



T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Neslişah MUTLU

OSMANİYE ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE
BAZI AĞIR METALLERİN TOPRAK KARBON
MİNERALİZASYONUNA ETKİLERİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

OSMANİYE – 2017

**T.C.
OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OSMANIYE ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE
BAZI AĞIR METALLERİN TOPRAK KARBON
MİNERALİZASYONUNA ETKİLERİ**

Neslişah MUTLU

**BIYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**OSMANIYE
ŞUBAT-2017**

TEZ ONAYI

OSMANIYE ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE BAZI AĞIR METALLERİN TOPRAK KARBON MİNERALİZASYONUNA ETKİLERİ

Neslişah MUTLU tarafından Prof.Dr. Hüsniye AKA SAĞLIKER danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji** Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi / ~~Doktora Tezi~~** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof.Dr. Hüsniye AKA SAĞLIKER
Biyoloji Anabilim Dalı, OKÜ

.....

Üye: Prof.Dr. Cengiz DARICI
Biyoloji Anabilim Dalı, ÇÜ

.....

Üye: Doç.Dr. Bahri Devrim ÖZCAN
Biyoloji Anabilim Dalı, OKÜ

.....

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç.Dr. Halil Zeki GÖK
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

.....

Bu Çalışma OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: OKÜBAP-2015-PT3-004

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Neslişah MUTLU

ÖZET

OSMANİYE ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE BAZI AĞIR METALLERİN TOPRAK KARBON MİNERALİZASYONUNA ETKİLERİ

Neslişah MUTLU
Yüksek Lisans, Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof.Dr. Hüsniye AKA SAĞLIKER

Şubat 2017, 48 Sayfa

Bu çalışmada, ağır metal kirliliğine maruz kaldığı gözlenen Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi' nin 3 ayrı bölgesinden örneklenmiş topraklar ile ağır metal kirliliği olmayan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüs topraklarında bazı ağır metal [Cu, Mn, Fe, Zn (ppm)] içerikleri belirlenmiş, bu metallerin karbon mineralizasyonuna etkisi (28°C, 30 gün) karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. CO₂ respirasyon yöntemi ile belirlenmiş 30 günlük karbon mineralizasyonu sonunda, Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi Toşçelik Sanayi Üretim Tesisleri yakınından örneklenmiş toprakların [1. alan, 14.96 mg/C(CO₂)/100 g KT] karbon mineralizasyonu kampüs topraklarından [4. alan, 29.96 mg/C(CO₂)/100 g KT] anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (P = 0,000). Benzer durum 4 farklı toprağın karbon mineralizasyon oranları arasında da gözlenmekte olup Organize Sanayi Bölgesi'nin 3 farklı toprağı yine kampüs toprağından anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (P = 0,000). Tüm bu bulgulara göre, Organize Sanayi Bölgesi topraklarında yaşayan mikroorganizmaların mevcut ağır metallere olumsuz etkilendiğı sonucuna varmak mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Osmaniye, Karbon, Ağır Metal, Kirlilik, Mineralizasyon, Sanayi Bölgesi, Toprak, Çevre.

ABSTRACT

EFFECTS OF SOME HEAVY METALS ON SOIL CARBON MINERALIZATION IN OSMANIYE ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE

Neslişah MUTLU
M.Sc., Department of Biology
Supervisor: Prof.Dr.Hüsniye AKA SAĞLIKER

February 2017, 48 Pages

In this study, it was determined some heavy metal contents [Cu, Mn, Fe, Zn (ppm)] in three soil samples from three different point of Osmaniye Organized Industrial Zone which is observed to have been exposed to heavy metal pollution and one soil sample from Osmaniye Korkut Ata University campus which are not exposed to the heavy metal pollution. The effect of these metals on carbon mineralization (28° C, 45 days) was studied comparatively. At the end of the 45 days carbon mineralization determined by CO₂ respiration method, [First area, 14.96 mg/C(CO₂)/100 g DS] of the soil in sampled nearly the Osmaniye Organized Industrial Zone Toşçelik Industrial Production Facilities was significantly lower than (P = 0,000) university campus soil [fourth area, 29.96 mg/C(CO₂)/100 g DS]. The similarity were also observed among the carbon mineralization rates of four different soils and three different soil of the Organize Industrial Zone were found significantly lower than the campus soil (P = 0,000). It was a possible result that microorganisms living in Osmaniye Organized Industrial Zone soils affected negatively from the current heavy metals.

Key Words: Osmaniye, Carbon, Heavy Metal, Pollution, Mineralization, Industrial Sites, Soil, Environment.

Çok kıymetli aileme...



TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve yürütülmesinde desteğini, ilgisini asla esirgemeyen ve her zaman yol göstericim olan, öğrencisi olmaktan onur duyduğum saygıdeğer danışman hocam sayın Prof. Dr. Hüsniye AKA SAĞLIKER' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ağır Metal Analizleri ve Azot Tayini için Analiz Laboratuvarında çalışmama izin veren Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Halil Zeki GÖK' e katkılarından ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Kimya Bölümü Arş.Gör. Dr. Murat FARSAK ile analizlerde yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım, Uzm. Biyolog Tuğçe BOĞA, Uzm. Biyolog Belma ÇİÇEK, Biyolog Gülden KUYLUK GÜL ve Biyolog Nefise ÜNLÜ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans ve tez hazırlama dönemim boyunca manevi desteğini hep yanımda hissettiğim değerli arkadaşlarım Betül AYGÜN, Aslı ÇİFTÇİ, Nejla KAYNAR, Merve AÇIKGÖZ ve Mukaddes ÇOBAN' a teşekkürlerimi sunmaktan mutluluk duyarım.

Özellikle yaşamım boyunca her zaman yanımda olan ve desteklerini asla esirgemeyen kıymetli annem Necla MUTLU, değerli babam Temur MUTLU ve biricik kardeşim Nurşah MUTLU' ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı destekleyen Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (Proje no: OKÜBAP-2015-PT3-004) teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İTHAF SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmada Gözlenen Bazı Ağır Metallerin Özellikleri.....	9
1.1.1. Demir (Fe).....	9
1.1.2. Mangan (Mn).....	10
1.1.3. Bakır (Cu).....	10
1.1.4. Çinko (Zn).....	11
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	12
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	18
3.1. Malzemeler.....	18
3.1.1. Araştırma Alanlarının Genel Özellikleri.....	18
3.1.2. Araştırma Alanının Topografisi.....	19
3.1.3. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	21
3.1.4. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü.....	22
3.2. Metot.....	23
3.2.1. Örneklik Alanlarının ve Malzemelerin Seçimi.....	23
3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	23
3.2.3. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	27
3.2.3.1. Toprakta Organik C (C _{org}) Tayini (%).....	27
3.2.3.2. Toprakta Toplam N (%) Tayini.....	30
3.2.3.3. Toprak Örneklerinde Fe, Mn, Cu, Zn Tayini.....	32
3.2.3.4. C Mineralizasyon Yöntemi.....	33
3.2.4. İstatistik Analiz Yöntemleri.....	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	35

4.2.	İncelenen Topraklarının C Mineralizasyonları [C(CO ₂)]	37
4.3.	Toprakların C Mineralizasyon Oranları	39
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	40
	KAYNAKLAR... ..	41
	ÖZGEÇMİŞ	48



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi Faaliyetteki Tesislerin Sektörel Dağılımı.....	3
Çizelge 1.2. Önemli Ağır Metallerin Ekolojik Sınıflandırması.....	4
Çizelge 1.3. Temel Endüstrilerden Atılan Ağır Metal Türleri.....	5
Çizelge 3.1. Osmaniye İlinde Yıllar İçinde Görülen Sıcaklık ve Yağış Oranlarının Aylara Göre Değişimi	22
Çizelge 3.2. Mikro Elementlerin Bazılarının AAS' de Okunma Dalga Boyları....	32
Çizelge 4.1. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi (OKÜ) Kampüs ve Organize Sanayi Bölgesi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları...	36
Çizelge 4.2. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi (OKÜ) Kampüs ve Organize Sanayi Bölgesi Topraklarının Cu, Mn, Fe ve Zn İçerikleri.....	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Türkiye’de Bölgelere Göre OSB Dağılımları.....	2
Şekil 1.2. Şematik Olarak Ağır Metallerin Doğaya Yayınımları.....	6
Şekil 3.1. Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi Planı.....	18
Şekil 3.2. Osmaniye İlinin Diğer İllere Göre Konumu ve İlçeleri.....	19
Şekil 3.3. Osmaniye Toprakkale İlçesi OOSB ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Konumları.....	20
Şekil 3.4. Osmaniye’de Görülen Yıllık Alansal Yağışları.....	21
Şekil 3.5. Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi’nin Kuşbakışı Görüntüsü.....	24
Şekil 3.6. Birinci Toprak Örneklerinin Toplandığı Alana Ait Bir Görüntü (Şantiye Bölgesi Civarı).....	24
Şekil 3.7. Arıtma Tesisi ile Sulama Kaynaklarının Bulunduğu Alandan Alınan Toprak Örneği.....	25
Şekil 3.8. Organize Sanayi Bölgesi Çıkışından Alınan Toprak Örneği.....	25
Şekil 3.9. Organize Sanayi Bölgesi Çıkışına Ait Görüntüler.....	26
Şekil 3.10. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kampüsündeki Ökalyptus (<i>Eucalyptus camadulensis</i> Dehn.) Ağaçlarının Bulunduğu Alandan Örneklenmiş Toprak.....	26
Şekil 3.11. Organik Karbon Tayini Yaş Yakma Aşaması.....	28
Şekil 3.12. Organik C Tayini Sırasında Yaş Yakma Aşamasından Bir Görüntü....	29
Şekil 3.13. Yaş Yakma Aşamasından Sonra Elde Edilen Süzüntüler.....	29
Şekil 3.14. Azot Tayininde Kullanılan Yakma Ünitesi.....	31
Şekil 3.15. Distilasyon İşlemi Sonrası Erlenmayer'deki Çözeltilinin Renginin Pembe-Mordan Yeşile Dönüşümünü Gösteren Görüntü.....	31
Şekil 3.16. Kullanılan Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre Cihazı (Agilent 200 Series AA Systems).....	33
Şekil 4.1. İncelenen Toprakların C Mineralizasyonları [C(CO ₂)].	38
Şekil 4.2. İncelenen Toprakların C Mineralizasyon Oranları	39

SİMGELER ve KISALTMALAR

C	Karbon
N	Azot
Fe	Demir
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Mn	Mangan
TK	Tarla kapasitesi
N	Normalite
M	Molarite
OSB	Organize sanayi bölgesi
AAS	Atomik absorpsiyon spektrofotometresi

1. GİRİŞ

Organize Sanayi Bölgesi(OSB), sanayinin faaliyetlerini ve düzenli kentleşmeyi sağlamak amacıyla, sanayi tesislerini aynı bölgeye toplayarak bu kuruluşlarının, kentsel toprak, ulaşım, su ,enerji, yakıt, endüstri atıkları, arıtma tesisi ve hammadde gibi ihtiyaçları ile ilgili kolaylıkları aynı alanın içerisine bulunduran, bunun dışında sanayinin çevreye karşı olumsuz yönde etkilerini en düşük düzeye indirmek için atık yönetimi düzenlemelerini yapan ve uygulayan, özellikle planı yapıлып, imarda da yer verilen bölge türü olarak tanımlanmıştır (Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu, 2000).

Sanayi devrimiyle görülen toplumsal-ekonomik ilerleme, sanayi atıklarıyla kentsel altyapıya olumsuz etki etmiştir. Toprakla ilgili, artan talepleri karşılamak için kapsamlı planlar yapılarak, iyileştirilme yoluna gidilmiş ve alt kısımlara bölünerek bu alanların kullanımına sunulmuştur (Ardoğan, 1983).

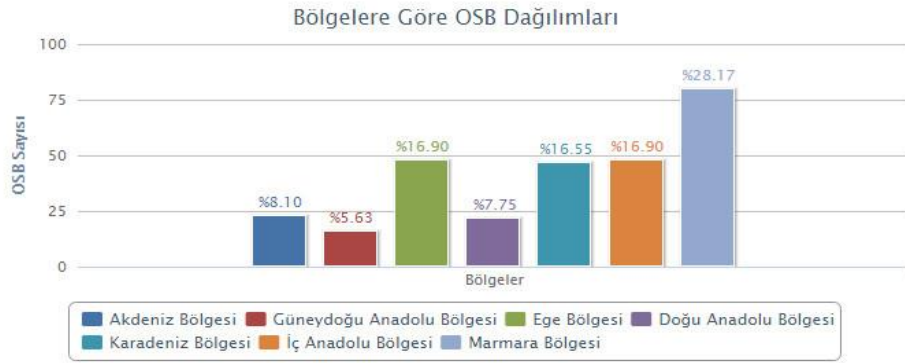
Dünya’ da OSB uygulamasına ilk defa 19. yüzyılda Kuzey Amerika'da rastlanmıştır. Kendiliğinden meydana gelmiş olan bu gelişme ile yerleşmeler sonucu dokuma imalathaneleri fiziksel olarak aynı alana toplanmıştır. ABD'de 1885 yılında ekonominin gelişimiyle ise "Sanayi Bölgesi" fikir olarak ortaya atılmıştır (Onat, 1969).

Organize Sanayi Bölgeleri ile alakalı ilk bilinçle yapılan uygulama İngiltere'nin Manchester civarlarında yapılmış olan "Trafford Park" olarak 1896 yılında gerçekleştirilmiştir (Eyüboğlu, 2005).

Türkiye’ de ise 1960’ larda başlamış olan planlı kalkınma döneminde ortaya konan amaçlara yönelik; OSB uygulamalarına ilk defa 1962 yılında sanayinin gelişimi için yürürlüğe geçirilen birçok tedbirden biri olarak, Bursa OSB’ nin kurulmasıyla başlanmıştır (OSB I. Zirvesi Sonuç Raporları, 2004).

Türkiye' deki OSB uygulaması, birçok gelişmiş ülkedeki uygulamalara benzerlik göstermesinin yanı sıra; farklılıkları da görülmektedir. Batılı ülkelerdeki bu bölgeler, genelde, yarı-kentsel bir yerleşim alanında, standart binalar ve tesislerden meydana gelen ve uzmanlaşmış bir sanayi alanını kapsayan yerler olurken; ülkemizde organize sanayi bölgeleri, birçok sanayi alanını kapsayan, kentle iç içe alanlarda, standarttan farklı olan binaları ve tesisleriyle diğer örneklerinden ayrı görülmektedir (Eyüboğlu, 2005).

Ülkemizde 284 OSB olup Marmara 80 OSB ile ilk sırada, Akdeniz Bölgesi ise 23 OSB ile 5. Sırada, Güney Doğu Anadolu ise en az OSB'ye sahip bölgedir. (T.C Bilim Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı OSB Bilgi Sitesi, 2016).



Şekil 1.1. Türkiye' de Bölgelere Göre OSB Dağılımları (T.C Bilim Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı OSB Bilgi Sitesi, 2016)

Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi (OOSB); 1994'te Osmaniye'nin Toprakkale ilçesine bağlı Büyüktüysüz Köyü'nde 100 hektarlık alana kurulmuştur. OOSB sırasıyla; ikinci genişletme ile 380 hektarlık, sonra 245 hektarlık üçüncü, 41 hektarlık dördüncü ve 33 hektarlık 5. genişletme alanının da bölgeye eklenmesiyle 699 hektarlık alana yayılmıştır. Günümüzde 5 genişlemiş alandan meydana gelen Osmaniye OSB toplamda 699 hektarlık alanın üzerinde faaliyetlerine devam etmektedir ve 135 adet toplam parsel bulunmaktadır. Bu bölgede başta metal olmak

üzere, kimya, tekstil, gıda, plastik ve inşaat ve benzeri alanlar olmak üzere pek çok alanda faaliyetlerine devam eden 113 tesis yer almaktadır (Osmaniye Valiliği, 2016).

Çizelge 1.1. Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi Faaliyetteki Tesislerin
Sektörel Dağılımı (ÇED Raporu, 2013)

OSMANIYE ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ		
PARSEL SAYISI		139
TAHSİSLİ PARSEL SAYISI		139
İNŞAATI DEVAMEDEN		9
PROJE AŞAMASINDA		15
FAALİYETTE OLAN TESİSLERİN SEKTÖREL DAĞILIMI		
SIRA NO	SEKTÖRÜ	PARSEL SAYISI
1	METAL	64
2	TEKSTİL	26
3	KİMYA / ORGANİK GÜBRE	16
4	İNŞAAT / MERMER	14
5	GIDA	7

Metal ve kimya fabrikaları ile madenlerin son zamanlarda yaygın olarak metal içerikli mantar ilaçları ve ahşap koruyucular kullanmaları yanı sıra büyük sanayi yerleşkelerinin neden olduğu toz ve gazların bitki ve toprakta kirlilik etkeni olduğu belirtilmektedir (Peterson, 1993).

Toprak üzerinde yetişen bitkiler için, ağır metal kirliliği oldukça büyük bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Bu yüzden ağır metal kirliliğinin görüldüğü bu tip kirlenmiş topraklarda verimi arttırmak için çeşitli ıslah işlemleri uygulanması ile alakalı çalışmaların yapılmasına ağırlık verilmesi gerekmektedir (Geiger vd., 1993).

Ağır metaller, atom numaraları 20 den fazla, özgül ağırlıkları ise 5 gr/cm^3 den fazla olarak gözlenen, periyodik cetvelde geçiş elementleri olarak bilinen geniş bir grupta bulunan elementler olarak tanımlanmıştır. Aslında ağır metal terim olarak çevre kirliliği ile literatüre girmiştir. Kirlenme ve toksisite olarak bakıldığında yan anlam olarak verilmekte ve bu grupta 70 civarı element girmektedir. Bununla yanı sıra ekolojik bakımdan 20 ağır metal elementi özellikle dikkati çekmektedir (Fe, Mn, Zn, Cu, Al, V, Mo, As, Cr, Pb, Hg, Ag, Be, Ni, Cd, Sb, Sn, Tl, Co, Se). Bunlardan birkaçı, hayvan ve bitkilerin kullanması için mikrobesein (Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Mo)

olabilmekle beraber, toksik özelliği izin verilen sınır değerini aşmadığı sürece göstermemektedir (Yıldız, 2004). Önemli olan ağır metallerin ekolojik bakımdan sınıflandırması Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Fabrikaların baca sisteminden doğaya salınan hava kirleticiler ile atıkları, atmosferde bulunan farklı gazlar ve parçacıklarının fazlalığı, toprakların ve bitkilerin verimliliğine olumsuz yönde etki etmektedir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında özellikle endüstrinin gelişme göstermesine bağlı meydana gelen ve çoğalarak sürmekte olan hava kirliliği ve ağır metal kirliliği tüm canlılara günümüzde bir tehdit unsuru oluşturmaktadır (Zheljazkov ve Nielsen, 1996).

Çizelge 1.2. Önemli Ağır Metallerin Ekolojik Sınıflandırması (G: gerekli, K: kirletici) (Yıldız, 2004).

Element	g/cm ³ özgül ağırlık	Bitki ve hayvan için gereklilik	Kirletici olup olmadığı
Gümüş	10.5	—	K
Kadmiyum	8.5	—	K
Krom	7.2	G	K
Kobalt	8.9	G	K
Bakır	8.9	G	K
Demir	7.9	G	K
Civa	13.6	—	K
Mangan	7.4	G	—
Kurşun	11.3	—	K
Molibden	10.2	G	K
Nikel	8.9	G	K
Platin	21.5	—	—
Talyum	11.9	—	K
Kalay	7.3	—	K
Uranyum	19.1	G	K
Vanadyum	6.1	G	K
Tungstem	19.3	G	K
Çinko	7.1	G	K
Zirkon	6.5	—	—

Ağır metallerin çevreye yayılmalarında etki gösteren endüstriyel faaliyetlerden en önemlileri; demir çelik sanayi, termik santraller, çimento üretimi, çöp ve atık çamur yakma ile cam üretimi tesisleridir. Çizelge 1.3’de çeşitli temel endüstrilerden atılmakta olan ağır metal türleri genel olarak ifade edilmiştir. Havaya salınan ağır metaller, nihayetinde karaya ve buradan da bitkiler ve besin zinciri sayesinde hayvanlara ve insanlara kadar ulaşabilirler. Aynı zamanda havadan aerosol olarak veya toz şeklinde, hayvan ve insanlar tarafından solunum yoluyla alınmaktadırlar. Bunun dışında içme sularına karışan endüstriyel atık sular yoluyla da ağır metaller, hayvan ve insanlar üzerinde etkin özellik göstermektedirler (Rether, 2002).

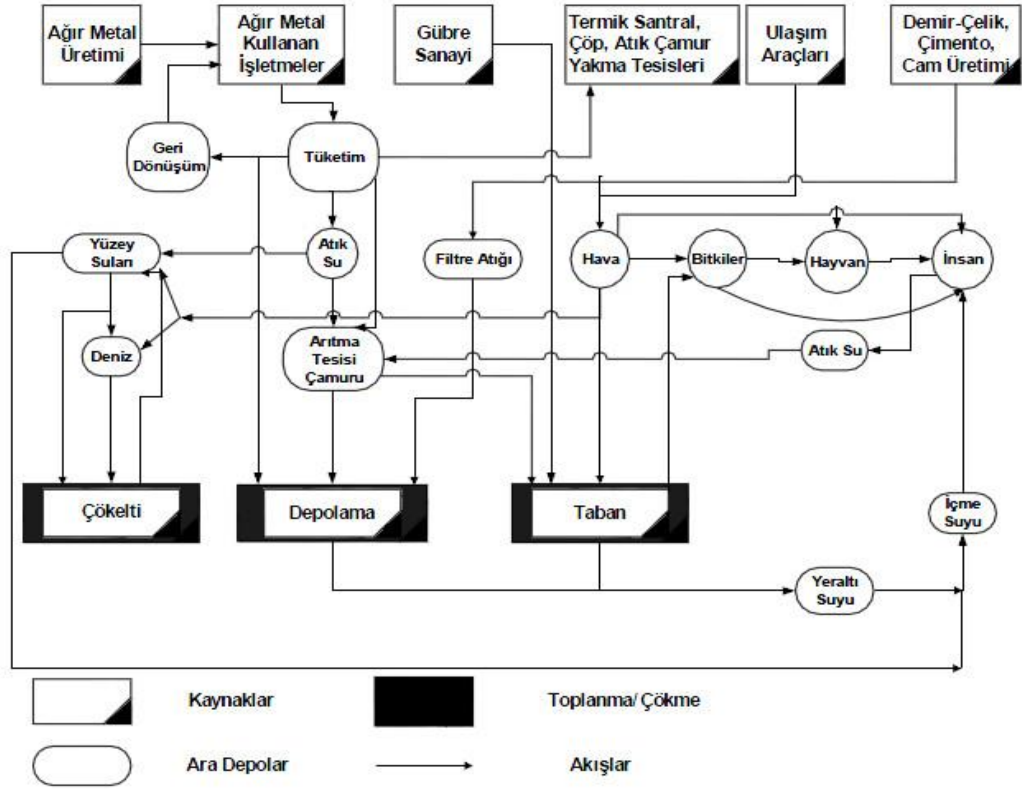
Çizelge 1.3. Temel Endüstrilerden Atılan Ağır Metal Türleri (Rether, 2002).

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

Ağır metallerin doğaya yayılma yolları incelendiğinde biyosfere atıldığı, çok farklı alanlarda çeşitli işlem basamaklarında gerçekleştiği bilinmektedir. Bu ağır metalleri kullanan işletmeler; demir-çelik, termik santraller, çöp ve atık çamur yakma tesisleri, ulaşım araçları, cam üreten işletmeler, gübre sanayi, çimento üretimleri sonucunda meydana getirdikleri ürünün atıklarını, bitkilere, hayvanlara ve insanlara hava yoluyla ulaştırmaktadır. (Kahvecioğlu vd., 2007).

Ağır metaller, yüksek tepkiyi kendi okside olma durumuna göre göstermekte ve sonuç olarak organizmaların çoğunda zarara sebep olabilmektedir (Pinto vd., 2003).

Ekolojik sistemde dağılımları incelenen ağır metallerin, doğal sebeplerden daha çok insanın yol açtığı kirlenmeler sebebiyle çevreye yayıldıkları gözlenmektedir. Kullanıma bağlı ve ya sürekli kirlenmenin yanı sıra, kazalar sonucu da ağır metaller çevreye yayılmaktadır (Rether, 2002). Şekil 1.2’de farklı sektörlerden biyosfere ağır metal yayılımı şematik olarak verilmiştir (John ve Howard, 1996).



Şekil 1.2. Şematik Olarak Ağır Metallerin Doğaya Yayınımı (John ve Howard, 1996)

Yağışlara göre değişmekle birlikte, ağır metaller doğrudan toprağa taşınıp, buradan bitkilere, hatta bazen taban sularına kadar ulaşabilmekte, yüzeysel akışla da kısmen olarak uzak çevrelere yayılmaktadır (Yıldız, 2004).

Toprak, belirli biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip, anamateryalin biyolojik, kimyasal ve fiziksel ayrışma işlemlerinin sonucunda meydana gelen, bitkilere yaşama ortamı olan, içinde ve üzerinde birçok canlıyı barındıran ve besin temini sağlayan, üç boyutlu, dinamik, canlı bir sistem şeklinde tanımlanmaktadır. Bu

gibi özellikleri bulunan toprak, doğadaki su ve hava ekosistemi ile birlikte üç temel ekosistemden birini meydana getirmektedir (Wuana ve Okieimen, 2011).

Organik madde, toprağın dengesinin oluşturulmasında etkili ve en önemli faktörlerdendir. Toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerine büyük bir ölçüde etki eden organik maddenin toprakta gerçekleşen biyolojik faaliyetlerin meydana gelmesinde önemli bir katkısı vardır (Tiessen vd., 1994). Topraktaki pek çok organik bileşiği ayrıştırmak toprak mikroorganizmalarının en önemli görevidir. Organik maddenin ayrıştırılmasında, bakteri ve mantarlardan oluşan toprak mikroorganizmaları özellikle karbonun uzun süreli tutulmasında ve ekosistem verimliliğinde önemli bir yer almaktadır (Luo ve Zhuo, 2006).

Topraktaki çoğunluğu heterotroflardan oluşan mikroorganizmalar, meydana getirdikleri enzimlerle yüksek yapıları bileşiklerini mineralizasyona uğratarak inorganik hale dönüştürürler. Bu şekilde organik maddedeki selüloz, protein, fosfat esterleri, lignin ve nişasta gibi karmaşık yapıdaki bileşikler, mikroorganizma ve ya bitkilerce kullanılabilir duruma gelmektedirler (Jonasson vd., 1996).

Toprak yüzeyindeki organik maddeler, karasal bitki komünitelerindeki besinlerin yeniden mineralizasyonunda temel bir yer aldığı için ayrışma aşamalarına ait çalışmalar Akdeniz tipi ekosistemdeki çok önemli bir noktada yer almaktadır (Gray ve Schlesinger, 1981). Ortamda organik maddenin varlığı ve toprakların su ve rüzgar erozyonu ile kaybına engel olan unsurlardır (Jones, 1991).

Organik madde mineralizasyonunun ekosistem verimliliğinde ve uzun vadedeki karbon tutulmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir (Luo ve Zhuo, 2006). Mikroorganizmalar, toprağın iyi bir strüktür oluşumunda, yeterli havalanmasında ve topraktaki en fazla su tutma kapasitesinin %60-70' inde iyi aktivite gösterirler. Mikroorganizmaların susuz ortamdaki aktiviteleri hızla azalırken, havasız (anaerob) koşullarda toprakta bazı zehirli metabolizma ürünleri (sülfidler, yağ asitleri ve diğer bileşikler) meydana getirmektedirler (Çolak, 1995).

Doğada ana ekosistemlerden biri olan toprak, tamponlama özelliği ile toprağa ulaşan kirleticileri tutarak su ve hava ekosisteminin kirliliğini de engelleyebilmektedir. Toprak kirliliği, toprakların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinde görülen bozulma şeklinde tanımlanmaktadır. Toprak kirliliğine neden olan kirleticilerden, toprakta ayrışabilenler, ayrıştırılarak yok edilebilirken, toprakta kirlilik sebebi olan ağır metaller ayrıştırılarak farklı bileşiklere çevrilmediklerinden dolayı, toprakta yok edilemeyen kirlilik olarak bilinmektedir. Topraktaki ağır metaller karbonat, bikarbonat ve fosfor bileşikleriyle bir araya gelip bitkiler tarafından alınamaz forma dönüşebilmeleri sebebiyle de başka kirleticilere göre daha önemlidir. Doğada besin elementleri döngüsünün tamamlanamamasına toprakta ağır metal kirliliği toprakta reaksiyonların gerçekleşmemesi neden olmaktadır. Bu şekilde toprak ekosisteminde görülen bir bozulma olumsuz yönde diğer ekosistemleri de etkileyebilmektedir. Bu nedenle toprak ağır metal kirliliğinin olmaması ya da toprakta bu çeşit bir kirlilik mevcut ise bu kirliliği giderilmeye yönelik çalışmalar yapılması ayrıca önem taşımaktadır. Çevre ve insan sağlığı açısından da tehlikeli kirlilikler arasında, toprak ağır metal kirliliği bulunmaktadır. Diğer kirliliklere göre giderimi daha zordur. Ağır metaller kimyasal ve inorganik tehlikelerin tam tanımlaması yapılmamış bir grubunu oluşturmaktadırlar. Kirlenmiş bölgelerde yaygın ağır metaller Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Hg, Cr, As'dir (Wuana ve Okieimen, 2011).

Ağır metallerin toksik bir düzeyde insanın yapısında birikimi sonucunda, insanlarda metalin türüne ve miktarına bağlı olarak kanama, kusma, kansızlık, sarılık, akli bozukluklar, böbrek yetmezliği, kırılabilir kemik yapısı ve deri lezyonları ve benzeri pek çok sağlık bozukluğu meydana gelebilmektedir (Öktüren Asri ve Sönmez, 2006). Bu olumsuz etkiler, topraktaki ağır metaller bitkilerin tarafından alınabileceği formda bulunması ile gerçekleşmektedir. Yani toprakta bulunan ağır metallerin bitkiler tarafından alınabilir veya alınamaz formda olması oluşacak kirliliğin boyutlarını göstermektedir. Ağır metallerin sebep olduğu toprak kirliliği gıda güvenliğini tehdit ederken, toprak florasını ve kompozisyonunu da olumsuz etkilemektedir. Ayrıca topraktaki mikroorganizmaların ve toprak solucanlarının sayıca azalmasına ve toprağın biyotik yeteneğinin zayıflamasına da neden olmaktadır (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010).

Organik maddelerin mineralizasyonu, nitrifikasyon olayı, enzim aktiviteleri, solunum aktivitesi, topraklardaki ağır metallerin buradaki biyokimyasal reaksiyonlara etkide bulunmaları sonucunda olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Topraktaki enzim faaliyetleri, mikroorganizmaların CO₂ üretimi ve nitrifikasyon, toprağı verimindeki önemlerinden dolayı ağır metallerin etkilerini anlamak için duyarlı indikatörler olarak bilinmektedir. Ağır metallerin toprakta meydana gelen biyolojik işlemler üzerindeki toksik etkisi, topraktaki miktarları ve onların mobiliteleleri, toprağın bileşimi, anamateryalin kimyasal bileşimi ve çözünürlüğü gibi sebeplere bağılı gösterilmektedir (Ağca, 1998).

1.1. Çalışmada Gözlenen Bazı Ağır Metallerin Özellikleri

Fe, Mn, Cu ve Zn'nin günümüzde canlılar için mutlak gerekli olan mikrobesein elementleri olduğı bilinmektedir (Schubert, 2006). Akarsuları ve yeraltı sularını, yerleşim ve sanayi bölgelerindeki atıklar kirletmektedir Tarımda sulama amacıyla bu suların kullanılması ise topraklardaki mikrobesein ve makrobesein maddesi dengesini bozup, toksik etki oluşumuna neden olmaktadır. Ağır metaller, iyon değışimi ve kolloidal adsorbsiyon ile toprakta tutulup kalıntı (birikim) meydana getirirler (Haktanır, 1989; Swadish vd., 1995).

1.1.1. Demir (Fe)

Birçok canlının az miktarda ihtiyaç duyduğı demir, insanlar, hayvanlar ve bitkiler için mutlak gereklidir. Çelik sanayisinin de temel hammaddesi olan bu element, inşaat alanında beton kiriş ve kolonlarının sağlamlaştırılmasında kullanılmaktadır. Demir alüminyumdan sonra %4.2 ile yeryüzünde en çok bulunan metali oluşturmaktadır (Scheffer ve Schachtschabel, 1989).

Demir, çözünmeyen Fe(III) oksitler halinde toprakta bulunmaktadır. Fakat bu topraklar, su ile temasa uğrayınca tabanda bulunan bitkiler çürümeye başlar ve suda bulunan çözünmüş haldeki oksijeni kullanır. Böylece tabandaki suyun tamamı oksijensiz kalarak, temasta buldukları topraktaki demiroksitlerden oksijen alıp

onları çözünebilen Fe(II) formuna çevirip demirin suya karışmasına neden olmaktadır.

Pek çok toprağın Fe içeriği yüksek konsantrasyonlardadır (> 20.000 mg/kg). Genellikle demir toksisitesi su altındaki çeltik topraklarında bir sorun olarak karşımıza gelmektedir. Su altında birkaç hafta kalma, bu topraklarda çözünebilir şekilde demiri 0,1 ppm' den 50-100 ppm' e kadar çıkarabilmektedir (Bebek, 2001).

1.1.2. Mangan (Mn)

Mangan elementi içerisinde en az toksik etkisi olan metaldir. MnO(mangan oksit) şeklinde toprakta çözünmeyen halde bulunmaktadır. Ancak MnO içerikli topraklar su altında kaldıklarında tabandaki bitkiler çürümeye başlarlar ve sudan çözülmüş oksijeni alırlar. Taban suları böylece tamamen oksijensiz kalınca ve bu sular temasta buldukları toprakla mangan oksitlerindeki oksijeni alarak bunları çözünebilen mangan şekline çevirirler. İnsanlarda mangana bağlı zehirlenmeleri nadir gerçekleşse de Mn^{+2} ile karşılaşan madencilerde bu tür zehirlenmeler ortaya çıkmaktadır (Uzunoğlu, 1999).

Topraklardaki mangan kapsamalarının toplamında öteki mikrobesein maddelerine bakılınca oldukça geniş sınırlar arasında değişmektedir. Ayrıca topraklarda gerekli halde olan mangan miktarı farklı faktörlerin etkisinde değişir. Topraktaki yayayışlı mangan miktarının artması uzun süre su altında kalan topraklarda mümkün olmaktadır Hatta bazı durumlarda bu mangan miktarı, toksik etki gösterecek seviyelere çıkabilmektedir (Kaçar, 1984).

1.1.3. Bakır (Cu)

Bakır metali çoğunlukla vitaminlerle ve ya organik maddelerle (molekül ağırlığı düşük olan) bileşik yapmaktadır. Bakır, hem de hayati önemi olan enzimlerin yapısında, hem de görevi daha tamamen anlaşılmamış bileşiklerde görülür. Bitkilerde önemli fizyolojik olaylarda rol oynamaktadır. Ayrıca çeşitli hastalıklara karşı, direnç mekanizması geliştirmek için de önemlidir (Okcu vd., 2009).

Topraktaki Cu derişimi 5 ile 100 ppm arasında değişir. Bu değerlerin üzerindeki derişimler topraktaki organik madde ve kil içeriğine bağlı demir eksikliğine sebep olabilmektedir. Benzer halde çinko ve bakır arasında da bir antagonizma vardır (Tok, 1997).

Bakıra bağlı ağır metal kirliliğinin pek çok kaynağı görülmektedir. Bunun sebebi ise çok çeşitli alanlarda kullanılan bir materyal olmasından dolayı oluşturduğu etkidir (Nuhoglu vd., 2002).

Bakırın düşük konsantrasyonları dahil, sudaki organizmalara, tarımsal ürünlere, ve insana toksik etki göstermektedir. Cu ve Zn metallere, normal bitki büyüme ve gelişmesi için kofaktör ve enzim ve proteinlerin yapısal ve katalitik bileşenleri olarak gerekliliği bilinmektedir. Fakat bu mikrobeyinler ile beraber Cd, Ni ve Pb gibi ağır metallerin de artışı toksik etkiyi oluşurmaktadır (Vural, 1993).

1.1.4. Çinko (Zn)

Toprakta Zn^{+2} değerlikli ve bileşikler şeklinde bulunan çinko genellikle toprağın kompleksleri tarafınca adsorblanır. Çinko iyonu ile toprakta bol bulunan kalsiyum ve magnezyum ve benzeri katyonlar arasında adsorbsiyon yönünden bir antagonizma mevcuttur. Çinko hem hayvanlar ve hem de bitkiler tarafından gerekli olup özellikle enzimlerin yapısında yer almakta ve enzim faaliyetlerinde rol oynamakta ve yalnızca toksik etkiyi yüksek derişimlerde göstermektedir. Kanalizasyonların atıkları 50000 ppm' e kadar çinko bulundurabilir. Böyle bir atık materyal ile kirlitildiği zaman, toprakta çinko birikmesi görülebilmektedir. Toprakların ortalama çinko kapsamı 30-50 ppm civarındadır (Uzunoglu, 1999).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Lucas (1948), asitten alkaliye doğru giden toprak pH'sının bu yönde değişikçe topraklardaki gerekli Cu miktarına etki ettiğini göstermiştir. Bakır oksitlerin, hidroksitlerin, ve bazı karbonatların meydana gelmesi ile alkali ve nötr topraklarda bakırdaki yarayışlı olma durumunun azaldığını öne sürmektedir.

Silanpaa (1982), farklı ülke topraklarının çinko yönünde kapasitelerine baktığı çalışmada Zn eksikliğinin Malta ve Belçika dışında diğer ülkelerde görüldüğü, Türkiye, Irak, Pakistan, ve Hindistan'daki toprakların en az Zn miktarını bulundurduğunu belirtmiştir.

Adriano (1986), toprakların çeşitli tarımsal uygulamalar, taşınma, arıtma çamuru uygulamaları ve büyük ölçüde endüstriyel ve kentsel katı atıklar gibi çeşitli insan aktivitelerinin ağır metal kirliliğine neden olduğunu savunmuştur.

Mengel ve Kirkby (1987), topraktaki bakır içeriğinin toprak nemi, sıcaklık, toprak pH' sı, ana materyal, kireç ve organik madde gibi çevresel etkenlerin oranlarına bağlı değiştiğini belirlemişlerdir.

Rhoads (1989), bakır eksikliğinin topraktaki yüksek pH, organik madde artışı, kum bünyesine sahip, yıkanma ve kirecin fazla olduğu topraklarda görülebildiğini belirtilmiştir.

Tiwari vd. (1989), toprakta bulunan mikrobiyal populasyon, enzim faaliyetleri ve CO₂ miktarına mevsimel değişimin etkilerini araştırmış, bunun için 12 ay süresince ayrı ayrı derinliklerden ayda bir örnek toplanmışlardır. Sonuçta enzim faaliyetleri, CO₂ miktarı ve mikrobiyal populasyonun, alt kısımlara oranla yüzeyden alınan topraklarda daha çok gözlemlendiği ve kış aylarında düşüş gösterirken, bahar-yaz aylarında en yüksek değere ulaştığını saptamışlardır.

Levi-Minzi vd. (1990), yürüttükleri çalışmada kumlu tınlı bünyeye sahip bir toprakta, iki kentsel atığı, üç ayrı gübreyi ve bir bitki artığını karıştırarak değişik organik

maddelerle ıslah çalışması yapılan toprakta karbon mineralizasyonu aktivitesini incelemişler ve bu toprakların ayrışma derecelerini ve oranlarını saptamışlardır. Organik materyaldeki kimyasal kompozisyon ve inkübasyonun sıcaklığıyla alakalı olduğunu, kentsel çöp kompostunun ve çiftlik gübresinin kısa vadedeki ayrıştırmaya fazla direnç gösteren materyallerden oluştuğu sonuç olarak belirlemişlerdir.

Moraghan ve Mascongi (1991), toprak nem içeriği ve toprağın sıcaklığı gibi çevresel etmenlerin farklılaşmalarının, bitkilerdeki mikro element beslemesine makrobesin elementi ile beslenmesinden fazla engel olduğunu belirtmişlerdir.

Welch vd. (1991), yürüttükleri bu araştırmada Amerika'da, çinko eksikliğinin en fazla toprağın pH' sı, toprak tekstürü ve toprağın anamateryalinden kaynaklanabildiğini belirtmişlerdir.

Eyüpoğlu vd. (1998), ülkemizde bulunan toprakların mikro element (Fe, Mn, Cu ve Zn) içeriklerini bulmak amacıyla 1.511 farklı topraktan örnek almışlar, Zn eksikliği yaklaşık 14 milyon hektarda, Fe eksikliği 7,5 milyon hektarda, Mn eksikliği ise 200.000 hektarda gözlenirken, Cu eksikliğine (Türkiye topraklarında) saptamamışlardır.

Javorekova vd. (2001), mikrocanlı aktivitesine organik maddelerin etkisini araştırmak amacıyla toprağa değişik ayrıştırma düzeyleri bulunan organik madde ilaveleri yapmış, biyolojik ayrıştırma ile topraktaki mikroorganizmalarının potansiyel ve basit faaliyetlerini, standart sıcaklık ve nem altında absorpsiyon yöntemi ile ölçüm yapmışlardır. Sonuç olarak teste tabi tutulan tüm organik madde eklentilerinin CO₂ üretimine faydalı etkileri gözlenmiştir.

Morera vd. (2001), 4 farklı toprakta Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn metallerinin hareketliliğini ve dağılımını sıralı ekstraksiyon metodunu ve tutunma izotermelerini toprakların fizikokimyasal özellikleri ve tek metal ve çoklu metal sorbsiyon kapasiteleriyle belirlemişlerdir. İnorganik yüzeylerin üstün olduğu ve organik maddenin az olduğu topraklarda çinkonun kadmiyum ve nikelden daha fazla tutunduğunu, organik madde

içeriğinin yüksek olduğu topraklarda ise kadmiyumun nikel ve çinkodan fazla tutunduğu sonucuna varmışlardır.

Özkul (2003), endüstrinin yoğunluk gösterdiği bölgelerden numuneler almış ve toprağın ağır metal derişimine İzmit civarındaki görülen endüstrileşmenin etkilerini incelenmiş, ICP-MS aletini çalışmasında kullanılarak, Zn, Cu, Pb, Co, As, Cr, Ni, Cd ve Se, Hg ağır metallerinin miktarlarını bulmuştur. Zn, Ni, Co ve Cu standart sınırın üzerinde bulunmuştur. Bölgedeki sanayilerin meydana getirdikleri atıkların bu elementleri içerdiği görülmüş ve devreye arıtma sistemlerinin sokulmasının gerekliliğini belirtmiştir.

Tokalioğlu ve Kartal (2003), Kayseri’de kentteki bahçelerden toprak ve meyve örnekleri almış ve bunların ağır metal bulundurma durularını incelemişlerdir. Toprak numuneleriyle yapılan bütün metal analiz çalışmaları alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile yapılmış ayrıca BCR ardışık ekstraksiyon metodu uygulanarak yapılmıştır. Metallerin biyo-yararlılığını değerlendirmeye almak için meyvelerin metal içeriği ile topraktan çıkarılan metal içeriği arasındaki ilişkilendirmenin kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Ni, Pb, Co, Cd, Cr ve Cd birikimesinin yaptıkları çalışmanın sonucunda meyve ve toprak numunelerinde buldukları kirliliğe gösterge teşkil ettiğini bulmuşlardır.

Aka Sağlık ve Darıcı (2004), toprakta mikrobiyal aktiviteye kurşun metalinin etkisini belirlemişlerdir. Doğu Akdeniz Bölgesi’ndeki bir ilçede (Kadirli, Osmaniye) otoyol boyunca dört farklı turp (*Raphanus sativus* L. var. *radicula*, Brassicaceae) tarlasından alınan toprak numunelerinde Pb içerikleri hesaplanmış toprak Pb içerikleri $Pb(NO_3)_2$ eklenerek 50 ve 100 mg Pb kg^{-1} e getirilmiş ve karbon ve azot mineralizasyonu izlenmiştir. Sonuçta, 50 ve 100 mg Pb kg^{-1} ilavesinden 4 toprakta da mikrobiyal aktivitenin durduğu gözlenmiştir, kurşunun toprağın mikrobiyal aktivitesini olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır.

Karaca (2004), toprakta bulunan Cu, Zn, Ni ve Cd metallerinin pH ve organik maddeyle olası ilişkisini bulmak için toprağa organik madde eklemek için mantar kompostu, tütün tozu ve üzüm posası konulmuştur. Deneyler ve analizlerin

bulgularıyla üzüm posalı topraklara oranla mantar kompostu ilave edilmiş topraklarda, daha çok miktarda organik madde ihtiva etmesi için Cd absorpsiyonunda artış gösterdiği belirlenmiştir. Mantar gübrelili topraklarda ise organik maddenin çok olması ve bu sebeple ile pH'nın azalması ile üzüm posalı ilave edilmiş topraklara göre Ni absorpsiyonu daha az miktarda bulunmuştur. Organik maddenin içeriğiyle metallere nikelin ters orantılı, kadmiyumun ise doğru orantılı şekilde tutunduğu kanısına varılmıştır.

Karatepe (2004), değişik yükseltilerdeki üç farklı alanda görülen ölüörtü ayrışmasını Gölcük gölü çevresinde araştırmış ve değişik yükselti ve anamateryal olan topraklarda organik azot ve karbon miktarlarında anlamlı farklar. Kuzey yükseltili traki-andezit anamateryal bulunan topraklarda diğer iki topraktan daha yüksek toplam azot miktarı görülürken, güney yükseltili Gölcük topraklarında görülen toplam azot ve organik karbon en alt düzeyde gözlenmiştir. Organik karbon miktarları, traki-andezite göre alüvyon topraklarda daha fazla çıkmasının sebebi taban suyu alüvyon toprakta 45-50 cm'de bulunması nedeniyle bu seviyenin üstünde kök yoğunluğunun artmasıyla açıklanmaktadır. Bunun dışında değişik yükselti ve anamateryalde büyüyen bitkilerin ölüörtü ayrıştırmasının da değişkenlik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Covelo vd. (2006), ağır metal absorpsiyon ve desorpsiyon kapasitelerini Ötrik Regosol (RE) ve Distrik Regosol (RD) topraklarda incelemiş ve bu toprakların her ikisinde de az miktarda organik madde içermesine bağlı tutunmanın absorpsiyon ve desorpsiyon sonrası en düşük seviyede olan ağır metalin Cu olarak gözlendiğini belirtmişlerdir. Bu iki toprakta da absorpsiyon en çok Pb ağır metalinde görüldüğü ve en çok tutunmanın Cr metalinde bulunduğu gözlenmiştir.

Parlak vd. (2008), Çanakkale'nin Eceabat ilçesindeki toprakların verimliliğini düzeylerini incelemek amacıyla yürüttükleri araştırmada, 116 toprak numunesinin kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmiş ve bulgularda toprakların işe yarar durumdaki, Fe ve Cu miktarları ise yeterli, Mn ve Zn miktarlarının ise yetersiz düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

Sungur vd. (2008), yaptıkları çalışmada Çanakkale'nin Biga ilçesinde toplamda 278.906 dekar olan ve serin iklim tahıllarının yetiştirildiği alandan alınan 551 toprak numunesinde kullanılabilir B (Bor) ve Zn içeriklerine bakmıştır. Toprak numunelerinde kullanılabilir B miktarının %85'inde çok az düzeyde, %12'sinde ise az düzeyde olduğu, Zn miktarının %47'sinde az ve çok az düzeyde, %53'ünde ise yeterli düzeyde, fazla ve çok fazla düzeyde bulunduğu gözlemlenmiştir.

Şendemirci ve Korkmaz (2008), bazı mikrobesin elementlerinin eksikliği organik madde miktarının çok fazla gözlemlendiği topraklarda ya da yıkanmanın ciddi seviyelerde görüldüğü kumlu bünyeli topraklarda görülmektedir.

Okcu vd. (2009), yaptıkları incelemede toprakta ağır metal yayınlılığının, organik madde ve gübre yönetimi, uygun bitkilerin seçilmesi, pH modifikasyonları, fosforlu gübre uygulamaları, ağır metal şelatörleriyle yıkama ve güçlü asitle yıkama, kireçleme, fiziksel stabilizasyon ve fitoremediasyon yöntemleri gibi tarımsal uygulamalara yapılarak en aza indirilebileceği, ağır metallerin toksisite derecesinin metalin iyon, organik bileşik ve benzeri bulunma çeşidine, türlere, buldukları bölgeye, etki etme süresi gibi etkenlere bağlı değiştiği sonucuna varmışlardır.

Terzi ve Yıldız (2011), önemli bir çevre sorunu teşkil eden ağır metal kirliliğinin, insan sağlığı ve tarıma olumsuz etkisinin önemini belirterek, çevreyi tahrip edebilen fiziksel remediasyon tekniklerine alternatif olması açısından, toksik özellik gösteren elementlerin parçalanma ve uzaklaştırılması için fiziksel remediasyon teknolojileri kullanılmasına karşılık olarak, ağır metallerin fitoremediasyon kullanarak uzaklaştırılmasını incelemişlerdir.

Liu ve vd. (2012), toprak solucanlarının arıtma çamurunda bulunan ağır metallere etkisini araştırdıkları bu çalışmada, organik madde miktarı, pH değeri ve su içeriğinin, toplam potasyum ve fosfor içeriğinin azaldığı, kullanılabilir durumdaki azot konsantrasyonu ve kullanılabilir fosfor içeriğinin, toplam azot içeriğinin arttığı, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, metallerdeki toplam içeriklerinin azalma gösterdiği gözlemlenmiş, ağır metallerin kompostlama yapıldığında verimli şekilde ortadan kaldırıldığı sonucu gözlemlenmiştir.

Çetinkaya ve Sümer (2013), Çanakkale'nin, Karamenderes Havzası'nda bulunan topraklarının Fe, Mn, Cu ve Zn mikro element içeriklerinin ICP–AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer) yöntemiyle incelenerek yersel dağılım haritalarının coğrafi bilgi sisteminde oluşturulmasına yönelik bir çalışma yapılmış, GPS (Global Positioning System) ile belirlenen 80 noktada 0-30 cm derinlikten toplanmış topraklar ile Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri belirlenmiştir. Yapılan analizlerde bu bölgedeki toprakların Cu yönünden %92'sinin yeterli, %8'inin ise yetersiz düzeyde, Fe ve Mn yönünden yeterli düzeyde, Zn için ise büyük bir bölümünde eksiklik gözlenmiştir. Buna toprak organik madde, kireç ve pH miktarlarının sebep olabileceğini belirtmişlerdir.

Dinç ve Yılmaz (2013), çalışma kapsamında Gaziantep ili sanayi bölgesinden toplam 84 numune motor yağı, akü imalatı, tekstil, sanayi ve dereden almışlardır. Atık sularında Cu, Zn Fe, Mn, Cd, Cr, Hg, Mo, As, Ni, Pb, Ba ve Sb metalleri ICP-MS yöntemi ile analiz işlemi yapılmıştır. Bu üç alanın atık sularında arıtma öncesi atık sularıyla karıştırıldığında, tekstil sanayi atık sularına göre motor yağı sanayi ve akü imalat sanayi atık sularının daha fazla düzeyde ağır metal içerdiği gözlemlenmiştir. Arıtma sonrası bu üç alanın kontrol örneklerindeki ağır metallere, atık sularındaki ağır metallere bakılmış, özellikle Cu, Zn, Hg, Ni, Cr ve Pb miktarlarının kontrol örneklerinden yüksek bulunmuştur.

en batısı ile en doğusu arası 74 km, en kuzeyi ve en güneyi arası 88 km, il coğrafi çevresi 303 km'dir (Üççam ve Hayli, 2003).



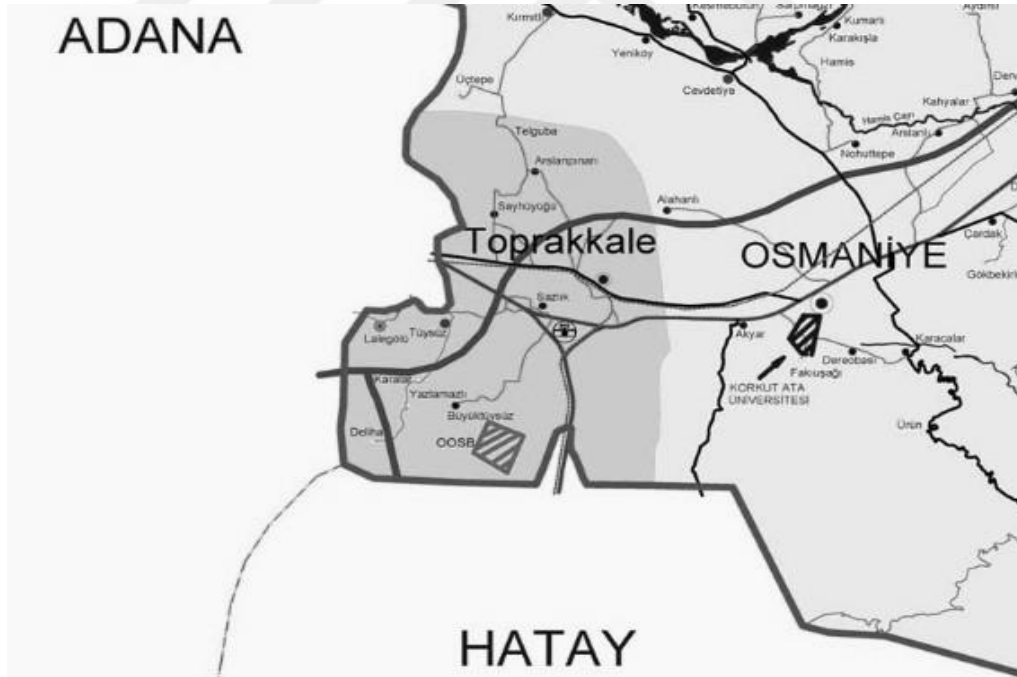
Şekil 3.2. Osmaniye İlinin Diğer İllere Göre Konumu ve İlçeleri (Osmaniye İl Özel İdaresi, 2009)

3.1.2. Araştırma Alanının Topografisi

Osmaniye birçok yüzey şeklini bünyesinde toplamıştır. Arazi yapısı güneyden, kuzeye ve doğuya doğru gidildikçe yükselmektedir. İlin kuzey ve kuzeybatı yönünde Toros dağları, güneyinde İskenderun körfezinden doğuya doğru Amanos dağları (Gavur dağları), doğusunda Dumanlı, Düldül ve Tırtıl dağları, batı tarafında ise Adana ovasının doğuya doğru olan düzlükleri alanları mevcuttur. Ovalar ile dağlar arası hafif engebeli araziler bulunur. Ovalık arazi en fazla Toprakkale, Merkez, Düziçi ve Kadirli ilçelerindedir. En yüksek dağları Düldül dağı (2.400 m) ve Turna dağı (2.285 m) dır (Osmaniye Valiliği, 2016).

Osmaniye, Ceyhan Nehri, alüvyon tabanlı arazisi, ve birçok çay ile sulama imkanlarına sahip, geniş düzlükleriyle tarımsal önemi olup, bazı yükseltilerde alüvyonlarla kaplı olan düzlükleri bulunur. Düz ve geniş alüvyon tabanlı arazilerin görülmesi tarım açısından büyük bir önem taşır (Üçeçam ve Hayli, 2004).

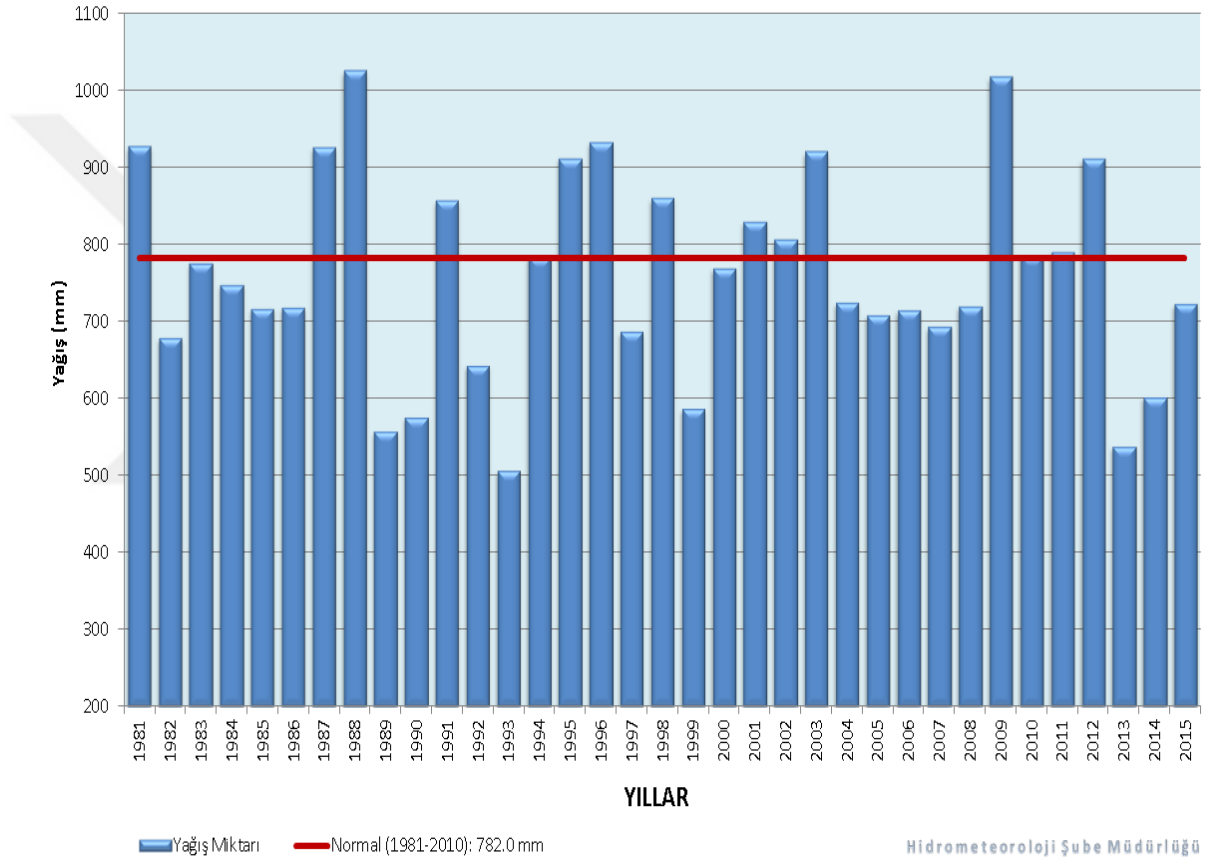
Toprak örnekliklerinin alındığı OOSB, Osmaniye'nin Toprakkale ilçesine bağlıdır. İlçenin kuzey ve doğu yönleri ova, güneybatısı dağlarla çevrilidir ve Akdeniz Bölgesi'nin Çukurova bölümünde bulunmaktadır. Toprakkale ilçesi Osmaniye' nin güneybatısında yer alır ve batıda Adana, güneyde Hatay, kuzey ve doğusunda Osmaniye görülmektedir. İlçede yazlar, sıcak ve kurak, kışlar, ılık ve yağışlı Akdeniz iklimi yaşanır. Yağışlar sonbahardan ilkbahara kadar devam eder. Akdeniz' den gelen yağmurları Amanos dağları iç kesimlere geçirmediği için bu dağların denize bakan tarafları gür ormanlarla kaplıdır ve ilçede görülen ortalama yağış miktarı 610 mm'dir. Yağışlar en fazla yağmur şeklinde görülmektedir (Toprakkale Kaymakamlığı Resmi Web Sitesi, 2016).



Şekil 3.3. Osmaniye Toprakkale İlçesi OOSB ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Konumları (Osmaniye Valiliği Web sitesi, 2016)

3.1.3. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Osmaniye ilinde ovalık ve dağlık alanlarda iklimsel farklılık görülmekte ve genel olarak Akdeniz iklimi özelliklerini göstermektedir. Kışlar yağışlı ve ılık, yazlar kurak ve sıcaktır. Ortalama sıcaklık 18,2 °C olup görülen ortalama en yüksek sıcaklık 42,8°C' dir. Yağış sonbahar ve kış aylarında diğer aylarda görülene göre fazla, ortalama yıllık yağış 767,6 mm'dir (Osmaniye Valiliği, 2016).



Şekil 3.4. Osmaniye’de Görülen Yıllık Alansal Yağışları (Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016)

Çizelge 3.1. Osmaniye İlinde Yıllar İçinde Görülen Sıcaklık ve Yağış Oranlarının Aylara Göre Değişimi (Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016)

OSMANİYE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar Boyunca Görülen Ortalama Değerler (1950 - 2015)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.6	9.8	12.7	16.8	21.2	25.2	27.9	28.4	25.3	20.5	14.0	9.8
En Yüksek Ortalama Sıcaklık (°C)	14.6	15.8	18.9	23.3	27.6	31.3	33.5	34.2	32.1	27.9	21.3	16.0
En Düşük Ortalama Sıcaklık (°C)	3.4	4.4	7.0	10.8	14.8	18.8	22.5	23.0	19.3	14.2	8.0	4.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.4	5.2	6.3	7.4	9.4	10.3	10.4	10.1	9.5	7.4	6.0	5.1
Yağışlı Ortalama Gün Sayısı	8.6	8.7	9.9	9.8	7.3	3.0	1.3	1.1	3.3	6.7	6.7	8.4
Toplam Aylık Yağış Miktarının Ortalaması (kg/m ²)	97.7	108.7	123.1	84.6	71.2	35.2	11.3	6.0	29.1	74.2	98.4	95.3
Uzun Yıllar Boyunca Görülen En Düşük ve En Yüksek Değerler (1950 - 2015)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23.7	26.2	32.0	36.5	41.7	42.6	42.8	43.2	41.2	38.3	31.0	29.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-8.5	-6.8	-4.0	0.1	4.6	11.5	15.0	15.0	7.8	4.1	-4.5	-5.4

3.1.4. Araştırma Alanının Bitki Örtüsü

Akdeniz bitkilerinin tümü Osmaniye’de yetişmektedir. Osmaniye’nin yarısı kermes meşesi (*Quercus coccifera*, Fagaceae), çam (*Pinus* sp., Pinaceae) ve Akdeniz bitki örtüsüyle kaplıdır. Önemli yaylaları bulunmakta olup, bu yaylaların yağmaya uğramasıyla önemli bitki örtüsü kaybı görmektedir. Dünya’da en güney paralelde olup, sadece Osmaniye ve çevresinde bulunan karacalar (*Capreolus capreolus*, Cervidae) ve kayın ağaçları (*Fagus* sp., Fagaceae) avlanma ve ağaçların bilinçsizce kesilmesi ile yok edilmektedir (Osmaniye ÇED Raporu, 2014).

Osmaniye, dağlık yerlerindeki ormanlık alanları ve Akdeniz ekosisteminde bulunan maki vejetasyonu ile doğal bitki örtüsüne sahiptir. Bu ilin tarımsal faaliyetler ile göz önünde olmasının yanı sıra, coğrafi konumu ve doğal yapısı ormancılığa, hayvancılığa tarımsal üretime çok uygundur (Osmaniye İli DPT Raporu, 2000).

3.2. Metot

3.2.1. Örneklik Alanların ve Malzemelerin Seçimi

Örneklik alanlar seçiminde ağır metal kirliliğine farklı derecelerde maruz kaldığı gözlenen OSB'nin üç ayrı alanı seçilmiştir. Ayrıca dördüncü örneklik alanın seçiminde tamamen doğal ve insan tahribinden mümkün olduğunca uzakta bulunan bir bölge olmasına özen gösterilmiştir. Bu şekilde son örneklik alan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüsünde seçilmiştir. OSB'den alınan topraklar Tosçelik tesislerine 2-3 m uzaklıktaki şantiye bölgesi, arıtma tesisi ve sulama kaynaklarının bulunduğu, Tosçelik tesislerinden 500 m uzaklıkta alan ve son olarak da OSB girişinden alınmıştır. Son örneklik topraklar ise Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Merkezi Laboratuvar binasının yanında bulunan spor kompleksinin arkasındaki ökaliptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn., Myrtaceae) topluluklarının doğal olarak yetiştiği alandan alınmıştır.

3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Toprak örnekleri önceden seçilen 4 ayrı alan, 0-10 cm'lik derinlikten yaklaşık 3,5-4 kg toprak örneği alınmış ve ayrı ayrı numaralandırılmış, torbalarda laboratuvara taşınmıştır. Havada kuruyana kadar naylon örtüler üzerinde serili olarak bekletilmiştir. Sonra 2 mm'lik eleklerle her bir bölgenin toprakları ayrı ayrı elenip organik artıklar ve iskeletinden ayrıştırılmış ve kullanmak üzere uygun koşullarda etiket verilmiş torbalar içerisine saklanmıştır.



Şekil 3.5. Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi'nin Kuşbakışı Görüntüsü (OOSB Web sitesi, 2016)



Şekil 3.6. Birinci Toprak Örneklerinin Toplandığı Alana Ait Bir Görüntü (Şantiye Bölgesi Civarı)



Şekil 3.7. Arıtma Tesisi İle Sulama Kaynaklarının Bulunduğu Alandan Alınan Toprak Örneği (2. Örnek)



Şekil 3.8. Organize Sanayi Bölgesi Çıkışından Alınan Toprak Örneği (3. Örnek)



Şekil 3.9. Organize Sanayi Bölgesi Çıkışına Ait Görüntüler



Şekil 3.10. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kampüsündeki Ökalyptus (*Eucalyptus camadulensis* Dehn.) Ağaçlarının Bulunduğu Alandan Örneklenmiş Toprak (4. Örnek)

3.2.3. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Toprakların tarla kapasitesi (TK, %) 1/3 atm basınçlı vakum pompası ile (Demiralay, 1993), toprak pH'sı 1:2.5'lük toprak-su karışımında InoLabpH metresi ile (Jackson, 1958), kireç içeriği (%) Scheibler kalsimetre ile (Allison ve Moddie, 1965), bünye tipi hidrometre yöntemi ile (Bouyucous,1951), toprakların organik C içeriği (%C) Anne metodu, topraktaki Cu, Zn, Mn ve Fe içeriklerinin belirlenmesi Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) DTPA ekstraksiyon yöntemi ile, toplam N içeriği (%N) MikroKjeldahl metodu ile (Duchoufour, 1970), topraklarda C mineralizasyonu CO₂ respirasyon metodu ile kontrollü koşullarda (45 gün, 28°C ve tarla kapasitesinin %80'inde) gerçekleştirilmiştir (Schaefer, 1967). Bu deneylerin her biri 3'er tekrarlı ölçümler halinde yapılmıştır.

3.2.3.1. Toprakta Organik Karbon (C_{org}) Tayini (%)

- Toprak örneğinden 1 g (tercihen 0,6-0,7 g) rodajlı balona tartılmıştır.
- Üzerine 20 ml %8'lik K₂Cr₂O₇ ve 15 ml konsantre H₂SO₄ konulmuştur.
- Rodajlı balon bek alevi üzerine alındı ve geri soğutucuya bağlanmış, ısınma sonucu oluşan yoğunlaşmanın ilk damlasından itibaren 5 dakika daha bekleyerek yakma işlemine devam edilmiştir.
- Rodajlı balondaki toprak örneğinin süzümü ise filtre kağıdı kullanılmadan, çöktürme yöntemi ile K₂Cr₂O₇'ın turuncu rengi kayboluncaya kadar 100ml'lik balonda toplanmış ve son hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.
- Balon joje iyice çalkalandıktan sonra süzükten 20 ml alınmış ve içerisinde 200 ml saf su olan 600 ml'lik behere aktarılmıştır. Üzerine 8 damla difenilamin sülfürik ve bir spatül ucu ile NaF ilave edilmiştir.
- Karışım karıştırıcıda homojenize edildikten sonra 0,2 N Mohr tuzu ile titre edilip, titrasyonda ilk renk oldukça koyu gözlenmiş ve titrasyon sonunda açık ve parlak yeşil bir renk elde edilmiştir. Titrasyon esnasında harcanan Mohr tuzu miktarı kaydedilmiştir.
- Örneklerin titrasyonunda kullanılan 0,2 N Mohr tuzunun da ayrıca titre edilmiştir (Mohr tuzunun titri de, örneklerin titre edildiği gün yapılmıştır).

- Bunun için 600 ml' lik behere 200 ml saf su, 2 ml $K_2Cr_2O_7$, 3 ml saf H_2SO_4 , bir tutam NaF ve 8 damla difenilamin sülfürik konulmuştur. Tekrar Mohr tuzu ile titre edilmiş ve harcanan Mohr tuzu miktarları kaydedilmiştir.
- Hesaplama aşağıdaki formüllerle yapılmıştır;

$$T = 960 / 294 \times M = \text{Mohr Tuzu Titri}$$

M= Titrasyonda kullanılan mohr tuzu miktarı (ml)

$$\%C = 15.375 \times T (V_1' - V_1) / P_1$$

V_1' = Tanık için harcanan mohr tuzu miktarı (ml)

V_1 = Örnek için harcanan mohrtuzu miktarı (ml)

P_1 = Başlangıçta kullanılan fırın kuru örnek ağırlığı (g)



Şekil 3.11. Organik Karbon Tayini Yaş Yakma Aşaması



Şekil 3.12. Organik C Tayini Sırasında Yaş Yakma Aşamasından Bir Görüntü



Şekil 3.13. Yaş Yakma Aşamasından Sonra Elde Edilen Süzükler

3.2.3.2. Toprakta Toplam N (%) Tayini

Toprakta toplam N (%) tayini aşağıda verilen protokol uyarınca yapılmıştır;

- Elenmiş hava kurusu topraktan yaklaşık 0,5 g distilasyon (yakma) tüpüne alınmıştır.
- Üzerine 3 ml H₂SO₄ (%97-95) ilave edilmiş ve her tüpe 1 adet Kjeldahl tableti eklenmiştir.
- Hafifçe karıştırıldıktan sonra yakma ünitesine konularak yaklaşık 30-35 dakika boyunca 350-400°C'de yakılmıştır. Yakma işlemi bitince tüpler soğumaya bırakıldı ve en az 1 saat boyunca içinde gaz kalmayınca kadar çeker ocakta bekletilmiştir.
- Elde edilen yakılmış çözelti distilasyon işlemine alınmıştır.
- Tüpler soğutulduktan sonra veya yakma esnasında% 4'lük H₃NO₃ hazırlanmış ve erlen mayere 50 ml aktarılmıştır. Distilasyon cihazının damıtma kısmına yerleştirilmiş, borunun diğer ucuna da yakılan çözelti takılmıştır.
- Tüpler soğuduktan sonra distilasyon cihazına yerleştirilerek cihaza 0,1 N'lik NaOH bağlanıp 4 dakika boyunca distilasyon yapılmıştır. Her bir örnek için 80 ml. NaOH kullanılmış ve işlem 100°C' ye ulaşıncaya gerçekleştirilmiştir.
- Distilasyon sırasında Tashiro indikatörlü borik asitin rengi asitlikten dolayı mor iken distilasyondan gerçekleştikten sonra bazikleşen çözeltinin rengi yeşile dönmüştür (Şekil 3.15). Sonrasında titrasyon işlemine geçilmiştir.
- Titrasyon için %95-97'lik saf H₂SO₄ ile 0,001 N çözelti hazırlanmıştır.
- Titrasyonda 0,001 N'lik H₂SO₄ ile yeşil renkli borik asit çözeltisi pembe renge dönene kadar titre edilmiştir.
- Aşağıdaki formüle göre organik azot hesaplanmıştır.
- 0,5 g toprak örneği kullanıldığından;

Yakılan örneğin (%) Organik azotu =

Alınan toprak miktarı(g) x standart asidin normalitesi (N) x (Tanık titri miktarı-Toprak örneği titri miktarı) (ml) x 0,014



Şekil 3.14. Azot Tayininde Kullanılan Yakma Ünitesi



Şekil 3.15. Distilasyon İşlemi Sonrası Erlenmayer'deki Çözeltinin Renginin

Pembe-Mordan Yeşile Dönüşümünü Gösteren Görüntü

3.2.3.3. Toprak Örneklerinde Fe, Mn, Cu, Zn Tayini

Bu yöntemle topraktaki değişebilir Fe, Mn, Cu, Zn miktarları DTPA ile (Dietilemaninpentaasetik asit) ekstrakte edilerek AAS cihazında tayini yapılmıştır. Toprakta Fe, Mn, Cu, Zn tayini aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir;

- Havada kurutulmuş, öğütülmüş ve 2 mm lik (10 meshlik) elekten geçmiş 5 g toprak, tartılarak 250 ml' lik bir erlere alınmıştır.
- Üzerine 40 ml DTPA çözeltisi konmuştur. Sonra çalkalama cihazında 2 saat çalkalanmış ve Whatman 40 veya eşdeğeri filtre kağıdından süzümüştür.
- Kullanılacak numunenin konsantrasyonunu içerecek aralıkta standart mikro elementlerin (Fe, Mn, Cu, Zn) çözelti serileri hazırlanmış ve sonra AAS okumasına geçilmiştir.
- Cihazda okunması yapılacak olan mikro elemente (Fe, Mn, Cu, Zn) özgü olan oyuk katot lambası yerine takılmıştır.
- Cihazın 15-20 dakika alevi yakılarak ısıtılmış, sonraki işlemde sonra bu alev saf su püskürtülüp saf suyun ışık absorpsiyonu sıfır gelecek biçimde ayarlanmıştır.
- Öncelikli olarak numunenin çözeltisi sonra da standart seriler hava-asetilen alevine püskürtülerek mikro elementin absorpsiyonunun gözlemlendiği dalga boyunda (Çizelge 3.2) okunması yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Mikro Elementlerin Bazılarının AAS'de Okunma Dalga Boyları

MİKRO ELEMENT	DALGA BOYU (nm)
Fe	248,3
Mn	279,5
Cu	324,7
Zn	213,9

Kalibrasyon eğrisi buna göre oluşturularak süzüklerin içeriğinde görülen bazı mikro elementler (Fe, Mn, Cu, Zn) AAS cihazında okunmuştur. Bakılan numune çözeltilerindeki mikro elementlerin miktarları hesaplanmıştır.

- Fe,Mn,Cu,Zn miktarlarının hesaplanması;

Fe, Mn, Cu, Zn(ppm) = AAS' de okunan (mg/l) x numune miktarı (g)/ ilave edilen ekstrakt(ml)



Şekil 3.16. Kullanılan Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi cihazı (Agilent 200 Series AA Systems)

3.2.3.4. Karbon (C) Mineralizasyon Yöntemi

- Lastik contalı ve kilitli cam mineralizasyon kavanozlarına 80 g hava kurusu toprak ilave edilmiş, tarla kapasitesinin %80'i oranında damıtılmış su ile homojen bir şekilde nemlendirilmiştir.
- 40 ml doygun Ba(OH)₂ içeren 50 ml'lik beher, kavanoz içindeki nemlendirilmiş toprağın ortasına yer açılarak yerleştirilmiştir. (Tanık için aynı işlem boş bir kavanozda da yapılmıştır).
- Kavanozların ağzı hava almayacak şekilde sıkıca kapatılıp ve sonra 28°C'lik etüvde inkübasyona bırakılmıştır.

- Titrasyon için kavanozlardaki Ba(OH)₂'den mikropipet yardımıyla 2 ml alınarak 50 ml'lik beherde 2 damla fenolftalein eklenip, N/22'lik oksalik asit ile titre edilmiştir.
- Başta pembe olan rengin beyaza döndüğü anda titrasyon işlemi tamamlanmıştır.
- Harcanan N/22'lik oksalik asit miktarı ile yapılan hesaplama C(CO₂) değerlerini vermektedir.
- Her ölçüm gününde bulunan C(CO₂) değerleri toplanarak 45 günlük kümülatif C(CO₂) miktarı belirlenmiştir. Bu değer, toprağın toplam karbona oranı, C mineralizasyon oranı olarak bulunmuştur.
- 40ml'lik Ba(OH)₂'ye göre %CO₂ hesabı yapılmıştır;

$$\%CO_2 = A \times 20 / KT \times 100$$

A = Harcanan oksalik asit miktarı (ml)

20 = seyreltme katsayısı (2×20 = 40 ml)

KT = kuru toprak (105°C)

- CO₂×0.2727 değeri ise 100 g toprakta mineralleşen karbonu [mg C(CO₂) /100g KT] vermektedir;

$$C(CO_2) / C_{\text{toplam}} \times 100$$

3.2.4. İstatistik Analiz Yöntemleri

Sonuçlar SPSS programı ile değerlendirilmiştir. Örnek alınan toprakların ortalamaları arasında anlamlı fark olup olmadığını ortaya koymak için Varyans analizi (OneWayAnova) ve Tukey HSD testi kullanılmıştır (Kleinbaum, vd., 1995). Çizelge ve şekillerde 3 tekrarlı ölçümlerin sonucu sunulmuştur (ortalama ± standart). Karşılaştırmalarda anlam düzeyi $P \leq 0,05$, 0,01 ve 0,001 olarak alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

OOSB'nin üç farklı toprağı ile Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüs toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

OOSB ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüs topraklarının kumlu killi tın (SCL) bünyeli olduğu belirlenmiştir. Toprakların tarla kapasitesi (%) istatistiksel olarak en yüksek Tosçelik tesisine yakın 1. alanda (%33,88), en düşük ise Tosçelik tesisinden uzak 2. alanda (%17,07) gözlenmiş olup 1. ve 3. alan hariç diğer alanların toprakları arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Toprakların CaCO_3 içeriğı (%) 2. alan toprağında en yüksek olup diğerleri ile arasında $P = 0,000$ düzeyinde anlamlı fark vardır. Toprakların pH değerleri ise sadece 4. alanda yani kampüs toprağında diğerlerinden anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Dört farklı toprağın karbon değerleri (%) çok farklı olup en yüksek değer (%2,35) kampüste, en düşük değer (%0,39) ise 2. alanda (Tosçelik tesisine uzak) bulunmuştur. Toprakların N içerikleri (%) ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde en düşük 2. toprakta, en yüksek 4. kampüs toprağında gözlenmiştir ($P \leq 0,05$). C/N oranları en yüksek 64,07 ile 4. kampüs toprağında bulunmuş olup diğer üç topraktan anlamlı düzeyde $P = 0,000$ yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi (OKÜ) Kampüs ve Organize Sanayi Bölgesi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

[1: Tosçelik tesisleri karşısı (2-3 m) , 2: Tosçelik tesislerine 500 m, 3: OSB Girişi, 4: OKÜ yerleşke içi (ortalama \pm standart hata, $n = 3$)] a, b, c harfleri 4 farklı toprak arasındaki istatistiksel anlamlı farklılığı ifade etmektedir
($P \leq 0,05$)

	Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi			OKÜ
	1	2	3	Kampüsü
	1	2	3	4
Kum (%)	62,00 \pm 0,00	74,20 \pm 0,00	62,90 \pm 0,00	73,50 \pm 0,00
Silt(%)	34,72 \pm 0,00	22,53 \pm 0,00	33,72 \pm 0,00	23,00 \pm 0,00
Kil (%)	3,28 \pm 0,00	3,27 \pm 0,00	3,38 \pm 0,00	3,50 \pm 0,00
Bünye tipi	Kumlu Killi Tın (SCL)	Kumlu Killi Tın (SCL)	Kumlu Killi Tın (SCL)	Kumlu Killi Tın (SCL)
TK (%)	33,88 \pm 1,17 a	17,07 \pm 0,26 c	33,18 \pm 0,50 a	21,50 \pm 0,70 b
CaCO₃ (%)	4,90 \pm 0,12 b	16,17 \pm 0,29 a	5,27 \pm 0,09 b	5,00 \pm 0,06 b
Ph	8,09 \pm 0,10 a	8,02 \pm 0,06 a	8,23 \pm 0,04 a	7,60 \pm 0,05 b
C (%)	0,66 \pm 0,15 bc	0,39 \pm 0,10 c	0,90 \pm 0,05 b	2,35 \pm 0,12 a
N (%)	0,030 \pm 0,00 b	0,028 \pm 0,00 c	0,030 \pm 0,00 b	0,037 \pm 0,00 a
C/N	22,03 \pm 4,77 b	14,20 \pm 3,62 b	29,77 \pm 1,42 b	64,07 \pm 3,25 a

OOSB (1, 2 ve 3 nolu örnekler) toprakları ile OKÜ kampüs topraklarının (4 nolu örnek) Cu, Mn, Fe ve Zn içerikleri (ppm) ayrı ayrı değerlendirildiğinde; Cu içeriğinin 3 nolu toprakta, (0,02 ppm) en yüksek olduğu, diğerlerinin eşit miktarda (0,01 ppm) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Toprakların Mn içerikleri 2 ve 4 nolu topraklarda (0,14 ppm ve 0,21 ppm, sırasıyla) anlamlı düzeyde yüksek olup hem kendi içinde, hem de diğer topraklardan (1 ve 3 nolu toprak için 0,07 ppm) farklı

olmasına neden olmuştur ($P \leq 0,05$). Toprakların tümünün Fe içerikleri 0,08 ppm olup aralarında fark oluşmamıştır ($P \geq 0,05$). Zn içeriklerine (ppm) göre 3 nolu toprağın (0,48 ppm) diğer üç örnekten $P = 0,000$ düzeyinde anlamlı ve yüksek olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.2).

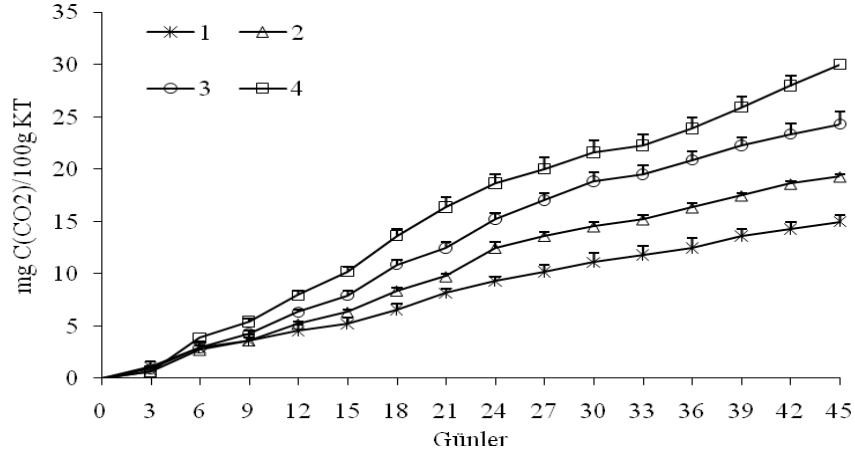
Çizelge 4.2. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi (OKÜ) Kampüs ve Organize Sanayi Bölgesi topraklarının Cu, Mn, Fe ve Zn içerikleri (ppm)

[1: Tosçelik tesisleri karşısı (2-3 m) , 2: Tosçelik tesislerine 500 m, 3: OSB Girişi, 4: OKÜ yerleşke içi (ortalama \pm standart hata, $n = 3$)]
a, b, c harfleri 4 farklı toprak arasında anlamlı fark durumunu ifade etmektedir ($P \leq 0,05$).

	Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi			
	1	2	3	4
Cu (ppm)	0,01 \pm 0,00 b	0,01 \pm 0,00 b	0,02 \pm 0,00 a	0,01 \pm 0,00 b
Mn (ppm)	0,07 \pm 0,01 c	0,14 \pm 0,01 b	0,07 \pm 0,00 c	0,21 \pm 0,01 a
Fe (ppm)	0,08 \pm 0,01 a	0,08 \pm 0,00 a	0,09 \pm 0,00 a	0,08 \pm 0,01 a
Zn (ppm)	0,04 \pm 0,00 b	0,06 \pm 0,00 b	0,48 \pm 0,02 a	0,01 \pm 0,00 b

4.2. İncelenen Toprakların C Mineralizasyon [C(CO₂)] Sonuçları

45 günlük inkübasyon deneyleri sonunda, incelenen 4 toprağın kümülatif karbon mineralizasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($P < 0,05$) gözlenmiştir (Şekil 4.1).

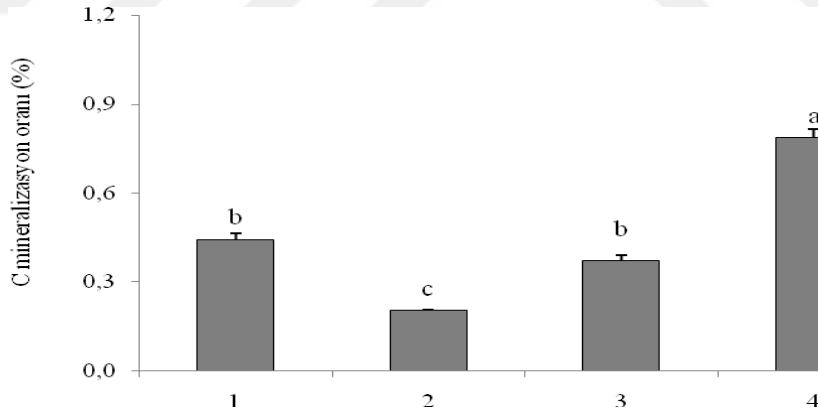


Şekil 4.1. İncelenen Toprakların C Mineralizasyonları [C(CO₂)] [1: Tosçelik tesisleri karşısı (2-3 m), 2: Tosçelik tesislerine 500 m, 3: OSB Girişi, 4: OKÜ yerleşke içi (ortalama ± standart hata, n =3)]

4 nolu üniversite kampüsü toprağının C ve N içerikleri (%) diğer üç toprağa göre daha yüksek bulunmuştur. Bu 4 nolu toprak ayrıca ağır metaller açısından değerlendirildiğinde; 0,21 ppm Mn içeriğiyle en yüksek, 0,01 ppm Zn içeriğiyle ise en düşük orana sahiptir. Bu besin içerikleri (C, N, Mn ve Zn) toprakta yaşayan mikroorganizmalar için hayati önemde olup mikrobiyal aktivitesinin neden yüksek olduğu sorusuna cevap olabilecek önemdedir. Nitekim toprakların karbon ve azot içeriğinin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi birçok araştırma ile ispatlanmıştır (Aka ve Darıcı, 2005). Şekil 4.1'e göre, OSB'de aktif çalışan tesise yaklaştıkça mikrobiyal aktivite düşmekte, uzaklaştıkça yükselmektedir. Bu durum ağır metallerin mikroorganizmaların faaliyetlerini ne ölçüde etkilediğini gözler önüne sermektedir. Benzer çalışmalara sıkça rastlanmasına rağmen (Aka ve Darıcı, 2004) 1 nolu örneğin (Tosçelik tesisleri yakını) sergilediği eğride bu sonucu destekler mahiyettedir. Ayrıca bunun inkübasyon denemelerinin tüm ölçümlerinde istikrarla devam etmesi ise mikroorganizmaların ağır metal varlığına hassasiyetini bir kez daha ortaya koymaktadır. Şekil 4.1'de mikrobiyal aktivitenin yüksekten düşüğe doğru sıralanışı 4>3>2>1 şeklinde olup bu sıralama ağır metal kaynağından uzaklaştıkça belirginleşmiştir.

4.3. Toprakların C Mineralizasyon Oranları

Toprakların karbon mineralizasyon oranları 45 günlük kümülatif $C(CO_2)$ değerlerinin toprak organik karbonuna oranı ile belirlenmiş olup 2 nolu örnekte en düşük, 4 nolu örnekte ise en yüksek bulunmuştur (Şekil 4.2). 1 ve 3 nolu örneklerin karbon mineralizasyon oranları arasında (istatistiksel açıdan) fark yokken ($P \geq 0,05$), 2 ve 4 nolu örnekler hem 1 ve 3 nolu topraklardan, hem de kendi aralarında ($P = 0,000$) anlamlı farklılıklara sahiptir. OKÜ kampüsünün ağır metal kontaminasyonunun söz konusu olmadığı bir bölgede yer alması karbon mineralizasyon oranının da en yüksek düzeyde olmasına yol açmıştır. Çünkü o bölgenin topraklarındaki mikroorganizmalar ağır metal stresi altında değildir. Ayrıca bu bölge topraklarının organik karbon içerikleri de OSB topraklarından daha zengindir. Tüm bu gerekçeler 4 nolu toprağın mikrobiyal aktivite oranının yüksek olmasına açıklık getirmektedir. Nitekim, Özkul (2003), Solange ve Trufen (2004), Yıldız (2004), Karaca (2004), Covelo vd. (2006) ağır metallerin toprağın mikrobiyal aktivitesi üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.2. İncelenen Toprakların C Mineralizasyon Oranları [% , 28°C, 45 gün (ortalama \pm standart hata, n = 3), 1: Tosçelik tesisleri karşısı (2-3 m), 2: Tosçelik tesislerine 500 m, 3: OSB Girişi, 4: OKÜ yerleşke içi]. a, b ve c harfleri topraklar arasındaki istatistiksel farkı ifade etmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Osmaniye’de OSB’nin üç farklı noktası ile Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüsünden örneklenmiş toprakların C, N, Cu, Mn, Fe ve Zn içeriklerinin mikroorganizmaların karbon mineralizasyonlarına (28°C, 45 gün) etkileri ile ilgili bu çalışmada çok değerli ve anlamlı bulgular elde edilmiştir.

Ağır metal kirliliği dünyada oldukça ilgi çekmeye devam eden bir ekolojik sorundur. Bu tip çalışmaların yaygın ve nitelikli olması, elde edilen bulguların hayata geçirmesi, tesislerin çalışmalarını sonuçlarını dikkate alarak kurulması ekolojik bir davranış olacaktır.

Ülkemizde ekosistem değerlendirilmelerinde bu tip çalışmaların sayıca azlığı dikkate alındığında bu konuların hassasiyetle ele alınması ve arttırılmasının uygun olacağı kanaatindeyiz. Akdeniz Bölgesi’nde gerçekleştirilmiş bu çalışmanın mevsimsel olarak daha uzun yıllar ele alınmasının ve kapsamlı olarak yürütülmesinin daha etkili ve nitelikli sonuçlar ortaya koyacağı düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

- Adriano, D.C., Heavy Metals in the Terrestrial Environment, Springer-Verlag, New York, 1986.
- Ağca, N., Atık Suların Toprak Ekosistemine Etkileri, Kayseri 1. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf. 5-8, Kayseri, 1998.
- Aka Sağlıker, H., Darıcı, C., Carbon and Nitrogen Mineralization of Lead Treated Soils in The Eastern Mediterranean Region, Turkey. Soil and Sediment Contamination 13, 255-265, 2004.
- Aka Sağlıker, H., Darıcı, C., Carbon and nitrogen mineralization in carob soils with Kermes oak and Aleppo pine leaf litter. European Journal of Soil Biology, 41, 2005.
- Allison, L.E., and Moddie, C.D., Carbonate. In A. G. Norman (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Soil Science Society of America Journal. 1379-1396, 1965.
- Ardoğan, L., Türkiye’de ve Dünyada Sanayi Bölgeleri ve Uygulamaları, TOBB Yay., No:311, Ankara, 1983.
- Bebek, M.T., Ulubat Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 16-65, Haziran, 2001.
- Bouyucous, G.J., A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. J., 43(9), 434-438, 1951.
- Covelo, E.F., Vega, F.A. and Andrade, M.L., Heavy metal adsorpsiyon and desorpsiyon by a Eutric Reegosol and a Distric Regosol. Geophysical Research Abstracts. Vol. 8, 04553, 2006.
- Çağlarımak, N., Hepçimen, A.Z., Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi. Akademik Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 8(2), 31-35, 2010.
- Çetinkaya, O., Sümer, A., Karamenderes Havzası Topraklarının Yarayışlı Mikro Besin Elementlerinin (Fe, Cu, Zn ve Mn) Durumu, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1), 57-65, 2013.
- Çolak, A., Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Ziraat Fakültesi Yayınları (98), 1995.

- Demiralay, I., Toprak Fiziksel Analizleri. Erzurum, Turkey: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1993.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Web Sitesi, <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>, Erişim tarihi: 18.11. 2016.
- Dinç, H., Yılmaz, O., Gaziantep Sanayi Atık Sularında Arıtma Öncesi ve Sonrası Ağır Metal Düzeyleri, YYU Veteriner Fakültesi Dergisi, Van, 24 (1), 19 – 24, 2013.
- Duchoufour, P., Précis de pédologie. Paris.: Masson et Cie., 1970.
- Eyüboğlu, D., 2000’li Yıllarda Organize sanayi Bölgelerimiz, MPM, Ankara, 2005.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., Türkiye Topraklarının Yarayışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 72, Ankara, 1998.
- Geiger, G., Federer P. and Sticher H., Reclamation of Heavy Metal Contaminated Soils: Field Studies and Germination Experiments, Journal of Environmental Quality, 22:(1) 201-207, 1993.
- Gray, J.T. and Schlesinger, W. H., Nutrient Cycling in Mediterranean Type Ecosystems. Resource use by Chaparral and Matorral. New York Heidelberg Berlin, 259-285, 1981.
- Haktanır, K., Ağır metal ve pestisitlerin toprak organizmaları üzerindeki etkileri. TÇSV. Yayını, Ankara, 1989.
- Jackson, M. L., Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A., 1-498, 1958.
- Javorekova, S., Stevilikova, T., Labuda, R., Ondrićk, P., Influence of Xenobiotics on The Biological Soil Activity. 5 tables; 1 ill., 12 ref. Journal of Central European Agriculture, Croatia, 2(3-4), 191-198, 2001.
- John, H., Duffus, Howard, G., J., Worth, Fundamental toxicology for chemists, Cambridge, UK : Royal Society of Chemistry Information Services, 1996.
- Jonasson, S., Michelsen, A., Schmidt, I.K., Nielsen, E.V. AND Callaghan, T.V., Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of

- NPK fertilizer and sugar: Implications for plant nutrient uptake. *Oecologia* 106, 507-515, 1996.
- Jones, A.J., Build Organic Matter to Erosion Control. *Soil Sci. News, Inst. Agric. and Natural Sci., Univ. of Nebraska, Vol XIII, No: 9, 2p., 1991.*
- Kaçar, B., Bitki Beslenme, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 899, 235-285, Ankara, 1984.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., Metallerin çevresel etkileri-1, *Metalurji Dergisi*, 136, 47-53, 2007.
- Karaca A., Effect of organic wastes on the extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in soil. *Geoderma* 122, 297-303, 2004.
- Karatepe, Y., Gölçük'te (Isparta) Karaçam meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının karşılaştırılması. *S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 2: 1- 16, 2004.
- Kleinbaum, D.G., *Applied regression analysis and other multivariable methods* (3rd ed.). Pacific Grove, Duxbury Press., 1998.
- Levi-Minzi R., Riffaldi R., Saviozzi A., Carbon mineralization in soil amended with different organic materials. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 31, 325-335, 1990.
- Liu, F., Zhu, P., Xue, J., Comparative Study on Physical and Chemical Characteristics of Sludge Vermicomposted by *Eisenia Fetida*. *Procedia Environmental Sciences*, 16, 418–423, 2012.
- Lucas, R.E., Chemical and physical behavior of copper in organic soils. *SoilSci.* 66, 119-129, 1948.
- Luo, Y., Zhuo, X., *Soil respiration and Environment*, Academic Press Publications, Oklahoma, 2006.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., *Principles of Plant Nutrition*, 5. Edition Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, 1987.
- Moraghan, J.T., Mascogni, H.J., Environmental and Soil Factors Affecting Micronutrient Deficiencies and Toxities, In *Micronutrients in Agriculture*. 371–425, 1991.

- Morera, M.T., Echecherria J.C., Mazkaran C., Garrido J. J., 2001. Isotherms and sequential extraction procedures for evaluating sorption and distribution of heavy metal in soils. *Environmental Pollution*, 113, 135-144, 2001.
- Nuhoğlu, Y, Malkoç E., Gürses A ve Canpolat N., Removal of Cu(II) from aqueous solution by *Ulothrix zonata*. *Bioresource Technology* 85,3,331-333, 2002.
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M., Pehlivan, M., Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, 17,14-26, 2009.
- Onat, E.,Organize Sanayi Bölgeleri Fiziki Planlama Esasları, TOBB Yayınları, Ankara, 1969.
- Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu (4562 sayılı), Tarih:12/4/2000, Sayı:24021, Tertip:5, Cilt: 39, 2000.
- Organize Sanayi Bölgesi I. Zirvesi Sonuç Raporları, Türkiye’de Organize Sanayi Bölgelerinin Kuruluşu ve Gelişimi, TOBB Yayınları, Ankara, 2004.
- Osmaniye İli Çevre Durum Raporu 2013, Erişim adresi: http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Osmaniye_icdr2013.pdf, Erişim tarihi: 18.11.2016.
- Osmaniye İl Çevre Durum Raporu 2014, Erişim adresi: <http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Osmaniye%202014.pdf> Erişim tarihi: 18.11.2016.
- Osmaniye İli DPT Raporu, 2000. Osmaniye İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2009, Erişim adresi: <http://www.osmaniyekulturturizm.gov.tr/TR,60790/cografya.html>, Erişim tarihi:27.10.2016.
- Osmaniye Organize Sanayi Bölgesi Resmi Web Sitesi, Erişim adresi: <http://www.oosb.org.tr/>, Erişim Tarihi: 27.10.2016.
- Osmaniye Valiliği Web Sitesi 2016, Erişim adresi:<http://www.osmaniye.gov.tr/osmaniye-organize-sanayi-bolgesi>, Erişim tarihi: 27.10.2016.
- Öktüren Asri, F., Sönmez, S., Ağır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45, 2006.
- Özkul, C., İzmit Cıvarı (Kocaeli), Endüstrileşmenin Toprak Ağır Metal Derişimine Etkisi,Öncel Çalışma. KOÜ Fen Bil. Ens. Yük. Lisans Tezi, sf. 66, Kocaeli, 2003.

- Parlak, M., Fidan, A., Kızılcık, İ., Koparan, H., 2008. Eceabat İlçesi (Çanakkale) Tarım Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara. 14 (4), 394–400, 2008.
- Peterson, P.J., Plant Adaptation to Environmental Stress: Metal Pollution Tolerance, Fowden, L., Mansfield, T., Stoddart, J., Chapman & Hall, p:171-188, 1993.
- Pinto, E., Sigaud-Kutner, T.C.S., Leitaõ, M.A.S., Okamoto, O.K., Morse, D., Colepicolo, P., Heavy metal-induced oxidative stress in algae. J. Phycol. 39, 1008–1018, 2003.
- Rether, A., Entwicklung und Charakterisierung Wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff-funktionalisierter Polymere zur Selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen. Doktora Tezi. Münih Teknik Üniversitesi, 2002.
- Rhoads, F.M., Olson, S.M., Manning, A., Copper Toxicity in Tomato Plants. J. Environ. Qual. 18, 195–197, 1989.
- Schaefer, R., Caracteres et evolution des activites microbiennes dans une chaine de sols hidromorphes mesotrophiques de la plaine d'Alsace. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol, 4, 567-592, 1967.
- Scheffer, F. ve Schachtschabel, P., Lehrbuch der Bodenkunde. 12. Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 442, 1989.
- Scheidegger, A.M., Lamble, G.M. ve Sparks, D.L., Spectroscopic Evidence for the Formation of Mixed-Cation Hydroxide Phases upon Metal Sorption on Clays and Aluminum Oxides. Journal of Colloid and Interface Science, 186, 118–128, 1996.
- Schubert, S., Pflanzenernahrung Grundwissen Bachelor, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2006.
- Silanpaa, M., Micronutrients and nutrient status of soils. A global study, FAO Soils Bulletin 48, Rome, 1982.
- Solange, C. M. V., Trufen, S. F. B., Effects of air and soil pollution on the root system of the *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae): arbuscular mycorrhizal associations and morphology in Atlantic Forest Area. Revista Brasileira de Botanica. Vol: 27, No:2, Sao Paulo, 2004.

- Sungur, A., Türkmen, C., İlay, R., Killi, D., Müftüoğlu, N.M., Çanakkale–Biga İlçesi Serin İklim Tahılları Yetiştirilen Toprakların Alınabilir Çinko ve Bor Durumu. 4.Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi. Konya. 4: 524–531, 2008.
- Swadish, T., Marnasidis, A., Zachariasidis, G., Stratis, J., A study of air pollution with heavy metals in Thessaloniki city(Greece) using trees as biological indicators, Arch, Environ,Contam, Toxicol, 28, 118-124, 1995.
- Şendemirci, H.S., Korkmaz, A., Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Topraklarının Yarayışlı Fe, Mn, Zn ve Cu Bakımından Durumu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Samsun, 23(1), 39–50, 2008.
- T.C Bilim teknoloji ve Sanayi Bakanlığı OSB Bilgi Sitesi 2016, Erişim adresi: <https://osbbs.sanayi.gov.tr/>, Erişim tarihi: 18.11.2016.
- Terzi, H., Yıldız, M., Ağır Metaller ve Fitoremediasyon: Fizyolojik ve Moleküler Mekanizmalar, Afyon Kocatepe University Journal of Sciences, Afyonkarahisar, 01001, 11, 22(5), 2011.
- Tiessen, H., Cueves, E., Chacon, P., The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. Nature, 371(27), 783-785, 1994.
- Tiwari, S.C., Tiwari, B.K., Mishra, R., Microbial Community Enzyme activity and CO₂ evaluation in Pineopple Orchard Soil. Tropical Ecology, 30:2, 265-273, 1989.
- Tokaloğlu, Ş., Kartal, Ş., Relationship between vegetable metal and soil extractable metal contents by the BCR sequential extraction procedure: chemometrical interpretation of the data, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 83, 11, 935-952, 2003.
- Tok, H.H., Çevre Kirliliği, Anadolu Matbaa Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti., 266-283, İstanbul, 1997.
- Uzunoğlu, O., Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 12-73, Manisa, 1999.
- Üççam, D., Hayli, S., Kadırlı'nın Etki Sahası ve Merkezi Yer olarak Önemi, Geleneksel 6. Aşık Feymani Şenlikleri, Osmaniye Folkloru ve Halk Kültürü Sempozyumu, Osmaniye, 4 Ocak 2003.

- Vural, H., Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler, Ekoloji 8, 3-8, 1993.
- Welch, R.M., Hause, W.A., Alloway, A., Kubuto, S., Geographic Distribution of Trace Element Problems, Micronutrients in Agriculture, 2nd Edition, 49-51, 1991.
- Wuana, R.A., Okieimen, E.F., Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. International Scholarly Research Network ISRN Ecology, 402647, 20, 2011.
- Yıldız, N., Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları, Erzurum, 2004.
- Zheljazkov, V.D., Nielsen, N.E., Studies on the Effect of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Mn, Zn and Fe) upon the Growth, Productivity and Quality of Lavender (*Lavandula angustifolia Mill.*) Production, Journal of Essential Oil Research, 8:(3) 259-274, 1996.

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı :Neslişah MUTLU

2. Doğum Tarihi :17/10/1991

3. Ünvanı :Biyolog

4. Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Bitirme Yılı
Lise	Sayısal	İstanbul Beylikdüzü 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi	2009
Lisans	Biyoloji Bölümü	Sakarya Üniversitesi	2013
Yüksek Lisans	Biyoloji Bölümü	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2017

5. İş Tecrübesi:

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
Biyolog	Özel Yenihayat Hastanesi	2013-2016