

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

**TARIMSAL VE ENDÜSTRİYEL ARTIKLAR TARAFINDAN  
TOPRAKLARIN KİRLENMESİ**

**Bled Abdalah Fadel ABDALAH**

**Danışman  
Jüri Üyesi  
Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK  
Yrd. Doç. Dr. İnci S. KRAVKAZ KUŞCU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**KASTAMONU – 2017**

## TEZ ONAYI

**Bled Abdalah Fadel ABDALAH** tarafından hazırlanan “**Tarımsal ve endüstriyel artıklar tarafından toprakların kirlenmesi**” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ  
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK  
Artvin Çoruh Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. İnci S. Kravkaz KUŞCU  
Kastamonu Üniversitesi



04/02/2017

Enstitü Müdür V.

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ



## 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.

İmza

Bled Abdalah Fadel ABDALAH

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TARIMSAL VE ENDÜSTRİYEL ARTIKLAR TARAFINDAN TOPRAKLARIN KİRLLENMESİ

Bled Abdalah Fadel ABDALAH

Kastamonu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

**Özet:** Modern ekonomilerde, tarım, sanayi ve ulaşım da dahil olmak üzere çeşitli faaliyet türleri, büyük miktarda atık ve yeni tür kirleticiler üretmektedir. Toprak, hava ve su geleneksel olarak tüm bu atıkların bertaraf edilmesi için alanlar olarak kullanılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, şehir çöplüğünün Kastamonu'daki toprak elementi konsantrasyonları üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Toprak örnekleri şehir çöplüğünden uzakta beş konumdan (mesafeden) (merkez, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m ve 2 km) ve üç yönden (doğu, kuzey ve güney) alınmıştır. Toprak örnekleri her örnekleme alanında iki toprak çukuru kazarak 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm ve 15-20 cm'lik rastgele toplanmıştır. Toprak örnekleri, toprak pH, tekstür ve bazı toprak elementi konsantrasyonları (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) bakımından analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, toprak pH, kum, kil ve toz içerikleri ile element konsantrasyonlarının mesafelere göre anlamlı ( $P < 0.001$ ) şekilde değiştiğini göstermiştir. Genel olarak toprak pH, kum ve toz içerikleri mesafelere bağlı olarak azalırken, toprak kil içeriği mesafelere bağlı olarak artmıştır. Genel olarak, çalışılan tüm elementler mesafeye bağlı olarak bir artış göstermiştir. Sadece birkaç element, örneğin Co ve Mn, toprak derinliklerinde azalma göstermiştir. Fakat çoğu element toprak derinliklerine göre değişmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çöp boşaltma yeri, kirlilik, toprak kirliliği, ağır metaller

**2017, 82 Sayfa**

**Bilim Kodu: 1205**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### SOIL POLLUTION BY AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL WASTE

Bled Abdalah Fadel ABDALAH  
Kastamonu University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

**Abstract:** In modern economies, various types of activity, including agriculture, industry and transportation, produce a large amount of wastes and new types of pollutants. Soil, air and water have traditionally been used as sites for the disposal of all these wastes. Main aim of this present study was to investigate the effects of city rubbish dumping place on soil element concentrations in Kastamonu. Soil samples were taken from 5 locations (distances) (center, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m and 2 km) and three directions (east, north and south) away from the city rubbish dumping place. The soil samples were taken randomly from 0-5cm, 5-10 cm, 10-15 cm and 15-20 cm soil depths by digging two soil pits at each sampling site. The soil samples were analyzed for soil pH, soil texture, bulk density, some soil elements concentrations (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd and As). Results showed that there were significant ( $P < 0.001$ ) variations in soil pH, sand, clay and silt contents and soil elements with the distances. In general, soil pH, sand and silt contents decreased with the distances, whereas soil clay content increased with the distances. In general, all soil elements showed an increase with the distances. Only a few elements, for example Co and Mn, showed a decrease with the soil depths. But most soil elements did not vary with the soil depths.

**Key Words:** Rubbish dumping site, pollution, soil contamination, heavy metals

**2017, 82 Pages**

**Science Code: 1205**

## TEŞEKKÜR

Her Őeyden önce çalıŐma sűresince destek ve yardımlarını esirgemeyen tez danıŐmanım Sayın Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ'a sonsuz teŐekkűrlerimi sunarım. ÇalıŐmalarımın laboratuvar aŐamasında bilgi ve tecrűbesinden faydalandıĐım Sayın ArŐ. Gűr. Gamze SAVACI'ya, Biyoloji Bűlűmű'ndeki űĐretim gűrevlileri ve araŐtırma gűrevlilerine teŐekkűr borçluyum. Kastamonu Ŭniversitesi'ndeki Yűksek ŬĐrenim MeslektaŐlarımıza ve Kastamonu'daki Libya topluluĐuna verdikleri desteklerden űtűrű teŐekkűr ediyorum.

Son olarak; aileme, ahlaki desteklerinden űtűrű minnettarlıĐımı ifade etmek isterim. ÇalıŐmalarımı yűrűtmek için bana gűvendiĐiniz ve ben size ayırmam gereken tűm zamanlarınız aldım ve bu tezi bitirdim. Umarım bu çalıŐmanın sonuçları, topraĐın doĐası ile ilgilenen insanlara faydalı olacak ve gelecek yeni araŐtırmalara katkıda bulunacaktır.

Bled Abdalah Fadel ABDALAH  
Kastamonu, Şubat 2017

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....	xiii
HARİTALAR DİZİNİ .....	xiv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çevre Tanımı Ve Çevresel Atıklar .....	2
1.2. Toprak Kirliliğinin Nedenleri .....	2
1.3. Katı Atık Çöpleri.....	3
1.4. Ağır Metaller.....	3
1.5. Ağır Metallerle Kirletilmiş Toprak .....	4
1.6. Ağır Metallerin En Önemli Kaynakları .....	6
1.7. Ağır Metallerin Sağlığa Zararları .....	7
1.8. Bitkilerde Ağır Metal Birikimi .....	8
1.9. Su Kirliliği .....	8
1.10. Kastamonu İlindeki Katı Atık Toplanması .....	9
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	11
2.1. Ağır Metaller Tarafından Toprak Kirliliği.....	11
2.2. Ağır Metallerin Akıbeti ve Taşınması .....	12
2.3. Topraktaki Ağır Metallerin Sağlıkla İlişkili Etkileri .....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER .....	24
3.1. Örnekleme Alanlarının Tanımı .....	24
3.2. Çalışma Alanının İklimi .....	25
3.3. Çalışma Sahasının Jeolojisi.....	27
3.4. Alandaki Toprak Örneklemesi .....	28

3.5. Toprak Örneklerinin Hazırlanması Ve Analizi .....	32
3.6. Toprak Örneklerinin Analizi .....	33
3.6.1. Toprak PH .....	33
3.6.2. Toprak Tekstürü.....	34
3.6.3. Toprak Elementlerinin Belirlenmesi .....	36
3.7. İstatiksiksel Analiz .....	36
4. SONUÇLAR.....	37
4.1. Toprak Özellikleri .....	37
4.2. Toprak Besin Elementleri .....	50
5. TARTIŞMA.....	72
6. SONUÇ .....	75
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ .....	83



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Semboller

Arsenik	As
Kadmiyum	Cd
Krom	Cr
Kurşun	Pb
Demir	Fe
Çinko	Zn
Nikel	Ni
Bakır	Cu
Aliminyum	Al
Kobalt	Co
Manganez	Mn
Civa	Hg
Karbondioksit	CO <sub>2</sub>
Karbonmonoksit	CO
Kalsiyum karbonat	CaCO <sub>3</sub>
Sodyum karbonat	NaPO <sub>3</sub>
Su	H <sub>2</sub> O
Tümleşik kirlilik indeksi	IPI
Taşıma kap sistemi	MCS
Çevre koruma ajansı	EPA
Önerilen günlük besin miktarı	RDAs
Yüksek-younlukta lipoprotein	HDL
X-ray floresan	XRF
Karbon ayakizi sözleşmesi	CCF
Zehirli madde ve hastalık ajansı	ATSDR
ABD ziraat bölümü	USDA

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1. Kastamonu ilinin konumu .....	24
Şekil 2. Çalışma sahasının jeomorfolojisi.....	35
Şekil 3. USDA tekstür üçgeni .....	35



## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 1. 1975-2010 arası meteorolojik verilerin ortalaması.....	26
Tablo 2. Doğu yönünün toprak pH ve tekstürü (kum, kil ve toz) .....	38
Tablo 3. Kuzey yönünün toprak pH ve tekstürü (kum, kil ve toz).....	39
Tablo 4. Güney yönünün toprak pH ve tekstürü (kum, kil ve toz).....	40
Tablo 5. Toprağın pH ve tekstürü (kum, kil ve toz), kontrol sahaları olarak 400 m ve 2 km'lik bir yerde.....	41
Tablo 6. Her yön ve kontrol yerlerinin genel sonuçları (0-20 cm).....	42
Tablo 7. pH doğu yönündeki ANOVA sonuçları .....	43
Tablo 8. kum doğu yönündeki ANOVA sonuçları.....	44
Tablo 9. kil doğu yönündeki ANOVA sonuçları.....	44
Tablo 10. tozun doğu yönündeki ANOVA sonuçları .....	45
Tablo 11. Kuzey yönünden pH analizi sonuçları .....	46
Tablo 12. Kuzey yönünden kum analizi sonuçları .....	46
Tablo 13. Kuzey yönünden kil analizi sonuçları .....	47
Tablo 14. Kuzey yönünden toz analizi sonuçları .....	47
Tablo 15. PH Güney yönden gelen ANOVA sonuçları .....	48
Tablo 16. kum Güney yönden gelen ANOVA sonuçları .....	49
Tablo 17. kil Güney yönden gelen ANOVA sonuçları .....	49
Tablo 18. alüvyondan Güney yönden gelen ANOVA sonuçları .....	50
Tablo 19. Doğu yönündeki bazı toprak elementleri .....	51
Tablo 20. Kuzey yönünde bazı toprak elementleri.....	52
Tablo 21. Güney yönünde bazı toprak elementleri.....	53
Tablo 22. Kontrol sahaları olarak 400 m ve 2 km'lik bir yerde bulunan bazı toprak elementleri .....	54
Tablo 23. Her bir yön ve kontrol yerlerinin genel sonuçları (0-20 cm) .....	55
Tablo 24. Doğu yönünden Co ANOVA sonuçları .....	56
Tablo 25. Doğu yönünden Mn ANOVA sonuçları.....	57
Tablo 26. Doğu yönünden Zn ANOVA sonuçları.....	57
Tablo 27. Doğu yönünden Pb ANOVA sonuçları .....	58
Tablo 28. Doğu yönünden Ni ANOVA sonuçları .....	58
Tablo 29. Doğu yönünden Cu ANOVA sonuçları .....	59
Tablo 30. Doğu yönünden Cr ANOVA sonuçları .....	59
Tablo 31. Doğu yönünden Cd ANOVA sonuçları .....	60
Tablo 32. Doğu yönünden As ANOVA sonuçları.....	60
Tablo 33. Kuzey yönünden Co değerlerinin ANOVA sonuçları .....	61
Tablo 34. Kuzey yönünden Mn değerlerinin ANOVA sonuçları.....	62
Tablo 35. Kuzey yönünden Zn değerlerinin ANOVA sonuçları.....	62

Tablo 36. Kuzey yönünden Pb değerlerinin ANOVA sonuçları.....	63
Tablo 37. Kuzey yönünden Cu değerlerinin ANOVA sonuçları .....	63
Tablo 38. Kuzey yönünden Ni değerlerinin ANOVA sonuçları .....	64
Tablo 39. Kuzey yönünden Cr değerlerinin ANOVA sonuçları.....	64
Tablo 40. Kuzey yönünden Cd değerlerinin ANOVA sonuçları .....	65
Tablo 41. Kuzey yönünden As değerlerinin ANOVA sonuçları.....	65
Tablo 42. Güney yönünden Co değerlerinin ANOVA sonuçları .....	66
Tablo 43. Güney yönünden Zn değerlerinin ANOVA sonuçları .....	67
Tablo 44. Güney yönünden Mn değerlerinin ANOVA sonuçları .....	67
Tablo 45. Güney yönünden Pb değerlerinin ANOVA sonuçları.....	68
Tablo 46. Güney yönünden Ni değerlerinin ANOVA sonuçları.....	68
Tablo 47. Güney yönünden Cu değerlerinin ANOVA sonuçları .....	69
Tablo 48. Güney yönünden Cr değerlerinin ANOVA sonuçları.....	69
Tablo 49. Güney yönünden Cd değerlerinin ANOVA sonuçları .....	70
Tablo 50. Güney yönünden As değerlerinin ANOVA sonuçları .....	70
Tablo 51. Türkiye ve AB'deki Çevresel Kirleticilerin Karşılaştırılması .....	72

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Fotoğraf 1. Çöp dökme alanının görüntüsü.....	29
Fotoğraf 2. Çöp dökme alanına bırakılan farklı atık türlerinden görüntü.....	29
Fotoğraf 3. Toprak örneklerini almak için açılan toprak çukuru.....	30
Fotoğraf 4. Çelik silindirlerle farklı toprak derinliğinden örnekleme .....	30
Fotoğraf 5. Toprak derinliğinin ölçülmesi .....	30
Fotoğraf 6. Silindir örnekleme topraklarının plastik torbaya boşaltılması .....	31
Fotoğraf 7. Toprakların plastik poşetlere konulması ve işaretlenmesi .....	31
Fotoğraf 8. Toprak örneklerinin laboratuvara getirilmesi.....	32
Fotoğraf 9. Toprak örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi.....	32
Fotoğraf 10. Hava kurusu toprak örneklerinin plastik torbalarda muhafazası...	33
Fotoğraf 11. Toprak pH ölçümü.....	34
Fotoğraf 12. Toprakların tekstürünün belirlenmesi .....	35

## HARİTALAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Harita 1. Çalışma alanının Google Haritalar'daki konumu .....	25
Harita 2. Çöp boşaltma yerinin şehir merkezine konumu.....	25
Harita 3. Örnekleme alanlarının harita üzerindeki konumu.....	28



## 1. GİRİŞ

Modern ekonomilerde, tarım, sanayi ve ulaşım da dahil olmak üzere çeşitli aktiviteler büyük miktarlarda atık ve çevre kirliliğine yol açan madde üretirler. Toprak, hava ve su bilindiği üzere bu atıklardan kurtulma yöntemi olarak kullanılırlar. Örneğin, Birleşik Devletler'deki sığırlar yılda 27 milyon mt süt üretirken 92 milyon mt gübre ürettikleri tahmin edilmektedir (Tan, 1995). Bu gübrelerin bir kısmı derelere karışıp nehirleri, gölleri ve toprağı kirletmektedir. Atıkların en yaygın türleri dört kategoride incelenebilir: tarımsal, endüstriyel, kentsel ve nükleer (Alloway, 1995). Tarımsal atıkların içinde (genelde böcek ilacı içeren) birçok çeşitli organik maddeler, hayvansal atıkları ve kereste yan ürünleri bulunmaktadır. Bitki atıkları ve hayvan gübreleri gibi bu atıkların çoğu, toprağa geri döndüğü takdirde oldukça yararlı olmaktadır. Fakat hatalı atık yönetimi ve tasfiyesi kirliliğe yol açabilir.

Endüstriyel atıklar gaz, sıvı ya da katı formunda olabilir. Karbon dioksit ( $CO_2$ ), karbon monoksit (CO), azot dioksit ( $NO_2$ ) ve sülfür dioksit ( $SO_2$ ) en önemli gazlardır. Bu gazlar sanayilerde arabalar tarafından yakılarak açığa çıkar ve çevreye risk arz etmektedirler. Yiyecek üretiminde bitkiler hem sıvı hem de katı atıklar üretir. Diğer bir kentsel atık ise şehir çöpleridir ve bunlar sanayi ve evlerden atılan maddelerden oluşmaktadır. Şehir çöpleri, kağıt, plastik ve organik maddeleri içerir ve bunlardan bazıları da gübreleme ile geri dönüştürülebilir ya da çöp sahalarında yakılıp ortadan kaldırılabilir.

Arıtma çamuru bitkilerin arıtılmasının bir sonucudur. Maddelerin bitkisel arıtım süreci evsel ve endüstriyel atıklardır ve genelde katı, çözülmüş organik ve inorganik maddelerden oluşan sıvı karışımlardır. Derelere ya da göllere boşaltımı çevresel olarak güvenli hale getirilmesinden önce su, birçok arıtma yöntemi ile katı kısımdan ayrıştırılır. Arıtma çamurundaki ana besin maddeleri ve düşük tüketimli unsurlar kaynağına göre değişiklik gösterir. Veriler tekstil atıklarındaki azot içeriğinin çoğunlukla yüksek olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte ağır metal içeriği de ayrıca yüksektir. Bazı eser elementler hayvanlar ve bitkiler için gerekliken bazıları da insan sağlığı için oldukça tehlikelidir.

## 1.1. Çevre Tanımı ve Çevresel Atıklar

Çevre bir organizma ya da bir grup organizma tarafından çevrelenen koşullar bütünü, özellikle, organizmaların oluşumu, gelişimi ve varlıklarını sürdürmesini etkileyen fiziksel dış durumlar kombinasyonu olarak tanımlanır (Farlex, 2005). Bitki, hayvan ve abiyotiklerden oluşur ve su, kara ve hava habitatlarını içerir. Çevre, hava, su, yiyecek gibi en somut koşullar ve daha az somut fakat bir o kadar da önemli olarak içinde yaşadığımız topluluklar olarak görülür (Gore, 1997). Kirletici madde sakıncalı etkilere neden olan, çevrenin sağlığını bozan, yaşam kalitesini düşüren ve sonunda ölüme neden olabilecek çevrede bulunan herhangi bir maddedir. Böyle bir madde, çevrede, istenen ya da kabul edilebilir belli bir seviyenin ya da tolerans sınırının altında bulunmalıdır. Dolayısıyla çevre kirliliği, çevrede kirletici maddenin var olmasıdır. Örneğin havada, suda ve toprakta bulunup zehirli olabilir ve kirlenmiş çevrede canlılara zarar verecektir.

## 1.2. Toprak Kirliliğinin Nedenleri

Toprak kirliliği, bitkilerin gelişiminde ve hayvan sağlığında olumsuz etkileri olan kalıcı zehirli bileşimlerin, kimyasalların, tuzların, radyoaktif malzemelerin ya da hastalığa sebep olan katkı maddelerinin toprakta birikmesi olarak tanımlanır (Okrent, 1999). Toprak, Dünya'nın sert yüzeyini kaplayan organik ve inorganik maddelerin ince bir katmanıdır. Hayvanların ve bitkilerin çürümüş kalıntılarında oluşan organik kısım en üstteki koyu yüzey tabakasında yoğunlaşmıştır. İnorganik kısım ise ana kayanın binlerce yıllık fiziksel ve kimyasal aşınmasıyla oluşmuş kaya parçalarından meydana gelir. Verimli toprak dünyaya yeterli yiyeceği sağlamak adına tarım için gereklidir (Belluck, 2003). Toprağın kirletilmesinin aşağıda verildiği üzere birçok yolu vardır:

- Çöp sahası sızıntıları
- Endüstriyel atıkların toprağa karışması
- Kirli suyun toprağa karışması



- Yer altı depolama tanklarının parçalanması
- Haşere ilacı, otkıran veya gübrenin aşırı kullanımı
- Katı atık sızıntısı

### **1.3. Katı Atık Çöpleri**

Genel itibariyle katı atıklar çöp, evsel atık ve ticari, endüstriyel ve tarım işlemlerinden atılmış katı maddeleri içerir. Katı atıkların içinde yüksek miktarda kağıt, karton, plastik, cam, eski yapı ve paketlenme malzemeleri ve zehir ya da diğer tehlikeli maddeler vardır. Kentsel katı atıkların büyük miktardaki bir bölümü kağıt ve yiyecek artığı olduğu için büyük çoğunluğu çöp sahalarında geri dönüştürülebilir veya ayrıştırılabilir. Benzer olarak zirai atıklar geri dönüştürülür ve madencilik atıkları sahada bırakılır. Yağlar, pil atıkları, döküm sanayilerinden ağır metaller ve organik çözücüler gibi tehlikeli olan katı atıklar özellikle dikkat etmemiz gerekenlerdir. Bunlar uzun vadede çevresindeki toprakta tortulaşabilir ve bu toprağın kimyasal ve biyolojik niteliklerini değiştirerek onu kirletebilir.

### **1.4. Ağır Metaller**

'Ağır metaller' terimi düşük konsantrasyonda bile zehirli olup oldukça yüksek yoğunluğu olan metalik elementler için kullanılır (Lenntech, 2004). "Ağır metaller" atomsal yoğunluğu  $4 \text{ g/cm}^3$  den büyük olan ya da suyunun 5 katı ya da daha fazlası olan metaller ve yarımetaller grubunu kapsayan genel bir terimdir (Huton ve Symon, 1986). Fakat ağır metal, yoğunluğundan ziyade kimyasal nitelikleri ile ilgilidir. Ağır metaller kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), civa (Hg), arsenic (As), gümüş (Ag), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe) ve platin grubu elementlerini içerir. Çevre, koşulların bir bütünü olarak tanımlanır.

Çevre kirliliği gündemin sıcak konusudur. Hava, su ve toprak da aynı şekilde kirlenmektedir. Toprak, çevresel kirliliğin en ağır yükünü taşıyarak "evrensel batak"

olmuştur. Birçok şekilde kirletilmektedir. Toprak verimliliğini korumak ve üretkenliği arttırmak için toprak kirliliğini kontrol altına almada aciliyet vardır. Kirlilik, insan hayatını, diğer yararlı bitkilerin hayatını, endüstriyel gelişimi, yaşama koşullarını ve kültürel varlıkları etkileyen hava, su ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki istenmeyen değişiklik olarak tanımlanabilir. Kirletici madde insanın sağlığını, konforunu, özelliğini ya da çevresini olumsuz etkileyen bir şeydir. Genel olarak çoğu kirletici madde kanalizasyon, atık, kazara sızma yolları ile ya da kullanışlı bir şeyin üretiminde ortaya çıkan yan ürünü ya da tortusu olarak çevreye karışmaktadır. Buna bağlı olarak da hava, su ve toprak gibi değerli doğal kaynaklarımız kirlenmektedir (Okrent, 1999).

### **1.5. Ağır Metallerle Kirletilmiş Toprak**

Ağır metaller esneklik, genleşme, iletkenlik, katyon kararlılığı ve ligand spesifikliği gibi metalik özellikleri taşıyan elementlerdir. Oldukça yüksek yoğunluk ve 20'den daha büyük atom sayısı ile yüksek atom ağırlığı ile nitelenirler (Belluck, 2003). Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V ve Zn gibi bazı ağır metaller organizmalar için küçük miktarlarda gereklidir. Ancak bu elementlerin fazlası organizmalara zararlı hale gelebilir. Pb, Cd, Hg, ve As (bir yarı metal ama genel olarak ağır metal olarak geçmektedir) gibi diğer ağır metallerin organizmalara herhangi bir yararı yoktur ve bu yüzden de "asıl tehlike" olarak görülürler çünkü hem bitkilere hem de hayvanlara oldukça zararlıdır.

Metaller ya ayrı oluşumlar olarak ya da diğer toprak bileşenleriyle birlik halinde bulunurlar. Bu bileşenler inorganik katıların yüzeylerinde biriken değişebilir iyonları, karbonat ve fosfat gibi çözülmez inorganik metal bileşenleri, zemin solüsyonunda serbest metal iyonları ya da çözünür metal bileşenleri, organik maddelerin metal kompleksi ve silikat minerallerine bağlı metalleri içerebilir (Marques, 2009). Silikat minerallerine bağlı metaller arka plandaki toprak metal konsantrasyonunu temsil eder ve ayrı oluşumlar olarak var olan ya da diğer 4 bileşende yüksek konsantrasyonda bulunan metallere kıyasla zehirlenme/kirlilik durumlarına neden olmazlar (Ramos, 1994).

Toprak özellikleri metal bulunabilirliğini çeşitli yollarda etkiler (Harter, 1983). Harter toprak pH'nın toprakta metal bulunabilirliğini etkileyen ana faktör olduğunu belirtmiştir. *Thlaspi caerulescens* köklerindeki Cd ve Zn bulunabilirliği toprak pH'nın artışıyla düşmüştür (Wang, 2006). Organik madde ve sulu demir oksidin, bu metallerin sabitlenmesiyle ağır metal bulunabilirliğinin düştüğü gözlemlenmiştir (Hong, 2007). Ayrıca nem miktarı ve su tutma kapasitesi gibi bazı toprak fiziksel özellikleri ve ağır metaller arasında önemli pozitif bağıntılar kaydedilmiştir (Rakesh Sharma, 2013).

Toprakta metalin bulunabilirliğini etkileyen diğer faktörler, toprak kolloitlerindeki yoğunluğu ve türü, ligandlarla kompleks oluşum derecesi ve toprağın nispi yüzey alanıdır (Marquesvd., 2009). Büyük ara yüzey ve spesifik yüzey alanları, doğal topraktaki ağır metal konsantrasyonunun kontrolünde yardımcı olan toprak kolloitleri tarafından sağlanır. Bununla beraber, kirlenmiş topraktaki metallerin çözünür konsantrasyonları yüksek spesifik yüzey alanlı toprak parçacıkları tarafından azaltılabilir, ancak bu metallere özgü olabilir (Marques, 2009). Örneğin, McBride ve Martinez (McBride, 2000) yüksek reaktif yüzey alanlı hidroksitlerden oluşan değişiklik ilavesi As, Cd, Cu, Mo ve Pb'nin çözünürlüğünü azaltırken Ni ve Zn'nin çözünürlüğünün değişmediğini belirttiler. Toprak havalandırması, mikrobik aktivite ve mineral bileşimi de ayrıca topraktaki ağır metal bulunabilirliğini etkilediği gözlemlenmiştir (Magnuson, 2001).

Buna karşılık ağır metaller toprak özelliklerini, özellikle biyolojik niteliklerini değiştirebilir (Salgare ve Acharekar, 1992). Kirlenmeden sonra toprağın mikrobiyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimleri gözlemek toprak kirliliğinin yoğunluğunu değerlendirmek için kullanılabilir çünkü bu yöntemler daha duyarlı ve sonuçlar toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini gözlemlemekten daha hızlı bir sürede elde edebilir (Clarkson ve Luttge, 1989). Ağır metaller toprak mikro organizmalarının sayısını, çeşitliliğini ve hareketlerini etkilemektedir. Bu metallerin mikro organizmalar üzerindeki zehirliliği toprak ısı, pH'ı, kil mineralleri, organik maddeleri, inorganik anyon ve katyonları ve metallerin kimyasal formları gibi birçok faktöre bağlıdır (Salgare ve Acharekar, 1992).

Ağır metallerin toprağın biyolojik özellikleri üzerindeki etkilerini karşılaştıran çalışmalarda farklılıklar vardır. Bazı araştırmacılar ağır metallerin toprağın biyolojik özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerini kaydederken (Salgare & Acharekar, 1992), diğerleri yüksek ağır metal konsantrasyonları ve bazı toprak (mikro) biyolojik özellikleri arasında bir ilişki olmadığını belirtmiştir (Nannipieri, 1997). Çalışmaların bir kısmı laboratuvar koşullarında yapay olarak kirlenmiş topraklar kullanılarak gerçekleştirilirken, bazıları saha içinde kirlenmiş alanlardan topraklar kullanılarak gerçekleştirilmiş olduğundan bazı tutarsızlıklar ortaya çıkabilir. Bu deneylerde kullanılan toprakların kaynağına bakılmaksızın bu metallerin toprak ekosistemindeki etkilerini tamamiyle anlamak için ağır metallerin toprağın biyolojik özellikleri üzerindeki etkileri daha detaylı bir şekilde araştırılması gerçeği ortadadır. Dahası, metallerin toprağın biyolojik özellikleri üzerindeki etkisini incelerken bir yöntemle odaklanmaktansa birçok çeşitli yöntem (mikrobik canlı kütle, C ve N mineralizasyonu, solunum ve enzimatik aktiviteler gibi yöntemler) kullanılması tavsiye edilir, çünkü farklı yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar daha kapsamlı ve kesin olur.

### **1.6. Ağır Metallerin En Önemli Kaynakları**

Çevredeki ağır metallerin en önemli kaynakları madencilik, ısıl özütleme yöntemleri, çelik ve demir sanayi, kimya sanayi, trafik, tarım gibi, evsel faaliyetler gibi insan kaynaklı faaliyetlerdir (Jantschi vd., 2008, ve Stihi vd., 2006). Kimyasal ve metal bilimsel sanayiler topraktaki ağır metallerin en önemli kaynaklarıdır (Pantelica vd., 2008). Toprakta ağır metallerin bulunması doğal yaşamı ve bitkilerin gelişimini etkileyebilir (Cojcaru vd., 2006). Bu ağır metaller, toprak ekolojisini, tarımsal üretimi ya da ürün kalitesini, yer altı suyunun kalitesini olumsuz etkileyebilir ve sonuç olarak da besin zinciri yoluyla canlı organizmaların sağlığına zarar verecektir. Bu etkiler ağır metallerin biyolojik olarak bulunabilirliği ile yakından ilişkilidir ve bu da ağır metallerin topraktaki metal iyonu türleşmesi ile kontrol edilir. Bu nedenle, toprak çözeltisindeki serbest metal iyonu konsantrasyonlarının belirlenmesi önem kazanmaktadır. Su ortamında ağır metal kirliliği dünya çapında artan artan bir sorundur ve şimdiden endişelendirici bir seviyeye ulaşmıştır. Kanalizasyonun boşaltımı, hastane atıkları ve eğlence etkinlikleri gibi insan kaynaklı faaliyetlerden

ortaya çıkan çeşitli ağır metal kaynakları vardır. Buna karşılık, metaller doğal olarak az miktarda bulunurlar ve kayaların, havadaki tozların, orman yangınlarının ve vejetasyonun sızıntısıyla da su sistemine girebilirler. Ağır metaller çözünmediği için sürekli olarak çöker ve suya karışır, böylece su kütlelerinde ağır metal kirliliğine neden olur. Sudaki ağır metal varlığı çift kabuklu yumuşakçaların bütün büyüme aşamalarında, zooplankton (rotatorlar, kopepodlar ve artemya larvaları) ve bazı kabuklu hayvan ve balık türlerinin larva aşamaları için gerekli ana besin kaynağı oluşturan mikroalg üzerinde oldukça büyük bir etkiye sahip olabilir. Dahası, biyokonsantrasyon ve büyütme, maruz kalma seviyesi düşük olsa bile organizmalarda bu metallerin yüksek zehirliliğine neden olabilir. Bu koşullar altında orta derecede zehirli bir metalin zehirliliği sinerji ile arttırılabilir ve balık nüfusu düşebilir. Ekosistemin dengesinin bozulmasının yanı sıra, bu zehirli metallerin sudaki besin ağında birikimi halk sağlığına yönelik bir tehdittir ve bu nedenle de ekosistem bütünlüğü üzerindeki potansiyel uzun vadeli etkileri göz ardı edilemez.

### **1.7. Ağır Metallerin Sağlığa Zararları**

İnsan faaliyetleri, sanayiler, erozyon ve kentleşmenin sürekli yayılması çeşitli şekillerde toprak kirliliğine neden olabilir. Toprak kirliliği insan sağlığı için zararlıdır çünkü zehirli maddeler ürünlere ve yer altı sularına nüfuz edebilir. Özelliklerine ve yapısına bağlı olarak toprak, zehirli maddeler için tortu tutabilen ve sızdırmayan bir filtre rolü oynar. Avrupa’da toprağı en sık kirletenler ağır metaller ve madeni yağlardır. Sağlığa zararları ya da etkileri olarak düşünüldüğünde “ağır metaller” grubu genelde şunları içerir: Arsenik (As), Kurşun (Pb) Kadmiyum (Cd), Krom (Cr) (sadece Cr (VI) formu zehirli olsa da), Bakır (Cu), Cıva (Hg), Nikel (Ni), Çinko (Zn). Bu elementlerin birçoğı insan sağlığı için gereklidir ve vücuda gıdalarla birlikte ya da uygun, düşük seviyelerde takviye olarak alındığında faydalıdır. Buna karşılık kadmiyum, kurşun ve cıvanın biyolojik bir işlevi bilinmemektedir ve insanlar için zehirlidir. Toprağı kirleten ağır metal kaynakları metal madenciliğı (As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn), döküm işleri (As, Cd, Pb), madencilik, elektrik sanayisi (metallerin bataryalarda, yarıiletkenlerde, devrelerde kullanıldığı yerler), silindirleme (Ni, Cd, Pb, Hg, Se) boya sanayi (Pb, Cr, As, Se, Mo, Cd, Co, Ba, Zn), plastik sanayi (Cd, Zn, Pb, Sn polimer stabilizatörü olarak kullanılan), kimya sanayi (Pb, Ni, Nb, Hg, Pt,

Ru'yu elektrot katalizörü olarak kullanarak) ahşap sanayi (As, Cr ve Cu) gibi insan faaliyetleri olabilir. Mobilya fabrikaları ve ahşap işleme alanlarında bu elementler genellikle toprak ve su kirlenen maddeler olarak tanımlandı (Raymond vd., 2011).

### **1.8. Bitkilerde Ağır Metal Birikimi**

Sanayi üretimi, madencilik, tarım ve ulaşım gibi insan faaliyetleri, yüzey ve yer altı sularına, topraklara ve son olarak da biyosfere yüksek miktarda ağır metalleri serbest bırakır. Kültür bitkilerinde ağır metal birikimi, toprak kökü yoluyla gıda kirliliği ihtimali nedeniyle büyük endişe kaynağıdır. Cd, Pb ve Ni gibi ağır metaller bitkinin gelişmesi için gerekli olmasa da toksik formlarda bitkiye kolayca alınır ve birikirler. Atık sularla sulanan ve ağır metallerle kirlenmiş topraklarda yetiştirilen sebzelerin tüketilmesi insan sağlığı ve doğal hayat için olası bir risk oluşturmaktadır. Toprak çözeltisindeki ağır metal konsantrasyonu bitkilerin bioelverişliliğinin kontrolü bakımından önemli bir rol oynamaktadır. Araştırmaların çoğu ağır metallerle kirlenmiş atık suların sulamada uzun süre kullanılmasının toprakta ağır metallerin izin verilen seviyenin üstüne çıktığını göstermektedir. Sonuç olarak ağır metal içeriğinin artması toprak tipine, bitkinin büyüme evrelerine ve bitki türlerine bağlı olarak bitkilerin ağır metal alınımı da ayrıca arttırmaktadır (Shah vd., 2011).

### **1.9. Su Kirliliği**

Tatlı su kütlelerinin özellikle de nehirlerin kirliliği insan tüketimi ve suda yaşayan canlılar için güvenli sınırlar dahilinde değildir. Bu balıklardaki ağır metal analizi ile ölçülebilir. Kanalizasyon atıklarının büyük bir su kütesine atılması biyolojik oksijen gereksinimini bütün oksijeni ortadan kaldıracak bir seviyeye düşürebilir. Bu da balıklar dahil bütün aerobic türlerinin ölümüne sebep olur. Bunlar böcek ilacı uygulanan tarlalardan çıkan yüzey suyundaki toprak parçacıkları gibi zehirli maddelerin emildiği suya katı maddelerin girdilerinden kaynaklanabilir. Böcek ilaçları tarımda faydalı araçlardır fakat su ekosisteminin giderek kötüleşmesine olan katkısı gözardı edilemez.

## 1.10. Kastamonu İlindeki Katı Atık Toplanması

Kastamonu (Merkez)'daki çöp toplanması 2 kısımda yürütülüyor. Sokakta konteynırlar belediye tarafından toplanıyor. Bu bölgede apartman sakinlerinin çöpleri kapıcı tarafından 20:00 ve 21:00 saatleri arasında toplanıyor. Kapı önüne büyük torbalarda bırakılıyor. Şehrin diğer kesimlerinde çöpler konteynırlardan belirli aralıklarla toplanıyor. İlk çöp toplama yeri Kuzeykent İlçesi. Çöp toplama yöntemleri ile karşılaştırıldığında konteynır sisteminin avantajı çöpleri belirtilen yerden kaldırmasıdır ve bu oldukça ucuzdur. Diğer bir yandan ise kapıdan alma yolu biriktirme gerektirmediği için estetik yönden tercih edilmektedir (Ergun., 2002). Kışları 45, yazları iste 50 kişi atık toplama servislerinde çalışmaktadır. Atıkların toplanması için kullanılan araç sayısı 10'dur. Bunlardan 8'i sıkıştırma aracı, 2 tanesi de süpürme ve yıkama yapan açık araçtır. Araçlar saat sabah 8:00'dan öğlen 12:00'a, öğlenden sonra da 1:30'dan 17:00'a ve akşamları 19:00'dan gece 2:30 – 3:00'a kadar vardiyalı olarak çalışmaktadır (Güler, 1998).

Kastamonu ilindeki sabit konteynır sistemi (SKS) ve hareketli konteynır sistemi (HKS) uygulanmaktadır. SKS'de ile kamyonlar şoför, çöp toplayıcısı ve imha edicisi olarak 3 kişi bulunmaktadır. Kastamonu'nun merkezinde geri dönüşüm kutuları bulunmamaktadır. Ancak Kastamonu Belediyesi doğal kaynakları korumaya ve çevre bilincini arttırmaya kendisini adanmıştır. Kastamonu'nun nüfusu 110.000'in üzerindedir (2016). 2005'teki nüfus 74.000 idi. Yazın (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) toplanan çöp miktarı günde yaklaşık 44 ton, kışın ise (Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat Mart, Nisan) 50 ton idi. Bu durumda ortalama atık miktarı günde kişi başına 0.81 kg idi. Kışın kişi başı üretilen yaklaşık katı atık miktarı ise günlük 0.66 kg idi. Kış boyunca ısınma için kullanıldığından daha az çöp toplanmaktadır.

Katı atık çöp sahası şehir merkezine 6 km uzaklıkta ve bir aktarma istasyonu gereklidir ancak böyle bir istasyon bulunmamaktadır. Bu yüzden konteynırlara toplanan çöpler doğrudan dışarı dökülür. Ana caddedeki poşetler saat 21:00'da sahile götürülür. Bundan sonra yıkım sahasına taşınırlar. Yıkım sahalarından biri Kuzeykent bölgesi yakınındadır (Kuzeykent merkezinden 2 km uzaklıkta). Burası tüm çöplerin taşındığı ve boşaltıldığı bölümün ilk alanıdır. Zaman zaman, özellikle

yaz aylarında çöp sahasında alevlere ve dumanlara yol açan bazı yangınlar görülebilir.

Burada sunulan çalışmanın temel amacı, çöp dökme sahasını ve burda bulunan toprakların ağır metal konsantrasyonları içeriğini ve yakma faaliyetlerinin etkilerini incelemektir. Kastamonu'da bulunan çöp dökme sahasında üç yön (doğu,kuzey ve güney) ve beş konum (merkez, 100 m, 200m, 300m, 4000m ve 2km) çevresinden seçilmiştir. Her örnekleme alanından 0-5cm, 5-10 cm, 10-15cm ve 15-20 cm toprak derinliklerinden 2 toprak çukuru açılarak toprak örnekleri rastgele alınmıştır. Her çukurdan iki silindir örneği alınmış ve temsili hacim ağırlığı elde etme için ortalaması kullanılmıştır. Toprak örnekleri toprak pH'ı, toprak tekstürü, hacim ağırlığı, bazı toprak elementlerinin konsantrasyonları (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) bakımından analiz edilmiştir.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Ağır Metaller Tarafından Toprak Kirliliği

Toprak kirliliği, toprakta belirli bir seviyenin üstünde kirleticilerin oluşumudur ve bir veya daha fazla toprak fonksiyonunun bozulmasına veya kaybolmasına neden olabilir. Toprak kirleticilerinin en önemli tiplerinden biri de ağır metallerdir (Mirsal, 2008). ‘Ağır metaller’, metaller ve yarı metallerin oluşturduğu belirli özelliklere sahip bir grup ismidir. Terim için mükemmel ve tam olarak net bir sınıflandırma olmamasına rağmen, bir metal, beş kat daha fazla su veya daha fazla birim hacimde bir kütleyle sahipse, genellikle 'ağır metal' olarak kabul edilir (Duffus, 2002). Yaygın olarak kabul edilen özgül ağırlık derecesinden başka, bağlı atom kütleyle, atom numarasına, kimyasal özelliklere ve toksisiteye dayanan birçok başka tanımı vardır.

Bu çalışma kapsamında, ağır metaller aşağıdaki özelliklere sahip maddeler olarak kabul edilir:

- Ortak metal ve ya metalloid özelliklere sahip olma
- Atom formunda yüksek yoğunluğa sahip olma
- Yoğunlukla antropojenik kaynaklardan yayılan, ancak çevrede de doğal olarak bulunan
- Çevresinde hem element hem de madde formlarında bulunan
- Belirli seviyelerin üzerinde biyolojik olarak toksik özelliklere sahip olmak

Toprakta bulunan ağır metaller doğal kaynaklardan (ana kaya mineralojisinden kaynaklanan konsantrasyonlar) ya da antropolojik kaynaklardan dolayı olabilir. Topraktaki ağır metallerin doğal konsantrasyonları öncelikle toprağın türetildiği ana materyalin türüne ve kimyasına bağlıdır. Fakat, antropojenik girdiler, doğal kaynaklardan yüksek konsantrasyonlara neden olabilir. Nispeten düşük

konsantrasyonlarda genellikle doğal formlar mevcut olmakla birlikte, son yıllarda atıkların boşaltılması, ergitme atıkları, atık yakımı, araç egzozları, gübreler, tarımsal atıklar ve kanalizasyon çamurları gibi antropojenik kaynaklar çevresel metal konsantrasyonlarının artışına katkıda bulunmuştur (Granero ve Domingo, 2002). Toprakta bulunan ağır metal konsantrasyonları belirli sınırları aşmamalıdır. İzin verilen maksimum konsantrasyonlar insan ve ekolojik sağlıkları korumak için kabul edilebilir sınırları belirler.

## 2.2. Ağır Metallerin Akıbeti ve Taşınması

Metaller toprağa verildiğinde aşağıdaki formlardan bir veya daha fazla şekilde dağıtılabilmektedirler (Sharma ve Reddy, 2004) :

- Toprak çözeltisinde çözülmüş (gözenek suyu)
- Değişim yerlerinde inorganik toprak bileşenlerinde açığa çıkmış
- İnorganik toprak bileşenleri tarafından absorbe edilmiş
- Çözünmeyen toprak organik maddeleriyle bağlantılı
- Saf ve ya karışık katılar olarak çökelti
- Minerallerin yapılarında bulunan

Ağır metaller büyük bir süreç olan yüzeye tutunum mekanizmalarıyla toprağa birikir (Bradl, 2004). Metal emilimi zemin özellikleri ile yakından ilişkilidir (Philips, 1999). Ağır metal adsorpsiyonunu kontrol eden en önemli parametreler ve toprak ile su arasındaki dağılımı, toprak tipi, metal tayini, metal konsantrasyonu, toprak pH, katı / çözelti kütle oranı ve temas süresi'dir.

Arsenik (As), topraklarda +3 veya +5 oksidasyon durumlarında genellikle devam eden metalik gri redoks aktif bir elementtir. Arsenik, 0.1 ila 40 mg.kg-1 arasında değişen doğal arka plan konsantrasyonlarında topraktaki her yerde bulunur

(Rodriguez vd., 1999). Bununla birlikte, arnesik çevrede oksijen, klor ve sülfür ile birlikte bulunur. Arseniğin bu elementlerle birlikte olmasına inorganik arsenik denir. Arseniğin karbon ve hidrojenle birlikte olmasına organik arsenik denir (ATSDR, 2007).

Bakır (Cu) katılar ve çözeltilerde iki değerlikli bir katyon halinde oluşan kırmızımsı bir metaldir. Bununla birlikte, indirgeme koşulları altında Cu +2'nin (bakır) Cu +3'e (kuprik) ve CuO'ya (metalik bakırdan) indirilmesi mümkündür. Azaltılmış topraklarda bakırın taşınabilirliği çok düşüktür. Toprakların koloidal malzemelerinin (Mn, Al ve Fe oksitleri, silikat killeri, humus) çoğunun Cu +2'yi güçlü bir şekilde emer ve giderek pH yükselir.

Krom (Cr), topraklarda olası iki oksidasyon durumunda bulunur; Üç değerli krom, Cr (III) ve altı değerlikli krom, Cr (VI). Cr, diğer metallere farklı kimyasal özelliklere sahiptir. Ortamda iki iyonik formda bulunur; Diğer metal iyonlarının çoğundan farklı olarak negatif yüklü olan kromat ( $CrO_4^{-2}$ ) ve dikromat ( $Cr_2O_7^{-2}$ ) içerir. Bu benzersiz fark, özellikle emilim ve kimyasal kompleksleşme kromatlar ve kil parçacıkları arasındaki itici güçleri nedeniyle nadirdir negatif yüklü toprak mineralleri, killer gibi etkiler (Güney, 2006).

Kadmiyum (Cd), kil mineralleri, karbonatlar ve ya demir ve manganezin sulu oksitleri tarafından emilebilir ve ya kadmiyum karbonat, hidroksit ve fosfat olarak çöktürülebilir. Cd çözünürlüğü yüksektir ve toprak kolloidleri, sulu oksitler ve organik madde ile Cd'nin az miktarda emilimi gerçekleşir. 6'dan büyük pH değerlerinde, Cd toprağın katı fazıyla emilir veya çökeltir. Cd, özellikle Cl ile inorganik ve organik ligandlar ile çözünür kompleksler oluşturur. Bu komplekslerin oluşması, topraklarda Cd hareketliliğini artıracaktır (Güney, 2006).

Çinko (Zn), kil mineralleri, karbonatlar veya sulu oksitler tarafından kolaylıkla emilen mavimsi beyaz parlak metaldir. Çinko, ortamda esas olarak +2 oksidasyon durumunda oluşur. Kirlenmiş topraklarda ve tortulardaki toplam Zn'nin en büyük yüzdesi Fe ve Mn oksitleriyle ilişkilidir. Çöktürme, Zn bileşiklerinin nispeten yüksek çözünürlüğü nedeniyle topraklarda Zn için önemli bir mekanizma değildir. Genel olarak, Zn emilimi pH ile birlikte artar. Asidik çöktürmelerde ve topraklarda, alkali

topraklarda iyonik formda daha çok çinko bulunur, çinko kimyası organik ligandlarla etkileşime girer.

Kurşun (Pb), çok sayıda toprak malzemesi için yüksek afiniteye sahip olan redoks kararlı iki değerlikli bir katyondur. Ortamda Pb'nin göçü esas olarak orijinal Pb içeren katıların ve bunların hava koşullarına dayanıklı ürünlerindeki çözünürlüğüne bağlıdır (Hettiaratchchi, 2004). Çözünür formdaki kurşun killer, fosfatlar, sülfatlar, karbonatlar, hidroksitler ile reaksiyona girer. 6'nın üzerindeki pH değerlerinde, Pb ya kil yüzeylerinde emilir ya da kurşun karbonat oluşturur. Topraklardaki karbonat içeriği, Pb davranışını kontrol etmede önemli bir rol oynamaktadır.

Nikel (Ni) saf olduğunda sert, gümüş beyaz bir metaldir. +2 oksidasyon durumu, toprak ortamlarında nikelin tek dengeli halidir. Kirlenmemiş topraklarda çözünmez çökelti oluşturmaz ve Ni için tutma, sözü edilen diğer metallere tamamen farklı olan emilim mekanizmaları içindir. Nikel, killer, demir ve mangan oksitler ve organik maddeler tarafından adsorbe edilebilir. Hem inorganik hem de organik ligandlarla Ni komplekslerinin oluşması, topraklarda Ni hareketliliğini artıracaktır (Güney, 2006).

### **2.3. Topraktaki Ağır Metallerin Sağlıkla İlişkili Etkileri**

Arsenik çevrede doğal olarak bulunur. Çocuklar genelde toprakta oynar ve ellerini ağızlarına götürür ve bazen de kasıtlı olarak toprak yer. Kirlenmiş toprakların çocuklar tarafından yenmesi çocukların arseniğe maruz kalmasının önemli sebeplerinden biri olabilir. Böylece, elini ağzına götürme etkinliği yüzünden maruz kalma konusunda daha büyük bir risk içindedirler. İnorganik arsenik eski çağlardan beri bir insan zehiri olarak tanımlanır, yüksek oral dozları ölümlerle sonuçlanabilir (ATSDR, 2007). Düşük seviyede inorganik arsenik yutmak, karın ağrısı, mide bulantısı, bulantı, kusma ve ishal gibi semptomlarla birlikte midede ve bağırsakta tahrişe neden olabilir. İnorganik arsenik yutmadan kaynaklanan diğer etkiler, yorulmaya, anormal kalp ritmine, morarma sonucu kan damarı hasarına ve sinir işlevinin bozulmasına neden olan el ve ayaklarda "iğneler ve iğneler" hissi yaratan kırmızı ve beyaz kan hücrelerinin üretiminin azalmasını içerir (ATSDR, 2007). Arsenik yutma ayrıca karaciğer, mesane ve akciğer kanseri riskini artırdığı bildirildi. Yüksek konsantrasyonlarda inorganik arsenik bileşiklerle direkt cilt teması,

kızarıklık ve şişme ile deride tahrişe neden olur (ATSDR, 2007). Çocuklarda inorganik arseniğe uzun süre maruz kalmanın düşük IQ skoru ile sonuçlanabileceğini ve erken yaşta arsenik maruziyetinin genç erişkinlerde ölüm oranını artırabileceğini gösteren bazı kanıtlar da bulunmaktadır. İnsanlarda organik arsenik bileşiklerinin etkileri hakkında hemen hemen hiçbir bilgi mevcut değildir (ATSDR, 2007).

Bakır çevrede yaygın olarak bulunur. Toprak genellikle bakır ve pirinç üretim tesislerinin yanında 17.000 ppm'ye yakın konsantrasyonlar bulunmasına rağmen, genellikle 2 ila 250 ppm bakır içerir (ATSDR, 2004). Bakır, sağlık için önemlidir. Fakat, fazla dozlara maruz kalınması tehlikelidir. Bakır tozuna uzun süre maruz kalmak burun, ağız ve gözleri tahriş edebilir, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı ve ishale neden olabilir. Kasıtlı olarak bakır alımı, karaciğer ve böbrek hasarına ve hatta ölüme neden olabilir. Bakırın insanlarda kansere neden olup olamayacağını bilmiyoruz. Yüksek seviyelerde bakıra maruz kalmak çocuklarda ve yetişkinlerde aynı tür etkilere sonuç açacaktır. Bu etkilerin çocuklar ve yetişkinlerde aynı dozlarda olup olmadığı bilinmemektedir (ATSDR, 2004).

İnsanlar, krom içeren, toprağı yutarak ve bunun içerdiği havayı veya içme suyunu, suda banyo yaparak ve krom içeren gıdaları kullanarak kroma maruz kalabilirler. Krom (VI) bileşikleri, krom (III) bileşiklerinden daha toksiktir. Kroma maruz kalan insanlarda en sık görülen sağlık sorunu solunum yollarını ilgilendirmektedir. Bu sağlık etkileri arasında burun astarının tahrişi, burun akışı ve solunum sorunları (astım, öksürük, nefes darlığı, hırıltılı solunum) bulunur. İnsanlar aynı zamanda nefes darlığı ve deri döküntülerine neden olan krom bileşiklerine karşı alerji geliştirdiler. Sperm hasarı ve erkek üreme sistemindeki hasar, krom (VI) 'e maruz bırakılan laboratuvar hayvanlarında da görülmüştür (ATSDR, 2008). Çocukların maruz kaldığı kromun etkileri üzerine yapılmış hiçbir çalışma yoktur. Çocukların da yetişkinlerle aynı sağlık etkilerini göstermesi olağandır. Çocukların yetişkinlerden daha fazla krom etkisine duyarlı olup olmadıkları bilinmemektedir (ATSDR, 2008).

Kadmiyum böbrek hastalığına, midede tahrişe, kusmaya, ishale ve ölüme neden olabilir. Kadmiyumun daha düşük seviyelerine uzun süre maruz kalınması da kemiklerin kırılmasına ve kolayca kopmasına neden olabilir. Zehirli

kadmiyum düzeylerine maruz kalındığında çocuklarda görülen sağlık etkilerinin, yetişkinlerde görülen etkilere (böbrek ve bağırsak hasarının maruz kalma yoluna bağlı olarak) benzer olması beklenmektedir (ATSDR, 2008). EPA, kadmiyumu muhtemel bir insan kanserojeni (kansere neden olan madde) olarak görür ve bunu B1 Grubu kanserojen olarak sınıflandırmıştır. Birkaç mesleki çalışma, insanlarda solunan kadmiyuma maruz kalma nedeniyle aşırı akciğer kanseri riski taşıdığını bildirmiştir (USEPA, 2000). Bununla birlikte, kanıtlar, karıştırıcı faktörlerden dolayı kesin olmaktan ziyade sınırlıdır. Alınan kadmiyum maruziyetinden dolayı Cd kanseri gelişimiyle ilgili hiçbir bilgi yoktur.

Çinko vücut tarafından küçük miktarlarda ihtiyaç duyulan ana bir elementtir. Günlük diyetle alınan çinko miktarı 5.2 ila 16.2 miligram arasında değişmektedir. Besin, su veya diyet takviyeleri yoluyla vücuda çok fazla çinko almak sağlığı da etkileyebilir. Olumsuz sağlık etkileri yaratan çinko seviyeleri, erkekler için 11 mg.d-1 ve kadınlar için 8 mg.d-1 olan çinko için Önerilen Diyet Ödeneklerinden (RDA'lar) çok daha yüksektir. Çinkonun yüksek dozları (RDA'dan 10-15 kat daha yüksek) kısa süre bile olsa ağız yoluyla alınırsa, mide krampları, mide bulantısı ve kusma meydana gelebilir. Birkaç ay boyunca çinkonun yüksek seviyelerde alınması anemiye neden olabilir, pankreasa zarar verebilir ve HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) kolesterol düzeylerini düşürebilir. Çok az çinko tüketmek sağlık problemleri açısından en azından çok fazla çinko tüketmek kadar önemlidir. Diyetle yeterince çinko bulunmaması durumunda, insanlar iştah kaybı, tat ve koku duyularında azalma, yaraların yavaş iyileşmesi ve cilt yaraları hissedebilir (ATSDR, 2005). Diyetle çok az çinko da yetersiz cinsiyet organlarına neden olabilir ve genç erkeklerde büyümeyi geciktirir. Eğer hamile kadınlar yeterli miktarda çinko almazsa, bebeklerinde doğum kusurları olabilir. Çinko uygun büyüme çocuk gelişimi için esastır. Hamilelik sırasında yeterli miktarda çinko almayan anneler çinko düzeyleri yeterli annelere göre daha sık doğum kusurlarına sahipti ve daha küçük çocuklar (düşük doğum ağırlığına sahip) doğurdular. Diyetle yeterince çinko almayan çok küçük çocuklar hem uzunlukta hem de vücut ağırlığında yeteri kadar çinko yiyen çocuklardan daha küçüktü. Çok fazla çinko yiyen çocukların yüksek miktarda çinko sindirmiş yetişkinlere oranla tepkisinin farklı olup olmayacağı hakkında çok az şey bilinmektedir (ATSDR, 2005).

Kurşun, özellikle yollarda, eski evlerde, eski bahçelerde, maden sahalarında, sanayi sitelerinde, santrallerin yakınında, yakma tesislerinde, depolama alanlarında ve tehlikeli atık alanlarında bulunur. Her gün kurşun içeren toz ve kir cilde temas eder. Kurşun zehirliliğinin ana hedefi hem yetişkinlerde hem de çocuklarda sinir sistemidir. Kurşuna maruz kalma, parmaklarda, bileklerde veya ayak bileğinde zayıflamaya neden olabilir. Ek olarak kurşuna maruz kalmak özellikle orta yaşlı ve yaşlı insanlarda, kan basıncında küçük çaplı artışlara neden olur. Kurşuna maruz kalma aynı zamanda anemi, beyin ve böbrek hasarlarına, düşüklere, düşük sperm üretimine ve ölüm riskine neden olabilir (ATSDR, 2007). Çocuklar kurşun zehirlenmesine karşı yetişkinlerden daha savunmasızdır. Bebekler ve çocuklar toprakta, tozda ve kumda oynarken kurşun yutabilirler. Kurşun, çocuğun ne kadar kurşun yuttuğuna bağlı olarak farklı şekillerde çocukları etkiler. Yüksek miktarda kurşun yutan bir çocuk anemi, böbrek hasarı, kolik, kas güçsüzlüğü ve beyin hasarına neden olabilir ve sonuç olarak çocuğu öldürebilir (ATSDR, 2007).

Nikel normalde çevrede çok düşük seviyelerde bulunur. Toprağın cilde teması, maruz kalma ile sonuçlanabilir İnsanlarda nikelin en sık görülen zararlı sağlık etkisi, alerjik bir reaksiyondur. Nüfusun yaklaşık %10-20'si nikel duyarlıdır (ATSDR, 2005). En yaygın reaksiyon deri döküntüsüdür. Bazı hassas kişilerde dermatiti (deri döküntüsü türü) gelişebilir. Örneğin, el egzaması (başka bir deri döküntüsü türü), nikel karşı hassas kişiler arasında oldukça yaygındır. Nikele maruz kalınca görülen en ciddi zararlı sağlık etkileri Kronik bronşit, akciğer fonksiyonlarında azalma, akciğer kanseri ve burun sinüsüdür. Nikele maruz kalan çocuklarda görülen sağlık etkilerinin, yetişkinlerde görülen etkilere benzer olması muhtemeldir. Çocukların nikel duyarlılığında yetişkinlerden farklı olup olmadıkları bilinmemektedir (ATSDR, 2005).

Kuzey Kıbrıs'ta Lefke'de toprakta birçok başka faaliyette ağır metal kirliliği ve deniz suyu kıyısında yüzey etkisi incelenmiştir. Lefke demir bakır madenciliği ve eritme faaliyetleri gerçekleştirildi (Rising, 2002). Madencilik faaliyetleri 1900 yılında başladı ve 1970'lerin başında sona erdi. Kıbrıs'ta 1930 ve 1980'lerde 25 yıl içinde tonlarca el değmemiş demir sülfat minarelleri bulunuyordu (Constantinou, 1994). Akdeniz sahillerinde sıkıştırma, ergitme işlemleri ve

madencilik faaliyetleri 50 Lefke-Gemikonağı yakınlarındaki bölgede 100 m-Xeros olarak uygulanmaktadır. 1974'den beri yaklaşık 2.5 milyon ton bulunuyordu (Ellis, 1999). Yağmurdaki ağır metaller denize ani bir harekettir ve deniz suyunun değiştiği renk oluşur (Rising vd., 1998). Örnekleme alanından 50 toprak örneğinde 0-15cm derinlikte örnekleme yapılmıştır. Ortalama pH 4.7, organik madde içeriği (%) 2.7, toprakta kation kapasitesini 10 meq / 100 g değiştirebilir. Tane boyu analizi yapılmış, toprağın genel olarak tozlu ve kumlu olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde yüksek Cu konsantrasyonunu Fe izlemiştir. Cu dışındaki tüm metal konsantrasyonları Türkiye Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kirlilik ve ekstrem kirlilik seviyelerine göre düşüktür (TSPCR, 2000). Bazı değerler As, Cd, Pb ve Zn için kirlilik limitini, bazı örnekler ise As ve Cu için ekstrem kirlilik limitini aşmıştır (Yükselen, 2002).

Güney İtalya'daki bir başka sanayi bölgesi, Porto Marghera'dan 2-40'a kadar aynı kaynak atmosferi kirleten (As, Cd, Cr, Hg, Ni ve Pb) metal konsantrasyon alanından toplanan toprak örnekleri karşılaştırılmıştır (Scazzola, vd., 2004). 0-15 cm alınan 42-34 kaynak numunesi aralığında Sektördeki artış, Mart ayında şehir merkezinde 5, tarım arazisinde 3 olmuştur. Toprağın tane boyu analizi, org. madde, kation değişimi kapasitesi, pH ve karbonat tayinleri İtalya tarımının Bakanlar yöntemi alt sınıflarına göre yapılmıştır (Dell'interno Medal of Dele Riorse Agricole, 1994). Eser elementler analiz örnekleri (As, Cd, Cr, Pb, Zn,) yapılmıştır. Şehrin yüksek değeri olan As, Cd, Pb, değeri düşük, Cr ve Ni değeri ise yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak Cd ve Pb konsantrasyonunun, Portha Marghera'dan uzaklaştıkça azalmakta olduğu, endüstri alanına yakın yerlerde ise tarla toprağı ve ekilmemiş toprak arasında fark olmadığı görülmüştür. As, Cr ve Ni'in ise mesafeye bağlı bir eğilim göstermediği, ekili ve ekilmemiş toprak arasında önemli farklar olmadığı görülmüştür (Scazzola, vd., 2004).

İspanya-Seville'deki başka bir çalışmada, açık yeşil alanlar ve daha pek çok aktivite parkı, kirlilik, ağır metal dağılımı ve analiz edilen örnekleme sonuçları var. Toprak örnekleri (toplam 31 adet) 0-10 cm ve 10-20 cm toprak derinliğinden yapılmıştır. Tekstür analizi, pH kimyasal analiz, CaCO<sub>3</sub> analizi, P ve K analizi ve ağır metal analizi yapılmıştır. Seville'de Cu, Pb ve Zn değerleri önemli metal kirliliği



oluşturuyor. Seville’de ki Cu, Pb ve Zn değerleri açısından önemli metal kirliliği gözlenmiştir. Seviyeler genelde yüksek olmasa da, tarihi yerlere yakın alanlarda kurumsal, dinlenme ve ikametgah yerleri için maksimum kabul edilebilir limitin üzerinde olduğu, tarihi yerler endüstri alanına yakın olmadığından artan kirliliğin kaynağının endüstriden kaynaklanmadığı metallerin asıl kaynağının trafik olduğu anlaşılmıştır. Doğu ve Kuzey Doğu yönünde düşük metal içeriği görülmüştür. Bu sonuçlarda günde 100.000 aracın geçtiği modern yollar, yolların yaşı ve son 5 yılda ki kursunsuz benzin kullanımı da etkili olmuştur (Madrid vd., 2002).

Botswana'nın başkenti Gaborone'da toprak kirliliği. Gaborone, Afrika'nın en hızlı gelişen nüfusu, ekonomisi ve sanayi alanındaki büyümesi olan şehri ve son zamanlarda ekonomik kargaşa yaşıyor. 30 yıl içinde küçük bir kasabadan uluslar arası bir şehir haline geldi (Land & Housing, 1993). Şehrindeki bu banliyo bölgesi adayların tespiti ve başvuru sahibinin mevcut kaynaklarının değerlendirilmesi ve toprak kirliliğin kazandırılması gibi diğer birçok faaliyette neden olmuştur (Zhai vd., 2003). Gaborone’da Temmuz ayından Eylül ayına kadar 0-20 cm derinliklerinden 400’den fazla toprak örneği toplandı. Gaborone'daki kırsal topraklardaki sonuçlar, ağır metal konsantrasyonu, şehirleşme ve gelişmekte olan ülkelerde Endüstri işlerine etkisiyle gösterildi. Toprak, Co, Cr, Cu, Ni ve ara Zn Kirliliğinin düşük seviyelerde bulunduğu şehir konut alanları bulunmuştur. Pb konsantrasyonu orta seviyelerde görülürken kaynak trafiğinin yoğunlaştığı, ancak kentin merkezine göre daha düşük seviyede olduğu görülüyor. Sanayi Co, Cu ve Zn noktası kirliliğinin toprağı ve Gaborone sanayi bölgesine giren veriler, Lahn Nehri'nde Pb kirliliğinin bulunduğu tespit edildi. Çalışma sonuçlarını, kirliliğin daha düşük seviyelerde olduğu düşünülen ülkeler ile karşılaştırdılar (Germany), Nanjing (China), Danang-Hoian (Viet Nam), Kpogame Hahotoe (Togo), (Martinvd., 1997). Gaborone Ari'deki metal nedeniyle metal kirliliğine neden olan madencilik endüstrisi, depolama, montaj ve onarım faaliyetleri endüstride yer alan katılımcıların biçiminde olmasını açıkladı (Zhai vd., 2003).

Güney İtalya'da Palermo kentinde toprak kirliliğinin tek sahibi olan dağılımın metal incelemesi, potansiyel kirlilik kaynaklarını tespit etmek için doğal ya da insan kaybindan sonra alınan etkilerden ayırt edilebilir. Yeşil

alanlar ve parklardan 0-10 cm derinlikte 70 toprak örneği toplanmış ve toprak örneğinde Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, V ve Zn konsantrasyonu ölçülmüştür. Organik toprak örneklerinde madde miktarı, kireci belirleme, pH, kation değişim kapasitesi analizi, mineraloji kapsamı, ağır metal analizleri ve büyük ögeler alt sınıfları oluşturuyor. Org. Madde miktarı ortalama% 6, pH değeri 4.5-8.2, genel olarak alkalın Andrea Mantegna arasında, kation değişim kapasitesi, ortalama 26 meq / 100 g, CaCO<sub>3</sub> değeri ortalama toplam% 32 (Mantle & Wilckle, 1998).

Japonya'nın Kyoto şehrinde yapılan birçok etkinlik; toprak kirliliğinin izlenmesi, öncelikle eser elementlerin oluşumunda XRF oluştuğunda hedefin kontrol edilmemesi pahasına uygulanabilir. Sıradan bitkilerin yanı sıra kirli toprağın bir göstergesi olarak izlenmesi ve iyileştirilmesi veya aletlerin teknik olarak mümkün olabileceğini de tartıştı. Imadegawa ve Marutamachi caddeleri ve spor salonu yakın yerlerdeki toprak örnekleri, 5 cm rastgele derinlikten yoğunlaşıyor. XRF numunelerindeki metal konsantrasyonlarının tümü, toprağın XRF yöntemini özetleyen bu sonuçlar ile numaralandırılmıştır ve tespit edilmiştir. Kyoto'yu metal cadde boyunca toplanan hızlı örneklerini öncelikli olarak algılama sırasında meydana getiren metal kentte izlemek için kullanışlı bir yöntemdir. Şehirler otlaklardaki merkezde daha yüksektir. Bazı metaller ve elementler arasında başta konsantrasyon artışı meydana gelirken negatif katmanlaşma olduğu gösterilmiştir. Doğu cadde ve sokaktan toplanan örnekler ilk örnekler Cu ve Zn konsantrasyonlarında artış göstermiştir. Sokakta batıdan doğuya doğru diğer katmanlar toplandı ve Cu, Pb ve Zn batıdan doğuya doğru azaltıldı (Katahira vd., 2000).

Kanada-Sudbury benzer kirliliği çalışıyor. Sudbury dünyanın nikel barındıran en geniş havzasıdır. Fabrika alanında gerçekleştirilen faaliyetlerle şu an madencilik ve ergitme faaliyeti gerçekleştirildi. Erimiş alanın yakınında bulunan Sudbury'de yapılan kazıda Cd bulundu. Kazı hedefi belirlemek ve ölçmek için üst toprak Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn'nin kimyasal ve metal formatlarını sordu. Sudbury'den 3 seyreltici (rüzgar yönü Doğu ve Güney Doğu) bakır kesidi (CCF), Falconbridge (FBR) ve Coriston (CON) 20 toprak örneği toplandı. Eriticilee mesafesi 0.3-3.9 cm arasında değişerek 0-20 cm arasında değişen örnek sonuçları Cu ve Ni ana metal

kirleticilerinin geniş topraklarda arandığını gösterdi. Numunelerin çoğu Cd, Cr, Fe, Mn, Pb, Zn ve artık mineral kısımda (% 50'nin üzerinde) analiz edilmiştir. Cu'nun tüm örnekleri aynı dağılımı gösterir, Ni tekrar hareket edebilir ve artış eğilimine göre değişebilir (Adamo & Dudka, 2002).

Bir diğer örnek, Türkiye'nin 1960 yılından bu yana Seyit Ömer fabrikasının% 4.8'ini karşılayan birçok faaliyette Türkiye'nin enerjisidir bu alanda Amerikan uçucu külü toplanmıştır. Fosil Yakıt, endüstrinin kullanımından doğan, bölgedeki çevre kirliliğinin ana kaynağıdır. Katı atık; kömür alt kül ve cüruf ile taş ocaklarından çıkarılan uçucu kül. Kömür yakma sırasındaki kül eser elementleri ve taşınacak olan adsorpsiyon atıkları eğilimi gösterirler (Klein vd., 1975). Bu sebeple potansiyel tehlike arz ettikleri için normal uçucu kül gibi toplanamazlar. Bu Kütahya'nın 27 km'lik kısmında yer alan Seyit Ömer kömürü, Ocak ayı başlarında kül, toprak ve su numuneleri topluluğundan toplanan birçok faaliyette bulundu.

Cynic Vadisi ve nehir kenarı 2 cm derinlikten 9 toprak örneği toplandı. Ağır metal analizi yapıldı. Sonuçlar Doğu Avrupa ve dünyanın izin verilen maksimum konsantrasyonlarla verilebileceğini karşılaştırdı. Orta ve Cd ve Zn konsantrasyonlarında Co ve Cr yüksek seviyesinin, Cu ve Pb konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırın altında olduğu gösterilmiştir (Gc vd., 2001).

Başka bir çalışma, son 10 yılda Çin'den birçok şehirde yoğun metal kirliliği ile ilgili birçok araştırmayı inceliyor. Bu çalışmada, kentsel topraklarda, şehir içi yol tozlarında ve tarım topraklarında ağır metal konsantrasyonları, kaynakları, kirlilik seviyeleri, numune toplama ve analitik araçları geniş bir biçimde karşılaştırılmış ve tartışılmıştır. Sonuçlar, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, As, Hg ve Cd konsantrasyonlarının hemen hemen tümünün Çin'deki toprak zemin değerlerinden daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Şehirler arasında, ağır metal kirliliği seviyeleri geniş kapsamda oldukça değişmektedir. Jeokümülyasyon endeksi, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn ve Cd kirlenmesinin kentlerin kentsel topraklarında ve şehir içi yol tozlarında yaygın olduğunu göstermektedir. Genellikle, Cu, Pb, Zn ve Cd'nin kirlilik seviyeleri Ni ve Cr'den daha yüksektir. Tarımsal topraklarda ayrıca antropojenik faaliyetlerden türeyen Cd, Hg ve Pb'den önemli derecede etkilenmektedir. Entegre kirlilik endeksi

(IPI), gelişmiş şehirlerin ve endüstriyel şehirlerin kentsel topraklarında ve şehir içi yol tozlarında ağır metallerin daha yüksek kirlilik düzeylerine sahip olduğunu göstermektedir. Şangay, Hangzhou, Guangzhou ve Hongkong'daki kentsel topraklarda ve şehir içi yol tozlarında ağır metallerin IPI'lerinin karşılaştırılması, kent yol tozlarındaki metallerin kirlilik düzeylerinin şehirlerdeki kentsel topraklardaki kirlilik seviyelerinden daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Dahası, kentsel topraklarda, şehir içi yol tozlarında ve tarım topraklarında metallerin ana kaynakları da farklıdır.

Çin'in tüm şehirlerinde, kentsel topraklarda Cr, Cu, Pb, Zn, Ni ve Cd konsantrasyonları sırasıyla 78.43, 115.07, 1350.51, 266.40, 99.48 ve 1.58 mg / kg'dır. Metallerin konsantrasyon aralıklarının 23.1-194.7, 23.3-1226.3, 28.6-25380.55, 65.6-1964.12, 27.8-910.3 ve 0.15-8.59 mg / kg olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, tüm şehirlerdeki kentsel topraklarda Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonlarının geçmiş değerlerini önemli ölçüde aştığı açıktır. Tüm diğer metaller önceki değerlerinin üzerindedir. Shenyang, Baoji ve Jinchang'daki kentsel topraklarda Cr, Cu, Pb, Zn ve Ni konsantrasyonları PTE-MPC'den çok daha yüksektir. Metallerin en yüksek konsantrasyonları da bu üç şehirde bulunur. Bu, çoğunlukla Shenyang, Baoji ve Jinchang'daki sanayi bölgelerinden toplanan kentsel toprak numunelerine atfedilebilir. Şehirlerdeki Cd konsantrasyonları, Taicang ve Pekin hariç, PTE-MPC'den daha yüksektir.

Çin'deki tüm şehirlerin kentsel yol tozlarında Cr (109.16), Cu (149.62), Pb (238.66), Zn (655.94), Ni (56.75) ve Cd (2.03) mg / kg ortalama konsantrasyonları, Çin topraklarındaki geçmiş değerlerinden oldukça yüksektir. Metallerin konsantrasyon aralıklarının 51.29-167.28, 94.98-196.8, 53.33-408.4, 294.47-1450, 23-86.26 ve 1.17-3.77 mg / kg olduğu gözlenmiştir. Cu, Zn, Ni ve Cd'nin ortalama konsantrasyonları PTE-MPC değerlerinden daha yüksektir. Benzer şekilde, her bir şehrin kentsel yol tozundaki metal konsantrasyonları Hangzhou ve Urumçi'deki Cr ve Guangzhou ve Hangzhou'daki Ni hariç, önceki değerlerinden daha yüksektir. Dahası, her bir şehirde Cu, Zn ve Cd konsantrasyonları, Xian ve Urumçi kent yol tozlarındaki Cu konsantrasyonları hariç, PTE-MPC'sini aşmaktadır. Fakat, tüm şehirlerin yol tozlarındaki Cr konsantrasyonları PTE-MPC'den düşüktür. Cu, Zn ve

Ni'nin en yüksek konsantrasyonları Şanghai'da bulunurken, Cr, Pb ve Cd'nin en yüksek konsantrasyonları sırasıyla Xi'an, Baoji ve Hong Kong'da bulunur. Zirai topraklarda ağır metal konsantrasyonları.

12 ilin tarım topraklarında ortalama Cu (31.71), Pb (37.55), Zn (117.72), Ni (27.53), Cd (0.43) ve Hg (0.24) mg / kg konsantrasyonları, , Cr (58.87) ve As (10.18) mg / kg'lık ortalama konsantrasyonlar önceki değerlerinden düşüktür. Çoğu kentte, tarım topraklarında Cr, Cu, Pb, Zn, Ni, Cd, Hg ve As konsantrasyonları önceki değerlerinden daha yüksektir. Bununla birlikte, tüm şehirlerin zirai topraklarındaki metal konsantrasyonları, Xuzhou ve Chengdu'daki Cd konsantrasyonları ve Guangzhou ve Chengdu'daki Hg konsantrasyonları hariç, PTE-MPC'sinden daha düşüktür.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Örnekleme Alanlarının Tanımı

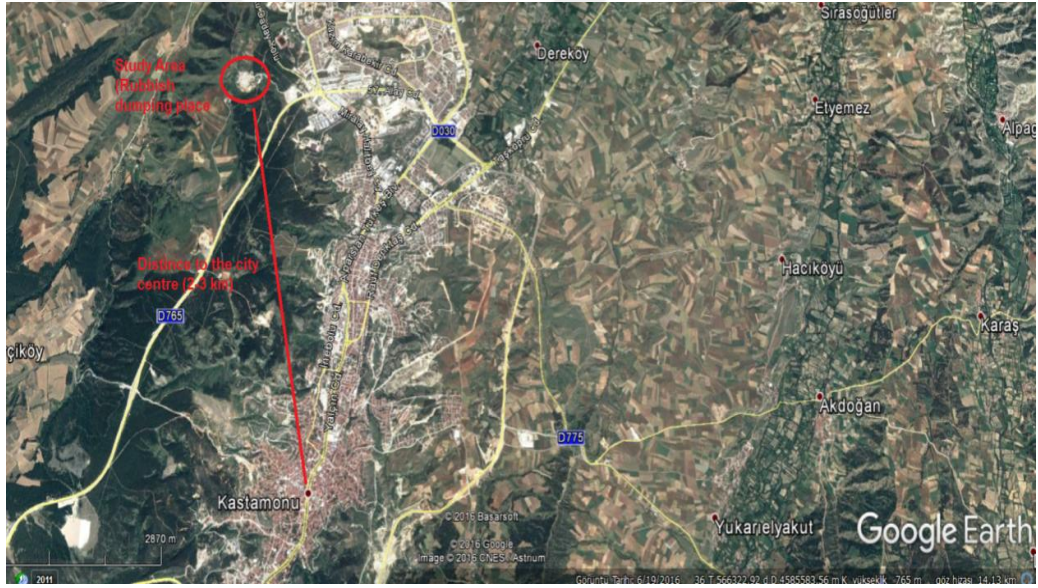
Kastamonu, Türkiye'nin kuzeydoğu kısmında Karadeniz bölgesindedir. Coğrafi koordinatları  $41^{\circ} 22' 20''$  Kuzey,  $33^{\circ} 46' 16''$  Doğu'dur (Şekil 1). Kastamonu 775 m yükseklikte ve toplam alanı ( $13.082 \text{ km}^2$ ). Kastamonu İli, Türkiye'nin kuzeyinde, Karadeniz bölgesinde bulunan illerden biridir. Doğuda Sinop, Bartın, batıda Karabük, güneyde Çankırı, güneydoğuda Çorum, kuzeyde Karadeniz ile çevrilidir. İlin 360.000'in üzerinde nüfusu bulunmaktadır. İl merkezinin nüfusu 111.000 (2016)'dir. Çalışma alanının yeri Harita 1'de gösterilmektedir. Kent merkezine olan uzaklık yaklaşık 2-3 km'dir (Harita 2).



Şekil 1. Kastamonu ilinin konumu



Harita 1. Çalışma alanının Google Haritalar'daki konumu



Harita 2. Çöp boşaltma yerinin şehir merkezine konumu

### 3.2. Çalışma Alanının İklimi

Çalışma alanında kışlar uzun, soğuk ve karlı iken, yazlar kısa ve sıcaktır. Mevsimlik ve günlük sıcaklıklar aşırı yüksek değerleri gösterir ve yağış genellikle düşüktür. 1975-2010 dönemi hava verileri (Kastamonu Meteoroloji İstasyonu, 800 m asl) (Tablo 1), Mayıs ayında (71.1 mm) en yüksek miktarlarla ve Şubat ayında (25.8 mm) en düşük miktarla, yılda 489 mm yağış ortalamasının olduğunu göstermektedir. Ortalama aylık sıcaklık Aralık ayında 20.2 °C, Ocak ayında -0.8 °C'dir.

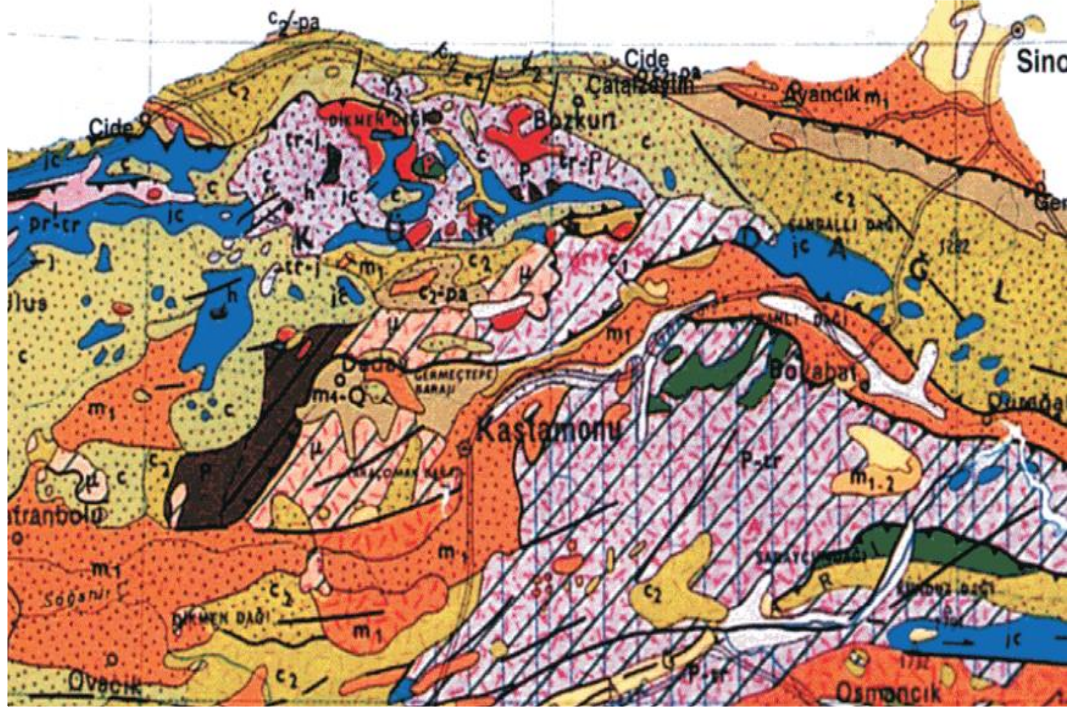
Tablo 1. 1975-2010 arası meteorolojik verilerin ortalaması

Meteorolojik veriler	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık	-0,8	0,6	4,3	9,5	13,8	17,4	20,2	19,8	15,5	10,4	4,5	0,6	9,6
Max. Ortalama sıcaklık	11,0	14,3	21,4	25,6	28,6	32,0	34,3	34,5	31,5	26,7	18,2	12,6	24,2
Min. Ortalama sıcaklık	-12,7	-12,3	-8,3	-3,0	0,8	4,9	8,3	7,8	3,2	-1,1	-5,7	-10,4	-2,4
Ortalama Çökme	30,9	25,8	32,1	56,3	71,1	61,6	37,2	33,6	32,3	38,4	32,3	37,6	489,0
Günlük Max. Yağış	10,3	8,8	10,5	15,7	18,8	18,5	15,2	16,6	14,2	16,5	10,8	13,0	18,8
Ortalama nem	75,5	70,7	66,5	65,5	65,1	63,1	59,8	60,8	64,9	71,0	75,6	77,6	68,0
Min. Nem	41,5	35,3	25,7	25,7	27,0	26,3	25,1	23,8	25,7	28,0	37,6	41,9	23,8
Kar kaplı gün	15,6	10,4	5,3	2,0							2,7	10,0	46,0
Soğuk gün sayısı	25,3	22,0	16,8	4,2	1,7					3,4	13,2	21,8	109,0
Sisli gün sayısı	6,4	2,3	1,6	1,3	1,9	1,0	3,0	1,0	3,0	2,4	4,5	7,6	35,9
En Hızlı Rüzgar Yönü ve Hızı	SW W 4,3	SW 4,8	SWW 5,4	SWW 5,4	SWW 4,6	SWW 4,5	NW W 4,3	N 4,0	SWW 4,1	SWW 3,9	SW 4,0	SW 4,3	SWW 5,4
Ortalama rüzgar hızı	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,2



### 3.3. Çalışma Sahasının Jeolojisi

İncelenen alanın ana materyali ağırlıklı olarak bir granit / kuvarz karışımı idi. Çalışma alanındaki jeomorfoloji Şekil 2'te gösterilmektedir.



#### Stratigrafi / Stratigraphy

Q	Q Kuvaterner / Quaternary
m <sub>4</sub> -Q	m <sub>4</sub> -Q Pliyo - Kuvaterner / Plio - Quaternary
T	m <sub>4</sub> Pliyosen / Pliocene
	m <sub>3-4</sub> Neojen / Neogene
	m <sub>3</sub> Miyosen / Miocene
	m <sub>2-3</sub> Oligo / Miyosen / Oligo - Miocene
	m <sub>2</sub> Oligosen / Oligocene
	m <sub>1-2</sub> Eosen - Oligosen (Teke Toroslarında ve GD'de Miyosen dahil) Eocene - Oligocene (In Teke Taurus and SE, Miocene included)
	pa-m <sub>2</sub> Paleojen / Paleogene
	m <sub>1</sub> Eosen / Eocene
	pa-m <sub>1</sub> Paleosen - Eosen / Paleocene - Eocene
	pa Paleosen / Paleocene
M-m <sub>2</sub>	M-m <sub>2</sub> Mesozoyik - Oligosen (Yerel Alt Miyosen dahil) Mesozoic - Oligocene (Locally Lower Miocene included)
c <sub>2</sub> -m <sub>1</sub>	c <sub>2</sub> -m <sub>1</sub> Üst Kretase-Eosen (Eosen çoğunlukla İlerdiyen - Kulziyen) / Upper Cretaceous-Eocene (Eocene mainly İlerdiyen-Cuisian)
c <sub>2</sub> -pa	c <sub>2</sub> -pa Üst Kretase - Paleosen / Upper Cretaceous - Paleocene
M	c <sub>2</sub> Üst Kretase / Upper Cretaceous
	c Kretase / Cretaceous
	c <sub>1</sub> Alt Kretase / Lower Cretaceous
	ic Jura - Kretase / Jurassic - Cretaceous
	j Jura / Jurassic
tr-j	tr-j Triyas - Jura / Triassic - Jurassic
tr	tr Triyas / Triassic
PM	PM Paleozoyik - Mesozoyik (Mesozoyik genellikle Triyas) / Paleozoic - Mesozoic (Mesozoic mainly Triassic)
P-tr	P-tr Paleozoyik - Triyas / Paleozoic - Triassic
pr-tr	pr-tr Permo - Triyas / Permo - Triassic

pr	pr Permiyen / Permian
pr-h	pr-h Permo - Karbonifer / Permo - Carboniferous
h	h Karbonifer / Carboniferous
d	d Devoniyen / Devonian
sd	sd Silüriyen / Devoniyen / Silurian - Devonian
s	s Silüriyen / Silurian
o	o Ordovisiyen / Ordovician
k	k Kambriyen / Cambrian
p	p Paleozoyik / Paleozoic
pε	pε Prekambriyen veya yaşı bilinmeyen /
veya/ or	veya/ or Precambrian or age unknown
μ	μ

#### Magmatitler / Magmatics

Asit ve ortaç intruzifler / Acidic and intermediate intrusives	γ <sub>3</sub>	γ <sub>3</sub> Mesozoyik - Miyosen (Çoğunlukla Tersiyer) / Mesozoic - Miocene (mainly Tertiary)
γ <sub>2</sub>	γ <sub>2</sub> Paleozoyik - Orta Jura / Paleozoic - Middle Jura	
γ <sub>1</sub>	γ <sub>1</sub> Paleozoyik veya daha eski / Paleozoic or older	

Bazit ve Ultrabazitler / Basic and Ultrabasic	Peridotit, piroksenit, gabro, diyabaz v.b. / Peridotite, pyroxenite, gabro, diabase etc.
---	---

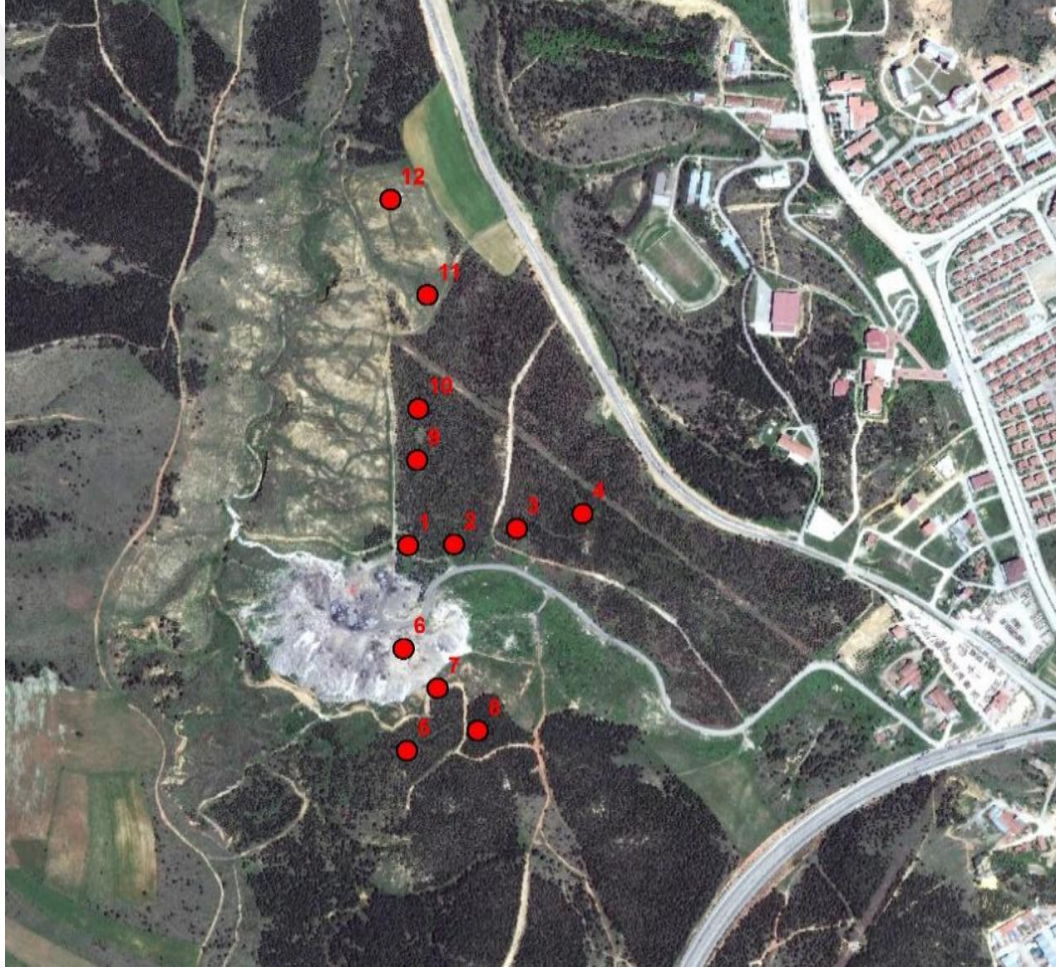
#### Volkanitler / Volcanics

Karasal volkanitler / Subaerial volcanics	Tuf (Piroklastik) + Karasal Volkanitler / Tuffs (Pyroclastics) + Subaerial volcanics
Sediment arakatlı denizaltı volkanitleri / Submarine volcanism with sedimentary interca	
Ayrıtlanmamış Kayalar / Undifferentiated roc	Yaşı ve litolojisi belirlenmemiş magmatitler / Age and lithology undetermined magmatics

Şekil 2. Çalışma sahasının jeomorfolojisi

### 3.4. Alandaki Toprak Örneklemesi

Kastamonu'daki çöp döküm alanının etrafında üç yönden (doğu, kuzey ve güney) beş yer (merkez, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m ve 2 km) seçilmiştir (Harita 3) (Fotoğraf 1 ve 2). Toplanan numuneler, her numune alma yerinde iki toprak çukuru kazarak 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm ve 15-20 cm'lik rastgele alınmıştır (Fotoğraf 3, Fotoğraf 4 ve Fotoğraf 5). Her bir toprak çukurundan ayrıca iki silindir numunesi de alınmış ve temsili hacim ağırlığını elde etmek için kullanılmıştır.



Harita 3. Örnekleme alanlarının harita üzerindeki konumu



Fotoğraf 1. Çöp dökme alanının görüntüsü



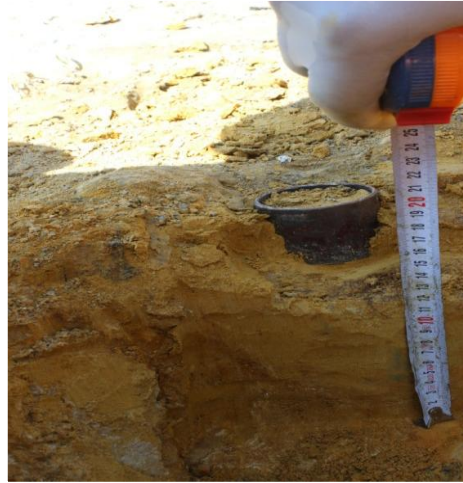
Fotoğraf 2. Çöp dökme alanına bırakılan farklı atık türlerinden görüntü



Fotoğraf 3. Toprak örneklerini almak için açılan toprak çukuru



Fotoğraf 4. Çelik silindirlerle farklı toprak derinliğinden örnekleme



Fotoğraf 5. Toprak derinliğinin ölçülmesi



Fotoğraf 6. Silindir örnekleme topraklarının plastik torbaya boşaltılması



Fotoğraf 7. Toprakların plastik poşetlere konulması ve işaretlenmesi

### 3.5. Toprak Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi

Numuneler toprak laboratuvarına getirildi (Fotoğraf 8) ve hava ile kurutuldu (Fotoğraf 9), öğütülüp 2 mm ağ gözenekli elekten geçirildi. İşaretli plastik torbalara yerleştirildi ve kimyasal analiz yapılana kadar buzdolabında bekletildi (Fotoğraf 10). Toprağın örneklerinin, toprak pH, toprak tekstürü, hacim ağırlığı, bazı toprak elementi konsantrasyonları (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) belirlendi.



Fotoğraf 8. Toprak örneklerinin labaratuvara getirilmesi



Fotoğraf 9. Toprak örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi



Fotoğraf 10. Hava kurusu toprak örneklerinin plastik torbalarda muhafazası

### 3.6. Toprak Örneklerinin Analizi

#### 3.6.1. Toprak PH

Toprak pH, bir toprağın kimyasal özelliklerinin en belirleyici ölçümlerinden biridir. Bir toprak asidik, nötr veya bazik olup olmasının, çeşitli bileşiklerin çözünürlüğü, iyonların değişim yerlerine göre bağlanması ve çeşitli mikroorganizmaların aktivitesi ile ilgisi vardır.

Toprağın pH'ı, 10 g tarla nemli toprak ile 50 ml'lik beherlerde 25 ml saf su ile karıştırılarak ölçülmüştür. Toprağın süspansiyonunun pH'si 30 dakika sonra ölçülmüştür (Fotoğraf 11). Orion 420 dijital pH metreye monte edilmiş kombine cam kalorimli bir elektrod kullanarak pH metre PH 4 ve 7 tampon çözeltileri kullanılarak kalibre edilmiştir.



Fotoğraf 11. Toprak pH ölçümü

### 3.6.2. Toprak Tekstürü

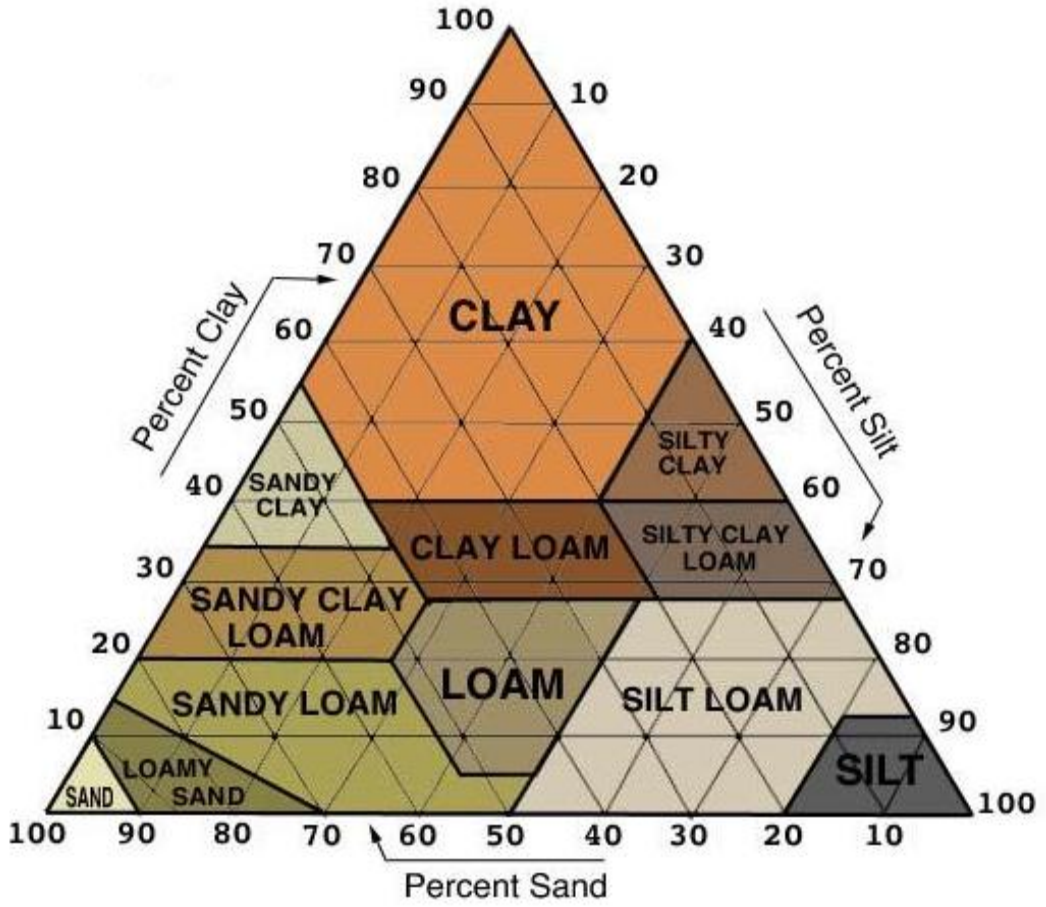
Toprak tekstürü laboratuvarında, partikülün yarıçap karesi ile doğrudan doğruya orantılı olan sıvı ortamdaki parçacık hızına ve akışın viskoziteye (akışkanın bir akışkanın iç direncine) ters bir tekniğe göre belirlenir. Kum, silt ve kil yüzdeleri ya "pipet yöntemi" ya da "hidrometre yöntemi" (Day, 1965) ile belirlenir (Fotoğraf 12). Toprak tekstürü sınıf isimleri "USDA tekstürl üçgeni" den elde edilir (Şekil 3).

Toprağın partikül boyutu dağılımı hidrojen peroksit kullanarak organik maddeyi (OM) ayrıştırıldıktan sonra 1 L H<sub>2</sub>O (Gülçür 1974 ve Bouyoucos, 1962) tarafından modifiye edilmiş içinde 50 g topraktan oluşan bir süspansiyonda Bouyoucos hidrometrik yöntemi (Bouyoucos, 1962), (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve toprakların sodyum hexameta fosfat (NaPO<sub>3</sub>) ile dağıtılması.





Fotoğraf 12. Toprakların tekstürünün belirlenmesi



Şekil 3. USDA tekstür üçgeni

### **3.6.3. Toprak Elementlerinin Belirlenmesi**

Spastro-Xepos II model XRF (X-Işın Floresans Spektrometresi) kullanılarak Kastamonu Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında bazı toprak elementleri (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) belirlenmiştir.

### **3.7. İstatiksiksel Analiz**

Kirletici kaynaktan olan uzaklığın ve toprak derinliğinin toprak özellikleri ve bazı toprak elementlerine olan etkileri ANOVA kullanılarak anlam bakımından test edilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre karşılaştırılan gruplar arasında farklılıklar olduğunda gruplar arasındaki farklılıklar Tukey's testi ile analiz edilmiştir. İstatistik işlemler en güncel SPSS programı kullanılarak bilgisayar ortamında yapılmıştır.

## 4. SONUÇLAR

### 4.1. Toprak Özellikleri

Üç farklı yönden (doğu, kuzey ve güney) ve farklı toprak derinliklerinden (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm ve 15-20 cm) alınan toprakların pH ve tekstürü (kum, kil ve silt) sonuçları Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5 'de gösterilmiştir. Her bir yön ve kontrol yerinin (0-20 cm) genel sonuçları ise (Tablo 6) 'da verilmiştir.



Tablo 2. Doğu yönünün toprak pH ve dokusu (kum, kil ve toz)

Yön	Uzaklık	Toprak derinliği (cm)	pH	Kum	Kil	Toz
Doğu	Merkez	0-5	8,00	81	13	13
		5-10	8,00	81	14	14
		10-15	8,05	83	12	12
		15-20	8,18	80	13	13
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>8,06</b>	<b>81</b>	<b>13</b>
	100 m	0-5	8,11	79	12	9
		5-10	7,97	81	11	8
		10-15	7,99	82	11	7
		15-20	7,97	80	12	8
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>8,01</b>	<b>81</b>	<b>11</b>
	200 m	0-5	8,00	75	20	6
		5-10	8,00	74	20	6
10-15		8,10	75	19	6	
15-20		8,15	75	19	6	
<b>Ortalama</b>		<b>0-20</b>	<b>8,06</b>	<b>75</b>	<b>19</b>	<b>6</b>
300 m	0-5	7,81	73	22	5	
	5-10	7,79	73	21	6	
	10-15	7,80	71	24	5	
	15-20	7,82	71	24	5	
	<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>7,80</b>	<b>72</b>	<b>23</b>	<b>5</b>

Tablo 3. Kuzey yönünün toprak pH ve dokusu (kum, kil ve toz)

Yön	Uzaklık	Toprak derinliği (cm)	pH	Kum	Kil	Toz
Kuzey	Merkez	0-5	8,10	76	11	14
		5-10	8,16	76	11	13
		10-15	8,19	80	12	9
		15-20	8,15	83	11	6
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>8,15</b>	<b>79</b>	<b>11</b>
	100 m	0-5	8,28	88	8	5
		5-10	8,05	84	10	7
		10-15	8,12	81	11	8
		15-20	8,06	85	10	6
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>8,13</b>	<b>85</b>	<b>9</b>
	200 m	0-5	7,94	83	13	4
		5-10	7,97	82	13	5
		10-15	7,92	82	13	5
		15-20	7,94	84	11	5
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>7,94</b>	<b>83</b>	<b>13</b>
	300 m	0-5	7,90	80	16	4
5-10		7,94	78	17	5	
10-15		7,95	79	17	5	
15-20		7,97	80	16	5	
<b>Ortalama</b>		<b>0-20</b>	<b>7,94</b>	<b>79</b>	<b>16</b>	<b>5</b>

Tablo 4. Güney yönünün toprak pH ve dokusu (kum, kil ve toz)

Yön	Uzaklık	Toprak derinliği (cm)	pH	Kum	Kil	Toz
Güney	Merkez	0-5	7,98	88	10	3
		5-10	7,32	86	12	2
		10-15	7,88	84	13	4
		15-20	7,80	84	13	4
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>7,74</b>	<b>85</b>	<b>12</b>
	100 m	0-5	7,93	87	9	4
		5-10	7,94	87	9	5
		10-15	7,97	86	9	5
		15-20	7,97	86	9	5
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>7,95</b>	<b>86</b>	<b>9</b>
	200 m	0-5	7,86	73	17	10
		5-10	7,89	71	17	11
		10-15	7,88	70	18	12
		15-20	7,88	70	18	12
		<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>7,88</b>	<b>71</b>	<b>18</b>
	300 m	0-5	7,91	82	11	7
5-10		7,91	82	12	6	
10-15		7,89	83	11	6	
15-20		7,90	82	12	6	
<b>Ortalama</b>		<b>0-20</b>	<b>7,90</b>	<b>82</b>	<b>11</b>	<b>6</b>

Tablo 5. Toprağın pH ve dokusu (kum, kil ve toz), kontrol sahaları olarak 400 m ve 2 km'lik bir yerde

	Uzaklık	Toprak derinliği (cm)	pH	Kum	Kil	Toz
<b>Kontrol</b>	<b>400 m</b>	0-5	7,90	74	20	6
		5-10	7,89	69	23	7
		10-15	7,97	69	24	7
		15-20	8,00	70	24	6
	<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>7,94</b>	<b>71</b>	<b>23</b>	<b>7</b>
<b>2 km</b>	<b>2 km</b>	0-5	7,69	73	19	8
		5-10	7,78	71	21	8
		10-15	7,83	71	20	9
		15-20	7,83	72	20	9
	<b>Ortalama</b>	<b>0-20</b>	<b>7,78</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>8</b>

Tablo 6. Her yön ve kontrol yerlerinin genel sonuçları (0-20 cm)

<b>Yön</b>	<b>Uzaklık (m)</b>	<b>pH</b>	<b>Kum</b>	<b>Kil</b>	<b>Toz</b>
<b>Doğu</b>	Center	<b>8,06</b>	<b>81</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
	100	<b>8,01</b>	<b>81</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
	200	<b>8,06</b>	<b>75</b>	<b>19</b>	<b>6</b>
	300	<b>7,80</b>	<b>72</b>	<b>23</b>	<b>5</b>
<b>Kuzey</b>	Center	<b>8,15</b>	<b>79</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
	100	<b>8,13</b>	<b>85</b>	<b>9</b>	<b>6</b>
	200	<b>7,94</b>	<b>83</b>	<b>13</b>	<b>5</b>
	300	<b>7,94</b>	<b>85</b>	<b>13</b>	<b>2</b>
<b>Güney</b>	Center	<b>7,74</b>	<b>85</b>	<b>12</b>	<b>3</b>
	100	<b>7,95</b>	<b>86</b>	<b>9</b>	<b>5</b>
	200	<b>7,88</b>	<b>71</b>	<b>18</b>	<b>11</b>
	300	<b>7,90</b>	<b>72</b>	<b>21</b>	<b>6</b>
<b>Kontrol</b>	400	<b>7,94</b>	<b>71</b>	<b>23</b>	<b>7</b>
	2000	<b>7,78</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>8</b>



Doğu yönü ile pH, kum, kil ve silttaki toprak derinliklerinin tek etkileri ve etkileri (Tablo 7) 'de listelenmiştir. Doğu yönünde, toprak özellikleri arasında toprak pH, kum, toz ve kil, konumlar arasında önemli farklar göstermiştir (Uzaklık) ( $P < 0.001$ ) ve sadece toprak pH'sı toprak derinlikleri arasında önemli derecede değişmiştir. Toprağın pH, kum ve toz içeriği mesafede azalırken, toprak kil içeriği mesafelerde artmaktadır (Tablo 6).

Tablo 7. pH doğu yönündeki ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: pH						
Kaynak	Type III Sum of Squares	Df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	,677 <sup>a</sup>	8	,085	15,963	,000	,766
Sınırları Çizilen Kısım	3026,410	1	3026,410	570721,711	,000	1,000
Yer	,620	5	,124	23,389	,000	,750
Toprak Derinliği	,057	3	,019	3,586	,022	,216
Hata	,207	39	,005			
Toplam	3027,294	48				
Düzeltilmiş Toplam	,884	47				
a. R Kare = ,766 (Düzeltilmiş R Kare = ,718)						

Tablo 8. *kum doğu yönündeki ANOVA sonuçları*

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: Kum						
Kaynak	Type III Sum of Squares	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	872,917 <sup>a</sup>	8	109,115	37,974	,000	,886
Sınırları Çizilen Kısım	270150,021	1	270150,021	94017,631	,000	1,000
Yer	861,854	5	172,371	59,989	,000	,885
Toprak Derinliği	11,062	3	3,687	1,283	,294	,090
Hata	112,062	39	2,873			
Toplam	271135,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	984,979	47				
a. R Kare = ,886 (Düzeltildi R Kare = ,863)						

Tablo 9. *kil doğu yönündeki ANOVA sonuçları*

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: Kil						
Kaynak	Type III Sum of Squares	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	925,167 <sup>a</sup>	8	115,646	50,963	,000	,913
Sınırları Çizilen Kısım	16280,333	1	16280,333	7174,384	,000	,995
Yer	919,667	5	183,933	81,055	,000	,912
Toprak Derinliği	5,500	3	1,833	,808	,497	,059
Hata	88,500	39	2,269			
Toplam	17294,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	1013,667	47				
a. R Kare = ,913 (Düzeltildi R Kare = ,895)						

Tablo 10. *tozun doğu yönündeki ANOVA sonuçları*

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: toz						
Kaynak	Type III Sum of Squares	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	67,667 <sup>a</sup>	8	8,458	16,240	,000	,769
Sınırları Çizilen Kısım	2015,021	1	2015,021	3868,840	,000	,990
Yer	67,104	5	13,421	25,768	,000	,768
Toprak Derinliği	,562	3	,187	,360	,782	,027
Hata	20,313	39	,521			
Toplam	2103,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	87,979	47				

a. R Kare = ,769 (Düzeltildi R Kare = ,722)

Kuzey yönünde ve pH, kum, kil ve tozdaki toprak derinliklerinin tek etkileri ve etkileşimleri Tablo 8 'de listelenmiştir. Kuzey yönünde, toprak pH, kum ve kil, uzaklıklar arasında (uzaklık) ( $P < 0.001$ ) ve sadece toprak kili toprak derinlikleri arasında önemli derecede değişmiştir. Toprağın pH'sı mesafeyle azalırken, toprak kumu ve kil içeriği mesafelere göre artmıştır (Tablo 6).

Tablo 11. Kuzey yönünden pH analizi sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: pH						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	,887 <sup>a</sup>	23	,039	9,642	,000	,902
Sınırları Çizilen Kısım	3055,223	1	3055,223	764203,765	,000	1,000
Yer	,757	5	,151	37,878	,000	,888
Toprak Derinliği	,009	3	,003	,790	,511	,090
Yer ve toprak Derinliği	,120	15	,008	2,000	,063	,556
Hata	,096	24	,004			
Toplam	3056,205	48				
Düzeltilmiş Toplam	,983	47				
a. R Kare = ,902 ((Düzeltildi R Kare = ,809)						

Tablo 12. Kuzey yönünden kum analizi sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: kum						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	1404,667 <sup>a</sup>	23	61,072	9,456	,000	,901
Sınırları Çizilen Kısım	288920,333	1	288920,333	44736,052	,000	,999
Yer	1254,667	5	250,933	38,854	,000	,890
Toprak Derinliği	41,000	3	13,667	2,116	,125	,209
Yer ve toprak Derinliği	109,000	15	7,267	1,125	,387	,413
Hata	155,000	24	6,458			
Toplam	290480,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	1559,667	47				
a. R Kare = ,901 (Düzeltildi R Kare = ,805)						

Tablo 13. Kuzey yönünden kil analizi sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: kil						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	1123,479 <sup>a</sup>	23	48,847	37,217	,000	,973
Sınırları Çizilen Kısım	11750,021	1	11750,021	8952,397	,000	,997
Yer	1083,854	5	216,771	165,159	,000	,972
Toprak Derinliği	15,229	3	5,076	3,868	,022	,326
Yer ve toprak Derinliği	24,396	15	1,626	1,239	,311	,436
Hata	31,500	24	1,313			
Toplam	12905,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	1154,979	47				

a. R Kare = ,973 ((Düzeltildi R Kare = ,947)

Tablo 14. Kuzey yönünden toz analizi sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: toz						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	288,917 <sup>a</sup>	23	12,562	2,622	,011	,715
Sınırları Çizilen Kısım	2160,083	1	2160,083	450,800	,000	,949
Yer	192,667	5	38,533	8,042	,000	,626
Toprak Derinliği	13,750	3	4,583	,957	,429	,107
Yer ve toprak Derinliği	82,500	15	5,500	1,148	,371	,418
Hata	115,000	24	4,792			
Toplam	2564,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	403,917	47				

a. R Kare = ,715 ((Düzeltildi R Kare = ,442)

Güney yönünün ve pH, kum, kil ve tozun toprak derinliklerinin tek etkileri ve etkileşimleri (Tablo 9) 'da listelenmiştir. Güney doğrultusunda, sadece toprak kumu, toz ve kil içeriği, mesafeler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Toprak kumu uzaklığa bağlı olarak azalırken, toprak toz ve kil içeriği aralıklarla artmıştır (Tablo 6).

Tablo 15. *PH Güney yönden gelen ANOVA sonuçları*

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: pH						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	,840 <sup>a</sup>	23	,037	1,133	,382	,520
Sınırları Çizilen Kısım	2968,094	1	2968,094	92087,456	,000	1,000
Yer	,287	5	,057	1,778	,155	,270
Toprak Derinliği	,102	3	,034	1,059	,385	,117
Yer ve toprak Derinliği	,451	15	,030	,932	,545	,368
Hata	,774	24	,032			
Toplam	2969,707	48				
Düzeltilmiş Toplam	1,613	47				

a. R Kare = ,520 ((Düzeltildi R Kare = ,061)

Tablo 16. *kum Güney yönden gelen ANOVA sonuçları*

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: Kum						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	2283,979 <sup>a</sup>	23	99,303	18,404	,000	,946
Sınırları Çizilen Kısım	290007,521	1	290007,521	53746,568	,000	1,000
Yer	2218,354	5	443,671	82,225	,000	,945
Toprak Derinliği	37,729	3	12,576	2,331	,100	,226
Yer ve toprak Derinliği	27,896	15	1,860	,345	,982	,177
Hata	129,500	24	5,396			
Toplam	292421,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	2413,479	47				

a. R Kare = ,946 (Düzeltildi R Kare = ,895)

Tablo 17. *kil Güney yönden gelen ANOVA sonuçları*

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: Kil						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	1212,667 <sup>a</sup>	23	52,725	17,575	,000	,944
Sınırları Çizilen Kısım	11781,333	1	11781,333	3927,111	,000	,994
Yer	1176,917	5	235,383	78,461	,000	,942
Toprak Derinliği	13,833	3	4,611	1,537	,231	,161
Yer ve toprak Derinliği	21,917	15	1,461	,487	,924	,233
Hata	72,000	24	3,000			
Toplam	13066,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	1284,667	47				

a. R Kare= ,944 (Düzeltildi R Kare = ,890)

Tablo 18. alüvyondan Güney yönden gelen ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı Değişken: Alüvyon						
Kaynak	Tür III Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Partial Eta Squared
Düzeltilen Model	334,917 <sup>a</sup>	23	14,562	9,985	,000	,905
Sınırları Çizilen Kısım	2054,083	1	2054,083	1408,514	,000	,983
Yer	320,917	5	64,183	44,011	,000	,902
Toprak Derinliği	4,917	3	1,639	1,124	,359	,123
Yer ve toprak Derinliği	9,083	15	,606	,415	,959	,206
Hata	35,000	24	1,458			
Toplam	2424,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	369,917	47				

a. R Alan = ,905 (Düzeltilen R Alan = ,815)

#### 4.2. Toprak Besin Elementleri

Her bir yönde (doğu, kuzey ve güney) beş farklı mesafenin, farklı toprak derinliklerindeki (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm ve 15-20 cm) bazı toprak elementleri (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) Tablo 19, Tablo 20, Tablo 21 ve Tablo 22’de gösterilmektedir. Her bir yön ve kontrol alanının (0-20 cm) genel sonuçları ise (Tablo 23) 'de verilmiştir.



Tablo 19. Doğu yönündeki bazı toprak elementleri

Yön	Uzaklık	Toprak derinliği (cm)	Co Ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn Ppm	Pb ppm	Ni ppm	Hg ppm	Cu ppm	Cr ppm	Cd ppm	As ppm
Doğu	Merkez	0-5	3,55	<1,0	9,20	42,8	13,9	49,8	<3,8	25765	183	311	11035
		5-10	3,25	<1,0	8,60	41,5	12,9	48,5	<3,8	24965	178	286	11247
		10-15	2,85	<1,0	8,80	41,2	11,9	47,5	<3,8	24670	161	230	10955
		15-20	2,70	<1,0	9,15	41,5	12,9	47,9	<3,8	24210	152	269	10525
	Ortalama	0-20	<b>3,09</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>8,94</b>	<b>41,7</b>	<b>12,9</b>	<b>48,4</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>24903</b>	<b>168</b>	<b>274</b>	<b>10940</b>
	100 m	0-5	3,75	<0,6	15,2	53,6	14,7	51,7	<3,8	30315	279	224	10728
		5-10	4,80	<0,6	18,8	72,5	21,9	55,6	<3,8	35815	289	200	10154
		10-15	5,30	<0,6	18,7	75,3	22,4	54,6	<3,8	34035	294	268	10016
		15-20	10,2	<0,6	21,4	165,4	41,8	74,8	<3,8	38290	592	300	23915
	Ortalama	0-20	<b>6,01</b>	<b>&lt;0,6</b>	<b>18,49</b>	<b>91,7</b>	<b>25,2</b>	<b>59,2</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>34614</b>	<b>363</b>	<b>248</b>	<b>13703</b>
	200 m	0-5	10,6	<1,0	14,9	79,1	37,8	70,2	<5,9	42645	640	152	16400
		5-10	12,6	<1,0	16,2	95,8	44,8	74,1	<5,9	45655	767	143	18705
		10-15	20,1	<1,0	15,4	306,8	62,0	87,4	<5,9	49975	1198	158	27435
15-20		19,6	<1,0	13,0	89,1	46,6	69,2	<5,9	41495	1132	136	21430	
Ortalama	0-20	<b>15,7</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>14,8</b>	<b>142,7</b>	<b>47,8</b>	<b>75,2</b>	<b>&lt;5,9</b>	<b>44943</b>	<b>934</b>	<b>147</b>	<b>20993</b>	
300 m	0-5	11,7	<1,0	12,8	56,6	22,1	53,8	<3,8	30210	380	144	11664	
	5-10	11,2	<1,0	14,2	58,4	25,4	59,9	<3,8	35660	418	147	14580	
	10-15	11,6	<1,0	12,3	51,8	20,4	54,2	<3,8	31675	362	142	18960	
	15-20	12,8	<1,0	15,0	58,8	23,5	62,5	<3,8	39120	400	160	14310	
Ortalama	0-20	<b>11,8</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>13,6</b>	<b>56,4</b>	<b>22,8</b>	<b>57,6</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>34166</b>	<b>390</b>	<b>148</b>	<b>14878</b>	

Tablo 20. Kuzey yönünde bazı toprak elementleri

Yön	Uzaklık	Toprak derinliği (cm)	Co ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Hg ppm	Cu ppm	Cr ppm	Cd ppm	As ppm
Kuzey	Merkez	0-5	2,30	<1,0	8,2	38,4	10,7	49,0	<3,8	21985	92	300	13440
		5-10	3,30	<1,0	13,9	48,3	14,8	70,5	<3,8	35015	122	355	13710
		10-15	3,10	<1,0	13,9	43,5	13,9	72,6	<3,8	34165	96	216	14060
		15-20	4,20	<1,0	9,9	43,3	13,5	47,9	<3,8	27715	219	270	11885
	Ortalama	<b>0-20</b>	<b>3,23</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>11,4</b>	<b>43,4</b>	<b>13,2</b>	<b>60,0</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>29720</b>	<b>132</b>	<b>285</b>	<b>13274</b>
	100 m	0-5	4,15	<1,0	9,7	42,9	11,7	37,7	<3,8	32325	342	210	16445
		5-10	5,70	<1,0	12,7	66,6	18,2	57,0	<3,8	50310	445	261	14635
		10-15	3,90	<1,0	13,3	52,1	11,4	59,1	<3,8	39673	220	186	12137
		15-20	4,30	<1,0	9,9	67,3	19,7	58,7	<3,8	49740	493	238	11618
	Ortalama	<b>0-20</b>	<b>4,51</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>11,4</b>	<b>57,2</b>	<b>15,2</b>	<b>53,1</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>43012</b>	<b>375</b>	<b>224</b>	<b>13709</b>
	200 m	0-5	5,15	<1,0	13,8	41,2	14,5	50,6	<3,8	27055	327	191	8570
		5-10	4,60	<1,0	11,1	32,9	13,5	42,0	<3,8	21160	253	128	7124
10-15		4,35	<1,0	12,3	32,4	13,4	43,8	<3,8	21625	214	140	6765	
15-20		4,25	<1,0	11,5	28,9	13,3	37,8	<3,8	19580	151	121	6558	
Ortalama	<b>0-20</b>	<b>4,59</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>12,1</b>	<b>33,8</b>	<b>13,7</b>	<b>43,5</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>22355</b>	<b>236</b>	<b>145</b>	<b>7254</b>	
300 m	0-5	8,15	<1,0	13,0	54,2	18,9	62,0	<3,8	35800	554	207	16950	
	5-10	8,50	<1,0	13,5	51,3	18,4	64,6	<3,8	36085	574	232	17110	
	10-15	7,30	<1,0	13,9	52,5	18,6	66,4	<3,8	36040	557	229	13450	
	15-20	7,70	<1,0	11,9	45,2	16,1	57,5	<3,8	30290	508	186	12530	
Ortalama	<b>0-20</b>	<b>7,91</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>13,1</b>	<b>50,8</b>	<b>18,0</b>	<b>62,6</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>34554</b>	<b>548</b>	<b>213</b>	<b>15010</b>	

Tablo 21. Güney yönünde bazı toprak elementleri

Yön	Uzaklık	Toprak derinliği (cm)	Co ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Hg ppm	Cu ppm	Cr ppm	Cd ppm	As ppm
Güney	Merkez	0-5	6,80	<1,0	12,4	43,2	29,1	40,7	<3,8	22620	347	287	14853
		5-10	4,50	<1,0	13,7	35,7	11,3	43,8	<3,8	23285	288	191	10496
		10-15	4,35	<1,0	17,6	43,6	12,3	58,6	<3,8	32350	389	263	17885
		15-20	4,90	<1,0	18,9	48,1	13,7	67,1	<3,8	35485	419	283	18415
	Ortalama	0-20	5,14	<1,0	15,6	42,6	16,6	52,5	<3,8	28435	361	256	15412
	100 m	0-5	2,35	<1,0	4,85	27,8	7,7	31,6	<3,8	14670	147	170	6955
		5-10	2,95	<1,0	6,10	32,3	9,9	39,5	<3,8	17975	158	170	8598
		10-15	2,45	<1,0	6,15	35,0	8,9	40,4	<3,8	18840	149	197	10387
		15-20	2,75	<1,0	5,20	32,2	10,9	39,5	<3,8	17065	151	187	9194
	Ortalama	0-20	2,63	<1,0	5,58	31,8	9,4	37,7	<3,8	17138	151	181	8783
	200 m	0-5	4,15	<1,0	18,1	57,8	16,7	75,3	<3,8	29610	837	82	7583
		5-10	4,25	<1,0	12,0	65,4	19,6	76,5	<3,8	30450	825	88	5953
10-15		4,95	<1,0	7,6	64,4	19,2	73,2	<3,8	28190	717	71	7480	
15-20		4,20	<1,0	5,6	69,3	18,6	79,0	<3,8	30080	779	75	12802	
Ortalama	0-20	4,39	<1,0	10,8	64,2	18,5	76,0	<3,8	29583	789	79	8454	
300 m	0-5	6,75	<1,0	17,7	48,7	15,1	75,3	<3,8	32535	405	173	12375	
	5-10	5,25	<1,0	15,7	42,2	13,1	41,6	<3,8	26570	356	152	11895	
	10-15	4,05	<1,0	17,4	46,6	14,7	71,1	<3,8	30955	376	181	11460	
	15-20	4,75	<1,0	18,0	47,3	14,6	72,9	<3,8	31135	399	194	11825	
Ortalama	0-20	5,20	<1,0	17,2	46,2	14,3	65,2	<3,8	30299	384	175	11889	

Tablo 22. Kontrol sahaları olarak 400 m ve 2 km'lik bir yerde bulunan bazı toprak elementleri

	Uzaklık	Soil depth (cm)	Co ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Hg ppm	Cu ppm	Cr ppm	Cd ppm	As ppm
<b>Kontrol</b>	<b>400 m</b>	0-5	6,45	<1,0	14,2	46,8	19,5	61,4	<3,8	25080	400	120	9583
		5-10	5,30	<1,0	14,7	45,4	19,7	60,9	<3,8	25485	408	117	9503
	<b>Ortalama</b>	10-15	5,95	<1,0	18,9	56,9	24,6	78,3	<3,8	37015	521	168	17950
		15-20	6,80	<1,0	17,5	51,9	22,8	74,2	<3,8	31850	555	151	13805
		<b>0-20</b>	<b>6,13</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>16,3</b>	<b>50,2</b>	<b>21,6</b>	<b>68,7</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>29858</b>	<b>471</b>	<b>139</b>	<b>12710</b>
<b>2 km</b>	<b>Ortalama</b>	0-5	13,4	<1,0	15,7	87,1	45,4	80,7	<3,8	51485	1332	168	21690
		5-10	17,0	<1,0	15,0	100,1	47,8	87,4	<3,8	53855	1504	162	22375
		10-15	20,1	<1,0	14,8	96,7	49,7	93,4	<3,8	59325	1370	197	27295
	<b>Ortalama</b>	15-20	15,8	<1,0	14,7	87,6	48,1	90,3	<3,8	57430	1249	171	22270
		<b>0-20</b>	<b>16,6</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>15,1</b>	<b>92,9</b>	<b>47,8</b>	<b>87,9</b>	<b>&lt;3,8</b>	<b>55524</b>	<b>1363</b>	<b>175</b>	<b>23408</b>

Tablo 23. Her bir yön ve kontrol yerlerinin genel sonuçları (0-20 cm)

<b>Yön</b>	<b>Uzaklık (m)</b>	<b>Co ppm</b>	<b>Fe ppm</b>	<b>Mn ppm</b>	<b>Zn ppm</b>	<b>Pb Ppm</b>	<b>Ni ppm</b>	<b>Hg ppm</b>	<b>Cu ppm</b>	<b>Cr ppm</b>	<b>Cd ppm</b>	<b>As ppm</b>
<b>Doğu</b>	Merkez	3,09	<1,0	8,94	41,7	12,9	48,4	<3,8	24903	168	274	10940
	100	6,01	<0,6	18,49	91,7	25,2	59,2	<3,8	34614	363	248	13703
	200	15,7	<1,0	14,8	142,7	47,8	75,2	<5,9	44943	934	147	20993
	300	11,8	<1,0	13,6	56,4	22,8	57,6	<3,8	34166	390	148	14878
<b>Kuzey</b>	Merkez	3,23	<1,0	11,4	43,4	13,2	60,0	<3,8	29720	132	285	13274
	100	4,51	<1,0	11,4	57,2	15,2	53,1	<3,8	43012	375	224	13709
	200	4,59	<1,0	12,1	33,8	13,7	43,5	<3,8	22355	236	145	7254
	300	7,91	<1,0	13,1	50,8	18,0	62,6	<3,8	34554	548	213	15010
<b>Güney</b>	Merkez	5,14	<1,0	15,6	42,6	16,6	52,5	<3,8	28435	361	256	15412
	100	2,63	<1,0	5,58	31,8	9,4	37,7	<3,8	17138	151	181	8783
	200	4,39	<1,0	10,8	64,2	18,5	76,0	<3,8	29583	789	79	8454
	300	5,20	<1,0	17,2	46,2	14,3	65,2	<3,8	30299	384	175	11889
<b>Kontrol</b>	400	6,13	<1,0	16,3	50,2	21,6	68,7	<3,8	29858	471	139	12710
	2000	16,6	<1,0	15,1	92,9	47,8	87,9	<3,8	55524	1363	175	23408

Doğu yönü ile Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As toprak derinliklerinin tek etkileri ve etkileşimleri Tablo 15'te listelenmiştir. Doğu yönünde toprak elementleri arasında Co, Pb, Ni, Cu, Cr, Cd ve As, konumlar arasındaki uzaklığın ( $P < 0.001$ ) anlamlı farklılıklarını gösterdi. Sadece Co ve Mn, toprak derinlikleri arasında önemli derecede değişmiştir. Genel olarak, tüm toprak elementleri uzaklıklarla birlikte bir artış gösterdi (Tablo 23). Co ve Mn konsantrasyonları toprak derinliklerinde azaldı (Tablo 19).

Tablo 24. *Doğu yönünün'den Co ANOVA sonuçları*

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Co						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	1501,300 <sup>a</sup>	23	65,274	11,423	,000	,916
Sınırları Çizilen Kısım	4682,725	1	4682,725	819,464	,000	,972
Yer	1258,519	5	251,704	44,047	,000	,902
Toprak Derinliği	80,179	3	26,726	4,677	,010	,369
Yer ve toprak Derinliği	162,602	15	10,840	1,897	,078	,542
Hata	137,145	24	5,714			
Toplam	6321,170	48				
Düzeltilmiş Toplam	1638,445	47				

a. R Alan = ,916 (Düzeltilen R Alan = ,836)

Tablo 25. Dogu yönün'den Mn ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Mn						
Kaynak:	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	503,169 <sup>a</sup>	23	21,877	4,474	,000	,811
Sınırları Çizilen Kısım	10132,641	1	10132,641	2072,291	,000	,989
Yer	411,524	5	82,305	16,833	,000	,778
Toprak Derinliği	14,314	3	4,771	,976	,421	,109
Yer ve toprak Derinliği	77,331	15	5,155	1,054	,441	,397
Hata	117,350	24	4,890			
Toplam	10753,160	48				
Düzeltilmiş toplam	620,519	47				
a. R Alan = ,811 (Düzeltilen R Alan= ,630)						

Tablo 26. Dogu yönün'den Zn ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Zn						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	144680,083 <sup>a</sup>	23	6290,438	1,403	,208	,573
Sınırları Çizilen Kısım	301514,552	1	301514,552	67,232	,000	,737
Yer	57069,602	5	11413,920	2,545	,055	,347
Toprak Derinliği	13198,407	3	4399,469	,981	,418	,109
Yer ve toprak Derinliği	74412,074	15	4960,805	1,106	,401	,409
Hata	107632,555	24	4484,690			
Toplam	553827,190	48				
Düzeltilmiş Toplam	252312,638	47				
a. R Alan = ,573 (Düzeltilen R Alan = ,165)						

Tablo 27. Dogu yönün'den Pb ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Pb						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi.	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	10075,428 <sup>a</sup>	23	438,062	8,050	,000	,885
Sınırları Çizilen Kısım	42251,267	1	42251,267	776,419	,000	,970
Yer	8552,317	5	1710,463	31,432	,000	,868
Toprak Derinliği	372,812	3	124,271	2,284	,105	,222
Yer ve toprak Derinliği	1150,299	15	76,687	1,409	,220	,468
Hata	1306,035	24	54,418			
Toplam	53632,730	48				
Düzeltilmiş Toplam	11381,463	47				
a. R Alan = ,885 (Düzeltilen R Alan = ,775)						

Tablo 28. Dogu yönün'den Ni ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Ni						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi.	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	9842,095 <sup>a</sup>	23	427,917	4,992	,000	,827
Sınırları Çizilen Kısım	210132,100	1	210132,100	2451,408	,000	,990
Yer	7989,094	5	1597,819	18,640	,000	,795
Toprak Derinliği	596,569	3	198,856	2,320	,101	,225
Yer ve toprak Derinliği	1256,432	15	83,762	,977	,505	,379
Hata	2057,255	24	85,719			
Toplam	222031,450	48				
Düzeltilmiş Toplam	11899,350	47				
a. R Alan = ,827 (Düzeltilen R Alan = ,661)						



Tablo 29. Dogu yönün'den Cu ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Cu						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	5455052831,250 <sup>a</sup>	23	237176210,054	8,565	,000	,891
Sınırları Çizilen Kısım	66905066718,750	1	66905066718,750	2416,126	,000	,990
Yer	4933047368,750	5	986609473,750	35,629	,000	,881
Toprak Derinliği	193489372,917	3	64496457,639	2,329	,100	,225
Yer ve toprak Derinliği	328516089,583	15	21901072,639	,791	,676	,331
Hata	664585150,000	24	27691047,917			
Toplam	73024704700,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	6119637981,250	47				
a. R Alan = ,891 (Düzeltilen R Alan = ,787)						

Tablo 30. Dogu yönün'den Cr ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Cr						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	8664463,110 <sup>a</sup>	23	376715,787	13,201	,000	,927
Sınırları Çizilen Kısım	18157137,075	1	18157137,075	636,262	,000	,964
Yer	7969613,201	5	1593922,640	55,854	,000	,921
Toprak Derinliği	146610,544	3	48870,181	1,713	,191	,176
Yer ve toprak Derinliği	548239,365	15	36549,291	1,281	,286	,445
Hata	684893,325	24	28537,222			
Toplam	27506493,510	48				
Düzeltilmiş Toplam	9349356,435	47				
a. R Alan = ,927 (Düzeltilen R Alan = ,857)						

Tablo 31. Dogu yönün'den Cd ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Cd						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	159212,463 <sup>a</sup>	23	6922,281	11,444	,000	,916
Sınırları Çizilen Kısım	1705434,902	1	1705434,902	2819,544	,000	,992
Yer	134497,369	5	26899,474	44,472	,000	,903
Toprak Derinliği	3293,232	3	1097,744	1,815	,171	,185
Yer ve toprak Derinliği	21421,861	15	1428,124	2,361	,029	,596
Hata	14516,685	24	604,862			
Toplam	1879164,050	48				
Düzeltilmiş Toplam	173729,148	47				
a. R Alan = ,916 (Düzeltilen R Alan = ,836)						

Tablo 32. Dogu yönün'den As ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: As						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	1589855739,813 <sup>a</sup>	23	69124162,601	2,719	,009	,723
Sınırları Çizilen Kısım	12450292354,688	1	12450292354,688	489,728	,000	,953
Yer	981495219,687	5	196299043,937	7,721	,000	,617
Toprak Derinliği	230192968,563	3	76730989,521	3,018	,050	,274
Yer ve toprak Derinliği	378167551,563	15	25211170,104	,992	,493	,383
Hata	610149190,500	24	25422882,938			
Toplam	14650297285,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	2200004930,313	47				
a. R Alan = ,723 (Düzeltilen R Alan = ,457)						

Kuzey doğrultusunda ve Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd'nin toprak derinliklerinin tek etkileri ve etkileşimleri Tablo 16'da listelenmiştir. Kuzey doğrultusunda, tüm toprak elementleri (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) yerlerde (uzaklık) ( $P < 0.001$ ) önemli farklılıklar gösterdi. Sadece Ni ve Cu, toprak derinlikleri arasında önemli derecede değişmiştir. Genel olarak, tüm toprak elementleri uzaklıklarla birlikte bir artış gösterdi (Tablo 23). Ni ve Cu konsantrasyonları toprak derinliklerinde artmıştır (Tablo 20).

Tablo 33. Kuzey yönünden Co değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Co						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	1012,719 <sup>a</sup>	23	44,031	13,538	,000	,928
Sınırları Çizilen Kısım	2456,741	1	2456,741	755,339	,000	,969
Yer	953,244	5	190,649	58,616	,000	,924
Toprak Derinliği	5,463	3	1,821	,560	,647	,065
Yer ve toprak Derinliği	54,013	15	3,601	1,107	,400	,409
Hata	78,060	24	3,253			
Toplam	3547,520	48				
Düzeltilmiş Toplam	1090,779	47				

a. R Alan = ,928 (Düzeltilen R Alan = ,860)

Tablo 34. Kuzey yönünden Mn değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Mn						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	282,730 <sup>a</sup>	23	12,293	2,281	,025	,686
Sınırları Çizilen Kısım	8395,230	1	8395,230	1557,557	,000	,985
Yer	166,110	5	33,222	6,164	,001	,562
Toprak Derinliği	34,142	3	11,381	2,111	,125	,209
Yer ve toprak Derinliği	82,478	15	5,499	1,020	,469	,389
Hata	129,360	24	5,390			
Toplam	8807,320	48				
Düzeltilmiş Toplam	412,090	47				

a. R Alan = ,686 (Düzeltilen R Alan = ,385)

Tablo 35. Kuzey yönünden Zn değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Zn						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	18096,980 <sup>a</sup>	23	786,825	11,998	,000	,920
Sınırları Çizilen Kısım	143675,025	1	143675,025	2190,829	,000	,989
Yer	16487,791	5	3297,558	50,283	,000	,913
Toprak Derinliği	208,811	3	69,604	1,061	,384	,117
Yer ve toprak Derinliği	1400,378	15	93,359	1,424	,214	,471
Hata	1573,925	24	65,580			
Toplam	163345,930	48				
Düzeltilmiş Toplam	19670,905	47				

a. R Alan = ,920 (Düzeltilen R Alan = ,843)

Tablo 36. Kuzey yönünden Pb değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken : Pb						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	7171,325 <sup>a</sup>	23	311,797	37,114	,000	,973
Sınırları Çizilen Kısım	22321,500	1	22321,500	2656,992	,000	,991
Yer	6972,874	5	1394,575	166,000	,000	,972
Toprak Derinliği	34,502	3	11,501	1,369	,276	,146
Yer ve toprak Derinliği	163,949	15	10,930	1,301	,275	,448
Hata	201,625	24	8,401			
Toplam	29694,450	48				
Düzeltilmiş Toplam	7372,950	47				

a. R Alan = ,973 ( Düzeltilen R Alan = ,946)

Tablo 37. Kuzey yönünden Cu değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken : Cu						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	6616842396,000 <sup>a</sup>	23	287688799,826	11,712	,000	,918
Sınırları Çizilen Kısım	61645947312,000	1	61645947312,000	2509,672	,000	,991
Yer	5565055315,000	5	1113011063,000	45,312	,000	,904
Toprak Derinliği	222559246,000	3	74186415,333	3,020	,049	,274
Yer ve toprak Derinliği	829227835,000	15	55281855,667	2,251	,037	,584
Hata	589520308,000	24	24563346,167			
Toplam	68852310016,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	7206362704,000	47				

a. R Alan = ,918 ( Düzeltilen R Alan = ,840)

Tablo 38. Kuzey yönünden, Ni değerlerinin ANOVA sonuçları

Konuların Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken : Ni						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	11736,755 <sup>a</sup>	23	510,294	6,372	,000	,859
Sınırları Çizilen Kısım	188313,380	1	188313,380	2351,401	,000	,990
Yer	9116,074	5	1823,215	22,766	,000	,826
Toprak Derinliği	917,509	3	305,836	3,819	,023	,323
Yer ve toprak Derinliği	1703,172	15	113,545	1,418	,216	,470
Hata	1922,055	24	80,086			
Toplam	201972,190	48				
Düzeltilmiş Toplam	13658,810	47				
a. R Alan = ,859 (Düzeltilen R Alan = ,724)						

Tablo 39. Kuzey yönünden Cr değerlerinin ANOVA sonuçları

Konuların Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Cr						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	7984159,670 <sup>a</sup>	23	347137,377	19,815	,000	,950
Sınırları Çizilen Kısım	13026667,320	1	13026667,320	743,590	,000	,969
Yer	7732832,510	5	1546566,502	88,281	,000	,948
Toprak Derinliği	20878,608	3	6959,536	,397	,756	,047
Yer ve toprak Derinliği	230448,552	15	15363,237	,877	,595	,354
Hata	420446,670	24	17518,611			
Toplam	21431273,660	48				
Düzeltilmiş Toplam	8404606,340	47				
a. R Alan = ,950 (Düzeltilen R Alan = ,902)						

Tablo 40. Kuzey yönünden Cd değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken : Cd						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	162697,370 <sup>a</sup>	23	7073,799	2,213	,029	,680
Sınırları Çizilen Kısım	1859523,870	1	1859523,870	581,739	,000	,960
Yer	122422,685	5	24484,537	7,660	,000	,615
Toprak Derinliği	3238,670	3	1079,557	,338	,798	,041
Yer ve toprak Derinliği	37036,015	15	2469,068	,772	,693	,326
Hata	76715,820	24	3196,493			
Toplam	2098937,060	48				
Düzeltilmiş Toplam	239413,190	47				
a. R Alan = ,680 (Düzeltilen R Alan = ,372)						

Tablo 41. Kuzey yönünden As değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken : As						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	1308634753,813 <sup>a</sup>	23	56897163,209	4,379	,000	,808
Sınırları Çizilen Kısım	9715988206,688	1	9715988206,688	747,855	,000	,969
Yer	1095980461,187	5	219196092,237	16,872	,000	,779
Toprak Derinliği	29004327,896	3	9668109,299	,744	,536	,085
Yer ve toprak Derinliği	183649964,729	15	12243330,982	,942	,536	,371
Hata	311803484,500	24	12991811,854			
Toplam	11336426445,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	1620438238,313	47				
a. R Alan = ,808 (Düzeltilen R Alan = ,623)						

Güney doğrultusunda, Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd'nin güney yönünün ve toprak derinliklerinin tek etkileri ve etkileşimleri Tablo 17'de listelenmiştir. Güney doğrultusunda, tüm toprak elementleri (Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) yerleri arasında (mesafe) ( $P < 0.001$ ) önemli farklılıklar gösterdi. Sadece Co, toprak derinlikleri arasında önemli derecede değişti. Genel olarak, tüm toprak elementleri uzaklıklarla birlikte bir artış gösterdi (Tablo 23). Co konsantrasyonları toprak derinliklerinde azalmıştır (Tablo 21).

Tablo 42. Güney yönünden Co değerlerinin ANOVA sonuçları

Konuların Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Co						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	1060,060 <sup>a</sup>	23	46,090	15,133	,000	,935
Sınırları Çizilen Kısım	2137,335	1	2137,335	701,772	,000	,967
Yer	993,919	5	198,784	65,269	,000	,931
Toprak Derinliği	1,571	3	,524	,172	,914	,021
Yer ve toprak Derinliği	64,571	15	4,305	1,413	,218	,469
Hata	73,095	24	3,046			
Toplam	3270,490	48				
Düzeltilmiş Toplam	1133,155	47				
a. R Alan = ,935 (Düzeltilen R Alan = ,874)						



Tablo 43. Güney yönünden Zn değerlerinin ANOVA sonuçları

Konuların Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Zn						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	19289,579 <sup>a</sup>	23	838,677	11,847	,000	,919
Sınırları Çizilen Kısım	143336,021	1	143336,021	2024,663	,000	,988
Yer	18475,057	5	3695,011	52,193	,000	,916
Toprak Derinliği	207,169	3	69,056	,975	,421	,109
Yer ve toprak Derinliği	607,353	15	40,490	,572	,868	,263
Hata	1699,080	24	70,795			
Toplam	164324,680	48				
Düzeltilmiş Toplam	20988,659	47				

a. R. Alan = ,919 (Düzeltilen R. Alan = ,841)

Tablo 44. Güney yönünden Mn değerlerinin ANOVA sonuçları

Konuların Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Mn						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	1068,467 <sup>a</sup>	23	46,455	2,201	,030	,678
Sınırları Çizilen Kısım	8640,333	1	8640,333	409,414	,000	,945
Yer	785,524	5	157,105	7,444	,000	,608
Toprak Derinliği	6,952	3	2,317	,110	,954	,014
Yer ve toprak Derinliği	275,991	15	18,399	,872	,600	,353
Hata	506,500	24	21,104			
Toplam	10215,300	48				
Düzeltilmiş Toplam	1574,967	47				

a. R. Alan = ,678 (Adjusted R. Alan = ,370)

Tablo 45. Güney yönünden Pb değerlerinin ANOVA sonuçları

Konuların Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Pb						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	7873,915 <sup>a</sup>	23	342,344	18,077	,000	,945
Sınırları Çizilen Kısım	21875,210	1	21875,210	1155,063	,000	,980
Yer	7371,119	5	1474,224	77,843	,000	,942
Toprak Derinliği	25,299	3	8,433	,445	,723	,053
Yer ve toprak Derinliği	477,497	15	31,833	1,681	,124	,512
Hata	454,525	24	18,939			
Toplam	30203,650	48				
Düzeltilmiş Toplam	8328,440	47				
a. R Alan = ,945 (Düzeltilen R Alan = ,893)						

Tablo 46. Güney yönünden Ni değerlerinin ANOVA sonuçları

Konuların Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Ni						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	15698,477 <sup>a</sup>	23	682,542	4,506	,000	,812
Sınırları Çizilen Kısım	200725,333	1	200725,333	1325,164	,000	,982
Yer	12476,142	5	2495,228	16,473	,000	,774
Toprak Derinliği	1316,188	3	438,729	2,896	,056	,266
Yer ve toprak Derinliği	1906,147	15	127,076	,839	,631	,344
Hata	3635,330	24	151,472			
Toplam	220059,140	48				
Düzeltilmiş Toplam	19333,807	47				
a. R Alan = ,812 (Düzeltilen R Alan = ,632)						

Tablo 47. Güney yönünden Cu değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Cu						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	6985294966,667 <sup>a</sup>	23	303708476,812	9,061	,000	,897
Sınırları Çizilen Kısım	48557329633,333	1	48557329633,333	1448,722	,000	,984
Yer	6400580841,667	5	1280116168,333	38,193	,000	,888
Toprak Derinliği	264901050,000	3	88300350,000	2,634	,073	,248
Yer ve toprak Derinliği	319813075,000	15	21320871,667	,636	,817	,284
Hata	804416400,000	24	33517350,000			
Toplam	56347041000,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	7789711366,667	47				
a. R Alan = ,897 (Düzeltilen R Alan = ,798)						

Tablo 48. Güney yönünden Cr değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Cr						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	7659439,300 <sup>a</sup>	23	333019,100	10,097	,000	,906
Sınırları Çizilen Kısım	16520885,335	1	16520885,335	500,882	,000	,954
Yer	7514508,319	5	1502901,664	45,565	,000	,905
Toprak Derinliği	1335,207	3	445,069	,013	,998	,002
Yer ve toprak Derinliği	143595,774	15	9573,052	,290	,992	,154
Hata	791605,475	24	32983,561			
Toplam	24971930,110	48				
Düzeltilmiş Toplam	8451044,775	47				
a. R Alan = ,906 (Düzeltilen R Alan = ,817)						

Tablo 49. Güney yönünden Cd değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: Cd						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	154407,380 <sup>a</sup>	23	6713,364	7,047	,000	,871
Sınırları Çizilen Kısım	1345460,785	1	1345460,785	1412,284	,000	,983
Yer	134213,804	5	26842,761	28,176	,000	,854
Toprak Derinliği	7863,536	3	2621,179	2,751	,065	,256
Yer ve toprak Derinliği	12330,041	15	822,003	,863	,608	,350
Hata	22864,425	24	952,684			
Toplam	1522732,590	48				
Düzeltilmiş Toplam	177271,805	47				

a. R Alan = ,871 (Düzeltilen R Alan = ,747)

Tablo 50. Güney yönünden As değerlerinin ANOVA sonuçları

<b>Konuların Etkileri Arasındaki Testler</b>						
Bağımlı değişken: As						
Kaynak	Tip III Alanlar Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Alan	F	Anlamlılık Seviyesi	Kısmi Eta Alanı
Düzeltilen Model	1506123921,479 <sup>a</sup>	23	65483648,760	4,244	,000	,803
Sınırları Çizilen Kısım	8673826896,021	1	8673826896,021	562,158	,000	,959
Yer	1221774669,854	5	244354933,971	15,837	,000	,767
Toprak Derinliği	131998378,729	3	43999459,576	2,852	,059	,263
Yer ve toprak Derinliği	152350872,896	15	10156724,860	,658	,798	,291
Hata	370308559,500	24	15429523,313			
Toplam	10550259377,000	48				
Düzeltilmiş Toplam	1876432480,979	47				

a. R Alan = ,803 (Düzeltilen R Alan = ,614)

## 5. TARTIŞMA

Kastamonu'da çöp etrafındaki 120 toprak örneği analiz edildi. Doğu yönünde, toprak özellikleri arasında toprak pH, kum, silt ve kil, konumlar arasındaki uzaklığın (uzaklık) ( $P < 0.001$ ) önemli fark gösterdiğini ve sadece toprak pH'larının toprak derinlikleri arasında önemli derecede değiştiğini göstermektedir. Toprağın pH, kum ve silt içeriği mesafe ile azalırken, toprak kil içeriği mesafelere bağlı olarak artmıştır. Kuzey yönünde iken, toprak pH'sı, kum ve kil, konumlar arasında (uzaklık) ( $P < 0.001$ ) önemli farklar gösterdi ve sadece toprak kili, toprak derinlikleri arasında anlamlı olarak değişti. Toprak pH'sı mesafe ile azalırken, toprak kumları ve kil içeriği mesafelere bağlı olarak arttı. Güney doğrultusunda, sadece toprak kumları, silt ve kil içerikleri mesafeler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Uzaklık ile toprak kumu azalırken, toprak silt ve kil içeriği mesafelere göre artmıştır.

İncelenen ağır metaller arasında (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) Doğu doğrultusunda Co'nun 100 m mesafeden 2 km'ye kademeli olarak arttığı kaydedildi (16,6 ppm). Maksimum kirlilik seviyesine ulaşamamış olmasına rağmen, 2 km'lik yüksek yüzdesi, Co'nun tehlikeli kirliliğine işaret ediyor. Kökten inişte, özellikle Tablo 12'de gösterildiği gibi Co düşük oranlar kaydeden derinliklerde bir farklılık göstermiştir.

Manganezin (Mn) uzaklıklarla birlikte arttığını ve toprak derinliklerinde azaldığını da belirttik (Tablo 10). Konsantrasyonun en büyük oranı 300 m (17,2) mesafedeydi ve bu da en yüksek kirlilik seviyesine ulaşamadı ( $P < 0.001$ ) (Tablo 14).

Toprakta nikel ve Cu konsantrasyonları da mesafe ve toprak derinliklerinde artmıştır. Toprak konsantrasyonunda net bir artış, Ni'nin tüm yönlerde 57 ila 87 arasında değişen varyasyonlar göstermesiydi (Tablo 14). Toprakta çökelti konsantrasyonu 200 m mesafede 44943 ppm arttı. Ve 2 km'lik (55524 ppm) mesafedeki en yüksek seviye (Tablo 14).

Toprak Cd ve As konsantrasyonları mesafe ve toprak derinlikleri arasında da değişiyordu. Cd konsantrasyonlarının, özellikle çöp toplama merkezinde, (250 ila

280 ppm) arasındaki en yüksek konsantrasyonu gösteren mesafe ile azaldığı ve 2 km uzaklıktan (175 ppm) düştüğü kaydedildi. Fakat konsantrasyonlar toprak derinlikleri ile neredeyse sabitti. As olarak, konsantrasyonlar toprak derinliklerinde yükseldi ve mesafelere neredeyse eşitti.

Toprak Zn konsantrasyonları mesafeyle birlikte arttı ve toprak derinliklerine neredeyse eşitti. Pb ve Cr için uzaklıklarla net bir artış oldu. Bununla birlikte, Pb, toprak derinliklerinde arttı; ancak Cr, toprak derinliği ile farklılık göstermedi.

Türkiye ve AB (Avrupa Birliği) Çevresel Kirleticiler İçin Çevresel Tetikleyici Konsantrasyon Birimi Tablo 18'de gösterilmektedir.

Tablo 51. Türkiye ve AB'deki Çevresel Kirleticilerin Karşılaştırılması

Heavy metals (ppm)	Belgium		Germany	Denmark	France	Finland
	Flanders	Wallonia				
Cadmium (Cd)	1.2	2	1.5	0.5	2	0.5
Chromium (Cr)	78	100	100	30	150	200
Copper (Cu)	109	50	60	40	100	100
Mercury (Hg)	5.3	1	1	0.5	1	0.2
Nickel (Ni)	55	50	50	15	50	60
Lead (Pb)	120	100	100	40	100	60
Zink (Zn)	330	200	200	100	300	150

	Ireland	Luxembourg	Poland	Scotland	England	Turkey
Cadmium (Cd)	1	1-3	3	0.4	3	1
Chromium (Cr)	-	100-200	200	60	-	100
Copper (Cu)	50	50-140	100	40	135	50
Mercury (Hg)	1	1-1.5	1.5	0.3	1	1
Nickel (Ni)	30	30-75	75	30	75	30
Lead (Pb)	50	50-300	300	40	300	50
Zink (Zn)	150	150-300	300	100-150	300	150

Türkiye ve AB (Avrupa Birliği) Çevresel Kirleticiler İçin Çevresel Tetikleyici Konsantrasyon Birimi'ne göre, kadmiyum seviyesi 0.5 ppm (Danimarka) ila 3 ppm (Polonya, İngiltere, Lüksemburg) arasında değişmektedir. Sonuçlarımız, Cd seviyesinin 79 ppm'den 285 ppm'e (Tablo 14) geldiğini ve bu değerlerin gereken seviyeden daha yüksek olduğunu gösterdi.

Krom seviyesi, 30 ppm (Danimarka) ila 200 ppm (Polonya, Finlandiya, Lüksemburg) arasında değişir. Sonuçlarımız, Cr seviyesinin 236 ppm ila 1363 ppm arasında değişmekte olduğunu göstermiştir (Tablo 14).

Bakır seviyesi (Lüksemburg) 40 ppm (Danimarka, İskoçya) 'dan 140 ppm' e değişir. Bulgularımız, Cu seviyesinin 17138 ppm'den 55524 ppm'e (Tablo 14) geldiğini ve bu seviyenin gerekli seviyeden yüksek olduğunu göstermiştir.

Cıva seviyesi 0,2 ppm'den (Finlandiya) 5.3 ppm'e (Flandre) değişir. Bulgularımız, Hg seviyesinin <3,8 ppm'den <5,9 ppm'e (Tablo 14) geldiğini ve istenen düzeyin üzerinde olduğunu göstermiştir.

Nikel seviyesi (Lüksemburg, Polonya, İngiltere) 15 ppm (Danimarka) ila 75 ppm arasında değişir. Bulgularımız, Ni seviyesinin 37.7 ppm'den 87.9 ppm'e (Tablo 14) geldiğini ve bu değerin gerekli seviyeden yüksek olduğunu gösterdi.

Kurşun seviyesi 40 ppm (Danimarka) 'dan 300 ppm' e (Lüksemburg, Polonya, İngiltere) değişmektedir. Sonuçlarımız, Pb seviyesinin 9,4 ppm ila 47,8 ppm arasında değiştiğini göstermiştir (Tablo 14) ki bu istenen seviyeden daha yüksektir.

Çinko seviyesi 100 ppm (Danimarka) dan 330 ppm (Flandre) olarak değişir. Sonuçlarımız, Zn seviyesinin 31.8 ppm'den 142.7 ppm'e (Tablo 14) geldiğini ve bu seviyenin gerekli seviyeden yüksek olduğunu gösterdi.

Ayrıca, (Mn, Fe, Co, As) seviyelerinin yüksek ve düşük arasında olduğu gösterilmiştir. (15.58 ppm - 0.6 ppm - 2.63 ppm - 7254 ppm) İstenen seviyeden çok yüksek olan değerler sırasıyla (18.49 ppm - 1.0 ppm - 16.6 ppm - 23408 ppm) (Tablo 14).

## 6. SONUÇ

Ağır metaller, birçok bakımdan, özellikle akümülatörler (Pb), civa-kemer lambaları ve termometreler (Hg), mutfak eşyaları (Al) ve geniş bir ürün yelpazesi gibi insan kullanımının önemli bazı ürünlerinin imalatında önemlidir. Ancak, biyotoksik etkiler, aşırı derecede kendilerine maruz kalındığında potansiyel olarak hayati tehlike oluşturabilir, dolayısıyla ihmal edilemez. Bu metaller bir çok yönden vazgeçilmez olmakla birlikte, bunları ele alırken iyi önlemler ve yeterli meslek hijyeni sağlanmalıdır. Ağır metal zehirlenmesi klinik olarak teşhis edilebileceği gibi tıbben tedavi edilebilirse de, en iyi seçenek ağır metal kirliliğini ve daha sonra insan zehirlenmesini önlemektir.

Çöpe atılan alanın ağır metaller (Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd ve As) üzerindeki etkilerini göstermektir. Sonuçlar, çöp boşaltma alanının sadece kısa mesafeyi değil uzun mesafeleri kirletebileceğini gösterdi. Bu çöp boşaltma alanında görülen yangınlara atfedilebilir. Bu yanma ağır metalleri güçlü rüzgarla taşınması ve toprakta biriktirmesinin başlıca nedeni olabilir. Bu nedenle, toprağın ağır metal birikimini önlemek için mümkün olan en kısa sürede modern ve kapalı bir çöp işleme tesisi kurmak gerekir.



## KAYNAKLAR

- Abedin, Mohammed Joinal, Jörg Feldmann, and Andy A. Meharg (2002). "Uptake kinetics of arsenic species in rice plants." *Plant Physiology* 128 (3), 1120-1128.
- Adamo, P., Dudka, S., Wilson, M. J., & McHardy, W. J. (2002). Distribution of trace elements in soils from the Sudbury smelting area (Ontario, Canada). *Water, Air, & Soil Pollution*, 137 (1), 95-116.
- Nickolette Roney, Fernando Lladós, Susan S. Little, David B. Knaebel (2004). Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). Nisan 2010 tarihinde <http://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=204&tid=37>) linkten alınmıştır.
- Nickolette Roney, Fernando Lladós, Susan S. Little, David B. Knaebel (2005). Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). Nisan 2010 tarihinde <http://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=243&tid=44>) linkten alınmıştır.
- Nickolette Roney, Fernando Lladós, Susan S. Little, David B. Knaebel (2007). Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). Nisan 2010 tarihinde <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs2.html>) linkten alınmıştır.
- Nickolette Roney, Fernando Lladós, Susan S. Little, David B. Knaebel (2007). Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). Nisan 2010 tarihinde <http://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=92&tid=22>) linkten alınmıştır.
- Nickolette Roney, Fernando Lladós, Susan S. Little, David B. Knaebel (2008). Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). Nisan 2010 tarihinde <http://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=46&tid=15>) linkten alınmıştır.
- Nickolette Roney, Fernando Lladós, Susan S. Little, David B. Knaebel (2008). Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). Nisan 2010 tarihinde <http://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=60&tid=17>) linkten alınmıştır.
- Battarbee, R., Anderson, N., Appleby, P., Flower, R. J., Fritz, S., Haworth, E., Higgitt, S., Jones, V., Kreiser, A., Munro, M.A. & Natkanski, J. (1988). *Lake Acidification in The United Kingdom*, ENSIS, London.
- Belluck, D. A., Benjamin, S. L., Baveye, P., Sampson, J., & Johnson, B. (2003). Widespread arsenic contamination of soils in residential areas and public spaces: an emerging regulatory or medical crisis?. *International Journal of Toxicology*, 22 (2), 109-128.

- Blaylock, M. J., & Huang, J. W. (2000). Phytoextraction of metals. *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*. Wiley, Toronto, 303.
- Bradl, H. B. (2004). Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. *Journal of Colloid and Interface Science*, 277 (1), 1-18.
- Campbell, J. A., Laul, J. C., Nielson, K. K., & Smith, R. D. (1978). Separation and chemical characterization of finely-sized fly-ash particles. *Anal. Chem.; (United States)*, 50 (8).
- Centers for Disease Control and Prevention. (2005). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *CDC/ATSDR Policy on Releasing and Sharing Data*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, US Dept of Health and Human Services.
- Clarkson, D. T., & Lüttge, U. (1989). Mineral nutrition: divalent cations, transport and compartmentation. In *Progress in Botany* (pp. 93-112). Springer Berlin Heidelberg.
- Cojocaru, V., Strumińska, D. I., Skwarzec, B., Pantelică, A., Pincovschi, E., & Georgescu, I. I. (2006). EDXRF versus INAA in a pollution control of soil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 268 (1), 71-78.
- Constantinou, G., 1994, Ancient copper mining in cyprus and its effect on the environment, *Geological Survey of Cyprus, Nicosia*.
- Day, P. R. (1965). Particle fractionation and particle-size analysis. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*, (methodsofsoilana), 545-567.
- de Vries, W., Römken, P. F., & Schütze, G. (2007). Critical soil concentrations of cadmium, lead, and mercury in view of health effects on humans and animals. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 91-130. Springer New York.
- Diah Setyorini, Tini Prihatini and Undang Kurnia Centre for Soil and Agroclimate Research and Development, Jalan Ir. Juanda No. 98 Bogor 16123, *Indonesia*.
- Dudka, S., Ponce-Hernandez, R., & Hutchinson, T. C. (1995). Current level of total element concentrations in the surface layer of Sudbury's soils. *Science of the Total Environment*, 162 (2-3), 161-171.
- Duffus, J. H. (2002). " Heavy metals" a meaningless term? (IUPAC Technical Report). *Pure and applied chemistry*, 74 (5), 793-807.
- Ene, A., Popescu, I. V., & Stihi, C. (2009). Applications of proton-induced X-ray emission technique in materials and environmental science. *Ovidius Univ Ann Chem*, 20 (1), 35-39.

- Ene, A., Popescu, I. V., & Stihi, C. (2009). Applications of proton-induced X-ray emission technique in materials and environmental science. *Ovidius Univ Ann Chem*, 20 (1), 35-39.
- EPA. Soil Screening Guidance: User's Guide. Publication 9355.4, July 23th, 1996 Ergun., "Solid Waste Management", Lecture Notes, Ondokuzmayis University Faculty of Engineering, Samsun, 4, 7, 32, 54 (2002).
- EUGRIS Portal for land and soil management in Europe [online]. Available at: [www.eugris.info](http://www.eugris.info).
- European Commission, Science for Environment Report, In-Depth Report, Soil Contamination: Impacts on Human Health, September 2013, Issue 5. <http://ec.europa.eu/environment>.
- Farlex, I. (2005). Definition: Environment, the Free Dictionary. *Farlex Inc. Publishing, USA* (<http://www.thefreedictionary.com/>).
- Fisher, G. L., Prentice, B. A., Silberman, D., Ondov, J. M., Biermann, A. H., Rugaini, R. C., & McFarland, A. R. (1978). Physical and morphological studies of size-classified coal fly ash. *Environmental Science & Technology*, 12 (4).
- Garbarino JR, Hayes H, Roth D, Antweider R, Brinton TI, Taylor H (1995). Contaminants in the Mississippi River, U. S. Geological Survey Circular 1133, Virginia, U.S.A. ([www.pubs.usgs.gov/circ/circ1133/](http://www.pubs.usgs.gov/circ/circ1133/)).
- Ge, Y., Murray, P., & Hendershot, W. H. (2000). Trace metal speciation and bioavailability in urban soils. *Environmental pollution*, 107 (1), 137-144.
- Gehrs, CW., Shriner, DS., Herbers, SE., 1981, Environmental health and safety implications of increased coal utilization. In: Eliot MA (ed), Chemistry of Coal Utilization, vol 2. John Wiley, New York, 2194-2219.
- Gnandi, K., & Tobschall, H. (2002). Heavy metals distribution of soils around mining sites of cadmium-rich marine sedimentary phosphorites of Kpogamé and Hahotoé (Southern Togo). *Environmental geology*, 41 (5), 593-600.
- Gore, A. (1997). Respect the land. *TIME. Special Issue. Our Precious Planet*.
- Granero, S., & Domingo, J. L. (2002). Levels of metals in soils of Alcalá de Henares, Spain: human health risks. *Environment International*, 28 (3), 159-164.
- Güleç, N., Günal, B., Erler, A. (2001). Assets of soil and water contamination around an ash-disposal site: A case study from the Seyitömer coal – fired power plant in western Turkey, *Environmental Geology*, 40 (3), 331-343.
- Güler, Ç. (1998). "Hospital Wastes", Solid Waste Management Seminar, Ankara, 131-132.

- Güney, M., 2006. Heavy Metal Determination in Roadside Soils and Highway Dust From the Major Highways of İstanbul, M.S. Thesis, *Boğaziçi University*.
- Hansen, L. D., Fisher, G. L. (1980). Elemental distribution in coal fly particles, *Environmental Science technology*, 14, 1111-1117.
- Hawkes, J. S., (1997). Heavy Metals, *Chem. Educ.* 74 (11): 1374.
- Holcombe, L. J., Enyon, B. P., Switzer, P. (1985). Variability of elemental concentrations in power plant ash., *Environmental Science technology* 19, 615-620.
- Huber & Prokop (2012), Progress in the management of contaminated sites. EIONET Workshop on Soil, Ispra, 10- 12 December 2012.
- Hutton, M., & Symon, C. (1986). The quantities of cadmium, lead, mercury and arsenic entering the UK environment from human activities. *Science of the total environment*, 57, 129-150.
- Jones, A., Panagos, P., Barcelo, S., Bouraoui, F., Bosco, C., Dewitte, O., ... & Montanarella, L. (2012). The state of soil in europe-a contribution of the jrc to the european environment agency's environment state and outlook report-soer 2010.
- Katahira, K., Yoneda, M., & Morisawa, S. (2000). Characteristics of metal element distribution in urban surface soil and plants: observations in Kyoto City area and stochastic analysis. *Environmental technology*, 21 (5), 505-513.
- Klein, D. H., Andren, A. W., Carter, J. A., Emery, J. F., Feldman, C., Fulkerson, W., ... & Bolton, N. (1975). *Pathways of thirty-seven trace elements through coal-fired power plant*. Oak Ridge National Lab., TN.
- Lado, L. R., Hengl, T., & Reuter, H. I. (2008). Heavy metals in European soils: a geostatistical analysis of the FOREGS Geochemical database. *Geoderma*, 148 (2), 189-199.
- Land and Housing, 1993, Greater Gaborone Structure Plan (1994-2014), Ministry of Local Government, Gaborone City Council, *Botswana*.
- Lenntech, K. (2004). Water treatment and air purification. *Published by Rotter Dam Seweg, Netherlands*.
- Liang, J., Chen, C., Song, X., Han, Y., & Liang, Z. (2011). Assessment of heavy metal pollution in soil and plants from Dunhua sewage irrigation area. *Int J Electrochem Sci*, 6 (2011), 5314-5324.
- Luo, Y., & Rimmer, D. L. (1995). Zinc-copper interaction affecting plant growth on a metal-contaminated soil. *Environmental Pollution*, 88 (1), 79-83.
- Madrid, L., Díaz-Barrientos, E., & Madrid, F. (2002). Distribution of heavy metal contents of urban soils in parks of Seville. *Chemosphere*, 49 (10), 1301-1308.

- Magnuson, M. L., Kelty, C. A., & Kelty, K. C. (2001). Trace metal loading on water-borne soil and dust particles characterized through the use of split-flow thin-cell fractionation. *Analytical Chemistry*, 73 (14), 3492-3496.
- Manta, D. S., Angelone, M., Bellanca, A., Neri, R., & Sprovieri, M. (2002). Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. *Science of the Total Environment*, 300 (1), 229-243.
- Marques, A. P., Rangel, A. O., & Castro, P. M. (2009). Remediation of heavy metal contaminated soils: phytoremediation as a potentially promising clean-up technology. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39 (8), 622-654.
- Martin, C. W. (1997). Heavy metal concentrations in floodplain surface soils, Lahn River, Germany. *Environmental geology*, 30 (1-2), 119-125.
- McBride, M. B., & Martínez, C. E. (2000). Copper phytotoxicity in a contaminated soil: remediation tests with adsorptive materials. *Environmental Science & Technology*, 34 (20), 4386-4391.
- Ministero Dele Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, (1994), Metodi ufficiali di analisi chimica Del Suolo, Ministero Dele Risorse Agricole, Roma, 276pp.
- Mirsal, I. (2008). *Soil pollution: origin, monitoring & remediation*. Springer Science & Business Media.
- Norvell, W. A. (1984). Comparison of chelating agents as extractants for metals in diverse soil materials. *Soil Science Society of America Journal*, 48 (6), 1285-1292.
- Nriagu, J. O. (1989). A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature*, 338 (6210), 47-49.
- Nriagu, J. O., & Pacyna, J. M. (1988). Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. *nature*, 333 (6169), 134-139.
- Ogoyi, D. O., Nguu, E. K., Mwita, C. J., & Shiundu, P. M. (2011). Determination of heavy metal content in water, sediment and microalgae from Lake Victoria, East Africa.
- Okrent, D. (1999). On Intergenerational Equity and Its Clash with Intragenerational Equity and on the Need for Policies to Guide the Regulation of Disposal of Wastes and Other Activities Posing Very Long-Term Risks. *Risk Analysis*, 19 (5), 877-901.
- Pantelica, A., Cercasov, V., Steinnes, E., Bode, P., & Wolterbeek, B. (2008). Investigation by INAA, XRF, ICPMS and PIXE of Air Pollution Levels at Galati (Siderurgical Site), Book of abstracts, 4th Nat. Conf. of Applied Physics (NCAP4), Galati. Romania, September.

- Patterson, B. M., Cohen, E., Prommer, H., Thomas, D. G., Rhodes, S., & McKinley, A. J. (2007). Origin of a mixed brominated ethene groundwater plume: contaminant degradation pathways and reactions. *Environmental science & technology*, 41 (4), 1352-1358.
- Ramos, L., Hernandez, L. M., & Gonzalez, M. J. (1994). Sequential fractionation of copper, lead, cadmium and zinc in soils from or near Donana National Park. *Journal of environmental Quality*, 23 (1), 50-57.
- Raskin, I., Kumar, P. N., Dushenkov, S., & Salt, D. E. (1994). Bioconcentration of heavy metals by plants. *Current Opinion in biotechnology*, 5 (3), 285-290.
- Salgare, S. A., & Acharekar, C. (1992). Effect of industrial pollution on growth and content of certain weeds. *J. Nature Conserve*, 4, 1-6.
- Scazzola, R., Matteucci, G., Guerzoni, S., Chiamenti, E., Rossini, P., & Molinaroli, E. (2004). Evaluation of trace metal fluxes to soils in hinterland of Porto Marghera industrial zone: comparisons with direct measurements in the Lagoon of Venice. *Water, Air, & Soil Pollution*, 153 (1), 195-203.
- Shah, A., Niaz, A., Ullah, N., Rehman, A., Akhlaq, M., Zakir, M., & Suleman Khan, M. (2013). Comparative study of heavy metals in soil and selected medicinal plants. *Journal of Chemistry*, 2013.
- Sharma, H. D., & Reddy, K. R. (2004). *Geoenvironmental engineering: site remediation, waste containment, and emerging waste management technologies*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sharma, M. R., & Raju, N. S. (2013). Correlation of heavy metal contamination with soil properties of industrial areas of Mysore, Karnataka, India by cluster analysis. *International Research Journal of Environment Sciences*, 2 (10), 22-27.
- Stihi, C., Bancuta, A., Popescu, I. V., Virgolici, M., Cimpoa, V., Gugiu, M., & Vlaicu, G. (2006). Air pollution studies using PIXE and ICP methods. In *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing.
- Suciu, I., Cosma, C., Todică, M., Bolboacă, S. D., & Jäntschi, L. (2008). Analysis of soil heavy metal pollution and pattern in Central Transylvania. *International journal of molecular sciences*, 9 (4), 434-453.
- Tan, K.H. *Environmental Soil Science*. (1995). Marcel Dekker, Inc. New York, United States Alloway, B.J. 1990. *Heavy Metals in Soils*. Second edition. Chapman and Hall India, Australia.
- Thuy, H. T. T., Tobschall, H. J., & An, P. V. (2000). Distribution of heavy metals in urban soils—a case study of Danang-Hoian Area (Vietnam). *Environmental Geology*, 39 (6), 603-610.

- USEPA, (2000). Technology Transfer Network Air toxics Web Site, Cadmium Compounds. <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/cadmium.html> (accessed in May, 2010).
- Wang, A. S., Angle, J. S., Chaney, R. L., Delorme, T. A., & Reeves, R. D. (2006). Soil pH effects on uptake of Cd and Zn by *Thlaspi caerulescens*. *Plant and Soil*, 281 (1), 325-337.
- Wilckle, W., Mathor, S. (1998). Urban soil contamination in Bangkok: heavy metal and aluminium partitioning in topsoils, *Geoderma*, 86, 211-228.
- Wuana, R. A., & Okieimen, F. E. (2011). Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *Isrn Ecology*, 2011.
- Yahşi, S., Arıkan, S., Kaftanoğlu, B. (1987). "Contemporary One of the Solid Wastes of Cities On Collecting and Evaluating by Method ", Environment'87 Symposium, İzmir, October 26-28.
- Yi, L., Hong, Y., Wang, D., & Zhu, Y. (2007). Determination of free heavy metal ion concentrations in soils around a cadmium rich zinc deposit. *Geochemical Journal*, 41 (4), 235-240.
- Yükselen, M. (2002). Characterization of heavy metal contaminated soils in Northern Cyprus. *Environmental Geology*, 42 (6), 597-603.
- Yükselen, M.A., Cali, B., Karpuzcu, M., (1998), Land based sea-pollution in an old mining region of Northern Cyprus, IAWQ, Conference on Environmental Protection Technologies for Coastal Areas, Varna.
- Zhai, M., Kampunzu, H. A. B., Modisi, M. P., & Totolo, O. (2003). Distribution of heavy metals in Gaborone urban soils (Botswana) and its relationship to soil pollution and bedrock composition. *Environmental Geology*, 45 (2), 171-180.

## ÖZGEÇMİŞ

Ad soyad : Bled Abdalah Fadel ABDALAH  
Doğum yeri ve zamanı : 5.9.1984 Alkufra.Libya  
Medeni hal : Evli  
Yabancı Dil : İngilizce  
E-posta : Bomarzooga@gmail.com



### Eğitim ve Öğretim

Lise : Al Zahef Alakhthar  
Lisans : University Of Garyounis - Faculty of Arts  
And Sciences Kufra -Libya