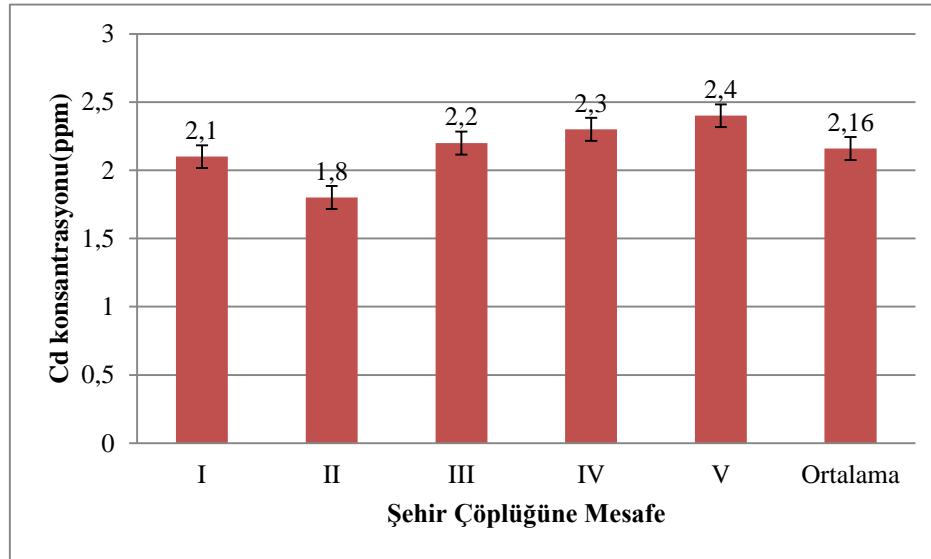
Cr konsantrasyonu en fazla II. noktada (451,7 ppm) ve buna takriben; I. noktada (132,7 ppm), III. noktada (97,1 ppm), IV. noktada (65,2 ppm) ve V. noktada (57,3 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Cr konsantrasyonu ise 160,8 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.15.).



Grafik 4.15. Farklı noktalara göre ortalama Cr konsantrasyonlarının değişimi

4.2.5. Cd konsantrasyonu

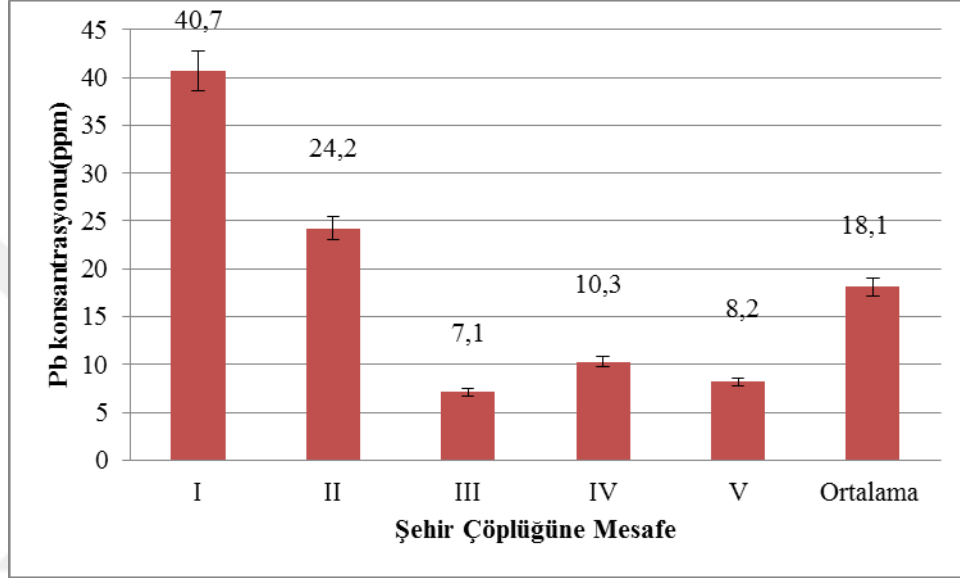
Cd konsantrasyonu en fazla V. noktada (2,4 ppm) ve buna takriben; IV. noktada (2,3 ppm), III. noktada (2,2 ppm), I. noktada (2,1 ppm) ve II. noktada (1,8 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Cd konsantrasyonu ise 2,16 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.16.).



Grafik 4.16. Farklı noktalara göre ortalama Cd konsantrasyonlarının değişimi

4.2.6. Pb konsantrasyonu

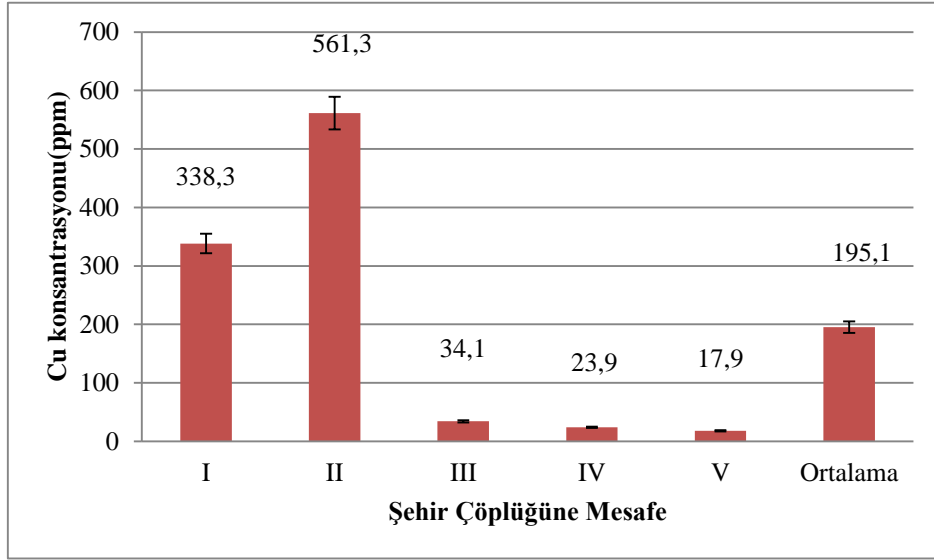
Pb konsantrasyonu en fazla I. noktada (40,7 ppm) ve buna takriben; II. noktada (24,2 ppm), IV. noktada (10,3 ppm), V. noktada (8,2 ppm) ve III. noktada (7,1 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Pb konsantrasyonu ise 18,1 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.17.).



Grafik 4.17. Farklı noktalara göre ortalama Pb konsantrasyonlarının değişimi

4.2.7. Cu konsantrasyonu

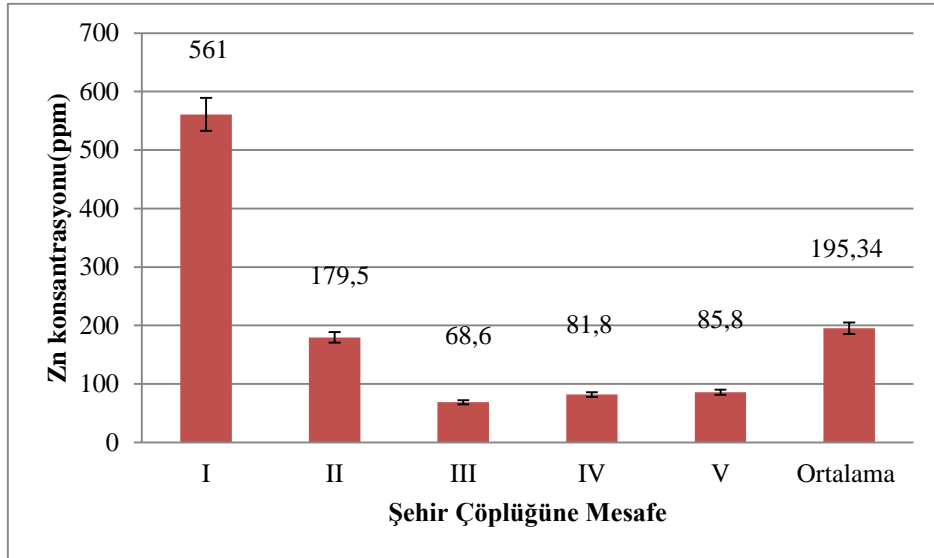
Cu konsantrasyonu en fazla II. noktada (561,3 ppm) ve buna takriben; I. noktada (338,3 ppm), III. noktada (34,1 ppm), IV. noktada (23,9 ppm) ve V. noktada (17,9 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Cu konsantrasyonu ise 195,1 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.18.).



Grafik 4.18. Farklı noktalara göre ortalama Cu konsantrasyonlarının değişimi

4.2.8. Zn konsantrasyonu

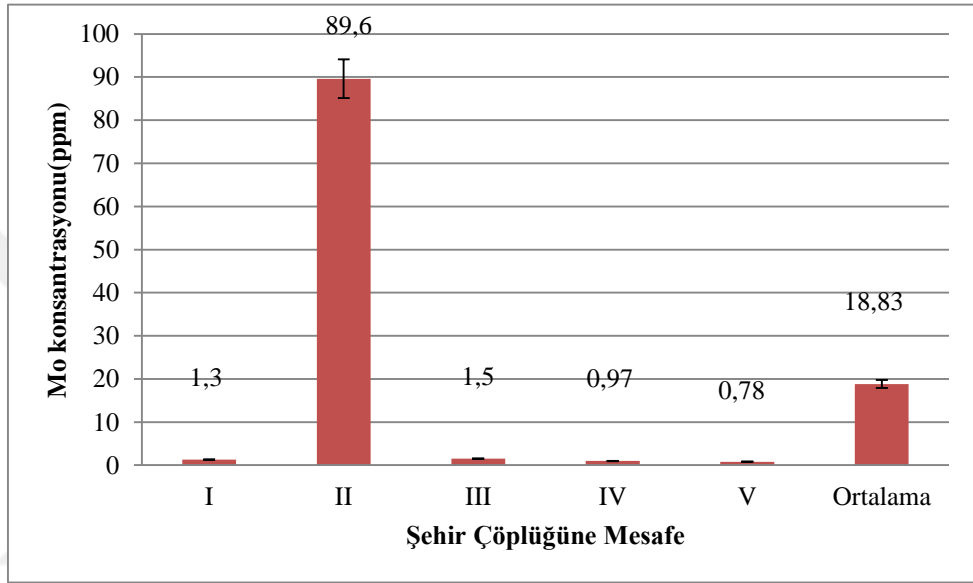
Zn konsantrasyonu en fazla I. noktada (561 ppm) ve buna takriben; II. noktada (179,5 ppm), V. noktada (85,8 ppm), IV noktada (81,8 ppm) ve III. noktada (68,6 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Zn konsantrasyonu ise 195,34 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.19.).



Grafik 4.19. Farklı noktalara göre ortalama Zn konsantrasyonlarının değişimi

4.2.9. Mo konsantrasyonu

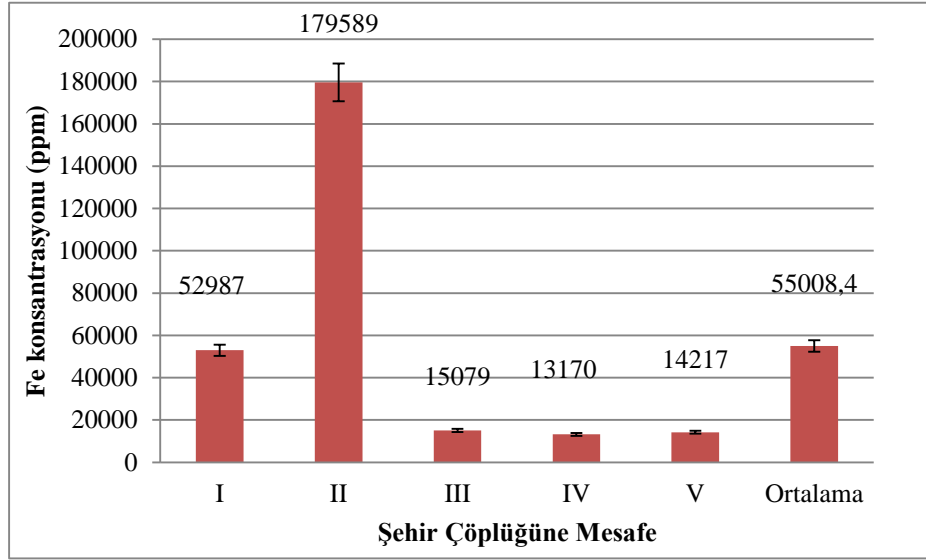
Mo konsantrasyonu en fazla II. noktada (89,6 ppm) ve buna takriben; III. noktada (1,5 ppm), I. noktada (1,3 ppm), IV. noktada (0,97 ppm) ve V. noktada (0,78 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Mo konsantrasyonu ise 18,83 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.20.).



Grafik 4.20. Farklı noktalara göre ortalama Mo konsantrasyonlarının değişimi

4.2.10. Fe konsantrasyonu

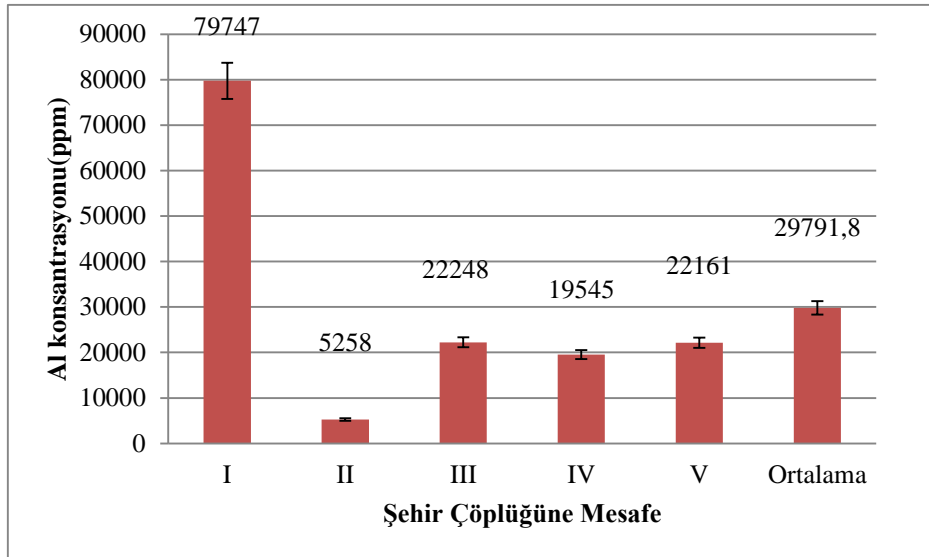
Fe konsantrasyonu en fazla II. noktada (179589 ppm) ve buna takriben I. noktada (52987 ppm), III. noktada (15079 ppm), V. noktada (14217 ppm) ve IV. noktada (13170 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Fe konsantrasyonu ise 55008,4 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.21.).



Grafik 4.21. Farklı noktalara göre ortalama Fe konsantrasyonlarının değişimi

4.2.11. Al konsantrasyonu

Al konsantrasyonu en fazla I. noktada (79747 ppm) ve buna takriben; III. noktada (22248 ppm), V. noktada (22161 ppm), IV. noktada (19545 ppm) ve II. noktada (5258 ppm) belirlenmiştir. Ortalama Al konsantrasyonu ise 29791,8 ppm olarak belirlenmiştir (Grafik 4.22.).



Grafik 4.22. Farklı noktalara göre ortalama Al konsantrasyonlarının değişimi

4.3. Ağır metal konsantrasyonları üzerinde mesafe ve bitki/toprak etkisi

Çalışmaya konu ağır metal konsantrasyonların, vahşi depolama alanına uzaklık mesafesine ve bitki/toprak özelliklerine göre nasıl gruplaştığını belirleyebilmek amacıyla verilere Duncan testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir. İstatistiksel olarak toprak ve bitki yapraklarının içerdiği ağır metal konsantrasyonları özellikle Co, Cr, Pb, Zn, Mo, Fe ve Al konsantrasyonları önemli derecede farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Evsel nitelikli atıklara yakın ve çok yakın alınan toprak örneklerinde ağır metal konsantrasyonları diğer kısımlara göre en yüksek bulunmuştur (Tablo 4.5.).

Ağır metal konsantrasyonları üzerinde evsel nitelikli atıklara mesafe ve alınan örnek materyallerinin (otsu, odunsu ve toprak) sonuçları ayrı ayrı gösterilmiş (Grafik 4.23- Grafik 4.32) ve birlikte etkileri istatistiksel olarak sonuçları verilmiştir (Tablo 4.6- Tablo 4.16).

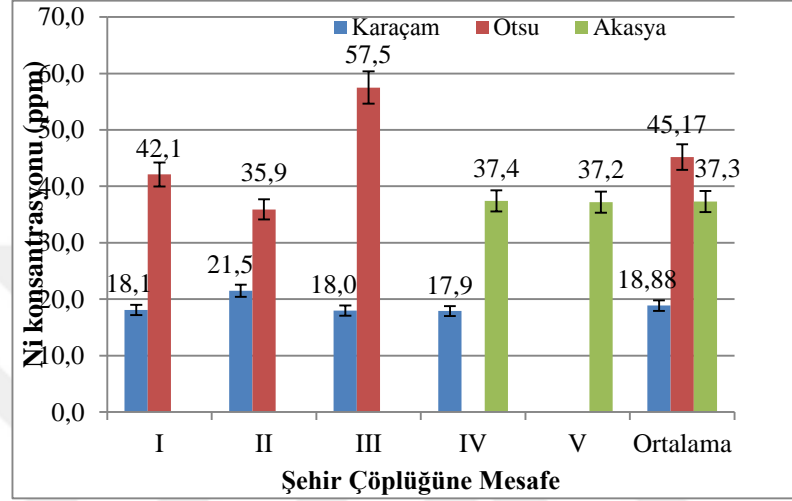
Tablo 4.5. Mesafe ve örnek türü bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

	Şehir Çöplüğüne Mesafe													
	1.nokta Çok uzak			2.nokta Uzak			3.nokta Orta			4.nokta Yakın			5.nokta Çok Yakın	
	Toprak	Karaçam	Otsu	Toprak	Karaçam	Otsu	Toprak	Karaçam	Otsu	Toprak	Karaçam	Akasya	Toprak	Otsu
Ni	93,2Ab ±8,2	18,1Aa ±1,7	42,1Aa ±16,3	96,8Ab ±1,8	21,5Aa ±0,5	35,9Aa ±21,6	64,1Ab ±3,8	18Aa ±0,4	57,5Aa ±15,6	967,2Bb ±79	17,9Ba ±1,6	37,4Ba ±21,4	100,3Ab ±0,4	37,2Aa
Co	34,2Bab ±4,2	24,7Bab ±4,8	33,8Bb ±0,6	29,3Bab ±4,2	23Bab ±2,7	27,3Bb ±0,8	26,1Bab ±4	23,8Bab ±0,9	30,2Bb ±7,4	3,0Aab	25,7Aab ±0,6	19,6Aa ±4,6	27,3Bab ±16,3	18,8Bb
Mn	15313Aa ±20840	111Aa ±14,1	223,3Aa ±30,1	563,8Aa ±68,5	140,6Aa ±15,6	190,4Aa ±134,2	465,4Aa ±55,5	123,7Aa ±43,7	406,3Aa ±187,9	4011,5Aa ±280,7	116,7Aa ±14,2	151,3Aa ±114,4	1151,5Aa ±27,6	185,3Aa
Cr	111,6Ac ±0,2	9,2Aa ±4,4	51,1Ab ±28,4	128,2Ac ±8,6	21,3Aa ±2,1	46,3Ab ±37,5	126,1ABc ±8,3	9ABa ±1,1	156,1ABb ±56,4	1263,5Cc ±79,9	10,6Ca ±3,7	81,2Cb ±91,6	121,4Bc ±15,1	155,3Bb
Cd	2,0Aa	1,5Aa ±0,4	3,8Aa ±2,1	2,0Aa	2,1Aa ±0,9	3,1Aa ±0,2	2,0Aa	1,9Aa ±1,4	2,7Aa ±2,1	2,0Aa	1,7Aa ±0,1	1,6Aa ±0,9	2,0Aa	2,3Aa
Pb	14,3ABc ±2,2	3,5ABa ±0,6	6,7ABb ±0,1	22,8Bc ±2,5	2,8Ba ±0,07	5,4Bb ±2,7	11,9Ac ±0,1	2,8Aa ±0,4	6,6Ab ±0,1	66,3Cc ±4,7	3,2Ca ±0,7	2,9Ca ±0,07	55,6Dc ±3,7	10,9Db
Cu	26Ab ±0,7	8,3Aa ±1,9	19,6Aa ±2,3	43,6Ab ±2,2	11,2Aa ±4,5	16,9Aa ±7,1	64,6Ab ±28,9	8,8Aa ±0,07	29Aa ±10,3	1636,5Cb ±150,6	6,8Ca ±0,3	40,7Ca ±28,7	493,1Bb ±504,5	28,8Ba
Zn	71,6ABb ±1,8	72,9ABa ±7,7	112,8ABa ±96,6	98,1ABb ±8,4	46,1ABa ±5,9	101,2ABa ±20,2	81,3Ab ±1,6	52,3Aa ±33,5	72,2Aa ±2,5	422,9Bb ±4,6	60,9Ba ±7,4	54,9Ba ±9,9	760Cb ±243,2	163,1Ca
Mo	0,7Ac ±0,07	0,6Aa ±0,57	1,1Aa ±0,14	1,1Ac ±0,14	0,8Aa ±0,28	1Aa ±0,57	1,85Ac ±1,2	0,75Aa ±0,35	1,95Aa ±1,06	255,95Bc ±14,8	0,65Ba ±0,50	12,1Bb ±12,86	1,45Ac ±0,64	1,0Aa
Fe	31015Ab ±1365	1792Aa ±1076	9846Aa ±7247	29395Ab ±2284	2638Aa ±1141	7476Aa ±6553	29165Ab ±9058	1361Aa ±93	14710Aa ±3663	525200Cb±3 3375	1388Ca ±541	12180Ca ±13054	76070Bb ±4257	6822Ba
Al	45275Bb ±1181	2982Ba ±808	18225Ba ±9977	42260Bb ±1626	2186Ba ±1360	14188Ba ±11373	40035Bb ±5706	2554Ba ±118	24155Ba ±841	8806Ab ±463	2355Aa ±1437	4615Aa ±1569	111500Cb ±4384	16240Ca

p<0,05 A,B:Mesafe a,b:tür

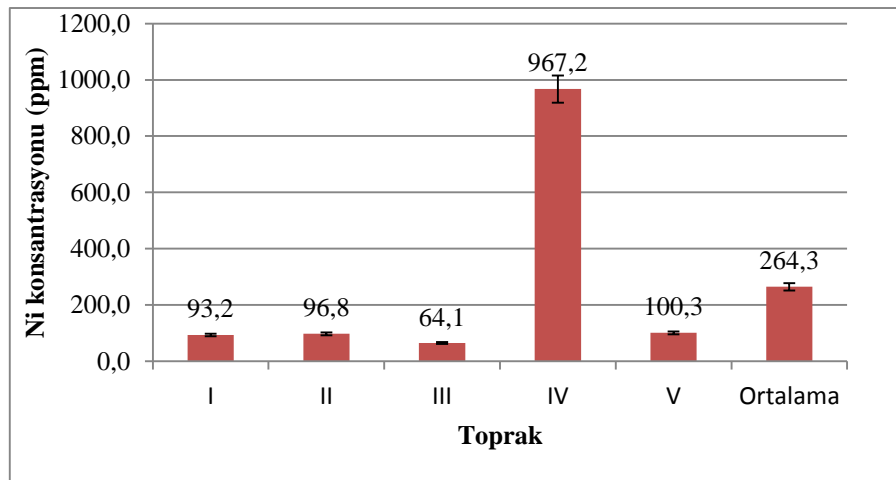
4.3.1. Ni konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Ni konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.23.).



Grafik 4.23. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Ni konsantrasyonunun değişimi

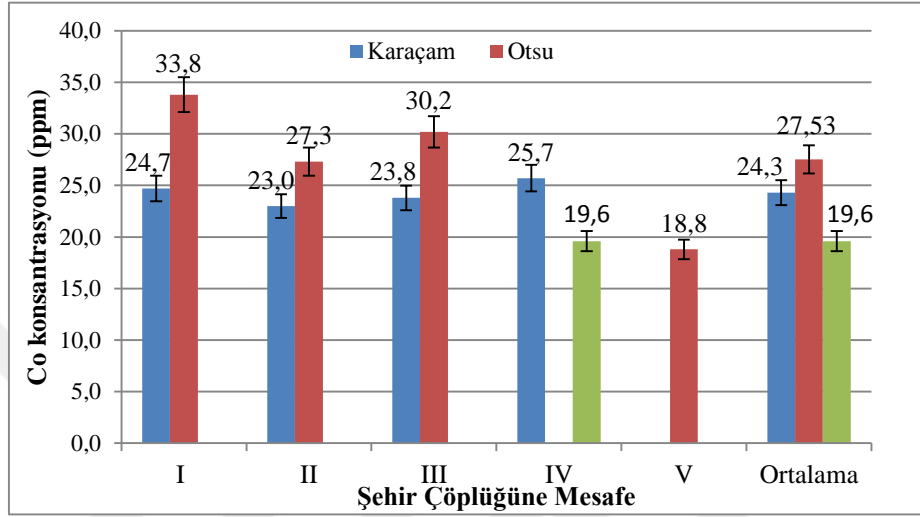
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Ni konsantrasyonu IV. noktada daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise III. noktada belirlenmiştir (Grafik 4.24.).



Grafik 4.24. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Ni konsantrasyonunun değişimi

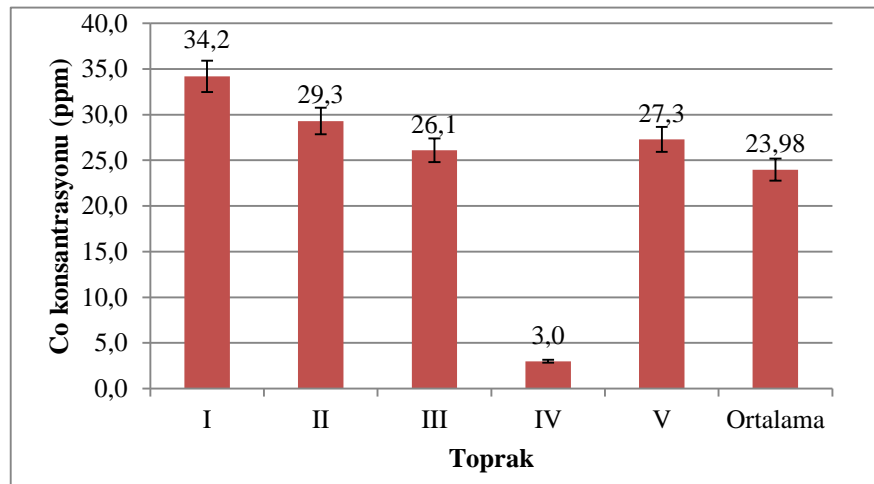
4.3.2. Co konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Co konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise akasya yapraklarında belirlenmiştir (Grafik 4.25.).



Grafik 4.25. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Co konsantrasyonunun değişimi

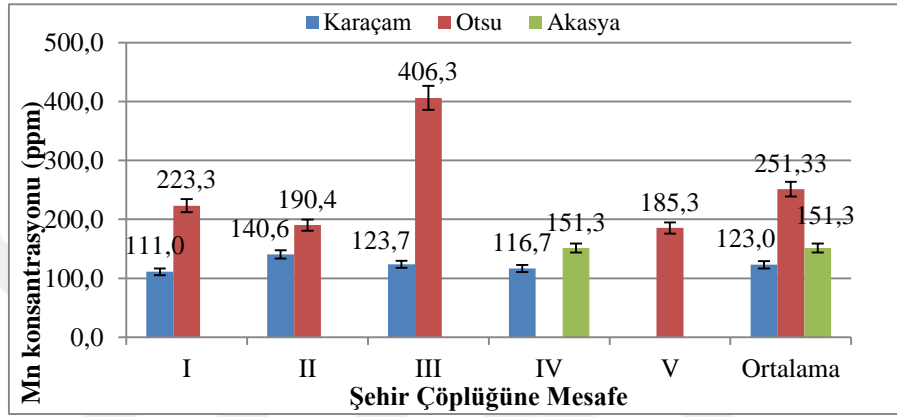
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Co konsantrasyonu I. noktada daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise IV. noktada belirlenmiştir (Grafik 4.26.).



Grafik 4.26. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Co konsantrasyonunun değişimi

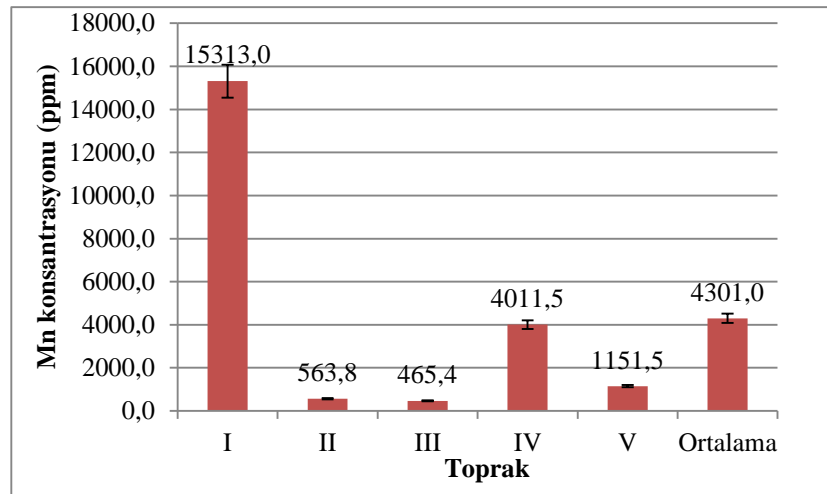
4.3.3. Mn konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Mn konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.27.).



Grafik 4.27. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Mn konsantrasyonunun değişimi

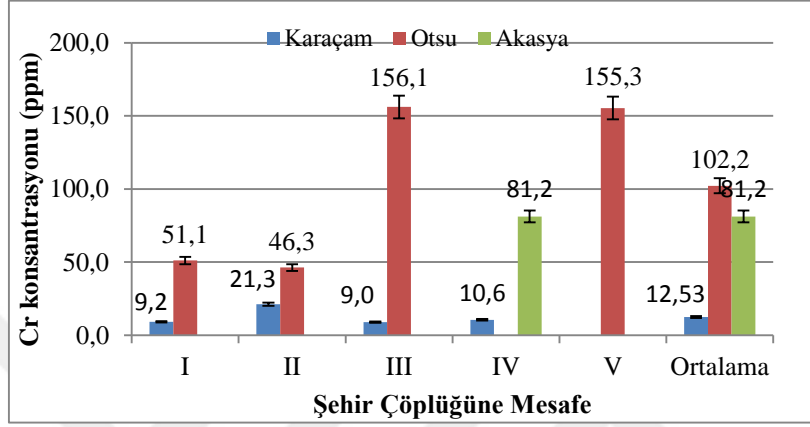
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Mn konsantrasyonu I. noktada daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise III. noktada belirlenmiştir (Grafik 4.28.).



Grafik 4.28. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Mn konsantrasyonunun değişimi

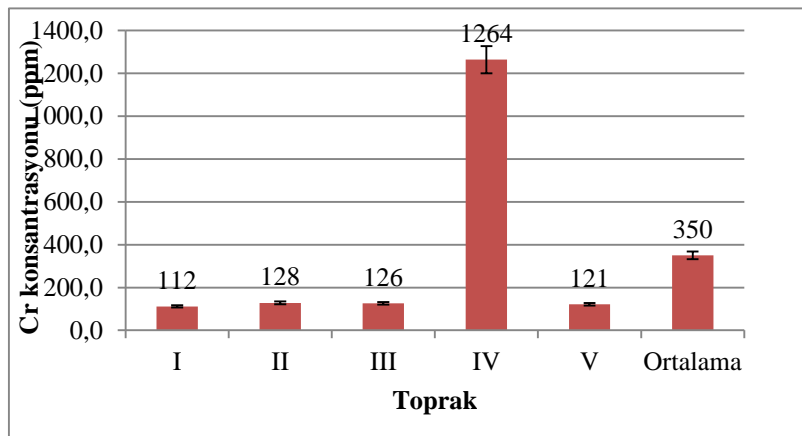
4.3.4. Cr konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Cr konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.29.).



Grafik 4.29. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Cr konsantrasyonunun değişimi

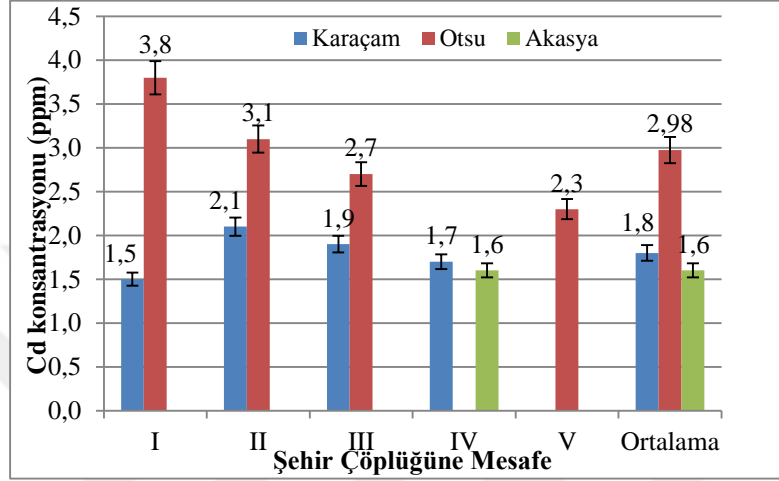
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Cr konsantrasyonu IV. noktada daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise I. noktada belirlenmiştir (Grafik 4.30.).



Grafik 4.30. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Cr konsantrasyonunun değişimi

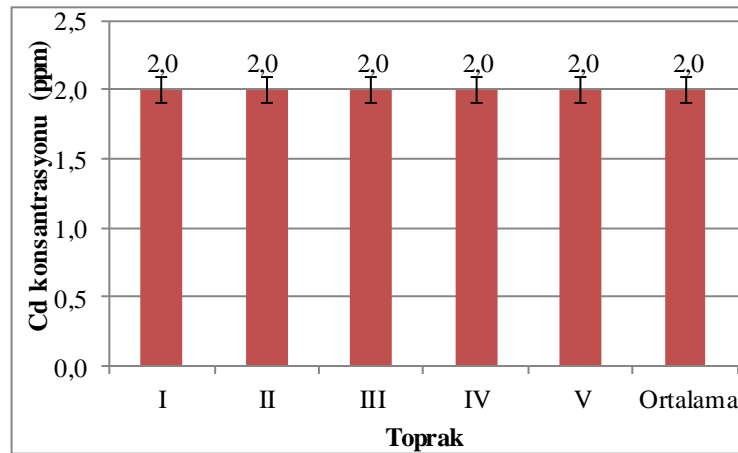
4.3.5. Cd konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Cd konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise akasya yapraklarında belirlenmiştir (Grafik 4.31.).



Grafik 4.31. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Cd konsantrasyonunun değişimi

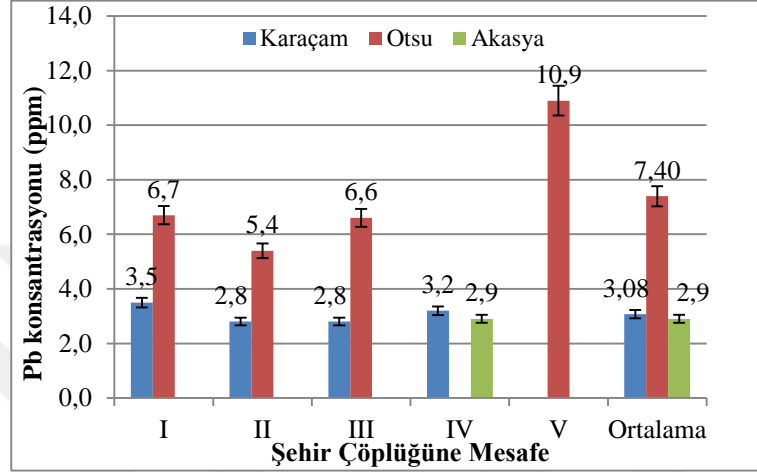
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Cd konsantrasyonu her noktada aynı değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Grafik 4.32.).



Grafik 4.32. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Cd konsantrasyonunun değişimi

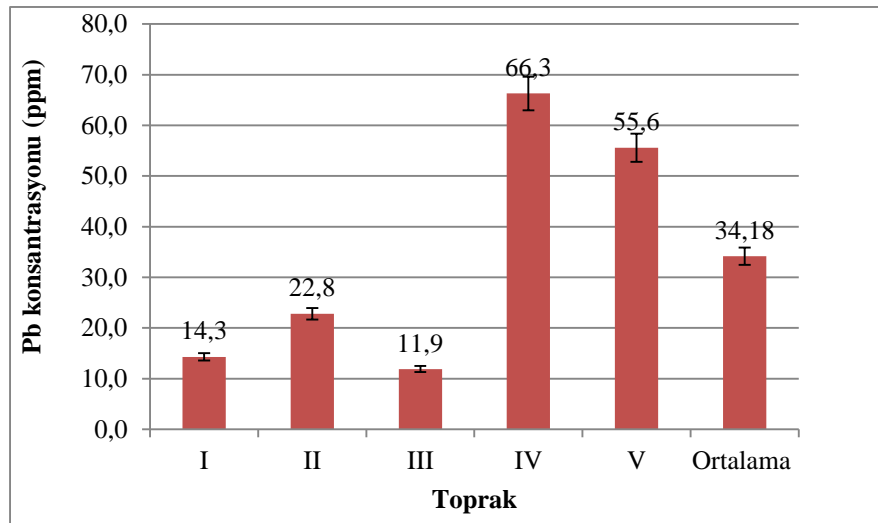
4.3.6. Pb konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Pb konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.33.).



Grafik 4.33. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Pb konsantrasyonunun değişimi

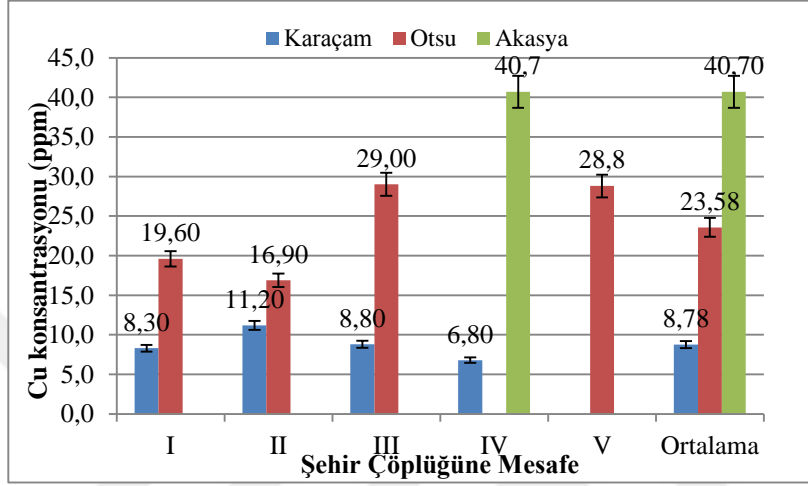
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Pb konsantrasyonu IV. noktada en yüksek belirlenmiştir (Grafik 4.34.).



Grafik 4.34. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Pb konsantrasyonunun değişimi

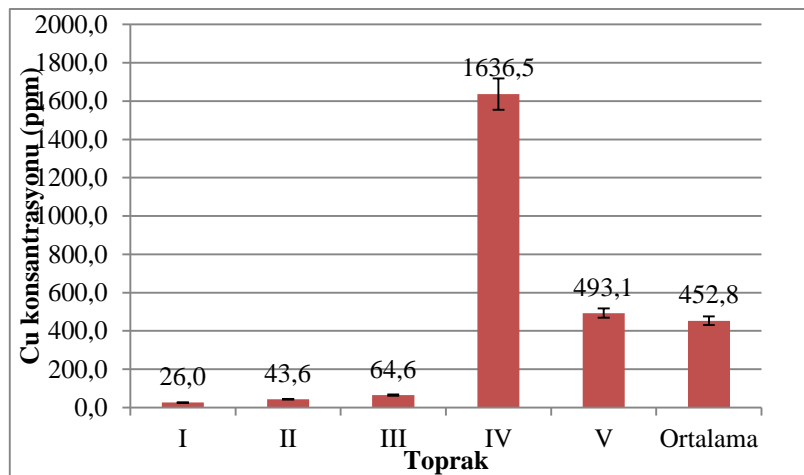
4.3.7. Cu konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan akasya türlerin yapraklarında Cu konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.35.).



Grafik 4.35. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Cu konsantrasyonunun değişimi

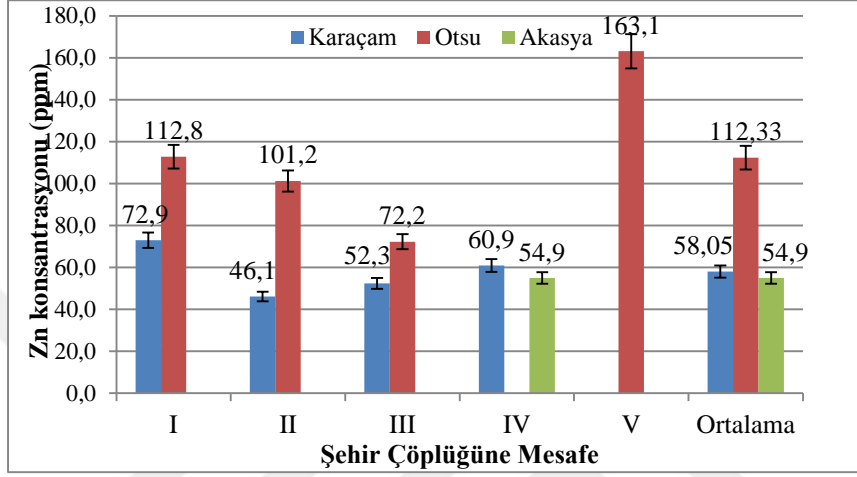
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Cu konsantrasyonu IV. noktada en yüksek belirlenmiştir (Grafik 4.36.).



Grafik 4.36. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Cu konsantrasyonunun değişimi

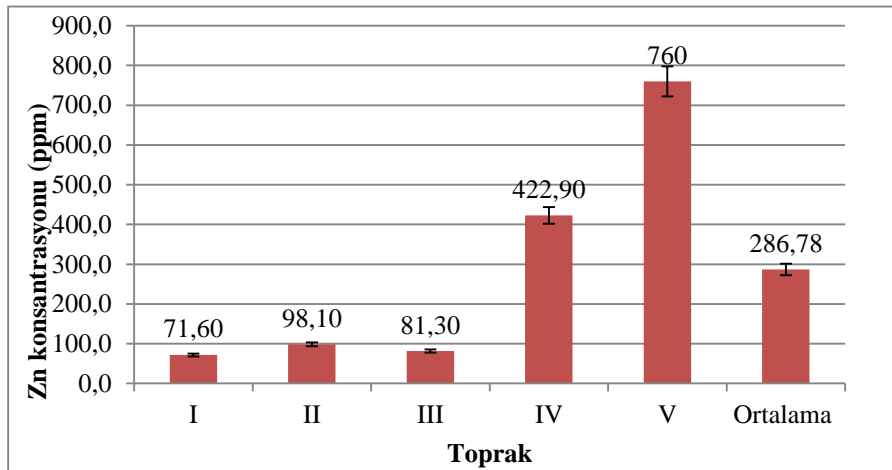
4.3.8. Zn konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Zn konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.37.).



Grafik 4.37. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Zn konsantrasyonunun değişimi

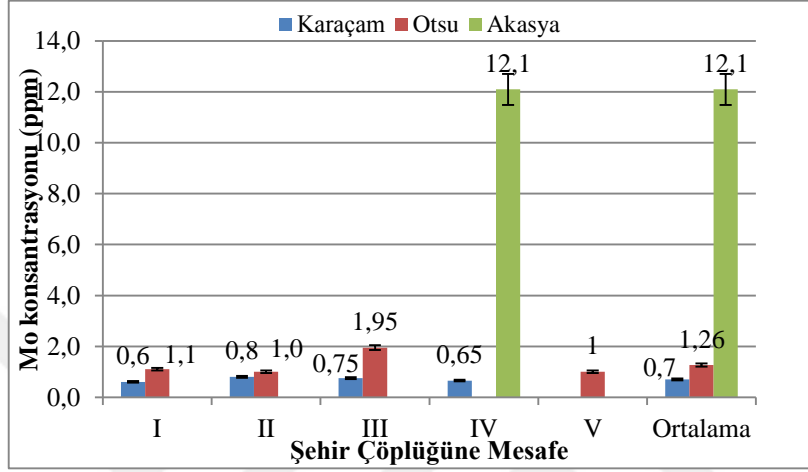
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Zn konsantrasyonu V. noktada en yüksek belirlenmiştir (Grafik 4.38.).



Grafik 4.38. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Zn konsantrasyonunun değişimi

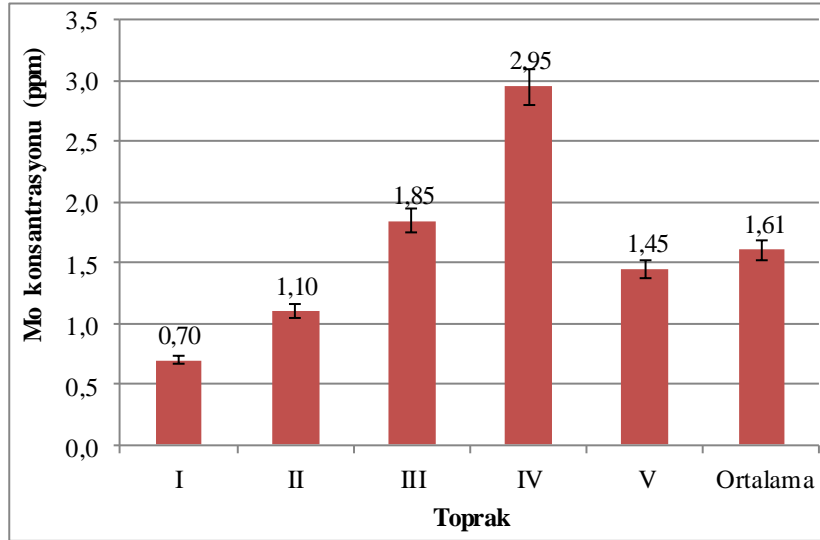
4.3.9. Mo konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan akasya türlerin yapraklarında Mo konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.39.).



Grafik 4.39. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Mo konsantrasyonunun değişimi

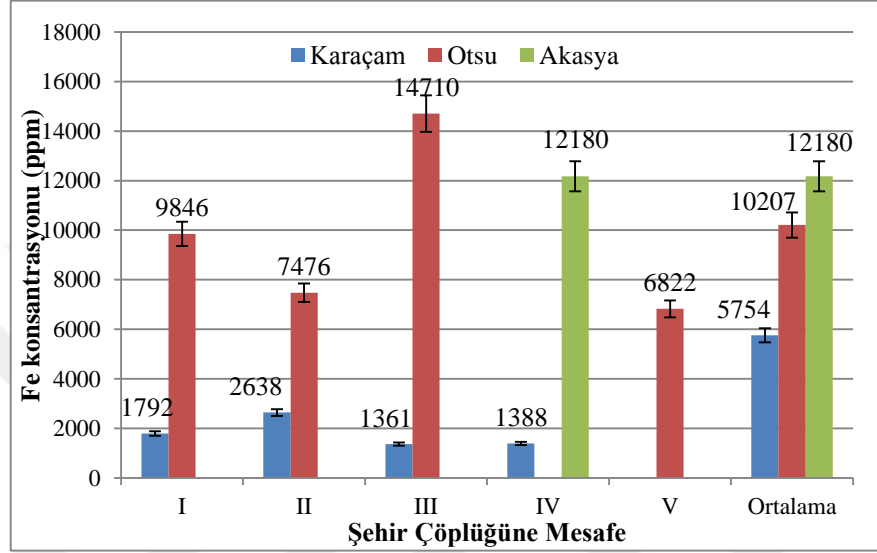
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Mo konsantrasyonu IV. noktada en yüksek belirlenmiştir (Grafik 4.40.).



Grafik 4.40. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Mo konsantrasyonunun değişimi

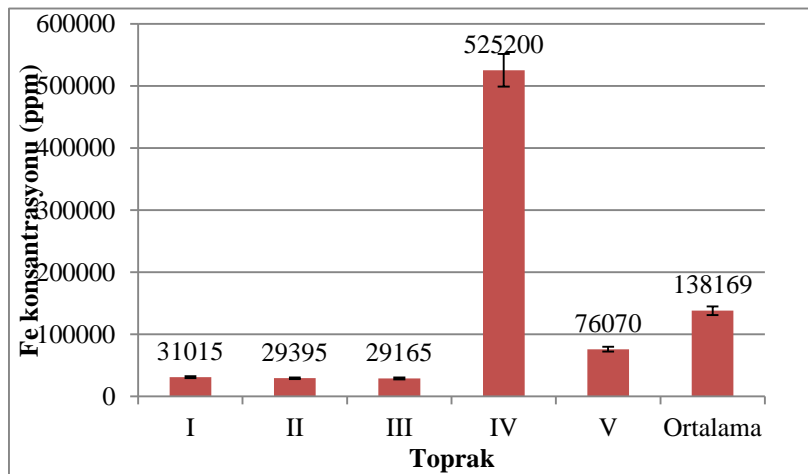
4.3.10. Fe konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Fe konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.41.).



Grafik 4.41. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Fe konsantrasyonunun değişimi

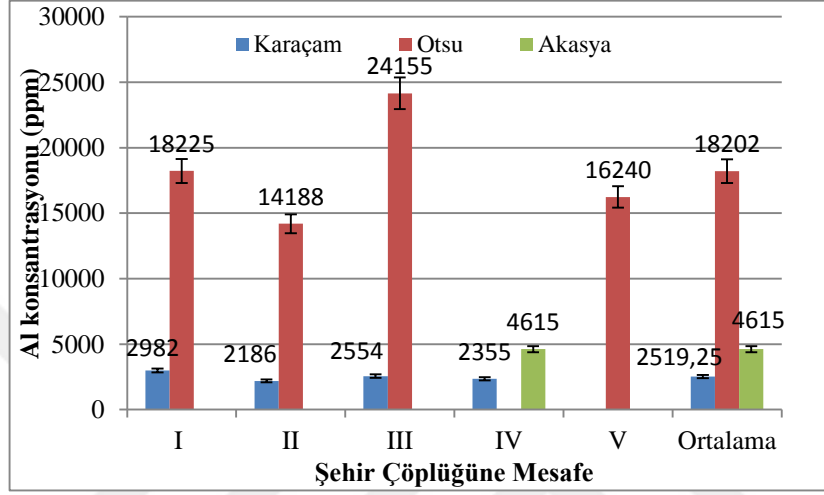
Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Fe konsantrasyonu IV. noktada en yüksek belirlenmiştir (Grafik 4.42.).



Grafik 4.42. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Fe konsantrasyonunun değişimi

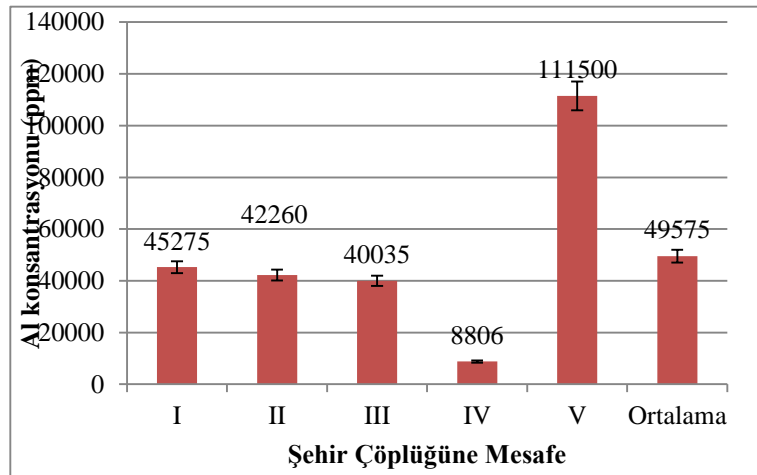
4.3.11. Al konsantrasyonu

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde bulunan otsu türlerin yapraklarında Al konsantrasyonu daha yüksek belirlenmiş ve en düşük ise karaçam ibrelerinde belirlenmiştir (Grafik 4.43.).



Grafik 4.43. Farklı mesafelerdeki bitki türüne göre Al konsantrasyonunun değişimi

Şehir çöplüğüne farklı mesafelerde alınan toprak örneklerinde Al konsantrasyonu V. noktada en yüksek belirlenmiştir (Grafik 4.44.)



Grafik 4.44. Farklı mesafelerdeki topraklardaki Al konsantrasyonunun değişimi

4.4. Ağır metal konsantrasyonları üzerinde mesafe ve örnek türü ile her ikisinin etkisi

4.4.1. Ni konsantrasyonu

Ni konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak önemli derecede ($p < 0.001$) farklılık göstermiştir. Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p < 0.001$). İstatistiksel olarak Ni konsantrasyonuna uzaklığın %98.8, örnek türünün %98.7 oranında etkisi bulunurken her ikisinin etkisi ise %98,7 oranındadır (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Ni konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Ni konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	1581219,097 ^a	13	121632,238	203,759	,000	,995
İntercept	118098,288	1	118098,288	197,839	,000	,938
Mesafe (M)	641 735,854	4	160433,964	268,760	,000	,988
Türü (T)	595368,929	3	198456,310	332,456	,000	,987
M*T	591700,897	6	98616,816	165,204	,000	,987
Hata	7760,230	13	596,941			
Toplam	1962712,200	27				
Düzeltilmiş Toplam	1588979,327	26				

a. $R^2 = ,995$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,990$)

4.4.2. Co konsantrasyonu

Co konsantrasyonu, örnek türü ile mesafeye ve her iki faktörün birlikte yaptığı etkinin istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Co konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Co konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	1514,947 ^a	13	116,534	3,568	,015	,781
İntercept	13 592,956	1	13 592,956	416,196	,000	,970
Mesafe (M)	626,893	4	156,723	4,799	,013	,596
Türü (T)	42,287	3	14,096	,432	,734	,091
M*T	746,144	6	124,357	3,808	,021	,637
Hata	424,580	13	32,660			
Toplam	18 784,540	27				
Düzeltilmiş Toplam	1939,527	26				

a. $R^2 = ,781$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,562$)

4.4.3. Mn konsantrasyonu

Mn Konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak anlamsız derecede ($p>0.05$). farklılık göstermiştir. Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Mn konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Mn konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	426 836 810,817 ^a	13	32 833 600,832	,982	,513	,496
Intercept	37 010 385,964	1	37 010 385,964	1,107	,312	,078
Mesafe (M)	106 342 822,054	4	26 585 705,514	,795	,549	,197
Türü (T)	110 049 876,857	3	36 683 292,286	1,098	,385	,202
M*T	206 489 953,646	6	34 414 992,274	1,030	,449	,322
Hata	434 474 303,775	13	33 421 100,290			
Toplam	940 102 523,020	27				
Düzeltilmiş Toplam	861 311 114,592	26				

a. $R^2 = ,496$ (Düzeltilmiş $R^2 = -,009$)

4.4.4. Cr konsantrasyonu

Cr Konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak önemli derecede ($p<0.001$) farklılık göstermiştir. Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p<0.001$). İstatistiksel olarak anlamlı Cr Konsantrasyonuna uzaklığın %98.1, Örnek türü %98.0 oranında etki etmektedir. Her ikisinin etkisi ise %98,0 oranındadır (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Cr konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Cr konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	2 683 350,877 ^a	13	206 411,606	130,432	,000	,992
Intercept	282 095,216	1	282 095,216	178,257	,000	,932
Mesafe (M)	1 080 378,812	4	270 094,703	170,674	,000	,981
Türü (T)	995 342,201	3	331 780,734	209,654	,000	,980
M*T	1 017 804,602	6	169 634,100	107,192	,000	,980
Hata	20 572,750	13	1 582,519			
Toplam	3 429 426,990	27				
Düzeltilmiş Toplam	2 703 923,627	26				

a. $R^2 = ,992$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,985$)

4.4.5. Cd konsantrasyonu

Cd konsantrasyonu mesafeye bağı olarak istatistiksel anlamlı derecede ($p>0.05$). farklılık göstermiştir. Örnek türü ve her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Cd konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Cd konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	9,611 ^a	13	,739	,774	,675	,436
Intercept	99,719	1	99,719	104,333	,000	,889
Mesafe (M)	,572	4	,143	,150	,960	,044
Türü (T)	5,698	3	1,899	1,987	,166	,314
M*T	1,861	6	,310	,325	,912	,130
Hata	12,425	13	,956			
Toplam	149,220	27				
Düzeltilmiş Toplam	22,036	26				

a. $R^2 = ,436$ (Düzeltilmiş $R^2 = -,128$)

4.4.6. Pb konsantrasyonu

Pb konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağı olarak önemli derecede ($p<0.001$) farklılık göstermiştir. Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p<0.001$). İstatistiksel olarak anlamlı Pb konsantrasyonuna uzaklığın %97.5, örnek türünün %99.0 oranında etki etmektedir. Her ikisinin etkisi ise %97.8 oranındadır (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Pb konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Pb konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	10 595,118 ^a	13	815,009	192,481	,000	,995
Intercept	3639,129	1	3639,129	859,455	,000	,985
Mesafe (M)	2186,809	4	546,702	129,115	,000	,975
Türü (T)	5188,618	3	1729,539	408,466	,000	,990
M*T	2406,101	6	401,017	94,708	,000	,978
Hata	55,045	13	4,234			
Toplam	17189,720	27				
Düzeltilmiş Toplam	10650,163	26				

a. $R^2 = ,995$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,990$)

4.4.7. Cu konsantrasyonu

Cu konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak önemli derecede ($p < 0.001$) farklılık göstermiştir. Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p < 0.001$). İstatistiksel olarak anlamlı Cu Konsantrasyonuna uzaklığın %86.8, örnek türün %85.9 oranında etki etmektedir. Her ikisinin etkisi ise %87.4 oranındadır (Tablo 4.12.).

Tablo 4.12. Cu konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Cu konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	4996730,939 ^a	13	384363,918	17,909	,000	,947
Intercept	267756,658	1	267756,658	12,476	,004	,490
Mesafe (M)	1 840 539,458	4	460134,865	21,439	,000	,868
Türü (T)	1702333,899	3	567444,633	26,439	,000	,859
M*T	1939743,887	6	323290,648	15,063	,000	,874
Hata	279010,500	13	21462,346			
Toplam	6142854,400	27				
Düzeltilmiş Toplam	5275741,439	26				

a. $R^2 = ,947$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,894$)

4.4.8. Zn konsantrasyonu

Zn Konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir ($p < 0.001$). Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p < 0.001$). İstatistiksel olarak anlamlı Zn konsantrasyonuna uzaklığın %81.4, örnek türünün %73.7 oranında etki etmektedir. Her ikisinin etkisi ise %78.9 oranındadır (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. Zn konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Zn konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	1026018,195 ^a	13	78924,477	14,578	,000	,936
Intercept	480562,202	1	480562,202	88,767	,000	,872
Mesafe (M)	307407,869	4	76851,967	14,196	,000	,814
Türü (T)	197286,937	3	65762,312	12,147	,000	,737
M*T	263864,739	6	43977,457	8,123	,001	,789
Hata	70379,055	13	5413,773			
Toplam	1742594,620	27				
Düzeltilmiş Toplam	1096397,250	26				

a. $R^2 = ,936$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,872$)

4.4.9. Mo konsantrasyonu

Mo konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir ($p < 0.001$). Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p < 0.001$). İstatistiksel olarak anlamlı Mo konsantrasyonuna uzaklığın %99.3, örnek türünün %98.9 oranında etki etmektedir. Her ikisinin etkisi ise %99.2 oranındadır (Tablo 4.14.).

Tablo 4.14. Mo konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Mo konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	119692,757 ^a	13	9207,135	308,379	,000	,997
İntercept	2143,257	1	2143,257	71,785	,000	,847
Mesafe (M)	54128,093	4	13532,023	453,235	,000	,993
Türü (T)	33477,071	3	11159,024	373,755	,000	,989
M*T	49238,371	6	8206,395	274,861	,000	,992
Hata	388,135	13	29,857			
Toplam	131733,070	27				
Düzeltilmiş Toplam	120080,892	26				

a. $R^2 = ,997$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,994$)

4.4.10. Fe konsantrasyonu

Fe konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir ($p < 0.001$). Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p < 0.001$). İstatistiksel olarak anlamlı Fe konsantrasyonuna uzaklığın %99.2, örnek türünün %99.2 oranında etki etmektedir. Her ikisinin etkisi ise %99.2 oranındadır (Tablo 4.15.).

Tablo 4.15. Fe konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Fe konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	487337933551,667 ^a	13	37487533350,128	324,197	,000	,997
İntercept	21558227532,523	1	21558227532,523	186,438	,000	,935
Mesafe (M)	193104842107,070	4	48276210526,768	417,499	,000	,992
Türü (T)	178426217201,693	3	59475405733,898	514,351	,000	,992
M*T	184553273799,617	6	30758878966,603	266,007	,000	,992

Tablo 4.15 'in devamı

Hata	1503215321,000	13	115631947,769			
Toplam	571209293278,000	27				
Düzeltilmiş Toplam	488841148872,667	26				
a. $R^2 = ,997$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,994$)						

4.4.11. Al konsantrasyonu

Al konsantrasyonu örnek türü ve mesafeye bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir ($p < 0.001$). Her iki faktörün birlikte yaptığı etki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p < 0.001$). İstatistiksel olarak anlamlı Al konsantrasyonuna uzaklığın %94.5, Örnek türünün %96.5 oranında etki etmektedir. Her ikisinin etkisi ise %93.4 oranındadır (Tablo 4.16.).

Tablo 4.16. Al konsantrasyonu üzerinde mesafe-tür ve her ikisinin etkisi

İki Grup Arası Etki						
Bağımlı Değişken: Al konsantrasyonu						
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi	Kısmi Eta Karesi
Düzeltilmiş Model	22622311350,963 ^a	13	1740177796,228	77,293	,000	,987
Intercept	12306541401,589	1	12306541401,589	546,616	,000	,977
Mesafe (M)	5056131306,751	4	1264032826,688	56,144	,000	,945
Türü (T)	8113723349,035	3	2704574449,678	120,128	,000	,965
M*T	4110507124,029	6	685084520,671	30,429	,000	,934
Hata	292682590,000	13	22514045,385			
Toplam	38780946610,000	27				
Düzeltilmiş Toplam	22914993940,963	26				
a. $R^2 = ,987$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,974$)						

5. TARTIŞMA

5.1. Bitki/Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyon

Ağır metal konsantrasyonların Vahşi Depolama sahasına uzaklığı ve alınan örnekleme türü (toprak, otsu ve odunsu türlerin yaprak kısımları) ile her ikisi üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışma sonuçları genel olarak Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre Tablo 5.1.'de gösterilen toprak ve bitkilerde normal konsantrasyon değerleri ile mukayese edilerek aşağıda tartışılmıştır.

Tablo 5.1. Toprak ve bitkilerde normal konsantrasyon değer aralıkları ($1 \text{ mg kg}^{-1}=1 \text{ ppm}$)

Metal	Topraklarda normal değer aralıkları	Bitkilerde normal değer aralıkları	Bitkide kritik konsantrasyon aralığı
Ni*	2-750	0.02-5	10-100
Co*	0.5-65	0.02-1	15-50
Mn	20-3000	50-400	>400
Cr*	5-1500	0.03-14	5-30
Cd*	0.01-2	0.1-2.4	5-30
Pb*	2-300	0.2-20	30-300
Cu*	2-250	5-20	20-100
Zn*	1-900	1-400	100-400
Mo*	0.1-40	0.03-5	10-50
Fe [^]	5000-100 000	40-500	-
Al*	10 000-120 000		

*Radojevic ve Bashkin (2006), [^]Stewart ve ark. (1974)

Örnekleme yapılan kısma göre Ni konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda ($264,3 \pm 371,63 \text{ ppm}$) normal konsantrasyon aralığındadır. Karaçam ($18,9 \pm 1,85 \text{ ppm}$), otsu ($44,0 \pm 15,93 \text{ ppm}$) ve akasya ($37,4 \pm 21,43 \text{ ppm}$) türlerin yapraklarında ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Nduka ve diğ. (2006), Nijerya'da topraktaki ağır metal konsantrasyonlarını değerlendirmek için beş çöp sahasını örneklemişler ve yüksek konsantrasyonlarda arsenik ($432.300 \text{ mg kg}^{-1}$), Pb ($572-2.467 \text{ mg kg}^{-1}$), Ni ($55-246 \text{ mg kg}^{-1}$) ve Cd ($5-7 \text{ mg kg}^{-1}$) bulmuşlardır.

Co konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda (23,9±12,88) normal konsantrasyon aralıklarındadır. Karaçam (24,3±2,38 ppm), otsu (28,8±5,95 ppm) ve akasya (19,6±4,60 ppm) türlerin yapraklarında ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.).

Mn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda (4301,2±9155 ppm) normalden fazla konsantrasyon aralığındadır. Karaçam (122,9±22,5 ppm), otsu (260,8±138,45 ppm) ve akasya (151,3±114,41 ppm) türlerin yapraklarında ise normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Kanmani ve Grandhimathi (2013) mangan konsantrasyonları, 420.7 ila 1711.6 mg/kg arasında değişen 12 örneğin tamamı için tamamen gözlemlenmişlerdir. Topraklardaki manganez konsantrasyonu için izin verilen aralık 200 ila 9,000 mg / kg'dır (Eddy ve ark. 2004). Manganez, toprak kabuğundaki elementlerden biri olduğundan çoğu toprakta bulunabilir (Dara, 1993).

Cr konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda (350,1±482,19 ppm) ve karaçam ibrelerinde (12,5±5,9 ppm) normal konsantrasyon aralığındadır. Otsu (94,6±64,68 ppm) ve akasya (81,2±91,57 ppm) türlerin yapraklarında ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Çöp toprağındaki ortalama Cr konsantrasyonları, 0.005 ± 0.01 ile 0.200 ± 0.01 mg / kg arasında değişmiştir; bu, kontrole göre (0.005 ± 0.01 mg / kg) karşılaştırıldığında biraz daha yüksektir, ancak yine de kritik izin verilen seviyeden daha düşüktür. Bu, MAFF (1992) ve EC (1986) tarafından tarım için önerilen toprak için 50 mg / kg'dır (Amos-Tautua ve ark., 2014). Topraklardaki Cr kaynakları, kurşun krom bataryaları, renkli polietilen torbalar, atılmış plastik malzemeler ve boş boya kaplarından oluşan atıklardan kaynaklanıyor olabilir (Amos-Tautua ve ark., 2014). Eddy (2004), otomobillerin ve elektronik atıkların toprağına metalik krom verdiğini bildirmişlerdir.

Cd konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmüştür (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda ($2,0\pm 0,0$ ppm) ve karaçam ibrelerinde ($1,8\pm 0,69$ ppm) ve akasya ($1,6\pm 0,99$ ppm) türlerin yapraklarında normal konsantrasyon aralığındadır. Otsu ($3,03\pm 1,31$ ppm) ve ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Kanmani ve Grandhimathi (2013) toprak numunesinde Cd konsantrasyonu çok daha az gözlemlemişler ve bunun sebebinin katı atık ve sızıntı suyundaki Cd konsantrasyonunun çok yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

Pb konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda ($34,2\pm 23,74$ ppm) ve karaçam ibrelerinde ($3,06\pm 0,5$ ppm), otsu ($6,9\pm 2,16$ ppm) ve akasya ($2,95\pm 0,07$ ppm) türlerin yapraklarında normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Pb, antropojenik kaynakların evsel atıklar ve belediye atık suları üzerindeki hakimiyetini göstermektedir (Harrison ve ark., 1981; Huang ve ark., 2007; Jain ve ark., 2007). Metaller metal oksitlerle birlikte çökeltilir veya metal oksit yüzeyinde adsorbe edilir. Bu formda tutulan ağır metaller, Fe ve Mn'nin oksidasyon durumunun değişmesi ve uzun süreli kirlenme kaynağı olması durumunda topraktan salınabilir (Wasay ve ark., 2001).

Cu konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda ($452,8\pm 673,65$ ppm), otsu ($22,81\pm 7,81$ ppm) ve akasya ($40,7\pm 28,71$ ppm) türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Karaçam ($8,75\pm 2,52$ ppm) türlerin ibrelerinde normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Kanmani ve Grandhimathi (2013) Pb konsantrasyonunun SW6 ve SW8 lokasyonlarında yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu bölgelerdeki yüksek Pb ve Cu seviyelerinin, bataryada kalkopiritin ve eriticilerde işlenen cevherin dahil edilmesinden kaynaklanmış olabilir (Germani ve ark. 1981). Dara (1993) tarafından, biyolojik olarak parçalanabilen bir atığın, metaller için toprağa, topraklar için doğal

seviyelerin biraz üstünde bir seviyede bulunduğu bildirilmiştir. Bu, bu çöplüklerin topraklarındaki yüksek bakır konsantrasyonundan sorumlu olabilir.

Zn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda (286,75±296,74 ppm) ve karaçam ibrelerinde (58,1±17,26 ppm), otsu (105,06±50,7 ppm) ve akasya (54,85±9,97 ppm) türlerin yapraklarında normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Aluko ve diğ. (2003), İbadan'daki bazı çöplük alanlarındaki topraklardaki ortalama çinko konsantrasyonunun 1.423 - 2.428 mg / kg olduğunu bildirmiştir.

Mo konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda (52,2±107,50 ppm) ve akasya (12,10±12,87 ppm) türlerin yapraklarında ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır. Karaçam ibrelerinde (0,70±0,34 ppm) ve otsu (1,3±0,67 ppm) yapraklarında ise normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.).

Fe konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda (138169±205186 ppm), karaçam ibrelerinde (1794±835,6 ppm), otsu (10126±5417 ppm) ve akasya (12180±13054 ppm) türlerin yapraklarında ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.). Ebong ve ark., (2008) çöp döküm sahasındaki topraklarda metal seviyelerinin Ni ve Fe için sırasıyla 7.98 ila 1016.98 µg/g arasında olduğunu belirlemişlerdir. Fe ile en yüksek 510.75µg/g konsantrasyonunu kaydeden Fe konsantrasyonu kontrol sahası için benzer bir eğilim gözlenirken, Ni konsantrasyonunda 1.15 µg/g'lik en düşük konsantrasyonunu mişlerdir. Belediye çöp sahasında (eski stadyum yolu), sırasıyla en yüksek ve en düşük konsantrasyonlara sahip Fe ve Ni metalleri için 12.18-1711.20µg/g aralığında bulmuşlardır. 1.28-506.50µg /g aralığı belediye kontrol sahası için kaydedilirken, Fe

ve Cd en yüksek ve en düşük konsantrasyonları belirlemişlerdir. Bu, metalin yer kabuğunda yüksek bulunabilirliğine ve çevrede Fe içeren atıkların bolluğuna bağlanabilir (Ebong ve ark., 2007). Eddy ve ark. (2004), çevre kirliliğinin demir tarafından kirletilmesinin tek başına atık maddelerle kesin olarak bağlantılı olamayacağını, ancak diğer doğal demir kaynaklarının dikkate alınması gerektiğini öne sürdü.

Al konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmüştür (Tablo 4.1.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre topraklarda ($49575 \pm 35552,4$ ppm) ve karaçam ibrelerinde ($2519 \pm 869,2$ ppm) ve otsu (18482 ± 7483 ppm) türlerin yapraklarında normal konsantrasyon aralığındadır. Akasya (4615 ± 1569 ppm) türlerin yapraklarında ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.2.).

5.2. Vahşi Depolama Alanı Uzaklığına Göre Ağır Metal Konsantrasyonları

Genellikle topraklarda ağır metal birikiminin kirlilik kaynağından mesafeye yakından ilişkili olduğuna inanılmaktadır (Bhuiyan ve ark., 2010; Wang ve ark., 2010). Tumuklu ve ark. (2007), topraklardaki ağır metal konsantrasyonlarının bir çöplükten uzaklaştıkça azaldığını bulmuşlardır.

Mesafeye göre Ni konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta), 4. nokta (yakın) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Co konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık gözlemlenmiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. Nokta (orta), 4. nokta (yakın) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Mn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 2. nokta (uzak), 3. Nokta (orta), 4. nokta (yakın) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.). 1. noktada (çok uzak) ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Cr konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta), 4. nokta (yakın) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Cd konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta) ve 5. noktalarda (çok yakın) normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.). 4. noktada (çok yakın) ise normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.). Kanmani ve Grandhimathi (2013) kadmiyum konsantrasyonu üst yüzeyde 3 m altında bir konumda daha yüksek değere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek olmasında, zamanla sızıntı suyunun aşağı doğru hareket etmiş olmasından kaynaklanıyor olabilir. Alt katman, sızıntı suyuyla doyurulduğundan, bu katmanda daha düşük konsantrasyonlar gözlenmiştir. Liu ve ark. (2013) çalışmalarında topraklardaki Cd ve Pb konsantrasyonları açıkça depolama alanından uzaklaştıkça azalmış bir eğilim gösterdiğini ($p < 0.05$); Cu, Zn ve Cr ise eğilim göstermediğini belirtmişlerdir. Bunun sebebini ise; çalışılan topraklarda sadece Cd ve Pb'nin zenginleşmesinin toprak dolgusunun neden olabileceği öne sürülmüştür. Muhtemel bir açıklama, Cd'nin diğer metallere göre daha yüksek taşınımıdır. Benzer şekilde, Prechthai ve ark. (2008), Cd'nin en yüksek hareketliliğe sahip olduğunu ve Tayland'daki Nonthaburi çöp sahasından salıverilmelerine Zn, Cu, Cr veya Pb'den daha duyarlı olduğunu bildirmiştir. Xiao ve ark. (2005) ayrıca Çin'in Hangzhou Tianziling Deposu'ndaki Cu, Pb veya Zn'den daha yüksek bir Cd taşınımı oranı bulmuşlardır.

Pb konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta) ve 4. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.). 5. noktada (çok yakın) ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.). Bu bölgelerdeki yüksek Pb ve Cu seviyelerinin, bataryada kalkopiritin ve eriticilerde işlenen cevherin dahil edilmesinden kaynaklanmış olabilir (Germani ve ark. 1981).

Cu konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak) ve 3. noktalarda (orta) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).4. nokta ve 5. noktalarda (çok yakın) ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Zn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmüştür (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta), 4. nokta (yakın) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Mo konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.). 4. noktada (yakın) ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Fe konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon

aralığındadır (Tablo 4.4.). 4. noktada (yakın) ise normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

Al konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli farklılık görülmüştür (Tablo 4.3.). Stewart ve ark. (1974)'ı ile Radojevic ve Baskhin (2006)'e göre standart toprakta ve bitkide bulunması gereken metal değerlerine göre 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak), 3. nokta (orta), 4. nokta (yakın) ve 5. noktalarda (çok yakın) normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.4.).

5.3. Vahşi Depolama Alanı Mesafesine ve Bitki/Türe Göre Ağır Metal Konsantrasyonları

Ni konsantrasyonları 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak) ve 3. noktalarda (orta) bulunan karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır. 4. nokta (yakın) topraklarında, karaçam ibrelerinde ve akasya yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır. 5. noktada (çok yakın) bulunan otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.).

Co konsantrasyonları 1. nokta (çok uzak), 2. nokta (uzak) ve 3. noktalarda (orta) bulunan karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır. 4. noktada (yakın) bulunan karaçam ibrelerinde ve akasya yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır. 5. noktada (çok yakın) bulunan topraklarda ve otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.).

Mn konsantrasyonları 1. nokta (çok uzak) ve 4. nokta (yakın) topraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır. 4. noktada (yakın) bulunan otsu yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.). Kanmani ve Grandhimathi, çalışmalarında tüm bölgelerde çok yüksek bir Mn konsantrasyonu değeri bulmuşlardır. Mn konsantrasyonunun yüksek görülmesinde; alandaki Mangan kaynaklarının, şişe kapakları, bıçaklar ve eczacılık ürünleri, galvanizleme, boyalar, pigmentler, böcek ilaçları ve kozmetik ürünlerinin çöple birlikte elden çıkarılmasından kaynaklanması beklenmektedir (Kanmani ve Grandhimathi, 2013).

Cr konsantrasyonları 1. noktada (çok uzak) bulunan otsu türlerin yapraklarında, 2. noktada (uzak) bulunan karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında, 3. noktada (orta) bulunan otsu türlerin yapraklarında, 4. noktada (yakın) bulunan akasya yapraklarında ve 5. noktada (çok yakın) bulunan otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.).

Cd konsantrasyonları 1. noktada (çok uzak) bulunan otsu türlerin yapraklarında, 2. noktada (uzak) bulunan otsu türlerin yapraklarında, 3. noktada (orta) bulunan otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.). Bu gelişmiş Cd seviyeleri, PVC plastiklerin, nikel-kadmiyum pillerin, böcek ilaçlarının, motor yağının ve çöplüklerde çamurun bertaraf edilmesinde büyük miktarda kullanımla ilişkilendirilebilir (Jarup, 2003). Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar atık çöplük alanlarının çevreye önemli düzeyde toksik metaller katkısı gösterdiğini ve bu nedenle çöplüklerdeki bu toksik metallerin miktarını azaltmak için atıkların ayrıştırılması ve geri dönüşümünün yoğunlaştırılması gerektiğini göstermiştir.

Pb konsantrasyonları tüm noktalarda ve toprak/bitki kısımlarında normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.). Pb yüksek oranda kalcofilik özelliklere sahiptir. Böylece, doğal haliyle birincil şekli galen (PbS) 'dir ve toprağın doğal kurşun içeriği ana kayalardan miras alınır (Kabata-Pendias ve Pendias 2000; Son ve Jung 2011). Kanmani ve Grandhimathi (2013) Pb konsantrasyonu 44.09 ila 178.84 mg/kg aralığında gözlemlemişlerdir. Metalin spesifik formlar arasında dağılımı, metalin kimyasal özelliklerine ve toprak özelliklerine bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir (Soon and Bates 1981; Olajire ve Ayodele 1998).

Cu konsantrasyonları 4. noktada (yakın) bulunan toprak ve akasya yapraklarında ve 5. noktada (çok yakın) bulunan otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.) Cu konsantrasyonunun topraklarda oldukça hareketsiz bir element olduğu ve en fazla adsorbe edilmiş bakır miktarının Fe ve Mn oksitleri için her zaman bulunduğu bilinmektedir (Kabata-Pendias ve Pendias 2000).

Zn konsantrasyonları tüm noktalarda ve toprak/bitki kısımlarında normal konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.).

Mo konsantrasyonları 4. noktada (yakın) bulunan toprak ve akasya türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.).

Fe konsantrasyonları 1. noktada (çok uzak) bulunan karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında, 2. noktada (uzak) bulunan karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında, 3. noktada (orta) bulunan karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında, 4. noktada (yakın) bulunan topraklarda, karaçam ibrelerinde ve akasya türlerin yapraklarında ve 5. noktada (çok yakın) bulunan otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.).

Al konsantrasyonları 1. noktada (çok uzak) bulunan otsu türlerin yapraklarında, 2. noktada (uzak) bulunan otsu türlerin yapraklarında, 3. noktada (orta) bulunan otsu türlerin yapraklarında, 4. noktada (yakın) bulunan akasya türlerin yapraklarında ve 5. noktada (çok yakın) bulunan otsu türlerin yapraklarında normalden fazla konsantrasyon aralığındadır (Tablo 4.5.).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Kastamonu Vahşi Depolama (evsel niteliklikli atıklar) sahasında çevresinde tarımsal faaliyet yürütülmemesine rağmen vahşi depolama alanlarının toprağa ve otsu odunsu türler üzerinde oluşturabileceği muhtemel etkileşim üzerinde araştırmalarda bulunduk. Kastamonu’da bulunan vahşi depolama alanı 2016 yılı itibariyle kullanıma kapatılmış olup, şehrimizde katı atık düzenli depolama alanı hizmete açılmıştır.

Bölgede yapılan araştırmalarımızda toprak ve otsu/odunsu türlerin yaprak kısımlarında ağır metal konsantrasyonların, mesafe ve örnek türünün etkisini araştıran tez sonuçlarına göre;

- Ni konsantrasyonu normal değer aralıklarda bulunmakla birlikte, Vahşi depolama alanında farklı mesafelerde bulunan karaçam ibrelerinde ve otsu türlerin yapraklarında önemli ölçüde değişim göstermektedir. Alınan numunelerde depo alanına yakınlık arttıkça topraktaki konsantrasyon artış göstermektedir.
- Co konsantrasyonunda bölgedeki çalışmalarda mesafe göz önüne alındığında atık kaynaklı bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Farklı mesafedeki karaçam, akasya ve otsu türlerin yapraklarında ise normalden fazla konsantrasyona sahiptir.
- Mn konsantrasyonu toprak (uzak ve yakın noktalar) ve otsu türlerin yapraklarında (orta mesafe) en yüksek belirlenmiştir.
- Cr konsantrasyonu karaçam ibrelerinde (uzak), otsu (çok uzak, uzak, orta ve çok yakın) ve akasya türlerin yapraklarında (yakın) en yüksek belirlenmiştir.
- Cd konsantrasyonu otsu türlerin yapraklarında (çok uzak, uzak ve orta mesafe) en yüksek olarak belirlenmiştir.

- Pb konsantrasyonu gerek bitki/toprak kısımlarında gerekse mesafe durumlarına göre normal değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir.
- Cu konsantrasyonu topraklarda (yakın nokta), akasya (yakın nokta) ve otsu türün yapraklarında (çok yakın nokta) daha yüksek belirlenmiştir.
- Zn konsantrasyonu gerek bitki/toprak kısımlarında gerekse mesafe durumlarına göre normal değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir.
- Mo konsantrasyonu yakın noktadaki toprak ve akasya türlerin yapraklarında en yüksek olarak belirlenmiştir.
- Fe konsantrasyonu topraklarda, karaçam ibrelerinde (çok uzak, uzak, orta ve yakın noktalarda), akasya (yakın nokta) ve otsu türlerin yapraklarında (çok uzak, uzak, orta ve çok yakın nokta) en yüksek olarak belirlenmiştir.
- Al konsantrasyonu akasya (yakın nokta) ve otsu türlerin yapraklarında (çok uzak, uzak, orta ve çok yakın nokta) en yüksek olarak belirlenmiştir.

6.2. Öneriler

- Şehirde atık yönetimi ve toprak sıkıntısının artması, gelecekte atık yönetimi için en iyi stratejileri talep edecektir. Topluluk ve özel sektör katılımı önemli olmakla birlikte, esasen belediye tarafından büyük ölçüde yönetilmelidir. Belediye düzeyinde verimli planlama, sıhhi şartlarda iyileşme sağlayacak ve ayrıca sakinlerine bu misyonda en iyi şekilde işbirliği yapmalarını teşvik edecektir.
- Basitçe, toplumlar artan nüfus ve artan modern toplum talepleri nedeniyle artan miktarda çöp üretmeye devam edeceğinden, sürdürülebilir atık yönetimi her zaman bir sorun olarak kalabilir. Atıkların en aza indirilmesi, kaynakların ayrılması, biyometanizasyon, kompostlama ve geri dönüşüm yoluyla birlikte çalışmak, üretilen ve sonuçta atık depolama alanlarına yerleştirilen atık miktarını azaltmak için olası uzun vadeli çözümler sağlayabilir.

- Toprak kirliliğinin önlenmesi için endüstriyel atıkların toprağa gömülmesi kesinlikle önlenmelidir. Bir takım kimyasal atıkların toprağa akıtılmasında engellenmelidir. İlaçlamaların ve diğer kimyasal madde kullanımlarının bilgili kişilerce ve yetkili kurumların önerisine göre yapılması gerekir.
- Ağır metal içerikli atıklar genellikle Sanayi kaynaklı oluşmaktadır, Tesislerde ortaya çıkan atıklar tesislerde geçici depolama haznelerinde biriktirilerek Lisanslı bertaraf firmalarına gönderilmelidir.
- Şehirlerde atıkların biriktirileceği yerler Çevre Şehircilik Müdürlükleri ve Belediyelerin kontrolünde zemininde geçirimsiz membranla kaplanmış durumda ve oluşan deponi sızıntı suları arıtma işleminden geçirilerek deşarj edilmelidir.
- Atıkları elden çıkarılmadan önce fizikokimyasal parametrelerine göre analiz etmek çok önemlidir. Bu ağır metallerle kirlenen toprağın temizlenmesinde fitoromediasyonu tekniğiyle çevre civarına ağaçlandırılmanın yapılması ya da artırılması daha uygun olabilir.
- Atıkların boşaltılmadan önce geri dönüştürülmesi ve ayrılması, çöp sahası topraklarındaki metal yükünün azaltılmasına da yardımcı olabilir.
- Toplumdaki atıkların işlenmesi ile ilgili uygun eğitim ve mevzuatlar artırılmalı. Ayrıca, modern atık bertaraf tesisleri, şehirlerimizde atıkların ayırt edilmeden atılmasını önlemek için uzmanlar tarafından seçilen atık bertaraf sahaları tarafından gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Agrawal, M., Singh, B., Rajput, M., Marshall, F., Bell, J.N.B. (2003). Effect of Air Pollution on Peri-Urban Agriculture: A Case Study. *Environmental Pollution*, 126: 323-329.
- Agyarko, K., Darteh, E., & Berlinger, B. (2010). Metal levels in some refuse dump soils and plants in Ghana. *Plant, Soil and Environment*, 56(5), 244-251.
- Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ., Balcı, V., Bilginer, E., vd. (2015). Türkiye Jeoloji Haritası Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, Türkiye.
- Aktaş, M. & Ateş, A. (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları. Nurol Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara.
- Alloway, B. J. (1995). Chapter 6, Cadmium. In *Heavy metals in soils* (pp. 122–151). London: Chapman and Hall.
- Alloway, B. J. (2013). Sources of heavy metals and metalloids in soils. In *Heavy metals in soils* (pp. 11-50). Springer, Dordrecht.
- Aluko, O. O, Sridha, M. K. C., & Oluwande, P. A. (2003). Characterization of leachates from a municipal solid waste landfill site in Ibadan, Nigeria. *J. Environ. Health Res.* 2(1).
- Amil, M. (2005). Ankara Hava Kalitesinin Alansal ve Zaman-sal Değişiminin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bi-limleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Amos-Tautua, B. M. W., Onigbinde, A. O., & Ere, D. (2014). Assessment of some heavy metals and physicochemical properties in surface soils of municipal open waste dumpsite in Yenagoa, Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 8(1), 41-47.
- Anonim (1997). Best Management Practices (BMP's) for Soil Treatment Technologies: Suggested Operational Guidelines to Prevent Cross-media Transfer of Contaminants During Clean-up Activities, United States Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response (5305W).
- Anonim (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği 19/05/2019 tarihinde <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150402.pdf> adresine erişilmiştir.
- Anonim (2017). Kastamonu ili 2014 yılı çevre durum raporu. Kastamonu Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Kastamonu.

- Anonim, (1990). Topraksu Genel Müdürlüğü, Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Sınıf ve Haritaları, Ankara.
- Anonim, (2019). Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) 08/04/2019 tarihinde <http://merlab.kastamonu.edu.tr/cihaz/atomik-absorbsiyon-spektroskopisi-aas/> adresinden alınmıştır.
- Asri, F., Sönmez, S. (2006). Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim Dergisi*, 2(23): 36-45.
- ATSDR, U. (1999). Toxicological profile for mercury. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, USA.
- Awokunmi, E. E., Asaolu, S. S., & Ipinmoroti, K. O. (2010). Effect of leaching on heavy metals concentration of soil in some dumpsites. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 4(8), 495-499.
- Bhuiyan, M. A. H., Parvez, L., Islam, M. A., Dampare, S. B., & Suzuki, S. (2010). Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh. *J. Hazard. Mater.*173(1-3), 384–392.
- Bhuiyan, M. A. H., Suruvi, N. I., Dampare, S. B., Islam, M. A., Quraishi, S. B., Ganyaglo, S., & Suzuki, S. (2011). Investigation of the possible sources of heavy metal contamination in lagoon and canal water in the tannery industrial area in Dhaka, Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment*, 175(1), 633-649.
- Blais, J. F., Tyagi, R. D. & Auclair, J. C. (1992). Bioleaching of metals from sewage sludge by sulfuroxidizing bacteria, *Journal of Environmental Engineering*, 118(5), 690-707.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S. & Paslı, N. (2001). Ekoloji – II (Toprak), Başkent Klişe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Brevik, E. (2013). The potential impact of climate change on soil properties and processes and corresponding influence on food security. *Agriculture*, 3(3), 398-417.
- Celik, A., Kartal, A. A., Akdoğan, A., & Kaska, Y. (2005). Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudo-acacia L. *Environment international*, 31(1), 105-112.
- Chen, H. M., Zheng, C. R., Tu, C. & Shen, Z. G. (2000). Chemical methods and phytoremediation of soil contaminated with heavy metals, *Chemosphere*, 41, 229-234.
- Commission of the European Communities,. (2000). Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Community Waste Legislation, Directive 86/278/EEC on sewage sludge.

- Culbard, E. B., Thornton, I., Watt, J., Moorcroft, S., Brooks, K. (1983). Sources and distribution of lead and cadmium in United Kingdom dusts and soils. In: Proceedings of the 4th international conference on heavy metals in the environment, CEP, Edinburgh, pp 426–429.
- Cvetkovic, J., Arpadjan, S., Karadjova, I. & Stafilov, T. (2006). Determination of cadmium in wine by electrothermal atomic absorption spectrometry. *Acta Pharm.* 56: 69-77.
- Çepel, N., Dündar, M., Ertan, E. (1980). Samsun-Gelemen Orman Fidanlığında Görülen Duman Zararları Üzerine Araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergi-si*, 30: 6-42.
- Çınar, Ö. (2008). Çevre Kirliliği ve Kontrolü. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Dara, S. S. (1993). A textbook of environmental chemistry and pollution control. S. Chand & Company Ltd. Ram Nagar, New Delhi 110055.
- Daskalopoulos, E., Badr, O., Probert, S. D. (1998). Municipal solid waste: a prediction methodology for the generation rate and composition in the European Union countries and the United States of America. *Resour Conserv Recycl* 24:155–166.
- DMİ, (2019). Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md., Kastamonu Meteoroloji İl Müdürlüğü, Kastamonu ve İnebolu Meteoroloji İstasyonu Verileri, 2008-2018. Kastamonu.
- Duran, E. B., & Yakup, C. U. C. İ. (2016). Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Sızıntı Suyunun Kimyasal ve Elektrokimyasal Arıtım Yöntemlerle Arıtılabilirliğinin Araştırılması. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, 19(2), 104-110.
- Ebin G. C., (2004). Katı atık depo sahalarının rehabilitasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ebong, G. A., Akpan, M. M., & Mkpenie, V. N. (2008). Heavy metal contents of municipal and rural dumpsite soils and rate of accumulation by *Carica papaya* and *Talinum triangulare* in Uyo, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 5(2), 281-290.
- Ebong, G. A., Etuk, H. S., & Johnson, A. S. (2007). Heavy metals accumulation by *Talinum triangulare* grown on waste dumpsites in Uyo metropolis, Akwa Ibom State, Nigeria. *J. Appl. Sci*, 7(10), 1404-1409.
- EC (council of the European Communities) (1986). Directive 86278 EEC on the Protection of the Environment and in Particular of the Soil when Sewage Sludge is used EEC. Brussels.

- EC (European Commission , 2002). Heavy Metals in Waste. February 2002, Danimarka.
- Eddy, N. O. (2004). Toxicity of trace metals. Post graduate seminar, Micheal Okpara University of Agriculture, Umudike. Nigeria.
- Eddy, N. O., Ndibuke, M.O., Ndibuke, E. O. (2004). Heavy metals in sediment from CrossRiver at Oron. *Afr. J. Environ. Pollut. Health* 3(5): 21-26.
- El-Fadel, M., Findikakis A.N., Leckie, J. O. (1997) Environmental impacts of solid waste land filling. *J Environ Manage* 50:1–25.
- Emberson, L. D. (2003). Air pollution impacts on crops and forests: an introduction. Ashmore, M.R., Emberson, L.D., Murray, F.M. (eds.) *Air Pollution impacts on crops and fo-rests: A Global Assessment*, Imperial College Press. London, Bölüm 1, 3-29.
- Esher, R. J., Marx, D. H., Ursic, S. J., Baker, R. L., Brown, L. R., & Coleman, D. C. (1992). Simulated Acid Rain Effects on Fi-ne Roots, Ectomycorrhizae, Micro-Organisms, and Inver-tebrates in Pine Forests of The Southern United States. *Water, Air and Soil Pollution*, 61: 269-278.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., & Talaz, S. (1996). Türkiye topraklarının bitkiye yararılı bazı mikroelementler bakımından genel durumu. *Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Ankara.
- FAO & ITPS (2015). Status of the World’s Soil Resources (SWSR) - Main Report. Rome, Italy, ood and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils.
- Fujimoto, G., & Sherman, G. D. (1950). Cobalt content of typical soils and plants of the Hawaiian Islands. *Agronomy journal*, 42, 577-81.
- Gardiner, D. T., & Miller, R.W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Garrido, M. L., Munoz-Olivas, R. & Camara, C. (1998). Interference removal for cadmium determination in waste water and sewage sludge by flow injection cold vapour generation atomic absorption spectrometry. *J. Anal. Atomic Spectrom.* 13: 1145-1149.
- Gerendas, J., Polacco, J. C., Freyermuth, S. K & Sattelmacher, B. (1999). Significance of nickel for plant growth and metabolism. *J. Plant Nutr. Soil Sc.* 162 (3), 241–256.
- Germani, M.S., Small, M., Zoller, W. H., & Moyers, J. L. (1981). Fractionation of elements during copper smelting. *Environ Sci Technol* 15:299–304.
- Gibbs, R.J. (1977). Transport Phases of Transition Metals in the Amazon and Yukon Rivers. *Geol. Soc. Am. Bull* 88:829-843.

- Gibson, M. J., Farmer, J. G. (1983). A survey of trace metal contamination in Glasgow urban soils. In: Proceedings of the 4th international conference on heavy metals in the environment, vol.
- Gibson, M. G., & Farmer, J.G. (1986). Multi-Step Chemical Extraction of Heavy Metals from Urban Soils. Environ. Pollut., B 11,117 .135.
- Gönüllü, M. T., Baştürk, A., & San, H. A., (1986). Sızıntı suyu problemi bakımından İstanbul katı atık depo yerlerinin incelenmesi, Çevre'86 Sempozyumu, İzmir.
- Groudev, S. N. Spasova, I.I. & Georgiev, P.S. (2001) In situ bioremediation of soils contaminated with radioactive elements and toxic heavy metals, International Journal of Mineral Processing, 62, 301- 308.
- Güzel, N., Gülüt, K. Y. & Büyük, G. (2004). Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- Haines, R. C., & Pocock, R. L. (1980). Heavy metal land contamination: background levels and site case histories in the London Borough of Greenwich. Res note 16 Birmingham, Joint Unit for Research on the Urban Environment, University of Aston, Birmingham.
- Harrison, R. M., Laxen, D. P. H., & Wilson, S. J. (1981). Chemical associations of lead, cadmium, copper, and zinc in street dusts and roadside soils. Environmental Science & Technology, 15(Number 11), 1378–1383.
- Harrison, Roy M. (1990). 'Pollution: Causes, Effects and Control' The Royal Society of Chemistry, 393 s., Cambridge.
- Harvey, R. J. (1937). The Denmark wasting disease. Cobalt stains of some West Australian soils. Journal of the Department of Agriculture for Western Australia, 14, 386-393.
- Hatipoğlu, R., Tükel, T., & Koç, M. (1988). Çevre Kirlenmesinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(3): 119-133.
- Heyer K. U., Erdin E., & Tokgöz S., (1999). "Deponi Sızıntı Sularının Arıtma Teknikleri ve Örnek Tesisler", III. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. 2, CEP, Edinburgh, pp 1141–1144.
- Honour, S.L. Bell, J.N.B. Ashenden, T.A. Cape, J.N., & Power, S.A. (2009). Responses of herbaceous plants to urban air pollution: Effects on growth, phenology and leaf surface characteristics. Environmental Pollution, 157(4): 1279-1286.
- Huang, J., Huang, R., Jiao, J. J., & Chen, K. (2007). Speciation and mobility of heavy metals in mud in coastal reclamation areas in Shenzhen, China. Environmental Geology, 53, 221–228.

- Jain, C. K., Malik, D. S., & Yadav, R. (2007). Metal fractionation study on bed sediments of lake nainital, Uttaranchal, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 130, 129–139.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2000). *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, New York.
- Kacar, B. & Katkat, V. (2010). *Bitki Besleme*. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No: 1241. *Fen Bilimleri*, 63(1).
- Kacar, B., & Katkat, V. (2007). *Bitki besleme kitabı*. Nobel Yayınları, Şubat.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., & Timur, S. (2003). Metallerin çevresel etkileri-I. *Metalurji Dergisi*, 136, 47-53.
- Kanmani, S., & Gandhimathi, R. (2013). Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site. *Applied Water Science*, 3(1), 193-205.
- Kant, C., Kızıloğlu, T. (2003). Asit Yağmurlarının Canlılar Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Der-gisi*, 2(34): 217-221.
- Kantarıcı, M. D. (2000). *Toprak İlmi*. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kantarıcı, D. (1995). *Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Doğru-dan ve Dolaylı Etkileri*.
- Karaca, A. & Turgay O. C. (2013). *Toprak Kirliliği Toprak Bilimi Derneği Dergisi* 1, 1.
- Khan, A.G., Kuek, C., Chaudhry, T.M. Khoo, C.S. & Hayes, W.J. (2000) Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation, *Chemosphere*, 41, 197-207.
- Kiser, L., Fox, T., & Carlson, C. (2013). Foliage and litter chemistry, decomposition, and nutrient release in *Pinus taeda*. *Forests*, 4(3), 595-612.
- Kocasoy, G. (2002). *Solid waste management in Turkey*. *Waste Management World*, Kukkola, E., & Huttunen, S. (1998). Structural observations on needles exposed to elevated levels of copper and nickel. *Chemosphere*, 36(4-5), 727-732.
- Lindsay, W. I., & Norwell, W. A. (1978). Development of DPTA test for Zn Mn Fe and Cu. *Soil Sci Soc Am J*, 42, 421-425.

- Liu, C., Cui, J., Jiang, G., Chen, X., Wang, L., & Fang, C. (2013). Soil heavy metal pollution assessment near the largest landfill of China. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 22(4), 390-403.
- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) and Welch Office Agriculture Department (1992). Code of Good Agriculture Practice for the Protection of Soil. Draft Consultation Document, MAFF, London.
- Masamba, W. R. L., & Mubyana-John, T. (2014). Soil microbial biomass carbon, nitrogen and sulphur as affected by different land uses in Seronga, Okavango Delta, Botswana.
- Massoud, M. A., El-Fadel, M., Scrimshaw, M. D., & Lester, J. N. (2005). Assessing spatial variation of contaminants using Arc GIS: the case of Abou Ali River in North Lebanon. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 83.
- McLaughlin, M. J., Parker, D. R., & Clarke, J. M. (1999). Metals and micronutrients—food safety issues. *Field crops research*, 60(1-2), 143-163.
- Najib, N. W., Mohammed, S. A., Ismail, S. H., & Ahmad, W. A. (2012). Assessment of heavy metal in soil due to human activities in Kangar, Perlis, Malaysia. *Int J Civil Environ Eng [Internet]*, 12(6), 28-33.
- Nduka, J. K. C., Orisakwe, O. E., Ezanweke, L. O., Abiakam, C. A., Nwanguma, C. K., & Maduabuchi, U. J. (2006). Metal contamination and infiltration into the soil at refuse dump sites in Awka, Nigeria. *Arch Environ Occup H* 61(5):197–204.
- Nieminen, T., & Helmisaari, H. S. (1996). Nutrient retranslocation in the foliage of *Pinus sylvestris* L. growing along a heavy metal pollution gradient. *Tree physiology*, 16(10), 825-831.
- Olajire, A. A., & Ayodele, E. T. (1998). Heavy metal analysis of solid municipal wastes in the western part of Nigeria. *Water Air Soil Pollut.* 103:219–228.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. & Kaptan, H. (2001). *Toprak Bilimi*. 5. Baskı, ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No A-16, Adana.
- Parry, G. D.R., Johnson, M. S., & Bell, R. M. (1981). Trace metal surveys of soil as a component of strategic and local planning policy development. *Environ Pollut Ser B*2:97–107.
- Pfeiffer, E. M., Fregtagi., Scherpenseel, H. W., Miehllich, G., & Vicente, V. (1988). Trace Elements and Heavy Metals in Soils and Plants of the Southeast Asian metropolis Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, pp. 264.
- Prechthai T., Parkpian, P., & Visvanathan, C. (2008). Assessment of heavy metal contamination and its mobilization from municipal solid waste open dumping site. *J. Hazard. Mater.* 156(1–3), 86–94.

- Purves, D. (1985). Trace-element contamination of the environment. Elsevier, Amsterdam.
- Radojevic, M., & Bashkin V.N. (2006): Practical Environmental analysis. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 389.
- Rautio P., Huttunen S., & Lamppu J. (1998). Effect of sulfur and heavy metal deposition on foliar chemistry of Scots pines in Finnish Lapland and on the Kola Peninsula. *Chemosphere*, 36(4/5), 979. (CA 128:183857).
- Savacı, G. (2017). Farklı arazi kullanım türleri ve ağaç yaşının bazı toprak özellikleri, karbon ve azot depolamasına etkileri. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi.
- Selcuk, A. R., Demiray, E., & Yilmaz, Y. (2011). Antioxidant Activity of Grape Seeds Obtained from Molasses (Pekmez) and Winery Production. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*.
- Sommer, A. L. (1931). Copper as an essential for plant growth. *Plant physiology*, 6(2), 339.
- Sommer, A. L., & Lipman, C. B. (1926). Evidence on the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant physiology*, 1(3), 231.
- Soon, Y. K., & Bates, T. E. (1981). Chemical pools of cadmium, nickel and zinc in polluted soil and some preliminary indications of their availability to plants. *J Soil Sci* 33:477–488.
- Stewart, E. A., Max Grimshaw, H., Parkinson, J. A., & Quarmby, C. (1974). *Chemical analysis of Ecological Materials*. Blackwell Scientific Publications, osney Mead, Oxford, 165.
- Swaine, D. J. (1955). The trace element content of soils. *Commonwealth Bur. Soil Sci. Tech. Comm*, 48, 29-34.
- Tai, H. S. & Jou, C. J. G. (1999). Immobilization of chromium-contaminated soil by means of microwave energy, *Journal of Hazardous Materials*, 65, 267-275.
- Tandler, C. J., & Solari, A. J. (1969). Nucleolar orthophosphate ions: electron microscope and diffraction studies. *The Journal of cell biology*, 41(1), 91-108.
- Thornton, I. (1991). Metal Contamination Soils in Urban Areas. In: Bullockp., Gregory P.J.(Eds.) *Soils in the Urban Environment*. Blackwell, pp. 47-75.
- Tok, H. H. (1997). Çevre Kirliliği. Anadolu Matbaacılık, İstanbul.

- Topbaşı, M. T., Brohi, A. R., & Karaman, M. R. (1998). Çevre kirliliği. TC Çevre Bakanlığı.
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2001. 24609.
- Tornabene, T. G., & Edwards, H. W. (1972). Microbial uptake of lead. *Science*, 176(4041), 1334-1335.
- Tumuklu, A., Yalcin, M., & Sonmez, M. (2007). Detection of heavy metal concentrations in soil caused by Nigde city garbage dump. *Pol. J. Environ. Stud.* 16(4), 651–658.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı) (2017). Belediye Atık İstatistikleri, 2016. Haber Bülteni, 29/11/2017, Sayı: 24876.
- URL-1 (2019). Solid Waste Management. 18/05/2019 tarihinde <http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management> adresine erişilmiştir.
- URL-2 (2019). What a Waste: An Updated Look into the Future of Solid Waste Management.18/05/2019 tarihinde <http://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management> adresine erişilmiştir.
- URL-3 (2019). Trends in Solid Waste Management. 18/05/2019 tarihinde http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html adresine erişilmiştir.
- URL-4. (2019). Belediye Atıkları Miktarı ve Bertaraf Miktarı. 19/05/2019 tarihinde <http://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/belediye-atiklari-miktari-ve-bertaraf-miktari-i-85749> adresine erişilmiştir.
- URL-5 (2019) <http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/son-kastamonu-2017-il-cevre-durum-raporu-pdf-29.06.2018-20180705152323.pdf>
- Ünlü, K. (1998). Toprak Kirliliği: Özellikleri, kontrolü ve temizlenmesi, Çevre ve Mühendis, 16, 20-29.
- Wang, X. Q., He, M. C., Xie, J., Xi, J. H., & Lu, X. F. (2010). Heavy metal pollution of the world largest antimony mine-affected agricultural soils in Hunan province (China). *J. Soil. Sediment.* 10(5), 827–837.
- Wasay, S. A., Parker, W. J., & Van Geel, P. J. (2001). Characterization of soil contaminated by disposal of battery industry waste. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28, 341–348.
- Xiao, Z., He, P. J., Shao, L. M., Li, G. J., Yu, J. Y., Chen, Z. F., & Xu, Y. E. (2005). Effect of the total amount and speciation of heavy metals on its mobility in municipal solid waste landfill. *Environ. Chem.* 24(3), 265–269.

Zengin, F. K., & Munzuroglu, O. (2005). Effects of some heavy metals on content of chlorophyll, proline and some antioxidant chemicals in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 47(2), 157-164.

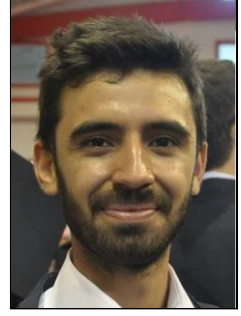
Ziadat, A. H., & Mott, H. (2005). Assessing solid waste recycling opportunities for closed campuses. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 16(3), 250-256.

Zimdahl, R. L., & Koeppe, D. E. (1977). *Uptake by Plants in Lead in the Environment*, National Science Foundation, Washington D.C.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Çağatay ÖKSÜZ
Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu – 1991
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : cgyoksz@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Taşköprü Anadolu Lisesi/KASTAMONU
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre
Mühendisliği Bölümü/SAMSUN

Mesleki Deneyim

İş Yeri :2014-halen-SFC Entegre Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş
fabrikasında Çevre Mühendisi/Çevre Şefi:
İş Yeri :2013-2014-KARÇED Çevre ve Danışmanlık firmasında Çevre
Görevlisi