

**TEKİRDAĞ MALKARA İLÇESİ  
MAHALLELERİNDE VAHŞİ DEPOLAMA  
ALANLARININ ÇEVRESİNDEKİ  
TOPRAKLARIN ARSENİK DURUMLARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Lebriz ÇINAR**

**Yüksek Lisans Tezi  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme  
Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM**

**2019**

**T.C.**

**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEKİRDAĞ MALKARA İLÇESİ MAHALLELERİNDE VAHŞİ  
DEPOLAMA ALANLARININ ÇEVRESİNDEKİ TOPRAKLARIN  
ARSENİK DURUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Lebriz ÇINAR**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM**

**TEKİRDAĞ-2019**

**Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM danışmanlığında, Lebriz ÇINAR tarafından hazırlanan “Tekirdağ Malkara İlçesi Mahallelerinde Vahşi Depolama Alanlarının Çevresindeki Toprakların Arsenik Durumlarının Değerlendirilmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY *İmza :*

Üye : Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM (Danışman) *İmza :*

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Orhan YÜKSEL *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TEKİRDAĞ MALKARA İLÇESİ MAHALLELERİNDE VAHŞİ DEPOLAMA ALANLARININ ÇEVRESİNDEKİ TOPRAKLARIN ARSENİK DURUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

**Lebriz ÇINAR**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM

Bu çalışma, 2016- 2017 yıllarında Tekirdağ İli Malkara İlçesindeki 18 adet çöp depolama sahası ve çevresinden 3 farklı noktadan alınan toprak örneklerindeki arsenik durumlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. 18 farklı noktada 54 adet toprak numunesinin analiz sonuçları incelenmiş, toprak örneklerinin içerisinde bulunan arsenik değerleri Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği' ne göre değerlendirilmiştir. Ayrıca vahşi depolama alanlarından belirli uzaklıklardaki topraklardan örnekler alınmış olup bu toprakların arsenik içeriği belirlenmiş ve elde edilen bulgular çerçevesinde arseniğin toprak kirliliği yönünden zararları araştırılmıştır. Sarnıç, Hereke, Ballı, Balabancık, Ahievren, Kermeyan, Karacahalil, Allıışık, Çavuşköy, Yörük, Gözsüz ve Sağlamtaş mahallelerinde A noktası topraklarında, arsenik konsantrasyonu en yüksek değerlerde olup bunun nedeninin toprakların çöp döküm merkezi içerisinde bulunmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, İbribey ve Izgar mahallelerinde bulunan B noktası topraklarındaki arsenik yüksekliği; toprakların kil yüzdelерinin yüksek olmasına bağlanmaktadır. C noktası topraklarındaki yüksek arsenik derişimi ise; Şahin, Müstecep, Karacagür ve Kozyörük mahallerinde bulunmakta ve bu topraklardaki yüksek konsantrasyonlar, tarım ilacı atılmasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** arsenik, malkara, vahşi depolama, toprak kirliliği

**2019, 135 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **EVALUATION OF THE ARSENIC SITUATIONS OF THE SOILS OF WILD STORAGE AREAS IN TEKİRDAĞ MALKARA DISTRICT NEIGHBORHOOD**

**Lebriz ÇINAR**

Tekirdag Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM

This study was carried out to determine the arsenic status of soil samples taken from 18 landfills and around 3 different points in Malkara District of Tekirdağ Province in 2016-2017. The results of the analysis of 54 soil samples at 18 different points were investigated, and the arsenic values found in soil samples were evaluated according to the Regulation on Soil Pollution Control and Point Source Contaminated Sites. Also samples were taken from the land at distances from the wild storage areas and arsenic content of these soils were determined and the damages of arsenic in terms of soil pollution were investigated within the framework of the findings. It is thought that the arsenic concentration is at the highest level in the territory of point A at Sarnic, Hereke, Ballı, Balabancık, Ahievren, Kermeyan, Karacahalil, Allıışık, Çavuşköy, Yörük, Gözsüz and Sağlamtaş neighborhoods and this is due to the fact that the soil is located in the garbage dump center. However, the excess of arsenic in the territory of point B in the neighborhoods of Ibribey and Izgar is attributed to the high percentage of clay in the soils. The high concentration of arsenic in point C is found in the Sahin, Müstecep, Karacagür and Kozyörük districts, and it is estimated that high concentrations in these soils may result from the discarding of pesticides.

**Keywords:** arsenic, malkara, wild storage, soil pollution

**2019, 135 pages**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>6</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>23</b>
3.1. Materyal.....	23
3.1.1 Malkara' nın tanıtımı, coğrafik konumu ve yapısı .....	23
3.1.2 Malkara' nın jeolojik yapısı.....	24
3.1.3 Malkara' nın bitki örtüsü .....	25
3.1.4 Malkara' nın iklim özellikleri.....	25
3.1.5 Malkara' nın toprak yapısı.....	27
3.2 Yöntem .....	28
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>33</b>
4.1 Sarnıç Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	33
4.2 Şahin Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	38
4.3 Müstecep Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler.....	44
4.4 Hereke Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler.....	48
4.5 İbribey Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler.....	52
4.6 Ballı Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	57
4.7 Balabancık Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	61
4.8 Izgar Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	66
4.9 Ahievren Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	70
4.10 Kermeyan Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler.....	75
4.11 Karacahalil Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler.....	79
4.12 Karacagür Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler.....	84
4.13 Allıışık Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	88
4.14 Çavuşköy Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	93
4.15 Kozyörük Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	97
4.16 Yörük Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	101
4.17 Gözsüz Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler .....	105
4.18 Sağlantaş Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler.....	110
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>114</b>

<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>119</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>134</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1. Malkara İlçesi Uzun Yıllara (1980-2016) Ait İklim Verileri.....	26
Çizelge 3.2. Toprak pH değerinin yorumlanması.....	29
Çizelge 3.3. Toprakta kireç miktarının değerlendirilmesi.....	29
Çizelge 3.4. Tuz miktarının değerlendirilmesi.....	30
Çizelge 3.5. Organik madde değerlendirme ölçütleri.....	30
Çizelge 3.6. Potasyumun değerlendirilmesi.....	31
Çizelge 3.7. Fosfor miktarının değerlendirilmesi.....	31
Çizelge 4.1.1. Sarnıç mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	33
Çizelge 4.1.2. Sarnıç mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.2.1. Şahin mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	39
Çizelge 4.2.2. Şahin mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.3.1. Müstecep mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	44
Çizelge 4.3.2. Müstecep mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.4.1. Hereke mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	49
Çizelge 4.4.2. Hereke mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.5.1. İbribey mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	53
Çizelge 4.5.2. İbribey mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.6.1. Ballı mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	57
Çizelge 4.6.2. Ballı mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	59



Çizelge 4.7.1. Balabancık mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	62
Çizelge 4.7.2. Balabancık mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.8.1. Izgar mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	66
Çizelge 4.8.2. Izgar mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	68
Çizelge 4.9.1. Ahievren mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	71
Çizelge 4.9.2. Ahievren mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	72
Çizelge 4.10.1. Kermeyan mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	75
Çizelge 4.10.2. Kermeyan mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	77
Çizelge 4.11.1. Karacahalil mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	79
Çizelge 4.11.2. Karacahalil mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	81
Çizelge 4.12.1. Karacagür mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	84
Çizelge 4.12.2. Karacagür mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.13.1. Allıışık mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	89
Çizelge 4.13.2. Allıışık mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	90
Çizelge 4.14.1. Çavuşköy mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	93
Çizelge 4.14.2. Çavuşköy mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	95

Çizelge 4.15.1. Kozyörük mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	97
Çizelge 4.15.2. Kozyörük mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	99
Çizelge 4.16.1. Yörük mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	101
Çizelge 4.16.2. Yörük mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	103
Çizelge 4.17.1. Gözsüz mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	106
Çizelge 4.17.2. Gözsüz mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	107
Çizelge 4.18.1. Sağlamtaş mahallesi vahşi depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu.....	110
Çizelge 4.18.2. Sağlamtaş mahallesi vahşi depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları.....	112

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1. Doğada arsenik döngüsü.....	6
Şekil 3.1.1. Çalışmanın gerçekleştiği Malkara'nın Türkiye haritasındaki yeri.....	23
Şekil 4.1.1. Sarnıç mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	34
Şekil 4.1.2. Sarnıç mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	34
Şekil 4.2.1. Şahin mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	39
Şekil 4.2.2. Şahin mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	40
Şekil 4.3.1. Müstecep mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	45
Şekil 4.3.2. Müstecep mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	45
Şekil 4.4.1. Hereke mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	49
Şekil 4.4.2. Hereke mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	50
Şekil 4.5.1. İbribey mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	53
Şekil 4.5.2. İbribey mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	54
Şekil 4.6.1. Ballı mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	58
Şekil 4.6.2. Ballı mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	58
Şekil 4.7.1. Balabancık mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	62
Şekil 4.7.2. Balabancık mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	63

Şekil 4.8.1. Izgar mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	67
Şekil 4.8.2. Izgar mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	67
Şekil 4.9.1. Ahievren mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	71
Şekil 4.9.2. Ahievren mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	72
Şekil 4.10.1. Kermeyan mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	76
Şekil 4.10.2. Kermeyan mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	76
Şekil 4.11.1. Karacahalil mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	80
Şekil 4.11.2. Karacahalil mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	80
Şekil 4.12.1. Karacagür mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	85
Şekil 4.12.2. Karacagür mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	85
Şekil 4.13.1. Allışik mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	89
Şekil 4.13.2. Allışik mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	90
Şekil 4.14.1. Çavuşköy mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	94
Şekil 4.14.2. Çavuşköy mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	94
Şekil 4.15.1. Kozyörük mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	98
Şekil 4.15.2. Kozyörük mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	98

Şekil 4.16.1. Yörük mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	102
Şekil 4.16.2. Yörük mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	102
Şekil 4.17.1. Gözsüz mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	106
Şekil 4.17.2. Gözsüz mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	107
Şekil 4.18.1. Sağlamtaş mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü.....	111
Şekil 4.18.2. Sağlamtaş mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b).....	111

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

pH	: Toprak Reaksiyonu
ppm	: Milyonda bir kısım
ppb	: Milyarda bir kısım
kg	: Kilogram
°C	: Santrigrat derece
cm	: Uzunluk
mm	: Milimetre
%	: Yüzde konsantrasyon
Mn	: Mangan
Mg	: Magnezyum
U	: Uranyum
As	: Arsenik
EC	: Tuzluluk
Zn	: Çinko
Cu	: Bakır
Hg	: Civa
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Fe	: Demir
Al	: Alüminyum
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
mg/kg	: Miligram bölü kilogram
mg/L	: Miligram bölü litre
mL	: Mililitre
µg	: Mikrogram
µg/L	: Mikrogram bölü litre
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
v.b	: ve benzeri
USEPA	: Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Organı
EPA	: ABD Çevre Koruma Ajansı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
GPS	: Küresel konumlandırma sistemi
ark.	: Arkadaşları
As <sup>+3</sup>	: Arsenit
As <sup>+5</sup>	: Arsenat
ICP- OES	: İndüktif eşleşmiş plazma- Optik emisyon spektroskopisi
KDK	: Katyon değişim kapasitesi
EH	: Redoks potansiyel değeri
NAA	: Naphthaleneasetik asit
HG- AAS	: Hidrit üretimi- Atomik absorpsiyon spektroskopisi
MMA	: Monometil arsonik asit
DMA	: Dimetil arsenik asit

AAS	: Atomik absorpsiyon spektroskopisi
CaCO <sub>3</sub>	: Kireçtaşı
WSW- ENE	: Mahalli rüzgar yön isimleri
MSW	: Belediye kaynaklı katı atıklar
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Arseniktrioksit
(CH <sub>3</sub> )AsO <sub>2</sub> (OH)	: Monomethylarsonates
DDT	: Dikloro difenil trikloroethan
ng/m <sup>3</sup>	: Nanogram bölü metreküp
PCPP	: Kişisel bakım ürünleri

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında ve tamamlanmasında emeği geçen, sağladığı imkanlardan dolayı ve benden değerli yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM'e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Umarım bu çalışmanın sonuçları, evre ve toprak kirliliği ile ilgilenen insanlara faydalı olacak ve gelecek yeni araştırmalara katkıda bulunmasını dilerim.

Mayıs 2019

Lebriz ÇINAR  
evre Mühendisi



## 1.GİRİŞ

20. Yüzyılın başından itibaren modern tarıma geçilmesi ve sanayileşmenin hızlanması ile birlikte hızla artan dünya nüfusunun oluşturduğu etkiyle doğal kaynaklar, ekosistemler büyük ölçüde tahrip edilmiş, kirletilmiş ve bunların sonucunda toprak kirliliği de bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkmaya başlamıştır.

Katı atık uzaklaştırmasında ülkemizde en yaygın uygulanan yöntem düzenli/düzensiz depolamadır. Gerek düzenli, gerekse düzensiz depolama sistemleri kullanılmış olsun, her ikisinde de depolanan atıkların kendi bünyelerinden kaynaklanan veya yağışlardan atık içerisine giren suların yavaş yavaş dibe doğru sızması sonucunda organik maddece zengin, kirli bir atıksu (sızıntı suyu) oluşur. Bu şekilde bir çığ gibi büyüyen katı atıkların içerisindeki sıvı materyal yağmur suları ile birleşerek, belli bir süre sonra kendine bir yatak oluşturarak bir dere haline gelmekte ve barındırdığı yoğun kirletici yük ile birlikte ekosistemin istenmeyen bölgelerine taşınarak ekosistem için tehdit unsuru olmaktadır (Bilgili 2006).

Katı atık depo sahalarında atıkların farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bulunmaktadır. Deponilerde bulunan atıkların yapısında, zamanla büyük değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler çeşitli mekanizmalara bağlı olarak gerçekleşmektedir (Yılmaz ve Bozkurt 2010).

Çöp depolama sahalarında farklı karakterlerdeki atıklar bir arada bulunmaktadır. Atığın içeriği, mevsimsel değişiklikler ve ekonomik duruma göre değişiklik gösterir. Depolama sahalarında evsel atıklar, endüstriyel atıkların yanısıra yasak olmasına rağmen tehlikeli atıklarla bir arada rastlanmaktadır (Öztürk 2006). Evsel tehlikeli atıklar arasında çeşitli pestisitler, boya ürünleri, temizlik maddeleri, çeşitli hobiler için kullanılan kimyasallar, piller ve motor yağları sayılabilir (Slack ve ark. 2004).

Sanayileşmeye bağlı olarak çoğalan çevre kirliliği ile birlikte toprak kirliliği de ortaya çıkmış ve canlılar üzerinde zararlı olabilecek boyutlara ulaşmıştır. Direk ve dolaylı yollardan

meydana gelebilen çevre ve toprak kirliliği sorunlarından besin zinciri vasıtasıyla tüm organizmaların etkilenmesi, bu sorunun ciddiyetini ve zararını daha da arttırmaktadır. Çevre ve toprak kirliliğine sebep olan nedenlerden en önemlilerinden biri ağır metallerdir (Stresty ve Madhava Rao 1999).

Antropojenik olarak ise endüstriyel faaliyetler sırasında kullanılan tahta ve keresteleri koruma amacıyla yapılan işlemler, kozmetik ürünler, boya üretimi yapan ve kullanan kuruluşlar, ilaç üretim tesisleri, tarımsal ilaçlama için üretim yapan işletmeler, izolasyon malzemeleri üreten firmalar, dericilik faaliyetleri, tıbbi faaliyetlerde kullanım, kağıt ve cam üretim prosesleri örnek verilebilir. Ayrıca madencilik faaliyetleri, tarımsal uygulamalar ve vahşi depolama alanlarındaki sızıntılar da arseniğin çeşitli yollarla toprak ve suya karışmasına neden olabilmektedir (Narzulaev ve ark. 1995).

Tarımsal faaliyetlerde kullanılan maddeler de en önemli kirleticiler arasında yer almaktadır. Yapılan araştırmalarda tarım alanlarından sızan ya da yüzey sularına karışan sular hem toprağı hem de suları kirlletmektedir. Tarımsal alanlarda verimi ve kaliteyi arttırmada kullanılan kimyasallardan olan zirai mücadele ilaçları ve besleyici gübreler kullanım talimatlarına uygun şekilde kullanılmadığı zaman hem toprak yapısını hem de o habitatta yaşayan organizmaları olumsuz etkilemektedir. Yağmur sonucu toprak yapısından yıkanan ve yüzey sularına karışan fosfor ve azot bileşikleri en önemli ötrifikasyon etmenleridir. Ayrıca yeraltı sularında bulunan nitrat bileşiklerinin ve zirai mücadele ilaçlarının bulunması da çok sıklıkla rastlanan bir sorundur. ABD’ de yürütülen araştırmalar sonucunda yağmur suyu ile toprağı karışan kirleticiler ile oluşan kirlenmenin toplam kirlenmeye olan katkısının, borular ya da kanallar yardımıyla gerçekleştirilen deşarjlardan kaynaklanan kirlenmeye oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir (Waseem ve ark. 2014).

Zirai açıdan toprak kirlenmesinin ekolojiye en büyük etkisi, kirleticiler ile bitkinin yapısına katılarak direkt veya indirekt olarak bu canlı ile beslenen diğer canlılarda birikim göstermesidir. Ayrıca metalik bileşiklerle çiftçilerin tarımsal faaliyetler esnasında el veya ayak yoluyla teması, topraktan kalkan tozların solunması, kuruma sırasında buhar faza geçen Hg (civa) ve diğer bazı metalik bileşiklerin solunması, kesin sonuçları henüz bilinmeyen bazı sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Lestsova ve ark. 2009).

Toprak profili, değişken ve bununla birlikte büyük oranda tamponlama işlevini yerine getiren bir yapıdır. Bunun anlamı toprağa nüfuz eden kirletici koloidal kısımlar ismiyle bilinen kuvvetler sayesinde çok sıkı bir biçimde bir arada tutulmaktadır. Dolayısıyla zararlıının etkisi ile sistemin karşı tepkisi uzun bir zaman süresinde oluşmakta veya bazı durumlarda bir etkisi ile karşılaşılmamaktadır (Srivastava ve ark. 2011).

Ortaya çıkan toprak kirliliği sorununun başka bir önem arz eden başka bir önemli boyutu, sekonder olmakla birlikte su kirliliği yönünden ciddi bir önem oluşturmaktadır. Topraktaki kirletici ajanlar topraktan sızarak ve erozyonla birlikte yüzey su kaynaklarına doğru taşınıp ciddi ve önemli problemler oluşturmaktadır. Oluşan bu durumun; çevre ve sağlık etkileri konularının, toprak kirliliği, hava ile su kirliliği benzeri başka çevre problemlerine nazaran daha az incelenmiş olmasına sebep olduğundan söz edilebilir. Fakat tüm toprakların bu önemli etkisinin, insanlar olarak bizlerin toprak hususunda ciddi derecede dikkatli ve hassas davranışlarda bulunmamız gerektiğini hiç aklımızdan çıkarmamalıyız. Kirletilmiş herhangi bir toprak açısından uygulamada onu terk edip bırakmaktan başka bir çare olmadığı ve bununla birlikte bir sonun başlangıç noktası olduğu kabul edilmektedir. Ortaya çıkan toprak kirliliğinin değerlendirilmesi ile tespitinde oldukça fazla faktör ve parametrenin göz önde bulundurulması gerekir. Bunun nedeni toprağın içinde; kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, biyolojik ve son olarak fizikokimyasal işlevlerin karmaşıklığı içinde oldukça doğal olarak tutulan bir dengesinin olmasıdır. Tüm bunlar kısıtlı kaynaklar olması nedeniyle bu toprakların biz insanoğlunun geleceği bakımından oldukça büyük öneme sahip olması, oluşan bu toprak kirliliği sorununun bilhassa çevre ile insan sağlığı bakımından büyük önem taşıyan çevre problemi olduğunu ortaya koymaktadır (Chen ve ark. 2014).

Dünyanın pek çok ülkesinde, daha fazla tarımsal ürün elde etmek için topraklara yoğun bir şekilde yapay gübre ve pestisid uygulandığı bilinmektedir. Bu uygulamalar, toprakların doğal yapısını kaybetmelerine yol açmakta ve toprak üretim kalitesini oldukça fazla düşürmektedir. Doğal çevrenin bir parçası olan topraklar, çevredeki diğer faktörlerin kirlenmesinden de yoğun bir şekilde tesirlenmektedirler. Çevre farkındalığının oluştuğu toplumlarda, insanlar tertemiz bir atmosferde, temiz su ve gıdalar ile hayatlarını sürdürmek istemektedirler. Bu şartların sağlanabilmesi için öncelikle çevre kirliliğine neden olan

verilerin ortaya çıkarılması, bunların kirletici tesirlerinin azaltılması veya ortadan tamamen kaldırılması yönünde çalışmaların yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Topraklar birçok zararlı materyalin alıcısı durumunda olduğu bilindiğine göre topraklarda kirliliğe sebep olan ve “atık” adı verilen bu maddelerin, toprağa çeşitli kaynaklardan ulaşabildiği de tespit edilmiştir. Bu kaynaklar; tarımsal, endüstriyel, kentsel yada nükleer kökenli olabilir (Tan 1994).

Tarımsal nedenli kirleticiler, kimyasal özellikteki kirleticiler başka gübre türleri ile birlikte pestisitleri içerir. Bunların yanında özellikle tarımda kullanılan makinelerde yakıt olarak kullanılmakta olan ve istenmeden de olsa topraklara saçılan hidrokarbonları da ilave edebiliriz. Önceden de söz edildiği gibi, kimyasal kaynaklı gübrelemeler ile gübreleme yapılmasından oluşan baş kirletici etki, ağır metal ve bunların bileşiklerinin topraklara karışmasıyla ortaya çıkmakta ve bunlar için örnek verilecek olursa özellikle kümes hayvanlarından elde edilen gübre bileşikleri kullanıldığında As, Cu ve Zn ile toprağın kirlenmesine sebep olurken bir kısım fosfat içeren gübreler kullanıldığında ise Mn, U, Zn, Cd, As topraklara karışmaktadır. Pestisid halinde kullanılmakta olan organik bileşikler toprağın ekolojisi üzerinde daha fazla zarar verici etkiler meydana getirmektedir. Tarım faaliyetlerinde pestisidlerin kullanımı özellikle geçtiğimiz son kırk yılda durdurulamaz şekilde artmaktadır. Toprağın bünyesinde yaşamakta olan zarar verici organizmalara veya bitkilere uygulanmakta olan pestisidler daha aşağıda yer alan kısımlardaki toprak tabakalarına doğru hareket edebilmektedir. Dolayısıyla bunun sonucunda da bu zararlı haldeki bileşikler toprağın gaz fazı ya da toprak suyuna karışırlar (Jia ve ark. 2014).

Pestisidler toprak tabakasına uygulandıklarında, farklı olaylarla buldukları yerden uzaklaşırlar veya ortamda kalabilirler. Metil bromür vb. fungusitler, yüksek buhar basınçları nedeniyle, toprak boşluklarına girerek mantarları direkt etkilerler. Yüksek buharlaşma basıncı, önlem alınmayan şartlarda, toprak boşluklarından atmosphere doğru fungusidlerin yoğun bir canlılığına sebep olur. Bu yolla pestisidler uygulama alanlarından çok uzaklara taşınabilirler. Pestisidlerin kirletici potansiyelleri, biyo yarayışlılıklarına ve zehir tesirlerine bağlı olarak değişir. Pestisidlerin topraktaki kalıcılığı “yarı ömür“ ifadesi ile belirlenir. Bir pestisidin yarı-ömürü, belli bir ölçünün (başlangıç düzeyinin yarısı) ortadan kalkması yada diğer bileşiklere ayrışabilmesi için gereken zaman dilimidir. Ancak bazı durumlarda ayrışma ürünleri, orjinal

bileşik kadar yada ondan daha toksik tesirlere sahip olabilmektedir (Haktanır ve Arcak 1998).

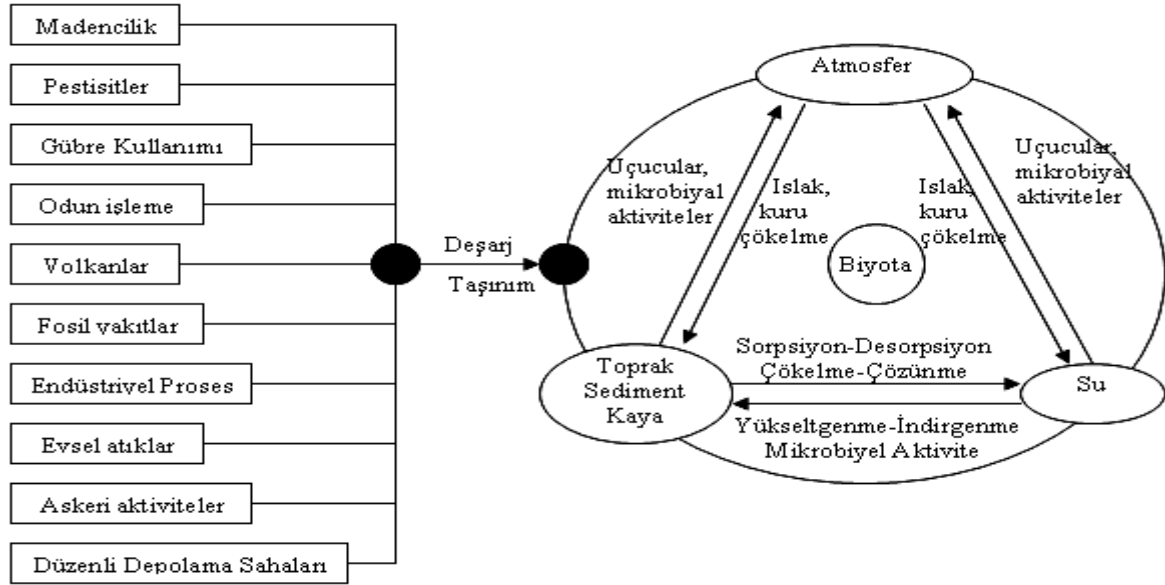
Yaygın bir kullanıma sahip olan “ağır metaller” ifadesi çoğunlukla yoğunlukları 5- 6 g/cm<sup>3</sup>’ ten daha fazla olan metallere verilen addır. Ekseriyetle endüstriyel faaliyetler neticesinde çıkan, kadmiyum (Cd), arsenik (As), krom (Cr), bakır (Cu), kurşun (Pb), civa (Hg), nikel (Ni) ve çinko (Zn) vb. metaller bitkilere ve hayvanlara en zararlı ağır metallerdir. Bitki ve hayvan hayatı ile ilgili besin zincirine girerek derişimleri artmakta ve canlılarda tahripkar seviyelere ulaşabilmektedirler. Arsenik, flor, civa ve selenyum gibi metaller topraklara aktif volkanlar vasıtasıyla gelebilmektedirler (Altınbaş ve ark. 2004).

Topraklardaki ağır metal kirliliği, endüstri ve madencilik aktivitelerinin gelişmesiyle ve atık suyla yapılan sulamaların ve arıtma çamuru uygulamalarının yaygınlaşmasıyla global bir problem halini almıştır (Topal ve ark. 2011). Bu ağır metallerden araştırma konusunu oluşturan arsenik, yerkabuğunda en çok bulunan elementlerden bir tanesidir. Metal olmayan veya metaloid olarak sınıflandırılmaktadır. Tarım, eczacılık vb. endüstri dallarında kullanılmasına rağmen insan, hayvan ve bitkiler üzerinde toksik etkiye sahiptir. Arsenik kanserojenik olarak bilinen zehirli bir elementtir (WHO 2001).

Bu çalışmada, vahşi depolama sahalarında meydana gelen sızıntı sularının ekolojik sistem üzerindeki etkisi göz önünde bulundurularak, Malkara depolama sahalarındaki tesadüfen 2 depolama sahasından alınan toprakların ağır metal içerikleri incelenmiş ve arsenik dışındaki diğer ağır metallerin 08.06.2010 tarih ve 27605 Sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirilenmiş Sahalara Dair Yönetmelik’ teki sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Bunun üzerine Malkara İlçesindeki 18 çöp depolama sahasından ve çevresinden olmak üzere 3 noktadan toprak örnekleri alınarak arsenik durumları belirlenmeye karar verilmiş ve sonuçlar 08.06.2010 tarih ve 27605 Sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirilenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği’ ne göre değerlendirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda vahşi depolama alanlarından belirli uzaklıklardaki topraklardan örnekler alınarak, bu toprakların arsenik içeriği belirlenmiş, elde edilen bulgular çerçevesinde arseniğin toprak kirliliği yönünden zararları araştırılmıştır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Arsenik tabiatta organik ve inorganik formda bulunmaktadır. İnsan faaliyetleri sebebi ile yiyeceklerin, bitkilerin, havanın ve içme su kaynaklarının arsenikle kirlenme rizikosu ciddi anlamda artmaktadır. Arseniğin esas element olup olmadığı ile ilgili çok değişik konseptler mevcuttur. Önceleri esas olmayan zehirli bir element olarak kabul görse de, günümüzde mevcut organizmalarda bulunması sebebiyle işlevi bilinmeyen bir element olduğuna karar verilmiştir (Cava- Montesinos ve ark. 2003).



Şekil 2.1. Doğada arsenik döngüsü

Şekil 2.1' de görüldüğü üzere arseniğin ortam boyunca çok çeşitli kimyasal formları bulunduğu ve bu formlar farklı jeokimyasal süreçlerde mikroorganizmalar tarafından kolayca değiştirilebildiği anlaşılmaktadır (Cullen ve Reimer 1989). Arsenik doğal olarak ortaya çıkabildiği gibi çeşitli endüstriyel uygulamaların bir sonucu olarak da ortama katılabilir (Han ve ark. 2003). Volkanik kayalar, kaplıcalar, ılıcalar, tortul kayaları (organik/inorganik killer), başkalaşım kayaları, deniz suyu, mineral çökeltileri, volkanik hareketler, kaya erozyonu ve orman yangınları arseniğin doğal kaynakları arasında yer alır (EPA 2003a).

Arsenik yer kabuğunda ortalama konsantrasyonu 2 ppm' i bulabilen ve geniş yayılım gösteren bir metalloiddir. Doğada +3 ve +5 formunda bulunabildiği gibi 200' den fazla mineralin de yapısına katılabilmektedir. Endüstriyel kullanımda ise yarı iletkenlerin kullanıldığı teknolojilerde ve lazer üretiminde ilk sıralarda gelmektedir.

Organik çeşitleri, genellikle metillenmiş şekilleri olan monometil arsenik asit, dimetil arsenik asit ya da diğer bilinen organoarseniklerden, arseno betain ve arsenokholin olarak bulunmaktadır. Mono metil arsenik asit (MMA) ve dimetil arsenik asit (DMA) sularda bulunan organik arsenik türleridir (Höl 2005).

Toprakta ağır metal bulunması sonucu toprakta doğal olarak meydana gelen organik maddelerin mineralizasyonu, solunum reaksiyonları, enzim aktivasyonu ve nitrifikasyon gibi biyokimyasal süreçlerden etkilenebilmektedir. Trafik yoğun olarak işlediği yollara yakın bölgelerdeki topraklarda ağır metal konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir ve bu olması gerekenden fazla miktarlarda bulunan ağır metaller sonucu toprağın doğal flora ve faunasını da bozabilmektedir. Ayrıca topraktan yer altı sularına da karışan ağır metaller, o suyun çeşitli amaçlarla kullanımı sonucu bulunduğu bölgeden farklı yerlere de taşınmasına neden olmaktadır (Kader ve ark. 2017).

Arsenik gibi ağır metallerin özellikle toprağın üst kısımlarında ve humusta tutunması sonucu toprak ile bağıntılı organizmalar tarafından alımı ve birikimi söz konusu olmaktadır. Bu durumda organizmalarda çeşitli toksik etkilere neden olmakta ve ölümlere yol açabilmektedir. Bundan dolayı toprak üstünde ölü örtünün ayrışması engellenebileceği için toprağın yapısı da bozulmaktadır. Ağır metaller toprak üstü bölgeye sıkıca tutundukları için alt toprağa mobilizasyonları zayıftır. Fakat toprağın tamponlama kapasitesindeki değişim sonucu asitleşme meydana gelirse toprağın üst kısmındaki arsenik çözünerek toprağın iç kısımlarına doğru geçiş göstermektedir. Böylece arseniğin bitkiler tarafından alımı da gerçekleşmektedir (Horvath 1976).

Toprak yapısındaki arsenik mobilitesi, krom- kobalt- arsenik kompozisyonundaki elementlerden toprağın yapısındaki organik materyalden en az etkilenenidir. Kirli toprakların

üst tabakalarında bulunan arseniğin konsantrasyonu sadece organik karbondan kaynaklanmamaktadır. Diğer inorganik materyallerde olduğu gibi arseniğin iyonizasyonunda hümik asit ve toprağın değişen tamponlama kapasitesi etkili olmaktadır. Hümik asidin toprakta fazlalığı sonucu arsenik +5 değerlikli formuna dönüşmektedir (Troshina 2008).

Arsenik toprak yapısında, bazı kayalarda ve nispeten Pb ile Cu içeren mineral yapıları cevherlerde doğal olarak bulunabilmektedir. Rüzgarla taşınan tozlar, yüzey sularına karışma ve yer altı kaynaklarına sızmalar yoluyla toprak, su ve havaya karışabilir. Jeotermal kaynaklar, volkanik kalıntılar, organik ve inorganik kayalar, metamorfoz kayalar, erozyon, orman yangınları ile deniz suyu, arseniğin doğal kaynakları arasındadır (Chen ve ark. 2002).

Toprakta bulunan mikroplar bitki köklerine besin maddeleri sağlamak açısından oldukça önemli görev alırlar. Topraktaki bakteriler organik bileşikleri bozarak inorganik ürünler ile değiştirirler. Toprak mantarları, inorganik fosfat gibi toprağa bağlı besinleri temizlemek için büyük bir yüzey alanı sağlar ve ektomikorizal ile köklerle endomikoriza birlikteliği yoluyla bitki üzerine nakletme kapasitelerine sahiptirler. Topraktaki toksik bileşikler genellikle mikroplar tarafından modifiye edilmektedir (Van Zwieten ve ark. 2003). Ancak, bu tür pek çok toksin topraktaki mikropların büyümesini engelleyebilir ve bitki büyümesini teşvik etme yeteneklerini zayıflatabilir. Ek olarak, köklerle ilişkili toprak mantarları, bitkiler tarafından inorganik kirleticilerin alınmasını artırma ya da azaltma potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, kirliliğe topraklardaki mikorizal funguslar, çeşitli yerli vejetasyon popülasyonlarının korunmasında çok önemlidir ve bitkiler tarafından toksik ağır metallerin alınmasına engel oluşturmaktadır (Leyval ve ark. 1997).

Toprak mikroorganizmaları ve bitkileri, arsenik ile kontamine olmuş toprak örneklerinde incelenmiştir. Amaç, arsenik biriktiren bitkiler tarafından gelecekteki iyileştirmenin fizibilitesini belirleyecek parametrelerin tasvir edilmesi idi. Toprağın örnekleri toplamda yüksek, ancak düşük çözünür arsenik konsantrasyonları içermekteydi. Bir sera örneği araştırması, kirlenmiş eğimli alan toprağında *Agrostis tenuis* bitkisinde büyümeyi engellemeden arsenik birikimini arttırdığını göstermiştir. Sürgünlerin arsenik içeriği % 45 oranında artmıştır. Beş rizosfer bakterisi cins seviyesine göre tespit edilerek arsenik miktarınının, bakteri üzerinde büyümesi üzerindeki etkisini tespit edilmiştir. Bu bulgular,



bitki- toprak mikrobu etkileşimlerinin, dip bölgelerinde topraktan arsenik çıkarmaya yönelik bitki ıslahına dayalı bir yaklaşımı amaçlayan gelecekteki stratejilerin geliştirilmesi için anlaşılmasının önemini göstermektedir (Walter ve Wenzel 2002).

Toprağa bağlı arsenik harekete geçirilebilir ve böylece toprak pH' ındaki değişim bitkiler için kullanılabilir hale gelecektir (Cullen ve Reimer 1989, McLaughlin ve ark. 2000, Manning ve Martens 1997).

Her toprakta, çözünebilir inorganik arsenik konsantrasyonları mevcuttur. Arseniğin, bakteri gelişimini uyardığı gözlenmişti (McLaughlin ve ark. 2000). Arsenik konsantrasyonları ve formları toprak mikrobiyal topluluğu açısından birbiri ile karşılıklı etkileşimlerinde arsenik kontaminasyonuna yanıtı karmaşıktır (Edvartoro ve ark. 2003).

Arsenik, toprakta şiddetle adsorbe edilir. Bu nedenle toprağın 10 cm' lik üst kısmında çok birikir. Başlıca kaynağı deterjanlar, biyosidler ve tekstil endüstrisi atıksularıdır (Çepel 1997).

Toprağın bütün üst tabakasını kaplamalarına rağmen kalsiyerli moloz atıkları, depolandıkları toprakta toprak asitleşmesinin azaltılmasına katkıda bulunur. Böylece, çöp depolama alanlarında kuvvetli su akıntıları ile kumlu topraklarda toprağın geçirgenliği nokta bazında azalır (Bielinska ve Mocek- Plo'ciniak 2009).

Arsenik gibi ağır metallerin iyonik etkilerinin yanında, bileşikler halinde bulduklarıdaki etkileri daha toksik özelliktedir. Özellikle organometal bileşikleri içindeki arseniğin çözünmesi neticesinde bazı orman topraklarında asidik humus sorunu oluşmaktadır. Arseniğin düşük konsantrasyonlarda bulunması bitkide verimi arttırırken, yüksek konsantrasyonlara ulaşıldığında bitkilerde toksisite sonucu sararma, kangrenli doku, büyümenin inhibisyonu ve sonuç olarak bitkide ölümlere neden olmaktadır (Hu ve ark. 2011).

Tufan (2008), Tekirdağ İlinde imal edilen yem hammaddelerinin ağır metal seviyelerinin tespit edilmesi araştırmasında, hayvan beslemede büyük ehemmiyeti olan yem hammaddelerindeki kirlilik seviyelerinin hangi aşamada olduğu ile ilgili ve il içerisinde nasıl

farklılık gösterdiği hususunda incelemelerde bulunmuştur. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile ağır metallere kurşun (Pb), arsenik (As), bakır (Cu), çinko (Zn), demir (Fe) içerikleri belirlenmiştir. Netice olarak ağır metal kimyasal ayrışma işlemlerinde yemlerin % 50' sinde kurşun, % 100 'sinde bakır, % 100 'inde çinko, % 100' inde demir bulunmuş olup ancak Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tebliği' ndeki değerlerinin aşılmadığı tespit edilmiş, yem hammaddelerinin hepsinde ise arsenik seviyesinin en yüksek düzeyin altında kaldığı ifade edilmiştir.

Ağır metallerin çöp depolama alanındaki hareketliliği, çevresel koşullar, su içeriği ve ince taneli malzemeye en çok da tuzun çökmesi, çöktürmüş demir minerallerine, bağlayıcı fosfora bağlıdır (Talalaj 2014, Liu ve Sang 2010).

Arsenik, doğal olgularda hayvanlarda toksisiteye ve buna bağlı olarak ölümlere sebep olan bir elementtir. Bunun başlıca nedenlerinden birisi, zirai mücadele alanlarında kullanılan ilaç ve preparatların imalatında müessir madde olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Tchounwou ve ark. 2003).

Geleneksel yöntemler kullanılarak işlenen topraklarda yetiştirilen bitkilerde arsenik alımı artarken, toprak yapısındaki fosfor konsantrasyonunun düşük olması bitkinin daha fazla arsenik almasına sebep olmaktadır. Doğal ve gübre kullanımı sonucunda alınan arsenik biyoyararlanılabilirliği birikimine ve çözünürlüğüne bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca bu durum ortamda bulunan diğer elementlerin konsantrasyonlarına da bağlıdır. Arseniğin arsenat formunun topraktaki davranış biçimi fosfata benzemektedir, Fe ve Ca ile zor çözünen bileşikler oluşturarak bağlanma bölgeleri için rekabete girmektedirler. Bazı bitkiler yapısı fosfata benzediği için nispeten diğerlerine göre arsenatı daha fazla alırlar; fakat arsenat fosfor yerine enerji metabolizmasında kullanılmadığı için fosfor yetersizliği belirtisi gösterirler (Huhmann ve ark. 2017).

Fosfat gübrelerinin uzun vadeli kullanımı ile toprağa mühim miktarda arsenik katılmaktadır. Tarım alanlarında kullanılan gübrelerdeki arsenik konsantrasyon miktarları, fosfat gübresinde 1- 1200 µg/kg, nitrat gübresinde 2- 120 µg/kg'dır (Atabey 2009).

Yapılan çalışmada; her sahadan kompozit toprak örnekleri alınarak bu kompozit numunelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakılmıştır (Van Zwieten ve ark. 2003, Edvantoro ve ark. 2004). Özellikle, toprak pH, asit ve su ekstrakt edilebilir arsenik ve ekstrakte edilebilir fosfor içerikleri Edvantoro ve ark. (2003)' na göre % 0.21' e kadar olan topraklara rağmen korunmuştur. Arsenik, 1– 20 mg/kg Avustralya tarım topraklarında bulunmaktadır (McLaughlin ve ark. 2000). Çöp depolama alanlarında, arsenik kalıcılığı ve toprak partiküllerine sıkıca bağlanması uzun vadede sonuçlandığı tespit edilmiştir. Suda ekstrakte edilebilir arsenik asidik killi tınlı toprakta daha az olmak üzere, kumlu topraktan daha yüksek emiş kapasitesinde olduğu tespit edilmiştir (Moody 1994, Walter ve Wenzel 2002).

Toprakta bulunan arseniğin diğer bir önemli özelliği de metil bileşikleri oluşturabilme yeteneği olduğu bilinmektedir. Toprak pH' sı yaklaşık olarak nötr olduğu zaman,  $(CH_3)AsO_2(OH)$  formunda bulunup, bu bileşik toprakta mikroorganizmalar tarafından indirgenebilmektedir. Fakat diğer organik bileşiklerle birlikte arseniğin de yüksek konsantrasyonlarda bulunması toprak mikrofaunasını olumsuz etkileyeceği için bu indirgenme reaksiyonları sekteye uğramaktadır. Ayrıca yapılan bazı çalışmalar sonucunda toprağın üst tabakaları ile birlikte kireç bulunan tabakasında arsenik konsantrasyonunun maksimuma ulaştığı belirlenmiştir. Bu durumdan da anlaşılacağı gibi arsenik mobilizasyonunda toprak permeabilitesi, kimyasal içeriği ve diğer bazı fiziksel parametreler etkili olmaktadır (Warkentin 2001).

Arsenik kirliliğinin başlıca nedenleri özellikle metal, seramik ve cam endüstrisi ile boya, plastik ve kimya sektöründe kullanılan materyallerdir. Bu faaliyetler sonucu ortama verilen arsenik içerikli atıklar su ve toprak kirlenmesine yol açmaktadır. Bu kirlenme de mobilizasyon sayesinde yer altı ve yüzey sularına karışmalara neden olmaktadır. Bu suların tarımsal faaliyetler amacıyla kullanımı ile içme sularına da karışımı söz konusudur. Arsenikle kontamine olmuş sulama sularının kullanımı ya da arsenik içeren topraklarda yapılan tarımsal faaliyetler sonucu gıda ürünleri ile arsenik sofralara kadar ulaşmaktadır (Im ve ark. 2015).

Gulz (2002) tarafından, sodyum arsenat heptahidrat kullanılarak yapay olarak kirletilen iki farklı toprakta ayçiçeği, mısır, ingiliz çimi ve kolza bitkileri büyütülmüş ve bitkilerde arsenik birikimi incelenmiştir. Bu bilimsel çalışmada, çözünebilir As konsantrasyon miktarı 0.02 mg/kg olan siltli toprağa 110, 180, 225 ve 255 mg/kg ve çözünebilir As konsantrasyon miktarı 2.8 mg/kg olan kumlu toprağa ise 25 ve 60 mg/kg dozlarında As uygulanarak, çözünebilir As konsantrasyon miktarlarının söz konusu topraklarda sırasıyla 1.1, 2.8, 4.7 ve 7.1 ve 4.2 ve 6.9 mg/kg olması sağlanmıştır. Araştırma yapılan bitkilerin kök, gövde ve yaprak bölümlerinde en yüksek As (arsenik) birikiminin köklerde gerçekleştiği görülmüştür. Arsenik muhteviyatı mısır tohumları için kumlu toprakta 0.1- 0.2 mg/kg, ayçiçeği tohumları için ise siltli toprakta 0.4 - 0.6 mg/kg ve kumlu toprakta 1.0- 1.2 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Prieto- Garcia ve ark. (2005), ekili bitkilerin ve meyvelerin yenilebilir bölümlerinde biyolojik olarak birikim yapabilmekte olduğunu ve yine aynı şekilde aile bahçelerinde de söz konusu Zimapán madencilik sahasında olduğunu beyan ederek birikim olabileceğini bildirmiştir. Sulama suyu 40- 480 µg/L arasında bir As konsantrasyon aralığına sahipken, topraklardaki As konsantrasyonunun 0,72 ve 21 mg/kg arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Maden alanı dışındaki konsantrasyon 0,32 mg/kg'dır). Sonuçlar, bitkisel çayda ve maydanozda As derişiminin en yüksek olduğunu, bunu sebze ve meyvelerinde de bulunduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bitki türlerinin bazı spesifik organlarındaki arseniğin genel birikim biçimi, bildirilen verilerden tespit edilemeyeceği bilgisine ulaşılmıştır. Bunun en büyük nedeni bazı türlerin meyvelerinde en yüksek içerik olarak As bulunması; diğerlerinde ise yapraklar, saplar veya çiçeklerde de en yüksek As içeriğine sahip olunmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Loa nehri havzasının orta kısmında yapılan bir bilimsel çalışmaya göre, Díaz ve ark. (2009), sulama suyu ve topraklarındaki As konsantrasyonları ve yenilebilir bitki ve bitkilerde Arseniğin biyoyararlanımı ile olan ilişkiler araştırılmıştır. Sulama suyundaki As konsantrasyonu 5 ila 900 µg/L (ortalama 170 µg/L) arasında değişirken, toprak As içeriği 33 ila 68 mg/kg arasında değişmektedir. Topraklarda yüksek As konsantrasyonlarına rağmen yenilebilir bitkilerde As konsantrasyonları belirgin olarak düşüktür (0,08- 0,45 mg/kg).

Sancha ve Marchetti (2009), Loa nehri havzasındaki yeşillik, tahıl ve baklagiller ve meyvelerin As muhteviyatını ölçmüş ve neticeleri orta ve güney Şili' de büyüyen sebzelerle mukayese etmiştir. Bu çalışmada, topraklardaki ve sulama suyundaki derişimler (örneğin Temuco suyu: 0,70 µg/L, Santiago de Chile su: 1,2 µg/L; Pintué toprağı: 10 mg/kg, Cáceres ve ark. 2005, Ascar ve ark. 2008). Yeşil yapraklı bitkilerdeki (n = 34), tahıl ve baklagillerde (n = 31) ve meyvelerdeki (n = 23) ortalama As konsantrasyonlarının, kuzey Şili' nin orta ve güneydeki Şili' den daha yüksek miktarlarda olduğı saptanmıştır.

Rosas ve ark. (1999) Meksika, Laguna Comarca' da su, toprak, yem ve süt konsantrasyon miktarı olarak ölçülmüştür. Arsenik derişimleri 73 kuyu suyu numunesinde ve 50 toprak, yem ve süt numunesinde tespit edilmiştir. Kuyu suyundaki As konsantrasyon miktarlarının 7 ila 740 µg/L [% 90 As (V) türü] arasında değıştiğı gözlemlenmiştir. Topraklar 30 mg/kg'a kadar As içermektedir. Bununla beraber, ekstrakte edilebilir As, toplam As' ın % 12' si idi ve çoğunlukla yüzey toprağı için daha üst seviyelerde olduğı gözlemlenmiştir. Sütteki As konsantrasyon miktarı ile yer altı suyunda As (III), As (V) ve As konsantrasyonları arasında iyi korelasyon ve ilgili bağıntı katsayıları 0.525, 0.510 ve 0.507' nin olduğı beyan edilmiştir. Sütte bulunan derişimlerin su, toprak ve yem içindeki derişimlerine bakarak daha iyi bir bağlantının olduğı tespit edilmiştir.

Toprak ile bentonit karışımlarıyla sudan As (III) ve As (V) 'nin çıkarılması ve stabilenmesi atık depolama alanları için güvenilir kil astarları geliştirmek için araştırılmıştır (Minja ve Ebina 2002). Astarın ana gövdesi olarak Masatsuchi toprağı (yıpranmış granit) veya Murram toprakları (pomza) kullanılmıştır. Wyoming bentonit killeri üstün sızdırmazlık özelliğı sebebiyle bu toprakların her biriyle mukayese edilebilmiştir. Daha fazla arsenik, Masatsuchi toprağı tarafından herhangi bir pH tamponu olmadan çıkarılmıştır. Her iki toprak 3- 6,5 ve 7- 9,5' lik pH aralıklarında en yüksek As (V) ve As (III) adsorpsiyonu sergilemiş olup farklı kaynak ve demir yüklemelerinden dolayı, emme sığalarında hiçbir mantıklı sonuçlar bulunamamıştır.

Bir sera örneğı araştırmasında, laboratuvar ortamında çalışılan mikropların çim *Agrostis tenuis* tarafından kirlenmiş eğimli alan içerisinde yer alan topraklarda büyümeyi engellemeden arsenik birikimini arttırdığı yapılan analizler vasıtasıyla gösterilmiştir.

Sürgünlerin arsenik içeriği % 45 oranında artmıştır. Çökeltme yerindeki bitkilerin köklerinin mikorizal mantarlarla kolonizasyonu incelenmiş ve toprak örneklerinde mevcut olan diğer mantarların altı cinsi geçici olarak tespit edilmiştir. Bu araştırma, bitki- toprak mikrobu etkileşimlerinin, dip bölgelerde topraktan arsenik çıkarmaya yönelik bitki ıslahına dayalı bir yaklaşımı amaçlayan gelecekteki stratejilerin geliştirilmesi için anlaşılmasının önemini göstermektedir (Walter ve Wenzel 2002).

Sharples ve ark. (2000), erikoid mikorizal mantar *Hymenoscyphus ericae'* nin arsenikle kirlenmiş topraklarda yetişirken *Calluna vulgaris* bitkisinin köklerinin düşük arsenik alım oranlarını korumak için bir filtre görevi gördüğüne dair kanıtlar sunmuştur.

Çim *Holcus lanatus* çeşitlerinde gelişen arsenat direnci üzerine yapılan bir araştırmada, Gonzalez- Chavez ve ark. (2002), arbusküler- mikorizal mantar glomus tarafından kolonizasyonun, yüksek afiniteli arsenat ve fosfat köklerine baskı yaptığını keşfetmiştir. Bu bağlamda; eğrelti otu *Pteris vittata'* sı ile mikorizal ilişkinin, konukçu tarafından arsenik birikimini uyardığı bildirilmiştir (Liu ve ark. 2005).

Edvanto ve ark. (2003) bulaşmış dip alan topraklarda fungal sayımların, mikrobiyal biyokütle, karbon ve solunum hızlarının kontamine olmayan kontrollere kıyasla önemli ölçüde düşük olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bakteri popülasyonunun önemli ölçüde farklı olmadığı anlaşılmıştır. DDT yerine mantar popülasyonu üzerindeki etkileri arsenikle ilişkilendirilmiştir. Van Zwieten ve ark. (2003) DDT konsantrasyonlarına ait, toprak bakterilerinin sorumlu olduğu eğimli alan topraklarındaki doğal yavaş bozunumu sonucu çıkan iki ürünü ölçmüştür. Yüksek arsenik konsantrasyonlarına sahip topraklarda DDT' nin dağılımının bozulduğu bulunmuştur. Benzer topraklardan arsenik kaybı üzerine yapılan bir çalışmada, Edvanto ve ark. (2004), mikrobiyal aktiviteye atfedilen arsenik buharlaşmasının DDT kirleticisi tarafından engellendiği simetrik bulguyu yapmıştır. Dip bölgeleri gibi kirlenmiş arazilerin iyileştirilmesi için topraktan arsenik çıkarmak için arsenik biriktirme tesislerinin kullanılması ihtimali artmıştır.

Arsenik, asit, nikel, bakır, çinko, kadmiyum, kurşun, civa ve krom gibi ağır metallerin, aküler, atık yağlar, teneke kutular, toksik maddeler bulunan birçok ürün içerisinde olduğu ve toprak kirliliğine neden olduğu keşfedilmiştir (Sissino ve Moreira 1996, Hypolito ve Ezaki, 2006).

Plansız ve kontrolsüz olarak devam eden büyüme neticesinde tek başına bile büyük bir sorun haline gelen kentsel katı atıklar, çevresel sorunlar içinde en önemli maddeler arasında yer almaktadır. Ağır metallerin mobilizasyonu ortamın tamponlama gücü, indirgenme-yükseltgenme şartları ve metaller ile etkileşen maddelerin varlığına bağlıdır. Bu özellikler arasında atığın organik parçasını içeren süreçler önemli rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar da, birçok toksik özellikteki metalin hareketliliğinin hala aktif olarak depolama yapılan veya yeni kapatılmış atık biriktirme alanlarında fazla olduğunu göstermektedir (Helgesen ve Larsen 1998).

Katı atıkların depolandığı bölgelerde yapılan yakma işlemleri sonucunda metaller yok olmamaktadır. Yok olmayan metaller atıkta buldukları formdan daha toksik formlara dönüşerek çevreye yayılmaktadırlar. Yüksek ısı ile yapılan yakma sonucu özellikle arsenik gibi ağır metaller ve bunları içeren bileşikler çevreye salınmaktadır. Bunlar da soluma yoluyla alındığında ciddi risk faktörlerine dönüşmektedirler (Hsu ve ark. 2012).

İnsanoğlunun madencilik faaliyeti ile uğraşması, fosil yakıtlarının yanmasıyla, arsenikli bitki ve hayvanlar için ilgili ilaçları kullanmasıyla, ekin kurutucuları ve çiftlik hayvanlarının, özellikle kümes hayvanlarının beslenmesinde ek bir madde olarak arsenikli bileşiklerin kullanılması neticesinde sorunlar gittikçe artmaktadır. Son yıllarda hayvan ve bitki için kullanılan arsenikli ürünlerin kullanımı mühim kadrajda azalmış olsa da, bu tür ürünlerin sanayide kullanımı hâlâ çok yaygındır. Arsenikli bileşenlerin çevre üzerindeki oldukça kötü tesiri bir süre daha bitmeyecektir (Bissen ve Fritz 2003, Wang ve Mulligan 2006, Sambu ve Wilson 2008).

Arsenik, fosil yakıtların yanması sonucu havaya dağılabildiği gibi, madencilik, tarım ve atık yakma faaliyetlerinden havaya ve suya karışabilir. Arsenik, insan bedenine içme suyu,

gıdalar ve solunum vasıtasıyla alınmakla birlikte en büyük etkilenme faktörü içme sularıdır. Çevresel arsenik sorunlarının çoğu tabii süreçlerin bir neticesidir (Smedly ve Kinniburgh 2002).

Antropojenik arsenik kirliliği ise çeşitli aktivitelerden meydana gelir: metal ve alaşım imalatı, petrol rafinesi, fosil yakıtların yanması, gübre ve atıklar bunlardan bazılarıdır (Ayotte ve ark. 2003). Genelde arseniğin çok çeşitli değişen toksisite ve hareketliliğe sahip kimyasal türleri ortam boyunca bulunur. Bu türler biyolojik aktivite, redoks potansiyeli değişimi veya pH gibi parametreler vasıtasıyla kolayca birbirine dönüşebilmektedir (Francesconi ve Kuehnelt 2004, Gong ve ark. 2002). Arsenik (III) ve arsenik (V)' in oksijen ve hidrojen içeren bileşikleri ortamda bulunabilecek arseniğin ana türleridir (Garcia- Manyes ve ark. 2002).

Arsenik içeren atıkların vahşi depolama alanlarında biriktirilmesi veya yakılması ile arseniğin çeşitli formlara dönüşümünün toprak, su ve hava kirliliğine yol açtığı bilinmektedir. Özellikle vahşi depolama alanlarında oldukça karmaşık proseslere sahip olan sızıntı suyunun oluşumu ile arsenik sadece depolamanın yapıldığı alanda değil çevre bölgelere de yayılım gösterebilmektedir. Ayrıca sızıntı suları ile yüzey ve yer altı sularına karışarak su kirlenmesine de yol açmaktadır (Meunier ve ark. 2010).

Madencilik ve metalürji endüstrisi, cam ve seramik sanayi, boya ve kimya sektörü gibi birçok alanda kullanılan arseniğin bu faaliyetler sonucunda oluşan atıklarla vahşi depolama alanlarında depolanması çevresel riskler doğurmaktadır. Vahşi depolamanın yapıldığı alanda toprak ve bitki örtüsünün etkilenmesinin yanı sıra bu alandan beslenen hayvanların vücudunda da arsenik birikimi oluşabilme riski bulunmaktadır. Ayrıca tarımsal faaliyetlerde kullanılan arsenik içeren pestisitlerin bu alanlarda depolanması da çevresel risk içermektedir. Bu alanların ıslahı veya bu alanlarda toplayıcılık yapan kişilerde arsenik ile dolaylı yoldan maruziyet gerçekleşmektedir (Matteson ve ark. 2014).

Arseniğin çeşitli formlarda bulunabilmesi ve organometal oluşturabilme yeteneği çöp depolama alanındaki diğer metallerle etkileşime girme kapasitesini arttırmaktadır. Bu



etkileşimler sonucu atıklardaki orijinal formlarından çok daha toksik etkiye sahip ağır metal kompleksleri meydana gelmektedir. Bu komplekslerin biyoabsorbisyonu diğer formlarından farklılık göstermektedir. Depolama alanının çevresindeki bitkilerde bu kompleks formdaki metallerin alımı artmaktadır. Arseniğin minimum konstrasyonun üstüne çıkması da civardaki bitkiler için ölümcül bir etkiye sahiptir. Bu bitkiler ile beslenen hayvanlarda da arsenik birikimi oluşma riski bulunmaktadır (Mench ve ark. 2006).

Brezilya' da, katı atıklarla ilgili mevzuatta kaydedilen ilerlemelere rağmen, belediye katı atıkları için bertaraf alanı olarak çöp alanları ve bu alanlar için de orta ve küçük ölçekli şehirlerin olmasının hala yaygın bir durum olduğu bilinmektedir. Katı atıkların, insan ve hayvan sağlığı üzerindeki risklerine rağmen, Santos (2008)' e göre yapılan bir çalışmada çöp alanlarında karşılaşılan başlıca sorunlardan birinin topraktaki ve bitki örtüsündeki ağır metallerin yüksek içeriği olduğu bulunmuştur.

Konut alanlarına yakınlık nedeniyle Belediye katı atık düzenli depolama alanları çoğunlukla önemli bir çevre sorunudur. Chiemchaisri ve ark. (2007), mesela 2004' te Tayland' da 425 (95 çöp alanı, 330 açık döküm) bertaraf sahanın bulunduğu dair çeşitli kayıtlar bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu kayıtlardan anlaşılıyor ki; uzun yıllar boyunca evsel katı atıkların % 60' ından fazlası Tayland vahşi depolama sahalarına gömülmüştür. Bu alandaki son literatürde Asya ülkelerindeki çöp depolama sahalarına ve çevre kirliliği etkilerine vurgu yapılmıştır (Esakku ve ark. 2005, Fan ve ark. 2006, Nagendran ve ark. 2006, Xiaoli ve ark. 2007, Eitminaviciute ve Matusevičiūtė 2005, Zupancic ve ark. 2009, Businelli ve ark. 2009, Mari ve ark. 2009, Øygard ve ark. 2004, Slack ve ark. 2004, Herwijnen ve ark. 2007, Östman ve ark. 2006, MacDonald ve ark. 2008, Schenato ve ark. 2008). Maalesef ki az sayıda araştırma çalışması, kurak veya yarı kurak iklim şartlarında bulunan düzenli depolama alanlarına ayrılmıştır (Illera ve ark. 2000, Al- Yaqout ve Hamoda 2003).

Özellikle eski ve karışık katı atıkların kirlenmesiyle bağlantılı vahşi depolama sahaları (endüstriyel ve kentsel) çevresel alanlarda ekosistemler için çeşitli riskleri bulunmaktadır. Bu atık maddelerin etkilerine bağlı olarak ve kirlenici maddelerin hareketi nedeniyle, fiziksel sistemde kuvvetler ve yeni etkileşimler oluşması kaçınılmazdır. Bunlardan esas olarak en önemlileri; tuzluluk, ağır metal toksisitesi ve organik kirlenicilerdir. Yaklaşık 20 yıl önce,

Madrid bölgesinin büyük bir kısmında katı atık düzenli depolama alanları kapatıldı. O zamandan beri, hem etkilenen toprak ve çevre ekosistemlerinde hem de depolama sahasında bulunan kirletici kalıntıların varlığı değerlendirilmektedir (Hernández ve ark. 1998a, Hernández ve ark. 1998b, Pastor ve ark. 1993b, ve Pastor ve Hernández 2002).

Brezilya' da, katı atıklarla ilgili mevzuatta kaydedilen ilerlemeye rağmen, belediye katı atıklarının tek bertaraf yeri olarak çöplükleri olan orta ve küçük ölçekli şehirlere sahip olması hala yaygındır. Bu alanlarda karşılaşılan temel sorunlardan biri, toprak ve bitki örtüsündeki ağır metallerin içeriğidir. Arsenik (As), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), civa (Hg) ve krom (Cr) gibi toksik maddeler içeren ağır metaller lambalar, piller, atık yağlar, teneke kutular gibi atık malzemelerde bulunur (Sissino ve Moreira 1996, Hypolito ve Ezaki 2006). Bir çöp dökümünde bulunan ağır metallerin fazla yoğunlaşması nedeniyle, bunların liç işleminden geçirilmesi gerekebilir. Yağmur suyunun süzülmesiyle, bu sıvı atık (liç) çöp alanlarının alt katmanlarına nüfuz edebilir ve yeraltı suyunu kirletebilir (Oliveira ve Juca 2004, Pradeep ve ark. 2005, Korf ve ark. 2008). Bu bağlamda, Machado ve ark. (2011) söz konusu yüzey tabakasındaki bir çöp dökümü üzerinde 30 yıldan fazladır çalışmaktadır. Kontrollü ve aktif olmayan metallerin (arsenik gibi) konsantrasyonlarında çalışılan katmanda azalan bir eğilim gözlenmektedir. Buna rağmen bu ağır matellerin konsantrasyonları, referans değerleri çok üzerinde olmuştur.

Çöp depolama alanları zehirli maddelerin toprağa aktarılmasına neden olur (Kaszubkiewicz ve ark. 2011, Talalaj 2014). Açık çöplüklerin topraklarında birtakım riskler mevcuttur. Bu riskler toksik kimyasallar, patojenler olup doğal çevreyi değiştirebilecek kapasitedeler. Topraktaki ağır metallerin kaynağı genellikle (boya, vernikler, piller, süresi dolmuş ilaçlar, böcek ilaçları, ısıtma sistemlerinden gelen küller) tehlikeli atıklardır (Amuno 2011). Bu atıklar toprakta önemli bir birikim kabiliyetine sahiptir (Longe ve Enekwechi 2007, Tengrui ve ark. 2007, Ogundiran ve Afolabi 2008, Islam ve ark. 2012).

Kontrolsüz depolama alanlarında bir önemli epidemiyolojik risk de atıklardan kaynaklanan ve biriken patojenik bakterilerdir. Özellikle, yiyecek atıkları içeren atıklar, gıda ambalajları, kullanılmış hijyen malzemeleri, bunların yanı sıra evcil hayvan dışkıları gibi atıklar belirli mikrobiyolojik spektrum kaynaklarıdır (Kalwasinska ve Burkowska 2013, Yamahara ve ark. 2012). Kontrolsüz depolama alanlarının toprağa etkisi çevreye dikkat gerektiren önemli ve zorlu bir konudur. Ayrıca kapsamlı bir fizikokimyasal ve mikrobiyolojik

araştırma gerekir. Çünkü bu depolama alanları genellikle kötü bir şekilde izlenmektedir (Rejsek ve ark. 2012, Bartkowiak ve Lemanowicz 2014, Lemanowicz ve Krzyzaniak 2015). Ağır metaller uzun süreçlerde toprak ekosistemleri üzerindeki tehlikeli etkilere sebep olur ve toprak enzimleri üzerinde inhibitör etki yaratır (Chen ve ark. 2005, Khan ve ark. 2007).

Toprak zemin profili ile, ağır metallerin göçü olabildiği, ancak bazı çalışmalarda metal konsantrasyonunun çöp depolama derinliği ile doğru orantılı olarak azalabileceği bulunmuştur (Hypolito ve Ezaki 2006, Sissino ve Moreira 1996, Marques 2011). Bu bağlamda, Machado ve ark. (2011) söz konusu yüzey tabakasına gerçekleştirilen çöp dökümlerini, 30 yıldan fazla olan yerlerden çeşitli numuneler alarak, aktif olmayan metallerin konsantrasyonları ile çalışmış olup alt katmanda bulunan Zn, Cu, Pb ve Cr elementlerinin azalan bir eğilim gösterdiğini ispatlamıştır. Elde edilen verilerin, referans değerlerinin üzerinde konsantrasyonlarda olduğu da kayıt altına alınarak önemli bir çalışma yapıldığı kanıtlanmıştır. Hypolito ve Ezaki (2006), söz konusu ağır metallerdeki azalmanın aşağıdaki sebeplerden kaynaklandığını söylemişlerdir. Bu sebepler şu şekilde sıralanabilir:

- a-Toprak ile karıştırılan atık kütlelerinde metal iyonlarının tutunamaması
- b-Metallerin toprak parçacıklarına adsorpsiyonu
- c-Metallerin kararlı formlarda çökmesi.

Ayrıca; eski döküm alanlarında ağır metal mevcudiyetinin bir dizi faktöre bağlı olduğu fark edilmiştir. Bu faktörler:

- 1-Atığın çökme zamanı
- 2-Atık madde içerisinde bulunan organik maddenin parçalanma evresi
- 3-Malzemenin miktarı ve bileşimi
- 4-Toprak koşulları ve toprak mineralojik bileşimleri (Fontes ve Gomes 2003, Covelo ve ark. 2006).

Yukarıdaki sonuçlara dayanarak, su ve atıklarda bulunan As, Cd, Cr ve Pb, As, Cd, Cr, Hg ve Pb' nin toplam içerik konsantrasyonlarının talep edilmesinin asıl nedeni, Paranaguá/Pr, MSW' nin 30 yıl boyunca kullanılan çöp döküm alanı ile direkt ilgilidir.

Arsenik, pestisid, herbisit ve akarisit formülasyonlarında, yağlı boya sanayinde, seramikçilik ve ağaç koruyucusu olarak, sülfürik asit üretiminde, kanatlı ve domuz yemlerinde katkı malzemesi olarak, kanser hastalıklarının tedavisinde, dişçilikte ( $As_2O_3$ ) kullanılan çok zehirli bir elementtir. Tüm bu alanlar, arseniğin gıdalara sirayet etmesine neden olmaktadır. Evsel atıklar ve tarım gibi insan faaliyetleri sonucunda su arsenik ile bulaşmakta ve taşınmaktadır (Welch ve ark. 2000, Nordstrom 2002, Edvanto ve ark. 2003, Edvanto ve ark. 2004, McLaren ve ark. 1998).

Yeryüzünde ve yiyeceklerde mevcut arsenatlar formundaki organik arsenik bileşikleri çok zehirli olmamaktadırlar. Vücut tarafından böbreklerde rahatça giderilmektedirler. Arseniktrioksitler gibi, inorganik arsenik bileşikleri endüstride kullanılırlar ve toprağı, dolayısıyla yiyecekleri kirleterek temel problem oluştururlar. Arsenik emilimi en fazla % 5 gibi düşük oranlarda gerçekleşmektedir ve büyük bölümü dışkı ve idrar yoluyla insan bedeninden atılmaktadır. Önerilen güvenlik limiti yetişkinlerde 15  $\mu g/kg$  (vücut ağırlığı/hafta) dır (WHO 1996, ATSDR 2000).

Kırsal yerleşim bölgelerinde havadaki arsenik miktarı 0,02- 4  $ng/m^3$  arasında değişmekte iken bu miktar kentsel yaşam alanlarına gelindiğinde 3- 200  $ng/m^3$  a kadar çıkmaktadır. Okyanusa açılan deniz sularında ise arsenik konsantrasyonu ortalama 1- 2  $\mu g/litre$  dolaylarındadır. Arsenik yüzey sularına yayılmış olmakla birlikte nehir ve göl gibi su hacimlerinde ortalama 10  $\mu g/litre$  konsantrasyona sahiptir. Yer altı sularında ise bu konsantrasyon volkanik faaliyetlerin yaşandığı bölgeler hariç yaklaşık 1- 2  $\mu g/litre$  civarındadır. Topraktaki konsantrasyonu ise 1- 40  $mg/kg$  arasında değişmekle birlikte, ortalama olarak 5  $mg/kg$  dolaylarında izlenmektedir (McCann ve ark. 2018).

Yer altı sularında arsenik varlığı; mineral çözünme/çökme, adsorbsiyon/desorbsiyon, yükseltgenme/indirgenme reaksiyon mekanizmaları ve biyolojik dönüşüm ile kontrol edilir. Arsenik hareketliliğini kısıtlayan ve arttıran en önemli mekanizma genellikle adsorbsiyon ve desorpsiyondur. Adsorbsiyon- desorpsiyon etkisini metal oksit ve oksihidroksitler (Fe- Al- Mn), kil mineralleri, karbonatlar ve humik asitler oluşturmaktadır. Arsenik adsorbsiyonu; adsorblayıcı katı yüzeyi, pH, EH, As konsantrasyonu ve türleri,

reaksiyon kinetiği ve rekabet halinde olduğu fosfat, sülfat, silikat, organik ligantlar, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonlarına bağlıdır. Arsenik hem oksitlenebilir hem de indirgenebilir yapısından dolayı problemlili bir kirletici özelliğe sahiptir. Arsenik konsantrasyonu indirgenme koşulları altında diğer ağır metallere 1000 kat daha fazla olabilir (Güneş ve ark. 2009).

Yeryüzünde yeraltı sularında arsenik konsantrasyon miktarı bir hayli yüksek olan ülkeler, Hindistan, Bangladeş, Pakistan, Şili, Çin, Arjantin, Meksika, Tayvan, Vietnam gibi ülkelerdir. Bu ülkelerde arseniğin sağlık üzerine etkileri ve tesfiyesi ile ilgili sıkı çalışmalar yapılmıştır. Birleşmiş Milletlerin 2006 tarihli insani gelişme raporunda, yer altı su kaynaklarında arsenik sorunu olan başlıca ülkelerin içerisinde Türkiye' nin yanı sıra Arjantin, Bangladeş, Şili, Çin, Macaristan, Hindistan, Meksika, Tayvan, Vietnam, Türkiye gibi ülkelerin de mevcut olduğu bilinmektedir. Arsenik konusunda dünyanın önde gelen bilim adamlarına göre, ABD' nin batı bölgelerinde yer altı ve yüzey su kaynaklarındaki arsenik kirliliği 80- 15.000 µg/L; Çin, Tibet, Moğolistan, Hindistan, Bangladeş, Kamboçya, Taylan, Tayvan, Arjantin ve Meksika gibi ülkelerde 100- 2000 µg/L düzeyindedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) içme suyunda müsaade edilebilir en üst düzey arsenik konsantrasyonu değerinin 0.01 mg/L olduğunu belirtmektedir. Arsenik elementel halde değil bileşik halinde de çok zehirlidir. Arseniğin +3 değerli bileşikleri +5 değerli olanlardan, inorganik olanları da organik olanlardan daha zehirlidir. İnsanlarda inorganik arsenik bileşikleri 60 mg/kg üstündeki konsantrasyon miktarlarında ağız yoluyla insan bedenine alınırsa ölüme sebep olabilir. Hassas kişilerde 1 mg arsenik bile toksisiteye sebep olabilir (Baş ve Demet 1992, Güven ve ark. 2004).

Yeraltı kaynak suları ve kuyu suları toprağın yapısındaki arseniğin çözünerek suya geçmesi ile yer üstü su kaynaklarına göre daha yüksek oranda arsenik içermektedirler. Yer üstü su kaynakları, dereler, akarsular ve göller oran olarak düşünüldüğünde çok daha düşük oranda arsenik içermektedirler. Eğer yer üstü su kaynakları yüksek oranda arsenik içeriyorsa, sanayi atıkları ile kontaminasyona uğrama, başta tarımda kullanılan tarım ilaçları olmak üzere her çeşit pestisitlerin topraktan süzülerek yer üstü sularını bulaştırmış olma ihtimali yüksektir. Bunun yanı sıra baraj göllerinde dip çamurunda arsenik yoğunlaşması olabilmektedir. Eğer

baraj su düzeyi azalmasına paralel olarak dip çamuruna yakın istikametten Őebekeye su alınmak istenirse arsenik oranının yüksek olması beklenmektedir (Tekbaş ve Oğur 2008a).

İnorganik arseniğe ait bileşiklerin zehirliliğinin; organik arsenik bileŐiklerinden yaklaşık 100 kez, inorganik arsenik bileşikleri içerisinden de arsenitin ( $As^{3+}$ ) arsenattan ( $As^{5+}$ ) yaklaşık 60 kez daha yüksek olduğu hususunda bilgi verilmiştir. Ayrıca, arsenobosidlerden arsenobetain ve arsenosolin canlı organizmalarda mevcut bulunan zehirli olmayan çeŐitlerdir (Petrick ve ark. 2000, Styblo ve ark. 2000, Thomas ve ark. 2001, Sinicropi ve ark. 2010).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1 Malkara' nın tanıtımı, coğrafik konumu ve yapısı

Malkara, dünya üzerinde 40.54 kuzey enlemi ile 26.52 doğu boylamları, arasında yer almaktadır. 1.225 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile Tekirdağ ilinin toprak alanı en geniş olan ilçesidir. Tekirdağ İline 56 km uzaklıkta olan Malkara' nın kuzey batısında, Edirne' nin Uzunköprü İlçesi, kuzey doğusunda Hayrabolu, güney doğusunda Şarköy, güneyinde Çanakkale' nin Gelibolu ilçesi, batısında ise Edirne' nin Keşan ilçesi bulunmaktadır (Şekil 3.1.1). İlçede yüksek dağlar, vadiler yoktur. Genelde toprakları aşınmış tepelerden yarı ova özelliği gösteren plato görünümündedir. Tekirdağ İlimizin en önemli dağı olan Tekir Dağları Malkara' ya 25 km mesafededir. Bu dağlar, İlçemizin güney bölümünde, Tekirdağ- Gelibolu istikametinde uzanırlar. İlçemiz Çimendere Mahallesi yakınında son bulur. Ganos dağı, Tekir sıra dağlarının en önemli yükseltisidir (845 m). İlçenin sınırları içindeki en önemli yükseltiler ise;



Şekil 3.1.1. Çalışmanın gerçekleştirildiği Malkara'nın Türkiye haritasındaki yeri (Anonim 2018a)

Elmalı- Karacahalil arasındaki Kuş Tüneyi (647 m) tepesi, Panayır tepe (664 m) Çimendere- Elmalı arasında Kartaltepe, Yenidibek- Keşan arası İstikamlar Tepe gösterilebilir. Malkara' nın yüzey şekilleri nedeni ile büyük akarsuları yoktur. Barajları ve göletleri besleyen dereler vardır. Karacahalil Gözsüz dereleri, Sağlamtaşın içinden geçen Çay deresi, Şalgam' ın içinden geçen Uzundere, Müstecep- Aksakal arasından geçen Köprüdere, Kürtüllü' nün içinden geçen Curculu deresi, Batkın- Kiremitlik arasında Pohça deresi, Müstecep- Sırtbey arasından geçen Kayak dere, Deliller- Ballı arasından geçen Şaşan Dere, Balabancığ' ın güneyinden geçen Koca Dere, Deveci- Kadıköy arasından geçen ana dere, Karacahalil - Elmalı arasından geçen Ezberli Dere, Gözsüz- Allışık arasında Kazanca deresi, Sarıpolattan geçen Şeker Dere, Yenidibek- Teteköy arasındaki Değirmen Dere bunların arasındaki önemlileridir. İlçede belli başlı ovalar ise; Evrenbey, Kırıkali, Hacısungur, Gözsüz, Karacahalil, Kalaycı, Sağlamtaş, İbribey ovalarıdır. Bunlar fazla geniş olmamakla birlikte bu ovalar ilçenin önemli düzlükleridir. İlçenin hudutları içinde doğal göl bulunmamaktadır. Yapay baraj ve göletler vardır. Karaiğdemir ve Kadıköy barajları en önemli yapay barajlardır. Bunun yanında, yine sulama amaçlı yapılan Yaylagöne, Vakıfidemir, Yenidibek (Pişman), Doluköy, Küçükkhıdır, Karacagür göletleri yapılmıştır. Yapılan bu baraj ve göletlerle ilçenin sulanabilir arazi miktarı, 28.360 dekara yükseltilmiştir (Anonim 2018b).

### **3.1.2 Malkara'nın jeolojik yapısı**

Trakya havzasının jeolojik gelişiminin orta Eosen' den başladığı, herhangi bir kesintiye uğramadan Kuaterner' e kadar devam ettiği 5.000 m' den fazla kır sediment örtüsünün olduğu görülmektedir. Malkara formasyonu Miyosen devrine aittir. Malkara formasyonu ekseriyetle killi kum ile ara tabakalı, gri- yeşil kumlu şeyllerden ve killerden oluşmuştur. Bu formasyona linyit yataklarında sık sık rastlanılır. Formasyon kalınlığı 500 m olmakla birlikte bazen 700 m' yi geçer. Formasyonun depozit ortamı genellikle karasal ve bazen de denizseldir. Yer altı suyu bakımından, devamsız tabakalar halinde zayıf akifer şartlar mevcuttur. Yüzeğe yakın sahalarda düşük kaliteli, daha derinlerde tuzlu su görülmektedir. Sahada şiddetli tektonik hareketlere maruz kalmış kısımlar dışında genel olarak WSW- ENE doğrultulu kıvrım yapısı görülmektedir.



Kömür rezervlerinde yatay devamlılık bulunmayışından dolayı yöresel (küçük) işletme imkanları vardır. Bu durum rezerv tahminini güçleştirmektedir. Türkiye'nin kömür ihtiyacı bakımından bölge ikinci derece önem taşır. Malkara' da linyit damarı (Oligosen) yaşlıdır ve ortalama işletmeye elverişli kalınlık 1- 1,5 m civarındadır (Anonim 2018c). Danişment Formasyonu (Td), sarı gri kahverenkli ince- orta- kalın ve belirgin tabakalanmalı kumtaşı silttaşı, kilttaşı ardalıktan meydana gelen birim yer yer tuf ara katkılı ve nadiren çakıl taşı mercekli olup zengin linyit yatakları içerir. 25 m' ye varabilen kalınlıklardaki kumtaşı düzeyleri çok ender olarak akıntı kökenli çapraz tabakalanma sunar. Kilttaşları ise laminalıdır. 600- 700 m arasında kalınlıkta olan formasyon delta/delta düzlüğü çökelleri olarak yorumlanabilir. Birimin üstüne kanal dolguları halinde çakıl formasyonu gelmektedir. Bulunan fosillere göre formasyonun yaşı Orta- Oligosen' dir (Karaca 2011).

### **3.1.3 Malkara' nın bitki örtüsü**

İlçenin sahip olduğu toprakların büyük bir kısmı tarıma elverişli olduğu için, karakteristik bitki örtüsünü belirleyecek geniş alanlar fazla yoktur. Ancak, buna rağmen bitki türü açısından zengin bir çeşitlilik gösterir. Odunsu bitki türlerinden kızılçam, karaçam, meşe, gürgen, karaağaç, söğüt, kayak, ıhlamur, ceviz, kestane ve fındık sayılabilir. Yıllık yağış miktarının az, havanın nispi neminin de düşük olması nedeni ile ilçe bitki örtüsü bakımından pek zengin değildir. Bozuk orman alanlarında ağaçlandırma çalışmaları hızla devam etmektedir. Otsu bitkilerden ayırık otu, üçgül otu, yalancı fiğ, yabancı bakla, kanyaş, sarmaşık, yabancı hububat türleri görülmektedir (Anonim 2018d).

### **3.1.4 Malkara'nın iklim özellikleri**

Malkara' nın yer aldığı Trakya bölgesi, Akdeniz ve Karadeniz iklimlerinin geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Bu durumun iklime etkisi büyüktür. Yörede yarı karasal iklim hakim durumdadır. Kış aylarında Balkanlar üzerinden gelen soğuk ve yağışlı hava bölgede etkilidir.

Zaman zaman kış, kuru ve dondurucu soğuklar şeklinde geçer. Yazlar da, genellikle sıcak ve kuraktır. İlkbahar ve sonbahar yağışlıdır. İlçede yaz ve kış ısı farklılıkları fazladır.

Yılın en sıcak ayları temmuz ve ağustos aylarıdır. En soğuk aylar ise aralık, ocak ve şubat aylarıdır (Mete 2017).

Malkara’ da son 37 yıllık sıcaklık durumu değerlendirildiğinde; yıllık maksimum ortalama sıcaklığın 21,84 °C, yıllık minimum ortalama sıcaklığın 2,21 °C ve yıllık toplam maksimum ortalama yağış değerinin 615,88 mm olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.1.** Malkara İlçesi Uzun Yıllara (1980- 2016) Ait İklim Verileri (Anonim 2018e)

<b>Yıllar</b>	<b>Yıllık Maksimum Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)</b>	<b>Yıllık Minimum Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)</b>	<b>Yıllık Toplam Maksimum Yağış Değerleri (mm)</b>
<b>1980</b>	14,56	2,43	639,5
<b>1981</b>	19,88	1,57	727,3
<b>1982</b>	17,88	1,03	508,8
<b>1983</b>	15,68	-0,93	363,2
<b>1984</b>	19,91	1,41	604,1
<b>1985</b>	24,07	1,57	362,3
<b>1986</b>	16,70	2,00	608,4
<b>1987</b>	21,38	-0,08	644,9
<b>1988</b>	20,88	2,13	619,0
<b>1989</b>	19,67	3,87	354,7
<b>1990</b>	20,33	2,24	457,6
<b>1991</b>	22,90	1,24	399,6
<b>1992</b>	14,36	0,07	279,4
<b>1993</b>	24,48	0,47	592,3
<b>1994</b>	26,13	4,45	665,1
<b>1995</b>	22,81	1,83	765,6
<b>1996</b>	23,35	3,21	597,8
<b>1997</b>	24,54	0,38	833,0
<b>1998</b>	23,72	2,88	1099,9

<b>1999</b>	14,10	2,80	783,9
<b>2000</b>	21,56	2,99	450,3
<b>2001</b>	20,82	3,33	897,9
<b>2002</b>	20,83	0,68	642,0
<b>2003</b>	25,03	2,79	679,8
<b>2004</b>	24,13	0,39	484,7
<b>2005</b>	25,42	0,23	979,7
<b>2006</b>	22,93	0,06	865,0
<b>2007</b>	20,69	4,03	933,6
<b>2008</b>	24,03	4,13	407,2
<b>2009</b>	27,15	4,63	661,4
<b>2010</b>	24,08	3,76	679,6
<b>2011</b>	22,30	3,22	606,6
<b>2012</b>	22,10	3,50	493,6
<b>2013</b>	24,48	3,80	331,2
<b>2014</b>	24,28	2,84	753,3
<b>2015</b>	23,18	3,58	538,3
<b>2016</b>	27,68	3,43	476,9
<b>ORTALAMA</b>	<b>21,84</b>	<b>2,21</b>	<b>615,88</b>

### 3.1.5 Malkara'nın toprak yapısı

Kahverengi orman toprakları: Bu topraklar genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında oluşur. Çoğunlukla orman ve otlak olarak kullanılırlar. İlde bu topraklara yaygın olarak Merkez İlçe çevresinde Malkara İlçesinin doğusunda rastlanmaktadır. Toplam alanları 104.523 hektardır. Arazi kullanma kabiliyet sınıfları genellikle II, III, IV' tür.

Kireçsiz kahverengi orman toprakları: Genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında oluşur. Yaygın olarak Malkara ve Hayrabolu İlçesinin batı kesimlerinde Çerkezköy İlçesinin doğu kesimlerinde rastlanmaktadır. Tüm arazi sınıflarına dağılmış olmakla beraber genellikle II. ve III. sınıf arazilerdir (Anonim 2018f).

### 3.2 Yöntem

08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanmış “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” kapsamında değerlendirilen toprak kirliliğinin önlenmesi düşünüldüğünde; kirleticilerin bulunduğu, yayılmaya başladığı, toprak veya yeraltı suyunda en yüksek hedef kirletici konsantrasyonlarının araştırılması gerektiği anlaşılmaktadır. İlgili yönetmelik gereği; 18 farklı noktada 54 adet toprak numunesinin analiz sonuçları incelenmiş ardından toprak örneklerinin içerisinde bulunan arsenik (çevre kirliliğine yol açan maddelerden biri olan ve Ek-1’ deki listede yer alan) değerleri birbirleri ile mukayese edilmiştir. Toprak örnekleri, her biri en az 2 kg olup ortalama 50 cm derinlikten önceden seçilen alanlarda rastgele alınmıştır. Yakınındaki iki alandan kirlenmemiş olduğu düşünülen noktalardan toprak örnekleri alınarak değerlendirme yapılmıştır. A, B ve C noktaları topraklarından alınan numuneler, çöp döküm alanının büyüklüğü değerlendirilerek seçilmiştir. Çöp alanının bittiği yer sınır alanı olarak kabul edilir. Saha katkısına fayda sağlayabileceği arazinin topoğrafik yapısı da baz alınarak toprak numuneleri alınmıştır. Yapılan toprak analizlerine ilişkin metotlar aşağıda verilmiştir. Toprak örneklerinin alınması esnasında, örnek alınan noktalarda GPS (Global Positioning System) cihazı yardımı ile koordinatları belirlenerek kayıt edilmiştir.

**Tane Büyüklüğü Dağılımı (Tekstür) (%):** Tanecik büyüklüğü dağılımına göre saptanmıştır (Gee ve Bauder 1986). Tekstür sınıflarının isimlendirilmelerinde tekstür üçgeninden faydalanılmıştır (Soil Survey Divison Staff 1993).

**Toprak Reaksiyonu (pH):** Su ile 1/2,5 oranında sulandırılmış toprak süspansiyonlarında cam elektrotlu pH ile saptanmıştır (Jackson 1958).

**Çizelge 3.2.** Toprak pH değerinin yorumlanması (Alpaslan ve ark. 2005)

<b>pH değeri</b>	<b>Sınıflandırması</b>
<4,5	Kuvvetli Asit
4,5-5,5	Orta Asit
5,5-6,5	Hafif Asit
6,5-7,5	Nötr
7,5-8,5	Hafif Alkali
>8,5	Alkali

**Kireç Tayini (%):** Volümetrik olarak tayin edilmiştir (Sağlam 2001)

**Çizelge 3.3.** Toprakta kireç miktarının değerlendirilmesi (Alpaslan ve ark. 2005)

<b>Toprakta Kireç Miktarı (%)</b>	<b>Sınıflandırması</b>
0-1	Az Kireçli
1-5	Kireçli
5-15	Orta Kireçli
15-25	Fazla Kireçli
>25	Çok Fazla Kireçli

**Tuz Konsantrasyonu ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ):** 1/2.5 oranında sulandırılmış toprak süspansiyonlarında elektriki kondaktivite aleti ile ölçülerek saptanmıştır (Richards 1954).

**Çizelge 3.4.** Tuz miktarının değerlendirilmesi (Alpaslan ve ark. 2005)

<b>Toprakta Toplam Tuz Miktarı (%)</b>	<b>Sınıflandırması</b>
0-0,15	Tuzsuz
0,15-0,35	Hafif Tuzlu
0,35-0,65	Tuzlu
>0,65	Çok Tuzlu

**Organik Madde Miktarları (%):** Walkley Black metoduna göre belirlenerek bulunmuştur (Sağlam 2001).

**Çizelge 3.5.** Organik madde değerlendirme ölçütleri (Alpaslan ve ark. 2005)

<b>Toprakta Organik Madde Miktarı (%)</b>	<b>Sınıflandırması</b>
0-1	Çok Az
1-2	Az
2-3	Orta
3-4	İyi
>4	Yüksek

**Potasyum (ppm):** K<sup>+</sup> pH' sı 7,0 olan 1 N Amonyum Asetat kullanılmış ve ekstrakte edilerek Perkin Elmer Optima 7300 ICP aletinde okunmuştur (Sağlam 2001).

**Çizelge 3.6.** Potasyumun değerlendirilmesi (Alpaslan ve ark. 2005)

Toprakta Potasyum Miktarı(mg/kg)	Sınıflandırması
<50	Çok Az
50-140	Az
140-370	Yeterli
370-1000	Fazla
>1000	Çok Fazla

**Yarayırlı Fosfor (ppm):** Sodyum bikarbonat yöntemi ile yapılmıştır (Sağlam 2001).

**Çizelge 3.7.** Fosfor miktarının değerlendirilmesi (Alpaslan ve ark. 2005)

Toprakta Fosfor Miktarı (mg/kg)	Sınıflandırması
<2,5	Çok Az
2,5-8,0	Az
8,0-25	Yeterli
25-80	Fazla
>80	Çok Fazla

**Arsenik Tayini (ppm) :**

Topraktaki arsenik konsantrasyonu multidisipliner çerçeve içinde ölçülmüştür. Her bir toprak numunesinden 0,5 gr tartılıp tüpe konulup, ardından üzerine 3 ml HCl asit 9 ml nitrik asit konulup mikrodalgada 190 °C derecede yakılıp, çıkan numuneler süzülüp 50 ml' lik falkonlara konulup üzeri 50 ml' ye kadar saf suyla tamamlanarak ve daha sonra bulunan metodla ICP- OES cihazında okunarak yapılmıştır (Anonim 2018g).

Bu çalışma; Malkara İlçesi sınırlarında bulunan Ahievren, Allıışık, Balabancık, Ballı, Çavuşköy, Gözsüz, İbribey, Izgar, Karacahalil, Kermeyan, Kozyörük, Müstecep, Sağlamtaş, Sarnıç, Şahin, Karacagür, Hereke ve Yörük katı atık vahşi depolama sahalarında 2016- 2017 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Toplamda 18 adet çöp döküm alanından her bir vahşi depolama sahası için üçer numune alınmıştır. Toprağın bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ve besin elementi içerikleri ile arsenik miktarı belirlenmiştir.



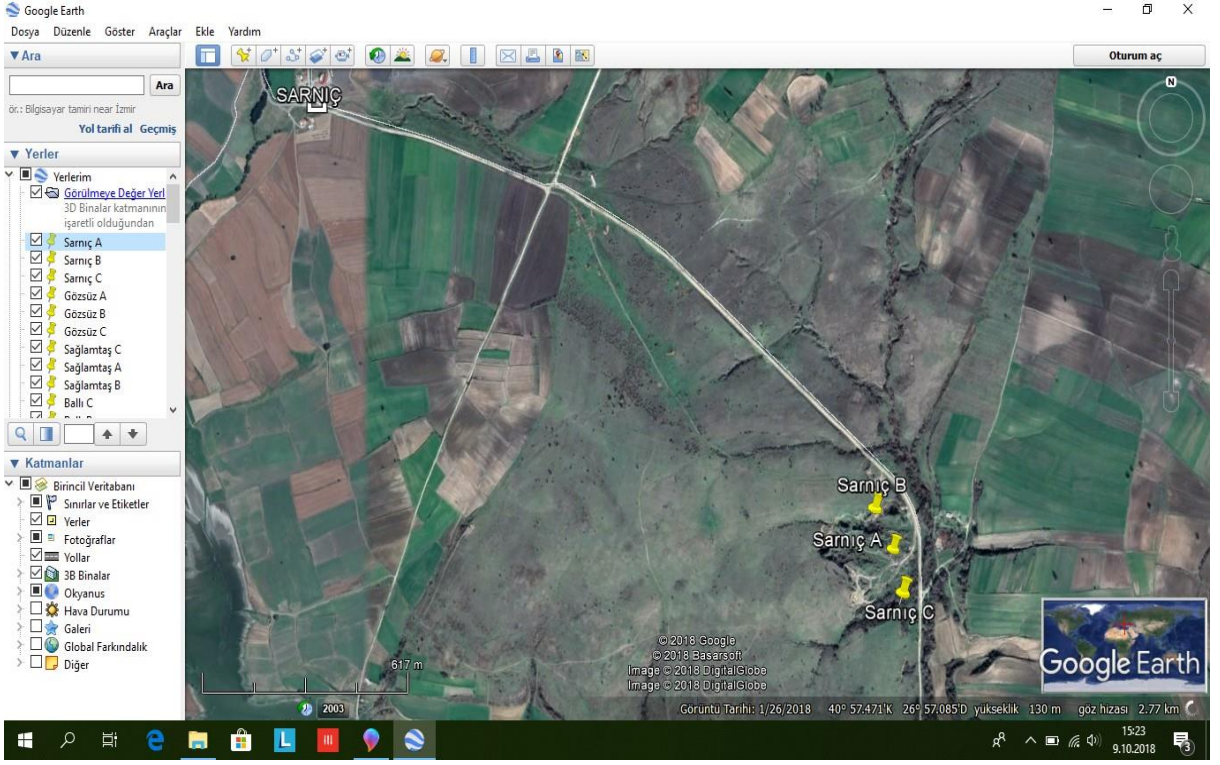
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Sarnıç Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Sarnıç mahallesi 467 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 193 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 1976 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 20 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup 50 sene önce çakıl ocağı olarak kullanıldığı bilinmektedir. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.1.1, Şekil 4.1.1, Şekil 4.1.2, Şekil 4.1.3 ve Çizelge 4.1.2 ' de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.1.** Sarnıç mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 57 113 N 026 56 960 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cüruflar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 57 170 N 026 56 920 E	A noktasına 118,93 m uzaklıkta
C	40 57 050 N 026 56 980 E	A noktasına 120,25 m uzaklıkta



**Şekil 4.1.1.** Sarniç mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.1.2.** Sarniç mahallesi toprak örneklerinin alındığı yerler ve çöp depolama alanını gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.1.2.** Sarnıç mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,54	3,37	3,29	7,98	112,72	1074	50,28	43,36	6,36	Kumlu tın	5,24
B	8,15	0,17	0,39	7,28	0,89	223	63,73	17,69	18,59	Kumlu tın	3,70
C	8,3	0,07	0,14	1,12	0,65	48,93	83,56	8,14	8,3	Tınlı kum	0,00

Sarnıç mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları ve B noktası toprakları kumlu tın tekstür sınıfında, C noktasındaki topraklar ise tınlı kum tekstür sınıfındadır. Kum taneciklerinin yoğun olarak bulunduğu topraklar çok yüksek su geçirgenliğine sahiptirler ve kolay ısınırlar. Tınlı topraklar, kil kümelerinin yeterince bulunması nedeniyle, bitki besin maddelerini daha iyi toprakta tutmaktadırlar (Altınbaş ve ark. 2004). Kumlu topraklar, killi ve organik madde içeren topraklara oranla bitki besin elementleri yönünden daha fakirdirler (Sağlam ve ark. 1993). Dolayısıyla A ve B noktası topraklarında bitki besin maddeleri, C noktası topraklarına göre daha fazla tutulmaktadır (Şekil 4.1.3).

A, B ve C noktası toprakları hafif alkalidir (Alpaslan ve ark. 2005). CaCO<sub>3</sub> (kireçtaşı), toprağa ekstrem olmayan bazik bir reaksiyon kazandırır (Sağlam ve ark. 1993). Malkara' nın jeolojik yapısının genelde kireçtaşı, kiltası ve kumtaşından oluştuğu bilindiğinden buna bağlı olarak toprakların pH' ı da laboratuvar analizlerinde hafif alkali olmasına etken olmuştur. Atık depolama (çöp depolama) sahalarındaki ağır metallerin karakterizasyonu, dağılımı ve

taşınımı, Xiaoli ve ark. (2007) tarafından çalışılmıştır. Bu bağlamda; atıklar, yüksek ağır metal ihtiva etmeleriyle ve göreceli olarak yüksek pH' a sahip olmalarıyla nitelendirilmiştir. Arsenik içeren bu atıkların da aynı yüksek pH' a sahip oldukları tespit edilmiştir. Çöp döküm sahasındaki arsenik konsantrasyonunun yüksekliği, toprak pH' ını yükselten faktörler arasında yer almaktadır. Kalsik moloz atıkları depolandığı yerdeki toprağın asitlenmesinin azaltılması yönünde katkıda bulunur. En yüksek pH, inşaat/yıkıntı atıklarının depolandığı çöplük alanında kayıt altına alınmıştır (Bielin'ska ve Mocek- Plo'ciniak 2009). Çöp döküm sahasında bulunan moloz atıklarının toprağın pH' ının yükselmesinde etkisi olduğu düşünülmektedir. Yakma külünün ağırlıklı olarak alkali olduğu bildirilmiştir (Ménard ve ark. 2006). Çöp döküm sahasına dökülen atık malzemelerden biri de küldür. Yılmaz (2015), kömür külü uyguladığı toprakların pH' larında artış olduğunu belirlemiştir. Çöp döküm alanlarındaki analize tabii tutulan A, B ve C noktası topraklarının hafif alkali olmasına neden olabildiği düşünülmektedir.

A noktası toprakları çok tuzlu (% 3,37), B noktası toprakları hafif tuzlu (% 0,17), C noktası toprakları ise Alpaslan ve ark. (2005)' na göre tuzsuz (% 0,07) özellik göstermektedir. Kirletici maddelerin (çöplerin) hareketi, çöp depolama alanındaki mevcut toprakta oluşan kuvvetler ve toprakta oluşan yeni etkileşimler nedeniyle toprakta tuzluluk, ağır metal toksisitesi ve organik kirleticiler meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda çöp dökümü gerçekleştirilen topraklarda artan tuz seviyeleri gözlemlenmiştir (Hernández ve ark. 1998a, Hernández ve ark. 1998b, Pastor ve ark. 1993b, Pastor ve Hernández 2002). Bu bağlamda; çöp döküm alanındaki mevcut çöplerin toprakta tuzluluğa sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır.

A noktası toprakları ve B noktası toprakları orta kireçli, C noktası toprakları ise Alpaslan ve ark. (2005)' na göre kireçli tespit edilmiştir. Kurak bölge topraklarında kireç fazlalığı görülmektedir (Akalan 1974). Dolayısıyla Malkara İlçesi toprakları kurak bölge içerisinde kaldıklarından kireçli olmaları da beklenen bir durumdur.

Organik madde içeriği A noktası topraklarının iyi (% 3,29), diğerlerinin (% 0,39 ve (% 0,14) çok azdır (Alpaslan ve ark. 2005). Topraktaki organik maddeler canlı organizmalardan ve ölmüş bitkisel maddelerden, ahır gübresinden veya çöplerden oluşmaktadır (Alloway 1990, Miller 1990). Ahır gübresi, yeşil gübre, tüketim artığı organik bileşikler, çöpler, makro

ve mikro toprak canlılarına ilişkin atıklar da toprak organik maddesinin kaynağını oluşturmaktadırlar (Sağlam ve ark. 1993). A noktası çöp döküm yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ahır gübresi, organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları) getirildiğinden organik maddenin yüksek değerlerde çıkması beklenen bir durumdur.

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; potasyum A noktası topraklarında çok fazla (1074 ppm), B noktası topraklarında yeterli (223 ppm), C noktası topraklarında ise çok az (48,93 ppm) olarak dağılım göstermektedir. Fosfor içerikleri, A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Çöp döküm alanından uzaklaştıkça B ve C noktası topraklarında fosforun azaldığı görülmüştür. Topraktaki bitki ve hayvan atıklarının (ölü hayvanlar) içinde fosfor bulunmaktadır (Sağlam ve ark. 1993). Bunun en büyük sebebi çöp döküm alan merkezine yüksek miktarlarda hayvan dışıklarının, organik evsel atıkların, hayvan ve bitki kalıntılarının atılmasıdır.

27605 Sayılı 08.06.2010 tarihli Resmi Gazete' de yayımlanan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği" n Ek- 1 Jenerik Kirletici Sınır Değerler Listesi' nde yer alan ve kirletici vasfında bulunan arseniğin sınır değeri 0,4 ppm' dir. Buna göre A noktası toprakları 5,24 ppm ile, B noktasındaki topraklar 3,70 ppm ile sınır değeri çok fazla geçmektedir. C noktasındaki topraklarda arsenik izine rastlanmamıştır (C noktasındaki topraklarda, toprak kirlilik parametresinin sınır değerini geçmediği belirlenmiştir). Arsenik, toprakta şiddetle adsorbe edilir. Bu nedenle toprağın 10 cm' lik üst kısmında çok birikir. Başlıca kaynağı deterjanlar, biyosidler ve tekstil endüstrisi atıksularıdır (Çepel 1997). ABD EPA' nın arsenik konsantrasyonu ile ilgili bölgesel toprak seviyesi 0,07 ppm, İspanya' da 42 ppm (Casado ve ark. 2007), İskoçya' da 17,40 ppm (Gal ve ark. 2006), İtalya' da 16 ppm, Brezilya' da 11,50 ppm (Figueiredo ve ark. 2007) ve Romanya' da 2,4 ppm (Oprea ve ark. 2010) olup ülkemiz yönetmelik standartları ile kıyaslama yapıldığında arseniğin Amerika' daki konsantrasyonu hariç diğer ülkelerde çok yüksek seviyelerde olduğu görülür. Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı her seferinde arsenik değerleri Yönetmeliğimiz standartlarının üzerinde bulunmuştur. Bu bağlamda; C noktasındaki toprakların tınlı kum tekstür sınıfında olduğundan ve fazla kum içermesinden dolayı, daha kolay yıkanma olduğundan ve arsenik konsantrasyonunun sıfır olmasının sebebinin bundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Tınlı topraklar, kil kümelerinin yeterince bulunması

nedeniyle, bu topraklarda bitki besin maddeleri tutulabilmektedir (Altınbaş ve ark. 2004). Bitki besin elementleri tutulabildiği gibi yine aynı şekilde arsenik de toprakta tutulduğundan tınlı topraklardaki arsenik konsantrasyonu kumlu tekstürlü topraklara kıyasla daha yüksek miktarlarda olabilmektedir. Toprakta görülen arsenik sorunları, esas olarak insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Madencilik faaliyetleri, evsel ve endüstriyel atıklar, pestisidler ve trafiğe çıkan araçlar bu gibi toksik iyonların topraktaki düzeyini artırır. Kurşun arsenat ile bakır asetat- arsenat böcek öldürücü ilaç olarak kullanılmaktadır (Sağlam 2008). Ayrıca arsenik; ahşap koruyucu, boyalar ve türevleri, mürekkepler vs. gibi atıklardan kaynaklanıyor da olabilir.

Bu durumda her bir sahaya atılan atık türlerine bağlı olabilir (USEPA 2000). Topraktaki ağır metallerin kaynağı genellikle tehlikeli atıklardır. Bu tehlikeli atıklar; vernikler, akümülatörler, atık piller, miyadı dolmuş ilaçlar, insektisitler, ısıtma sistemlerinden kaynaklanan küller önemli bir birikim kabiliyetine sahiptir (Long ve Enekwechi 2007, Tengrui ve ark. 2007, Ogundiran ve Afolabi 2008, Islam ve ark. 2012). Elektrikli- elektronik özelliklerine sahip atıkların, yüksek konsantrasyonlarda ağır metal içerdikleri bilinmektedir (Luo ve ark. 2011). Çöp döküm sahasında atık piller, boş boya kutuları, elektrikli- elektronik atıklar, tarihi geçmiş ilaç parçaları, pestisid kapları, içerisinde bir miktar kül bulunan kül çuvallarına rastlanmıştır. Ayrıca; toprakta bulunan arsenik, piyasaya sürülen arsenik içeren endüstriyel ürünlerden ve inşaat/yıkıntı atıklarından da gelmiş olabilir. Uzun yıllar aynı sahada, periyodik olarak çöp dökümün gerçekleştirilmesi nedeniyle arsenik konsantrasyonunda sürekli bir artış gerçekleşmekte ve çöp döküm yapılan sahada ve civarında ilgili yönetmelik sınırlarının çok üzerinde arsenik bulunmasına yol açmaktadır.

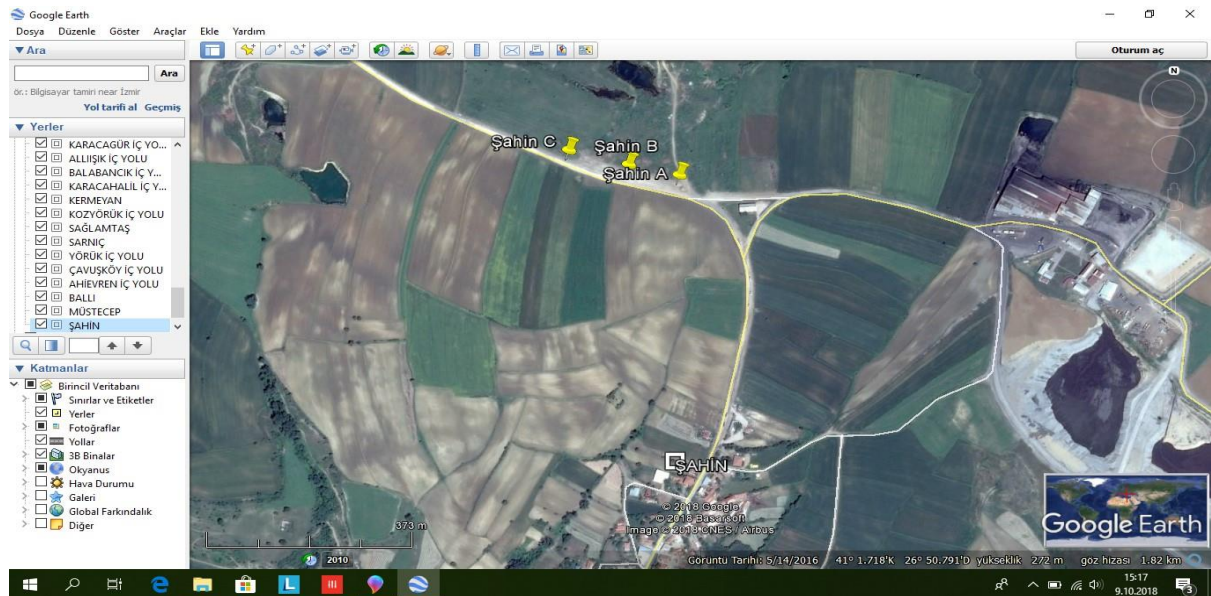
## **4.2 Şahin Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler**

Şahin mahallesi 274 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 113 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 453 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 5 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup mera arazileri içerisinde kalmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel,

kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.2.1, Şekil 4.2.1, Şekil 4.2.2, Şekil 4.2.3 ve Çizelge 4.2.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.1.** Şahin mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	41 01 846 N 026 50 585 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalı, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cürufur, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	41 01 856 N 026 50 522 E	A noktasına 91,04 m uzaklıkta
C	41 01 870 N 026 50 448 E	A noktasına 197,61 m uzaklıkta



**Şekil 4.2.1.** Şahin mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)



b-)

Şekil 4.2.2. Şahin mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

Çizelge 4.2.2. Şahin mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,08	2,08	5,51	6,22	415,97	2837	53,2	31,39	15,4	Kumlu tın	1,11
B	8,01	0,13	0,37	3,75	1,03	343,7	26,96	23,4	49,64	Kil	3,63
C	8,27	0,17	0,35	12,92	1,29	336,2	25,77	31,17	43,06	Kil	9,81



Şahin mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

B noktası toprakları ve C noktası toprakları killi tekstür sınıfında, A noktası toprakları ise kumlu tın tekstür sınıfındadır (Soil Survey Division Staff 1993). Kum taneciklerinin yoğun olarak bulunduğu topraklar çok yüksek su geçirgenliğine sahiptirler ve kolay ısınırlar. Tınlı topraklar, kil kümelerinin yeterince bulunması nedeniyle, bitki besin maddelerini daha iyi toprakta tutmaktadırlar (Altınbaş ve ark. 2004). Kumlu topraklar, killi ve organik madde içeren topraklara oranla bitki besin elementleri yönünden daha fakirdirler (Sağlam ve ark. 1993). B ve C noktası topraklarında bitki besin maddeleri, A noktası topraklarına göre daha fazla tutulmaktadır. A noktası toprakları kumlu tın tekstürüne sahip olduğundan bitki besin elementlerini de daha az içerdiği bilinmektedir (Şekil 4.2.3).

Toprakların pH' ı da laboratuvar analizlerinde Alpaslan ve ark. (2005)' e göre; A noktası toprakların nötr (7,08), B noktası (8,01) ve C noktası (8,27) toprakların hafif alkali olarak bulunmuştur. Atık depolama (çöp depolama) sahalarındaki ağır metallerin karakterizasyonu, dağılımı ve taşınımı, Xiaoli ve ark. (2007) tarafından çalışılmıştır. Bu bağlamda; atıklar, yüksek ağır metal ihtiva etmeleriyle ve göreceli olarak yüksek pH' a sahip olmalarıyla nitelendirilmiştir. Arsenik içeren bu atıkların da aynı yüksek pH' a sahip oldukları tespit edilmiştir. Çöp döküm sahasındaki arsenik konsantrasyonunun yüksekliği, toprak pH' ını yükselten faktörler arasında yer almaktadır. Kalsik moloz atıkları depolandığı yerdeki toprağın asitlenmesinin azaltılması yönünde katkıda bulunur. Yakma külünün ağırlıklı olarak alkali olduğu bildirilmiştir (Ménard ve ark. 2006). Çöp döküm sahasına götürülen atık malzemelerden biri de küldür. Yılmaz (2015), kömür külü uyguladığı toprakların pH' larında artış olduğunu belirlemiştir. Çöp döküm alanlarındaki, B noktası ve C noktası topraklarının hafif alkali olmasına neden olabildiği düşünülmektedir.

A noktası toprakları çok tuzlu (% 2,08), B noktası toprakları tuzsuz (% 0,13), C noktası topraklar ise Alpaslan ve ark. (2005)'na hafif tuzlu (% 0,17) özellik göstermektedir. Kirletici maddelerin (çöplerin) hareketi, çöp depolama alanındaki mevcut toprakta oluşan kuvvetler ve toprakta oluşan yeni etkileşimler nedeniyle toprakta tuzluluk, ağır metal toksisitesi ve organik kirleticiler meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda çöp dökümü gerçekleştirilen topraklarda artan tuz seviyeleri gözlemlenmiştir (Hernández ve ark. 1998a,

Hernández ve ark. 1998b, Pastor ve ark. 1993b, Pastor ve Hernández 2002). Bu bağlamda; çöp döküm alanındaki mevcut çöplerin toprakta hafif bir tuzluluğa sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır.

Kirecin, çeşitli oranlarda toprağın yapısında yer aldığı zaman toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı üzerine geniş oranda etki yaptığı bilinmektedir (Ergene 1987). A noktası toprakları (% 6,22) orta kireçli ve B noktası (% 3,75) toprakları kireçli ve C noktası (% 12,92) toprakları da yine aynı şekilde orta kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005). Kurak bölge topraklarında kireç fazlalığı görülmektedir (Akalan 1974). Dolayısıyla Malkara İlçesi toprakları kurak bölge içerisinde kaldıklarından kireçli olmaları da beklenen bir durumdur.

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre organik madde A noktası topraklarında yüksek (% 5,51), B noktası topraklarında (% 0,37) ve C noktası topraklarında (% 0,35) çok azdır. A noktası çöp döküm yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ahır gübresi, organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları) getirildiğinden organik maddenin yüksek değerlerde çıkması beklenen bir durumdur.

Fosfor içerikleri, Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; A noktası topraklarında (415,97 ppm) çok fazla iken, diğerlerinde çok azdır. Aynı zamanda potasyum A noktası topraklarında fazla iken (2837 ppm), B noktası (343,7 ppm) ve C noktası (336,2 ppm) topraklarında yeterli seviyede olduğu görülmektedir. Çöp döküm alanından uzaklaştıkça, potasyumun kademeli olarak azaldığı görülmüştür. Bunun en büyük sebebi çöp döküm alan merkezine yüksek miktarlarda hayvan dışıklarının, organik evsel atıkların, hayvan ve bitki kalıntılarının atılmasıdır. Ayrıca stabilize edilmiş atıkta çoğu besin maddesi ekilebilir toprak ve ormandakilerden daha fazladır (Garcia ve ark. 1991).

Anonim 2010' a göre arseniğin sınır değeri 0,4 ppm olup A noktası toprakları 1,11 ppm ile, B noktası toprakları 3,63 ppm ile, C noktası toprakları 9,81 ppm ile sınır değeri fazlasıyla geçmektedir. Arsenik, toprakta şiddetle adsorbe edilir. Bu nedenle toprağın 10 cm' lik üst kısmında çok birikir. Başlıca kaynağı deterjanlar, biyosidler ve tekstil endüstrisi atıksularıdır (Çepel 1997). ABD EPA' nın arsenik konsantrasyonu ile ilgili bölgesel toprak seviyesi 0,07 ppm, İspanya' da 42 ppm (Casado ve ark. 2007), İskoçya' da 17,40 ppm (Gal ve ark. 2006), İtalya' da 16 ppm, Brezilya' da 11,50 ppm (Figueiredo ve ark. 2007) ve Romanya'

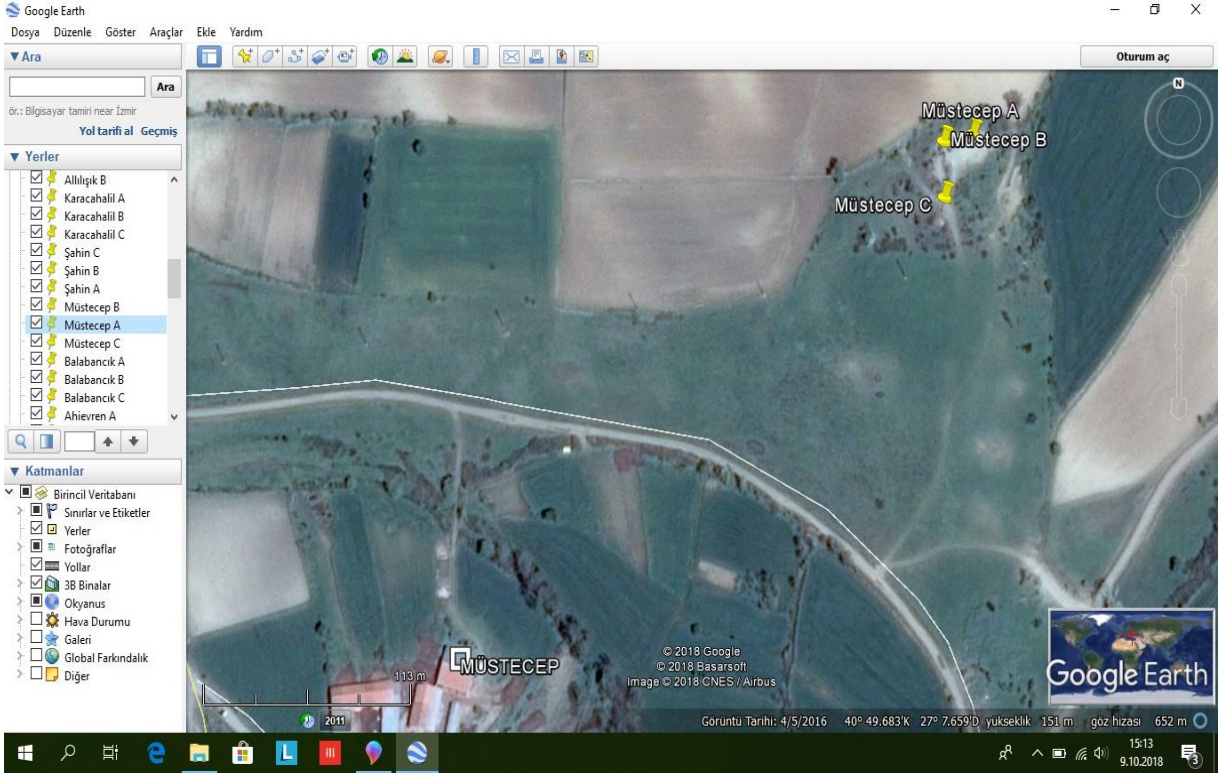
da 2,4 ppm (Oprea ve ark. 2010) olup ülkemiz yönetmelik standartları ile kıyaslama yapıldığında arseniğin Amerika' daki konsantrasyonu hariç diğer ülkelerde çok yüksek seviyelerde olduğu görülür. Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı her seferinde arsenik değerleri Yönetmeliğimiz standartları üzerinde bulunmuştur. A noktası toprakları kumlu tınlı tekstür yapısına sahip olduklarından bitki besin elementlerini ve dolayısıyla arsenik elementini bünyelerinde yüksek miktarda tutamadıkları tespit edilmiştir. Bununla beraber; B ve C noktasındaki toprakların killi tekstür sınıfında olmalarından dolayı arsenik değerlerinin de bu sonuçlara paralel olarak oldukça yüksek olduğu anlaşılmıştır. Kirleticiler toprağa girdiğinde, onları tutan, azaltan veya bozan fiziksel, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve biyokimyasal işlemlerden geçmektedirler (Gevao ve ark. 2000). Troshina (2008)'e göre; kirli toprakların üst tabakalarında bulunan arseniğin konsantrasyonu sadece organik karbondan kaynaklanmadığı, aynı zamanda arseniğin iyonizasyonunda hümik asit ve toprağın değişen tamponlama kapasitesinin de etkili olduğu bilinmektedir. C noktası topraklarında organik maddenin düşük olmasına rağmen arsenik konsantrasyonun yüksek olmasının nedeni; hümik asit ve kil ilişkisinden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca; A noktası topraklarında, besin maddeleri de kolaylıkla yıkanarak ortamdan uzaklaştığı bilindiğinden, toksik (zehirli) bir element olan arsenik çok fazla birikim gösterememiştir. Ancak, killi tekstür yapısındaki B ve C noktası topraklarında su geçirgenlikleri az olduğundan ve bitki besin maddelerini oldukça kuvvetli bir şekilde tuttuklarından kumlu topraktan yıkanarak azalan arsenik miktarı, killi topraklarda ortamdan uzaklaşmadığından dolayı yüksek konsantrasyonlarda bulunmasının sebebi de böylece açıklanmaktadır. Topraktaki ağır metallerin kaynağının genellikle tehlikeli atıklar olduğu bildirilmektedir. Bu tehlikeli atıklar arasında; solventler, antifiriz sıvıları, böcek ilaçları, yağ bazlı boyalar, elektrikli- elektronik atıklar, atık piller, miadı dolmuş ilaçlar vs. bulunmaktadır (Bound ve ark. 2006, EPA 2008, Weidenhame ve ark. 2010). Çöp döküm sahasında atık piller, boş boya kutuları, elektrikli- elektronik atıklar, tarihi geçmiş ilaç parçaları, pestisid kapları ayrıca içerisinde bir miktar kül bulunan kül çuvallarına rastlanmıştır. Çöp döküm alanlarından çevresine çeşitli yollarla arseniğin yayıldığı bir göstergesidir.

### 4.3 Müstecep Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Müstecep mahallesi 267 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 111 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 347 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 25 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin içerisinde kalmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.3.1, Şekil 4.3.1, Şekil 4.3.2, Şekil 4.3.3 ve Çizelge 4.3.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.1.** Müstecep mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

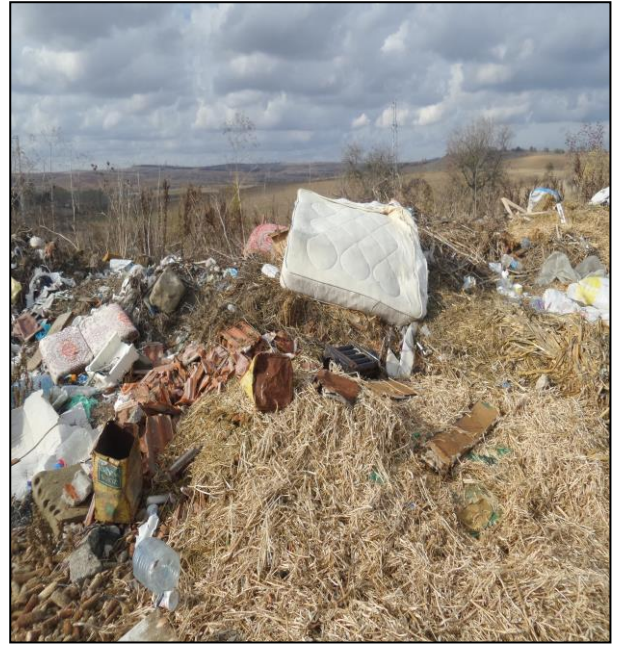
Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 49 742 N 027 07 620 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalı, bol miktarda yanmış saman,anız, malç, kül ve cürufur, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 49 741 N 027 07 609 E	A noktasına 17,03 m uzaklıkta
C	40 49 726 N 027 07 609 E	A noktasına 33,82 m uzaklıkta



**Şekil 4.3.1.** Müstecep mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.3.2.** Müstecep mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.3.2.** Müstecep mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,35	2,69	5,52	4,79	1092,56	3311	55,08	26,89	18,04	Kumlu tın	1,77
B	7,98	0,11	0,38	1,28	11,04	1354	7,58	47,53	44,89	Siltli kil	2,75
C	7,78	1,27	4,02	8,14	180,63	5459	26,7	38,99	34,31	Killi tın	4,39

Müstecep mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Kumlu topraklarda porlar geniş ve koloidal maddeler az olduğu için su geçirgenliği fazladır (Ergene 1987). Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları kumlu tın, B noktası toprakları siltli kil ve C noktası toprakları ise killi tın tekstür sınıfındadır. A noktası toprakları kumlu tın olduğu için bitki besin maddeleri, B ve C noktası topraklarına göre daha az tutulmaktadır (Şekil 4.3.3).

Toprak içerisindeki arseniğin hareketli olmasından dolayı toprak pH' ının da değişkenlik gösterdiği Cullen ve Reimer (1989), McLaughlin ve ark. (2000), Manning ve Martens (1997) tarafından bildirilmiştir. Toprak reaksiyonları; A noktası toprakları nötr (7,35), B noktası (7,98) ve C noktası (7,78) topraklarının pH' ı hafif alkali olarak bulunmuştur (Alpaslan ve ark. 2005).

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; A noktası (% 2,69) ve C noktası (% 1,27) toprakları çok tuzlu, B noktasındaki (% 0,11) topraklar tuzsuz özellik göstermektedir. 25 yıldır kullanılan vahşi depolama sahalarında; bu atık maddelerin etkilerine bağlı kirletici maddelerin

hareketi nedeniyle fiziksel sistemde oluşan kuvvetler yeni etkileşimlere yol açabilir. Bu etkileşimlerden en önemlisi tuzluluktur (Hernández ve ark. 1998a, Hernández ve ark. 1998b, Pastor ve ark. 1993b ve Pastor ve Hernández 2002). Bir çöp depolama sahasında toprağın tuzluluk konsantrasyonu ve değişimi dikkate değerdir (Lefebvre ve Moletta 2006). Bu bağlamda; çöp döküm alanındaki mevcut çöplerin toprakta tuzluluğa sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır.

A noktası toprakları (% 4,79) ve B noktasındaki topraklar kireçli (% 1,28), C noktası toprakları (% 8,14) ise orta kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005). Kurak bölge topraklarında kireç fazlalığı görülmektedir (Akalan 1974). Dolayısıyla Malkara İlçesi toprakları kurak bölge içerisinde kaldıklarından kireçli olmaları da beklenen bir durumdur.

Toprakların organik madde içeriğine bakıldığında; A noktası (% 5,52) topraklarının yüksek, B noktası (% 0,38) topraklarının çok az ve C noktası (% 4,02) topraklarının yine yüksek seviyede olduğu görülür (Alpaslan ve ark. 2005). Taze bitki kökleri ve sapları, ahır gübresi, taze yeşil gübre, taze mutfak artıkları ve çöpler, bitkisel ve hayvansal hayatın sayısız artıkları organik maddenin kaynağını oluştururlar (Ergene 1987). A noktası çöp döküm yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ahır gübresi, organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları) getirildiğinden organik maddenin yüksek değerlerde çıkması beklenen bir durumdur. C noktası topraklarında ise orta seviyede organik maddenin bulunmasının en önemli nedeni toprak örneğinin alındığı arazinin belirli periyotlar ile gübrelenen bir tarla olmasıdır. Daha fazla kil içeren bir toprak ve daha fazla organik madde tutar, dolayısıyla ağır metalleri ve kimyasalları aşağı yönde harekete geçirir (He ve ark. 2006, Abate ve Masini 2005, Inoue ve ark. 2004). C noktası toprakları killi tınlı tekstür yapısına sahip olduklarından organik madde miktarı düşmeyerek belirli bir seviyede kalmış ve daha fazla konsantrasyonlarda arsenik miktarı adsorbe edilmesine sebep olmuştur.

Fosfor içerikleri; Alpaslan ve ark. (2005)'na göre; A noktası toprakları (1092,56 ppm) ve C noktası topraklarında (180,63 ppm) çok fazla iken, B noktası topraklarında (11,04 ppm) yeterli seviyededir. Topraktaki bitki ve hayvan atıklarının (ölü hayvanlar) içinde fosfor bulunmaktadır (Sağlam ve ark. 1993). Hayvan dışkılarında; bitki gelişiminde önemli rol oynayan bitki besin maddeleri bulunduğu bilindiğinden çöp döküm noktasında yüksek miktarlarda potasyum ve fosforun bulunma nedeni de anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, fosfor

içerikleri A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden çok yüksek olduğu tespit edilmiştir.

A noktası toprakları 1,77 ppm ile, B noktası toprakları 2,75 ppm ile, C noktası toprakları 4,39 ppm ile sınır değer olan 0,4 ppm' i geçmektedir (Anonim 2010). Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı hepsinde arsenik değerleri Yönetmeliğimiz standartlarının üzerinde bulunmuştur. Çöplerin sürekli olarak dökülmesi nedeniyle uzun bir süreç sonunda ağır metallerin konsantrasyonunda bir artış meydana gelmektedir. Bu ağır metallere biri de arseniktir (Olarino ve ark. 2011). A noktası topraklarında, besin maddeleri de kolaylıkla yıkanarak ortamdan uzaklaştığı bilindiğinden toksik (zehirli) bir element olan arsenik de çok fazla birikim göstermemiştir. Siltli killi topraklarda, kil fraksiyonu bulunduğundan arsenik tutma kapasitesi kumlu topraklara göre daha yüksek olduğu bariz bir şekilde görülmektedir. Özetle; kumlu topraktan yıkanarak azalan arsenik miktarı, siltli topraklarda kumlu topraklara göre daha az yıkanarak fazlalaşır, killi topraklarda ise suyla birlikte ortamdan uzaklaşmadığından dolayı yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Danimarka' nın Farum ve Aarhus şehirlerinde ev boya atıklarında 1,0 mg/kg, Aarhus' un evsel atıklarında 7,4 mg/kg konsantrasyonlarında arsenik bulunmuştur (Riber ve ark. 2007). Çöp döküm sahasında atık piller, boş boya kutuları, elektrikli- elektronik atıklar, tarihi geçmiş ilaç parçaları, pestisid kapları, içerisinde bir miktar kül bulunan kül çuvallarına rastlanmıştır.

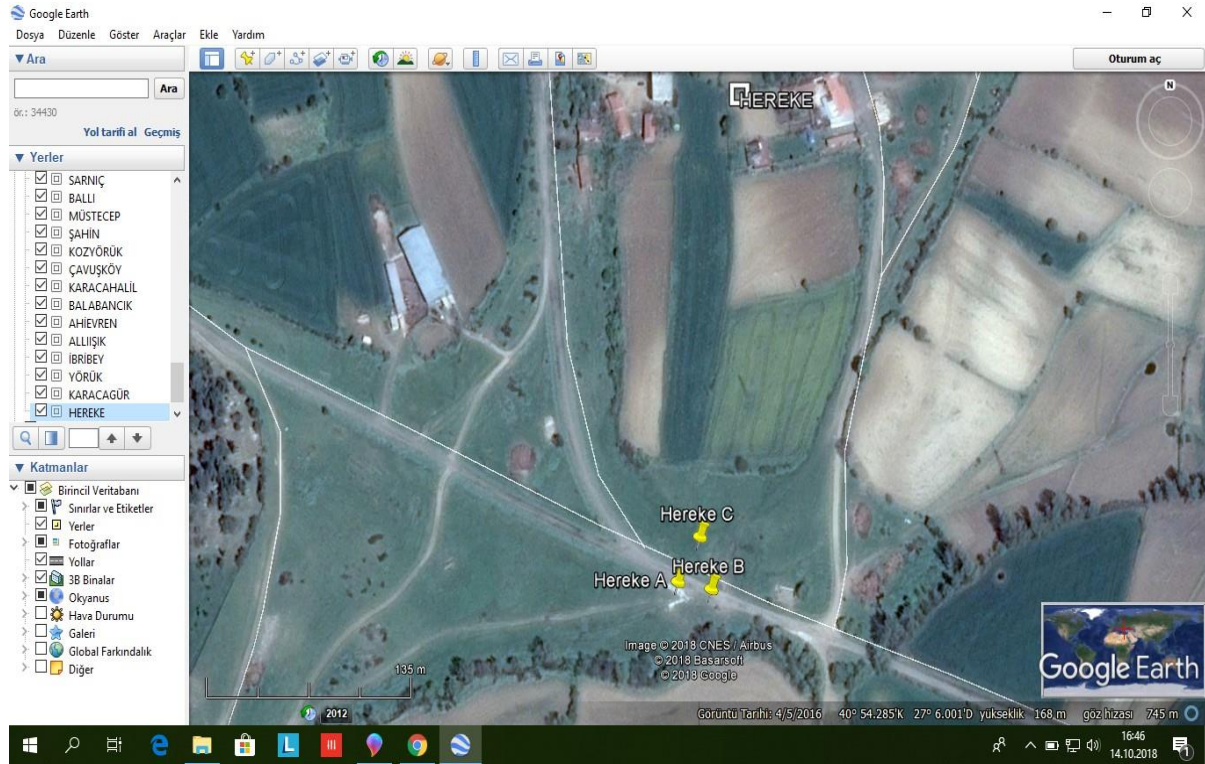
#### **4.4 Hereke Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler**

Hereke mahallesi 279 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 116 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 213 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 10 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin ortasında kalmakta ayrıca köy çeşmesine çok yakın mesafede bulunmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.4.1, Şekil 4.4.1, Şekil 4.4.2, Şekil 4.4.3 ve Çizelge 4.4.2' de verilmiştir.



**Çizelge 4.4.1.** Hereke mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 54 212 N 027 05 820 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman,anız, malç, kül ve cüruflar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 54 210 N 027 05 835 E	A noktasına 22,46 m uzaklıkta
C	40 54 226 N 027 05 830 E	A noktasına 31,10 m uzaklıkta



**Şekil 4.4.1.** Hereke mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)



b-)

Şekil 4.4.2. Hereke mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a,b)

Çizelge 4.4.2. Hereke mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,74	0,31	2,95	9,89	126,08	1634	26,65	34,91	38,44	Killi tın	11,48
B	7,68	0,13	0,76	7,9	14,64	531,5	25,83	42,84	31,33	Killi tın	2,77
C	7,31	0,22	1,92	6,54	29,40	693,2	21,49	42,07	36,44	Killi tın	1,25

Hereke mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası, B noktası ve C noktası toprakları killi tın tekstür sınıfındadır. A noktası toprağı % 38,44 ile en fazla kile sahip olup bunu C noktası % 36,44 ile, B noktası da % 31,33 ile takip etmektedir. Toprakların tuz, organik madde, P, K, analiz sonuçları incelendiğinde bu analiz değerlerindeki artış ve analizler kil içeriğine paralellik göstermektedir (Şekil 4.4.3).

C noktası (7,31) toprakları nötr, A noktası (7,74) ve B noktası (7,68) topraklarının da hafif alkali olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005). Bu hususta; Bielinska ve Mocek-Plo'ciniak (2009)' in yapmış olduğu araştırmada toprağın üst tabakasında kalsiyerli moloz atıklarının depolanmasının toprak asitleşmesini azalttığı yönünde rapor etmiştir.

Elde edilen bulgulara göre; A noktası (% 0,31) ve C noktası (%0,22) toprakları hafif tuzlu, B noktası (% 0,13) toprakları tuzsuz özellik göstermektedir (Alpaslan ve ark. 2005).

A noktası (% 9,89) toprakları, B noktası (% 7,9) toprakları ve C noktası (% 6,54) toprakları orta kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005). Kurak bölge topraklarında kireç fazlalığı görülmektedir (Akalan 1974). Dolayısıyla Malkara İlçesi toprakları kurak bölge içerisinde kaldıklarından kireçli olmaları da beklenen bir durumdur.

Topraktaki organik madde dikkate alınarak yapılan değerlendirilmede, % 0- 1 " çok az", % 1- 2 "az", % 2- 3 "orta", % 3- 4 "iyi" ve % 4 üzeri "yüksek" tir. Bu bağlamda; organik madde içeriğinin A noktası topraklarında % 2,95 ile orta, B noktası topraklarında % 0,76 ile çok az ve C noktası topraklarının ise % 1,92 değeri ile az miktarda olduğu görülür (Alpaslan ve ark. 2005).

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında 80' in çok üzerinde olduğundan çok fazla iken, B noktası topraklarında fosfor miktarı 14,64 ppm değeri ile yeterli, C noktası topraklarında ise 29,40 ppm değeri ile fosfor fazladır. Aynı zamanda, potasyum A noktası topraklarında (1634 ppm) çok fazla iken, B noktası toprakları (531,5

ppm) ve C noktası topraklarında (693,2 ppm) fazla miktarda olup söz konusu değerler 370-1000 ppm aralığında yer almaktadır.

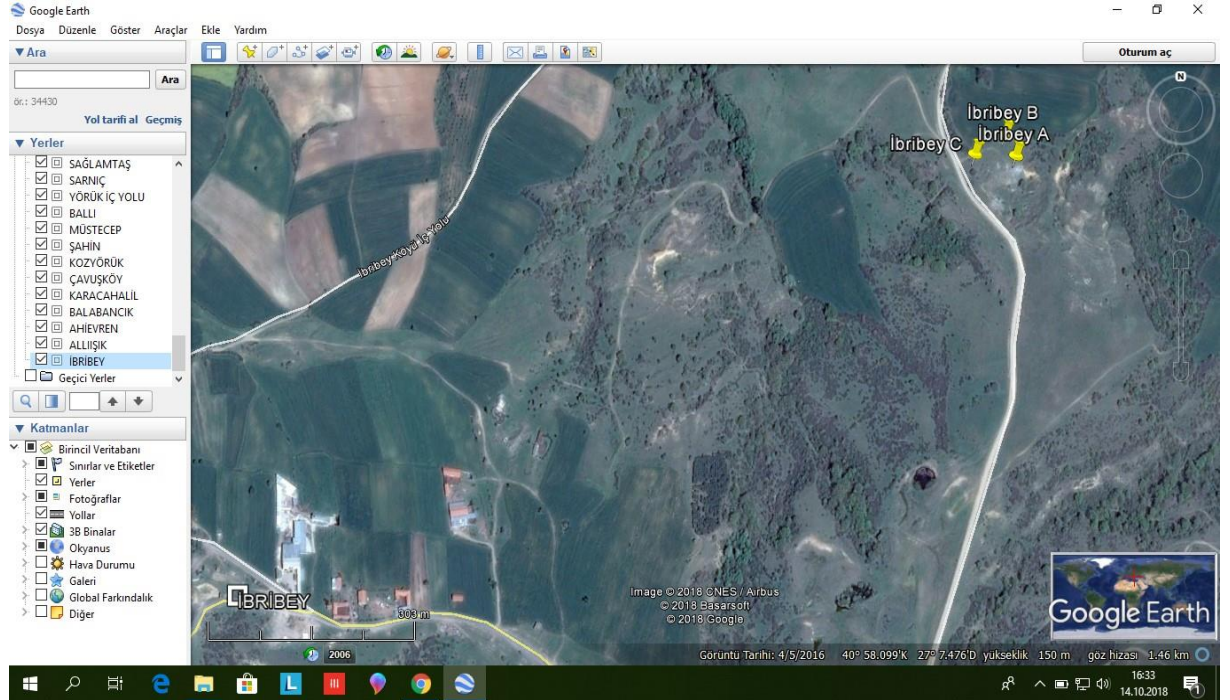
A noktası toprakları 11,48 ppm, B noktası toprakları 2,77 ppm ile, C noktası toprakları ise 1,25 ppm miktarı kadar sınır değer olan 0,4 ppm' i geçmektedir (Anonim 2010). Arsenik, toprakta şiddetle adsorbe edilir. Bu nedenle toprağın 10 cm' lik üst kısmında çok birikir. Başlıca kaynağı deterjanlar, biyosidler ve tekstil endüstrisi atıksularıdır (Çepel 1997). ABD EPA' nın arsenik konsantrasyonu ile ilgili bölgesel toprak seviyesi 0,07 ppm, İspanya' da 42 ppm (Casado ve ark. 2007), İskoçya' da 17,40 ppm (Gal ve ark. 2006), İtalya' da 16 ppm, Brezilya' da 11,50 ppm (Figueiredo ve ark. 2007) ve Romanya' da 2,4 ppm (Oprea ve ark. 2010) olup ülkemiz yönetmelik standartları ile kıyaslama yapıldığında arseniğin Amerika' daki konsantrasyonu hariç diğer ülkelerde çok yüksek seviyelerde olduğu görülür. Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı her seferinde arsenik değerleri Yönetmeliğimiz standartları üzerinde bulunmuştur. Killi tın tekstür yapısındaki A, B ve C noktası topraklarında su geçirgenlikleri çok az olduğundan bitki besin maddeleri oldukça kuvvetli bir şekilde tutulmuştur. Bu bağlamda; killi topraklarda mevcut bulunan arsenik suyla birlikte ortamdan uzaklaşmadığından dolayı çok yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Çöp döküm alanlarının arseniği de bünyesinde bulunduran çok çeşitli çöp atıkları bulunmakta ve ayrıca bu atıklar zaman içerisinde çürüyüp ayrışmaktadır. Dolayısıyla, A noktasında yani çöp döküm noktasında arsenik konsantrasyonu 11,48 ppm' e yükselebilmektedir.

#### **4.5 İbribey Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler**

İbribey mahallesi 481 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 199 ton çöp atığı birirmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 846 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 25 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup Dedecik- Generli yolu üzerinde kalmakta ve ayrıca 35- 40 yıl önce çakıl ocağı olarak kullanıldığı bilinmektedir. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.5.1, Şekil 4.5.1, Şekil 4.5.2, Şekil 4.5.3 ve Çizelge 4.5.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.5.1.** İbribey mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 58 164 N 027 07 765 E	Çöp döküm alanında; köpük mutfak malzemeleri, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, kül ve cürufur, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 58 181 N 027 07 755 E	A noktasına 35,05 m uzaklıkta
C	40 58 166 N 027 07 723 E	A noktasına 58,81 m uzaklıkta



**Şekil 4.5.1.** İbribey mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)



b-)

**Şekil 4.5.2.** İbribey mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a,b)

**Çizelge 4.5.2.** İbribey mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,59	3,27	0,27	7,5	255,23	4387	42,44	43,83	13,73	Tın	2,85
B	6,6	0,07	1,21	0,96	0,26	152,9	52,04	20,53	27,43	Kumlu killi tın	11,06
C	7,61	0,10	0,22	2,87	0,51	88,01	73,8	8,35	17,85	Kumlu tın	1,93

İbribey mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprakların tekstürleri incelendiğinde; Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları tınlı, B noktası toprakları kumlu killi tın tekstür sınıfında, C noktası toprakları ise kumlu tın tekstür sınıfındadır. B toprağı, % 27,43 ile en fazla kile sahiptir (Şekil 4.5.3).

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde; B noktası toprakları nötr (6,6), A noktası (7,59) ve C noktası (7,61) toprakları da hafif alkalidir (Alpaslan ve ark. 2005). Çöp döküm sahasına götürülen atık malzemelerden biri de küldür. Yılmaz (2015), kömür külü uyguladığı toprakların pH' larında artış olduğunu belirlemiştir. Bu bağlamda; A noktası topraklarının da hafif alkali olması buna bağlı olduğu düşünülmektedir.

Tuz değerleri dikkate alındığında, A noktası toprakları çok tuzlu (% 3,27), B noktası toprakları (% 0,07) ve C noktası (% 0,10) toprakları ise tuzsuz özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005).

A noktası toprakları orta kireçli (% 7,5) ve B noktası toprakları az kireçli (% 0,96), C noktası (% 2,87) toprakları ise kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005).

Topraktaki organik maddenin önemi düşünüldüğünde yapılan değerlendirmede, % 0-1 "çok az", % 1-2 "az", % 2-3 "orta", % 3-4 "iyi" ve % 4 üzeri "yüksek" tir. Buna göre; A noktası (% 0,27) ve C noktası (% 0,22) topraklarının çok az, B noktası (% 1,21) topraklarının ise azdır. (Alpaslan ve ark. 2005). Çöp döküm alanı olan A noktasında organik maddenin çok az olması buraya dökülen çöplerin organik içerikli olmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca; kil içeriğı, pH ve organik maddenin topraklarda emiliminde önemli rol oynamaktadır (Absalam, ve ark. 1995; Rigol ve ark. 2002). Bu bağlamda; en yüksek kil yüzdesine sahip B noktası topraklarında en yüksek organik madde bulunduğu görülmektedir.

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; fosfor içerikleri A noktası (255,23 ppm) topraklarında çok fazla (80' in üzerinde), B ve C noktalarında sırasıyla 0,26 ppm ve 0,51 ppm

değerleri ile çok az olduğu görülmektedir. Bununla beraber; potasyum A noktası (4387 ppm) topraklarında çok fazla olarak bulunduğu, B noktası (152,9 ppm) topraklarında azalarak yeterli seviyeye indiği ve C noktası (88,01 ppm) topraklarında ise az olduğu tespit edilmiştir. Fosfor içerikleri, A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çöp döküm alanından uzaklaştıkça potasyumun azaldığı görülmüştür.

27605 Sayılı 08.06.2010 tarihli Resmi Gazete’ de yayımlanan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği” n Ek- 1 Jenerik Kirletici Sınır Değerler Listesi’ nde yer alan ve kirletici vasfında bulunan arseniğin sınır değeri 0,4 ppm’ dir. Buna göre A noktası toprakları 2,85 ppm ile, B noktası toprakları 11,06 ppm ile, C noktası toprakları 1,93 ppm ile sınır değeri geçmektedir. B noktasının toprak tekstür sınıfı kumlu killi tın olmasına rağmen A ve C noktaları ile kıyaslandığında % 27,43 ile en yüksek kil değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumda katyonları daha fazla tutabilme kapasitesini arttırmakta ve 11,06 ppm ile arseniğin en fazla tutulduğu toprağı oluşturmaktadır. Toprağın kirlenmesinin etkileri ayrıca toprak özelliklerine de bağlıdır. Çünkü toprak özellikleri, kirleticilerin mobilitesini, biyoyararlanımını ve toprak içerisinde kalma süresini kontrol etmektedir (FAO ve ITPS 2015). Çöp döküm merkezi topraklarından diğer topraklara yayıldığı düşünülen arseniğin B noktası toprakları yapısının killi tekstürde olması nedeniyle daha fazla tutulduğu ve toprak içerisinde de kalma süresinin uzadığı tahmin edilmektedir. Bu nedenle B noktası topraklarında arsenik konsantrasyonu, A ve C noktası topraklarına göre oldukça yüksektir. Matteson ve ark. (2014)’ e göre; tarımsal faaliyetlerde kullanılan arsenik içeren pestisitlerin vahşi depolama alanlarında depolanması da çevresel risk içermektedir. Pestisid kalıcılığı, davranışı ve hareketliliği de bozulma ve toprakta tutma mekanizmalarında (sorbsiyon- desorpsiyon, uçuculaşma, kimyasal ve biyolojik bozulma) olduğu gibi son derece değişkendir (Arias- Estévez ve ark. 2008). Çöp döküm merkezinde bulunan zirai ilaç atık kutularından kaynaklanan sızıntı sularının toprak tarafından emilmesiyle arsenik konsantrasyonun yükseldiği düşünülmektedir. Bunun yanısıra; Meunier ve ark. (2010)’ tarafından; vahşi depolama alanlarında oldukça karmaşık proseslere sahip olan sızıntı suyunun oluşumu ile arsenik sadece depolama yapıldığı alanda değil çevre bölgelere de yayılım gösterebildiği de rapor edilmiştir. Bu bağlamda; B noktasında tespit edilen yüksek konsantrasyondaki arsenik değerinin, bu bölgedeki toprakların killi tekstür yapısından ve ağır metalin civar bölgelere yayıldığından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

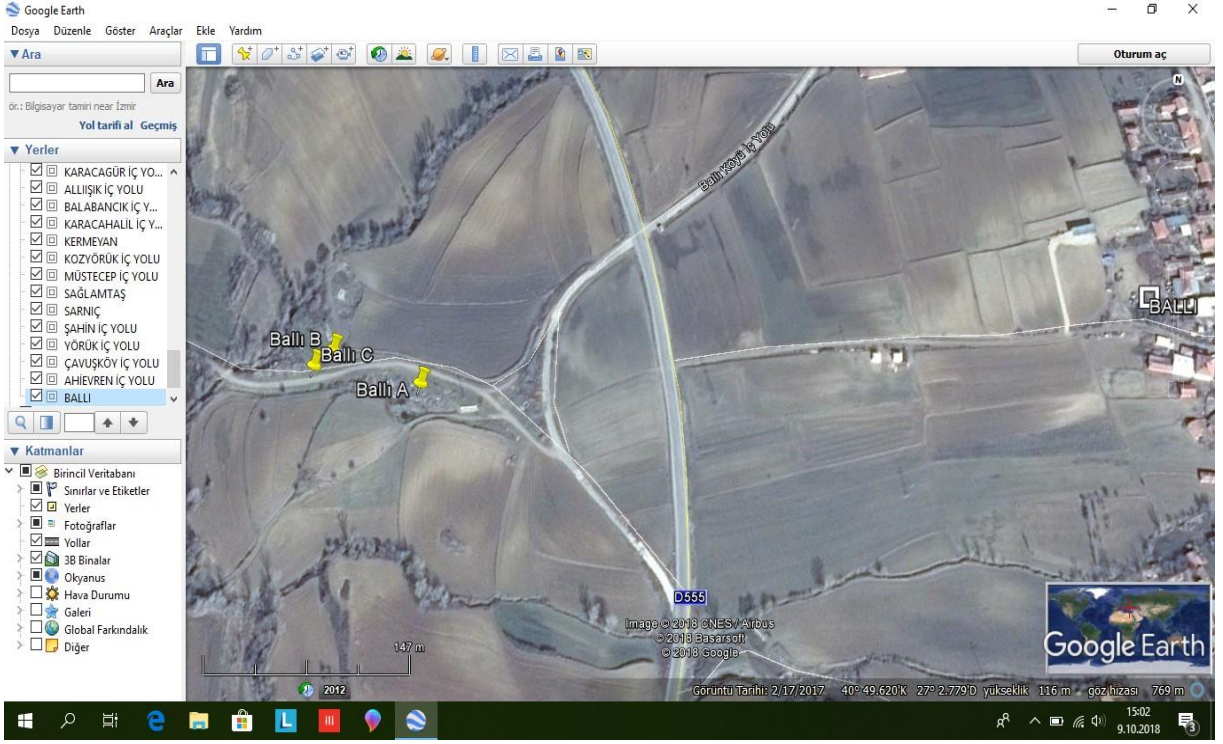


#### 4.6 Ballı Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

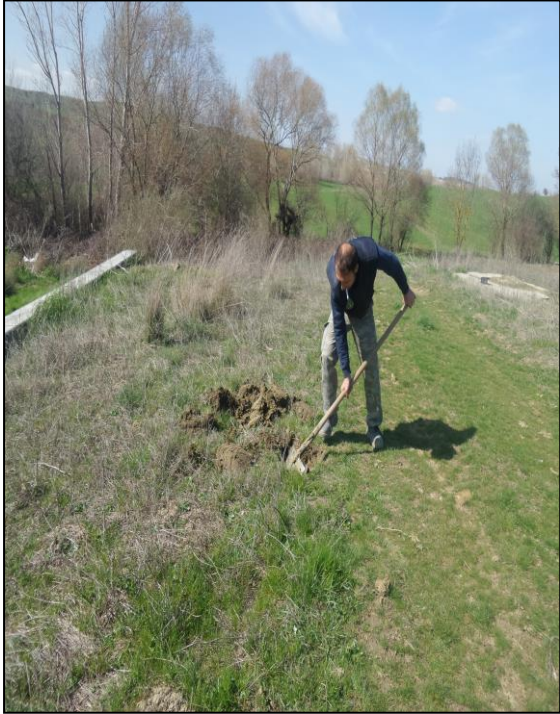
Ballı mahallesi 567 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 235 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 326 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 20 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin içerisinde kalmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.6.1, Şekil 4.6.1, Şekil 4.6.2, Şekil 4.6.3 ve Çizelge 4.6.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.6.1.** Ballı mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 49 700 N 027 02 800 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cüruflar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 49 710 N 027 02 750 E	A noktasına 73,50 m uzaklıkta
C	40 49 704 N 027 02 742 E	A noktasına 82,94 m uzaklıkta



**Şekil 4.6.1.** Ballı mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.6.2.** Ballı mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.6.2.** Ballı mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,20	1,48	5,57	5,26	376,17	2615	45,36	33,17	21,48	Tın	8,33
B	8,18	0,12	0,36	15,31	1,41	277,6	7,00	27,71	65,29	Kil	2,15
C	7,92	0,18	0,39	5,18	62,52	688,5	36,00	27,63	36,37	Killi tın	1,68

Ballı mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

A noktası toprakları tınlı tekstür sınıfında ve B noktası toprakları killi tekstür sınıfında ve C noktası topraklar ise killi tın tekstür sınıfındadır (Soil Survey Division Staff 1993). Dolayısıyla A noktası topraklarında bitki besin maddeleri, B ve C noktası topraklarına göre daha az tutulmaktadır (Şekil 4.6.3).

Alpaslan ve ark. (2005)' e göre; A noktası toprakları nötr (7,2), B noktası (8,18) ve C noktası (7,92) toprakların hafif alkali bulunmuştur. CaCO<sub>3</sub> (kireçtaşı), toprağa ekstrem olmayan bazik bir reaksiyon kazandırır (Sağlam ve ark. 1993). Bu topraklarda da pH' daki artış toprakta mevcut kireç içerikleriyle paralellik göstermiş, en fazla kireç içeriği % 15,31 olan B toprağında pH 8,18' dendir.

A noktası toprakları çok tuzlu (% 1,48), B noktası toprakları tuzsuz (% 0,12), C noktası toprakları ise Alpaslan ve ark. (2005)' na göre hafif tuzlu (% 0,18) özellik göstermektedir. Kirletici maddelerin (çöplerin) hareketi, çöp depolama alanındaki mevcut toprakta oluşan kuvvetler ve toprakta oluşan yeni etkileşimler nedeniyle toprakta tuzluluk, ağır metal toksisitesi ve organik kirleticiler meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda çöp

dökümü gerçekleştirilen topraklarda artan tuz seviyeleri gözlemlenmiştir (Hernández ve ark. 1998a, Hernández ve ark. 1998b, Pastor ve ark. 1993b, Pastor ve Hernández 2002). Bu bağlamda; çöp döküm alanındaki mevcut çöplerin toprakta tuzluluğa sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır.

A noktası toprakları (% 5,26) ve C noktası toprakları (% 5,18) orta kireçli, B noktası toprakları (% 15,31) ise Alpaslan ve ark. (2005)' na göre fazla kireçli tespit edilmiştir. Malkara' nın jeolojik yapısının genelde kireçtaşı, kıltaşı ve kumtaşından olduğu bilindiğinden bu kireçlilik durumu üzerinde oluşan toprağı etkilemiştir.

Ballı mahallesi çöp döküm alanında organik madde içeriğı; A noktası topraklarının yüksek (% 5,57), ancak diğerlerinin ise çok az düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005). Eski araştırmalar vahşi depolama sahalarının yüksek organik içeriklere sahip olduğunu göstermiştir (Garcia ve ark. 1991). A noktası çöp döküm yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ve çok yüksek miktarlarda ahır gübresi, organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları) bulunduğundan organik maddenin yüksek değerlerde çıkması beklenen bir durumdur.

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla (376,17 ppm), B noktası topraklarında çok az (1,41 ppm), C noktası topraklarında ise fazla düzeydedir (62,52 ppm). Aynı zamanda potasyum, A noktası topraklarında çok fazla (2615 ppm), B noktası topraklarında yeterli (277,6 ppm), C noktası topraklarında ise fazla miktarda (688,5 ppm) olduğu tespit edilmiştir. Stabilize edilmiş atıkta çoğı besin maddesi (özellikle fosfor ve potasyum) ekilebilir toprak ve ormandakilerden daha fazladır (Garcia ve ark. 1991). Söz konusu hayvan dışkılarında; bitki gelişiminde önemli rol oynayan bitki besin maddeleri bulunduğu bilindiğinden yüksek miktarda potasyum ve fosforun bulunma nedeni de anlaşılmaktadır. Dolayısıyla fosfor içerikleri A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. C noktasındaki yüksek potasyum değeri, alınan toprak numunesinin yeni gübre atılmış bir tarlaya ait olmasından kaynaklanmaktadır.

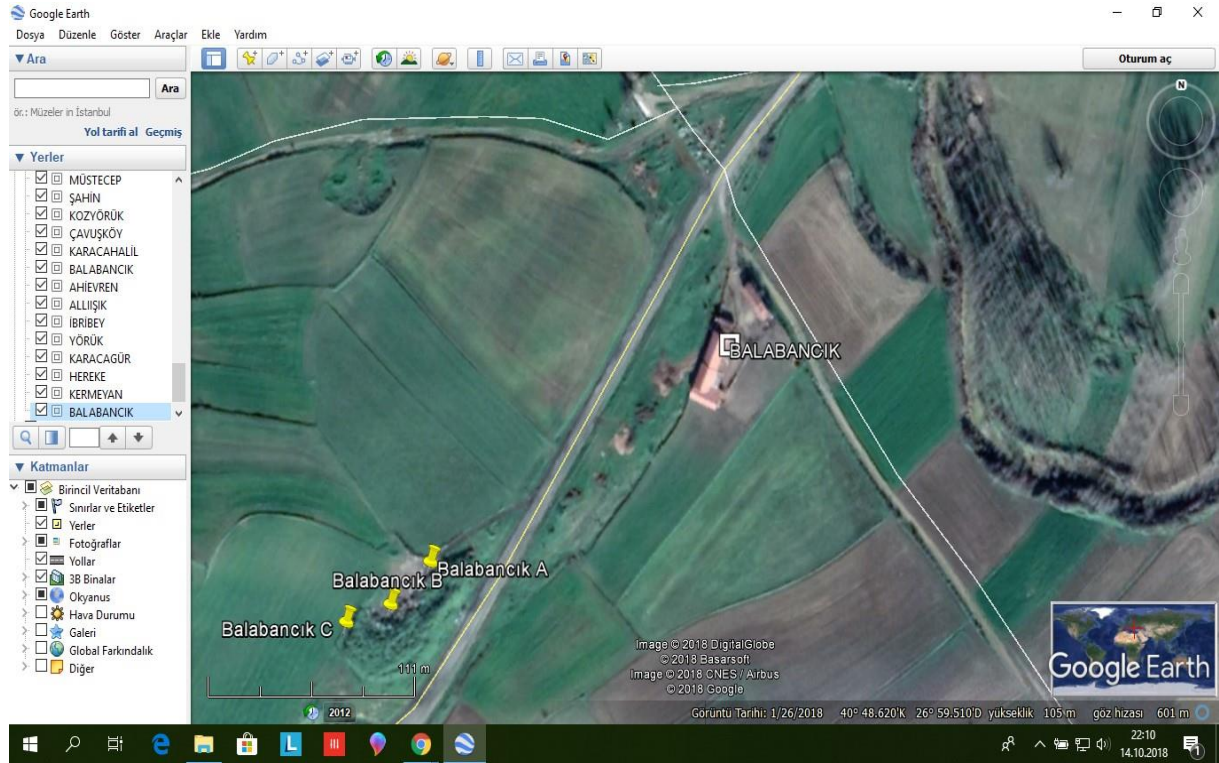
27605 Sayılı 08.06.2010 tarihli Resmi Gazete’ de yayımlanan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği” n Ek- 1 Jenerik Kirletici Sınır Değerler Listesi’ nde yer alan ve kirletici vasfında bulunan arseniğin sınır değeri 0,4 ppm’ dir. Buna göre A noktası toprakları 8,33 ppm ile, B noktası toprakları 2,15 ppm ile, C noktası toprakları 1,68 ppm ile sınır değeri fazlasıyla aşmaktadır. Tınlı A noktası topraklarında, sadece tın tekstürü bulunduğundan arsenik tutma kapasitesi kumlu topraklara göre daha yüksek ancak killi topraklara göre daha düşüktür. Bununla birlikte, killi tekstür yapısındaki B noktası topraklarında su geçirgenlikleri çok az olduğundan toprak çözeltisi içerisinde yer alan besin maddeleri oldukça kuvvetli bir şekilde tutmaktadır. Kumlu topraktan yıkanarak azalan arsenik miktarı, tınlı topraklarda kumlu topraklara göre daha az yıkanarak fazlalaşır. Killi topraklarda ise suyla birlikte ortamdan uzaklaşmadığından dolayı yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Uzun yıllar aynı sahada, periyodik olarak çöp dökümün gerçekleştirilmesi nedeniyle arsenik konsantrasyonunda sürekli bir artış gerçekleşmekte ve çöp döküm yapılan sahada ve civarında ilgili yönetmelik sınırlarının çok üzerinde arsenik bulunmasına yol açmaktadır. Matteson ve ark. (2014)’ e göre; tarımsal faaliyetlerde kullanılan arsenik içeren pestisitlerin vahşi depolama alanlarında depolanması da çevresel risk içermektedir. Pestisid kalıcılığı, davranışı ve hareketliliği de bozulma ve toprakta tutma mekanizmalarında (sorbsiyon- desorpsiyon, uçuculaşma, kimyasal ve biyolojik bozulma) olduğu gibi son derece değişkendir (Arias- Estévez ve ark. 2008). Bu bağlamda; çöp döküm merkezinde bulunan zirai ilaç atık kutularından kaynaklanan sızıntı sularının toprak tarafından emilmesiyle arsenik konsantrasyonun yükseldiği düşünülmektedir.

#### **4.7 Balabancık Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler**

Balabancık mahallesi 1096 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 454 ton çöp atığı birirmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 167 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 30 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin içerisinde kalmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.7.1, Şekil 4.7.1, Şekil 4.7.2, Şekil 4.7.3 ve Çizelge 4.7.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.7.1.** Balabancık mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 48 605 N 026 59 339 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalı, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cürufur, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 48 594 N 026 59 324 E	A noktasına 29,61 m uzaklıkta
C	40 48 589 N 026 59 307 E	A noktasına 53,76 m uzaklıkta



**Şekil 4.7.1.** Balabancık mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)



b-)

**Şekil 4.7.2.** Balabancık mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.7.2.** Balabancık mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,51	1,98	4,33	11,64	169,47	2419	63,8	27,87	8,34	Kumlu tın	6,45
B	7,77	0,24	2,61	10,93	112,33	911,2	31,63	30,74	37,63	Killi Tın	5,96
C	7,44	0,33	3,45	7,82	154,71	1094	55,66	26,54	17,8	Kumlu tın	0,06

Balabancık mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları ve C noktası toprakları kumlu tın tekstür sınıfında, B noktası toprakları ise killi tın tekstür sınıfındadır. Dolayısıyla A ve C noktası topraklarında bitki besin maddeleri, B noktası topraklarına göre daha az tutulmaktadır. A noktasından B noktasına geçildiğinde değerler önce azalmakta, C noktasına geçildiğinde ise tekrar artış gösterdiği analiz sonuçları ile ispatlanmıştır. Bu durum; tuz, organik madde, fosfor, potasyum değerleri ile de paralellik göstermektedir (Şekil 4.7.3).

Yapılan laboratuvar tetkikleri neticesinde; C noktası toprakları nötr (7,44), A noktası (7,51) ve B noktası (7,77) toprakları hafif alkali bulunmuştur (Alpaslan ve ark. 2005). CaCO<sub>3</sub> (kireçtaşı), toprağa ekstrem olmayan bazik bir reaksiyon kazandırır (Sağlam ve ark. 1993). Malkara'nın jeolojik yapısının genelde kireçtaşı, kıltaşı ve kumtaşından oluştuğu bilindiğinden buna bağlı olarak toprakların pH değerleri de da laboratuvar analizlerinde hafif alkali olarak bulunmuştur.

Topraklardaki tuzluluk değerleri kıyaslandığında; A noktası toprakları çok tuzlu (% 1,98), B noktası toprakları (% 0,24) ve C noktası toprakları (% 0,33) Alpaslan ve ark. (2005)' na göre hafif tuzlu özellik göstermektedir. Bu bağlamda; çöp döküm alanındaki mevcut çöplerin toprakta tuzluluğa sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır.

Bu araştırmada, kireç miktarının yeterlilik sınıflarına bakacak olursak, % 0- 1 "az kireçli", % 1- 5 arası "kireçli", % 5- 15 arası "orta kireçli", % 15- 25 arası "fazla kireçli" ve % 25' in üzerinde kalanlar "çok fazla kireçli" olarak isimlendirilirler. Bu bağlamda; A noktası toprakları (% 11,64), B noktası toprakları (% 10,93) ve C noktası toprakları (% 7,82) Alpaslan ve ark. (2005)' na göre orta kireçli tespit edilmiştir.

Balabancık çöp döküm noktasında organik madde içeriği; A noktası topraklarının yüksek (% 4,33), B noktası topraklarının orta (% 2,61), C noktası topraklarının da iyi (% 3,45) derecededir (Alpaslan ve ark. 2005). A noktası çöp döküm yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ve çok yüksek miktarlarda ahır gübresi, organik evsel atıklar



(mutfak ve yemek atıkları) getirildiğinden organik maddenin yüksek değerlerde çıkması beklenen bir durumdur. B ve C noktası topraklarının numuneleri, tarım arazilerinden alındığından A noktası kadar yüksek olmayıp orta ve iyi sınıfındadırlar.

Fosfor içerikleri, Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; A, B ve C noktaları topraklarında sırasıyla 169,47 ppm, 112,33 ppm ve 154,71 ppm değerleri ile çok fazla olduğu görülmektedir. Fosfor içerikleri, A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda da potasyum, A ve C noktası topraklarında çok fazla, B noktası topraklarında ise fazla miktardadır. Potasyum ve fosfor değerleri de organik madde gibi B toprağında azalma göstermiştir. B ve C noktalarının tarım toprağı olmasından ve düzenli gübrelemeden dolayı yüksektir.

27605 Sayılı 08.06.2010 tarihli Resmi Gazete' de yayımlanan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği" n Ek- 1 Jenerik Kirletici Sınır Değerler Listesi' nde yer alan ve kirletici vasfında bulunan arseniğin sınır değeri 0,4 ppm' dir. Buna göre A noktası toprakları 6,45 ppm sınır değeri ile ve B noktası toprakları ise 5,96 ppm sınır değeri ile üst limiti geçmekte ancak C noktası (0,06 ppm) topraklarında arsenik çok düşük miktarda olduğundan sınır değeri geçmemiştir. Böylece; kumlu tın tekstürlü (C noktası) topraklarında, katyonlar kolaylıkla yıkanarak ortamdan uzaklaştığı bilindiğinden, toksik (zehirli) bir element olan arsenik çok fazla birikim gösterememiştir. Bununla birlikte, killi tınlı tekstür yapısındaki B noktası topraklarında su geçirgenlikleri az olduğundan toprak çözeltisi içerisinde yer alan besin maddelerinin de oldukça kuvvetli bir şekilde tutulduğu anlaşılmaktadır. A noktası topraklarında ise kum yüzdesi % 63,80 olup kumlu tın tekstür sınıfında olmasına rağmen çöp döküm alanı olması nedeniyle arsenik 6,45 ppm ile oldukça yüksek bir değerdedir. Arseniğin toprakta tutulduğu bilindiğinden tınlı topraklardaki arsenik konsantrasyonun kumlu tekstürlü topraklara kıyasla daha yüksek miktarlarda olduğu pek çok kez kayıt altına alınmıştır. Bunun en önemli sebebi; çöp döküm alanınının 30 yıl gibi uzun bir süre kullanılıyor olmasından dolayı her yıl dökülen yaklaşık 454 ton çöpün vahşi depolama sahasında depolanmasıdır (birikim yapmasıdır). Çöp döküm sahasında atık piller, boş boya kutuları, elektrikli- elektronik atıklar, tarihi geçmiş ilaç parçaları, pestisid kapları, içerisinde bir miktar kül bulunan kül çuvallarına rastlanmıştır. Elektronik atık, biyolojik olarak parçalanamayan atıktır. Bu atıklarda büyük miktarda kurşun, kadmiyum, arsenik vb.ağır metallerin olduğu bilinmektedir (Dharini ve ark. 2017). Elektronik atıkların çöp döküm alanında zaman içerisinde ayrılarak parçalanmasından dolayı açığa çıkan

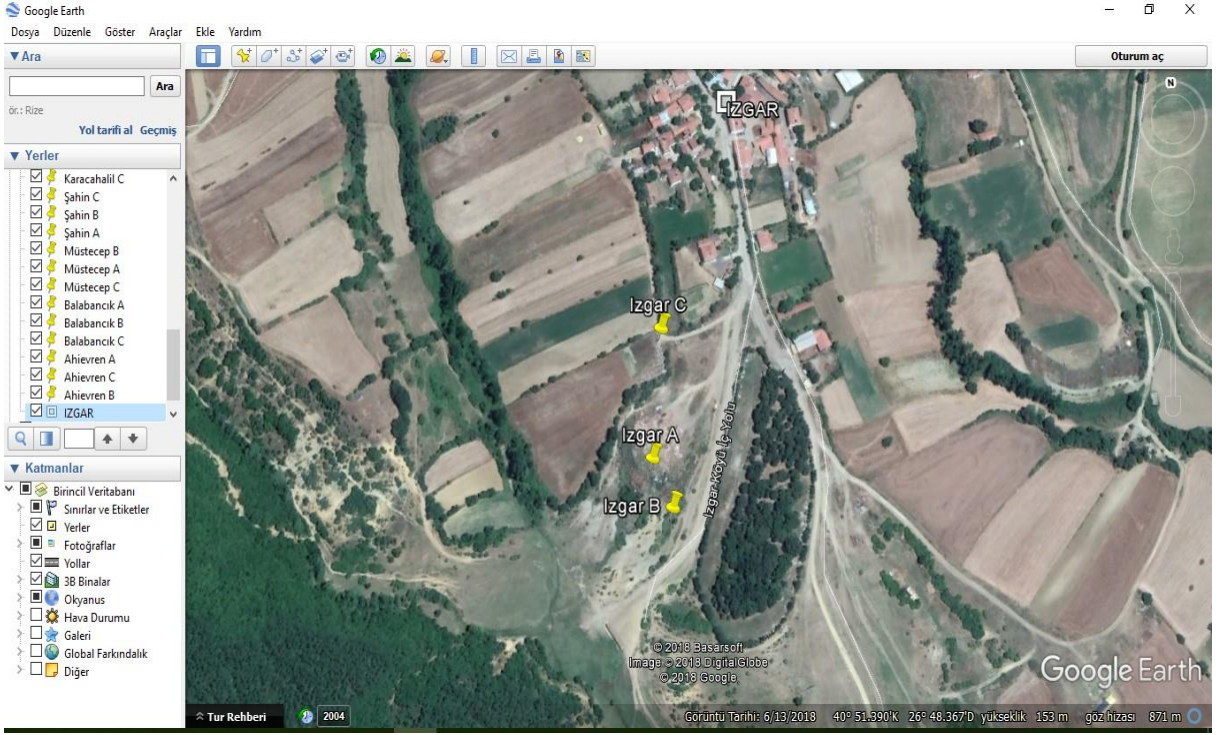
arseniğin, hem yağışların da etkisiyle oluşan hem de atıkların kimyasal bileşiminden kaynaklanan sızıntı sularına karıştığı ve toprağın üst katmanında birikim yaptığı tahmin edilmektedir.

#### 4.8 Izgar Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Izgar mahallesi 397 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 164 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 163 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 30 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup ormanlık arazi içerisinde yer almakta ayrıca döküm yeri yanında köy mezarlığı, az ilerisinde de bir çeşme bulunmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.8.1, Şekil 4.8.1, Şekil 4.8.2, Şekil 4.8.3 ve Çizelge 4.8.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.8.1.** Izgar mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

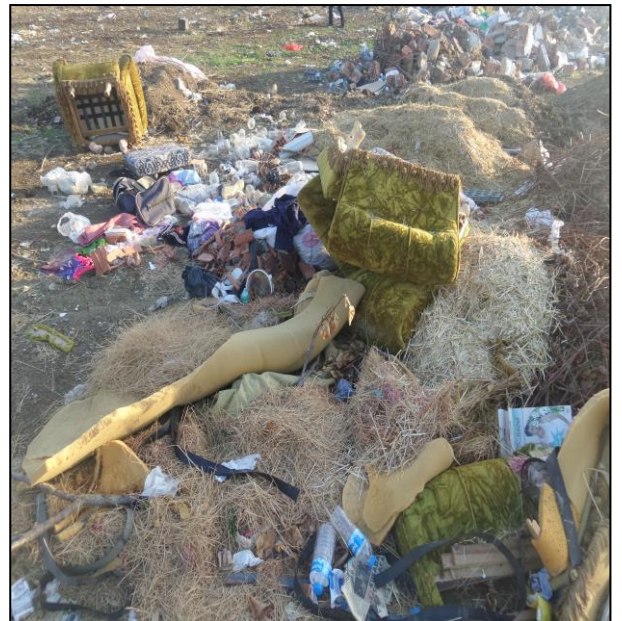
Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 51 350 N 026 48 240 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cüruflar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 51 330 N 026 48 250 E	A noktasına 39,10 m uzaklıkta
C	40 51 400 N 026 48 250 E	A noktasına 95,31 m uzaklıkta



**Şekil 4.8.1.** Izgar mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.8.2.** Izgar mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.8.2.** Izgar mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,59	0,55	3,73	6,22	144,17	1575	38,97	34,91	26,12	Tın	3,31
B	8,06	0,16	0,69	4,31	2,06	250,8	16,36	34,26	49,38	Kil	4,26
C	8,35	0,11	0,56	17,71	1,15	179,4	21,11	38,53	40,37	Kil	3,10

Izgar mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Soil Survey Division Stuff (1993)' e göre; A noktası toprakları tınlı tekstür sınıfında, B ve C noktaları toprakları killi tekstür sınıfındadır. Dolayısıyla B ve C noktası topraklarında bitki besin maddeleri, A noktası topraklarına göre daha fazla tutulmaktadır. B ve C noktaları kil tekstür sınıfında olmalarına rağmen, B noktasının kil içeriği (% 49,38), C noktasının kil içeriğine (% 40,37) göre fazla olması nedeniyle tuz, organik madde, fosfor, potasyum içeriklerinde az da olsa fazlalık gözlemlenmektedir (Şekil 4.8.3).

A, B ve C noktası toprakları hafif alkalidir (Alpaslan ve ark. 2005). CaCO<sub>3</sub> (kireçtaşı), toprağa ekstrem olmayan bazik bir reaksiyon kazandırır (Sağlam ve ark. 1993). Malkara' nın jeolojik yapısının genelde kireçtaşı, kiltası ve kumtaşından oluştuğundan toprak reaksiyonunun hafif alkali olmasına etken olmuştur.

A noktası toprakları tuzlu (% 0,55), B noktasındaki topraklar hafif tuzlu (% 0,16), C noktası toprakları Alpaslan ve ark. (2005)' na göre tuzsuz (% 0,11) özellik göstermektedir. Kirletici maddelerin (çöplerin) hareketi, çöp depolama alanındaki mevcut toprakta oluşan

kuvvetler ve toprakta oluşan yeni etkileşimler nedeniyle toprakta tuzluluk, ağır metal toksisitesi ve organik kirleticiler meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda çöp dökümü gerçekleştirilen topraklarda artan tuz seviyeleri gözlemlenmiştir (Hernández ve ark. 1998a, Hernández ve ark. 1998b, Pastor ve ark. 1993b, Pastor ve Hernández 2002). Bu bağlamda; çöp döküm alanındaki mevcut çöplerin toprakta tuzluluğa sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır.

A noktası toprakları orta kireçli (% 6,22), B noktası toprakları kireçli (% 4,31), C noktası toprakları (% 17,71) ise fazla kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005). Malkara' nın jeolojik yapısına bağlı olarak bölge topraklarında kireç fazlalığı görülmektedir.

Organik madde içeriği, A noktası topraklarının (% 3,73) iyi, B ve C noktası topraklarının (% 0,69 ve % 0,56) ise çok azdır (Alpaslan ve ark. 2005). Eski araştırmalar vahşi depolama sahalarının yüksek organik içeriklere sahip olduğunu göstermiştir (Garcia ve ark. 1991). A noktası çöp döküm yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ve çok yüksek miktarlarda ahır gübresi, organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları) getirildiğinden organik maddenin yüksek değerlerde çıkması beklenen bir durumdur.

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla (144,17 ppm) diğer topraklarda ise çok azdır (2,06 ppm ve 1,15 ppm). Aynı şekilde potasyum A noktası topraklarında çok fazla iken (1575 ppm), B ve C noktası topraklarında yeterli seviyede (250,8 ppm ve 179,4 ppm) bulunmaktadır. Stabilize edilmiş atıkta çoğu besin maddesi (özellikle fosfor ve potasyum), ekilebilir toprak ve ormandakilerden daha fazladır (Garcia ve ark. 1991). Söz konusu hayvan dışkılarında; bitki gelişiminde önemli rol oynayan bitki besin maddeleri bulunduğu bilindiğinden yüksek miktarda potasyum ve fosforun bulunma nedeni de anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, fosfor içerikleri A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden dolayı çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çöp döküm alanından uzaklaştıkça potasyumun ve fosforun kademeli olarak azaldığı görülmüştür. Bunun en büyük sebebi çöp döküm alan merkezine yüksek miktarlarda hayvan dışkılarının, organik evsel atıkların, hayvan ve bitki kalıntılarının atılmasıdır.

27605 Sayılı 08.06.2010 tarihli Resmi Gazete' de yayımlanan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği" n Ek- 1 Jenerik

Kirletici Sınır Değerler Listesi' nde yer alan ve kirletici vasfında bulunan arseniğin sınır değeri 0,4 ppm'dir. Buna göre A noktası toprakları 3,31 ppm ile, B noktası toprakları 4,26 ppm ile, C noktası toprakları 3,10 ppm ile sınır değeri geçmektedir. Arsenik, toprakta şiddetle adsorbe edilir. Bu nedenle toprağın 10 cm' lik üst kısmında çok birikir. Başlıca kaynağı deterjanlar, biyosidler ve tekstil endüstrisi atıksularıdır (Çepel 1997). Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı her seferinde arsenik değerleri Yönetmeliğimizin standartları üzerinde bulunmuştur. Bu bağlamda; A noktası toprakları, tın tekstürlü olduğu için arsenik tutma kapasitesi kumlu topraklara göre daha yüksek ancak killi topraklara oranla daha düşüktür. Aynı zamanda A noktası topraklarının, çöp döküm noktası olduğu unutulmamalıdır. Bununla birlikte, killi tekstür yapısındaki B ve C noktası topraklarında su geçirgenlikleri çok az olduğundan toprak çözeltisi içerisinde yer alan katyonlar oldukça kuvvetli bir şekilde tutulur ve arsenik konsantrasyonu da dolaylı olarak yüksek çıkmaktadır.

#### **4.9 Ahievren Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler**

Ahievren mahallesi 308 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 128 ton çöp atığı birirmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 277 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 10 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin ortasında hatta şahıs arazilerine çöp yığılmaları yapılmıştır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.9.1, Şekil 4.9.1, Şekil 4.9.2, Şekil 4.9.3 ve Çizelge 4.9.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.9.1.** Ahievren mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 52 712 N 027 04 612 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cürufklar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 52 712 N 027 04 609 E	A noktasına 5 m uzaklıkta
C	40 52 719 N 027 04 602 E	A noktasına 20,35 m uzaklıkta



**Şekil 4.9.1.** Ahievren mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google görüntüsü



a-)



b-)

**Şekil 4.9.2.** Ahievren mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.9.2.** Ahievren mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,26	1,15	5,53	6,38	290,15	2884	36,7	41,21	22,09	Tın	2,25
B	7,74	0,14	2,35	7,66	55,60	384,7	28,13	45,88	25,99	Tın	1,62
C	8,32	0,11	0,8	25,2	0,89	120,3	16,25	51,42	32,33	Siltli killi tın	1,41



Ahievren mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprakların fraksiyonları incelendiğinde; Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları ve B noktası toprakları tınlı tekstür sınıfında, C noktası toprakları ise siltli killi tın tekstür sınıfında olduğu görülmektedir. C noktası topraklarında bitki besin maddeleri, A ve B noktası topraklarına göre daha fazla tutulmaktadır (Şekil 4.9.3).

Toprakların pH değerleri ölçüldüğünde; A noktası toprakları nötr (7,26), diğer topraklarda ise hafif alkali olarak bulunmuştur (Alpaslan ve ark. 2005). CaCO<sub>3</sub> (kireçtaşı), toprağa ekstrem olmayan bazik bir reaksiyon kazandırır (Sağlam ve ark. 1993). Topraklarda kireç içeriğinin artışına paralel olarak toprak reaksiyonları da artış göstermiştir.

Tuzluluk parametresi değerlendirildiğinde; A noktası toprakları çok tuzlu (% 1,15), B noktasındaki topraklar (% 0,14) ve C noktasındaki topraklar (% 0,11) ise Alpaslan ve ark. (2005)' na göre tuzsuz oldukları görülmektedir. Çöp döküm sahalarında; genel olarak olumsuz koşullar hakim olur ve ağır metallere bağlı yüksek tuzluluk meydana gelir (Urcelai ve ark. 2000). Çöp döküm alanındaki mevcut çöplerin toprakta tuzluluğa sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır.

Bu araştırmada, kireç miktarının yeterlilik sınıflarına bakacak olursak, % 0- 1 “az kireçli”, % 1- 5 arası “kireçli”, % 5- 15 arası “orta kireçli”, % 15- 25 arası “fazla kireçli” ve % 25' in üzerinde kalanlar “çok fazla kireçli” olarak isimlendirilirler. Buna göre; A noktası toprakları (% 6,38) ve B noktasındaki toprakları (% 7,66) orta kireçli, C noktası toprakları (% 25,2) ise çok fazla kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005). Kurak bölge topraklarında kireç fazlalığı görülmektedir (Akalan 1974). Dolayısıyla Malkara İlçesi toprakları kurak bölge içerisinde kaldıklarından kireçli olmaları da beklenen bir durumdur.

Organik maddenin değerlendirilmesi yapıldığında, % 0- 1 “çok az”, % 1- 2 “az”, % 2- 3 “orta”, % 3- 4 “iyi” ve % 4 üzeri “yüksek” tir. Buna göre; organik madde içeriği A noktası topraklarının yüksek (% 5,53), B noktası topraklarının orta (% 2,35) ve C noktası topraklarının da çok az (% 0,8) bulunmuştur (Alpaslan ve ark. 2005). A noktası çöp döküm

yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ve çok yüksek miktarlarda ahır gübresi, organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları) getirildiğinden organik maddenin yüksek değerlerde çıkması beklenen bir durumdur.

Fosfor içerikleri, Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; A noktası topraklarında, çok fazla iken (290,15 ppm), B noktası topraklarında fazla miktarda (55,60 ppm) ve C noktası topraklarında da çok azdır (0,89 ppm). Aynı şekilde, potasyum A noktası topraklarında çok fazla (2884 ppm), B noktası topraklarında fazla (384,7 ppm), C noktası topraklarında ise az (120,3 ppm) olarak dağılım göstermektedir. Ayrıca stabilize edilmiş atıkta çoğu besin maddesi ekilebilir toprak ve ormandakilerden daha fazladır (Garcia ve ark. 1991). Topraktaki bitki ve hayvan atıklarının (ölü hayvanlar) içinde fosfor bulunmaktadır (Sağlam ve ark. 1993). Söz konusu hayvan dışkılarında; bitki gelişiminde önemli rol oynayan bitki besin maddelerinin bulunduğu bilindiğinden yüksek miktarda potasyum ve fosforun bulunma nedeni de anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, fosfor içerikleri A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çöp döküm alanından uzaklaştıkça, potasyumun ve fosforun kademeli olarak azaldığı görülmüştür. Bunun en büyük sebebi çöp döküm alan merkezine yüksek miktarlarda hayvan dışkılarının, organik evsel atıkların, hayvan ve bitki kalıntılarının atılmasıdır.

27605 Sayılı 08.06.2010 tarihli Resmi Gazete' de yayımlanan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği" n Ek- 1 Jenerik Kirletici Sınır Değerler Listesi' nde yer alan ve kirletici vasfında bulunan arseniğin sınır değeri 0,4 ppm' dir. Buna göre A noktası toprakları 2,25 ppm ile, B noktası toprakları 1,62 ppm ile, C noktası toprakları 1,41 ppm ile sınır değeri geçmektedir. Arsenik, toprakta şiddetle adsorbe edilir. Bu nedenle toprağın 10 cm' lik üst kısmında çok birikir. Başlıca kaynağı deterjanlar, biyosidler ve tekstil endüstrisi atıksularıdır (Çepel 1997). Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı her seferinde arsenik değerleri Yönetmeliğimiz standartlarının üzerinde bulunmuştur. Tın tekstürlü A noktası ve B noktası toprakları, tın tekstüre sahip olduklarından arsenik tutma kapasitesi kumlu topraklara göre daha yüksek ancak killi topraklara göre daha düşüktür. Bu bağlamda; tınlı topraklar da kumlu topraklara göre daha az yıkanarak arsenik miktarı birikim yapmasından dolayı fazlalaşmakta, ayrıca arsenik killi topraklarda suyla birlikte ortamdan uzaklaşmadığından dolayı yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Ancak A noktası çöp

döküm noktası olduğundan arsenik miktarının da yüksek olması beklenen bir durumdur. Uzun yıllar aynı sahada, periyodik olarak çöp dökümün gerçekleştirilmesi nedeniyle arsenik konsantrasyonunda sürekli bir artış gerçekleşmekte ve çöp döküm yapılan sahada ve civarında ilgili yönetmelik sınırlarının çok üzerinde arsenik bulunmasına yol açmaktadır. Meunier ve ark. (2010)' tarafından; vahşi depolama alanlarında oldukça karmaşık proseslere sahip olan sızıntı suyunun oluşumu ile arsenik sadece depolama yapıldığı alanda değil çevre bölgelere de yayılım gösterebildiği rapor edilmiştir. B ve C noktalarında tespit edilen arsenik değerleri, ağır metalin civar bölgelere de yayılabildiğini göstermektedir.

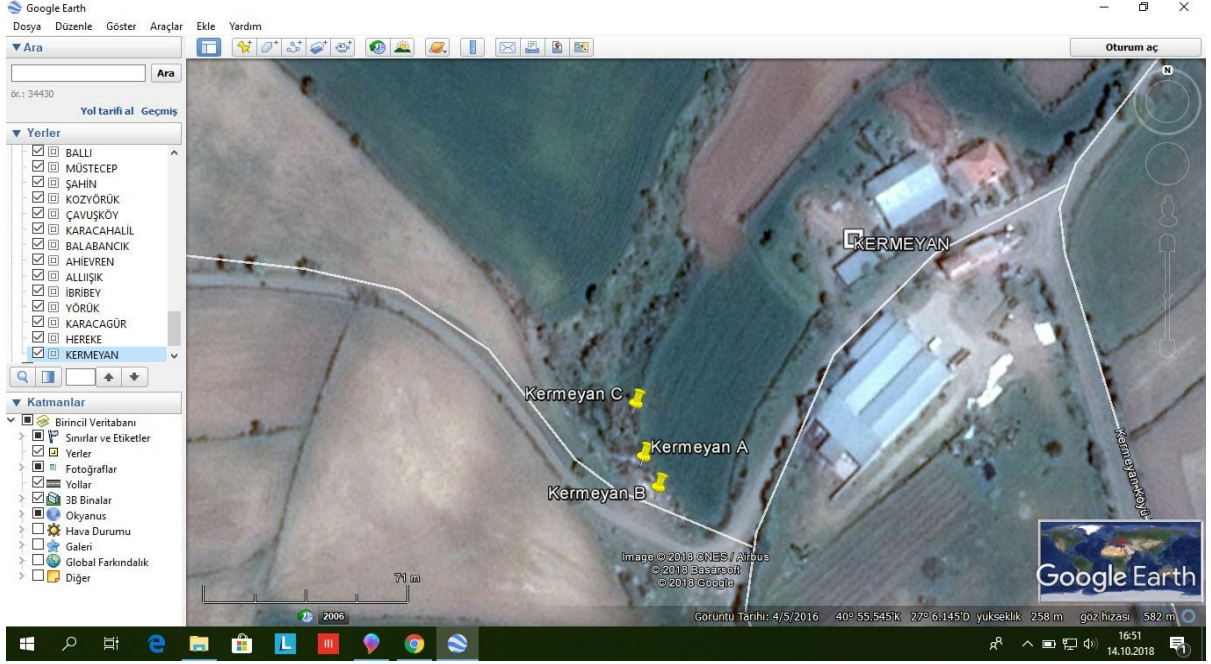
#### 4.10 Kermeyan Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Kermeyan mahallesi 210 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 87 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 91 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 15 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin içerisinde kalmakta ve ayrıca döküm yeri, köy mezarlığına yakın mesafede bulunmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.10.1, Şekil 4.10.1, Şekil 4.10.2, Şekil 4.10.3 ve Çizelge 4.10.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.10.1.** Kermeyan mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 55 484 N 027 06 084 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvaları, bol miktarda yanmış saman, amız, malç, kül ve cürufklar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.

B	40 55 478 N 027 06 088 E	A noktasına 13,62 m uzaklıkta
C	40 55 495 N 027 06 082 E	A noktasına 20,14 m uzaklıkta



**Şekil 4.10.1.** Kermeyan mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.10.2.** Kermeyan mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.10.2.** Kermeyan mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,46	0,97	2,83	2,83	149,69	2299	68,88	13,24	17,88	Kumlu tın	1,61
B	8,11	0,08	0,32	7,09	11,69	135	71,07	14,38	14,55	Kumlu tın	1,51
C	7,6	0,10	1,31	1,12	26,45	169,1	64,77	0,37	34,86	Kumlu killi tın	1,31

Kermeyan mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları ve B noktası toprakları kumlu tın tekstür sınıfında, C noktası topraklar ise kumlu killi tın tekstür sınıfındadır. Kumlu topraklar, killi ve organik madde içeren topraklara oranla bitki besin elementleri yönünden daha fakirdirler (Sağlam ve ark. 1993). Dolayısıyla A ve B noktası topraklarında bitki besin maddeleri, C noktası topraklarına göre daha az tutulmaktadır. Toprakların tuz, organik madde, P, K analiz sonuçları incelendiğinde; bu değerlerdeki artışın kil içeriğine paralellik gösterdiği görülmüştür. A noktası toprağının % 68,88 ve C noktası toprağının da kum yüzdesi % 64,77 olduğu belirlenmiştir. B noktası toprağı ise % 71,07 ile en fazla kum yüzdesine sahiptir (Şekil 4.10.3).

A noktası toprakları nötr ve B ve C noktaları topraklarının pH' ı da sırasıyla 8,11 ve 7,6 ile topraklar hafif alkali olarak sınıflandırılmıştır (Alpaslan ve ark. 2005). B ve C noktalarındaki pH' ın fazlalığı topraktaki mevcut CaCO<sub>3</sub>' dan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Çalışma alanında ana materyalin tabiatı pH üzerine etki yapmıştır.

A noktası toprakları çok tuzlu (% 0,97), B noktası toprakları (% 0,08) ve C noktası toprakları (% 0,10) ise tuzsuz özellik göstermektedir (Alpaslan ve ark. 2005).

Çalışılan topraklardan; A noktası toprakları (% 2,83) ve C noktası toprakları (% 1,12) kireçli, B noktası toprakları (% 7,09) ise orta kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005) Malkara' nın jeolojik yapısının genelde kireçtaşı, kiltası ve kumtaşına sahip olması, üzerinde oluşan toprağın kireçlilik oluşumunu etkilemiştir.

Çalışılan topraklardan; organik madde içeriği A noktası topraklarının orta (% 2,83), B noktası topraklarının çok az (% 0,32) ve C noktası topraklarının (% 1,31) da az olarak bulunmuştur (Alpaslan ve ark. 2005).

Eski araştırmalar vahşi depolama sahalarının yüksek organik içeriklere sahip olduğunu göstermiştir (Garcia ve ark. 1991). A noktası çöp döküm yerinin merkezi olduğundan ve çöp döküm yerine de sürekli ve çok yüksek miktarlarda ahır gübresi, organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları) getirildiğinden organik maddenin normal standardın üzerinde çıkması beklenen bir durumdur.

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla iken (149,69 ppm), B noktası topraklarında fosforun yeterli (11,69 ppm) ve C noktası topraklarında da fazla miktarda (26,45 ppm) olduğu tespit edilmiştir. Fosfor içerikleri A noktası topraklarında çöp dökümü burada gerçekleştirildiğinden çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, potasyum A noktası topraklarında çok fazla miktarda (2299 ppm), B noktası topraklarında az (135 ppm), C noktası topraklarında ise yeterli (169,1 ppm) seviyede olduğu bulunmuştur.

Anonim 2010' a göre arseniğin sınır değeri 0,4 ppm olup A noktası toprakları 1,61 ppm ile, B noktası toprakları 1,51 ppm ile, C, noktası toprakları 1,31 ppm ile çok geçtiği tespit edilmiştir. Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı hepsinde arsenik değerleri Yönetmeliğimizin standartları üzerinde bulunmuştur. Ayrıca; McLaughin ve ark. (2000)' e göre Avustralya tarım topraklarında 1- 20 mg/kg arsenik bulunduğu bildirilmiş olup mukayese yapıldığında

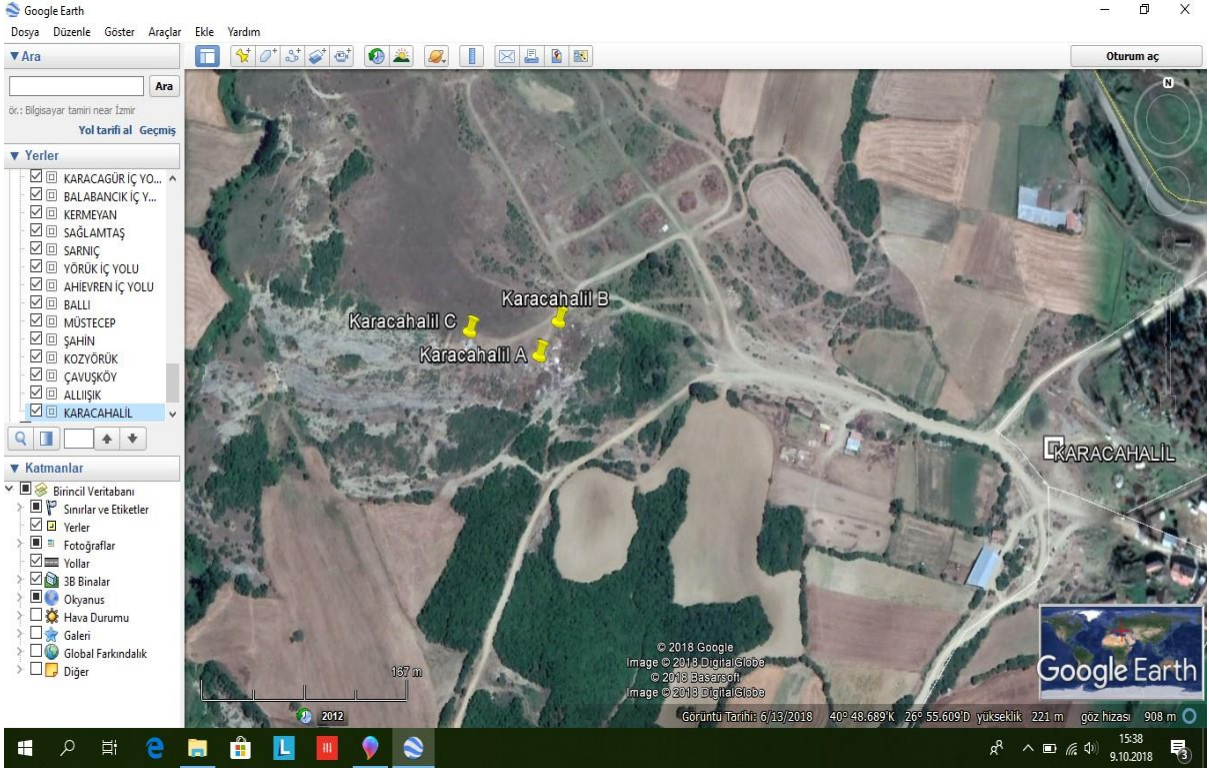
tarım arazileri içerisinde kalan C noktası topraklarındaki arsenik değerlerinin yüksek olmadığı görülmektedir. A noktası toprakları çöp döküm alanı içerisinde kaldığı bilindiğinden yoğun bir şekilde yığılan boya ve kimyasalların zaman içerisinde toprak üzerindeki etkisinin de arsenik yönünde olabileceği tahmin edilmektedir.

#### 4.11 Karacahalil Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Karacahalil mahallesi 446 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 185 ton çöp atığı birirmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 184 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 25 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup ormanlık alan içerisinde yer almakta ayrıca döküm yeri yanında köy mezarlığı bulunmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.11.1, Şekil 4.11.1, Şekil 4.11.2, Şekil 4.11.3 ve Çizelge 4.11.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.11.1.** Karacahalil mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 48 758 N 026 55 513 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman,anız, malç, kül ve cürufklar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 48 771 N 026 55 524 E	A noktasına 28,95 m uzaklıkta
C	40 48 767 N 026 55 473 E	A noktasına 58,97 m uzaklıkta



**Şekil 4.11.1.** Karacahalil mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.11.2.** Karacahalil mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)



**Çizelge 4.11.2.** Karacahalil mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	6,9	2,34	5,07	9,55	1001,40	1758	52,86	33,2	13,94	Kumlu tın	9,71
B	8,08	0,12	1,59	8,59	23,37	217,2	44,68	36,77	18,55	Tın	4,18
C	8,15	0,11	1,16	11,38	1,54	190,9	45,65	24,37	29,98	Kumlu killi tın	1,68

Karacahalil mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; araştırmada kullanılan A noktası toprakları kumlu tın, B noktası toprakları tınlı tekstür sınıfında ve C noktası toprakları ise kumlu killi tın tekstür sınıfındadır. A noktası topraklarında bitki besin maddeleri, B ve C noktası topraklarına göre çok daha az tutulmaktadır (Şekil 4.11.3).

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinde; A noktası toprakları nötr (6,9) olmakla birlikte, diğer noktaların toprakları ise hafif alkali (8,08 ve 8,15) olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005). Ana materyaller bol miktarda kireç içermektedir. Dolayısıyla alkali toprakların oluşması bu sebepten olduğu düşünülmektedir.

Kireç miktarı yeterlilik sınıflarına bakacak olursak, % 0- 1 “az kireçli”, % 1- 5 arası “kireçli”, % 5- 15 arası “orta kireçli”, % 15- 25 arası “fazla kireçli” ve % 25’ in üzerinde kalanlar “çok fazla kireçli” olarak isimlendirilirler. Buna göre; A noktası toprakları (% 9,55), B noktası toprakları (% 8,59) ve C noktası toprakları (% 11,38) orta kireçlidir (Alpaslan ve

ark. 2005). Bölgede genel bir kireçlilik özelliği hakimdir. Topraktaki kireç içeriğinin artışına paralel olarak toprak reaksiyonları da artış göstermiştir.

A noktası toprakları % 2,34 ile çok tuzlu, B noktası toprakları % 0,12 ve C noktası toprakları da % 0,11 değeri ile ise tuzsuz özellik göstermektedir (Alpaslan ve ark. 2005). Çöp döküm alanlarında tuzun, diğerlerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Organik madde sınıflandırılmasında baz alınan değerler, % 0- 1 “çok az”, % 1- 2 “az”, % 2- 3 “orta”, % 3- 4 “iyi” ve % 4 üzeri “yüksek” tir. A noktası topraklarında ise 5,07 ppm ile en yüksek organik madde miktarına sahip olduğu görülür. Örnekler incelendiğinde, organik madde içerikleri açısından B ve C noktası topraklarının organik madde miktarlarının sırasıyla % 1,59 ile % 1,16 değerleri ile az sınıfında olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005).

Alpaslan ve ark. (2005)’ nin sınıflamasına göre toprakların fosfor miktarları değerlendirilirken içerikleri 2,5 ppm’ in altında olanlar “çok az”, 2,5- 8 ppm arasındakiler “az”, 8- 25 ppm’ dekiler “yeterli”, 25- 80 ppm arasında “fazla” ve 80 ppm üzerindeki “çok fazla” olarak nitelendirilmiştir. Buna göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla iken (1001,40 ppm), B noktası topraklarında fosfor miktarı yeterli seviyede (23,37 ppm) ve C noktası topraklarında fosfor miktarı çok az (1,54 ppm) olduğu gözlemlenmiştir.

Alpaslan ve ark. (2005)’ in yaptığı değerlendirmede potasyum sınır değerleri 50 ppm’ in altında “çok az”, 50- 140 ppm “az”, 140- 370 ppm aralığında “yeterli”, 370- 1000 ppm “fazla” ve 1000 ppm’ in üzerindeki “çok fazla” olarak belirlenmiştir. Buna göre; potasyum A noktası topraklarında çok fazla (1758 ppm), B ve C noktaları topraklarında (217,2 ppm ve 190,9 ppm) yeterli olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında bulunan B ve C noktası topraklarının potasyum miktarının A noktasına göre oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Anonim 2010’ a göre arseniğin sınır değeri 0,4 ppm olup A noktası toprakları 9,71 ppm ile, B noktası toprakları 4,18 ppm ile, C noktası toprakları 1,68 ppm ile sınır değeri geçmektedir. A noktası kumlu tın tekstür sınıfına sahip olmasına rağmen çöp döküm alanı olup çeşitli çöp atıklarının arsenik içermesi nedeniyle 9,71 ppm arseniğe ulaşmıştır. Ortaya çıkan kirleticilerin diğer iki ana grubu, insan yapımı nanopartiküllerdir. İnsan yapımı

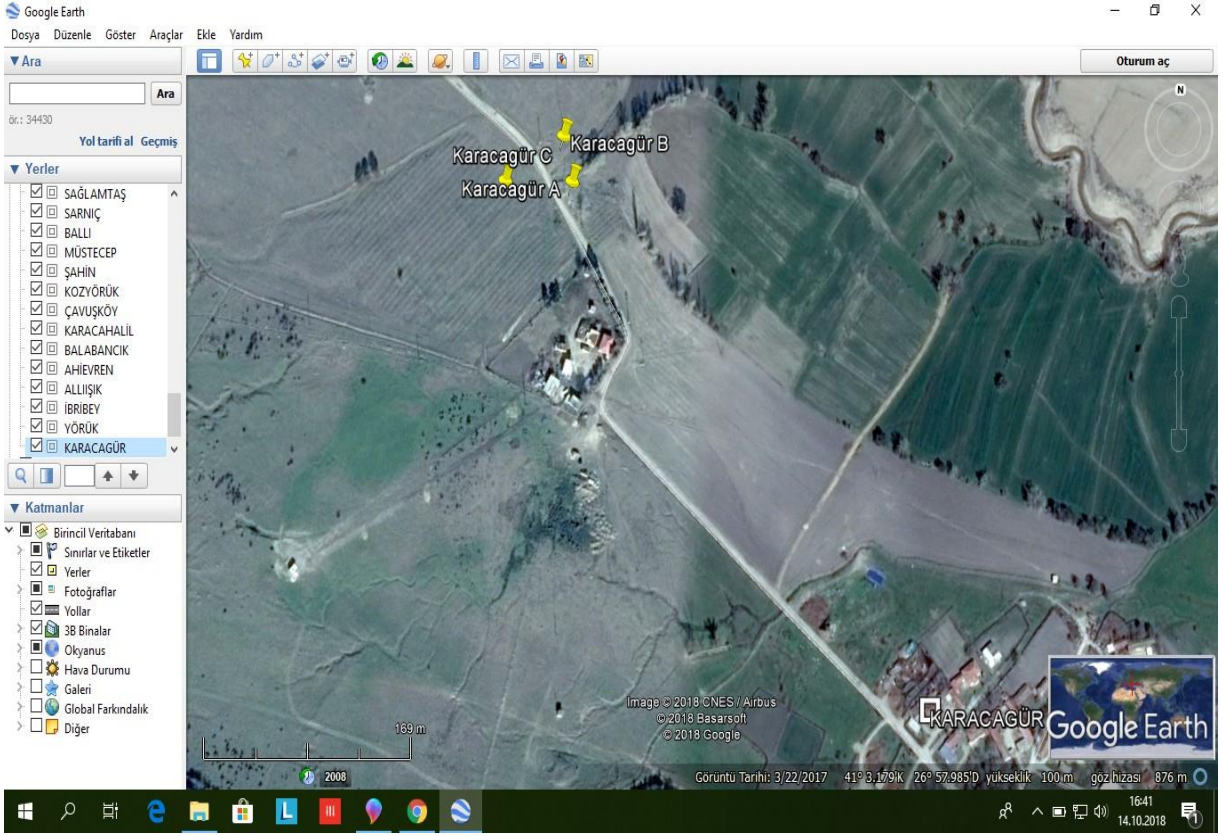
nanopartiküller içeren veya gerektiren ürün sayısı son on yılda büyük ölçüde artmıştır ve boyalara, kozmetiklere, tekstillere, kağıtlara, plastiklere ve gıdalara katkı maddeleri de dahil olmak üzere binden fazla üründe bulunmaktadır (Fiorino 2010). Ayrıca teksillerde kendi kendini temizleyen, su ve kir tutmayan, anti-mikrobiyal ve ultraviyole ve aşınmaya dayanıklı giysiler üretmek için kullanılırlar. Üretilen nanopartiküller, hem organik hem de inorganik kirleticilerin etkisinin azaltılması amacıyla, toprağın iyileştirilmesinde kasıtlı olarak uygulanır ve ayrıca çeşitli yollarla istemeden toprakta serbest kalırlar (Pan ve Xing 2012). Kirletici maddelerin emilimine ve toprağın özelliklerine ilişkin pek çok genelleme yapılabilir. İlk olarak, toprağın organik madde içeriği emilme üzerinde baskın kontroldür. Toprak organik maddesi, iyonik reaksiyonlar için hem yüklü bölgeleri hem de fiziksel emilme süreçlerini geliştiren oldukça karmaşık yapılar sağlamaktadır. Çözünen organik madde, aynı zamanda nanopartiküller ile etkileşime girebilir, yüzey özelliklerini ve birikme durumlarını değiştirebilir, böylece nanopartiküllerin hareketliliğini ve biyoyararlanımını arttırabilir (Pan ve Xing 2012; Wang ve ark. 2011). Organik maddenin nanopartiküller ile etkileşime girdiği ve toprakta birikime neden olduğu düşünülmektedir. İkincisi, kil içeriği ve kil minerallerinin doğası emilme üzerinde güçlü bir ikincil kontroldür (Bradl 2004). Ancak, bu mahallede kil yüzdesinin artmasına bağlı olarak arsenik miktarında artış görülmemektedir. Tekstil endüstrisinde kullanılan ve dünya üzerinde mikroorganizmaları öldüren binlerce kimyasal maddelerden birçoğu, bitki ve hayvansal özler, arsenik, kurşun, kalay, civa, gümüş gibi doğal maddeler olduğu bilinmektedir (Arslan 2009). Tekstil malzemelerinin ağır metal ve bunun yanı sıra arsenik içerebileceği anlaşılmaktadır. Boyalarda, çürüme önleyici ajanlar olarak arsenik bileşikleri (bakır aseto-arsenat vb.) kullanılmaktadır (Ünver ve ark. 2018). 25 yıl gibi bir zaman periyodu içerisinde tekstil malzemelerin ve boya kutularının içerisindeki kimyasalların toprağa karışmasıyla gerçekleşen bozunma reaksiyonları neticesinde arsenik toprakta şiddetli bir şekilde birikmiş ve dolayısıyla arsenik konsantrasyonunun artmasına neden olmuş olabilir. Özetle; A noktası topraklarının yüksek arsenik içermesinin sebebi uzun yıllar boyunca çöp döküm yapılması ve çöplerden kaynaklanan arseniğin toprakta birikim yapmasıdır.

#### 4.12 Karacagür Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Karacagür mahallesi 237 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 98 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 98 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 20 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları vahşi depolama şeklinde olup mera arazilerinin içerisinde yer almaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.12.1, Şekil 4.12.1, Şekil 4.12.2, Şekil 4.12.3 ve Çizelge 4.12.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.12.1.** Karacagür mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	41 03 261 N 026 57 755 E	Çöp döküm alanında; köpük mutfak malzemeleri, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, kül ve cürufur, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	41 03 279 N 026 57 748 E	A noktasına 36,48 m uzaklıkta
C	41 03 259 N 026 57 712 E	A noktasına 60,32 m uzaklıkta



Şekil 4.12.1. Karacagür mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)



b-)

Şekil 4.12.2. Karacagür mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.12.2.** Karacagür mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,42	0,28	1,63	1,75	34,53	671,8	25,2	58,34	16,46	Siltli tın	2,81
B	6,92	0,10	1,87	0,88	10,53	163,1	54,9	20,42	24,67	Kumlu killi tın	2,73
C	7,12	0,12	2,21	0,72	6,29	199,5	54,73	16,4	28,87	Kumlu killi tın	2,94

Karacagür mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprak örneklerinde yapılan analizlerde toprakların tekstür yapılarının Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları siltli tın, B ve C noktaları toprakları kumlu killi tın tekstür sınıfında olduğu görülmektedir. A noktası topraklarında bitki besin maddelerinin, B ve C noktası topraklarına göre daha az tutulduğu tespit edilmiştir. C noktası toprağı % 28,87 ile en fazla kile sahip olup bunu B noktası % 24,67 ile, A noktası da % 16,46 ile takip etmektedir (Şekil 4.12.3).

Elde ettiğimiz bu pH değerlerine ilişkin sonuçlarda; A, B ve C noktası topraklarının nötr olduğu görülmektedir (Alpaslan ve ark. 2005).

Toprak örneklerinin % tuz değerleri incelendiğinde; A noktası toprakları hafif tuzlu (% 0,28), B noktası toprakları (% 0,10) ve C noktası toprakları (% 0,12) ise tuzsuz olduğu belirlenmiştir (Alpaslan ve ark. 2005).

Toprakların % CaCO<sub>3</sub> miktarları incelendiğinde; A noktası toprakları kireçli (% 1,75), B noktası toprakları (% 0,88) ve C noktası toprakları (% 0,72) ise az kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005).

Organik madde sınıflandırılmasında baz alınan değerler, % 0- 1 “çok az”, % 1- 2 “az”, % 2- 3 “orta”, % 3- 4 “iyi” ve % 4 üzeri “yüksek” tir. Organik madde içerikleri bakımından en az organik madde 1,63 ppm ile A noktasında izlenmiştir. C noktası topraklarında ise 2,21 ppm ile en yüksek organik madde miktarına sahip olduğu görülür. Örnekler incelendiğinde, A noktası çöp döküm yeri olmasına rağmen organik madde içeriği çok yüksek değildir. Aynı zamanda; B noktası topraklarının da organik madde içeriği az ve C noktası toprakları ise orta seviyededir (Alpaslan ve ark. 2005). A, B ve C noktalarındaki kil yüzdeleri sırasıyla % 16,46, % 24,67 ve % 28,87 olup organik madde içerikleri (%1,63, % 1,87, % 2,11) ile paralel bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Alpaslan ve ark. (2005)' nın bildirdiğine göre toprakların fosfor miktarları değerlendirilirken içerikleri 2,5 ppm 'in altında olanlar “çok az”, 2,5- 8 ppm arasındakiler “az”, 8- 25 ppm' dekiler “yeterli”, 25- 80 ppm arasında “fazla” ve 80 ppm üzerindeki “çok fazla” olarak nitelendirilmiştir. Buna göre; fosfor miktarları A noktası topraklarında fazla iken (34,53 ppm), B noktası topraklarında yeterli (10,53 ppm) ve C noktası topraklarında (6,29 ppm) ise azdır (Alpaslan ve ark. 2005).

Alpaslan ve ark. (2005)' in yaptığı değerlendirmede potasyum sınır değerleri 50 ppm' in altında “çok az”, 50- 140 ppm “az”, 140- 370 ppm aralığında “yeterli”, 370- 1000 ppm “fazla” ve 1000 ppm' in üzerindeki “çok fazla” olarak belirlenmiştir. Buna göre; potasyum A noktası topraklarında fazla (671,8 ppm), B ve C noktaları topraklarında yeterli seviyede (163,1 ppm ve 199,5 ppm) olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında bulunan B ve C noktası toprakları A noktasına göre düşük potasyum miktarına sahiptir. En yüksek miktar ise A noktası topraklarında görülür.

A noktası toprakları 2,81 ppm ile, B noktası toprakları 2,73 ppm ile, C noktası toprakları 2,94 ppm ile sınır değer olan 0,4 ppm' ı aştığı görülmektedir (Anonim 2010). Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı hepsinde arsenik değerleri Yönetmeliğimizin standartları

üzerinde bulunmuştur. Birçok metal basit katyonik formlar halinde çıkmaktadır ancak arsenik daha karmaşık oksyanyonlar oluşturmaktadır. Metaller topraklarda, kil minerallerinde çok ince organik madde yüzeyinde adsorbe edilmektedirler (Morgan 2013). C noktası topraklarında bulunan kil yüzdesi (% 28,87) olup en yüksek değerdedir. B noktası topraklarındaki bulunan kil yüzdesi (% 24,67), C noktası topraklarında bulunan kil yüzdesinden sadece % 4' lük bir değerle azaldığı ancak A noktasına göre arttığı görülmektedir. Bu bağlamda, organik madde kil yüzdesine paralel olarak artmış olduğu görülmekte ve aynı zamanda B ve C noktası toprakları kil yüzdelilerindeki bu artışın, adsorbe edilen arseniğin konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanısıra; C noktasının tarım alanı olduğu ve ekim öncesi toprağa atılan zirai ilaçların da arsenik içerdiği bilindiğinden, bu faktörlerin arseniğin yükselmesine katkıda bulunabileceği tahmin edilmektedir.

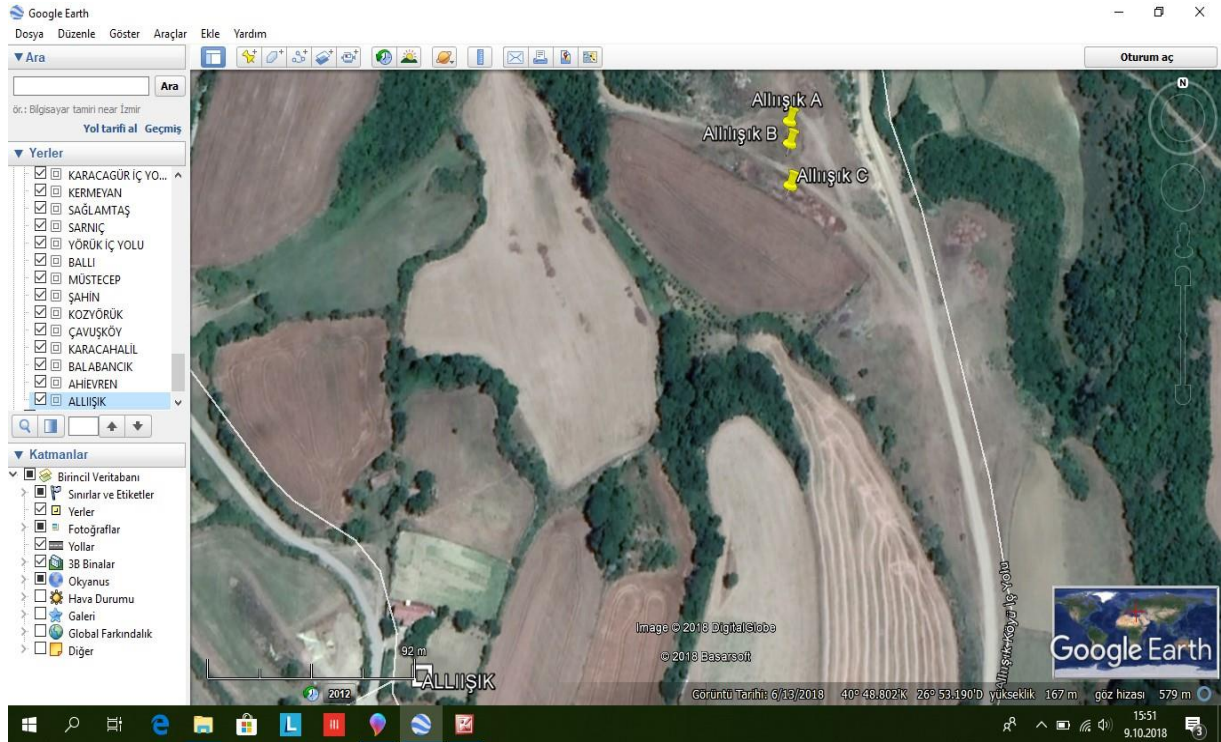
#### **4.13 Allışik Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler**

Allışik mahallesi 176 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 73 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 288 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 20 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup ormanlık alan içerisinde yer almaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.13.1, Şekil 4.13.1, Şekil 4.13.2, Şekil 4.13.3 ve Çizelge 4.13.2' de verilmiştir.



**Çizelge 4.13.1.** Allıışık mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 48 850 N 026 53 090 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cürufur, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 48 845 N 026 53 090 E	A noktasına 10 m uzaklıkta
C	40 48 835 N 026 53 090 E	A noktasına 28,7 m uzaklıkta



**Şekil 4.13.1.** Allıışık mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)



b-)

**Şekil 4.13.2.** Allıışık mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.13.2.** Allıışık mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,77	0,33	5,47	6,22	56,61	961,4	40,62	33,5	25,88	Tın	8,32
B	7,99	0,14	1,39	13,88	0,65	562,3	13,39	35,29	51,32	Kil	3,88
C	8,28	0,09	0,53	19,14	2,69	270,5	28,23	51,94	19,83	Siltli tın	3,87

Allışık mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprak örneklerinde yapılan analizlerde, toprakların tekstür yapılarının Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları tınlı tekstüre sahip, B noktası toprakları killi tekstür sınıfında C noktası toprakları ise siltli tın olduğu görülmüştür. Araştırma konusu toprakların organik madde, tuz, potasyum, oranlarında, A noktası topraklarından B ve C noktaları topraklarına doğru bir azalma görülmektedir (şekil 4.13.3).

Elde ettiğimiz pH değerlerine ilişkin sonuçlar A, B ve C noktasındaki toprakların hafif alkali olduğunu göstermiştir (Alpaslan ve ark. 2005). A, B ve C noktalarındaki pH' ın bu fazlalılığı, topraktaki mevcut CaCO<sub>3</sub>' dan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Topraktaki kireç içeriğinin artışına paralel olarak toprak reaksiyonları da artış göstermiştir.

Toprak rneklerinin % tuz değerleri incelendiğinde; A noktası toprakları hafif tuzlu (% 0,33), B noktası toprakları ve C noktası toprakları ise tuzsuz (% 0,14 ve % 0,09) olduğu görülmektedir (Alpaslan ve ark. 2005).

Kireç miktarının yeterlilik sınıflarına bakacak olursak, % 0- 1 "az kireçli", % 1- 5 arası "kireçli", % 5- 15 arası "orta kireçli", % 15- 25 arası "fazla kireçli" ve % 25' in üzerinde kalanlar "ok fazla kireçli" olarak isimlendirilirler. Bu bağlamda; A noktası toprakları ve B noktası toprakları orta kireçli (% 6,22 ve % 13,88), C noktası toprakları ise Alpaslan ve ark. (2005)' na göre fazla kireçli (% 19,14) tespit edilmiştir.

Organik madde sınıflandırılmasında baz alınan değerler, % 0- 1 "ok az", % 1- 2 "az", % 2- 3 "orta, % 3- 4 "iyi" ve % 4 üzeri "yüksek" tir. Organik madde içeriği A noktası topraklarının yüksek (% 5,47), B noktası topraklarının az (% 1,39), C noktası topraklarının (% 0,53) ise çok azdır. (Alpaslan ve ark. 2005). A noktası topraklarında organik maddenin yüksek olmasının en önemli sebebi evsel atıkların (mutfak ve yemek atıkları) ayrışmasından kaynaklanmaktadır.

Alpaslan ve ark. (2005)' nın bildirdiğine göre toprakların fosfor miktarları değerlendirilirken içerikleri 2,5 ppm' in altında olanlar "çok az", 2,5- 8 ppm arasındakiler "az", 8- 25 ppm' dekiler "yeterli", 25- 80 ppm arasında "fazla" ve 80 ppm üzerindeki "çok fazla" olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre; fosfor miktarları A noktası topraklarında fazla iken (56,61 ppm), B noktası topraklarında çok az (0,65 ppm) ve C noktası topraklarında ise az (2,69 ppm) düzeydedir.

Alpaslan ve ark. (2005)' in yaptığı değerlendirmede potasyum sınır değerleri 50 ppm' in altında "çok az", 50- 140 ppm "az", 140- 370 ppm aralığında "yeterli", 370- 1000 ppm "fazla" ve 1000 ppm' in üzerindeki "çok fazla" olarak belirlenmiştir. Buna göre; potasyum A noktası ve B noktası topraklarında fazla iken (961,4 ppm ve 562,3 ppm), C noktası topraklarında yeterli seviyede (270,5 ppm) olduğu görülmüştür. Dolayısıyla potasyumun en yüksek miktarının A ve B noktası topraklarında olduğu görülmektedir.

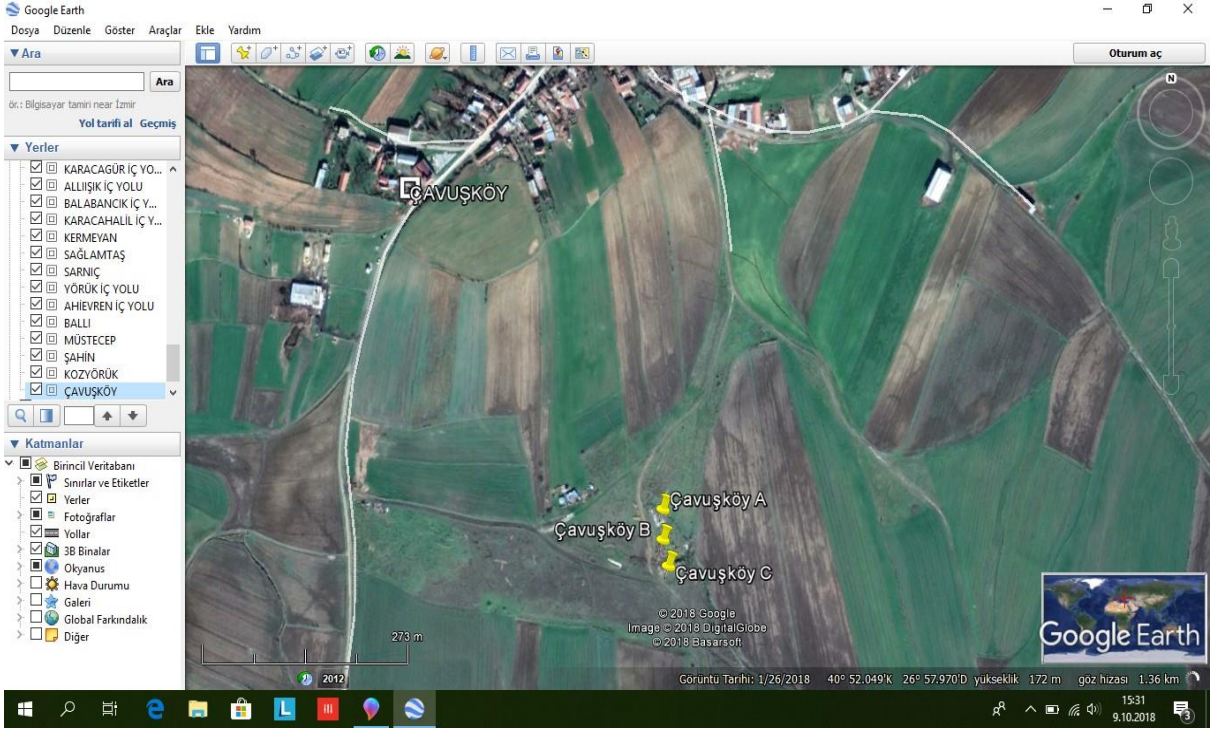
Allışik mahallesi çöp döküm noktasında çeşitli plastik türleri, boya kutuları ve kimyasal atıklar gözlemlenmiş olup arsenik kirliliği tespit edilirken benzer bir şekilde Im ve ark. (2015)' na göre de; arsenik kirliliğinin başlıca nedenleri boya, plastik ve kimya sektöründe kullanılan materyaller olduğu rapor edilmiştir. A noktası toprakları çöp döküm alanı içerisinde kaldığı bilindiğinden yoğun bir şekilde yığılan boya ve kimyasalların zaman içerisinde toprak üzerindeki etkisinin de arsenik yönünde olabileceği tahmin edilmektedir. Sahada bulunan atıklardan kaynaklı A noktası toprakları 8,32 ppm ile, B noktası toprakları 3,88 ppm ile, C noktası toprakları 3,87 ppm ile sınır değer olan 0,4 ppm' i çok fazla aştığı görülmektedir (Anonim 2010). B ve C noktalarında arsenik miktarlarının bu kadar yüksek oluşunun örnek noktalarının çöp döküm alanlarına çok yakın olmasından kaynaklı olabileceği de düşünülmektedir. Arseniğin toprağın üst kısmında birikmesinden ve oldukça kuvvetli bir şekilde toprak tarafından emilmesinden dolayı her seferinde arsenik değerleri Yönetmeliğimizin standartları üzerinde bulunmuştur. Ancak, İspanya (42 ppm), İskoçya (17,40 ppm), İtalya (16 ppm) ve Brezilya' da (11,50 ppm) bulunan mevzuat ve standartlar dahilinde mukayese edildiğinde Yönetmelik gereği sınır değeri aşan sonuçların bahsedilen ülkelerdeki arsenik konsantrasyonu sınır değerlerinin çok altında oldukları saptanmıştır.

#### 4.14 Çavuşköy Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Çavuşköy mahallesi 384 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 159 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 115 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 30 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin ortasında hatta şahıs arazilerine çöp yığılmaları yapılmıştır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.14.1, Şekil 4.14.1, Şekil 4.14.2, Şekil 4.14.3 ve Çizelge 4.14.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.14.1.** Çavuşköy mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 52 030 N 026 57 935 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cüruflar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 52 010 N 026 57 935 E	A noktasına 38,58 m uzaklıkta
C	40 51 992 N 026 57 940 E	A noktasına 71,39 m uzaklıkta



**Şekil 4.14.1.** Çavuşköy mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.14.2.** Çavuşköy mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.14.2.** Çavuşköy mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,15	0,96	5,50	6,54	1029,55	1362	47,10	30,85	22,05	Tın	3,76
B	7,90	0,12	2,65	3,51	0,51	433,7	15,74	43,84	40,42	Siltli kil	2,11
C	7,61	0,39	2,59	11,96	6,03	456,3	23,48	47,46	29,05	Killi tın	1,85

Çavuşköy mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin toprağın içerisindeki arsenik varlığından doğrudan etkilendiği tespit edilmiştir (Park ve ark. 2011).

Toprak örneklerinde yapılan analizlerde, toprakların tekstür yapılarının Soil Survey Division Staff (1993)' e göre A noktası toprakları tınlı tekstür sınıfında, B noktası toprakları siltli kil tekstür sınıfında ve C noktası toprakları ise killi tınlı olduğu görülmektedir. A noktası topraklarında kum yüzdesi 47,1 olup en yüksek düzeydedir (Şekil 4.14.3).

A noktası toprakları pH 7,15 ile nötr, B noktası ve C noktası toprakları ise sırasıyla 7,90 ve 7,61 değerleri ile hafif alkali oldukları tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005). Malkara' nın jeolojik yapısının genelde kireçtaşı, kiltası ve kumtaşından oluştuğu bilindiğinden B ve C noktası topraklarına ait pH' ının da neden hafif alkali olduğu anlaşılmaktadır.

Toprağın bir diğer kimyasal özelliği dikkate alındığında şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır. A noktası toprakları çok tuzlu (% 0,96), B noktası toprakları tuzsuz (% 0,12), C

noktası toprakları ise tuzlu (% 0,39) özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005).

Topraklarda ana materyale bağlı olarak kireç farklılığı belirlenmiştir. Özetle; bu araştırmada, toprakların % CaCO<sub>3</sub> miktarları incelendiğinde; A noktası toprakları (% 6,54) ve C noktası toprakları orta kireçli (% 11,96), B noktası topraklarının ise kireçli (% 3,51) olduğu görülmektedir (Alpaslan ve ark. 2005).

Toprakların organik madde içerikleri A noktası topraklarında yüksek bulunmuş, diğer topraklarda (B ve C noktası) ise orta seviyede çıkmıştır (Alpaslan ve ark. 2005). A noktası topraklarında organik madde % 5,5 iken, B noktası topraklarında % 2,65 ve C noktası topraklarında da % 2,59 olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla organik madde miktarlarında doğrusal bir orantı ile azalma olduğu saptanmıştır.

Stabilize edilmiş atıkta çoğu besin maddesi (özellikle fosfor ve potasyum) ekilebilir toprak ve ormandakilerden daha fazladır (Garcia ve ark. 2011). Fosfor içerikleri, Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; A noktası topraklarında çok fazla iken (1029,55 ppm), B noktası topraklarında (0,51 ppm) çok az ve C noktası (6,03 ppm) topraklarında ise azdır. Aynı zamanda potasyum A noktası topraklarında çok fazla iken (1362 ppm), B noktası (433,7 ppm) ve C noktası topraklarında (456,3 ppm) fazla miktarda bulunmuştur. Toprak örneklerinde; fosfor ve potasyum miktarları A noktası topraklarından B noktası topraklarına geçildiğinde azalmış ancak C noktası topraklarında tekrar artış göstererek yükselmiştir.

Çavuşköy çöplüğünde zengin bir evsel tehlikeli atık grubu bulunduğu gözlemlenmiş olup ayrıca Slack ve ark. (2004)' nın yapmış olduğu araştırma ile de benzerlik göstermektedir. Bu araştırmada; evsel tehlikeli atıklar için bildirilen atıkların kimyasal bileşimlerinde arsenik içeren çeşitli pestisidlerin, boya ürünlerinin, temizlik maddelerinin, çeşitli hobiler için kullanılan kimyasalların, pillerin ve motor yağların da vahşi depolama sahasında mevcut bulunduğu rapor edilmiştir. Evsel tehlikeli atıklardan kaynaklı arsenik bazlı toprak kirliliği nedeniyle; A noktası toprakları 3,76 ppm ile, B noktası toprakları 2,11 ppm ile, C noktası toprakları 1,85 ppm ile sınır değer olan 0,4 ppm' i çok geçmiştir (Anonim 2010). Meunier ve ark. (2010)' tarafından; vahşi depolama alanlarında oldukça karmaşık proseslere sahip olan



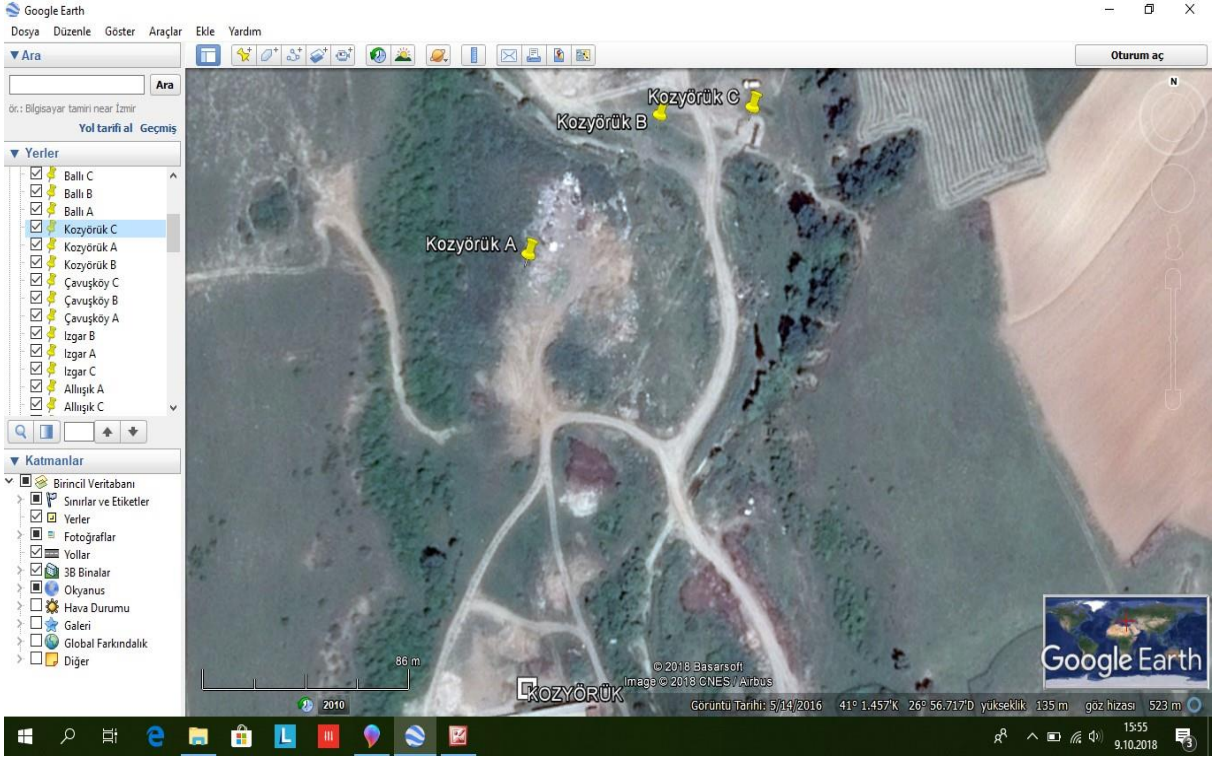
sızıntı suyunun oluşumu ile arsenik sadece depolama yapıldığı alanda değil çevre bölgelere de yayılım gösterebildiği rapor edilmiştir. B ve C noktalarında tespit edilen arsenik değerleri, ağır metalin civar bölgelere de yayılabildiğini göstermektedir.

#### 4.15 Kozyörük Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Kozyörük mahallesi 1303 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 539 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 177 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 30 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin arasında kalmakta ve ayrıca döküm yeri içerisinde küçük bir dere (Akyarlık) geçmektedir. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.15.1, Şekil 4.15.1, Şekil 4.15.2, Şekil 4.15.3 ve Çizelge 4.15.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.15.1.** Kozyörük mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

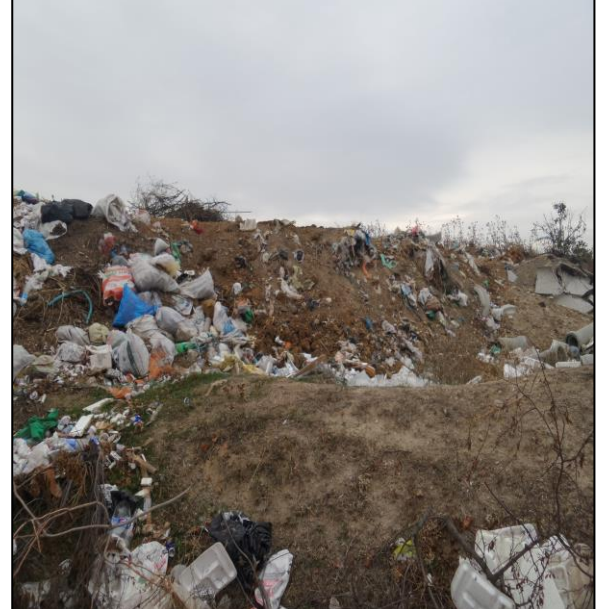
Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	41 01 480 N 026 56 650 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvaları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cüruflar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	41 01 510 N 026 56 690 E	A noktasına 78,89 m uzaklıkta
C	41 01 512 N 026 56 719 E	A noktasına 112,55 m uzaklıkta



**Şekil 4.15.1.** Kozyörük mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.15.2.** Kozyörük mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.15.2.** Kozyörük mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,16	2,36	2,75	2,6	110,53	1151	69,08	15,2	15,73	Kumlu tın	2,97
B	7,76	0,07	0,36	0,96	2,45	91,44	75,45	10,16	14,39	Kumlu tın	3,31
C	7,52	0,09	0,87	0,64	0,51	161,3	47,9	22,85	29,25	Kumlu killi tın	3,67

Kozyörük mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprakların fraksiyonları incelendiğinde; Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları ve B noktası toprakları kumlu tın tekstür sınıfında, C noktası toprakları ise kumlu killi tın tekstür sınıfında olduğu görülmektedir. A ve B noktası topraklarında kumlu tekstür yapılarından dolayı bitki besin maddeleri, C noktası topraklarına göre daha az tutulmaktadır (Şekil 4.15.3).

Elde edilen sonuçlara göre; A noktası toprakları nötr (7,16), B noktası (7,76) ve C noktası (7,52) toprakları hafif alkali bulunmuştur (Alpaslan ve ark. 2005).

Alpaslan ve ark. (2005)' e göre; A noktası toprakları çok tuzlu (% 2,36), B noktası toprakları ve C noktası toprakları ise tuzsuz (% 0,07 ve % 0,09) özellik göstermektedir.

A noktası toprakları kireçli (% 2,6), B noktası toprakları ile C noktası toprakları az kireçlidir (% 0,96 ve % 0,64) (Alpaslan ve ark. 2005).

Toprakların organik madde içerikleri incelendiğinde; A noktası topraklarının orta (% 2,75), diğerlerinin ise çok az (% 0,36 ve % 0,87) olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005). A, B ve C noktası topraklarında bulunan kil yüzdeleri ile organik madde içeriklerinin artışı ve azalması birbiri ile paralellik göstermektedir. Çöp materyallerinden organik kökenli olanlarının az olması nedeniyle A noktasında organik madde orta sınıfındadır.

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla iken (110,53 ppm), diğer topraklarda ise çok azdır (2,45 ppm ve 0,51 ppm). Aynı zamanda potasyum A noktası topraklarında çok fazla iken (1151 ppm), B noktası topraklarında az (91,44 ppm), C noktası topraklarda ise yeterli seviyededir (161,3 ppm).

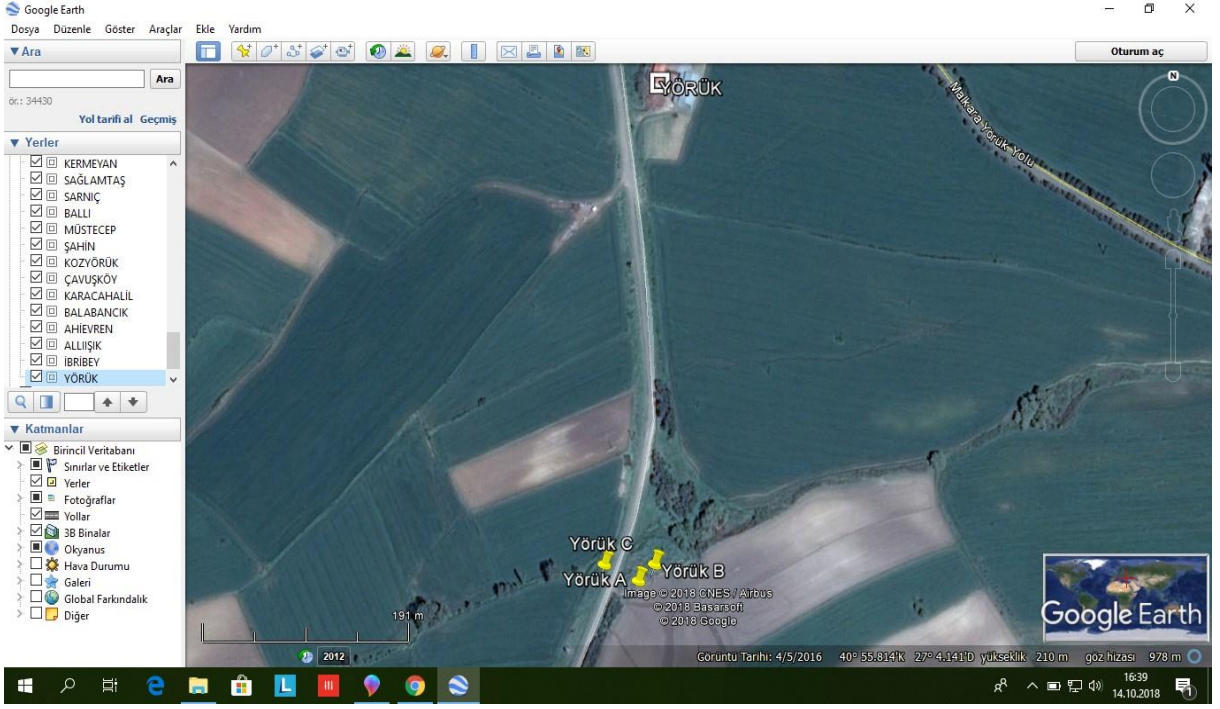
Topraklardaki arseniğin ana kaynakları zirai kimyasal bileşikler ve arsenik katkı maddeleri içeren hayvan yemi kaynaklı gübrelerdir (Komárek ve ark. 2010). Depolama sahasında bulunan zirai ilaç atıklarının bol miktarda olduğu gözlemlenmekte ve toprak üzerinde oldukça kötü tesirinin olduğu düşünülmektedir. Pestisidlerin kimyasal bileşiminde ve yapısında ve dolayısıyla toprak bileşenleri ile etkileşimlerinde çok geniş bir yelpaze bulunmaktadır (Gevao ve ark. 2000). Pestisidlerin dışında ayrıca, kullanılmış yem çuvallarının da çöp döküm alanında toprağa gömülü bir vaziyette bulunduğu bilinmektedir. Çöp döküm alanının A noktası olması, B noktalarında A noktasından daha fazla arsenik bulunması çöplerin çeşitli yollar ile etrafa yayıldığına bir göstergesidir. İskoçya' nın arsenik konsantrasyonu ile ilgili bölgesel toprak seviyesi 17,40 ppm olduğu bilinmekte ve ilgili sonuçlar ile kıyaslandığında halihazırda bulunan değerlerin bu standardın çok altında olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler incelendiğinde; A noktası toprakları 2,97 ppm ile, B noktası toprakları 3,31 ppm ile sınır değer olan 0,4 ppm' i çok geçtiği görülmektedir (Anonim 2010). C noktası topraklarında % 29,25 oranında kil bulunduğundan, A ve B noktası topraklarına göre daha yüksek arsenik içermesi beklenen bir durumdur. Meunier ve ark. (2010)' tarafından; vahşi depolama alanlarında oldukça karmaşık proseslere sahip olan sızıntı suyunun oluşumu ile arsenik sadece depolama yapıldığı alanda değil çevre bölgelere de yayılım gösterebildiği rapor edilmiştir. Diğer çöp döküm noktalarında olduğu gibi bu çöp döküm noktasında ve hatta çöp döküm noktasından belirli bir mesafede toprak örneği alınmış noktada da arsenik değerleri yüksek çıkmış, bunun en önemli sebeplerinden bir tanesi toprakların tekstür yapısı bir diğeri de da zirai ilaç atık kutuları varlığından ve ağır metalin civar bölgelere yayılım yapmasından kaynaklanmaktadır.

#### 4.16 Yörük Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

Yörük mahallesi 277 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 115 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 373 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 15 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları vahşi depolama şeklinde olup tarım arazilerinin içerisinde kalmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.16.1, Şekil 4.16.1, Şekil 4.16.2, Şekil 4.16.3 ve Çizelge 4.16.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.16.1.** Yörük mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 55 695 N 027 03 960 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cüruflar, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 55 703 N 027 03 970 E	A noktasına 20,94 m uzaklıkta
C	40 55 702 N 027 03 938 E	A noktasına 33,70 m uzaklıkta



Şekil 4.16.1. Yörük mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)



b-)

Şekil 4.16.2. Yörük mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.16.2.** Yörük mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,23	1,89	5,33	6,14	154,32	1242	50,1	43,51	6,38	Kumlu tın	7,41
B	7,47	0,10	1,76	0,96	7,83	372,7	34,43	29,15	36,42	Killi tın	1,57
C	7,31	0,14	2,07	0,8	26,18	380,5	33,07	26,89	40,04	Killi tın	0,94

Yörük mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, toprağın içerisindeki arsenik varlığından doğrudan etkilendiği tespit edilmiştir (Park ve ark. 2011).

Yapılan laboratuvar analiz sonuçlarına göre; A noktası topraklarının kumlu tın tekstür sınıfında, B noktası toprakları ve C noktası toprakları killi tın tekstür sınıfında olduğu görülmektedir (Soil Survey Division Staff 1993). B ve C noktaları, killi tın tekstür sınıfında olmalarına rağmen C noktasının kil içeriği (% 40,04), B noktasının kil içeriğine (% 36,42) göre fazla olması nedeniyle tuz, organik madde, fosfor, potasyum içeriklerinde az da olsa fazlalık gözlemlenmektedir (Şekil 4.16.3).

Elde edilen bulgulara göre; A, B ve C noktası toprakları nötr (7,23, 7,47 ve 7,31) olduğu saptanmıştır (Alpaslan ve ark. 2005).

Toprağın bir diğer kimyasal özelliği dikkate alındığında şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır. A noktası toprakları çok tuzlu (% 1,89), B noktası topraklarının (% 0,10) ve C

noktası topraklarının (% 0,14) ise tuzsuz özellikte olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005).

Bu araştırmada, kireç miktarının yeterlilik sınıflarına bakacak olursak, % 0- 1 “az kireçli”, % 1- 5 arası “kireçli”, % 5- 15 arası “orta kireçli”, % 15- 25 arası “fazla kireçli” ve % 25’ in üzerinde kalanlar “çok fazla kireçli” olarak isimlendirilirler. Bu bağlamda; A noktası toprakları orta kireçli (% 6,14), B noktası toprakları ve C noktası toprakları ise Alpaslan ve ark. (2005)’ na göre az kireçli (% 0,96 ve % 0,8) tespit edilmiştir.

Topraktaki organik maddenin önemi düşünüldüğünde yapılan değerlendirmede, % 0- 1 “çok az”, % 1- 2 “az”, % 2- 3 “orta, % 3- 4 “iyi” ve % 4 üzeri “yüksek” tir.

Organik madde içeriği A noktası topraklarının yüksek (% 5,33), B noktası topraklarının az (% 1,76) ve C noktası topraklarının (% 2,07) da orta sınıfında olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005).

Stabilize edilmiş atıkta çoğu besin maddesi (özellikle fosfor ve potasyum) ekilebilir toprak ve ormandakilerden daha fazladır (Garcia ve ark. 1991). Bu çalışmada, Alpaslan ve ark. (2005)’ nın değerlendirmesine göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla iken (154,32 ppm), B noktası topraklarında az (7,83 ppm) ve C noktası topraklarında fazla bulunmuştur (26,18 ppm). Aynı zamanda potasyum A noktası topraklarında çok fazla iken (1242 ppm), B noktası topraklarında ve C noktası topraklarında fazla miktarda (372,7 ppm ve 380,5 ppm) olduğu görülmektedir.

27605 Sayılı 08.06.2010 tarihli Resmi Gazete’ de yayımlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği’ n Ek- 1 Jenerik Kirletici Sınır Değerler Listesi’ nde yer alan ve kirletici vasfında bulunan arseniğin sınır değeri 0,4 ppm’ dir. Toprakta biriken pestisidler toprağı derece derece yok edebilmektedir (Anonim 2018h). Pestisid kalıcılığı, davranışı ve hareketliliği de bozulma ve toprakta tutma mekanizmalarında olduğu gibi son derece değişkendir (Arias- Estévez ve ark. 2008). Kalıcı organik bileşiklerin en önemli bir kısımlarından bir tanesi de pestisidlerdir (Anonim 2010a, Tekbaş ve ark. 2010). Kalıcı organik bileşiklerde polisiklik aromatik hidrokarbonlar



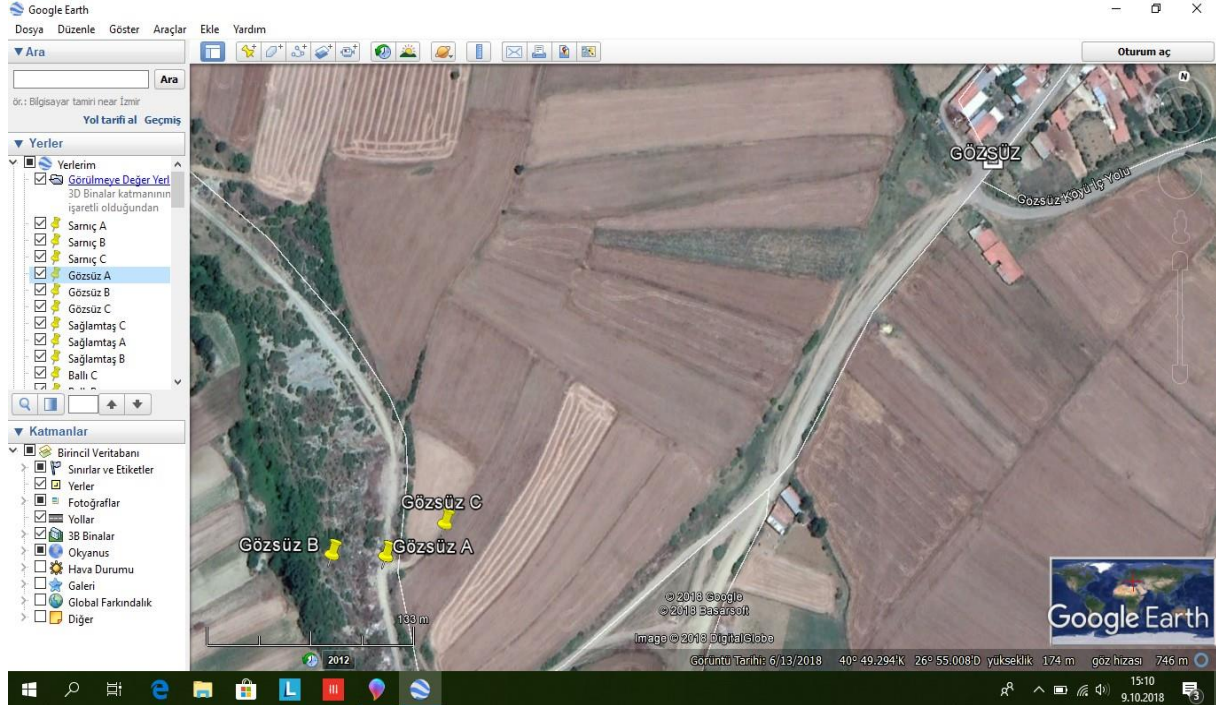
bulunmakta ve hava, su ve çökeltilerde yaygın olup kalıcıkları ve hidrofobiklikleri nedeniyle topraklarda birikmekte ve topraklarda uzun süre tutulmaktadır (Lin ve ark. 2013). Bu nedenle; çöp döküm merkezinde fazla miktarda bulunan zirai ilaç atıklarının döküm sahasında bulunan toprakların arsenik konsantrasyonunu yükselttiği tahmin edilmektedir. Buna göre A noktası toprakları 7,41 ppm ile, B noktası toprakları 1,57 ppm ile, C noktası toprakları 0,94 ppm ile sınır değeri aştığı görülmektedir. Tolunay (1997)' ye göre arsenik, toprak içinde çok yavaş hareket eder ve üst toprakta da sıkı bir şekilde tutulur. Bu bağlamda; 7,41 ppm' lik birikmiş konsantrasyonun sebebi, arseniğin yavaş hareket etmesinden dolayı ve çöp atıklarının 15 yıldır üst tabakada depolanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca; atıklardan her 3 grup için alınan numunelerinde belirlenen As konsantrasyonları sınır değerlerin çok üzerinde olduğundan, söz konusu çöplerin taşındığı anlaşılmakta ve alanı kontamine olarak sınıflandırmak için yeterli olduğu bilinmektedir. Kullanılan pestisidlerin büyük kısmı uygulama yerlerinden başka yerlere taşınmaktadır (Anonim 2018h).

#### **4.17 Gözsüz Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler**

Gözsüz mahallesi 684 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 283 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 400 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 25 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup mera arazileri içerisinde kalmaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.17.1, Şekil 4.17.1, Şekil 4.17.2, Şekil 4.17.3 ve Çizelge 4.17.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.17.1.** Gözsüz mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 49 232 N 026 54 655 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cürufur, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 49 230 N 026 54 630 E	A noktasına 34,43 m uzaklıkta
C	40 49 245 N 026 54 680 E	A noktasına 43,30 m uzaklıkta



**Şekil 4.17.1.** Gözsüz mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



a-)

b-)

**Şekil 4.17.2.** Gözsüz mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.17.2.** Gözsüz mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/ 2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,61	3,21	4,29	9,41	182,81	2803	49,99	45,17	4,85	Kumlu tın	12,36
B	8,16	0,10	1,33	11,09	0,89	153,1	28,89	46,98	24,13	Tın	5,35
C	8,36	0,09	0,45	18,03	0,65	120,9	26,08	49,2	24,72	Tın	2,78

Gözsüz mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin toprağın içerisindeki arsenik varlığından doğrudan etkilendiği tespit edilmiştir (Park ve ark. 2011).

Soil Survey Division Staff (1993)' e göre; A noktası toprakları kumlu tın tekstür sınıfında, B noktası toprakları ve C noktası toprakları tınlı tekstür sınıfındadır (Şekil 4.17.3).

Yılmaz (2015), kömür külü uyguladığı toprakların pH' larında artış olduğunu belirlemiştir. Çöp döküm alanında bol miktarda kül olduğunu gözlemleyebiliyoruz. Elde ettiğimiz bu pH değerlerine ilişkin sonuçlarda; A, B ve C noktası topraklarının hafif alkali (7,61, 8,16 ve 8,36) olduğu tespit edilmiştir (Alpaslan ve ark. 2005).

Toprağın bir diğer kimyasal özelliği dikkate alındığında şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır. A noktası toprakları çok tuzlu (% 3,21), B noktası topraklarının tuzsuz (% 0,10), yine aynı şekilde C noktası topraklarının da tuzsuz (% 0,09) özellik gösterdiği anlaşılmaktadır (Alpaslan ve ark. (2005).

Bu araştırmada, kireç miktarının yeterlilik sınıflarına bakacak olursak, % 0- 1 “az kireçli”, % 1- 5 arası “kireçli”, % 5- 15 arası “orta kireçli”, % 15- 25 arası “fazla kireçli” ve % 25' in üzerinde kalanlar “çok fazla kireçli” olarak isimlendirilirler. Bu bağlamda; A noktası toprakları ve B noktası toprakları orta kireçli (% 9,41 ve % 11,09), C noktası toprakları ise fazla (% 18,03) kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005).

Organik madde sınıflandırılmasında baz alınan değerler, % 0- 1 “çok az”, % 1- 2 “az”, % 2- 3 “orta, % 3- 4 “iyi” ve % 4 üzeri “yüksek” tir.

Organik madde içeriği A noktası topraklarının yüksek (% 4,29), B noktası topraklarının az (% 1,33) ve C noktası topraklarının çok az (% 0,45) bulunmuştur (Alpaslan

ve ark. 2005). A noktası topraklarında organik maddenin yüksek olmasının en önemli sebebi evsel atıkların (mutfak ve yemek atıkları) ayrışmasından kaynaklanmaktadır.

Stabilize edilmiş atıkta çoğu besin maddesi (özellikle fosfor ve potasyum) ekilebilir toprak ve ormandakilerden daha fazladır (Garcia ve ark. 1991). Alpaslan ve ark. (2005)' nın bildirdiğine göre toprakların fosfor miktarları değerlendirilirken içerikleri 2,5 ppm 'in altında olanlar "çok az", 2,5- 8 ppm arasındakiler "az", 8- 25 ppm' dekiler "yeterli", 25- 80 ppm arasında "fazla" ve 80 ppm üzerindeki "çok fazla" olarak nitelendirilmiştir. Buna göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla iken (182,81 ppm), diğer topraklarda ise çok az (0,89 ppm ve 0,65 ppm) bulunmuştur. Yine aynı şekilde, Alpaslan ve ark. (2005)' in yaptığı değerlendirmede potasyum sınır değerleri 50 ppm' in altında "çok az", 50- 140 ppm "az", 140- 370 ppm aralığında "yeterli", 370- 1000 ppm "fazla" ve 1000 ppm' in üzerindeki "çok fazla" olarak belirlenmiştir. Buna göre; potasyum A noktası topraklarında çok fazla iken (2803 ppm), B noktası topraklarında yeterli (153,1 ppm), C noktası topraklarında ise az (120,9 ppm) olarak dağılım göstermektedir.

Anonim 2010' a göre arseniğin sınır değeri 0,4 ppm olup A noktası toprakları 12,36 ppm ile, B noktası toprakları 5,35 ppm ile, C noktası toprakları 2,78 ppm ile sınır değeri çok fazla aştığı görülmektedir. Bu bağlamda; kumlu topraklar A noktası topraklarında, besin maddeleri de kolaylıkla yıkanarak ortamdaki uzaklaşmaktadır. Ancak, A noktası toprakları ise kumlu tınlı tekstür olmasına rağmen arsenik miktarı düşmemiş aksine yükselmiştir. Bu yükselmenin en önemli sebeplerinden bir tanesi; çöp döküm alanının 25 yıl gibi uzun bir süre kullanılıyor olması dolayısıyla her yıl dökülen yaklaşık 283 ton çöpün vahşi depolama sahasında depolanmasıdır (birikim yapmasıdır). Çöp döküm alanında ortaya çıkan kirleticiler, yakın zamanda ortaya çıkan ve sıklıkla izlenmeyen çok sayıda sentetik veya doğal olarak ortaya çıkan kimyasalları ifade etmektedir (Geissen ve ark. 2015). Farmasötik ve kişisel bakım ürünleri (PPCP'ler), son on yıldır yaygın olarak kullanılan bir kimyasal kirletici madde sınıfıdır. Pek çok ev temizlik ürünüde kullanılan ilaç malzemeleri, teşhis ajanları, kozmetik ürünleri, parfümler, besin takviyeleri ve katkı maddeleri de dahil olmak üzere 4.000' den fazla farmasötik ve kimyasal ürün bulunmaktadır. Pek çok PCPP, biyolojik olarak aktif bileşiklerdir (Boxall ve ark. 2012). Çöp depolama alanlarında, arsenik kalıcılığı ve toprak partiküllerine sıkıca bağlanması uzun vadede sonuçlandığı tespit edilmiştir (Moody 1994, Walter ve Wenzel 2002). Bu bağlamda; çöp döküm alanlarının arseniği de bünyesinde bulunduran çok çeşitli çöp atıkları bulunduğu için, zaman içerisinde bunların çürüyüp

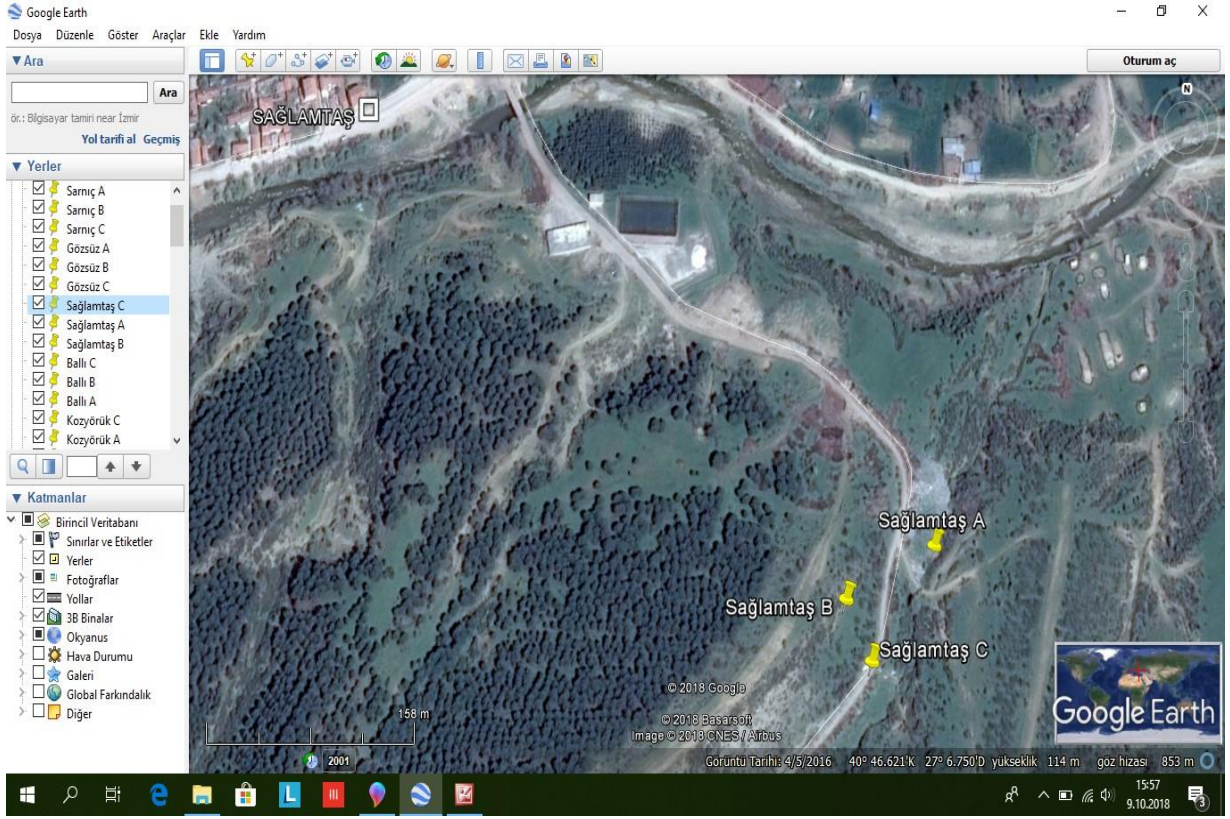
ayırışması sonucunda açığa çıkan arsenik toprakta birikmektedir ve özellikle A noktasında 12,36 ppm' e kadar yükselmiştir. Dolayısıyla sınır değerın 30,9 katı kadar aşılması, zarar verecek boyutta bir çevre kirliliğinin oluşabileceğini de düşündürmektedir. Aynı zamanda, kumlu tın tekstürlü topraklarda yıkanmanın daha fazla olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu topraklarda yıkanmanın da fazla olduğu düşünülduğünde yeraltısuyuna ne kadar As birikiyor olabileceği de çevre kirliliği açısından bir başka sorunu oluşturduğu dikkati çekmektedir.

#### 4.18 Sağlamtaş Mahallesi Çöp Depolama Alanına İlişkin Bilgiler

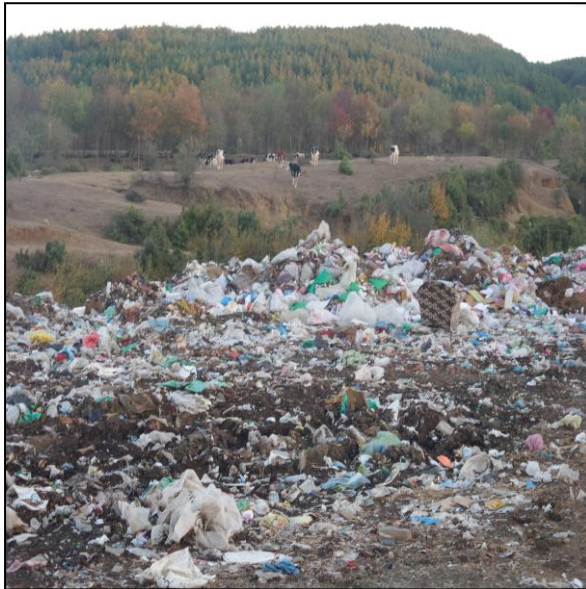
Sağlamtaş mahallesi 2006 kişilik nüfusa sahiptir. Mahallenin yılda 830 ton çöp atığı birikmektedir. Mahallenin çöp depolama alanı ilk yerleşim yerinden 525 m uzaktadır. Çöp depolama alanı 30 yıldır mahalle tarafından kullanılmaktadır. Çöp döküm alanları, vahşi depolama şeklinde olup devlet ormanı içerisinde yer almaktadır. Mahalleye ait çöp depolama alanının coğrafi konumu, toprak örneklerinin alındığı yerlerin google earth görüntüsü, toprak örneklerinin alındığı yerlere ilişkin fotoğraflar ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları Çizelge 4.18.1, Şekil 4.18.1, Şekil 4.18.2, Şekil 4.18.3 ve Çizelge 4.18.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.18.1.** Sağlamtaş mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresinden alınan toprak örneklerinin konumu

Örnek Nokta	Koordinatları	Çöp Alanı Özellikleri
A	40 46 550 N 027 06 700 E	Çöp döküm alanında; organik evsel atıklar (mutfak ve yemek atıkları), köpük mutfak malzemeleri, hayvan dışkıları (ahır gübresi), ölü hayvanlar, tarım ilaç kapları (pestisid kutuları), hayvan yem çuvalları, bol miktarda yanmış saman, anız, malç, kül ve cürüfler, inşaat/yıkıntı atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler, iri hacimli atıklar, ev eşyası kırıkları, boş boya kutuları, kullanılmış deterjan kutuları, ambalaj atıkları (kağıt ve kağıt kökenli maddeler, her türlü metal parçaları, plastik ve plastik kökenli atıklar, cam ve cam kökenli atıklar) bulunmaktadır.
B	40 46 500 N 027 06 640 E	A noktasına 79,36 m uzaklıkta
C	40 46 508 N 027 06 665 E	A noktasına 91,68 m uzaklıkta



**Şekil 4.18.1.** Sağlamtaş mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir google earth görüntüsü



**a-)**



**b-)**

**Şekil 4.18.2.** Sağlamtaş mahallesi çöp depolama alanı ve toprak örneklerinin alındığı yerleri gösterir fotoğraflar (a, b)

**Çizelge 4.18.2.** Sağlamtaş mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve yakın çevresine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve arsenik analiz sonuçları

Toprak Nokt.	pH 1/2,5 toprak su	Tuz (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	P (ppm)	K (ppm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Sınıfı	Arsenik (ppm)
A	7,02	1,88	5,46	7,02	226,08	2577	62,38	22,54	15,08	Kumlu tın	3,44
B	7,28	0,06	1,14	0,48	0,38	214,1	22,21	33	44,79	Kil	2,55
C	7,68	0,17	1,66	1,28	54,18	220,2	31,65	31,2	37,16	Killi tın	2,40

Sağlamtaş mahallesi vahşi çöp depolama alanı ve çevresine ait toprakların özellikleri irdelendiğinde:

Toprak örneklerinde yapılan analizlerde Soil Survey Division Staff (1993)' e göre toprakların tekstür yapılarının A noktası topraklarında kumlu tın, B noktası topraklarında killi ve C noktası topraklarında ise killi tın olduğu görülmektedir (Şekil 4.18.3).

A noktası ve B noktası toprakları nötr (7,02 ve 7,28), C noktası toprakları hafif alkali (7,68) olarak bulunmuştur (Alpaslan ve ark. 2005).

WHO (2006)' ya göre; topraklara deterjan atıklarının uygulanmasının en önemli sonuçlarından birisi toprak tuzluluğunun arttığı bildirilmiştir. Pinto ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada deterjan atıklarının toprağa uygulanmasından sonra toprak EC değerinin arttığı ifade edilmektedir. Buna göre; çöp döküm noktasındaki tuzluluk değerlerine bakıldığında; A noktası topraklarının çok tuzlu (% 1,88), B noktası topraklarının tuzsuz (% 0,06), C noktası topraklarının ise hafif tuzlu (% 0,17) özellik gösterdiği görülmektedir (Alpaslan ve ark. 2005).



A noktası toprakları orta kireçli (% 7,02), B noktası toprakları az kireçli (% 0,48), C noktası toprakları (% 1,28) ise kireçlidir (Alpaslan ve ark. 2005). Toprak kireç içeriğinin artışına paralel olarak toprak reaksiyonları da artış göstermiştir.

Toprakların organik madde içerikleri incelendiğinde; A noktası topraklarında (% 5,46) yüksek değerde, B noktası topraklarında (% 1,14) ve C noktası topraklarında (% 1,66) değerleri ile az olduğu görülmüştür (Alpaslan ve ark. 2005).

Alpaslan ve ark. (2005)' na göre; fosfor içerikleri A noktası topraklarında çok fazla iken, B noktası topraklarında çok az ve C noktası topraklarında ise fazla miktardadır. Fosfor miktarı A noktasında 226,08 ppm değerinde olup bu miktar B noktasında azalma göstererek 0,38 ppm' e düşmüş, C noktasında ise artış göstererek 54,18 ppm' e yükselmiştir. Aynı zamanda potasyum A noktası topraklarında çok fazla iken (2577 ppm), B ve C noktası topraklarında yeterli seviyededir (214,1 ppm ve 220,2 ppm).

Matteson ve ark. (2014)' nin yapmış olduğu bir araştırmada cam ve seramik sanayi ile boya ve kimya sektörü gibi birçok alanda kullanılan arseniğin bu faaliyetler sonucunda oluşan atıklarla vahşi depolama alanlarında depolanması çevresel riskleri doğurabileceğini rapor etmişlerdir. Bu bağlamda; A noktası toprakları 3,44 ppm ile, B noktası toprakları 2,55 ppm ile, C noktası toprakları 2,40 ppm ile sınır değer olan 0,4 ppm' i geçtiği ve çevresel bir risk oluşturduğu anlaşılmaktadır. Sissino ve Moreira (1996), Hypolito ve Ezaki (2006)' ye göre akülerde, atıkyağlarda, teneke kutularda, toksik maddelerin bulunduğu pek çok endüstriyel atıkta arsenik de dahil olmak üzere ağır metaller bulunduğu bildirilmiştir. Bu hususta; Sağlambaş mahallesi çöp döküm noktasında mevcut bulunan atıklar arasında evsel ve endüstriyel tehlikeli atıklar olduğu ve bu atıklarda arsenik bulunabileceği tahmin edilmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak reaksiyonu pH açısından değerlendirildiklerinde; A noktası çöp alanları için 7 mahallede 7,51- 7,77 ile “hafif alkali”, 11 mahallede 6,9-7,74 arası olup “nötr” sınıfta yer almıştır. Çöp alanı dışındaki diğer topraklarda ise 8 mahallede 6,6- 7,47 ile “nötr” ve 28 mahallede 7,52- 8,36 arası ile “hafif alkali” bulunmuştur. Araştırma topraklarının ortalama pH değerleri 7,65’ dir. Malkara’ nın yıllık yağış miktarının düşük olduğu ve bölgenin jeolojik yapısının genelde kireçtaşı, kıltaşı ve kumtaşından oluştuğu bilindiğinden; toprakların % 37,03 ‘ün pH’ ı “nötr” ve % 62,97’ si “hafif alkali” olduğu tespit edilmiştir. Arseniğin çeşitli formlarda bulunabilmesi ve organometal oluşturabilme yeteneği çöp depolama alanındaki diğer metallerle etkileşime girme kapasitesini arttırmaktadır (Mench ve ark. 2006).

Araştırma topraklarında % tuz içerikleri sırasıyla; % 48,15’ i “tuzsuz”, % 25,93’ ü “çok tuzlu”, % 5,55’ i “tuzlu”, % 20,37’ si de “hafif tuzlu” kategorisinde yer almaktadır. Çöp dökümlerinin yapıldığı A noktası çöp alanları için 3 mahallede 0,28- 0,33 arasındaki değerler “hafif tuzlu”, 13 mahallede % 0,96- 3,37 arasındaki değerler “çok tuzlu” ve Izgar mahallesinde de % 0,55 olup “tuzlu” sınıfta yer almaktadır. Çöp alanı dışındaki diğer topraklarda ise 8 mahallede 0,16- 0,33 değerleri arasında olup “hafif tuzlu” sınıfta yer almaktadır. Ayrıca, 26 mahallenin toprakları ise % 0,06- % 0,14 arasında olup “tuzsuz” olarak nitelendirilmekte, Çavuşköy mahallesinde de % 0,39 değeri ile “tuzlu”, Müstecep mahallesinin % 1,27 yüzdelik oranı ile “çok tuzlu” sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir.

Organik madde kapsamı açısından araştırma toprakları; % 0,14 ile % 5,57 arasında olup, ortalama organik madde miktarı % 2,25 olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % 42,59’ unda organik maddenin yeterli olduğu tespit edilmiştir. A noktası topraklarında 11 mahallede % 4,29- 5,5 arasındaki değerler ile “yüksek” organik madde tespit edilmiş, Sarnıç ve Izgar mahallelerinde ise % 3,29- 3,73 arasındaki değerler ile de “iyi” sınıfta olduğu belirlenmiştir. Çöp alanı dışındaki diğer toprakların organik madde değerleri 17 mahallede % 0,14- 0,87 ile “çok az”, 6 mahallede % 2,07- 2,65 ile “orta” ve 11 mahallede de % 1,14- 1,92 değerleri arasında “az” kategorisinde yer almaktadır.

Bunların dışında, Balabancık mahallesinde organik madde miktarı “iyi” sınıfta ve % 3,45 değerinde olup Müstecep mahallesinin de % 4,02’ lik değeri ile “yüksek” olduğu

saptanmıştır. Fosfat gübrelerinin uzun vadeli kullanımı ile toprağa mühim miktarda arsenik katılmaktadır. Tarım alanlarında kullanılan gübrelerdeki arsenik konsantrasyon miktarları, fosfat gübresinde 1- 1200 µ/kg, nitrat gübresinde 2- 120 µ/kg' dır (Atabey 2009).

Kireç kapsamına göre araştırma toprakları değerlendirildiklerinde; % 0,48 ile % 19,14 arasında değişkenlik gösteren değerler ile tüm kategorilerde toprak olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, kireçlilik ile ilişkili olarak, topografya dikkate alınmaksızın toplama noktaları arasındaki değerlerde büyük bir değişim gözlemlendiği de kayıt altına alınmıştır. Malkara İlçesi toprakları kurak bölge içerisinde yer aldıklarından dolayı kireçli olmaları da beklenen bir durumdur. A noktası çöp alanları toprakları incelendiğinde 14 mahallenin kireç yüzdeleri 5,26- 11,64 arasında değişmekte olduğu, “orta kireçli” bir yapıya sahip oldukları ve 4 mahallenin de kireç yüzdelerinin 1,75- 4,79 arasında olduğu ve “kireçli” olarak sınıflandırıldıkları görülmektedir. Çöp alanı dışındaki diğer toprakların kireç yüzdeleri sırasıyla 15 mahalle için 5,18- 13,88 ile “orta kireçli”, 8 mahalle için 1,12- 4,31 ile “kireçli”, 8 mahalle için 0,48- 0,96 ile “az kireçli” ve Ballı, Izgar, Allıuşık ve Gözsüz mahalleleri için 15,31- 19,14 ile “fazla kireçli” sınıfında yer almaktadır. Ayrıca, Ahievren mahallesinde % 25,2 değeri ile “çok fazla kireçli” toprak sınıfı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada incelenen parametrelerden biri olan değişebilir katyon miktarları yönünden incelendiğinde; toprakların K<sup>+</sup> içeriği 48,93- 5459 ppm, P<sup>+</sup> içeriği 0,26- 1092,56 ppm arasında değişim gösterdiği tespit edilir. Çöp dökümü yapılan sahalardan alınan toprak numunelerinde tespit edilen potasyum ve fosforun sınır değerlerin çok üzerinde bulunmasının en önemli nedenlerinden bir tanesi; bitkisel artıklar ve hayvansal kökenli ölü organik dokulardır. Çöp dökümlerinin yapıldığı A noktası çöp alanlarındaki fosfor değerleri, 16 mahallede 110,53- 1092,56 ppm ile “çok fazla”, 2 mahallede 34,53- 56,61 ppm ile “fazla” kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, B ve C noktası topraklarında 3 mahalle için 112,33- 180,63 ppm ile “çok fazla”, 6 mahalle için 26,18- 62,52 ppm ile “fazla”, 4 mahalle için 2,69- 7,83 ppm ile “az”, 18 mahalle için 0,26- 2,45 ppm ile “çok az” ve 5 mahalle için de 10,53- 23,37 ppm ile “yeterli” sınıfında bulunmuştur. A noktası çöp alanlarındaki potasyum değerleri ppm olarak değerlendirildiğinde, A noktası topraklarında 16 mahallede 1151- 4387 ppm aralık değerleri ile “çok fazla”, 2 mahallede 671,8- 961,4 ppm aralık değerleri ile “fazla” sınıfındadır. Çöp alanı dışındaki diğer topraklarda tespit edilen değerler ise sırasıyla, bir mahallede 48,93 ppm değeri ile “çok az”, 17 mahallede 152,9- 343,7 ppm değerleri ile “yeterli”, 3 mahallede 1094- 5459 ppm değerleri ile “çok fazla”, 5 mahallede 88,01- 135,00

ppm değerleri ile “az” ve 10 mahallede de 372,7- 911,2 ppm değerleri ile “fazla” sınıfında yer almaktadır.

Toprakların tekstür sınıflarına bakıldığında oldukça geniş bir dağılım gösterdikleri gözlemlenmiştir. Toprakların 14 tanesi “kumlu tın”, 7 tanesi “kil”, 1 tanesi “tınlı kum”, 2 tanesi “siltli kil”, 9 tanesi “killi tın”, 10 tanesi “tın”, 6 tanesi “kumlu killi tın”, bir tanesi “kil-kil tın”, 1 tanesi “siltli kil tın”, 2 tanesi “siltli tın” ve 1 tanesi “kumlu tın- tın” bünyelidir. Toprak örneklerinin kum içerikleri % 7- 83,56 arasında, silt içerikleri % 0,37- 58,34 arasında ve kil içerikleri % 6,38- 65,29 arasında değişim göstermektedir. Bu topraklardan çöp dökümlerinin yapıldığı A noktası olanlarda 10 mahalle “kumlu tın”, 6 mahalle “tınlı”, bir mahalle “killi tın” ve bir mahalle de “siltli tın” tekstür özelliklerine sahiptir. Çöp alanı dışındaki diğer topraklardaki tekstür yapısı incelendiğinde, bunlardan 5 mahallenin “kumlu tın”, 7 mahallenin “kil”, 9 mahallenin “killi tın”, 4 mahallenin “tın”, 2 mahallenin “siltli kil”, 6 mahallenin “kumlu killi tın”, bir mahallenin “tınlı kum”, bir mahallenin “siltli killi tın” ve bir mahallenin de “siltli tın” olduğu görülmektedir.

Sarıç, Hereke, Ballı, Balabancık, Ahievren, Kermeyan, Karacahalil, Alluşık, Çavuşköy, Yörük, Gözsüz ve Sağlamtaş mahallelerinde A noktası topraklarında arsenik konsantrasyonu en yüksek değerlerde olup bunun nedeni toprakların çöp döküm merkezinde bulunmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, İbribey ve Izgar mahallelerinde bulunan B noktası topraklarındaki arsenik yüksekliğinin, toprakların kil yüzdelerinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca; C noktası topraklarındaki yüksek arsenik derişiminin; Şahin, Müstecep, Karacagür ve Kozyörük mahallerinde bulunduğu bilinmekte ve bu topraklardaki yüksek konsantrasyonlarının nedeni de tarım ilacı atılan araziler olmasına bağlanmaktadır.

Çalışma sonunda; tüm toprak örneklerinin % 96,29’ unda arsenik miktarı; 08.06.2010 tarihinde 27605 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” te yer alan sınır değerinin çok üzerinde, % 3,71’ inde ise sınır değerinin altında bulunmuştur. Çalışmada kullanılan toprakların arsenik konsantrasyon ortalaması % 3,80 olarak hesaplanmıştır. A noktası topraklarının arsenik konsantrasyonları tümünde limit değerin (0,4 ppm) çok üzerinde bulunmuştur. Çöp döküm noktasından belli bir mesafeden alınan topraklarda da yine aynı şekilde tüm toprak gruplarında arsenik konsantrasyonu limit değerin (0,4 ppm) çok üstünde

olduğu tespit edilmiştir. Ancak, C noktası topraklarında, Balabancık ve Sarnıç mahallelerinde arsenik belirlenmemiştir. Özetle; 54 adet toprak numunesinden 52' sinde olması gereken değerlerin çok üzerinde As değerleri belirlenmiş olup toprakta ağır metal kirliliği tespit edilmiştir.

Arsenik değerleri ile diğer toprak özelliklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde; korelasyon  $<0,05$  düzeyinde anlamlı olduğu durumlarda kil ve arsenik arasındaki ilişki negatif olmasına rağmen Hereke, İbribey, Izgar, Karacagür ve Kozyörük mahallelerinde kil ile arsenik arasında pozitif bir ilişki vardır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerde; vahşi depolamanın yapıldığı alanlardan uzaklaştıkça topraktaki arsenik miktarının azaldığı belirlenmiştir. Ancak; toprak tekstürü faktörünün etkili olduğu durumlarda arsenik miktarı azalma göstermeyip artmıştır. Bu bağlamda; arsenik konsantrasyonu killi topraklarda yüksek, kumlu ve tınlı topraklarda ise (istisnalar hariç) daha düşük değerlerde olduğu saptanmıştır. Malkara çöp döküm sahalarında; bazı toprak örneklerinde organik madde miktarı yükseldikçe arsenik konsantrasyonunun da buna paralel olarak yükseldiği görülmüştür. Araştırma yapılan çöp döküm sahalarında bulunan arsenik konsantrasyonlarının, endüstriyel ve tarımsal nitelikli atıklar sebebiyle yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Söz konusu alanlarda evsel atıkların yanı sıra, endüstriyel atıklar ve zirai ilaç atıkları toprağa gömülerek yok edilmeye çalışıldığından, bu kimyasal maddeler toprak yoluyla sulara ve canlılara ulaştığı bilinmektedir. Bu durum özellikle civar topraklarda yetiştirilecek bitkiler açısından çok sakıncalıdır. Çünkü arsenik gibi ağır elementler topraktan bitkiye, bitkiden insana kolaylıkla geçer. Bilindiği üzere, çöp atıklarına maruz kalmış topraklardaki ağır metaller topraktan önemli miktarda bitkiler tarafından emilebilmektedir. Arsenik yapısı gereği toprağın üst katmanlarında tutulduğu ve alt katmanlara doğru hareketinin yavaş olduğu, bu bağlamda toprak kirliliğinin sürekli hale geldiği bilinmektedir. Arsenik gibi ağır metallerin özellikle toprağın üst kısımlarında ve humusta tutunması sonucu toprak ile bağımlı organizmalar tarafından alımı ve birikimi söz konusu olmaktadır. Bundan dolayı toprak üstünde ölü örtünün ayrışması engellenebileceği için toprağın yapısı da bozulmaktadır. Ağır metaller toprak üstü bölgeye sıkıca tutundukları için alt toprağa mobilizasyonları zayıftır (Horvath 1976). Vahşi depolama sahalarına atılan çeşitli tehlikeli atıklar içerisinde bulunan toksik maddeler toprak içerisinde birikmekte ve doğal ortamın fazlasıyla kirlenmesine sebep olmaktadır.

Normal arsenik formu suda çözünemezken inorganik olarak bulunan arsenik tuzları ortamın pH ve iyon dengesine bağlı olarak çözünebilmekte ve geniş alanlara yayılabilmektedir. Özellikle fosil yakıt kullanımı arseniğin toprak, su ve havayı kontamine ederek kirletmesine yol açmaktadır. Ayrıca tarımsal faaliyetlerde arsenik içeren pestisid kullanımı da arseniğin toprağa karışmasına neden olmaktadır (McDermott ve ark. 2012). Toprak kirliliği, çöplüklerin içinde ve çevresinde yetişen tarımsal ürünler kirlendiğinde veya sızma ve yüzey akışının zemin ile yüzey suyu kontaminasyonuna katkıda bulunduğu durumlarda insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle tarımsal ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan çevre kirliliğini önleme açısından bu tip çalışmaların ülkemizdeki her bölgede yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Böylece, atıklar kontrollü biçimde toplanarak çevre sağlığı ve temizliğine katkıda bulunulacaktır. Mahalle halkının ayrıştırma faaliyeti ile topluma yarar sağladığını görmesi ve çevreye daha az zarar verdiğinin bilinci, mahalleye bağlılığı, bireysel tatmin ve mutluluğu daha ileri adımlara zemin yaratacaktır. Böylece hem ekonomi kazanacak hem de doğa korunacaktır. Bu atıkların, ayrıştırma ve dönüştürme işlemleri çevresel sürdürülebilirlik unsurunun göstergesidir. Bu kapsamda evsel nitelikli katı atıkların öncelikle kaynağında azaltılması, ayrı toplanması ve geri kazanım sistemine dahil edilmesine gerekmektedir.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinden ortaya çıkan bir başka sonuç da çöplerin vahşi depolama sahalarında değil, tarım alanlarından ve yerleşim yerlerinden çok daha uzak bölgelerde ve ayrıca düzenli depolama sahalarında biriktirilmesi gerektiğidir. Vahşi depolama sahalarının kullanımıyla söz konusu kirlilik, çöp alanları ile sınırlı kalmayıp etrafa yayılım gösterdiği çeşitli uzaklıklardan alınan toprak örnekleri ile gözler önüne serilmiştir.

Bu çalışmanın devamı olarak bu bölgede tarım yapılan alanlardan bitki örnekleri alınarak arseniğin bitkiye ve ürüne ne kadar oranda geçtiği tespit edilmelidir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abate F, Masini JC (2005). Adsorption of atrazine, deethylatrazine and isopropylatrazine onto Fe (III) polyhydroxy cations intercalated vermiculite and montmorillonite. *J. Agric. Food Chem.* 53, 1612- 1619.
- Absalom JP, Young SD, Crout NMJ (1995). Radio-caesium fixation dynamics: measurement in six Cumbrian soils. *European Journal of Soil Science*, 46(3): 461–469. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1995.tb01342.x>.
- Akalan İ (1974). Toprak ve Su Muhafazası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 532, Ders Kitabı : 177, Ankara.
- Alloway BJ (1990). Soil Processes and the Behaviour of Metals, In B.J. Alloway (ed.) *Heavy Metals in Soils*, John Wiley and Sons Inc., New York, USA, p.7-28.
- Alpaslan M, Güneş A, İnal A (2005). Deneme Tekniği (2. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, Yayın No:1453, Ders Kitabı: 496, S: 437.
- Altınbaş Ü, Çengel M, Uysal H, Okur B, Okur N, Kurucu Y, Delibacak S (2004). Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Yayınları Yayın No: 557, Ders Kitabı, İzmir.
- Al- Yaqout AF, Hamoda MF (2003). Evaluation of landfill leachate in arid climate: a case study. *Environ. Internat* 29, 593- 600.
- Amuno SA (2011). Trace elements analysis and contamination degree of soils affected by municipal solid wastes. *J App Tech Environ Sanit* 1 (4): 393- 398.
- Anonim (2010). 08.06.2010 Tarih ve 27605 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” te belirtilen ağır metal sınır değerleri.
- Anonim (2010a). Secretariat of the Stockholm Convention. *Ridding the World of POPs: a Guide to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. Geneva: United Nations Environment Programme 6.
- Anonim (2018a). <http://www.malkara.gov.tr/cografi> yapisi ve iklimi, (Erişim Tarihi: 28.03.2018)
- Anonim (2018b). <http://www.malkara.gov.tr/cografi> yapisi ve iklimi, (Erişim Tarihi: 10.04.2018)
- Anonim (2018c). <http://www.malkara.gov.tr/cografi> yapisi ve iklimi, (Erişim Tarihi: 15.05.2018)

- Anonim (2018d). [http://www.malkara.gov.tr/cografi\\_yapisi\\_ve\\_iklimi](http://www.malkara.gov.tr/cografi_yapisi_ve_iklimi), (Erişim Tarihi: 10.06.2018)
- Anonim (2018e). T.C. Tekirdağ Valiliği, Meteoroloji M¼d¼rl¼đ¼'nden alınan bilgiler, Tekirdağ
- Anonim (2018f). Tekirdağ 1/5000 Nazım İmar Planı ve 1/1000 Uygulama İmar Planı Açıklama Raporu
- Anonim (2018g). EPA 3051 A (Method 3051 A). Microwave Assisted Acid Digestion Of Sediments, Sludges, Soils And Oils, (Erişim Tarihi: 15.05.2018).
- Anonim (2018h) <http://cevreonline.com/tarimsal-faaliyetlerden-kaynaklanan-cevre-kirliligi>, (Erişim Tarihi: 02.05.2019).
- Anonim (2018ı). <http://www.pagcev.org/geri-donusum>, (Erişim tarihi 03.05.2019).
- Anonim (2018j). <http://ekolojist.net/elektronik-atiklarin-geri-donusumu>, (Erişim tarihi 03.05.2019)
- Anonim (2018k) <http://cevreonline.com/elektronik-atiklar-e-atik> (Erişim tarihi 03.05.2019).
- Arslan K (2009). M¼SİAD Araştırma Raporları, Teknik Tekstiller Genel ve G¼ncel Bilgiler, Syf.32, No:58, İstanbul.
- Arias-Estévez M, López- Periago E, Martínez- Carballo E, Simal- Gándara J, Mejuto JC, García- Río L (2008). The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123(4): 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.011>.
- Araújo PHH, Sayer C, Giudici R ve Poço JGR (2002). Techniques for reducing residual monomer content in polymers: A review: Techniques for Reducing Residual Monomer Content. *Polymer Engineering & Science*, 42(7): 1442–1468. <https://doi.org/10.1002/pen.11043>.
- Ascar L, Ahumada I, Richter P (2008). Effect of biosolid incorporation on arsenic distribution in mollisol soils in central Chile. *Chemosphere*, 70 (7): 1211– 7.
- Atabey E (2009). Arsenik ve Etkileri. Ekici Form Ofset Matbaacılık, Ankara, 91s
- ATSDR (2000). “Toxicological Profile for Arsenic”, Eylül 2000.
- Ayotte JD, Montgomery, DL, Flanagan SM, Robinson KW (2003). Arsenic in Groundwater in Eastern New England: Occurrence, Controls, and Human Health implications: *Environ. Sci. Tec.*, 37: 2075- 2083.



- Bartkowiak A, Lemanowicz J (2014). Application of biochemical testes to evaluate the pollution of the Unislaw Basin soils with heavy metals. *Int J Environ Res* 8 (1): 93–100.
- Baş Al, Demet Ö (1992). Çevresel toksikoloji yönünden bazı ağır metaller, *Ekoloji Dergisi*, 5: 42- 46.
- Bielin´ska EJ, Mocek- Plo´ciniak A (2009). Impact of uncontrolled waste dumping on soil chemical and biochemical properties. *Arch Environ Prot* 35 (3): 101– 107
- Bilgili MS (2006). Katı Atık Düzenli Depo Sahalarında Atıkların Aerobik Ve Anaerobik Ayrışması Üzerine Sızıntı Suyu Geri Devrinin Etkileri. Yayımlanmamış Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bissen M, Fritz HF (2003). Arsenic a Review Part: I, Occurrence Toxicity Speciation Mobility, *Acta Hydrochim. Hydrobio*, 31: (1) 9- 18.
- Bound JP, Kitsou K, Voulvoulis N (2006). Household disposal of pharmaceuticals and perception of risk to the environment. *Environ. Toxicol. Phar.* 21, 301- 307.
- Boxall ABA, Rudd MA, Brooks BW, Caldwell DJ, Choi K, Hickmann S, Innes E, Ostapyk K, Staveley JP, Verslycke T, Ankley GT, Beazley KF, Belanger SE, Berninger JP, Carriquiriborde P, Coors A, DeLeo PC, Dyer SD, Ericson JF, Gagné F, Giesy JP, Gouin T, Hallstrom L, Karlsson MV, Larsson DGJ, Lazorchak JM, Mastrocco F, McLaughlin A, McMaster ME, Meyerhoff RD, Moore R, Parrott JL, Snape JR, Murray- Smith R, Servos MR, Sible, PK, Straub JO, Szabo ND, Topp E, Tetreault GR, Trudeau VL, Van Der Kraak G (2012). Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: What Are the Big Questions? *Environmental Health Perspectives*, 120(9): 1221–1229. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104477>.
- Businelli D, Massaccesi L, Said- Pullicino D, Gigliotti G (2009). Long- term distribution, mobility and plant availability of compost- derived heavy metals in a landfill covering soil. *Sci. Tot. Environ.* 407, 1426- 1435.
- Bradl HB (2004). Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. *Journal of Colloid and Interface Science*, 277(1): 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.04.005>.
- Cáceres DD, Pino P, Montesinos N, Atalah E, Amigo H, Loomis D (2005). Exposure to inorganic arsenic in drinking water and total urinary arsenic concentration in a Chilean population. *Environ Res*, 98 (2): 151– 9.
- Casado M, Anawar HM, Garcia- Sanchez A, Santa Regina I (2007). Antimony and arsenic uptake by plants in an abandoned mining area. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 38: 1255-1275. DOI: 10.1080/00103620701328412.
- Cava- Montesinos P, Cervera ML, Pastor A, Guardia MDL (2003). *Talanta*, 60, 787- 799.

- Chen JJ, Wang HQ, Zhang Z (2002). Numerical model of compressible gas flow in soil pollution control. *J Environ Sci (China)*, 14 (2), 239- 244.
- Chen R, de Sherbinin A, Ye, C, Shi G (2014). China' s soil pollution: farms on the frontline. *Science*, 344 (6185), 691. doi: 10.1126, science. 344.6185.691- a.
- Chiemchaisri C, Juanga JP, Visvanathan C (2007). Municipal solid waste management in Thailand and disposal emission inventory. *Environ. Monit. Assess.* 135, 13- 20.
- Church DA ve Raad LM (1995). Experimental Study Of Teaching Of Fly Ash Transportation Research Board Series. 1486 P: 3- 12.
- Covelo EF, Vega F, Andrade ML (2006). Heavy metal sorption and desorption capacity of soils containing endogenous contaminants. *Journal of Hazardous Material*, n. 143, p. 419- 430. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.09.047>.
- Cullen WR, Reimer KJ (1989). Arsenic speciation in the environment. *Chemical reviews*, 89(4), 713- 764.
- Çepel N (1997). TEMA Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları, Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, Sayı: 14, İstanbul.
- Dharini K, Bernadette Cynthia J, Kamalambikai B, Arul Sudar Celestina JP ve Muthu D (2017). Hazardous E-waste and its impact on soil structure. *School of Civil Engineering, SASTRA University, Thanjavur- 613401. India.*
- Díaz OP, Pastene N, Nunez E, Recabarren G, Vélez D, Montoro R (2009). Arsenic contamination from geological sources in environmental compartments in a pre-Andean area of Northern Chile. In Bundschuh J, Armienta M A, Birkle P, Bhattacharya P, Matschullat J, Mukherjee A B, editors *Natural arsenic in groundwater of Latin America*. In Bundschuh J, Bhattacharya P, series editors. *Arsenic in the environment*, Volume: 1, Leiden, The Netherlands, CRC Press, Balkema Publisher, p, 335– 344.
- Edvantoro BB, Naidu R, Megharaj M, Singleton I (2003). Changes in microbial properties associated with long-term arsenic and DDT contaminated soils at disused cattle dip sites. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 55: 344– 51.
- Edvantoro BB, Naidu R, Megharaj M, Merrington G, Singleton I (2004). Microbial formation of volatile arsenic in cattle dip site soils contaminated with arsenic and DDT. *Appl Soil Ecol.*, 25: 207– 17.
- EPA (2003a). Design Manual, Removal of Arsenic from Drinking Water by Ion Exchange.
- EPA (2008). National Hazardous Waste Management Plan 2008- 2012. Environmental Protection Agency, Ireland.

- Ergene A (1987). Toprak Biliminin Esasları Genişletilmiş 4.Baskı, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 635 Ziraat Fakültesi Yayınları No: 289 Ders Kitapları Serisi No: 47, Erzurum.
- Esakku S, Ammaiappan S, Kurian J, Palanivelu K (2005). Assessment of heavy metal species in decomposed municipal solid waste. *Chem. Speciat. Bioavail* 17, 95- 102.
- Eitminaviëiûtë I, Matusëviëiûtë A (2005). Ecological peculiarities of landfill soils and their environment. *Ekologija* 2, 29- 39.
- Fan HJ, Shu HY, Yang HS, Chen WC (2006). Characteristics of landfill leachates in central Taiwan. *Sci. Tot. Environ.* 361, 25- 37.
- FAO & ITPS (2017). Global assessment of the impact of plant protection products on soil functions and soil ecosystems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (also available at <http://www.fao.org/3/I8168EN/i8168en.pdf> ), Rome, Italy.
- Figueiredo AMG, Camargo SP, Pavese AC, Gumiero FC, Enzweiler J, Sígolo JB (2007). Metal assessment in urban park soils in são paulo. 1. Ibirapuera Park. Proceeding of the International Nuclear Atlantic Conference-INAC, Sept. 30- Oct. 5, Associação Brasileira De Energia Nuclear, Santos, SP, Brazil, pp: 1-6.[http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/2007/inac/121\\_43.pdf](http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/2007/inac/121_43.pdf).
- Fiorino DJ (2010). Voluntary initiatives, regulations, and nanotechnology oversight: Charting a Path. Woodrow Wilson International Center for Scholars & The Pew Charitable Trusts. (also available at <http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/8347/pen-19.pdf>).
- Fontes MPF, Gomes P C (2003). Simultaneous competitive adsorption of heavy metals by the minerals matrix of tropical soils. *Applied Geochemistry*, n. 18, p. 795-804.[http://dx.doi.org/10.1016/S0883-2927\(02\)00188-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0883-2927(02)00188-9).
- Francesconi KA , Kuehnelt D (2004). Determination of Arsenic Species: A Critical Review of Methods and Applications. *Analyst*, 129: 373- 395.
- Gal J, Hursthouse AS, Cuthbert SJ (2006). Chemical availability of arsenic and antimony in industrial soils. *Environ. Chem. Lett.*, 3: 149- 153. DOI: 10.1007/s10311-005-0022-1.
- Garcia C, Hernandez T, Costa F (1991). Changes in carbon fractions during composting and maturation of organic wastes. *Environ Manag* 15 (3): 433– 439 Guan Y, Chen X, Zhang S, Luo.
- Garcia- Manyes S, Jimenez G, Padro A, Rubio R, Rauret G (2002). Arsenic Speciation in Contaminated Soils, *Talanta*, 58: 97- 109.
- Geissen V, Mol H, Klumpp E, Umlauf G, Nadal M, van der Ploeg M, van de Zee SEATM, Ritsema CJ (2015). Emerging pollutants in the environment: A challenge for water

- resource management. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(1): 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.03.002>.
- Gevao B, Semple KT, Jones KC (2000). Bound pesticide residues in soils: a review. *Environmental Pollution* (Barking, Essex: 1987), 108(1): 3–14.
- Gong Z, Lu X, Ma M, Watt C, Le C (2002). Arsenic Speciation Analysis. *Talanta*, 58: 77- 96.
- Gonzalez- Chavez C, Harris PJ, Dodd J, Meharg AA (2002). Arbuscular mycorrhizal fungi confer enhanced arsenate resistance on *Holcus lanatus*. *New Phytol* , 155: 163– 71.
- Gulz PA (2002). Arsenic Uptake of Common Crops Plants from Contaminated Soils and Interaction with Phosphate. Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Doctoral Dissertation, 99s Zurich, <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth: 26399/eth-26399- 02>. (Erişim tarihi: 21.08.2013).
- Güneş TS, Güneş C (2009). Jeotermal Kaynaklı Arseniğın Yeraltısuyu ve Yüzey Sularındaki Jeokimyasal Davranışı: Birlikte Çökelleme, Adsorbsiyon, pH- Eh, TMMOB Jeo. Kong., Ankara, 183- 203s.
- Güven A, Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Timur S (2004). Metallerin çevresel etkileri- III, *Metalurji Dergisi*, 138: 64- 71, [http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138\\_6471.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138_6471.pdf) (Erişim tarihi: 20.05.2009).
- Haktanır K, Arcak S (1998). Çevre Kirliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1503, Ankara.
- Han FX, Su Y, Monts DL, Plodinec MJ, Banin A, Triplett GB (2003). Assessment of Global Industrial- Age Anthropogenic Arsenic Contamination. *Naturwissenschaften*, 90: 395–401.
- Helgesen H, Larsen EH (1998). Bioavailability and speciation of arsenic in carrots grown in contaminated soil. *Analyst*, 123 (5), 791- 796.
- Hernández AJ, Adarve MJ, Pastor J (1998a). Some impacts of urban waste landfills on Mediterranean soils. *Land Degrad. Develop* 9, 21- 33.
- Hernández AJ, Adarve MJ, Gil A, Pastor J (1998b). Soil salination from landfill leachates: effects on the macronutrient content and plant growth of four grassland species. *Chemosphere* 38, 1693- 1711.
- Horvath A (1976). Arsenic contamination of soil and ground water. *Z Gesamte Hyg*, 22 (10), 731- 734.
- Höl A (2005). İnorganik Arsenik Deriştirilmesi ve Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 109s.

- Hsu WM, Hsi HC, Huang YT, Liao CS, Hseu ZY (2012). Partitioning of arsenic in soil- crop systems irrigated using groundwater: a case study of rice paddy soils in southwestern Taiwan. *Chemosphere*, 86 (6), 606- 613. doi: 10.1016, j.chemosphere. 2011.10.029.
- Hu LJ, Zeng XB, Bai LY, Li LF (2011). Concentration and speciation of arsenic in greenhouse vegetable soil in Shouguang County of Shandong Province. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 22 (1), 201- 205.
- Huhmann BL, Harvey CF, Uddin A, Choudhury I, Ahmed KM, Duxbury JM van Geen A (2017). Field Study of Rice Yield Diminished by Soil Arsenic in Bangladesh. *Environ Sci Technol*, 51 (20), 11553- 11560. doi: 10.1021, acs.est. 7b01487.
- Herwijnen R van, Laverie T Poole J, Hodson ME, Hutchings TR (2007). The effect of organic materials on the mobility and toxicity of metals in contaminated soils. *Appl. Geochem.* 22, 2422- 2434.
- Hypolito R, Ezaki S (2006). Íons de metais pesados em sistema solo- lixo- chorume- água de aterros sanitários da região metropolitana de São Paulo- SP. *Águas Subterrâneas*. São Paulo, v. 20, n. 1, p. 99- 114.
- Illera V, Walter I, Souza P, Cala V (2000). Short- term effects of biosolid and municipal solid waste applications on heavy metals distribution in a degraded soil under a semi- arid environment. *Sci. Tot. Environ.* 255, 29- 44.
- Im J, Yang K, Jho EH, Nam K (2015). Effect of different soil washing solutions on bioavailability of residual arsenic in soils and soil properties. *Chemosphere*, 138, 253- 258. doi: 10.1016,j. chemosphere. 2015.06.004.
- Inoue MH, Oliveira RS, Reginato JB, Tormena CA, Cosntantin J, Tornisielo VL (2004). Sorption kinetics of atrazine and diuron in soils from southern Brazil.J. *Environ. Sci. Health* 39, 589- 601.
- Islam MdS, Tusher TR, Mustawa M, Mamun S (2012). Investigation of soil quality and heavy metal concentrations from a waste dumping site of Konabari industrial area at Gazipur in Bangladesh. *J Environ Sci Toxicol Food Tech* 2 (1): 1– 7.
- Jackson ML (1958). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Jia S, Wang Q, Li L, Fang X, Shi Y, Xu W, Hu J (2014). Comparative study on PCDD/F pollution in soil from the Antarctic, Arctic and Tibetan Plateau. *Sci Total Environ*, 497-498, 353- 359. doi: 10.1016,j. scitotenv. 2014.07.109.
- Kader M, Lamb DT, Wang L, Megharaj M, Naidu R (2017). Copper interactions on arsenic bioavailability and phytotoxicity in soil. *Ecotoxicol Environ Saf*, 148, 738- 746. doi: 10.1016, j.ecoenv.2017.11.025.
- Kalwasinska A, Burkowska A (2013). Municipal landfill sites as sources of microorganisms potentially pathogenic to humans. *Environ Sci Process Impacts* 15 (5): 1078– 1086. doi:10.1039/ C3EM30728J.

- Karaca F (2011). IR: 79380 Ruhsat Numaralı Çimento Kili Ocağı Proje Tanıtım Dosyası-Akya Proje Etüt Müh. Danş. Ltd. Şti.- Aralık 2011- EK- 9 (Jeolojik bilgiler, Jeolojik Haritası ve Deprem Haritası).
- Kaszubkiewicz J, Gałka B, Kawałko D (2011). Impact of legal and illegal waste dumps on the surrounding soils in the Jelenia Go'ra and Wrocław districts. *Soil Sci Ann* 62 (2): 179–188.
- Khan S, Cao Q, Hesham AEL, Xia Y, He J (2007). Soil enzymatic activities and microbial community structure with different Environ Earth Sci (2016) 75: 1401 Page 11 of 12 1401 application rates of Cd and Pb. *J Environ Sci* 19: 834– 840. doi:10.1007/s11356-009-0134- 4
- Komárek M, Cadková E, Chrástný V, Bordas F, Bollinger JC (2010). Contamination of vineyard soils with fungicides: a review of environmental and toxicological aspects. *Environment International*, 36(1): 138–151. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.10.005>.
- Korf EP, Melo EFRQ, Thomé A, Escosteguy PAV (2008). Retenção de metais em solo da antiga área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Passo Fundo – RS. *Revista de Ciências Ambientais, Canoas*, v. 2, n. 2, p. 43- 60.
- Lefebvre O, Moletta R (2006). Treatment of organic pollution in industrial saline wastewater: a literature review, *Water Res.*, 40, 3671- 3682.
- Lemanowicz J, Krzyżaniak M (2015). Vertical distribution of phosphorus concentrations, phosphatase activity and further soil chemical properties in salt- affected Mollic Gleysols in Poland. *Environ Earth Sci* 74 (3): 2719– 2728. doi:10.1007/s12665- 015- 4294- x.
- Lestsova NA, Bystrykh VV, Boev MV, Gusel'nikova EM (2009). Hygienic evaluation of soil pollution in a South Ural agroindustrial region. *Gig Sanit* (4), 24- 27.
- Leyval C, Turn K, Haselwandter K (1997). Effect of heavy metal pollution on mycorrhizal colonization and function: physiological, ecological and applied aspects. *Mycorrhiza*, 7: 139– 53.
- Liu HH, Sang SX (2010). Study on the law of heavy metal leaching in municipal solid waste landfill. *Environ Monit Assess* 165: 349– 363. doi:10.1007/s10661- 009- 0951- 4.
- Liu Y, Zhu YG, Chen BD, Christie P, Li XL (2005). Influence of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on uptake of arsenate by the As hyperaccumulator fern *Pteris vittata* L. *Mycorrhiza*, 15: 187– 92.
- Lin C, Liu J, Wang R, Wang Y, Huang B, Pan X (2013). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Soils of Kunming, China: Concentrations, Distribution, Sources, and Potential Risk. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 22(7): 753– 766. <https://doi.org/10.1080/15320383.2013.768201>.

- Longe EO, Enekwechi LO (2007). Investigation on potential groundwater impacts and influence of local hydrology on natural attenuation of leachate at a municipal landfill. *Int J Environ Sci Technol* 4 (1): 133– 140.
- Luo C, Liu C, Wang Y, Liu X, Li F, Zhang G, Li X (2011). Heavy metal contamination in soils and vegetables near an e- waste processing site, south China. *J. Hazard. Mater.* 186 (1), 481- 490.
- MacDonald NW, Rediske RR, Scull BT, Wierzbicki D (2008). Landfill cover soil, soil Solution and vegetation responses to municipal landfill leachate applications. *J. Environ. Qual.* 37, 1974- 1985.
- Machado ME, Menezes JCS, dos S, Costa JFCL, Schneider IAH (2011). Análise e avaliação da distribuição de metais pesados em um antigo aterro de resíduos sólidos urbanos “Aterro Invernadinha”. *Evidência, Joaçaba*, v. 1, n. 2, p. 69- 82.
- Manning BA, Martens DA (1997). Speciation of arsenic (III) and arsenic (V) in sediment extracts by high- performance liquid chromatographyhydride generation atomic absorption spectrophotometry. *Environ Sci Technol*; 31: 171– 7.
- Mansouri A, Cregut M, Abbes C, Durand MJ, Landoulsi A, Thouand G (2017). The Environmental Issues of DDT Pollution and Bioremediation: a Multidisciplinary Review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 181(1): 309–339. <https://doi.org/10.1007/s12010-016-2214-5>.
- Mari M, Nadal M, Schuhmacher M, Domingo JL (2009). Exposure to heavy metals and PCDD/Fs by the population living in the vicinity of a hazardous waste landfill in Catalonia, Spain: health risk assessment. *Environ. Int.* 35, 1034- 1039.
- Marques RF de PV (2011). Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais. 95f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.
- Matteson AR, Gannon TW, Jeffries MD, Haines S, Lewis DF, Polizzotto ML (2014). Arsenic Retention in Foliage and Soil after Monosodium Methyl Arsenate (MSMA) Application to Turfgrass. *J Environ Qual*, 43(1), 379- 388. doi: 10.2134, jeq. 2013.07.0268.
- Mato Y, Isobe T, Takada H, Kanehiro H, Ohtake C, Kaminuma T (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental Science & Technology*, 35(2): 318–324.
- McCann CM, Peacock CL, Hudson- Edwards KA, Shrimpton T, Gray ND, Johnson KL (2018). In situ arsenic oxidation and sorption by a Fe- Mn binary oxide waste in soil. *J Hazard Mater*, 342, 724- 731. doi: 10.1016/j.jhazmat. 2017.08.066.

- McDermott S, Bao W, Marjorie AC, Cai B, Lawson A (2012). When are fetuses and young children most susceptible to soil metal concentrations of arsenic, lead and mercury, *Spat Spatiotemporal Epidemiol*, 3 (3), 265- 272. doi: 10.1016/j.sste.2012.05.001.
- McLaren RG, Naidu R, Smith J, Tiller KG (1998). Fractionation and distribution of arsenic in soils contaminated by cattle dip. *J Environ Qual*, 27: 348– 54.
- McLaughlin MJ, Hamon RE, McLaren RG, Speir TW, Rogers SL (2000). A bioavailability-based rationale for controlling metal and metalloid contamination of agricultural land in Australia and New Zealand. *Aust J Soil Res*; 38: 1037– 86.
- Mench M, Vangronsveld J, Beckx C, Ruttens A (2006). Progress in assisted natural remediation of an arsenic contaminated agricultural soil. *Environ Pollut*, 144 (1), 51-61. doi: 10.1016/j.envpol. 2006.01. 01.
- Mènard Y, Asthana A, Patisson F, Sessiecq P, Ablitzer D (2006). Thermodynamic study of heavy metals behaviour during municipal waste incineration. *Process Saf. Environ. Prot.* 84 (4), 290- 296.
- Meunier L, Wragg J, Koch I, Reimer KJ (2010). Method variables affecting the bioaccessibility of arsenic in soil. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*, 45 (5), 517- 526. doi: 10.1080/10934521003594863.
- Mete H (2017). Malkara Belediyesi Malkara Şehir Sağlık Profili, Hilal Mete, Malkara, Tekirdağ
- Miller RW, Donahue RL (1990). *Soils, An Introduction to Soils and Plant Growth*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NY 768p.
- Minja RJA, Ebina T (2002). Arsenic adsorption capabilities of soil- bentonite mixtures as buffer materials for landfills, *Clay Sci.* 12 (1) 41– 47.
- Moody PW (1994). Chemical fertility of krasnozems a review. *Aust J Soil Res*, 32: 1015– 41.
- Morgan R (2013). Soil, heavy metals, and human health. *Soils and human health*, pp. 59– 82. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Nagendran R, Selvam A, Kurian J, Chiemchaisri C (2006). Phytoremediation and rehabilitation of municipal solid waste landfills and dumpsites: a brief review. *Waste Manag.* 26, 1357-1369.
- Narzulaev SB, Filippov GP, Savchenkov MF, Rikhvanov LP (1995). Relationship between soil pollution by heavy metals and child health in Tomsk. *Gig Sanit* (4), 16- 19.
- Nordstrom DK (2002). Worldwide occurrences of arsenic in groundwater. *Science*, vol 296.



- Ogundiran OO, Afolabi TA (2008). Assessment of the physicochemical parameters and heavy metal toxicity of leachate from municipal solid waste open dumpsite. *Inter J Environ Sci Technol* 5 (2): 243– 250.
- Oliveira JS, Juca JF (2004). Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, n. 3, p.211- 217, <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522004000300007>.
- Olarinoye IO, Sharifat I, Kolo M (2011). Heavy metal content of soil samples from two major dumpsites in Minna. *Natural and Applied Sciences Journal*, 11 (1), 1– 5.
- Oprea G, Michnea A, Mihali C, Şenilă M, Roman C, Jelea S, Butean C, Barz C (2010). Arsenic and Antimony Content in Soil and Plants from Baia Mare Area, Romania. *American Journal of Earth Sci.* 6 (1): 33- 40.
- Øygard JK, Måge A, Gjengedal E (2004). Estimation of the mass-balance of selected metals in four sanitary landfills in Western Norway, with emphasis on the heavy metal content of the deposited waste and the leachate. *Water Res.* 38, 2851- 2858.
- Öztürk T (2006). “ İzmit Evsel ve Tehlikeli Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi” Sızıntı Sularının Elektro ve Kimyasal Koagülasyon Yöntemleri ile Arıtılabilirliğin İncelenmesi”, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, No: 26, 27, 32, 34, 36, 37.
- Östman M, Wahlberg O, Ågren S, Mårtensson A (2006). Metal and organic matter contents in a combined household and industrial landfill. *Waste Manag.* 26, 29- 40.
- Pan B, Xing B (2012). Applications and implications of manufactured nanoparticles in soils: a review. *European Journal of Soil Science*, 63(4): 437–456. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2012.01475.x>.
- Park JH, Lamb D, Paneerselvam P, Choppala G, Bolan N, Chung JW (2011). Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal (loid) contaminated soils. *J. Hazard. Mater.* 185, 549– 574.
- Pastor J, Hernández AJ (2002). Study of sealed landfill soils and their native plant species for the phytoremediation of degraded and polluted soils of central Spain. *Anal. Biol.* 24, 159-167 (in Spanish).
- Pastor J, Urcelay A, Oliver S, Hernández AJ (1993b). Impact of municipal wastes on Mediterranean dry environments. *Geomicrobiol. J.* 11, 247- 260.
- Petrick JS, Ayala- Fierro F, Cullen WR, Carter DE, Aposhian HV (2000). Monomethylarsonous acid (MMAIII) is more toxic than arsenite in Chang human hepatocytes. *Toxicol. Appl. Pharm.*, 163: 203-207.

- Pinto MMSC, Silva MMVG, Neiva AMR (2010). Pollution of water and stream sediments associated with the Vale De Abrutiga Uranium mine, Central Portugal. *Mine Water Environ.* 23, 66– 75.
- Pradeep J, Hwidong K, Townsend TG (2005). Heavy metal content in soil reclaimed from a municipal solid waste landfill. *Waste Managemnt*, v. 25, p. 25- 35, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2004.08.009>.
- Prieto- García F, Callejas HJ, Lechuga M de los, Á, Gaytán JC, Barrado EE (2005). Accumulation in vegetable weavings of arsenic originating from water and floors of Zimapán, Hidalgo State, Mexico. *Bioagro, Barquisimeto, Venezuela*, 17 (3): 129– 36.
- Rejsek K, Vranova V, Pavelka M, Formanek P (2012). Acid phosphomonoesterase (E.C. 3.1.3.2) location in soil. *J Plant Nutr Soil Sci* 175: 196– 211. doi:10.1002/jpln.201000139.
- Riber C, Christensen TH (2007). Chemical composition of household waste as measured by full-scale incineration tests. In preparation for Waste Management.
- Richards LA (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S.D.A. Handbook, No: 60.
- Rigol A, Vidal M, Rauret G (2002). An overview of the effect of organic matter on soil–radiocaesium interaction: implications in root uptake. *Journal of Environmental Radioactivity*, 58(2– 3): 191– 216. [https://doi.org/10.1016/S0265-931X\(01\)00066-2](https://doi.org/10.1016/S0265-931X(01)00066-2).
- Rosas I, Belmont R, Armienta A, Baeg A (1999). Arsenic concentration in water, soil, milk and forage in Comarca Lagunera, Mexico. *Water Air Soil Pollut.* ,112: 133– 49.
- Sağlam MT, Cangir C, Bahtiyar M, Tok HH (1993). *Toprak Bilimi Ders Kitabı*, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Bölümü, Tekirdağ.
- Sağlam MT (2001). *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, Tekirdağ.
- Sağlam MT (2008). *Toprak Kimyası*. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1, Ders Kitabı No: 1, Tekirdağ.
- Sambu S, Wilson R (2008). Arsenic in food and water a brief history. *Toxicol. Ind. Health*, 24: 217.
- Sancha AM, Marchetti N (2009). Total arsenic content in vegetables cultivated in different zones in Chile. In: Bundschuh J, Armienta MA, Birkle P, Bhattacharya P, Matschullat, J, Mukherjee AB, editors. *Natural arsenic in groundwater of Latin America*. In: Bundschuh J, Bhattacharya P, series editors. *Arsenic in the environment*, Volume 1. Leiden, The Netherlands: CRC Press, Balkema Publisher, pp. 345– 350.
- Santos AA (2008). *Qualidade de águas superficiais e subterrâneas na área de influência do aterro sanitário de Cuiabá- MT*, 111p. Dissertação (Mestrado em Física e Meio

Ambiente) - Instituto de Física, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

Sissino CLS, Moreira JC (1996). Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, n. 12, p. 515- 523.

Sinicropi MS, Amantea D, Caruso A, Satumino C (2010). Chemical and biological properties of toxic metals and use of chelating agents for the pharmacological treatment of metal poisoning. *Arch Toxicol.*, 84: 501520.

Soil Survey Division Staff (1993). *Soil Survey Manual*, United States Department of Agriculture Handbook No: 18. Washington, DC. U.S.A.

Sharples JM, Meharg AA, Chambers SM, Cairney JWG (2000). Mechanism of arsenate resistance in the ericoid mycorrhizal fungus *Hymenoscyphus ericae*. *Plant Physiol*, 124: 1327– 34.

Schenato F, Schröder NT, Martins FB (2008). Assessment of contaminated soils by heavy metals in municipal solid waste landfills in southern Brazil. *WSEAS Transact. Environ. Develop* 4, 745- 755.

Slack RJ, Gronow JR, Voulvoulis N (2004). “House Hazardous Waste In Municipal Landfills: Contaminants In Leachate”, *Science Of The Total Environment*, Vol: 337, No: 119-137.

Smedley PL, Kinniburgh DG (2002). A Review of The Source, Behaviour and Distribution of Arsenic In Natural Waters. *Appl. Geochem.*, 17: 517- 568.

Srivastava PK, Vaish A, Dwivedi S, Chakrabarty D, Singh N, Tripathi RD (2011). Biological removal of arsenic pollution by soil fungi. *Sci Total Environ*, 409 (12), 2430- 2442. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.03.002.

Stresty TVS, Madhava Rao, KV (1999). Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea. *Environ. Exp. Bot.*, 41: 3- 13.

Stybło M, Del Razo LM, Vega L, Germolec DR, Le Cluyse EL, Hamilton GA, Reed, Wang C, Cullen WR, Thomas DJ (2000). Comparative toxicity of trivalent and pentavalent inorganic and methylated arsenicals in rat and human cells. *Arch Toxicol.*, 74: 289- 299.

Tałałaj IA (2014). Release of heavy metals on selected municipal landfill dumping the calendar year. *Ann Set Environ Protec* 16: 404– 420.

Tan KH, (1994). *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker, Inc. Madison Avenue, New York USA

Tekbaş ÖF, Oğur R (2008a). Arsenik, İçme Suları ve Sağlık. *Memleket- Mevzuat Dergisi- Yerel Yönetim Araştırma Yardım ve Eğitim Derneği*, Aralık, Cilt: 4 Sayı: 42, 48- 52.

- Tekbaş ÖF, İstanbulluoğlu H, Kakillioğlu T (2010). Pestisitler ve Toplum Sağlığı. Ankara: Koza Matbaacılık, 7-8.
- Tengrui L, Al- Harbawi AF, Lin MB, Jun Z, Long XU (2007). Characteristics of nitrogen removal from old landfill leachate by sequencing batch biofilm reactor. *Am J Appl Sci* 4 (4): 211– 214.
- Tolunay A (1987). Bir Seminer Yevmiyeli Orman Mühendisleri ve Düşündürdükleri, Orman ve Av Dergisi, Yıl : 63 Cilt: 63 Sayı: 4, Ankara.
- Topal M, Karagözoğlu B, Öbek E (2011). Sızıntı Sularının Doğal Arıtımı (025401) (1- 16). Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11 (2).
- Tufan M (2008). Tekirdağ İlinde Üretilen Yem Hammaddelerinin Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Tchounwou PB, Patlolla AK, Centeno JA (2003). Carcinogenic and systemic health effects associated with arsenic exposure : a critical review. *Toxicol Pathol* 31 (6) : 575- 588.
- Thomas DJ, Styblo M, Lin S (2001). The cellular metabolism and systemic toxicity of arsenic. *Toxicol. Appl. Pharm.*, 176: 127- 144.
- Troshina EN (2008). Soil pollution with heavy metals on major industrial center territory. *Med Tr Prom Ekol* (12), 43- 44.
- U.S. Environmental Protection Agency [USEPA] (2000). National primary drinking water regulations: Arsenic and clarifications to compliance and new source contaminants monitoring: Proposed rule. Retrieved from <http://www.epa.gov/safewater/ars/arsenic.pdf>.
- Urcelai A, Hernandez AJ, Pastor J (2000). Biotic indices based on soil nematode communities for assessing soil quality in terrestrial ecosystems. *Sci. Tot. Environ.* 247, 253- 261.
- Ünver H, Karakaya Özkan E, Çınar K, Gürel A, Görkem Gönenç İ (2018). Boya Üretim Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma Projesi, Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı, Ankara.
- Van Zwieten L, Ayres MR, Morris SG (2003). Influence of arsenic co- contamination on DDT breakdown and microbial activity. *Environ Pollut.*, 124: 331– 9.
- Walter FJ, Wenzel WW (2002). Arsenic transformations in the soil rhizosphere plant system: fundamentals and potential application to phytoremediation. *J Biotechnol*, 99: 259– 78.
- Wang S, Mulligan C (2006). Occurrence of arsenic contamination in Canada: Sources, behavior and distribution. *Science of the Total Environment*, 366: 701- 721.

- Wang Z, Li J, Zhao J, Xing B (2011). Toxicity and Internalization of CuO Nanoparticles to Prokaryotic Alga *Microcystis aeruginosa* as Affected by Dissolved Organic Matter. *Environmental Science & Technology*, 45(14): 6032–6040. <https://doi.org/10.1021/es2010573>.
- Waseem A, Arshad J, Iqbal F, Sajjad A, Mehmood Z, Murtaza G (2014). Pollution status of Pakistan: a retrospective review on heavy metal contamination of water, soil, and vegetables. *Biomed Res Int*, 2014, 813206. doi: 10.1155/2014/813206.
- Welch AH, Westjohn DB, Helsel DR, Wanty RB (2000). Arsenic in Groundwater of the United States: occurrence and geochemistry, *Groundwater*, 38, 589– 604 pp.
- Weidenhame JD, Newman BE, Clever A (2010). Assessment of leaching potential of highly leaded jewelry. *J. Hazard. Mater.* 177, 1150- 1152.
- WHO (2004). World Health Organization International Agency For Research On Cancer, “IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic”, 84, 1- 526 p.
- World Health Organization (1996). “Trace Elements in Human Nutrition and Health”, Geneva.
- World Health Organization (2001). Fact Sheet No. 210. [http:// www.who.int/inf-fs/en/fact210.html](http://www.who.int/inf-fs/en/fact210.html).
- World Health Organization (WHO) (2006). “Working Together For Health”, Geneva.
- Yamahara KM, Sassoubre LM, Goodwin KD, Boehm AB (2012). Occurrence and persistence of bacterial pathogens and indicator organisms in beach sand along the California Coast. *Appl Environ Microbiol* 78: 1733– 1745. doi:10.1128/AEM.06185- 11.
- Yilmaz A, Bozkurt Y (2010). Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları Ve Kütahya Katı Atık Birliği (Kükab) Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (1).
- Yılmaz S (2015). Kömür Külünün Toprakların Kimyasal Özelliklerine ve Bitki Gelişimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Xiaoli Ch, Shimaoka T, Xianyan C, Qiang G, Youcai Z (2007). Characteristics and mobility of heavy metals in an MSW landfill: implications in risk assessment and reclamation. *J. Hazard. Mater.* 144, 485- 491.
- Zupancic M, Justin M, Bukovec P, Selih VS (2009). Chromium in soil layers and plants on closed landfill site after landfill leachate application. *Waste Manag.* 29, 1860-1869.

## ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Bulgaristan' ın Razgrad şehrinde doğdu. İlk öğrenimini Tekirdağ Atatürk İlköğretim Okulu'nda ve Lise eğitimini Tekirdağ Anadolu Lisesi (T.A.L.)' nde tamamladı. 1999 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği bölümüne kayıt yaptırdı. 2004 yılında aynı bölümden mezun oldu. Özel sektörde mesleğinin farklı branş dallarında 6 yıl çalıştıktan sonra 2010 yılında Malkara Belediyesi' nde çevre mühendisi olarak çalışmaya başladı. 4 sene sonra aynı kurumda Temizlik İşleri Müdür Vekili görevine atandı ve halen görevini sürdürmektedir. Ayrıca Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine devam etmektedir

