

**ÇORLU İLÇESİ ESKİ VE YENİ DÜZENSİZ (VAHŞİ) ÇÖP DEPOLAMA  
ALANLARININ BOİ<sub>5</sub>/KOİ ORANLARININ ZAMANLA DEĞİŞİMİNİN  
İNCELENMESİ VE AĞIR METAL SALINIMLARININ TESPİTİ**

**Nuray DEMİRTAŞ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza DİNÇER**

**2009**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇORLU İLÇESİ ESKİ VE YENİ DÜZENSİZ (VAHŞİ)  
ÇÖP DEPOLAMA ALANLARININ BOİ<sub>5</sub>/KOİ ORANLARININ  
ZAMANLA DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ VE AĞIR METAL  
SALINIMLARININ TESPİTİ**

**NURAY DEMİRTAŞ**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Yrd. Doç Dr. Ali Rıza DİNÇER**

**TEKİRDAĞ –2009**

**Her hakkı saklıdır.**

Doç. Dr. Ali Rıza DİNÇER danışmanlığında, Nuray DEMİRTAŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 25/11/2009 aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. İbrahim Feda ARAL *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza DİNÇER *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Yalçın GÜNEŞ *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tuba ÖZTÜRK *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tuğba ÖLMEZ HANCI *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**ÇORLU İLÇESİ ESKİ VE YENİ DÜZENSİZ (VAHŞİ) ÇÖP DEPOLAMA**

**ALANLARININ BOİ<sub>5</sub>/KOİ ORANLARININ ZAMANLA DEĞİŞİMİNİN**

**İNCELENMESİ VE AĞIR METAL SALINIMLARININ TESPİTİ**

**Nuray DEMİRTAŞ**

**Namık Kemal Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman:** Yrd. Doç Dr. Ali Rıza DİNÇER

Bu çalışmanın amacı, Çorlu ilçesi eski ve yeni düzensiz (vahşi) çöp depolama alanlarında BOİ<sub>5</sub>/KOİ, BOİ<sub>5</sub>, KOİ, pH, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Pb<sup>+2</sup>, Zn<sup>+2</sup>, Cd<sup>+2</sup>, Cr<sup>+6</sup>, Cu<sup>+2</sup>, Ni<sup>+2</sup> parametrelerinin zamanla değişiminin incelenmesi ve ağır metal salınımlarının tespiti.

Eski Çorlu çöplüğü 1997-2004 yılları arasında kullanılmış 3.5 ha büyüklüğünde bir hazine arazisidir. 2004-2009 yılları arasında 6.0 ha büyüklüğünde eski kum ocağı yeni deponi alanı olarak kullanılmıştır. Eski ve yeni çöp depolama alanlarına sanayi atıklarının da döküldüğü bilinmektedir.

İlk olarak katı atıklar ve sızıntı suları ile ilgili geniş bir literatür çalışması yapılmıştır. Toplam sekiz ay boyunca eski ve yeni deponi alanlarında haftalık numuneler alınarak ilgili parametreler incelenmiştir. Çıkan sonuçlar literatür değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Çorlu eski ve yeni düzensiz çöp deponi alanlarından alınan sızıntı suları, Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilerek analizler yapılmıştır.

Eski deponi alanında BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları 0,19-0,47 arasında, yeni deponi alanında ise BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları 0,18-0,40 arasında değiştiği görülmektedir. Çöp alanlarının düzensiz olması, kaçak ve kontrolsüz olarak endüstriyel atıkların bu sahalara dökülmesi çıkan sonuçların yorumlanmasını güçleştirmektedir. BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranlarının çok düşük olmasına rağmen biyolojik olarak arıtılabilir grubuna girmektedir. Eski deponi alanında BOİ<sub>5</sub> değeri 650-1327 mg/L, yeni deponi alanında ise BOİ<sub>5</sub> değeri 153-1135 mg/L arasında değiştiği gözlenmiştir. Eski deponi alanında BOİ<sub>5</sub> değerlerinin zamanla çok fazla değişmediği, yeni sahaya göre sahanın daha stabil (olgunlaşmış) olduğu söylenebilir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda eski deponide pH değerinin 7,75-8,43 arasında, yeni deponide de 6,7-7,63 arasında değiştiği gözlenmiştir. Genel olarak pH değeri 7-8 aralığında olmaktadır. Eski deponi alanında NH<sub>3</sub>-N değerleri 1,93-9,79 mg/L, yeni deponi alanında NH<sub>3</sub>-N değerleri 0,98-12,47 mg/L arasında değiştiği gözlenmiştir. Eski ve yeni sahalarda amonyak konsantrasyonlarının çok düşük çıkması her iki sahada da hidroliz ve asitleşme safhasının baskın olduğunu göstermektedir. Eski ve yeni deponi alanlarında ölçülen kurşun ve diğer ağır metal konsantrasyonları açısından bakıldığında genel olarak 1 mg/L'nin altında olduğu görülmektedir.

Çöp depolama sahalarda oluşan sızıntı suları yüzeysel ve yeraltı sularını kirletmektedir. Bu nedenle çevresel risk oluşturmaktadır.

2009, 77 sayfa

**Anahtar kelimeler:** Katı atık, Depolama Alanı, Çöp Sızıntı Suyu, Ağır Metaller

## ABSTRACT

### Graduate Dissertation

#### EXAMINATION OF THE TIMELY CHANGES OF THE BOD<sub>5</sub>/COD RATIO AND DETERMINATION OF HEAVY METAL RELEASE AT THE OLD AND NEW IRREGULAR (WILD) WASTE DEPOSIT AREAS IN THE ÇORLU DISTRICT

Nuray DEMİRTAŞ

Namık Kemal University

Institute of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Consultant: Ass. Dozent Dr. Ali Rıza DİNÇER

The target of this work is the examination of the timely changing of BOD<sub>5</sub>, COD, BOD<sub>5</sub>/COD, pH, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Pb<sup>+2</sup>, Zn<sup>+2</sup>, Cd<sup>+2</sup>, Cr<sup>+6</sup>, Cu<sup>+2</sup>, Ni<sup>+2</sup> parameters and the determination of heavy metal releases at the old and new irregular (wild) waste deposit areas in the Çorlu district.

The old waste deposit of Çorlu is a state owned area of 3.5 hectares, which was used between 1997-2004. The old sandpit of a size of 6.0 hectares is used as the new depository between 2004-2009. It is known that industrial wastes were deposited at the old and new waste deposit areas.

First, a wide ranged study of the related literature regarding solid wastes and release liquids is conducted. Weekly samples are taken and examined from the old and new deposit areas for a total duration of eight months. The obtained results are compared with the literature values and are evaluated. The obtained waste release liquids from the old and new irregular waste deposit areas of Çorlu are taken to the Department of Environmental Engineering of the Çorlu - Faculty of Engineering of the Namık Kemal University and analysed.

It is seen that the BOD<sub>5</sub>/COD varies between 0,19-0,47, whilst the BOD<sub>5</sub>/COD varies between 0,18-0,40 at the new deposit area. The fact that the desposit areas are non-regulated, and uncontrolled industrial wastes are deposited illegally at these areas, makes it difficult to interprete the obtained results. Though the BOD<sub>5</sub>/COD ratio is very low, they are classified as biologically recyclable. It is seen that thee BOD<sub>5</sub> value varies between 650-1327 mg/L at the old deposit area, and between 153-1135 mg/L at the new deposit area. It may be said that the BOD values did not change significantly by time at the old deposit area, that this is more stable (mature) compared to the new deposit area. At this study, it is seen that the pH value at the old deposit varies between 7,75-8,43, and between 6,7-7,63 at the new deposit. In general, the pH value lies between 7-8. It is seen that the NH<sub>3</sub>-N values vary between 1,93-9,79 mg/L at the old deposit, and the NH<sub>3</sub>-N values vary between 0,98-12,47 mg/L at the new deposit. The fact that the amoniac concentrations were very low at the old and new areas indicate that the hydrolise and acidation stages are dominant at both fields. If the measured lead and other heavy metal concetrations should be respected, it is seen that these are below 1 mg/L in general.

The incurring release liquids at the waste deposit areas contaminate the surface and ground waters. Thus, they constitute an environmental risk.

2009, 77 Pages

**Keywords:** Solid Waste, Deposit Area, Waste Release Liquid, Heavy Metals

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince, bu tezin oluşum ve yönetim aşamalarında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen, çalışmalarım da her türlü olanağı sağlayan, bilimsel katkılarını sunan danışman hocam Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza DİNÇER'e ve yardımcı danışmanım Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Yalçın GÜNEŞ' sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince deneylerin yapılmasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Elçin GÜNEŞ' e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın her aşamasında destek ve yardımlarını esirgemeyen, numunelerin alımında emeği ve desteği için Sayın Uğur ÇOBAN'a, Ümit ÖZ'e teşekkür ederim.

Tez hazırlama süresince laboratuvar çalışmalarında yardımını esirgemeyen Sayın Mine YANIK'a, tezimin yazım aşamasında yardımlarından dolayı Çevre Mühendisliği öğrencisi Atakan ERDOĞAN'a, Arkadaşım Sema SEZER'e teşekkür ederim.

Tez hazırlama sürecinde manevi katkılarında dolayı yeğenlerim Berkay DEMİRTAŞ ve Mert Korkmaz DEMİRTAŞ'a teşekkür ederim.

Bu yoğun süreçte desteklerini benden esirgemeyen Babam Hüseyin DEMİRTAŞ, Annem Selma DEMİRTAŞ, Kardeşim Özgür DEMİRTAŞ'a ve ağabeyim Yılmaz DEMİRTAŞ'a ayrıca gösterdikleri sabırdan dolayı da sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$BOI_5/ KOI$	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacının Kimyasal Oksijen İhtiyacına Oranı
$BOI_5$	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
$KOI$	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L	Litre
mL	Mililitre
$NH_3-N$	Amonyum Azotu
$NO_2-N$	Nitrit
$NO_3-N$	Nitrat
$Pb^{+2}$	Kurşun
$Zn^{+2}$	Çinko
$Cd^{+2}$	Kadmiyum
$Cr^{+6}$	Krom
$Cu^{+2}$	Bakır
$Ni^{+2}$	Nikel
°C	Santigrat Derece
pH	

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
TABLolar DİZİNİ .....	x
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Problemin Tanımı .....	1
1.2 Amaç ve Kapsam .....	4
<b>2. KATI ATIKLAR ve GENEL ÖZELLİKLERİ</b> .....	5
2.1 Katı Atıklar .....	5
2.2 Katı Atıkların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri .....	6
2.2.1 Katı atıkların fiziksel özellikleri .....	6
2.2.2 Katı atıkların kimyasal özellikleri .....	7
2.2.3 Katı atıkların biyolojik özellikleri .....	7
2.3 Kentsel Katı Atık Yönetiminde Sızıntı Suyu .....	9
2.3.1 Sızıntı suyu oluşumu .....	9
2.3.2 Sızıntı suyu yapısı ve özellikleri .....	15



2.3.3 Sızıntı suyunun organik içeriği .....	19
2.3.4 Sızıntı suyu özelliklerini etkileyen faktörler .....	19
2.3.4.1 Depo alanının yaşı .....	20
2.3.4.2 Depo alanı tasarımı .....	20
2.3.4.3 Geçirimsizlik tabakası .....	20
2.3.5 Sızıntı suyunun toplanması ve depolanması .....	21
2.3.6 Depo sahalarının çevresel etkileri .....	21
2.3.6.1 Yangın ve patlama riski .....	22
2.3.6.2 Bitki örtüsüne etkisi .....	22
2.3.6.3 İstenmeyen kokular .....	23
2.3.6.4 Global ısınma .....	23
2.3.6.5 Hava kirliliği .....	24
2.3.7 Çöp depolama sızıntı sularının su kaynaklarına etkileri .....	24
2.3.8 Sızıntı suyunun kontrolü ve arıtımı .....	27
2.3.8.1 Sızıntı sularının arazide arıtım yöntemleri .....	29
2.3.8.2 Sızıntı sularının depo sahasına geri devrettirilerek arıtımı .....	29
2.3.8.3 Sızıntı sularının biyolojik yöntemlerle arıtımı .....	30
2.3.8.4 Sızıntı suyu arıtımında fiziksel ve kimyasal yöntemler .....	31
2.3.8.5 Sızıntı suyu arıtımında kimyasal koagülasyon yöntemi .....	32

<b>3. DENEYSEL ÇALIŞMA PLANI, KULLANILAN YÖNTEM ve DÜZENEKLER</b>	34
3.1 Çöp Depolama Alanları (Eski ve Yeni Sahalar).....	35
3.2 Sızıntı Suyu Numune Alma Noktaları.....	36
3.3 Ölçüm ve Analiz Yöntemleri.....	36
<b>4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA</b> .....	37
4.1 Çalışma Sahalarının Meteorolojik Verileri.....	37
4.2 Elde Edilen Verilerin Karakterizasyonu ve Analiz Sonuçları.....	41
4.2.1 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı/Kimyasal Oksijen İhtiyacı Oranları (BOİ <sub>5</sub> /KOİ).....	45
4.2.2 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ).....	47
4.2.3 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	49
4.2.4 pH Değişimi .....	51
4.2.5 Amonyak Konsantrasyonu Değişimi (NH <sub>3</sub> -N).....	53
4.2.6 Nitrit Konsantrasyonu Değişimi (NO <sub>2</sub> -N).....	55
4.2.7 Nitrat Konsantrasyonu Değişimi (NO <sub>3</sub> -N).....	56
4.2.8 Kurşun Konsantrasyonu Değişimi (Pb <sup>+2</sup> ).....	58
4.2.9 Çinko Konsantrasyonu Değişimi (Zn <sup>+2</sup> ).....	60
4.2.10 Kadminyum Konsantrasyonu Değişimi (Cd <sup>+2</sup> ).....	64
4.2.11 Krom Konsantrasyonu Değişimi (Cr <sup>+6</sup> ).....	66
4.2.12 Bakır Konsantrasyonu Değişimi (Cu <sup>+2</sup> ).....	66
4.2.13 Nikel Konsantrasyonu Değişimi (Ni <sup>+2</sup> ).....	68

<b>5.KAYNAKLAR</b> .....	70
Özgeçmiş.....	77

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çorlu İlçesi Eski ve Yeni Çöp Depolama Alanlarının Konumunu Gösteren Harita.....	3
Şekil 2.1. Eski Çöp Depolama Alanı Sızıntı Suyu Numune Alma Noktası-2009.....	26
Şekil 2.2. Yeni Çöp Depolama Alanı Sızıntı Suyu Numune Alma Noktası-2009.....	27
Şekil 3.1. Deneysel Çalışma Planı Özeti.....	34
Şekil 3.2. Eski Çöp Depolama Alanı 1997-2009.....	35
Şekil 3.3. Yeni Çöp Depolama Alanı 2004-2009.....	35
Şekil 4.1. Eski ve Yeni Düzensiz Deponi Alanlarında $BOI_5/KOI$ Oranlarının Değişimi.....	45
Şekil 4.2. Eski ve Yeni Düzensiz Deponi Alanlarında $BOI_5$ Konsantrasyonlarının Değişimi.....	47
Şekil 4.3. Eski ve Yeni Düzensiz Deponi Alanlarında $KOI$ Konsantrasyonlarının Değişimi.....	49
Şekil 4.4. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında pH Değişimi.....	51
Şekil 4.5. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında $NH_3-N$ Konsantrasyonlarının Değişimi.....	53
Şekil 4.6. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında $NO_2-N$ Konsantrasyonlarının Değişimi.....	55
Şekil 4.7. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında $NO_3-N$ Konsantrasyonlarının Değişimi.....	56
Şekil 4.8. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında Kurşun ( $Pb^{+2}$ ) Konsantrasyonlarının Değişimi.....	58
Şekil 4.9. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında Çinko ( $Zn^{+2}$ ) Konsantrasyonlarının Değişimi.....	60
Şekil 4.10. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında Kadmiyum ( $Cd^{+2}$ ) Konsantrasyonlarının Değişimi.....	62
Şekil 4.11. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında $Cr^{+6}$ Konsantrasyonlarının Değişimi.....	64
Şekil 4.12. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında Bakır ( $Cu^{+2}$ ) Konsantrasyonlarının Değişimi.....	66
Şekil 4.13. Eski ve Yeni Deponi Alanlarında Nikel ( $Ni^{+2}$ ) Konsantrasyonlarının Değişimi.....	68

## **TABLULAR DİZİNİ**

Tablo 2.1. Düzenli Depo Sahalarında Oluşan Sızıntı Suyunun Özellikleri.....	11
Tablo 2.2. Sızıntı Suyu Özelliklerinin Ayrışma Evrelerine Bağlı Değişimi.....	14
Tablo 4.1. 2008-2009 Yılı Yağış Değerleri.....	39
Tablo 4.2. 2008-2009 Yılı Aylık Maksimum Yağış Miktarları .....	40
Tablo 4.3. 2008-2009 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarları .....	40
Tablo 4.4.2008-2009 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	40
Tablo 4.5. Sızıntı Suyunda Biyolojik Etkinliklerinin Aşamaları.....	42
Tablo 4.6. Sızıntı Suyu Literatür Değerleri.....	43
Tablo 4.7. Çorlu Eski ve Yeni Çöp Depolama Alanı Sızıntı Suyu Karakterizasyonu.....	44

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Problemin Tanımı

Trakya bölgesinde beşeri ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşturulan katı ve sıvı atıklar yaşadığımız yüzyılda karşılaşılan çevre sorunları arasında hissedilir bir öneme sahiptir. Gelişmişlik düzeylerinden bağımsız olarak ve değişik ölçeklerde olmak üzere, hemen hemen tüm toplumlar doğal çevre üzerinde baskı oluşturmaktadırlar.

Bu çerçevede, gezegenimizi paylaşan insanların çok büyük bir kısmının karşılaştığı sürekli yoksulluk ve büyük bir kısmının yarattığı aşırı tüketim çevre sorunlarının temelini oluşturmaktadır. Üretim ve tüketim alışkanlıklarındaki değişme, nüfus artışı, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojiadaki gelişmeler katı atık miktarlarını ve kalitesini son yıllarda önemli miktarlarda geliştirmiş/değiştirmiştir. Vahşi şekilde depolanan çöpler, yeraltı ve yüzeysel su kirliliğine, haşerelerin üremesine, çevreye kötü kokuların yayılmasına, görüntü kirliliğine ve çeşitli hayvanlar vasıtasıyla taşıyıcı mikropların yayılmasına neden olmaktadır.

Kontrolsüz ve plansız büyüme sonucunda başlı başına bir sorun kaynağı olarak ortaya çıkan kentsel alanlardan kaynaklı katı atıklar en önemli çevre sorunları arasında yer almaktadır. Sosyoekonomik altyapı, kültürel değerler, katı atık toplama sistemi altyapısı, mevzuat altyapısı ve mevsimsel/iklimsel değişiklikler kentsel katı atıkların miktar ve yapısı ile çözüm olarak geliştirilen yöntem ve teknolojilerin seçimini belirleyen temel etkenlerdir. Arazi kaybı (düzenli/vahşi depolama), hava kirliliği (fırınlar ve vahşi depolama sahaları), yeraltı ve yüzeysel su kirliliği (düzenli depolama, geri kazanım tesisleri, fırınlar) ve nakliye kentsel katı atık yönetiminde öne çıkan başlıca konuları oluşturmaktadır.

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, kirliliği bir atıksu (sızıntı suyu) oluşur. Kontrol edilmeyen bu sızıntı suyunun çevreye olan zararlı etkileri deponilerden kaynaklanan tehlikelerin en büyüğü ve en tehlikeli olanıdır.

Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre, ülkemizde 3215 belediyeden sadece 11 tanesinde düzenli depolama tesisi bulunmaktadır (Özeler ve diğ., 2006).

Ülkemizde önemli miktarda katı atıklar, çok sağlıksız şekilde bertaraf edilmektedir. Yaklaşık 10 yıldır ülke ekonomisinde bulunduğu yere bağlı olarak ilçede evsel katı atıklarla birlikte çok farklı fiziksel ve kimyasal yapıdaki endüstriyel ve tehlikeli atıklar da üretilmektedir.

Çorlu ilçesi, İstanbul'un Silivri ilçesi, Tekirdağ'ın Muratlı ilçesi ve Kırklareli'nin Lüleburgaz ilçeleriyle çevrilidir. Güneyde ise; Marmara Denizi ve Marmara Ereğlisi ilçesine komşu olmaktadır. İlçe rakımı 183 metredir. Yıldız Dağları'nın uzantısı halinde sokulan sırtlar, Çorlu'nun en yüksek kesimini oluşturur. Çorlu arazisinin büyük bölümü Ergene Havzası içinde yer alır. Burası Yıldız Dağları'ndan taşınan ve akarsulardan sürüklenen tortuların depolandığı bir dolgu bölgesidir. Ayrıca bu bölge, Ergene Havzası ile Marmara kıyıları arasındaki su bölümünün ayrımıdır.

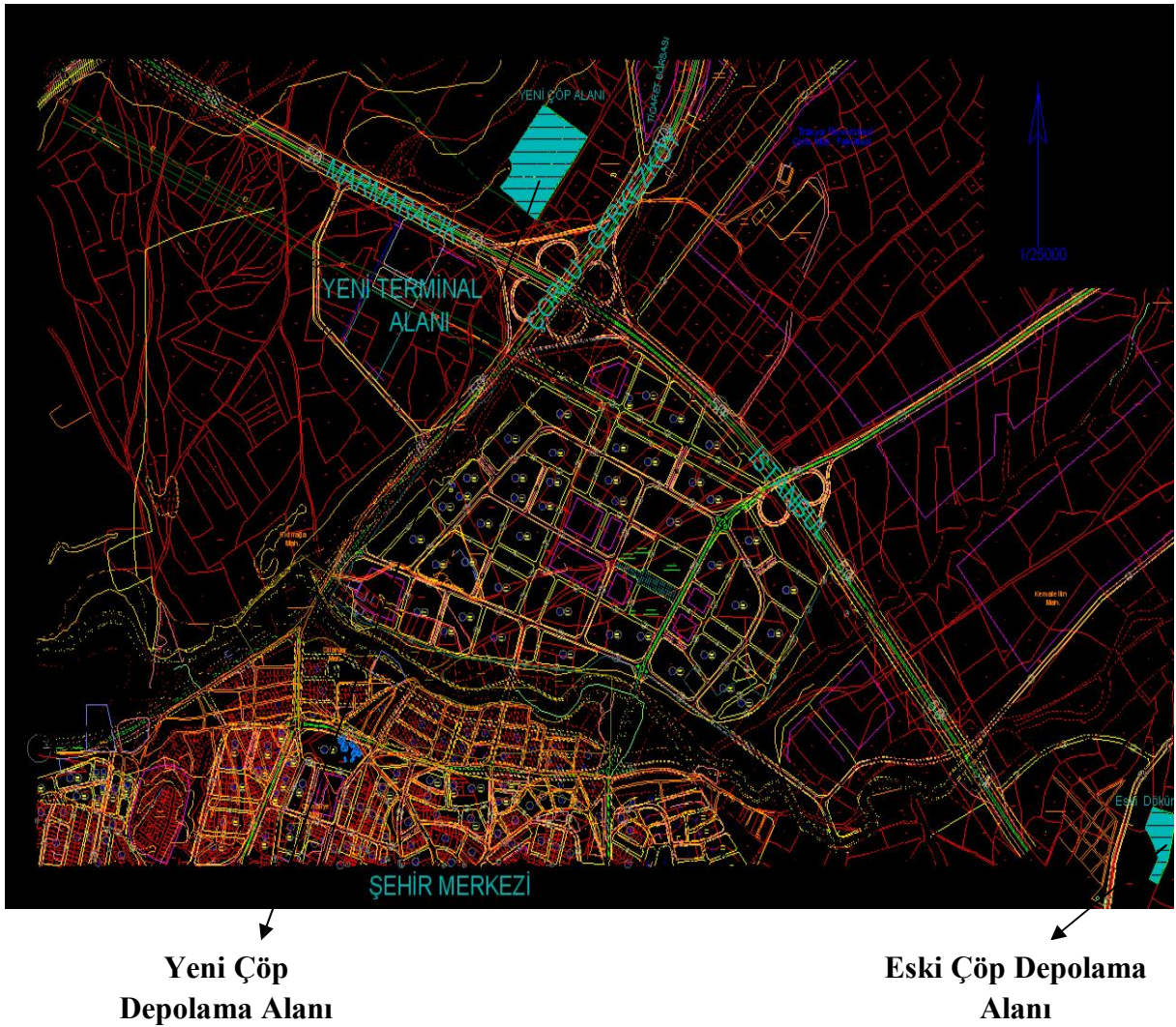
Sanayileşmenin ve hızlı nüfus artışının en yoğun olduğu yerlerden biri olan Çorlu ilçesinde kullanılan katı atık depolama yöntemi arazi üstü açık deponiler (vahşi depolama) şeklindedir.

Çorlu ilçesinde çöp sorunu yıllarca çöplerin, ilçenin kuzeydoğusunda bulunan eski çöp depolama alanına dökülmesiyle çözülmeye çalışılmış, ancak nüfus artışına paralel olarak çöp miktarının çok büyük boyutlara ulaşması sonucu yeni alanlar belirlenmiştir. Tamamen rastgele seçilen hazine arazisi ve kum ocağı niteliğinde olan yeni çöp depolama alanı jeolojik ve çevresel değerler açısından bu amaca uygun olmayan yerlerdir.

Çorlu ilçesinde bulunan eski Çorlu çöplüğü Emlak Konutları bölgesinin kuzeybatısında bulunan 3.5 ha büyüklüğünde bir hazine arazisidir. 1997-2004 yılları arasında kullanılmış ve bu alana yeraltı suyu için herhangi bir önlem alınmadan vahşi depolama yapılmıştır. Bu alan çöple doldurulmuş ve daha sonra çöplüğün üzeri kapatılmıştır. 2004 yılında Çorlu Belediyesi'nin aldığı bir kararla daha önce kum ocağı olarak kullanılan, ilçenin kuzeybatısında yer alan 6.0 ha büyüklüğünde, şehir merkezine 3-4 km. mesafede, Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi'ne ise 2 km uzaklıktaki konumda bulunmaktadır. Yeni çöp depolama alanı kamulaştırılarak, 2004 yılı itibariyle Çorlu'nun her türlü çöprü buraya yine yeraltı suyu için herhangi bir önlem alınmaksızın düzensiz şekilde boşaltılmaya başlanmıştır. Eski ve yeni çöp depolama alanlarına sanayi atıklarının da döküldüğü bilinmektedir. Bu da zamanla tarım alanlarını ve yeraltı suyu kaynaklarını hissedilir biçimde kirlitmeye ve büyük ölçüde çevre kirliliği riski yaratmaya devam etmektedir.

Eski çöp dökme sahası, 2004 yılında yapılan rehabilitasyon çalışmalarına kadar yangınların çıkması, zararlı haşaratların çoğalması, hastalık riskinin artması ve hakim rüzgarların yönüne bağlı olarak istenmeyen çöp kokusunun etrafa yayılması gibi etkilerle çevreyi olumsuz bir şekilde etkilemiştir.

Bu iki depolama sahasından kaynaklanan sızıntı suları yeraltı ve yüzey suları için potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır. İki depolama sahasının çevreye etkilerinin minimize edilmesi ve potansiyel risklerin tespit edilmesi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Çorlu ilçesi eski (En son çöp dökümü 2004 yılında gerçekleşmiştir) ve yeni (2004-2009 yılları arasında) çöp depolama alanlarının konumunu gösteren harita **Şekil 1.1.**'de yer almaktadır. (08.04.2008 tarihli 1/1.000 ölçekli Çorlu Uygulama Planı)



**Şekil 1.1.** Çorlu İlçesi Eski ve Yeni Çöp Depolama Alanlarının Konumunu Gösteren Harita



## 1.2 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı; Çorlu bölgesinde bulunan eski ve yeni vahşi çöp depolama alanından kaynaklanan sızıntı sularının karakterizasyonu yapılarak, çevreye oluşturabileceği potansiyel risklerin değerlendirilmesidir. Bu amaç kapsamında;

- Katı atıklar ve sızıntı suları ile ilgili kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış,
- Toplam 8 ay boyunca her hafta eski ve yeni çöp depolama sahasından kaynaklanan sızıntı sularının numuneleri alınmış,
- Bu sızıntı sularında laboratuvar ortamında BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları, BOİ<sub>5</sub>, KOİ, pH, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Pb<sup>+2</sup>, Zn<sup>+2</sup>, Cd<sup>+2</sup>, Cr<sup>+6</sup>, Cu<sup>+2</sup>, Ni<sup>+2</sup> analizleri yapılmış,
- Çıkan sonuçlar literatür değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

## 2. KATI ATIKLAR ve GENEL ÖZELLİKLERİ

### 2.1 Katı Atıklar

Kentleşmenin artmasıyla birlikte özellikle nüfusun fazla olduğu yerleşim bölgelerinde ortaya çıkan katı atık sorunu, günümüzde en önemli çevre problemlerinden birini oluşturmaktadır. 1991 yılında yürürlüğe giren ve son olarak 2002 yılında revize edilen “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”ne göre “üreticisi tarafından atılmak istenen, toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı madde ve arıtma çamurlarının tümü” (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 1991) şeklinde tanımlanan katı atıklar, toprak, hava ve su kirliliğine sebep olması açısından önemli bir risk teşkil etmektedir.

İnsanlar var oldukları günden bu yana çevre ile etkileşim içindedirler. Hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme, sürekli gelişen teknoloji ve artan talep sonucunda çevre zarar görmeye ve kirlenmeye başlamıştır. Çevre kirliliğine yol açan ve 20. yy dünyasında en önemli sorunlardan biri olarak karşımıza çıkan katı atıklar; insanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucunda işe yaramaz hale gelen ve akıcı olabilecek kadar sıvı içermeyen her türlü madde ve malzemeyi içermekte ve çevre üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır.

Katı atıkların, çeşit ve bileşimi ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklılıklar oluşturduğu gibi aynı ülke içinde kentsel ya da kırsal ve sanayi bölgelerine göre de büyük farklılıklar göstermektedir (Erdin E., 1980).

Katı atıklar kaynaklarına göre; kentsel katı atıklar (evsel, ticari ve kurumsal, cadde ve pazaryeri, mezbaa, park, bahçe ve yeşil alan, arıtma çamurları, moloz, enkaz ve kazı toprağı), endüstriyel katı atıklar (kömür cürufu, siklon külü, maden, tehlikeli atık sınıfına giren arıtma çamurları, kontamine haldeki tehlikeli ve toksik katı atıklar), özel atıklar (tıbbi atıklar, radyoaktif atıklar, atık yağlar, ömrünü tamamlamış lastikler, eski araba ve hurdalar) olarak sınıflandırılırken, bileşimlerine göre bir ayırım yapılmak istendiğinde organikler, inorganikler ve küller olmak üzere üç kısımda incelenebilirler.

İnsan aktiviteleri sonucu ortaya çıkan katı atık miktar ve türü, nüfusun ihtiyaçlarının artması ve teknolojik gelişme ile orantılı olarak artmaktadır. Evsel katı atıklar farklı organik maddeler, yiyecekler, kağıt, ahşap ve plastik maddeler içermektedir. Bunların oranları toplumdaki artış ve tüketim alışkanlıklarındaki değişime paralel olarak büyük bir hızla üretilen katı atıkların bertarafı da ciddi bir çevre problemi olarak ortaya çıkmaktadır (Al-Yaqout ve Hamoda., 2003). Yerel yönetimlerin en önemli çevre sorunlarının başında katı atıkların bertarafı gelmektedir. Katı atık yönetiminde dünyanın pek çok bölgesinde en çok tercih edilen bertaraf yöntemi depolamadır (De La Rosa ve diğ., 2006). Ülkemizde birçok yerleşim biriminin düzenli katı atık bertaraf ve depolama alanı bulunmamaktadır.

Daha temiz şehirlere sahip olunması, sağlık açısından tehlikeli olabilecek kentsel katı atıklara hijyenik ve ekonomik çözümler bulunması, konunun bilimsel olarak ele alınmasının yanı sıra, mevcut tecrübelerden de yararlanmayı gerektirmektedir.

## **2.2 Katı Atıkların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri**

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.

### **2.2.1 Katı atıkların fiziksel özellikleri**

Özgül ağırlık, materyalin hacim başına düşen ağırlığı olarak tanımlanmaktadır. Katı atıkların özgül ağırlıkları coğrafik özelliklere, sosyoekonomik yapıya, iklime ve biriktirme süresine göre değiştiği için uygulama aşamasında bu değer tekrar tespit edilmelidir.

Nem içeriği, katı atıkların doğal olarak içerdikleri ve iklimsel olarak değişim gösteren su içeriğidir. Katı atık bertaraf yönteminin belirlenmesinde ve dizaynında önemli rol oynamaktadır. Örneğin, düzenli depolama yönteminde, katı atığın nem oranı deponi alanında oluşacak sızıntı suyu miktarının hesaplanmasında göz önünde tutulması gereken önemli bir unsurdur. Tane büyüklüğüne göre dağılım ve sıkıştırılmış atık porozitesi, atıkların boyutlarını ve atığın sıkıştırıldıktan sonraki gözenekliliğini ifade etmektedir. Atıklar, alanda kapladığı hacmin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

### **2.2.2 Katı atıkların kimyasal özellikleri**

Katı atığın içeriğindeki materyallerin kimyasal özellikleri, özellikle geri kazanım ve yakma yöntemlerinin değerlendirilmesinde önemlidir. Yanma özelliği atığın kimyasal özelliklerinden en önemlisidir.

### **2.2.3 Katı atıkların biyolojik özellikleri**

Katı atıkların organik fraksiyonlarının en önemli biyolojik özelliği; organik bileşenlerin gazlara, inert organiklere ve inorganik maddelere dönüşümüdür. Katı atıktaki organik maddeler aerobik koşullar altında reaksiyonlar gösterirler (Karpuzcu., 1994).

Depolama sahalarında atık stabilizasyonu, aerobik ve anaerobik prosesler sonucunda gerçekleşmektedir. Oksijen, katı atık stabilizasyonunda fazların süresini ve işleyişini belirlediği için özellikle önemlidir. Deponide oksijen sadece üst tabakada bulunur ve aerobik faz süresince bu mikroorganizmalar tarafından kısa sürede tüketilir. Ortamdaki serbest oksijen tüketildikten sonra stabilizasyonun diğer aşaması olan anaerobik faz başlamaktadır. Özellikle metan bakterileri için düşük miktarlarda bulunan oksijen bile toksik etki yapmaktadır.

Aerobik fazda stabil olmayan organik maddeler mikroorganizmalar vasıtasıyla bütün aerobik proseslerdeki gibi biyolojik parçalanma reaksiyonları ile daha az zararlı maddelere dönüştürülmektedirler. Böylelikle proteinler, aminoasitlere indirgenmekte; bunlardan da karbondioksit, su, nitrat ve sülfatlar oluşmaktadır. Karbonhidratlar; karbondioksit, su ve yağ asitlerine hidrolize olan yağlara, gliserin ve daha küçük, basit katabolik parçalara, uçucu yağ asitlerinin orta formlarına ve alkalilere dönüşmektedirler. Selüloz atığının organik parçalarının oluşturduğu, temel enzimlerle glukoz ve glukoz bakterilerince de karbondioksit ve suya dönüştürülür. Bu fazda biyolojik parçalanma reaksiyonu, dışarıya ısı vererek oluşmakta ve deponi sıcaklığını arttırmaktadır (Martin., 1991).

Aerobik bozunma evresi, genellikle hızlı ve kısadır. Aerobik fazda, yüksek miktarda sızıntı suyu üretimi gerçekleşmez. Deponun üst kısmında meydana gelen aerobik fazda, metan üretim hızı da çok yavaştır. Aerobik faz, deponide katı atık yerleştirme hızından, atığın nem içeriğinden, depo alanının doldurulması ve kapatılmasından önemli ölçüde etkilenmektedir.

Organikler bittiği zaman veya reaksiyonlar atmosferden geçen oksijeni tüketmek için yavaş kaldığında deponi aerobik ve asidik hale gelir. İnorganik bileşiklerin tamponlama kapasitesi azalır ve metaller suda çözünebilir ve deponinin içinden sızıntı suyu ile uzaklaşabilirler. Deponiye oksijen girmesinin sonucu olarak, organik maddeler ve sülfürler parçalanabilirler ve bunlara bağlı metalleri salıverirler (Bozkurt ve diğ., 2000).

Ağır metallerin hareketliliği pH, redoks şartları ve metalleri adsorbe eden maddelere bağlıdır. Bu özellikleri etkileyen faktörler arasında, özellikle atığın organik kısmını içeren prosesler büyük önem taşımaktadır. Çalışmalar pek çok toksik metalin çözünürlüğünün ve serbest bırakılmasının genellikle yeni kapatılmış veya aktif olan deponi şartları altında düşük olduğunu göstermektedir (Ciavatta ve diğ., 1993).

Sıcaklık, bütün biyolojik sistemlerde olduğu gibi deponilerdeki biyolojik faaliyetler üzerinde de etkilidir. Özellikle anaerobik sistemlerde sıcaklık, prosese yön veren faktörlerdendir. Metan bakterilerinin en verimli olduğu sıcaklık yaklaşık olarak 37 °C olarak belirlenmiştir. Su hareketi az olan derin depo sahalarında, mikroorganizmalar faaliyeti sonucu oluşan ısı, saha içinde sıcaklık artışına neden olabilir. Bu sıcaklık ılıman iklim koşullarında 34 °C-35°C'ye yükselir. Metan üretiminin yüksek olduğu depo sahalarında sıcaklığın yüksek olması beklenir (Küçükgül, 1999; San ve Onay., 2001).

## 2.3 Kentsel Katı Atık Yönetiminde Sızıntı Suyu

Kentsel katı atıkların yönetiminde nihai bertaraf yöntemi olan düzenli/vahşi depolama sahalarının en önemli sorun alanlarından birisini oluşturan sızıntı suyu, aşağıda belirtilen gerekçeler sebebiyle giderek daha da artan bir önem kazanmaktadır (Christensen ve diğ., 1992).

- Yeraltı suyu kirliliği
- Giderek daha da fazla sayıda düzenli depolama sahasının açılması
- Atıksu deşarjı için giderek daha da sert yaptırım ve standartların geliştirilmesi
- Bütünsel yönetim stratejilerinin uygulanması sonucunda düzenli depolama sahalarına aktarılan katı atık miktarının azalarak depolanan tehlikeli atığın daha da yoğunlaşması
- Sızıntı suyu probleminin düzenli depolama sahasının kullanım süresinin on yıllarca sonrasında da geçerli olması

Saha (doldurma yöntemi, iklim, hidrojeoloji) ve atık (atıkların yapısı ve yaşı) konusunda karşılaşılabilecek çeşitli koşullar sebebiyle her sızıntı suyu yönetimi projesi, o proje kapsamında elde edilen veriler doğrultusunda kendi özgünlüğü içerisinde ele alınmalıdır.

### 2.3.1 Sızıntı suyu oluşumu

Genç depo sahalarından sızan atıksuların muhteviyatındaki organik maddelerin önemli bir kısmı (% 90) organik asitlerden kaynaklanır ve bu organik asitlerin de % 90'a varan kısmı başlıca asetik, propiyonik ve bütirik asitlerden ileri gelir (Christensen ve Kjeldsen., 1989). Sızıntı suyu muhteviyatındaki organik asitlere dönüşümünün birinci anaerobik ayrışma safhasında gerçekleştiğini gösterir. Düşük organik asit konsantrasyonu, biyolojik ayrışma hızının yavaş olduğunu ya da sızıntı suyunun atıkların etkili bir şekilde stabilize olduğu ikinci anaerobik ayrışma safhasında olduğuna işaret eder.

Organik atıkların hızlı bir şekilde ayrıştığı dönemde (2. safha) ortaya çıkan sızıntı suları; yüksek BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı, düşük pH ve yüksek ağır metal konsantrasyonu ile karakterize edilir (Jensen ve Christensen, 1999). Danimarka'da farklı depo sahasından alınan ham sızıntı sularını 1,2, 0,4 ve 0,001 µm gözenek çaplı filtre kağıtlarından süzmüş ve kolleidler önemli bir kısmının 0,001-0,4 µm arasında olduğunu ve kolleidal maddelerin başlıca bileşenin TOC olduğunu vurgulamışlardır.

Sızıntı suyundaki kirletici parametrelerin konsantrasyonları günden güne önemli farklılıklar gösterebileceğinden, kirletici parametrelerin konsantrasyonlarının mutlak değerleri yerine parametrelerin birbirlerine oranlarının değerlendirilmesi daha faydalıdır. KOİ/TOC, BOİ/TOC,  $SO_4^{2-}/Cl^-$  oranlarının değerlendirilmesi sızıntı suyunun içerdiği organik maddeler ve atıkların ayrışma süreci ile ilgili önemli ipuçları verebilir.  $SO_4^{2-}/Cl^-$  oranı ile Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP) ters orantılı olup, depo sahasında anaerobik ayrışmanın etkili olduğu safhada ORP en düşük seviyededir.

Bazı organik maddeler için KOİ/TOC oranı maksimum 4,0 olabilir ve karboksil grubu içeren organik maddeler için 1,3 gibi değerler alabilir.

KOİ/TOC oranına benzer olarak BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı da depo sahası yaşlandıkça azalır. DOC/TOC oranındaki azalma BOİ<sub>5</sub> ya da uçucu yağ asidi olarak ölçülen organik maddelerin kompozisyonundaki değişimin bir göstergesidir. Bu organik maddeler genellikle mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkan ayrışma ürünleridir ve depo sahası yaşlandıkça konsantrasyonları artar.

Sızıntı suyu bileşimi depo sahasındaki fermantasyon kademesine, atık bileşimine, depo sahasının işletme şekline ve depolanan atık türlerine (evsel, endüstriyel) bağlı olarak önemli değişiklikler göstermektedir. **Tablo 2.1.**'de düzenli depo sahalarında oluşan sızıntı sularının özellikleri verilmiştir (El-Fadel, M., 1991; Christensen ve diğ., 2001).

**Tablo 2.1.** Düzenli Depo Sahalarında Oluşan Sızıntı Suyunun Özellikleri (El-Fadel, M., 1991; Christensen ve diğ., 2001).

Parametre	Konsantrasyon (mg/L)	Parametre	Konsantrasyon (mg/L)
Alkalinite (Toplam, CaCO <sub>3</sub> )	0- 20850	İletkenlik	2500- 35000
Alüminyum	0,5- 85	Kadmiyum	0,0001- 1,16
Antimon	0- 3,19	Kalay	0- 0,16
Arsenik	0,01- 70,2	Kalsiyum	10- 7200
Azot (Toplam Kjeldahl)	2- 3320	Klorür	150- 4500
Azot (Amonyak)	0- 2200	Kobalt	0,005- 1,5
Azot (Nitrat)	0- 9,8	KOİ	140- 152000
Azot (Nitrit)	0- 1,46	Krom	0- 22,5
Azot (Organik)	14- 2500	Kurşun	0- 14,2
Bakır	0- 10	Magnezyum	30- 15000
Baryum	0- 12,5	Mangan	3- 5500
Berilyum	0- 0,36	Nikel	0- 13
BOİ <sub>5</sub>	20- 57000	pH	1,5- 9,5
BOİ <sub>5</sub> /KOİ	0,02- 0,80	Potasyum	50- 3700
Bor	0,42- 13	Selenyum	0- 1,85
Bulanıklık (Jackson Birimi)	40- 500	Sertlik (CaCO <sub>3</sub> olarak)	0,1- 225000
Cıva	0- 3	Siyanür	0- 6
Çinko	0- 1000	Sodyum	70- 7700
Demir	3- 5500	Sülfat	8- 7750
Fenol	0,17- 6,6	Talyum	0- 0,32
Florür	0,1- 1,3	T. Askıda Katı Madde	2- 140900
Fosfat	0,01- 154	T. Çöz. Katı Madde	584- 55000
Fosfor (Toplam)	0,01- 154	Toplam Katı Madde (TSS)	2000- 60000
Gümüş	0- 1,96	T. Organik Karbon (TOC)	30- 29000

Sızıntı suyu bileşimi depo yaşma bağlı olarak da değişiklikler göstermektedir. Bu nedenle, sızıntı suyunda herhangi bir kirletici için sabit bir konsantrasyon değerinden söz etmek mümkün değildir. Ancak genel olarak bütün kirletici konsantrasyonlarında zamana bağlı olarak bir azalma eğiliminden söz edilebilir.



Sızıntı suyundaki kirleticiler dört grup altında incelenebilir:

- Çözünmüş organik maddeler; KOİ, TOC, uçucu yağ asitleri (UYA), fulvik ve humik asitler
- İnorganik makro bileşenler; Kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnezyum ( $\text{Mg}^{+2}$ ), Sodyum ( $\text{Na}^{+}$ ), Potasyum ( $\text{K}^{+}$ ), Amonyum ( $\text{NH}_4^{+}$ ), Demir ( $\text{Fe}^{+2}$ ), Mangan ( $\text{Mn}^{+2}$ ), Klorür ( $\text{Cl}^{-}$ ), Sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve Hidrojen karbonat ( $\text{HCO}_3^{-}$ )
- Ağır metaller; Bakır ( $\text{Cu}^{+2}$ ), Çinko ( $\text{Zn}^{+2}$ ), Kadmiyum ( $\text{Cd}^{+2}$ ), Krom ( $\text{Cr}^{+6}$ ), Kurşun ( $\text{Pb}^{+2}$ ) ve Nikel ( $\text{Ni}^{+2}$ )
- Evsel ve endüstriyel kimyasallardan kaynaklanan ve genellikle 1 mg/l'ten daha düşük konsantrasyonlarda mevcut olan ksenebiyotik organik bileşikler (XOC). Bu bileşikler aromatik hidrokarbonlar, fenoller, klorlu alifatikler ve pestisitler gibi bileşikleri ihtiva ederler.

Sızıntı suyu, yeraltı suyunun depolama sahalarındaki hareketinden veya yağmur suyunun yüzeyden toprağın içlerine girmesiyle oluşmaktadır (Pohland ve diğ., 1976). Çeşitli yollarla depo sahasına gelen veya depo sahasında oluşan sular, deponi içerisinden geçerken atıkların parçalanma ürünlerinin ve atıkların içindeki çözünebilen maddeleri bünyelerine alarak ilerlerler (Sang ve diğ., 2006). Herhangi bir düzenli depolama sahasında oluşabilecek sızıntı suyu, sahanın nem tutma kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir.

Bu çerçevede sızıntı suyu, depolama alanında kapasite aşıldığı anda oluşmaya başlar. Düzenli depolama sahalarında sızıntı suyu oluşumu aşağıdaki maddelere göre değişiklik gösterir (El-Fadel ve diğ., 1997).

- İklim ve hidrojeoloji (yağış, kar erimesi, yeraltı suyu karışımı)
- Saha operasyonları ve yönetimi (sıkıştırma, üst örtü, zemin kaplaması, geri dönüşüm)
- Atığın içeriği (geçirgenlik, yaş, parça büyüklüğü, başlangıç nem içeriği)
- Sahada gerçekleşen etkileşimler (organik maddenin özümsemesi, gaz oluşumu ve taşınması)

Depolama alanlarında sızıntı suyu oluşumu, sahaya gelen su miktarı ile doğru orantılıdır. Depo alanında oluşacak sızıntı suyu miktarı bölgedeki yağmur ve buharlaşma miktarına, dolgu sırasındaki sıkıştırma şekline bağlı olarak değişmektedir (Trankler ve diğ., 2005).

Bir sahada elde edilecek toplam sızıntı suyu miktarının belirlenebilmesi için çeşitli yazılımlar geliştirilmektedir. Ancak bu sürecin baş tetikleyicisinin sahaya giren su miktarı olduğu gerçeğinden hareketle bazı ampirik değerlendirmeler de yapılabilmektedir. Genel olarak 5-20 m<sup>3</sup>/ha.gün olarak verilebilen sızıntı suyu miktarı, atık yaşlandıkça artmakta, atıklar sıkıştırıldıkça da azalabilmektedir (Şengül ve diğ., 1999). Depo sahası sızıntı suyu üretiminin nicel olarak değerlendirilmesi için depo sahası su dengesi modelleri geliştirilmiştir (Gau ve Chow., 1998). Almanya'da çok yoğun sıkıştırma yapılan yeni sahalarda depolama sahasına gelen yıllık yağışın % 15-25'i, çok yoğun sıkıştırma yapılan eski sahalarda da yıllık yağışın % 25-50'sinin sızıntı suyuna dönüştüğü gözlemlenmiştir (Ehrig ve diğ., 1992).

Günümüzde depolama sahalarında üretilen sızıntı suyu miktarı tahminleri için yaygın olarak bir bilgisayar programı olan "Deponi İşleyişini Hidrolojik Değerlendirme" (HELP) modeli kullanılmaktadır. Bu modelde su dengesi için, deponinin bulunduğu yer, sahanın büyüklüğü, eğim, yağış, buharlaşma, sıcaklık, rüzgar, sahanın geçirimsizliği, filtrasyon hızı gibi spesifik bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. HELP modeli çoğunlukla çeşitli tasarım alternatiflerini karşılaştırma ve uzun süreli sızıntı suyu üretim miktarını tahmin etmek için yararlıdır. Günlük sızıntı suyu üretim miktarı tahminleri için ise yetersiz kalmaktadır (Vesilind, 2002; Butt ve Oduyemi, 2003; Bendz ve diğ., 1997).

Depo sahalarında oluşan sızıntı suyu miktarı; yağışlara, iklim şartlarına, depo yaşına, nihai örtü tabakasının geçirimsizlik derecesine, yeraltı suyundan depo alanına su geçişine ve katı atığın nem içeriğine bağlı olarak değişir. Sızıntı suyu oluşumunda en etkili olan meteorolojik faktör yağmurdur. Yağmurun frekansının, şiddetinin ve süresinin bilinmesi, oluşan sızıntı suyu miktarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sızıntı suyu oluşumu ve miktarı üzerinde; meteorolojik faktörlerle bağlantılı olarak depo sahasındaki örtü malzemelerinin özellikleri de etkilidir (Ashford ve diğ., 2000). Sızıntı suyu miktarı kurak ve sıcak iklimli yerlerde düşük, yağışlı bölgelerde ise yüksektir.

Çöp depolama sahalarında sızıntı sularının ortaya çıkışı oldukça karmaşık bir süreçtir. Araziye depolanan katı atıklar kimyasal ve biyokimyasal yollarla dönüşüme uğrar. Yiyecek artıkları, bahçe artıkları ve hayvansal atıklar gibi organik kökenli gruplar mikroorganizmalarca kullanılarak aerobik olarak bozunurlar. Demir ve diğer metal bileşenler ise oksitlenerek ayrışır. Yiyecek artıklarının bozunması çok kısa bir sürede gerçekleşirken, cam ve plastik madde gibi bazı madde gruplarının ayrışması çok uzun yıllar alabilir.

Düzenli depolama alanlarından oluşan sızıntı sularının kompozisyonu zaman ve mekana bağlı olarak büyük değişiklikler gösterir. Özellikle katı atık depolama sahasına düşen yağış sularının, buradaki katı atık kütlesi arasından süzülmesi esnasında çeşitli kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar meydana gelir.

Çöp ayrışması beş evre ile karakterize edilebilir (Pohland., 1975). Bunlar; alıştırma, geçiş, asit oluşum, metan oluşum ve olgunlaşma evreleridir. Bu evrelerin sonucu olarak organik ve inorganik bileşikler atıktan sızan suya geçer. Depo gövdesinde gerçekleşen söz konusu bu tür karmaşık reaksiyonların son ürünleri, sızıntı suyu ve depo gazı ile taşınır. Bu maddelerin taşınması esnasında kimyasal ve biyolojik reaksiyonlara ilaveten adsorbsiyon ve difüzyon gibi fiziksel prosesler gerçekleşir. Sızıntı suyu özelliklerinin ayrışma evrelerine bağlı değişimi **Tablo 2.2.**'de verilmiştir (Reinhard., 1996).

**Tablo 2.2.** Sızıntı Suyu Özelliklerinin Ayrışma Evrelerine Bağlı Değişimi (Reinhard., 1996).

Parametre	Evre 1 Alıştırma	Evre 2 Geçiş	Evre 3 Asit Oluşum	Evre 4 Metan Oluşum	Evre 5 Olgunlaşma
<b>BOİ<sub>5</sub> (mg/L)</b>	-	100- 10000	1000- 57000	600- 3400	4- 120
<b>KOİ (mg/L)</b>	-	480- 18000	1500- 71000	580- 9760	31- 900
<b>TUA (mg/L) (Asetik asit)</b>	-	100- 3000	3000- 18800	250- 4000	0
<b>BOİ<sub>5</sub>/KOİ</b>	-	0,23- 0,87	0,4- 0,8	0,17- 0,64	0,02- 0,13
<b>Amonyak (mg/L-N)</b>	-	120- 125	2- 1030	6- 430	6- 430
<b>pH</b>	-	6,7	4,7- 7,7	6,3- 8,8	7,1- 8,8
<b>İletkenlik</b>	-	2450- 3310	1600- 17100	2900- 7700	1400- 4500

### 2.3.2 Sızıntı suyu yapısı ve özellikleri

Atıklar depo sahalarına depolandıktan sonra sızıntı suyunun kirletici bileşenleri depo sahasında yer alan çeşitli prosesler yardımıyla azalma eğilimindedir. Bu prosesler fiziksel, kimyasal ya da biyolojik olabilir. Bu temel proseslerden olan fiziksel prosesler, absorpsiyon, filtrasyon, seyrelme ve dispersiyon işlemi ile kimyasal prosesler, hidroliz, adsorpsiyon/desarpsiyon, asit-baz etkileşimi, oksidasyon, redüksiyon, çökme, iyon değişimi ve kompleks oluşumu ile biyolojik prosesler ise aerobik ve anaerobik biyolojik ayrışma ile tanımlanabilir.

Katı atıkların fiziksel ayrışması su hareketinin yıkama ve seyrelme işlemleri dolayısıyla atık bileşenlerinin bozunmasından ileri gelmektedir. Atıklar, alan kapasitesine ulaşıncaya kadar konsantrasyon (difüzyon) ve basınç gradyanının bir sonucu olarak çözülmüş haldeki bileşenler depo gövdesinde bir akış meydana getirirler. Çöpün su muhtevası arttığında daha fazla miktarda çöp çözülmüş hale gelir.

Deponun uygun tasarımı ve işletilmesi sızıntı suyunun miktarını ve kuvvetliliğini önemli derecede azaltmakla beraber sızıntı suyu oluşumu tam olarak engellenemez.

Depolama alanlarında sızıntı suyu, bu hacimlere dışarıdan giren yağmur suları, yüzeysel sular ve yeraltı sularının çöplerden çözünebilir ve askıdaki katı maddeleri bünyesine almasıyla oluşur.

Sızıntı suyu miktarı bölgedeki yağışla yakın ilişkili olmakla birlikte atıkların karakteristiğine, depolama tarzı ve şekline göre (depolama alanının işletmesi) farklılıklar gösterir; alan işletmeye kapatıldıktan (depolama alanı üzeri geçirimsiz tabakayla örtüldükten) sonra sızıntı suyu miktarı giderek azalır. Literatürde sızıntı suyu miktarının doğrudan yağmur suyuna bağlı olduğuna işaret edilerek, en yaygın tahmin yöntemi olarak “su denge-balans hesabı” kullanılır.

Yağış dışında, genel iklim özellikleri, topografya, üst örtü tabakasının özellikleri, üst örtü üzerindeki bitki türleri (vejetasyon), çöp toplama şekli (sıkıştırılmalı-sıkıştırılmamasız), depolama şekli ve yöntemi, çöpün karakteristiği gibi unsurlar da sızıntı suyu miktarına en çok etki eden diğer faktörlerdir. Ülkemiz açısından özellikle yaz aylarında sızıntı suyu miktarına en çok etki eden faktör, çöpün içindeki sebze meyve (karpuz/kavun) şeklinde gösterilebilir. Depolama alanının, bölgeye düşen yağışların alana girmesini engelleyecek şekilde planlanması ve inşa edilmesi halinde sızıntı su oluşumu önemli miktarda azaltılabilir.

Sızıntı suyunu kompozisyonu depolanan katı atığın özellikleri, depolama teknikleri, depolama alanının yaşı, çöplerin arıtma çamurları ya da tehlikeli atıklarla beraber depolanması, yörenin sıcaklık ve nem koşulları gibi faktörlere bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir.

Bu nedenle literatürde yer alan sızıntı suyunun karakteristiğine dair bilgiler geniş konsantrasyon aralıkları ile ifade edilmektedir. Sızıntı suyunun çok karmaşık bir bileşime sahip olması ve konsantrasyonlarında sürekli değişmelerin meydana gelmesi, uzaklaşma ve arıtılabilirlik bakımından dengelenmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla depo yerinden çıkan sızıntı sularının bir havuzda veya lagünde biriktirilmesini takiben uzaklaştırılması (arıtma veya spreyleme) daha uygun olmaktadır.

Sızıntı suyu kalitesi oldukça değişken olup birçok endüstriyel atık suya göre daha geniş aralıkta bir kirlilik yüküne sahiptir. Sızıntı suyu kalitesi depolama alanındaki katı atığın derinliği ve türü, depolama yaşı, geri devreden sızıntı suyunun oranı, depolama alanı tasarımı ve işletilmesi, sızıntı suyunun çevresel etkileşimi gibi birbirine tesir eden pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir.

Sızıntı suyunun bileşimi; katı atık muhtevası, pH, redoks potansiyeli, iklim şartları ve depo yaşına göre farklılıklar gösterir. Katı atık muhtevası, sızıntı suyu bileşimi ve dolayısıyla sızıntı suyunun arıtılabilirliğini etkiler. Sızıntı suları katı atıkların ana bileşenlerinden kaynaklanan birçok element ve bileşiği ihtiva etmektedir.

Ortamın pH'sı atık ile sızıntı suyu arasındaki çözünme, çökelme, redoks ve tutma reaksiyonları gibi kimyasal prosesleri etkiler.

Depo yaşı, depo sahasındaki havasız arıtma kademesine bağlı olarak sızıntı suyu karakterini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. 2–3 yıllık depolama alanlarında özellikle organik maddeler, mikroorganizma türleri ve inorganik kirlilik yükleri maksimuma ulaşır. Sızıntı suyu, organik ve inorganik iyonlar ile metaller dışında mikro kirleticileri de içermektedir.

Sızıntı suları oluşum özelliklerine bağlı olarak çok sayıda bileşen içerir ve kalitesi çok değişkendir. Sızıntı suları izlenerek depolama sahasındaki katı atığın yaşı ve durumu hakkında bilgi edinilebilmektedir (Koerner ve Soong., 2000). Herhangi bir depolama sahasındaki atıkların kütle transferi yoluyla sızıntı suyuna karışımı katı atığın hidrolizi ve biyolojik olarak özümsemesi, atığın içinde yer alan tuzların çözülebilmesi ve partikül maddelerin küçültülmesine bağlıdır.

Bu çerçevede, bir depolama sahasının ömrü boyunca yaşanan gelişmeler toplam 5 aşamada değerlendirilebilir (Andreottola ve diğ., 1992).

### **1. Aşama-Aerobik**

Bu aşama, atıkların sahada bir hücreye doldurulması sırasında geçen birkaç günü kapsar. Bu süreçte büyük moleküllü parçalar temel bileşenlerine ayrılır. Bu işlemler sırasında sıcaklık artar ve pH düşer.

### **2. Aşama-Anaerobik / Asit Özümseme Devresi**

Bu aşamada, anaerobik mikroorganizmaların etkinlikleri sonucunda uçucu asit ve inorganik iyon konsantrasyonları azalır, dolayısıyla pH ve redoks potansiyeli düşer. Oluşan sülfidler, asit fermantasyonu sonucu ortaya çıkan demir, mangan ve ağır metalleri çöktürür. 1.aşamadan biraz daha uzun süren bu aşamada  $BOI_5$ ,  $BOI_5/KOI$  oranı ve amonyak yoğunluğu artar.

### **3. Aşama-Anaerobik / Ara anaerobiosis**

Göreceli olarak daha uzun süren bu aşamada, metanojen bakteriler yavaşça üremeye başlarlar. Bunun sonucunda metan üretimi artar, uçucu asit yoğunluğu azalır ve dolaylı olarak pH yükselir. Ağır metal yoğunluğu da yavaşça azalır. Hızı yavaşlarsa da amonyak üretimi devam etmektedir.

### **4. Aşama-Anaerobik / Metanojen**

Metanojen bakterilerin ağırlıklı olarak görüldüğü bu aşamada, temel organik maddelerin özümsemesi tamamlanmasına rağmen metan üretimi devam eder. pH genelde nötre yakındır. Düşük  $BOI_5/KOI$  oranı ve ağır metal yoğunluğu gözlemlenir.

## 5. Aşama-Aerobik / Olgunluk Dönemi

Bu aşama eski sahalarda gözlemlenir. Gaz difüzyonu sonrasında atığın içinde geride kalan organik maddenin CO<sub>2</sub>'e dönüşmesi ve pH değerinde düşme gözlemlenebilmektedir. Böylece oksidasyon potansiyeli artarak metallerine ve toksik maddelerin sızıntı suyuna karışması tetiklenir. Nitekim laboratuvar ölçeğinde yapılan çalışmalarda, havalandırılmış eski depolama sahalarının sızıntı sularının düşük pH değerine sahip oldukları eski değerlerinin 2 katına yakın ağır metal yoğunluklarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Depo alanlarında sızıntı suyunun özellikleri zamana ve mekana göre büyük değişiklikler gösterir. Sızıntı suyunun kompozisyonu; katı atığın bileşimine, miktarına, sıkışma derecesine, içerdiği su miktarına, depo alandaki atık derinliğine, ayrışma evrelerine, depo alanına düşen yağış miktarına, yaşına, geri devreden su miktarına ve depo alanının tasarım ve işletimine bağlıdır (El-Fadel ve diğ., 2002). Bu kapsamda, sızıntı suyunun yapısı ve özellikleri değerlendirilirken aşağıda belirtilen noktalar göz önünde bulundurulmalıdır (Crawford ve diğ., 1985).

- **Doldurma tekniği:** Atık hücrelerinin yoğunluğunu arttırmak veya derinleştirmek suyun girişini engelleyeceği için daha uzun süreye yayılan ancak düşük içeriğine sahip bir sızıntı suyu elde edilir.
- **Başlangıç nem içeriği:** Ne kadar yüksek olursa, kısa zamanda daha yüksek BOİ<sub>5</sub> değeri elde edilir.
- **Artan yağış:** Seyreltmeye neden olarak sızıntı suyunun gücünü azaltır.
- **Sıcaklık:** Özümsemeyi hızlandırarak kısa sürede yüksek BOİ<sub>5</sub> değerine yol açar.
- **Gaz üretimi:** Atığın stabilizasyonunu sağlayarak sızıntı suyunun gücünü azaltır, amonyak karışımını azaltır. Suda ne kadar çok amonyak varsa, o kadar az gaz üretilir.
- **Atığın ön işlemden geçirilmesi:** Atıkların parçalanması yüzey alanını arttıracığı için kısa sürede daha yüksek BOİ<sub>5</sub> elde edilmesine yol açar. Atıkların balyalanması suyun girişini engelleyeceği için sızıntı suyunun yoğunlaşması zamana yayılır, ancak gaz ve sızıntı suyu üretimi daha kolay elde edilir.

- **Fırınlarda yakılan atıkların cürufları:** Düşük organik madde içeriğine sahip olmalarına rağmen inorganik metallerin sızıntı suyuna karışması potansiyelleri vardır.

- **Tehlikeli atıklar:** Asidik ortamlarda daha kolay çözülebilen inorganik tuzları barındırma riskleri vardır.

### 2.3.3 Sızıntı suyunun organik içeriği

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>), bir numunedeki organik maddenin biyolojik olarak ayrışabilirliğini temsil etmektedir. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ise, organik madde muhtevasının oksijen eş değerinin bir ölçüsüdür. Depo sahalarında yapılan çalışmalarda, atıkların ayrışmasının ilk safhalarında sızıntı suyunun organik madde muhtevasının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Genç depo sahalarında oluşan sızıntı sularının muhteviyatındaki organik maddelerin önemli bir kısmı (% 90) organik asitlerden kaynaklanmakta ve bu organik asitlerin de % 90'a varan kısmı asetik, propiyonik ve bütirik asitlerden ileri gelmektedir. Ayrışmanın ilerleyen safhalarında kolay ayrışabilen organik asitlerin ayrışması sonucunda KOİ ve BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonlarında da bir azalma meydana gelmektedir (Christensen ve Kjeldsen., 1989).

### 2.3.4 Sızıntı suyu özelliklerini etkileyen faktörler

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 (Polprasert ve Liyanage, 1996; Slack ve diğ., 2004).

Depolama sahalarında kompleks fiziksel, kimyasal ve biyolojik parçalanma reaksiyonları ardışık olarak meydana gelmektedir. Bu prosesler sonucunda atıkların parçalanması ve yeni maddelerin oluşması gerçekleşir. Parçalanma reaksiyonlarının süresi, sızıntı suyunun karakterini belirlemektedir (Yasuhara ve diğ., 1997).

Sahadaki atıkların çoğunluğu organik maddelerden meydana geldiği için sızıntı suyu karakteri üzerinde en önemli proses, biyolojik proses olmaktadır (El-Fadel ve diğ., 2002; White ve diğ., 2004).



#### **2.3.4.1 Depo alanının yaşı**

Depo sahalarında yaş kavramı, sahanın aktif olarak kullanılmaya ve sızıntı suyunun üretmeye başladığı andan itibaren oluşmaktadır. Genel olarak depo sahaları için <5 yıl için genç, 5-10 yıl için orta yaşlı ve >10 için yaşlı depolama sahası şeklinde olmaktadır (Kang ve diğ., 2002).

Depo sahasının yaşı, katı atık stabilizasyon süreçlerine bağlı olarak sızıntı suyu özelliklerinin değişiminde önemli rol oynar (Öman ve Hynning, 1993; Marttinen ve diğ., 2002). Bunun temel nedeni stabilizasyon basamaklarına göre farklı reaksiyonların ve ürünlerin meydana gelmesi ve bunların sızıntı sularında belirlenmesidir (Öztürk, 2006).

#### **2.3.4.2 Depo alanı tasarımı**

Katı atık depolama alanları, sahada oluşacak sızıntı suyu ve depo gazının kontrolüne izin verecek şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir. Deponilerin başlıca tasarım bileşenleri, zemin geçirimsizliğini sağlayacak koruyucu tabaka, sızıntı suyu toplama ve yönetim sistemi, gaz drenaj sistemi, yağmur suyu yönetimi ve nihai örtüdür (Vesilind., 2002).

#### **2.3.4.3 Geçirimsizlik tabakası**

Geçirimsizlik tabakası, sahada oluşabilecek sızıntı suyunun deponideki hareketini azaltmak ve deponiden uzaklaşmasını engellemek için gereklidir (Öztürk, 2006).

Geçirimsizliği sağlamak amacıyla kullanılan jeomembran kaplamalar, delinmedikleri sürece geçirimsiz polietilen, polivinilklorür veya diğer polimerler gibi sentetik reçinelerden oluşmuş ince tabakalardır. Bu materyallerden sızıntı sularında bulunabilecek pek çok kimyasala karşı dirençli oldukları için en çok, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) tercih edilmektedir (Vesilind., 2002; Jeon ve diğ., 2005; Jeon., 2006).

### **2.3.5 Sızıntı suyunun toplanması ve depolanması**

Katı atık depo sahalarında, geçirimsizliği sağlanmış depolama hücrelerinin kullanımının öncelikli amacı, toprak ve yeraltı suyunu, katı atıklardan kaynaklanan kirlenmeden korumaktır (Slack ve diğ., 2004). Geçirimsiz tabaka, bozulmuş atıkla toprak tabakası arasında bir bariyer olarak görev yapar ve deponi tarafından üretilen sızıntı suyunu toplar.

Sızıntı suyu deponiden, yerçekimi kuvvetinden yararlanarak ya da pompalanarak uzaklaştırılır. Depolama sahalarındaki sızıntı suyu toplama sistemi başlıca içerikleri; koruma ve drenaj tabakaları, delikli toplama yüzeyi ve ara borular, büyük pompa istasyonu, sızıntı pompaları ve pompa kontrolleridir.

Depolama sahalarında oluşan sızıntı suları toplanarak yeniden deponiye verilmek üzere ya da arıtım için alan dışına transfer edilene kadar geçici olarak depolanır. Sızıntı suyunun depolanması debi ve kirlilik yükü salınımlarından doğabilecek sorunların önlenmesi açısından önemlidir (Vesilind., 2002).

### **2.3.6 Depo sahalarının çevresel etkileri**

Katı atık düzenli depolama sahaları, açık havada yakma, açık sahalarda depolama ve denize depolama gibi alternatif bertaraf yöntemlerinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırma ihtiyacından dolayı geliştirilmiştir. Depo sahaları eski uygulamaların bazı dezavantajlarını ortadan kaldırmış olsa da, depo gazı ve sızıntı suyu oluşumu gibi yeni problemlerle karşılaşmıştır. Bu problemlerin sağlığa zararlarının yanı sıra yangınlar ve patlamalar, bitki örtüsüne zararlar, istenmeyen kokular, sahada meydana gelen çökmeler, yeraltı suyu kirlenmesi, hava kirlenmesi ve global ısınma gibi olumsuz etkileri de görülmektedir (El-Fadel ve diğ., 1997; Cossu., 1989). Bu olumsuz etkileri kısaca incelersek;

Sızıntı suyu, depo sahasında depolanan atığın içerisindeki suyun ve yağmur sularının atık içerisinde süzülerek çözülmüş ve askıdaki maddeleri ekstrakte etmesi sonucu oluşur. Atık içerisindeki maddelerin bir kısmı suda çok çabuk çözünebilirken, biyolojik ayrışma sırasında diğer maddeler de çözünebilir forma dönüşürler. Bu maddelerin sızıntı suyu içerisindeki varlığı ve konsantrasyonları zamana bağlı olarak değişir. Eski depo sahalarından oluşan sızıntı suları genellikle daha az miktarlarda çözülmüş katı madde ihtiva ederler.

Oluşan sızıntı suyu miktarı sahaya özgü özellikler göstermesine rağmen genel olarak atık bileşimi (organik-inorganik, ayrışabilen-ayrışamayan, çözünebilen-çözünemeyen), depolama tekniği, depo sahasına dışarıdan giren suyun özellikleri (miktar ve bileşenler), örtü tabakasının permeabilitesi ve topografik özellikler, depo sahasının özellikleri (redox potansiyeli, pH, sıcaklık, nem ve depo yaşı) ve atık içerisindeki fiziko-kimyasal reaksiyonlarla yakından ilgilidir.

#### **2.3.6.1 Yangın ve patlama riski**

Metan muhtevası bakımından zengin olan depo gazı, enerji kazanımı için elverişli olmasına rağmen, uçuculuğu, havayla birlikte patlayıcı özelliğe sahip olması gibi olumsuz etkilere sahiptir. Depo gazı çevreye difüzyon ve adveksiyon yolu ile yayılır. Depo gazının difüzyon ve adveksiyon yolu ile dağılımının, depo gazı oluşum miktarı ve gazın fiziksel özellikleri ile atığın permeabilitesi, depo gövdesinin sıcaklığı, nem muhtevası ve basınç değişimleri etkiler. Sahadan ayrılan gaz, depo sahasına yakın binalara ve yeraltı tesislerine girer.

Depo gövdesine havanın girmesiyle metan ve oksijen karışımı belli bir değere ulaşarak yangın riskleri meydana gelebilir. Hava girişi, gaz toplama ve taşıma sistemlerinden aşırı şekilde hava çekilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (El-Fadel ve diğ., 1997).

#### **2.3.6.2 Bitki örtüsüne etkisi**

Depo sahaları kapatıldıktan sonra; park, golf sahası, kültürel alanlar ve bazen de ticari alanlar olarak kullanılırlar. Depo sahasında gaz kontrolünün olmadığı durumlarda, depo gazı konsantrasyon ve basınç farklılıklarına bağlı olarak yukarı doğru hareket ederek atmosfere ulaşabilir. Bu olaylar sırasında oksijen yer değiştirir ve bitki kökleri, yüksek konsantrasyonlarda metan ve karbondioksit maruz kalırlar.

Direkt olarak metana maruz kalmak bitki büyümesini etkileyebilir. Ancak metanın oksidasyonu sırasında, topraktaki oksijenin azalması ve açığa çıkan ısının toprak sıcaklığını arttırması bitkinin havasız kalmasına sebep olur.

Depo gazı ve metanın oksidasyonundan açığa çıkan karbondioksit de yüksek konsantrasyonlarda (%30-45) bitkinin gelişimine zarar verebilir. Depo gazı içerisinde bulunan eser bileşikler bitki örtüsüne toksik etkide bulunabilir. NH<sub>3</sub>, CO ve H<sub>2</sub>S gibi inorganik bileşiklerin bitkilere zarar verdiği bilinmektedir. Uçucu organik asitler, halo-organik bileşikler, hidrokarbonlar ve siklik hidrokarbonlar bitkiler için çok tehlikelidir. Etilenin, 10 ppm gibi düşük seviyelerde dahi bitki örtüsüne zarar verdiği yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (El-Fadel ve diğ., 1997).

### **2.3.6.3 İstenmeyen kokular**

Kokular genellikle atmosfere yayılan depo gazı içerisinde, düşük konsantrasyonlarda kokuya yol açan bileşenlerin (esterler, hidrojen, sülfür, organosülfürler, alkilbenzenler, limonen ve diğer hidrokarbonlar) bulunmasından kaynaklanmaktadır. Atık kompozisyonu, depo yaşı, ayrışma safhası, gaz oluşum hızı ve depo sahasındaki mikrobiyal popülasyonların yapısı gibi faktörlere bağlı olarak depo gazlarından kaynaklanan kokunun derecesi değişmektedir. Kokuya sebep olan eser miktardaki bileşenlerin çoğu toksik olabilir. Kokuların depo sahası sınırlarının dışına çıkması hava şartlarıyla (rüzgar, sıcaklık, basınç, humidite) yakından ilgilidir (El-Fadel ve diğ., 1997).

### **2.3.6.4 Global ısınma**

Depo sahalarından çıkan metan ve karbondioksit emisyonları global ısınmaya veya sera etkisine katkıda bulunurlar. Metan moleküler ölçekte global ısınmaya karbondioksitten 20-25 kat daha fazla etki yapmakta ve diğer gazlara nazaran atmosferde kalma süresi daha uzun olmaktadır (Gardner ve diğ., 1993). Karbondioksit ve su buharından sonra infrared ışınlarını tutan üçüncü önemli gaz metandır. Her bir metan molekülü, bir karbondioksit molekülünün absorblayabileceği infrared fotonlarının 23 kat daha fazlasını absorblayabilir. Ancak, atmosferde 83 kat daha az miktarda metan molekülünü bulunduğundan, CH<sub>4</sub>'ın sera etkisi CO<sub>2</sub>'nin sebep olduğu sera etkisinin ¼ 'ü kadardır (Gardner ve diğ., 1993).

Atmosferdeki metan konsantrasyonlarının son yıllardaki artışı, global metan kaynaklarının karakterizasyon çalışmalarının daha kapsamlı yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Atmosferik metan konsantrasyonlarının yılda ortalama % 1-2 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Toplam global ısınmanın yaklaşık %18'ine metanın sebep olduğu belirlenmiştir. Bu değer yılda yaklaşık 500 milyon tona karşılık gelmekte ve bunun da 40-75 milyon tonu depo sahalarından kaynaklanmaktadır (El-Fadel ve diğ., 1997). Kontrol sistemleri kullanılmadıkça, nüfus artışı ve şehirleşmenin artmasına bağlı olarak katı atık depo sahaları atmosferik metan konsantrasyonlarının önemli kaynakları arasında yerini koruyacaktır.

### **2.3.6.5 Hava kirliliği**

Metan ve karbondioksit depo sahalarında oluşan gazların en büyük iki bileşeni olmasına rağmen, insan ve çevre sağlığına olumsuz etki yapabilecek eser miktarda bileşenler ihtiva ettiği değişik çalışmalarda ifade edilmiştir. Depo sahalarından çıkan uçucu organik bileşiklerin (VOC) emisyonları  $4 \times 10^4$  -  $1 \times 10^{-3}$  kg/m<sup>2</sup>/gün arasında değişebilir (El-Fadel ve diğ., 1997). Depo gazında bu kimyasallar evsel katı atıklarla birlikte endüstriyel atıkların da depolanması veya kaçak depolama sonucu meydana gelmektedir. Eser gaz emisyonlarından kaynaklanan en önemli tehlikeler hava kirliliği ve halk sağlığı üzerine etkileridir.

### **2.3.7 Çöp depolama sızıntı sularının su kaynaklarına etkileri**

Çöplerin açık depolanması, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Genelde yöntem çöplerin gelişigüzel atılması şeklinde uygulanmaktadır ve depolama alanlarının birkaçı kente su veren su havzalarının içinde yer almaktadır.

Bu nedenle kentin su kaynakları büyük bir tehlike içindedir. Depolama alanlarının çevreye yapabilecekleri olumsuz etkilerin minimuma indirgenebilmesi için pek çok teknik geliştirilmiştir. Ne yazık ki ülkemizdeki çöp depolama alanlarının büyük bir bölümünde bu tür teknikler uygulanmamaktadır. Bunun da ötesinde katı atıkların toplanması ve bertarafında özellikle tehlikeli ve zararlı maddeler içeren endüstriyel atıklar için hiçbir ayırım yapılmamakta, bu atık bileşenleri de evsel kaynaklı çöplerle birlikte depolama alanlarına gelişigüzel bir biçimde boşaltılmaktadır.

Depolama alanlarında oluşan sızıntı suyunun miktarı bu alanlara dışarıdan giren suyun miktarı ile orantılıdır. Bu nedenle altyapısı mevcut olmayan, yüzeysel suların deponiye girmesi önlenmemiş ve yüzeyi yağışlara açık düzensiz çöp depolama alanlarından kaynaklanacak sızıntı suları da önemli miktarlara ulaşacaktır.

Sızıntı suları, depolama hacmi içinde kaldıkları sürece çevresel sorunlar yaratmazlar. Bu alanı terk ettiklerinde ise iki ayrı yörünge izleyebilirler: Yeraltına sızma veya yüzeysel akış. Her iki yörünge boyunca da oluşturdukları kirlenme problemleri özellikle su kaynaklarını etkiler. Yeraltına sızan suların akiferlerde mevcut, kullanılabilir yeraltı suyu kaynaklarına ulaşması sonucunda bu kaynaklarda uzun yıllar boyunca giderilemeyecek kirlenmeler ortaya çıkabilir. Böyle bir durumun oluşması, söz konusu su kaynağının elden çıkması ve sürekli kaybı anlamına gelir.

Bu kaynakların mutlaka kullanılması gerekiyorsa, yeraltından çekilen suların çok pahalı arıtma kademelerinden geçirildikten sonra kullanımı mümkün olur. Bu durumda yapılması gereken harcamalar, başlangıçta düzenli ve korunmuş çöp depolama düzeni yapılması için gerekli olacak harcamalardan çok daha fazladır.

Yüzeysel akışa geçen sızıntı suları, özellikle içme suyu temin edilen havzalarda, içme suyunun kalitesine olumsuz etkiler yapar. Yüzeysel akıştan yeraltına sızan kısımları ise yukarıda belirtilen yeraltı suyu kirlenmesi problemlerine neden olabilirler. Depolama alanlarından yüzeysel olarak ortaya çıkan sızıntıların karakterizasyonu ve bu sızıntıların zararlı etkilerinin azaltılması nispeten daha kolaydır. Sızıntı sularının içerdikleri çeşitli kirletici parametrelere göre, bu sulara atıksu arıtma tekniğinden bilinen yöntemlerin uygulanmasıyla, söz konusu zararların minimuma indirgenmesi mümkündür.

Modern depolama tekniğinde alınacak ilk önlem, depolama hacmine dışarıdan girebilecek her türlü yabancı suyun önünün kesilmesi ile oluşabilecek sızıntı suyunun miktarını minimuma indirmektir.

Depolama alanlarında, katı atıkların parçalanma reaksiyonları sonucu oluşan ürünlerin, ortamda çeşitli nedenlerle bulunan su akışına katılımları ile genel olarak kirlilik problemi ortaya çıkmaktadır (Baba ve Kaya., 2004). Depo alanlarında oluşan kirlilik, alanın içinden geçen yağmur suyunun kirlenmesi ve kirliliğin bu akış vasıtasıyla taşınması şeklinde olmaktadır (Kurniawan ve diğ., 2006).

Sızıntı sularının yönetiminde, suyun deponiye tekrar verilmesi, suyu ön arıtım uygulandıktan sonra merkezi arıtım için kanala deşarj edilmesi veya arazide arıtım gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır (Holmes., 1983).

Sızıntı suları depo sahasının tabanına veya geçirimsiz bir tabakaya ulaştığında, buralardan geçebileceği bir yol bulmaya çalışır. Böyle durumlarda ve sızıntı suyu toplama sistemlerinin mevcut olmadığı durumlarda, sızıntı suları depo sahasının tabanındaki akiferlerin kirlenmesine yol açar. Sızıntı suyunda olduğu gibi yüksek konsantrasyonlarda karbon dioksit içeren depo gazları da bu gazın yüksek çözünürlüğüne sahip olmasından dolayı yeraltı suyunu önemli derecede kirlenme potansiyeline sahiptir. Ayrıca depo gazındaki eser miktardaki toksik gazların da hava ve doymamış gözenekli ortamdaki hareketi ciddi zararlar verebilmektedir (El-Fadel ve diğ., 1997).

Çorlu ilçesinde bulunan eski Çorlu Çöplüğü Emlak Konutları bölgesinin kuzeybatısında bulunan bir hazine arazisidir. **Şekil 2.1.** Eski çöp depolama alanı sızıntı suyu numune alma noktasını göstermektedir. **Şekil 2.2.** Yeni çöp depolama alanı sızıntı suyu numune alma noktasını göstermektedir.



**Numune Alma  
Noktası**

**Şekil 2.1.** Eski Çöp Depolama Alanı Sızıntı Suyu Numune Alma Noktası-2009



**Şekil 2.2.** Yeni Çöp Depolama Alanı Sızıntı Suyu Numune Alma Noktası-2009

### **2.3.8 Sızıntı suyunun kontrolü ve arıtımı**

Depolama sahalarında oluşan sızıntı suyu; atıklar (atık azaltılması, kaynaktan ayrıştırma), su girişi (inşaatın daha az yağış alan bölgelerde yapılması, hücre üstü ve alanı kapatılması/bitkilendirilmesi, yüzey suyunun drenajı), depo alanının reaktör görevini yürütmesi (metan üretiminin desteklenmesi) ve sızıntı suyu drenajı göz önünde bulundurularak kontrol edilebilir.

Sızıntı sularının bileşimi ve kirleticilerin konsantrasyonu depolanan atıklara ve depo sahasının yaşına büyük oranda bağlılık göstermektedir (Lopez ve diğ., 2004). Toprak ve yer altı suları üzerinde oluşturdukları risk nedeniyle, sızıntı sularının arıtımı oldukça önemlidir (Ding ve diğ., 2001; Sang ve diğ., 2006; Tauchert ve diğ., 2006). Deponi yönetiminde, sızıntı suyu arıtımı başlıca masraf oluşturan unsurdur.

Sızıntı suyunun depolama alanına geri döndürülmesi ve yüzeye dengeli bir şekilde bırakılması sıklık ile uygulanan bir yöntemdir. Bu şekilde gaz üretimi hızlanacağı için gerekli altyapının önceden hazırlanması gereklidir (Pohland., 1999).



Çoğunlukla farklı yöntemler içeren ardışık arıtma sistemlerinde, ilk aşamada gelen aşırı KOİ yükünün karşılanabilmesi için anaerobik sistemler kullanılmaktadır. Ancak zaman içerisinde sistem yükünün azalacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapay sulak alanlar gibi düşük maliyet ve teknolojiler içeren yöntemlerin yanında, ters osmoz, membran reaktörler gibi teknolojiler de gerekli enerji ihtiyacı sahanadan elde edilen metan gazı kullanılarak işletilebilmektedir. Doğrudan kanalizasyon şebekesine deşarj edildiği durumlarda, korozyon ve metan gazı üretimine engel olunmalıdır.

Sızıntı suyu için arıtım yöntemi seçiminde, en önemli faktör suyun yapısıdır. (Tatsi ve zouboulis., 2002) Sızıntı suyu bileşiminin pek çok nedene bağlı olarak deponiden deponiye göre değişmesi farklı arıtma proseslerin uygulanmasına neden olur. (Al-yaqout ve Hamoda., 2003).

Sızıntı suları genellikle arıtımı zor, yüksek kirlilik içeren sulardır. Bu sular içerdikleri organik maddelerin biyodegradasyon çeşitliliği ve direncine, bileşimine, üretim hızına ve düşük fosfor içeriğine bağlı olarak arıtılmaları güç olan sulardır. Düşük fosfor içeriği sızıntı suyunun biyolojik arıtımı düşünüldüğünde önemli olmaktadır.

Sızıntı suyu arıtımı çoğunlukla zor olduğu gibi pahalı bir arıtma gerektirir. Bu özelliği, potansiyel kirliliği gidermede yeni teknolojilerin geliştirilmesine ve çeşitli araştırmalar yapılmasına neden olmaktadır. (Vesilind., 2002).

Sızıntı suyunun karakteri arıtma yönteminin seçiminde belirleyici rol oynamaktadır. Bu suların arıtımında amonyak ve organik maddelerin giderimi için, nitrifikasyon ve denitrifikasyon prosesleri (Im ve diğ., 2001), İleri oksidasyon prosesleri (Kang ve Hwang., 2000), hava sıyırma (Marttinen ve diğ., 2002), İyon değiştirme, ozonlama (Silva ve diğ., 2004; Wu ve diğ., 2004), Membran (Di Palma et al., 2002) ve fenton prosesleri (Zhu ve diğ., 2001) kullanılan arıtma yöntemlerindedir.

Arıtma tesisi projesi, sadece giriş yükü dikkate alınarak değil, aynı zamanda oluşacak katı atık miktarı, yeni kirlilik potansiyeli ve enerji ihtiyacı göz önünde bulundurulularak hazırlanmalıdır.

Yüksek konsantrasyonlarda CO<sub>2</sub> içeren depo gazları, bu gazın yüksek çözünürlüğe sahip olmasından dolayı yeraltı suyunu önemli derecesine asidik yapma potansiyeline sahiptir.

Ayrıca depo gazındaki eser miktardaki toksik gazların da hava ve yeraltı suyu kaynaklarına ciddi zararlar verebileceği belirlenmiştir. Literatürde düzenli depo sahalarından uzak mesafelerdeki yeraltı sularında vinil klorür ve diğer uçucu hidrokarbonların belirlendiğine dair çalışmalar mevcuttur. Ayrıca katı atık içinde bulunan ağır metallerde zamanla çözünerek yeterli sızdırmazlığı sağlanmayan depolama alanlarında yeraltı suyuna karışır.

#### **Temel olarak sızıntı suların arıtımında:**

- Çok hızlı değişkenlik gösterebilen sızıntı suyu karakteri ve miktarına kolaylıkla uyum sağlama,
- Geniş bir yelpazedeki maddelerin arıtımına imkan tanıma,
- Enerji ve işletme giderlerinin optimizasyonu dikkate alınmalıdır.

#### **2.3.8.1 Sızıntı sularının arazide arıtım yöntemleri**

Arazide arıtım yöntemi, depo sahalarında oluşan sızıntı sularının toplanıp, uygun şekilde araziye verilmesi esasına dayanmaktadır (Klomjek ve Nitisoravut., 2005). Bu yöntemde arıtım için özel olarak hazırlanmış ıslak alanlar kullanılmakta olup, etkili bir arıtım sağlanmaktadır. Ancak bu sistemler çoğunlukla az miktardaki sızıntı suyu için boyutlandırılabilir. Arazide arıtım yöntemi yüksek sızıntı suyu debileri için büyük araziler gerektirmektedir, bu da yöntemin uygulama alanını sınırlandırmaktadır (Öztürk, 2006).

Yöntemin verimi, başta meteorolojik özellikler olmak üzere ıslak alan olarak kullanılacak toprağın, yetiştirilecek bitki ve ağaçların cinsi gibi çok çeşitli dış şartlardan büyük ölçüde etkilenmektedir.

#### **2.3.8.2 Sızıntı sularının depo sahasına geri devrettirilerek arıtımı**

Sızıntı suyunun depo sahasına geri devrettirilerek arıtılması uzun süreden beri uygulanan bir metottur. Bu yöntemde depo alanı, sızıntı suyu arıtımı için hazır biyolojik reaktör olarak kullanılmaktadır. Depo alanı taban geçirimsizliğinin sağlanması, geri devir ve gaz yönetim sisteminin oluşturulmasının ardından reaktöre dönüştürülebilir. Bu şekilde alt yapısı hazırlanmış deponiler, atıkların hızlandırılmış biyokimyasal dönüşümü ve sızıntı suyunun etkin arıtımı için uygundur (San ve Onay., 2001).

Birçok düzenli depolama sahası klasik olarak hazırlanmaktadır. Bu deponilerde sızıntı suyu toplanır ve uzaklaştırılır. Bu şekilde tasarlanmış depo alanlarında atıkların stabilizasyonu için uzun yıllar gerekmektedir. Asit oluşumu ve metan fermantasyonu uzun süreler sonunda oluşur. Bu şartlar altında atığın dekompozisyonu tam olarak tamamlanmaz ve metan gazının ticari olarak geri kazanımı engellenir. Depo alanının gelecekte yeniden kullanımı ve kapatılması zorlaşır (Öztürk, 2006).

Sızıntı suyunun geri devri deponiyi dinamik biyolojik reaktöre dönüştürür. Böylece organik maddelerin son ürünlere dönüşümü hızlanır (Garcia de Cortazar ve Monzan., 2006).

Ayrıca sahaya düzenli olarak sızıntı suyu dönüşümünü sağlamak amacıyla etkili sızıntı suyu depolaması yapılmalıdır. Depolama sahası tasarımı yapılırken zaman zaman geri dönüşümde aksamalar yaşanabilir, böyle durumlar için gerekli planlamaların yapılması gerekmektedir (Vesilind., 2002).

#### **2.3.8.3 Sızıntı sularının biyolojik yöntemlerle arıtımı**

Sızıntı sularının arıtımında en çok kullanılan arıtım yöntemi biyolojik arıtmadır (Kargi ve Pamukoğlu., 2004). Özellikle genç depo sahaları sızıntı suları, yüksek oranda biyolojik olarak kolay parçalanabilen organik maddeler içermektedir ve bu maddelerin biyolojik arıtma ile gideriminde yüksek verim elde edilmektedir (Im ve diğ., 2001; Rivas ve diğ., 2006). Ancak sızıntı sularının bileşiminde depo sahalarından kaynaklanan toksik maddelerin bulunma ihtimali çok yüksektir. Bu maddelerin biyolojik aktiviteye zarar vermesini önlemek için suların öncelikle ön arıtmadan geçirilmesi tavsiye edilmektedir.

Yaşlı depo sahaları sızıntı suları, genç sızıntı sularına oranla daha yüksek miktarlarda biyolojik parçalanmaya direnç gösteren maddeler içermekte ve bu maddelerin biyolojik arıtma ile gideriminde yeterli verim sağlanmamaktadır. Bu nedenle yaşlı depolama sahası sularının kimyasal yöntemlerle arıtımı daha uygun görülmektedir (Bohdziewicz ve diğ., 2001; Zhao., 2001; Ntampou ve diğ., 2006).

Sızıntı suyunun biyolojik arıtımında aerobik ve anaerobik yöntemler kullanılmaktadır. Genel olarak zayıf sızıntı sularına aerobik biyolojik arıtma, kuvvetli sızıntı sularına anaerobik biyolojik arıtma uygulanmaktadır. Sızıntı suyu arıtımında aerobik biyolojik arıtma metodlarından en yaygın olarak kullanılanları aktif çamur, havalandırılmalı lagünler, damlatılmalı filtre ve döner diskleridir (Öztürk, 2006).

Kuvvetli sızıntı suları, yüksek miktarda organik madde içeren sulardır. Bu suları arıtımında aerobik sistemlerin kullanımı, arıtım verimi ve maliyeti açısından uygun değildir. Çünkü yüksek organik madde içeren bu sular fazla miktarda havalandırmaya ihtiyaç duyarlar. Bu özellikteki suların, havalandırmaya ihtiyaç duymayan daha ekonomik anaerobik yöntemler ile arıtımı uygun ve etkilidir. (Kim ve diğ., 1997; Timur ve Öztürk., 1999)

Sızıntı sularının arıtımında anaerobik yöntemler etkili bir proses olmalarına rağmen çıkış suyu standartlarını sağlamak için bu arıtmadan sonra aerobik arıtımda uygulanmalıdır. (Borzacconi ve diğ., 1999) sızıntı suyu arıtımında yaygın olarak kullanılan anerobik arıtma yöntemleri havasız çamur yataklı ve sabit film yataklı sistemlerdir (Vesilind., 2002; Holmes., 1983).

#### **2.3.8.4 Sızıntı suyu arıtımında fiziksel ve kimyasal yöntemler**

Sızıntı sularının arıtımında her zaman biyolojik arıtım yöntemleri tek başına yeterli olmamaktadır. Böyle durumlarda fiziksel ve kimyasal arıtım yöntemleri biyolojik arıtmaya ek olarak kullanılmaktadır. Özellikle yaşlı depolama alanı sızıntı sularının arıtımında en etkili yöntem kimyasal arıtmadır (Lopez ve diğ., 2004; Amokrane ve diğ., 1997). Çünkü biyolojik olarak zor parçalanabilen organik maddeleri içeren yaşlı deponi sızıntı suları düşük  $BOI_5/KOI$  ile karakterize edilmektedirler (Irene ve Lo., 1997; Kargi ve Pamukoğlu., 2004). Ayrıca biyolojik arıtma öncesi sızıntı sularından toksik maddelerin ve ağır metallerin giderimi, çıkış suyu kalitesini yükseltmektedir. Başlıca fiziko-kimyasal arıtma yöntemleri, yumaklaştırma, çöktürme, kimyasal oksidasyon, iyon değiştirme, aktif karbonla adsorbsiyon ve membran filtre yöntemleridir (Morawe ve diğ., 1995; Bohdziewicz ve diğ., 2001).

Bu yöntemlerden kimyasal yumaklaştırma ve çöktürme yöntemiyle  $Fe^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$ ,  $Cr^{+6}$  gibi ağır metaller ve amonyum giderimi sağlanmaktadır (Li ve diğ., 1999; Li ve Zhao., 2001). Kimyasal oksidasyon yöntemi ise sızıntı suyu arıtımında önemli bir arıtım yöntemi olarak kullanılmaktadır (Steensen, 1997). İyon değiştirme yöntemi ile % 10-70  $KOI$  ve metal giderimi sağlanmaktadır. Adsorbsiyon metodu, biyolojik ve kimyasal arıtmadan sonra uygulandığında % 30-70  $KOI$  giderimi elde edilmektedir.

Son yıllarda sızıntı sularının arıtımında pek çok yeni arıtım teknikleri uygulama alanı bulmaya başlamıştır.

### 2.3.8.5 Sızıntı suyu arıtımında kimyasal koagülasyon yöntemi

Sularda askıda ve kolloid formda bulunan maddelerin giderilmesi koagülasyon işlemi ile sağlanmaktadır. Koagülasyon genel olarak, kolloidlerin ve askıdaki maddelerin sulara kimyasal madde ilave edilerek daha iyi çökebilen yapılara dönüştürülmesi işlemidir (Öztürk, 2006).

Sudaki kolloidler hidrofobik ve hidrofilik olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Genellikle organik yapıya sahip olan kolloidler hidrofilik, inorganik yapıya sahip olanlar ise hidrofobiktirler. Hidrofobik kolloidler sıvı ortama yatkınlık göstermezler ve elektrolitik ortamda kararsızdırlar. Bunlar kolayca koagüle olabilirler. Proteinler gibi hidrofilik kolloidler ise suya yatkınlık gösterirler. Bu kolloidleri çevreleyen su, flokülasyonun gecikmesine neden olur. Bu yüzden etkin bir koagülasyon için özel işlem gerektirirler (Şengül ve Küçükgül., 1995).

Koloidal maddeler elektriksel özelliğe sahiptirler ve bu özellikleri davranışlarını etkilemektedir. Yüzeylerindeki elektriksel yük, itici güç oluşturarak bir araya toplanmayı ve çökmeyi engellemektedir. Koloidal maddelerin kararlılığı itici güçlere, hidrofilik kolloid durumunda ise, koagülasyonu engelleyen su tabakasında çözünmeye bağlıdır. Kolloid maddelerin kararlılığı önemli ölçüde elektrostatik yüke bağlı olduğundan, flokülasyon ve koagülasyonun sağlanması için bu yükün nötralizasyonu gerekir (Öztürk, 2006).

Su arıtımında koagülasyon işlemi, stabil kolloidlerin agregasyonu ile ilgilidir. Koagülasyon işlemi kolloidal sistemlerin, agregat oluşturma hızlarını arttırmak için kullanılan bir prosestir (Öztürk, 2006).

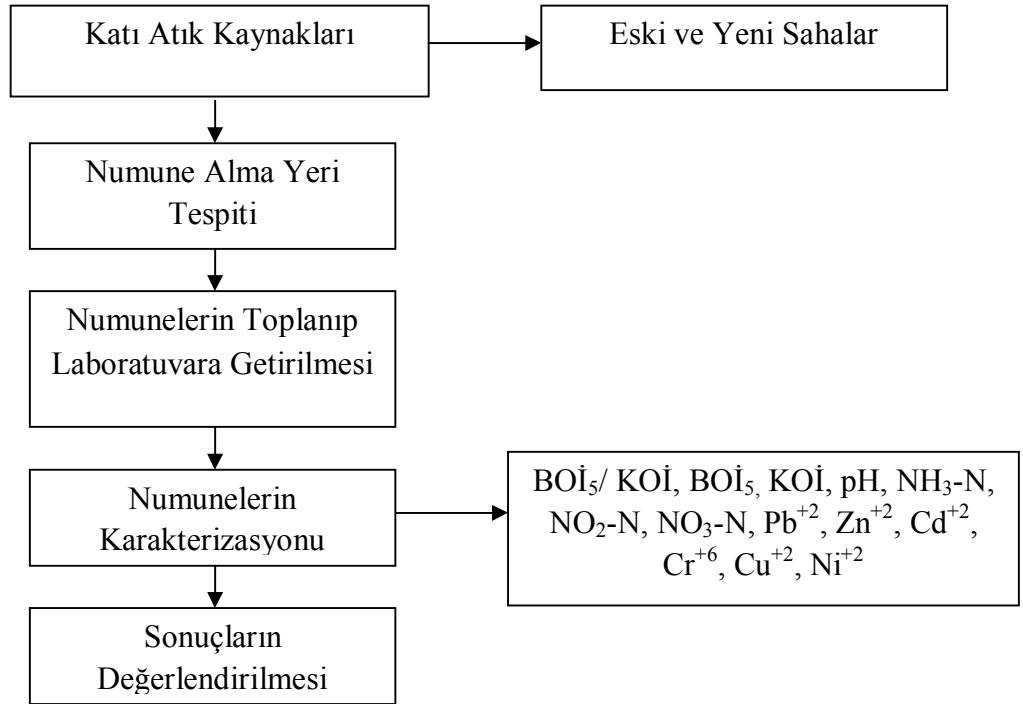
Koloidal partikül üzerindeki birincil yük, çözültideki ters yüklü iyonları çeker. Eğer birincil yük yeterince büyük ise partikülü çevreleyen yüklü iyonların bir karşıt yüklü tabaka oluşturması ile kısmen denge şartları sağlanmaktadır. Bu kararlı tabaka, sabit ve stern tabakası olarak tanımlanır. Bu tabakayı çevreleyen tabaka ise difüze tabaka adını alır. Her iki tabaka da artı, eksi yüklü iyonları içerir ve elektriksel potansiyele sahiptir (Walter ve Weber., 1972; Şengül ve Küçükgül., 1995).

Sızıntı suları ise kompleks içeriği ve yüksek kirlilik salınımları nedeniyle arıtılması en zor atık suların başında gelmektedir. Sızıntı sularının karakteristiğinde göze çarpan en önemli parametreler organik kirlilik ve azotlu bileşiklerdir. Çok yüksek kirletici konsantrasyonu nedeniyle tek bir proses ile arıtılması mümkün olmadığı için bir ön arıtıma ihtiyaç vardır. Bu amaçla sızıntı sularının arıtılmasında elektrokimyasal yöntemlerin kullanılması hem ekonomik açıdan ve hem de zaman tasarrufu açısından oldukça önemlidir.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA PLANI, KULLANILAN YÖNTEM VE DÜZENEKLER

Çorlu eski ve yeni düzensiz çöp deponi alanlarından alınan sızıntı suları, Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilerek analizler yapılmıştır. Eski ve yeni çöp alanları tamamen rastgele seçilen arazi ve kum ocaklarıdır. Temel olarak depolama alanları için uygun yerler değildir.

Çorlu bölgesinde bulunan biri daha eski iki adet çöp depolama sahasının sızıntı sularının karakterize edilmesi amacıyla aşağıdaki şekilde gösterilen deneysel çalışma planı yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Deneysel Çalışma Planı Özeti

### 3.1 öp Depolama Alanları (Eski ve Yeni Sahalar)

Tekirdağ ili, orlu ilçesinde çöp sorunu yıllarca çöplerin şehrin dışında bulunan boş araziye dökülmesiyle özömlenmeye çalışılmış, ancak nüfus artışına paralel çöp miktarının çok büyük boyutlara ulaşması sonucu yeni alanlar belirlenmiştir. Tamamen rasgele seçilen, hazine arazisi niteliğinde olan bu yeni alanlar çevresel değerler ve şehre yakın olması açısından bu amaca uygun olmayan yerlerdir. **Şekil 3.2.** eski çöp depolama alanını ve **Şekil 3.3.** yeni çöp depolama alanını göstermektedir.



**Şekil 3.2.** Eski öp Depolama Alanı (1997-2004)



**Şekil 3.3.** Yeni öp Depolama Alanı (2004-2009)



### 3.2 Sızıntı Suyu Numune Alma Noktaları

Her iki çöp alanında da yer yer 50 m'den daha fazla olduğu tahmin edilen çöp yığınları bulunmaktadır. Eski çöp depolama sahasında çöp döküm işlemi yoktur ve sahanın üstü kapatılarak rehabilite edilmiştir. Ancak yağmur suları sızmaya devam etmekte ve sızıntı suyu oluşmaktadır. Bu çöplükten alınan numuneler çöp yüksekliğinin en fazla olduğu çöp sahasının kuzey kısmından alınmıştır. Halen çöp dökümünün sürdüğü yeni sahada mevcut yığınların üstünü kapatmak amacıyla toprak dökme çalışması sürmektedir. Yeni çöp dökme sahasında sızıntı sularının toplanması için küçük biriktirme çukuru yapılmış ve numuneler buradan toplanmıştır.

Numune noktalarının yeri belirlenirken aşağıdaki kriterler de göz önünde bulundurulmuştur:

- Her iki numune noktasının da çöp sızıntı suyunun genelini karakterize etmesi,
- Sürekli bir şekilde sızıntı suyu bulunan noktalardan numunelerin alınması,
- En kötü hava koşullarında bile aynı noktadan sağlıklı ve doğru numune alınabilmesi.

### 3.3 Ölçüm ve Analiz Yöntemleri

Numuneler toplandıktan sonra en kısa zamanda (15-20 dak.) laboratuvara getirilmiş ve mümkün olan en kısa süre içerisinde analizlere başlanmıştır. Deneyler sırasında yapılan Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ<sub>5</sub>), Amonyak, Nitrit, Nitrat ölçümleri su ve atıksular için kullanılan Standart Metotlara uygun olarak yapılmıştır (APHA., 1992). Sızıntı suları ağır metal analizleri spektrofotometrik olarak Aquamate marka UV spektrofotometre ile yapılmıştır. Bu yöntemde girişimlerin önlenmesi için Standart Metotlardaki 3030E parçalama prosedürü kullanılmıştır. Bu prosedüre göre parçalama derişik nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) kullanılarak yapılmıştır. pH ölçümleri WTİ 315i marka pH metre cihazı ile yapılmıştır.

## 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Çalışma Sahalarının Meteorolojik Verileri

Tesisin bulunduğu yerde Marmara Bölgesi iklim özellikleri hakimdir. İlkbahar ve Sonbahar ayları yağışlı olup, kış aylarında yoğun sağanak yağışlar görülmektedir.

Çorlu'nun iklimi, Karadeniz ve Akdeniz arasında yer alması nedeniyle, bu iki bölge iklimlerinin özelliklerini sergilemektedir. Kuzeyden inen soğuk hava kütleleri ile güneyden gelen nemli-ılık hava kütleleri bölge iklimi üzerinde etkilidir.

Bu iki çöp depolama alanının bulunduğu yer olan Çorlu ilçesi karasal bir iklime sahip olup, yazları kurak ve sıcak, kışları ise yağışlı ve soğuktur. Ülkemizin orta yağışlı bölgeleri arasındaki Trakya'da yer alan Çorlu İlçesinde; 2008 yılı aylık ortalama max. sıcaklık 25,67 °C, aylık ortalama min. sıcaklık 3,53 °C, aylık ortalama sıcaklık 13,82 °C'dir. 2009 yılı aylık max. sıcaklık 23,83 °C, aylık min. sıcaklık 2,07 °C, aylık ortalama sıcaklık 11,1°C'dir. 2008 yılı aylık ortalama max. yağış 12,65 mm, aylık ortalama toplam yağış 35,20 mm'dir. 2009 yılı aylık ortalama max. yağış 19,42 mm, aylık ortalama toplam yağış 61,43 mm'dir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009).

2008 yılında Ekim ayında numune alınmaya başlanmış ve eski çöp depolama alanına düşen Kasım ayında en yüksek yağış 16,85 L/sn.ha, min. yağış ise Aralık ayında 9,40 L/sn.ha olarak tespit edilmiştir. Yeni çöp depolama alanında ise en yüksek yağış Kasım ayında 28,89 L/sn.ha, min. yağış ise Aralık ayında 16,11 L/sn.ha olarak tespit edilmiştir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009).

2009 yılı verilerine baktığımızda numune alım aralığı Ocak-Haziran ayları arasında gerçekleştiğinden eski depolama alanına düşen ortalama yağış miktarı Mart ayı ile 36,22 L/sn.ha, min. ortalama yağış ise 11,02 L/sn.ha ile Haziran ayında gerçekleşmiştir. Yeni çöp depolama alanında ise ortalama en yüksek yağış miktarı 62,08 L/sn.ha ile Mart ayı, ortalama min. yağış miktarı ise 18,89 L/sn.ha ile Haziran ayında olduğu gözlenmiştir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009).

İlçe'nin en önemli akarsuları Ergene Çayı ve Çorlu Deresi'dir. Ergene Nehri'nin bir kolu olan Ergene Çayı, İlçe'nin 12 km kuzeyinden geçmektedir. Çay, Muratlı yakınlarında Çorlu Deresi ile birleşerek Meriç Nehrine boşalmaktadır (Çorlu Ticaret ve Sanayi Odası., 1997 ). Eski çöp depolama alanının sızıntı suları alanın yanındaki küçük bir dereye karışmakta ve oradan Sinan dede deresi vasıtasıyla Çorlu deresiyle birleşmektedir. Yeni çöp depolama alanında böyle bir akış tespit edilememesine rağmen sızıntı suyu toplama sistemi bulunmadığından yine yüzeysel sulara veya yeraltı sularına karışmaktadır. **Tablo 4.1.**'de 2008-2009 yılı yağış değerleri verilmiştir. **Tablo 4.2.**'de 2008-2009 yılı aylık maksimum yağış miktarları verilmiştir. **Tablo 4.3.**'de 2008-2009 yılı aylık toplam yağış miktarları verilmiştir. **Tablo 4.4.**'de 2008-2009 yılı aylık ortalama sıcaklık değerleri verilmiştir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009).

**Tablo 4.1. 2008-2009 Yılı Yağış Değerleri (L/sn) (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009)**

Gün/ay	Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
1	-	-	-	-	0.1	0.4	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-
2	3.4	-	-	-	5.4	-	0.1	-	-	12.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.5	14.6	-	0.3	-	2.3	-	-	9.8	26.3	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	2.8	0,1	0.1	-	-	-	-	18.5	7.2	-	16	-	-	-	-	-	11.2	-	-	-	-	-	-
5	-	12.7	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	7.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	5.6	0.2	0.0	-	7.4	2.0	1.5	0.2	-	-	-	0.1	-	-	-	-	2.3	0.0	-	-	-	-	-
7	0.3	1.3	-	-	-	12.8	4.3	19.0	-	2.8	25.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0.8	-	1.0	-	-	11.8	1.5	1.8	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-
9	0.1	3.5	2.7	6.0	-	0.9	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	7.4	27.6	-	-	1.6	-	13.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0.1	-	4.4	1.4	1.0	1.9	0.2	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-
12	0.2	-	4.4	4.0	1.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0.2	-	1.5	17.5	0.2	21.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	0.2	-	-	6.2	14.5	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-
15	8.6	5.3	-	5.0	0.3	3.5	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	0.2	-	-
16	1.0	-	0.5	1.0	-	-	-	-	-	-	22.2	-	8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	2.9	1.4	0.0	-	1.6	0.4	2.5	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-
18	1.6	-	8.6	-	4.0	1.9	--	--	-	-	-	5.0	-	-	-	-	27.4	-	0.9	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	6.2	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	-
20	-	-	-	12.2	6.2	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	-	-	4.8	-	-
21	-	-	-	0.8	16.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	-	0.1	-	-	5.6	-	-
22	-	-	0.2	0.4	-	3.0	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	1.7	-	-
23	-	-	0.2	0.0	-	5.0	-	14.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	2.3	-	-
24	1.8	2.5	-	-	-	-	-	-	-	4.7	-	-	-	-	-	-	8.6	-	3.0	-	-	0.1	-	-
25	-	4.3	-	0.0	3.8	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	11.3	-	0.4	6.2	9.8	0.1	-	7.6	0.6	-	4.4	-	-	-	-	2.6	11.5	-	-	-	-	-	-
27	-	1.1	-	0.3	-	1.6	0.1	0.7	9.8	0.8	-	-	0.4	-	-	-	0.2	3.0	14.8	-	-	0.5	-	-
28	4.5	-	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-
29	3.4	0.6	1.5	-	-	-	4.5	-	-	-	-	0.4	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-
30	-	-	-	-	-	-	2.5	1.1	-	-	-	7.8	-	-	-	-	-	0.1	1.4	-	-	-	-	-
31	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tablo 4.2.** 2008-2009 Yılı Aylık Maksimum Yağış Miktarları (L/sn) (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009)

Yıl/ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	8.6	8.6	16.2	4.5	18.5	25.2	8.0	2.2	27.4	11.5	15.5	5.6
2009	14.6	27.6	21.2	19.0	26.3	7.9						

**Tablo 4.3.** 2008-2009 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarları (L/sn-ha) (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009)

Yıl/ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	26.7	34.1	65.3	20.8	64.8	5.3	9.7	3.0	46.0	28.2	41.6	23.2
2009	70.3	83.2	89.4	43.7	54.8	27.2						

**Tablo 4.4.** 2008-2009 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C) (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2008-2009)

Yıl/ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	1.9	4.4	10.0	13.5	16.6	21.6	23.2	25.2	18.5	14.7	10.7	6.5
2009	5.0	4.9	6.9	10.5	17.2	22.1						

## 4.2 Elde Edilen Verilerin Karakterizasyonu ve Analiz Sonuçları

Katı atık sorununun çözümünde, en çok tercih edilen bertaraf yöntemi depolamadır. Bu yöntemin en önemli çevresel sorumluluğu, zemin sızdırmazlığının sağlanması ve oluşan sızıntı sularının saha içinde toplanarak, güvenli bir şekilde arıtılmasıdır. Sızıntı suları genel olarak depolanan atığın özelliğinden, depolama tesisinin işletimine kadar tesislere göre farklılık gösterebilecek çeşitli faktörlerden yoğun şekilde etkilenmektedir. Bunun sonucunda da sızıntı suyu karakteri, her depo sahası için değişiklik göstermektedir. Ancak sızıntı suyunun yapısı, aynı tesis içinde atık stabilizasyonuna bağlı olarak zamanla değişmektedir. Bu nedenle sızıntı suyunun yapısının belirlenmesi ve zamanla meydana gelebilecek değişikliklerin önceden tahmin edilmesi, seçilecek arıtım yönteminin saha sızıntı suyu ürettiği sürece verimli bir şekilde kullanılması açısından çok önemlidir.

Katı atıkların depolanmasında önemli sorunlardan biri yüksek miktarda kirlilik içeren sızıntı sularıdır. Düzenli ve düzensiz deponi alanları içerdiği atıkların su bileşenlerine bağlı olarak, aerobik ve anaerobik ayrışmaları sonucunda sızıntı suları oluşmaktadır. Meteorolojik durum (yağış) sızıntı suyu debisini ve buna bağlı olarak sızıntı suyu karakterizasyonunu önemli ölçüde etkilemektedir.

Depolama alanına getirilen taze atıklar, yağmur yağdığı anda arazi kapasitesine ulaşmaya kadar kademeli olarak doymaktadır.

Yağışların sızıntı suyu üretimine etkisi iyi yönetim teknikleri ile minimuma indirilebilmektedir. Biriken temiz yağmur suyunun sızıntı suyuna temas etmeden ayrı olarak toplanması, saha yönetimi açısından üzerinde önemle durulması gereken bir konudur (Holmes., 1983; Vesilind., 2002). Sızıntı suyu miktarı işletme safhasında depolanan katı atıklar tarafından tutulma veya geçirimsiz ve eğimli nihai örtü tabakası teşkil edilmek suretiyle azaltılabilir.

Sızıntı suyu bileşimi depo yaşına bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Bu nedenle sızıntı suyunda herhangi bir kirletici için sabit bir konsantrasyon değerinden söz etmek mümkün değildir. Ancak genel olarak bütün kirletici konsantrasyonlarının zamana bağlı olarak bir azalma eğiliminden söz edilebilir.

Sızıntı suyundaki kirletici parametrelerin konsantrasyonları günden güne önemli farklılıklar gösterebileceğinden kirletici parametrelerin konsantrasyonlarının birbirine oranı bize önemli çıkarımlar sağlamaktadır. Bu oranların değerlendirilmesi sızıntı suyunun içerdiği organik madde ve atıkların ayrışma süreci ile ilgili önemli ipuçları verebilir.

Depo sahalarında yaş kavramı sahanın aktif olarak kullanılmaya ve sızıntı suyunu üretmeye başladığı andan itibaren oluşmaktadır. Genel olarak depo sahaları için <5 için genç , 5-10 yıl için orta, >10 için yaşlı depolama sahası şeklinde olmaktadır (Kang ve diğ., 2002).

**Tablo 4.5.**'de sızıntı suyunda biyolojik etkinliklerin aşamaları verilmiştir (Andreottola ve diğ., 1992).

**Tablo 4.5. :** Sızıntı Suyunda Biyolojik Etkinliklerin Aşamaları (Andreottola ve diğ., 1992).

Parametre	1	2	3	4
<b>Süre</b>	Çok kısa	Göreceli kısa	Uzun	Uzun
<b>Durum</b>	Aerobik/Havalı	Anaerobik/Havasız	Anaerobik/Havasız	Anaerobik/Havasız
<b>Temel Etkinlik</b>	Hidroliz	Asit Fermantasyonu	Ara Anaerobiosis	Metanojen
<b>Artan</b>	Sıcaklık, CO <sub>2</sub> , Nem, Yağ Asitleri, KOİ, BOİ, Amonyak	Uçucu Asitler, Ağır Metaller, CO <sub>2</sub> , İnorganik İyonlar, BOİ, BOİ <sub>5</sub> /KOİ, Amonyak	CH <sub>4</sub> , pH, Alkalinite, Amonyak	CH <sub>4</sub> , pH, BOİ <sub>5</sub> , BOİ <sub>5</sub> /KOİ
<b>Azalan</b>	pH, O <sub>2</sub>	pH, redoks	CO <sub>2</sub> , Uçucu Asitler, Sülfatlar, Metaller	Metaller, CO <sub>2</sub> , Asitler, Amonyak

**Tablo 4.6.**'de sızıntı suyu ile ilgili literatür değerleri verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Sızıntı Suyu Literatür Değerleri

	Tchoban Oglous,1993		Taba saran,1999				Williams,1998				Crawford ,1985		
	Yeni		Eski	Yeni		Eski		Yeni		Eski		< 2 yıl	> 10 yıl
	Aralık	Tipik	Aralık	Aralık	Tipik	Aralık	Tipik	Aralık	Tipik	Aralık	Tipik	Aralık	Aralık
pH	4,5-7,5	6	6,5-7,5					5,12- 7,8	6,73	6,8- 8,2	7,52	5,0- 6,5	6,5- 7,5
KOİ (mg/L)	3000-60000	18000	100-500	6000 -60000	22000	500 -4500	3000	2740-152000	36817	622- 8000	2307	10000-60000	50- 500
BOİ (mg/L)	2000-30000	10000	100-200	4000-40000	13000	20-550	180	2000-68000	18632	97- 1770	374	4000-30000	<100
TOK (mg/L)	1500-20000	6000	80-160					1010-29000	12217	184- 2270	733	1000- 20000	<100
Alkalinite (mg/L)	1000-10000	3000	200-1000					2720-15870	7251	3000-9130	5376		
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	10-800	200	20-40					194-3610	922	283- 2040	889		
TKN (mg/L)												100- 1000	<100
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	50-1000	300	20-50	70-1750	500	10-420	80	<5- 1560	676	<5- 322	67	50- 1000	<10
PO <sub>4</sub> P (mg/L)	5-100	30	5-10	0,1-30	6	0,1-30	6					5- 100	<5
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	200-3000	500	100-400					659-4670	1805	570- 4710	2074	500- 2000	100- 50
Fe <sup>+2</sup> (mg/L)	50-1200	60	20-200					48,3- 2300	653,8	1,6- 160	27,4		
Hg <sup>+2</sup> (mg/l)								<0,1-1,5	0,4	0,1- 0,8	0,2		
Cd <sup>+2</sup> (mg/L)				0,5- 140	6	0,5-140	6	<0,01- 0,1	0,02	<0,01- 0,08	0,015		
Pb <sup>+2</sup> (mg/L)				8-1020	90	8-1020	90	<0,04- 0,65	0,28	<0,04- 1,9	0,2		
Cu <sup>+2</sup> (mg/L)				4-1400	80	4-1400	80	0,02- 1,1	0,13	0,02- 0,62	0,17		
T. Cr <sup>+6</sup> (mg/L)				30-1600	300	30-1600	300						
Ni <sup>+2</sup> (mg/L)								<0,03- 1,87	0,42	0,03- 0,6	0,17		
Zn <sup>+2</sup> (mg/L)				0,1-1	5	0,03-4	0,6	0,09- 140	17,37	0,03- 6.7	1,14		

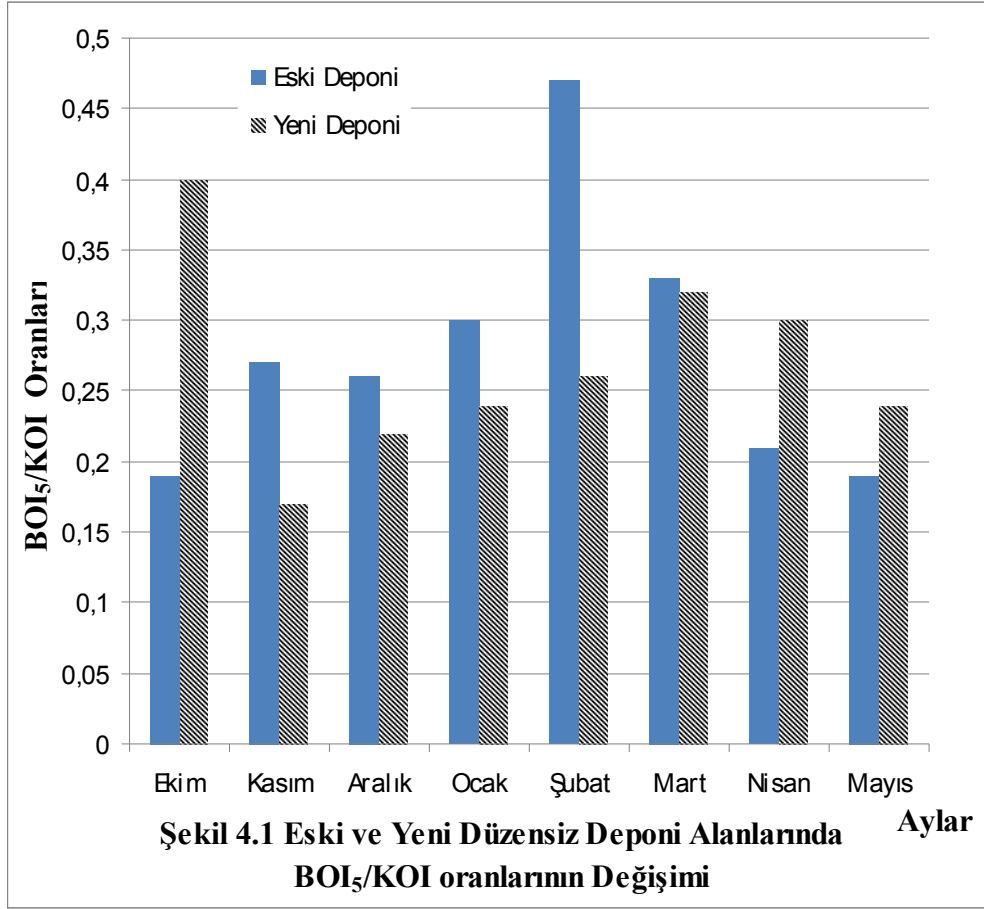


Çorlu eski ve yeni çöp depolama alanından alınan sızıntı suyu Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümü laboratuvarına getirilerek analizleri gerçekleştirilmiştir. Alınan numunelere ait sızıntı suyu karakterizasyonu **Tablo 4.7.**'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Çorlu Eski ve Yeni Çöp Depolama Alanı Sızıntı Suyu Karakterizasyonu

Parametre	Ekim-2008		Kasım-2008		Aralık-2008		Ocak-2009		Şubat-2009		Mart-2009		Nisan-2009		Mayıs-2009	
	Eski	Yeni	Eski	Yeni	Eski	Yeni	Eski	Yeni	Eski	Yeni	Eski	Yeni	Eski	Yeni	Eski	Yeni
pH	8,46	7,45	8,30	7,85	8,25	7,64	7,83	6,94	7,79	6,92	7,99	6,98	8,32	7,07	8,55	7,45
KOİ (mg/L)	3546	1413	2890	744	2,512	1200	2924	2686	2197	5152	3752	2795	4725	3757	3901	2744
BOİ <sub>5</sub> (mg/L)	1100	200	650	126	766	210	1183	620	1130	1011	1173	847	1175	1135	1327	1033
BOİ/KOİ	0,31	0,15	0,23	0,17	0,31	0,18	0,41	0,23	0,52	0,20	0,32	0,31	0,25	0,31	0,34	0,38
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	1146	164,13	1145,7	74	500,13	19,54	1508,07	126,16	641,7	34,1	133,63	9,32	41,8	7,93	554	757,14
NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	27,43	1,73	38,44	0,69	15,29	4,06	18,04	0,64	16,88	0,89	20,37	0,33	4,19	1,15	3,76	0,58
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	8,53	8,20	4,18	14,54	3,64	7,06	1,94	12,75	4,12	0,99	8,89	3,76	4,46	2,35	7,69	1,45
Pb <sup>+2</sup> (mg/L)	1,051	1,28	0,51	0,53	2,57	1,17	0,37	0,05	0,38	3,1	0,42	1,06	1,19	2,12	0,55	0,87
Zn <sup>+2</sup> (mg/L)	1,34	0,52	1,13	0,32	0,65	0,48	0,28	0,025	0,92	1,08	0,40	0,46	0,62	1,62	0,08	0,41
Cd <sup>+2</sup> (mg/L)	0,12	0,64	0,01	0,01	0,15	0,05	0,27	0,01	0,21	0,48	0,52	0,02	0,01	0,25	0,42	0,37
Cr <sup>+6</sup> (mg/L)	1,12	0,08	0,05	0,24	1,0	0,26	0,08	0,23	0,28	0,42	0,43	0,03	0,42	0,01	0,46	0,05
Cu <sup>+2</sup> (mg/L)	0,015	0,03	0,22	0,15	0,013	0,01	0,07	0,02	0,02	0,015	0,088	0,083	0,09	0,11	0,01	0,27
Ni <sup>+3</sup> (mg/L)	0,72	1,14	1,13	1,17	1,12	1,10	0,38	0,16	1,19	3,72	0,58	0,02	0,65	2,25	0,96	0,01

#### 4.2.1 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı/Kimyasal Oksijen İhtiyacı Oranları (BOİ<sub>5</sub>/KOİ)



Şekil 4.1.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında birer haftalık arayla alınan sızıntı suyu numunelerinde BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları görülmektedir.

BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları biyolojik parçalanmanın önemli bir ölçüsüdür. BOİ<sub>5</sub>/KOİ ≥ 0,4 genellikle biyolojik parçalanabilir olarak ifade edilirken, 0,2-0,3 oranları kısmi parçalanabilir olarak ifade edilmektedir (Montana ve diğ., 2006; Chamore ve diğ., 2001). Grafikte verilen ortalama değerler incelendiğinde Ekim, Nisan ve Mayıs ayları dışında eski deponi alanından kaynaklanan sızıntı sularının BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Her ay yapılan farklı numunelerde BOİ<sub>5</sub>/KOİ çok farklı değerler almaktadır. Grafikte verilen BOİ<sub>5</sub>/KOİ değerlerinden anlaşılacağı üzere çok düşük BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları bu suların biyolojik olarak arıtılmasının zor (kısmi parçalanabilir) olduğu anlamına gelmektedir. Grafikte verilen ortalama değerlerin çok düşük olması bazı numunelerin BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranlarının ortalama değerden çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 4.1.'de görülen bu olumsuzluğa rağmen bu sular biyolojik olarak arıtılabilir grubuna girmektedir.

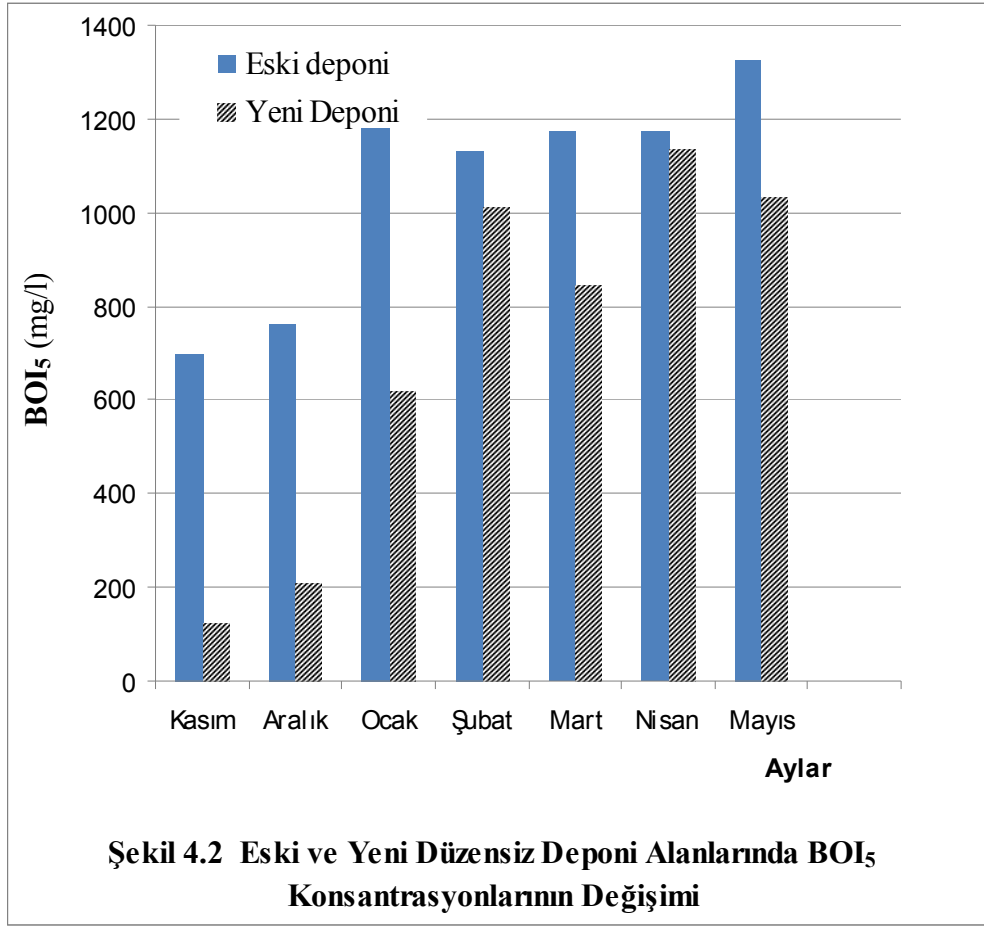
Bu değerler literatür ile de uyumluluk göstermektedir. Bazı araştırmalarda asidik fazdaki suların (yeni deponi) yüksek organik madde içerdiği ve bu fazda BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı genellikle 0,4-0,5 civarında yada daha yüksek bir değer almaktadır. Metan fazındaki sızıntı sularının (yaşlı deponi) organik madde konsantrasyonu daha dūřüktür. Ağır metal yoğunluğu artar ve pH nötre yakın çıkmaktadır.

Eski deponi alanında BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı min. Mayıs ayında 0,19 mg/L, yeni deponi alanında min. Kasım ayında 0,17 mg/L civarında ölçülmüştür. Eski deponi alanında en yüksek BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı şubat ayında 0,47 mg/L, yeni deponi alanında en yüksek Ekim ayında 0,40 olarak ölçülmüştür. Bu değerler literatür ile uyum göstermektedir.

Eski deponi alanında BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları 0,19-0,47 arasında, yeni deponi alanında ise BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranları 0,18-0,40 arasında değiştiği görülmektedir. öp alanlarının düzensiz olması, kaçak ve kontrolsüz olarak endüstriyel atıkların bu sahalara dökülmesi çıkan sonuçların yorumlanmasını güçleştirmektedir. **şekil 4.1.**'de görülen BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranlarının çok dūřük olmasına rağmen biyolojik olarak arıtılabilir grubuna girmektedir.

Eski sızıntı sularında BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı 0,1-0,3 veya daha dūřük değerler almaktadır (Tchobanoglous ve dię., 1993). Yapılan çalışmada şubat ve Mart ayı haricinde bu değerler dūřük çıkmıştır. orlu bölgesinde mevcut her iki deponi alanı düzensiz deponi alanlarıdır. Sızıntı suları lokal bölgelerde oluşmakta ve genel olarak deponi alanını karakterize edip etmediği bilinmemektedir. Depolama alanlarının stabilizasyon dereceleri sızıntı sularının BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı ile belirlenebilmektedir. Genel olarak genç stabilize olmamış depolama alanı sızıntı suları BOİ<sub>5</sub>/KOİ>0,5 orta yaşlı depolama alanı sızıntı suları BOİ<sub>5</sub>/KOİ 0,1-0,5 ve stabilize olmuş yaşlı depolama alanı sızıntı suları BOİ<sub>5</sub>/KOİ<0,1 olmaktadır (El-Fadel ve dię., 2002). Sızıntı suları başlangıçta çok yüksek organik ve inorganik madde içerirken, depo yeri zamanla stabilize oldukça, organik madde içeriği azalmaktadır. Buna karşılık, inorganik madde içeriği uzun yıllar boyunca yüksek kalmaktadır. Bu durum zaman içeriğinde BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranının azalmasına sebep olmakta ve azalan BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı nedeniyle sızıntı sularının arıtılabilirliği zorlaşmaktadır (Kargı ve Pamukoęlu., 2004). Depo yaşı arttıa biyolojik ayrışma tamamlandığından kolay ayrışabilen organik maddelerin oranı dūřer.

#### 4.2.2 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ<sub>5</sub>)



Şekil 4.2.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında birer haftalık arayla alınan sızıntı suyu numunelerinde BOİ<sub>5</sub> değerleri görülmektedir.

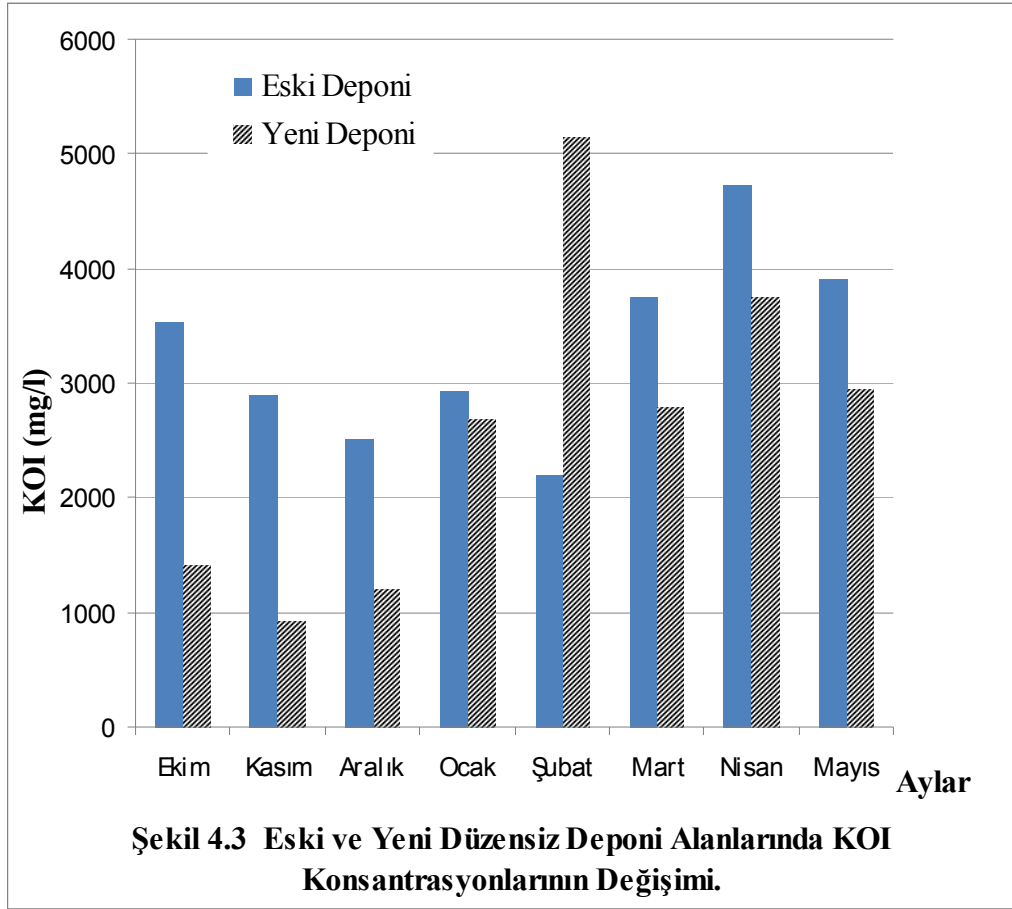
Biyolojik parçalanmaya uğrayan atıklar kendi aralarında biyolojik parçalamaya hazır olanlar ve kısmen biyolojik parçalamaya hazır olanlar olarak sınıflandırılabilirler. Atıklardaki biyolojik parçalanmaya maruz kalan maddeler sızıntı suyu oluşumunu ve suyun BOİ<sub>5</sub> değerini artırmaktadır (Tchobanoglous., 1993). Şekil 4.2.'den görüldüğü gibi eski deponi sahasında BOİ<sub>5</sub> değeri yeni sahaya göre daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Sızıntı suyu karakterinin sahanın yaşı ile değiştiğini gösteren birçok çalışma mevcuttur (Peter ve diğ., 2002). Literatürde eski sahalarda organik madde değerlerinin daha düşük düzeylerde olduğu belirtilse de bir sahanın eski kabul edilebilmesi için 10 yıldan daha yaşlı olması gerekmektedir (Bila ve diğ., 2005). Çorlu'daki eski deponi sahasına ise en son 2004 yılında döküm yapılmıştır ve tam olarak olgunlaşmış bir saha değildir. Orta yaşta bir saha olarak nitelendirilebilir.

Ayrıca hem eski hem yeni çöp sahasına ayrışması zor nitelikte endüstriyel atıklar da boşaltılmıştır (Kontrolsüz). Dolayısı ile ayrışması zor endüstriyel atıkların zaman içinde daha düşük moleküllü atıklara dönüştüğü ve eski sahada BOI<sub>5</sub> değerini yeni sahaya göre arttırdığı söylenebilir. Yağışın fazla olduğu Şubat, Mart, Nisan aylarında sızıntı suyu oluşumu arttığından daha fazla miktarda çöp çözülmüş hale gelebilir. Yağmur suyunda atıkların parçalanması ve çözünmesi sızıntı suyunda daha yüksek BOI<sub>5</sub> elde edilmesine yol açar. Eski deponide en yüksek BOI<sub>5</sub> değeri Mayıs ayında 1327 mg/L, yeni deponide en yüksek BOI<sub>5</sub> değeri Nisan ayında 1135 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski deponide min. BOI<sub>5</sub> değeri Kasım ayında 650 mg/L, yeni deponide en düşük BOI<sub>5</sub> değeri Kasım ayında 210 mg/L olarak ölçülmüştür.

Eski deponi alanında BOI<sub>5</sub> değeri 650-1327 mg/L, yeni deponi alanında ise BOI<sub>5</sub> değeri 153-1135 mg/L arasında değiştiği gözlenmiştir.

Depo yaşı arttıkça biyolojik ayrışma tamamlandığından kolay ayrışabilen organik maddelerin oranı düşer. Her iki deponi düzensiz deponi alanıdır ve sızıntı suları lokal bölgelerde oluşmakta, genel olarak deponi alanını karakterize edip etmediği bilinmemektedir. **Şekil 4.2.**'den görüldüğü gibi eski deponi alanında BOI<sub>5</sub> değerlerinin zamanla çok fazla değişmediği, yeni sahaya göre sahanın daha stabil (olgunlaşmış) olduğu söylenebilir. Her iki deponi alanının yaşı (eski sahaya en son 2004'de döküm yapılmıştır) dikkate alındığında BOI<sub>5</sub> değerlerinin artması beklenen bir sonuçtur. Her iki saha için hidroliz ve asitleşme fazlarının devam ettiği görülmektedir.

### 4.2.3 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)



Şekil 4.3.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde KOİ değerleri görülmektedir.

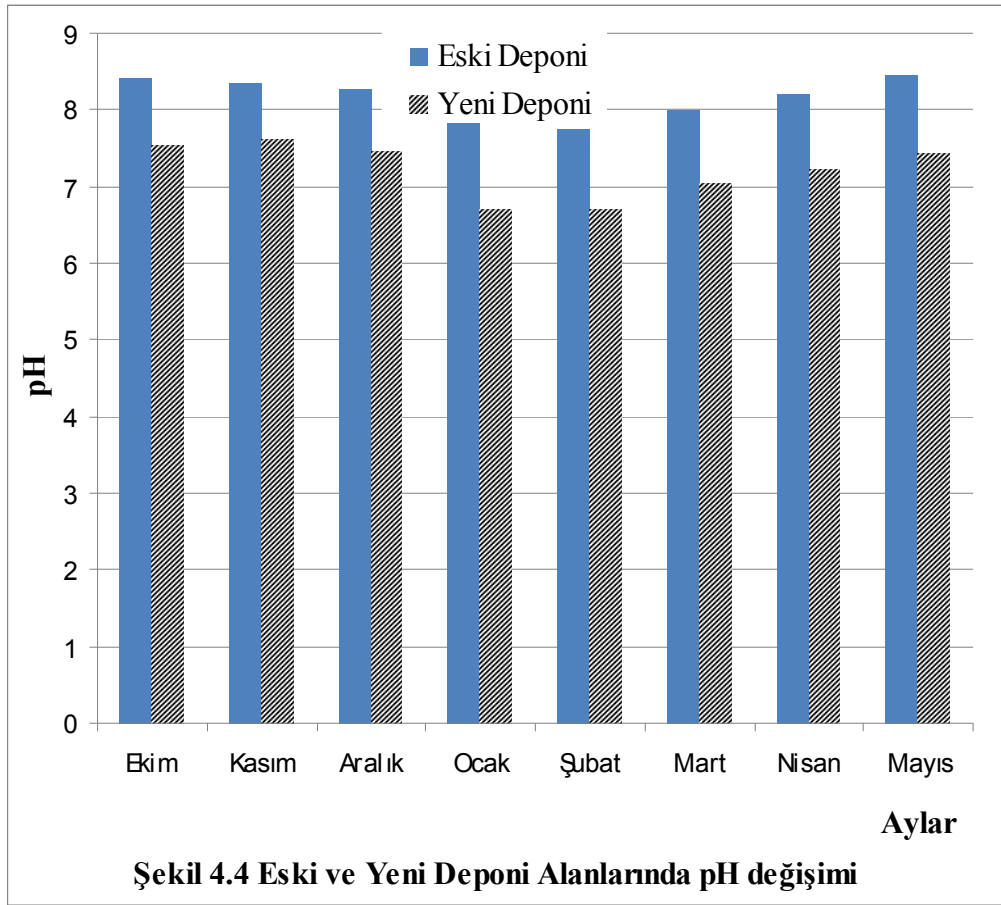
Mevcut literatür incelendiğinde deponi alanlarında KOİ değeri çok farklı değerler alabilmektedir. Yunanistan'da bulunan Thessolanaki çöp döküm alanında 70900 mg/L olarak ölçülen KOİ değeri Marsilya yakınlarında bulunan ve 10 yıldan daha yaşlı olan çöp döküm sahasında sadece 100 mg/L olarak ölçülmüştür (Renou ve diğ., 2008). Bu çalışmada ölçülen KOİ değerleri literatür değerleri ile uyum göstermekle beraber eski çöp sahasının 10 yıldan çok daha genç olmasından dolayı KOİ değerleri çok düşük çıkmamıştır ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinde olduğu gibi yeni döküm sahasındaki KOİ değerlerinden Şubat ayı dışında daha büyük değerler elde edilmiştir. Her iki deponi alanının düzensiz ve kontrolsüz olduğu düşünüldüğünde sonuçların mevcut literatürle ve kendi arasında ilişkilendirilmesi zorlaşmaktadır.

Eski deponi alanında en yüksek KOİ değeri Nisan ayında 4725 mg/L, yeni deponi alanında en yüksek KOİ değeri Şubat ayında 5152 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski deponide min. KOİ değeri 2197 mg/L, yeni deponide min KOİ değeri 929 mg/L olarak ölçülmüştür.

Eski deponi alanında Şubat ayı KOİ değerinin diğer aylardan daha yüksek olmasının nedeni yağışın fazla olması, lokal akıntı yada kontaminasyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Eski deponi alanında KOİ değeri 2197-4725 mg/L, yeni deponi alanında ise KOİ değeri 929-5152 mg/L olarak ölçülmüştür.

Eski ve yeni deponi alanların düzensiz olması literatür değerleriyle birebir bağlantı kurmayı zorlaştırmaktadır. Yağışın fazla olduğu dönemlerde çöp depolama sahasında nem içeriği ile bağlantılı olarak yüksek KOİ değeri ölçülmüştür. Eski çöp depolama alanında yeniye göre çok farklı sektörlerden kaynaklanan endüstriyel atığın bulunma ihtimali bu sahalarda yüksek konsantrasyonlarda kirlilik oluşturduğu düşünülmektedir. Her iki saha için KOİ değerlerinin zamanla arttığı görülmektedir. Bu durum sahada ayrışmanın devam ettiğini ve her iki sahanında asidik safhada olduğu sonucunu doğurmaktadır. Aylık ortalama KOİ değerlerinde iniş ve çıkışların olması çöpün nem içeriği, sıcaklık ve lokal akıntılar gibi parametrelere bağlı olduğu düşünülmektedir.

#### 4.2.4 pH değişimi



Şekil 4.4.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde pH değerleri görölmektedir.

Depo sahalarında sızıntı suyunun pH değeri, atıkların ayrışma kademeleri ile ilgili ipuçları vermektedir. Mikrobiyal aktivitenin asidik safhadan metanojenik safhaya doğru ilerlemesi ile sızıntı suyunun pH değerinin de 4,5-7 arasında değişen değerlerden 7-8,2 arasında değişen metanojenik değerlere ulaşması beklenir (Krug ve Ham., 1997). Sızıntı suyu yapılan pH ölçümleri ile katı atıkların ayrışma safhaları hakkında fikir sahibi olmak mümkündür.

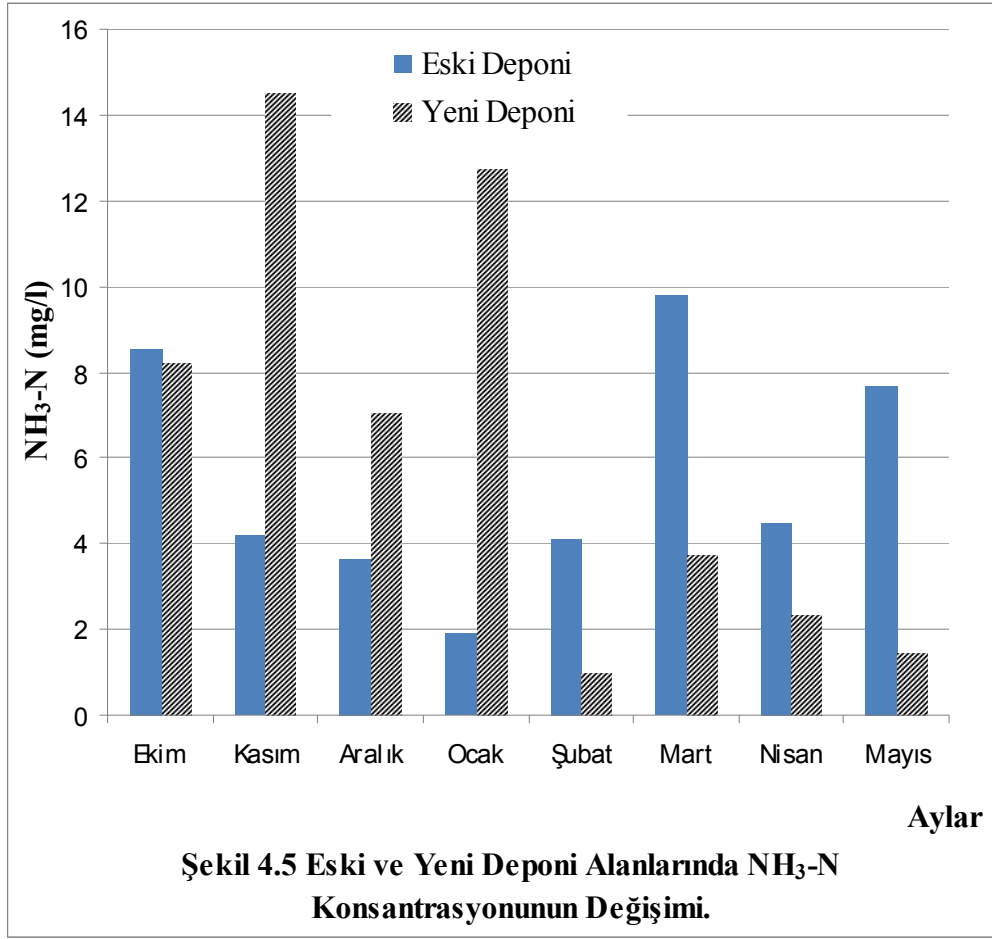
Şekil 4.4.'den de görüldüğü gibi eski deponi alanının pH değerleri yeni deponi alanındaki ölçülen değerlerden daha yüksektir. Eski ve yeni deponi alanlarında oluşan sızıntı sularının pH değerleri ocak ve şubat aylarında en düşük değerlere inmiştir. pH'ın düşmesinde sıcaklık ve yağış değerlerinin önemli rolü olmuştur.



Eski deponi alanında pH değerlerin daha yüksek çıkması, bu deponi alanında metan fazın diğer sahaya göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Yeni deponi alanında düşük pH değeri muhtemelen organik asitlerin oluşumundan kaynaklanmaktadır. Sonuçlar mevcut literatür ile uyumludur.

Ekim ayında eski deponi alanının pH değeri 8,42 iken 7 ay sonra Mayıs ayında 8,43, yeni deponi alanın pH değeri 7,52 iken 7 ay sonra Mayıs ayında 7,42'ye düşmüştür. Yeni sahada pH'ın yaklaşık olarak sabit kalması sahada ayrışmanın çok hızlı olmadığını, deponi alanındaki çöplerin yeni olduğunu göstermektedir. Eski deponi alanında pH'ın 8'in üzerinde olması metanojen safhanın hakim olduğunu ve bu fazın devam ettiğini göstermektedir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda eski deponide pH değerinin 7,75-8,43 arasında, yeni deponide de 6,7-7,63 arasında değiştiği gözlenmiştir. Genel olarak pH değeri 7-8 aralığında olmaktadır.

#### 4.2.5 Amonyak Konsantrasyonu Değişimi (NH<sub>3</sub>-N)



Şekil 4.5.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde NH<sub>3</sub>-N değerleri görülmektedir.

Eski deponi alanında NH<sub>3</sub>-N değerleri 1,93-9,79 mg/L, yeni deponi alanında NH<sub>3</sub>-N değerleri 0,98-12,47 mg/L arasında değiştiği gözlenmiştir. Eski deponi alanında min. NH<sub>3</sub>-N değeri 1,93 mg/L, yeni deponi alanında min. NH<sub>3</sub>-N değeri 0,98 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski ve yeni sahalarda amonyak konsantrasyonlarının çok düşük çıkması her iki sahadada hidroliz ve asitleşme safhasının baskın olduğunu göstermektedir.

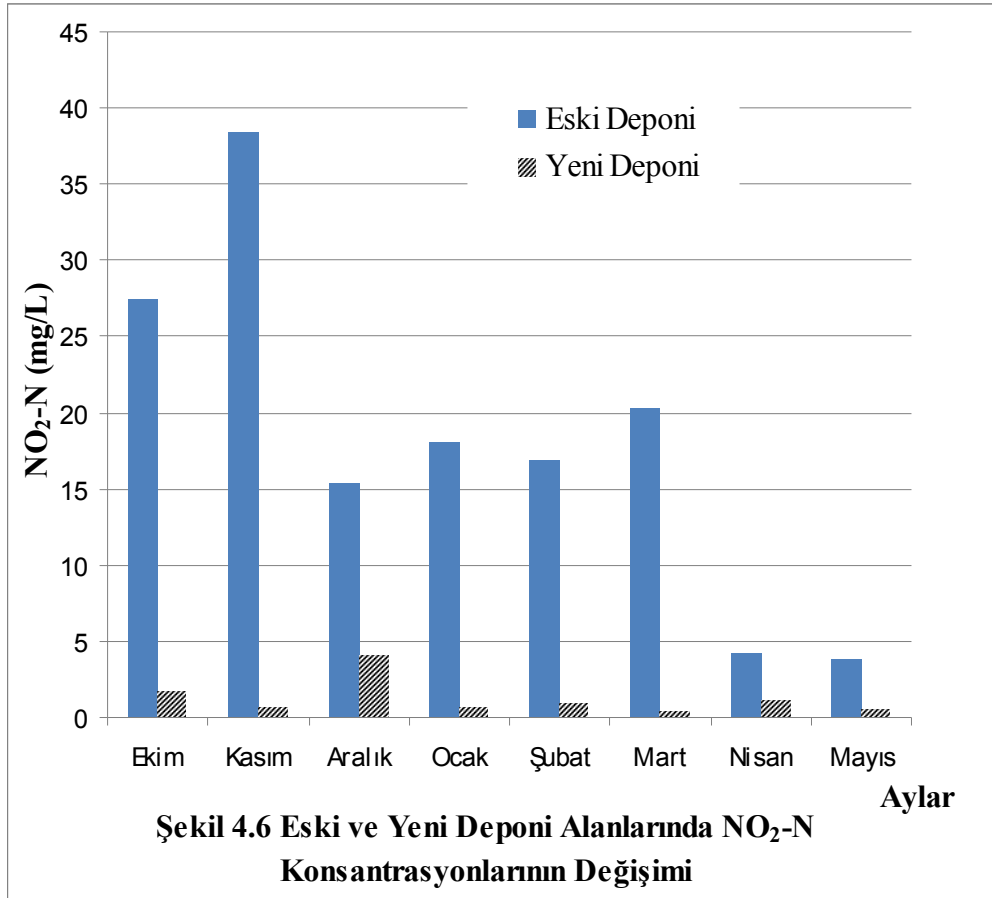
Mevcut literatürde NH<sub>3</sub>-N konsantrasyonları 0,2 mg/L ile 13000 mg/L aralığında değişmektedir ve genç sahalarda toplam azotun büyük bir kısmı amonyak azotundan oluşmaktadır (Renou ve diğ., 2008). Çorlu'da eski ve yeni çöp alanlarında ölçülen NH<sub>3</sub>-N konsantrasyonları literatür değerleri arasında kalmakla beraber düşük konsantrasyonlardadır.

Genel olarak yeni sahadaki  $\text{NH}_3\text{-N}$  değerleri daha yüksek olmakla beraber eski sahada Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim aylarında  $\text{NH}_3\text{-N}$  değerleri daha yüksek çıkmıştır. Azot içeren bileşikler(protein, üre vb.) zamanla hidrolize uğrayarak amonifikasyon bakterileri tarafından amonyağa dnştirlr. Amonyak oksijenin varlığında nitrifikasyon bakterileri tarafından önce nitrit ve daha sonrada nitrate dnştirlmektedir. Yeni deponi alanında llen amonyak konsantrasyonlarının eski sahaya göre daha yüksek çıkmaması beklenen bir sonuçtur.

**Şekil 4.5.**'den grldğ gibi amonyak konsantrasyonu zamanla azalan bir eğilim göstermektedir. Bu durum sahada yeterli oksijen olduğunu ve sahanın yeterince sıkışmadığını göstermektedir. Eski deponi alanında ekim ayından itibaren amonyak konsantrasyonunun azaldığını Şubat ayından itibaren konsantrasyonda tekrar bir artış söz konusu olmaktadır. Kasım, Aralık, Şubat, Nisan aylarında amonyak konsantrasyonunun yaklaşık olarak aynı kaldığı ve değişmediği söylenebilir.

Almanya'da bulunana 50 depo sahasından, sahaların kapatılmasından yaklaşık 30 yıl sonra dahi amonyak konsantrasyonlarında önemli bir azalma meydana gelmediği tespit edilmiştir (Kruempelbeck, Ehrig.,1999). Eski ve yeni deponi alanlarında  $\text{NH}_3\text{-N}$  konsantrasyonunda ani artış ve azalmalar yağış miktarı, çöp nemi, sıcaklık, çöp alanında bilinmeyen muhtemel etkileşimlerden kaynaklandığı dşnlmektedir.

#### 4.2.6 Nitrit Konsantrasyonu Değişimi (NO<sub>2</sub>-N)

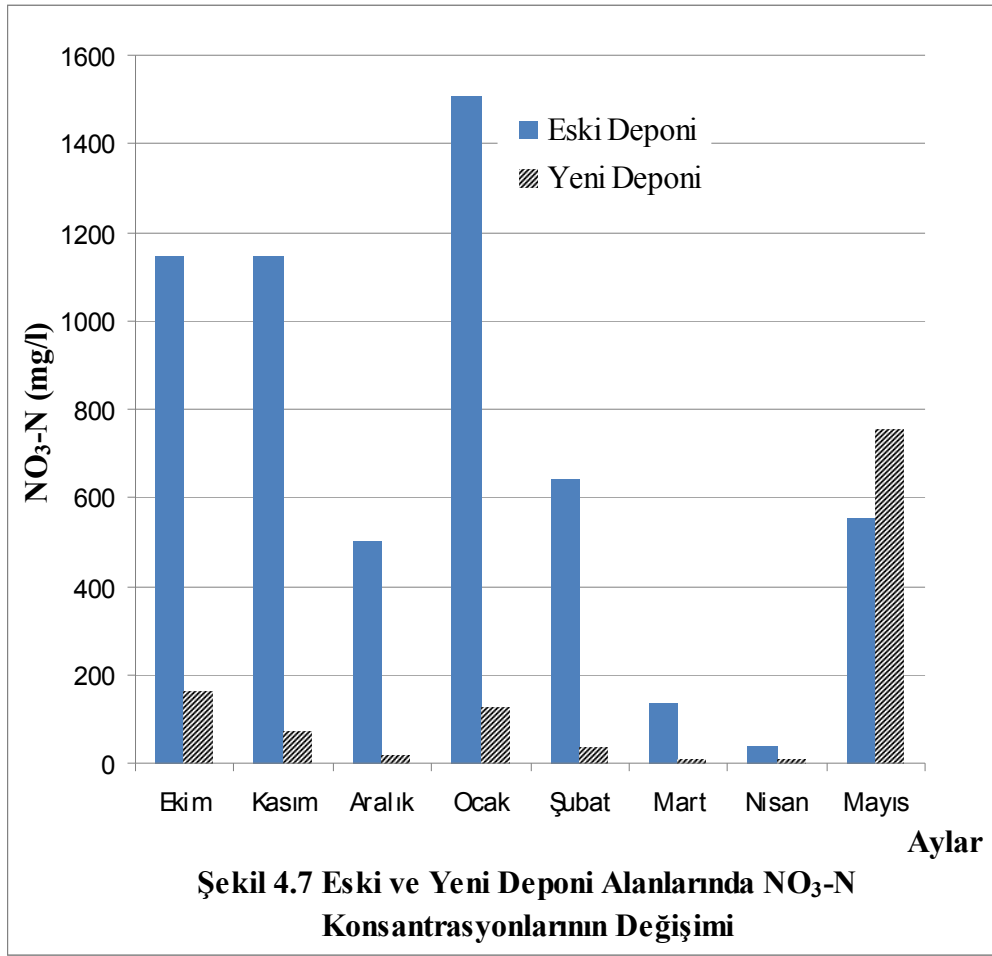


Şekil 4.6.'da Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde NO<sub>2</sub>-N değerleri görülmektedir.

Eski deponi alanında NO<sub>2</sub>-N değeri 3,75-38,43 mg/L, yeni deponi alanında NO<sub>2</sub>-N değeri 0,32-4,05 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski deponi alanında min. NO<sub>2</sub>-N değeri 3,75 mg/L, yeni deponi alanında min. NO<sub>2</sub>-N değeri 0,32 mg/L olarak ölçülmüştür.

Mevcut literatürde genellikle NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N parametreleri ölçülmüş ve NO<sub>2</sub>-N parametresi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Nitrit amonyağın nitrifikasyonu sonucu oluşan bir ara ürün olduğundan dolayı eski deponi sahasında NO<sub>2</sub>-N değerinin yeni sahaya göre daha fazla çıkması beklenen bir sonuçtur. Yeni deponi alanında nitrit değerlerinin çok düşük çıkması mevcut deponi alanında hidroliz safhasının baskın olduğunu göstermektedir. Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi eski deponi alanında nitrit konsantrasyonu zamanla azalmaktadır.

#### 4.2.7 Nitrat Konsantrasyonu Değişimi (NO<sub>3</sub>-N)

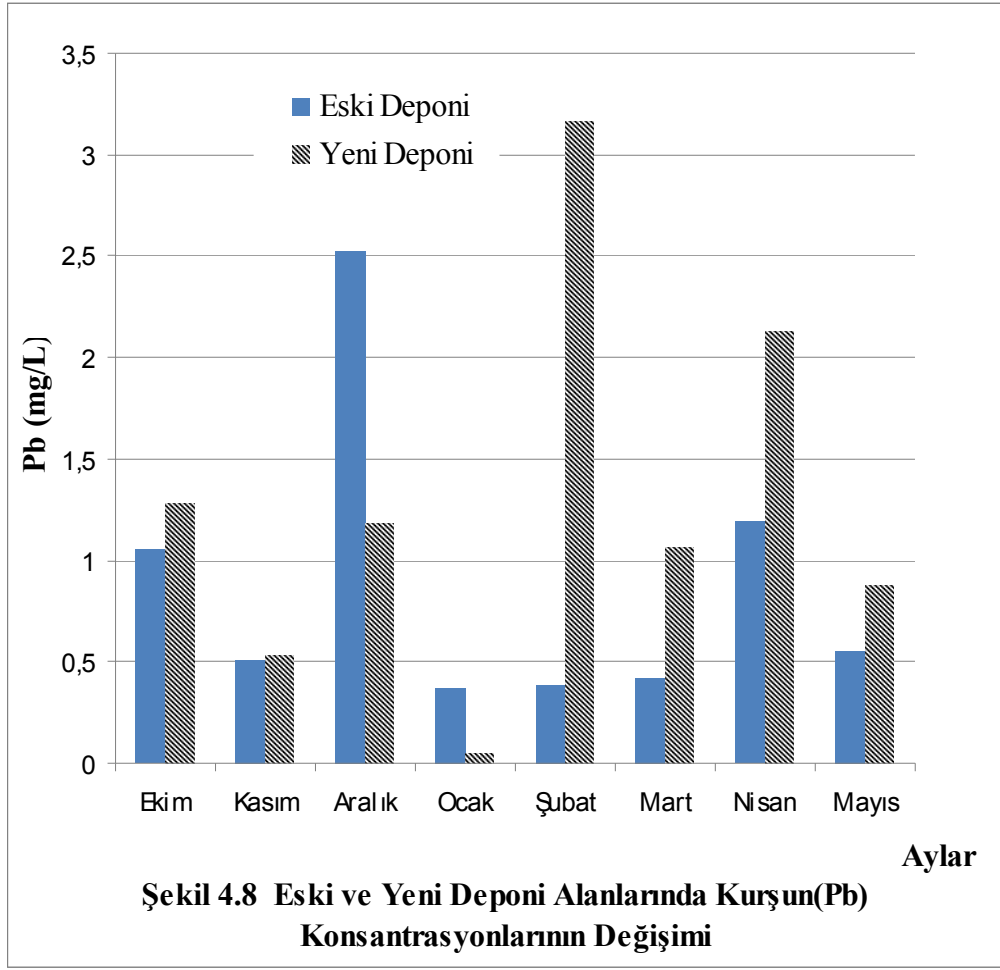


Şekil 4.7.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde NO<sub>3</sub>-N değerleri görülmektedir.

Eski çöp depolama alanında NO<sub>3</sub>-N değeri 41,7-1508 mg/L, yeni çöp depolama alanında NO<sub>3</sub>-N değeri 9,3-757 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski çöp depolama alanında min. NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonu 41,7 mg/L, yeni çöp depolama alanında min. NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonu 9,3 mg/L'dir. NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonları yaşlı sahalarda daha fazla olmaktadır (Renou ve diğ., 2008). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür değerleri ile uyum sağlamaktadır.

Eski öp depolama alanında zamana bağlı olarak nitrat konsantrasyonunda azalma eğilimi depolama alanının bazı bölümlerinde meydana gelen kısmi denitrifikasyondan kaynaklandığı düşünölmektedir. Mayıs ayında yeni deponi alanının NO<sub>3</sub>-N değerinin yüksek çıkması sızıntı suyunun lokal bölgelerde oluştuğu ve genel olarak deponi alanını karakterize edip etmediği bilinmemektedir. Eski ve yeni deponi alanlarından kaynaklanan ve alıcı ortama kontrolsüz bir şekilde akan bu sular alıcı ortamlar için oldukça tehlikeli ve risklidir.

#### 4.2.8 Kurşun Konsantrasyonu Değişimi ( $Pb^{+2}$ )



Şekil 4.8.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde  $Pb^{+2}$  konsantrasyonları görülmektedir.

Kurşun akümülatör, boru, motor yağı, boya, fotoğraf malzemeleri, patlayıcı ve matbaacılıkta kullanılması sonucu geniş bir yelpazesi içerisinde bulunmaktadır. Yağış ve çöp neminin artışı ile düşük pH'da çöp içerisindeki kurşun çözülerek ortamda  $Pb^{+2}$ 'nin açığa çıkmasına neden olur. Kurşun sularda genel olarak, çözülmüş ve süspansiyon halinde bulunur. Kurşun konsantrasyonu ve zehirlilik etkisi, suyun pH, sertlik, alkalinite ve çözülmüş  $O_2$  miktarına bağlıdır (Kaçaroğlu, 1991;1994).

Eski çöp depolama alanında  $Pb^{+2}$  konsantrasyonları 0,38-2,52 mg/L, yeni çöp depolama alanında  $Pb^{+2}$  konsantrasyonları 0,05-3,16 mg/L aralığında ölçülmüştür.

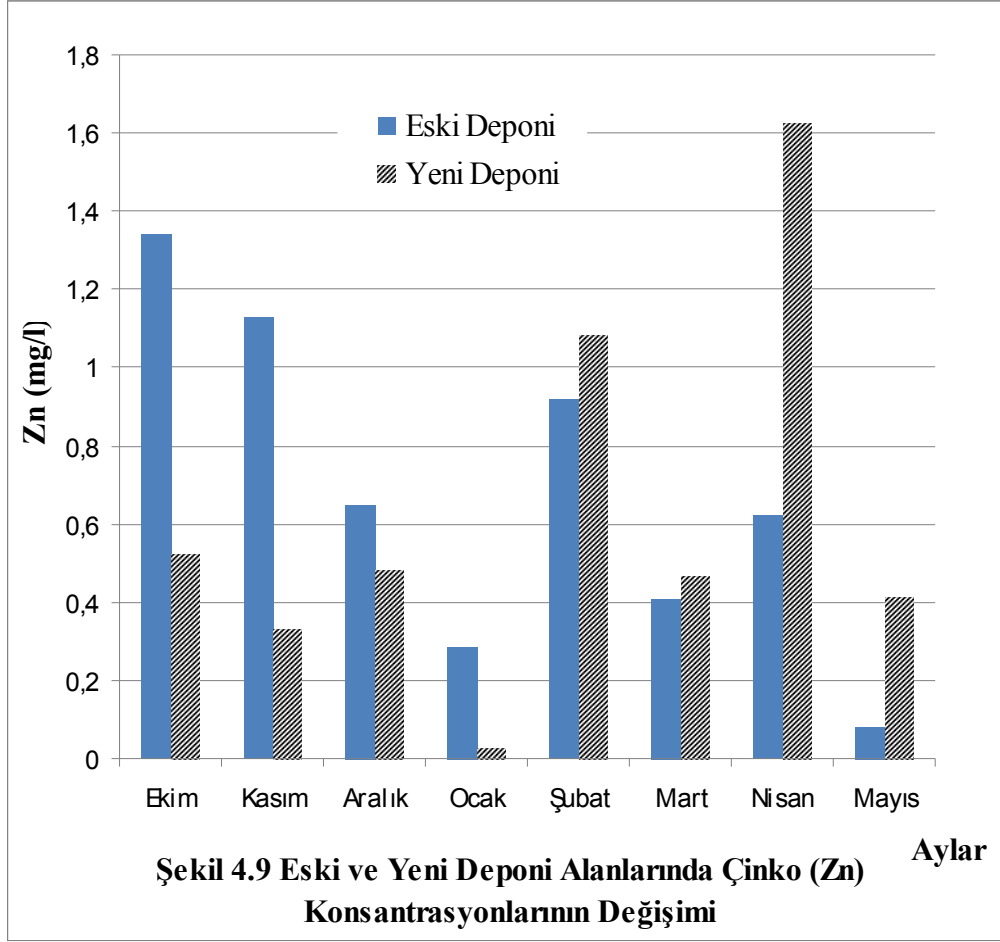
Eski öp depolama alanında min  $Pb^{+2}$  değeri Şubat ayında 0,38 mg/L, yeni çöp depolama alanında min.  $Pb^{+2}$  değeri ocak ayında 0,05 mg/L olarak ölçölmüŐtür. Şekil 4.8.'de göröldüğü gibi eski ve yeni çöp deponi alanlarında ölçölen kurşun konsantrasyonları eski sahada aralık, yeni sahada ise Şubat ayında en yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Eski ve yeni deponi alanlarında ölçölen kurşun ve diğer metal konsantrasyonları açısından bakıldığında genel olarak 1 mg/L'nin altında olduğu görölmektedir. Yeni deponi alanında aralık ve ocak ayları dışında eskiye göre daha yüksek kurşun konsantrasyonları ölçölmüŐtür. Bu durum literatür ile çeliŐkili gözüksede eski ve yeni çöp döküm alanlarının yaşları dikkate alındığında kabul edilebilir bir durumdur (Bu çalışmada eski ve yeni saha olarak nitelenen düzensiz deponi alanları yaş olarak birbirine çok yakındır eski çöp sahasına en son çöp dökümü 2004 yılında gerçekleşmiştir.

Yeni saha olarak adlandırılan alan 2009 yılı itibariyle kapasitesini doldurmuŐtur. Mevcut literatüre göre deponi alanlarında oluşan sızıntı sularının ağır metal içerikleri deponi yaşının artmasıyla artmaktadır. Aynı zamanda eski ve yeni çöp deponi alanlarının düzensiz olması ve endüstriyel atık içermesi ihtimali literatürle birebir bağlantı kurmayı zorlaştırmaktadır.



#### 4.2.9 Çinko Konsantrasyonu Değişimi ( $Zn^{+2}$ )



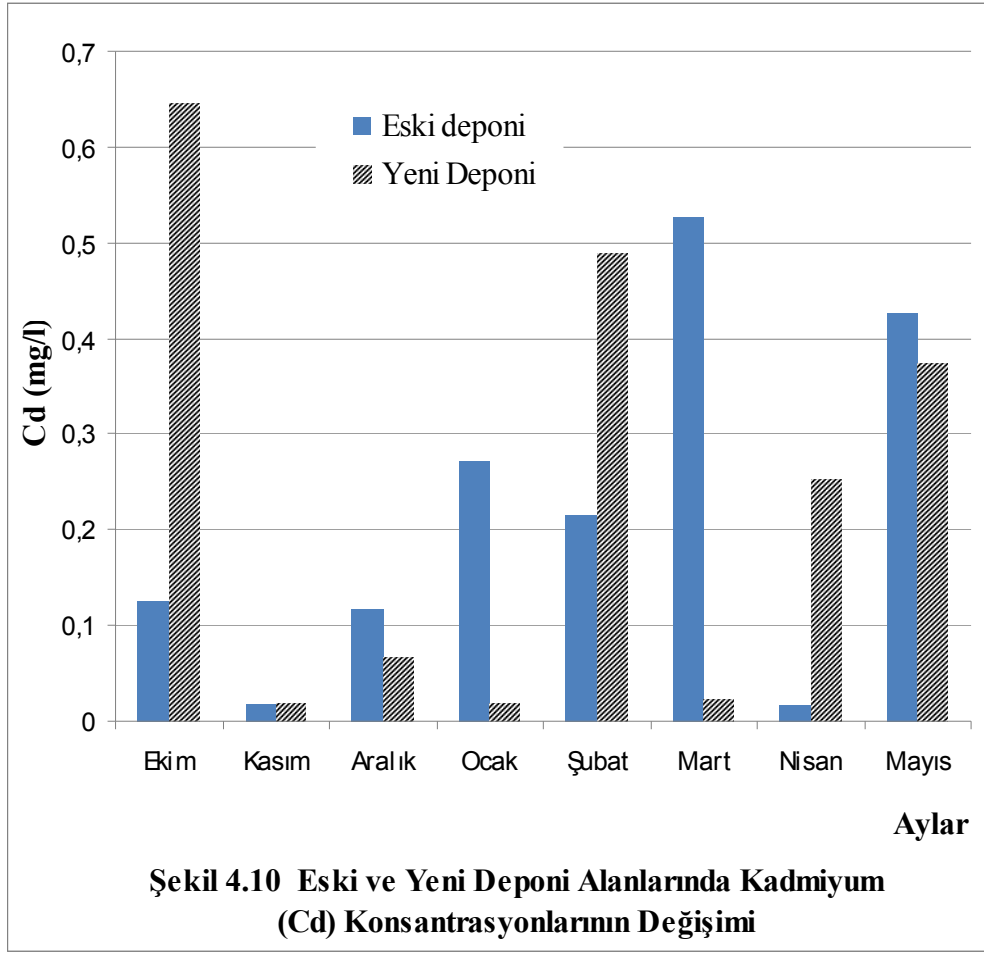
Şekil 4.9.'da Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde  $Zn^{+2}$  konsantrasyonları görülmektedir.

Eski deponi alanında  $Zn^{+2}$  değeri 0,08-1,34 mg/L, yeni deponi alanında  $Zn^{+2}$  değeri 0,02-1,62 mg/L arasında ölçülmüştür. Eski deponi alanda min.  $Zn^{+2}$  değeri 0,08 mg/L, yeni deponi alanda min.  $Zn^{+2}$  değeri 0,02 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski deponi alanında çinko konsantrasyonları zamanla azalmaktadır. Yeni deponi alanı eski depon alanının aksine çinko konsantrasyonları artma eğilimindedir.

Her iki sahada çinko konsantrasyonları genel olarak 1 mg/l' nin altında ölçülmüştür ve konsantrasyon değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Genel olarak ifade etmek gerekirse her iki sahanın genç olduğu ve ağır metal salınımlarının düşük olduğu görülmektedir.

Eski ve yeni çöp deponi alanlarının düzensiz olması, literatürle birebir bağlantı kurmayı zorlaştırmaktadır. Kurşun değerlerinin zamanla farklı değerler alması yağış, çöp nemi, pH, sıcaklık, lokal akıntılar gibi parametrelere bağlı olduğu düşünölmektedir. Yeni öp deponi alanına sürekli yeni çöpler dököldüğü için zaman-konsatrasyon ilişkisi kurmak pek anlamlı gözükmemektedir.

#### 4.2.10 Kadmiyum Konsantrasyonu Değişimi ( $Cd^{+2}$ )



Şekil 4.10.'da Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde  $Cd^{+2}$  oranları görülmektedir.

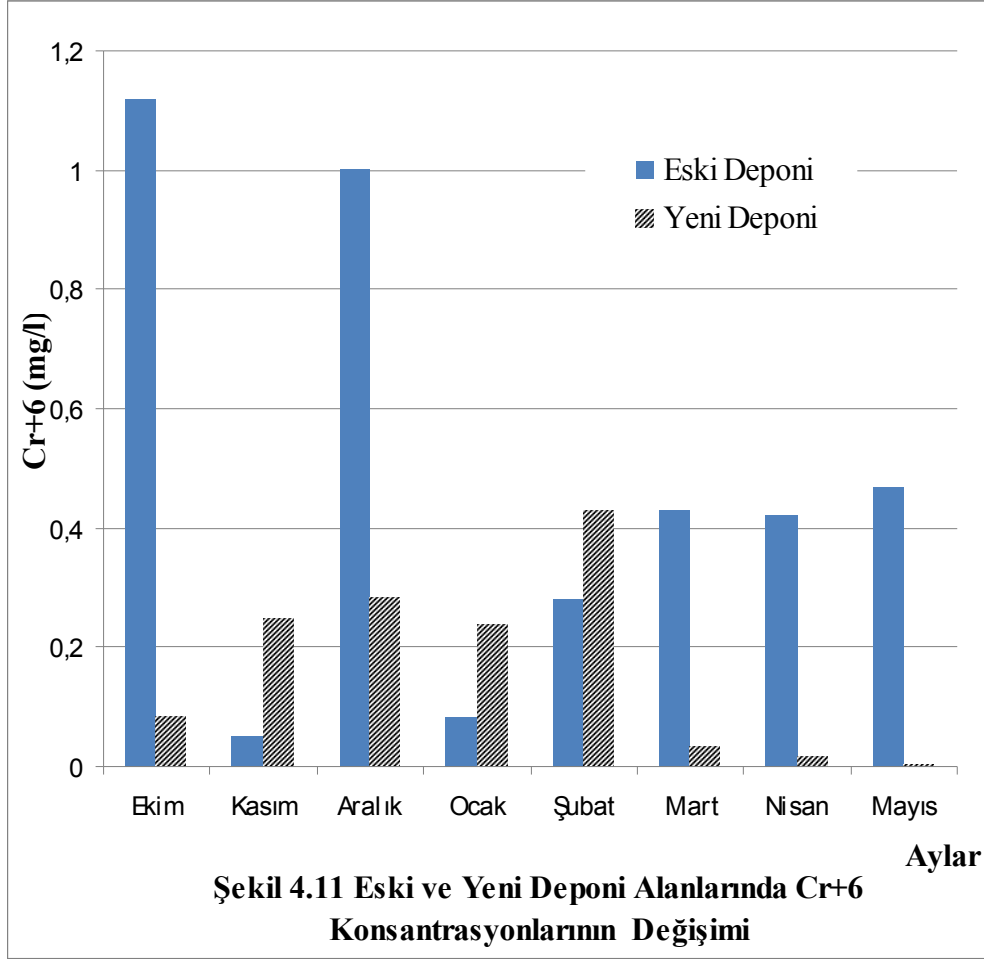
Kadmiyumun sudaki konsantrasyon oranı ve kaynaktaki bulunuş şekli pH'ya bağlıdır. Kadmiyum bileşikler yüksek pH'da oldukça stabil çökeltiler oluştururlar. Çöp depolama sahasında  $Cd^{+2}$  içeren boyalar, plastik katkı maddeleri, Kadmiyum sülfür ve Çinko üreten tesisler kadmiyum kaynakları olarak değerlendirilir. Piller çöpe atıldığı zaman depo sahasında bozularak  $Cd^{+2}$  ve bileşikler serbest hale geçerek suya karışır.

Eski deponi alanında  $Cd^{+2}$  değeri 0,01-0,52, yeni deponi alanında  $Cd^{+2}$  değeri 0,01-0,64 mg/L aralığında ölçülmüştür. Eski deponi alanında min.  $Cd^{+2}$  değeri 0,01 mg/L, yeni deponi alanında min.  $Cd^{+2}$  değeri 0,01 (Kasım ve Ocak aylarında) ölçülmüştür. Eski deponi alanında kadmiyum konsantrasyonu zamanla artmaktadır. Yeni deponi alanı için genel bir çıkarım yapmak zordur.

Eski ve yeni deponi alanlarında zamanla konsantrasyonlarda artış ve azalmalar yağış, sıcaklık, çöp nemi, lokal akıntılar, yeni çöp taşınması gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Her iki çöp alanı için konsantrasyon değerleri ( $<0.7$  mg/l) ve konsantrasyon değişimleri birbirine çok yakındır. Her iki deponi alanı için bulunan değerler literatür ile uyumludur.

Doğal sulardaki konsantrasyon miktarı genel olarak 0,001 mg/L'den azdır (Kaçaroğlu., 1991). Eğer yüzeysel sulardaki  $Cd^{+2}$  derişimi birkaç  $\mu\text{g/L}$ 'den fazla olursa, büyük bir ihtimale endüstriyel katı atık veya evsel katı atık kaynaklı kirlenmeye maruz kaldığı söylenebilir.

#### 4.2.11 Krom Konsantrasyonu Değişimi ( $\text{Cr}^{+6}$ )



Şekil 4.11’de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde  $\text{Cr}^{+6}$  oranları görülmektedir.

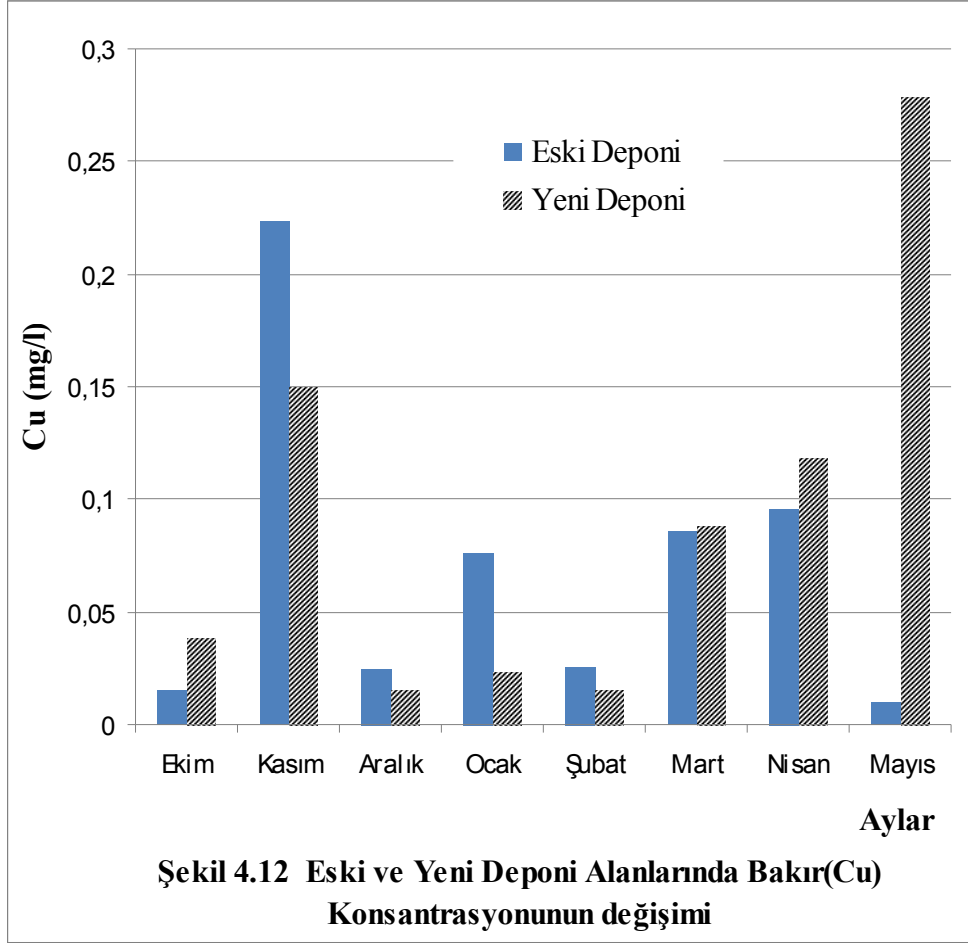
Krom atıklarda  $\text{Cr}^{+3}$  ve  $\text{Cr}^{+6}$  formlarında bulunabilir. Toprakta düşük pH sınırlarında  $\text{Cr}^{+6}$  derişimi artar. Krom genel olarak endüstriyel atıklarda kromat ( $\text{CrO}_4^{-2}$ ) ve dikromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ ) formunda bulunur. Krom genel olarak deri sanayi, metal kaplama sanayi, boya ve mürekep sanayi atıklarından kaynaklanmaktadır.

Eski deponi alanında  $\text{Cr}^{+6}$  değeri 0,05-1,12 mg/L, yeni deponi alanında  $\text{Cr}^{+6}$  değeri 0,005-0,42 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski deponi alanında min.  $\text{Cr}^{+6}$  değeri Kasım ayında 0,05 mg/L, yeni deponi alanında min.  $\text{Cr}^{+6}$  değeri 0,005 mg/L ile Mayıs ayında ölçülmüştür. Diğer ağır metal konsantrasyonlarında olduğu gibi  $\text{Cr}^{+6}$  değerleri de genel olarak 1 mg/L’nin altında ölçülmüştür. Eski ve yeni sahalarda ölçülen  $\text{Cr}^{+6}$  değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen veriler literatür ile karşılaştırıldığında literatür değerlerinin bu çalışmada bulunan değerlerden çok yüksek olduğu görölmektedir. Bu durum her iki sahanın da çok genç olduğunu ve olgunlaşmadığını göstermektedir.

Aylık ortalama değerlerde çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ekim ve Aralık ayında eski deponi alanında ölçölen yüksek konsantrasyonların diğer ağır metallerde olduğu gibi yağış, sıcaklık, pH, lokal kontaminasyonlar, yeni çöp dökümü vb. parametrelere bağlı olduğu düşünölmektedir.

#### 4.2.12 Bakır Konsantrasyonu Değişimi ( $\text{Cu}^{+2}$ )



Şekil 4.12.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu numunelerinde  $\text{Cu}^{+2}$  oranları görülmektedir.

Bakır genel olarak boya, mürekkep formülasyonları, ahşap koruma, kimyasal madde üretimi, petrol rafinerileri, kaplama sanayi atıklarından oluşmaktadır. Topraklarda pH yükseldikçe  $\text{Cu}^{+2}$  miktarları azalır. Nötr veya alkali ortamlarda, toprak çözeltisindeki  $\text{Cu}^{+2}$  iyonları hidroksit ya da bazik bakır karbonatları halinde çökmeye başlamaktadır. Kireçli topraklarda, bakır eksikliğinin sebepleri bu nedenlerden ileri gelmektedir.

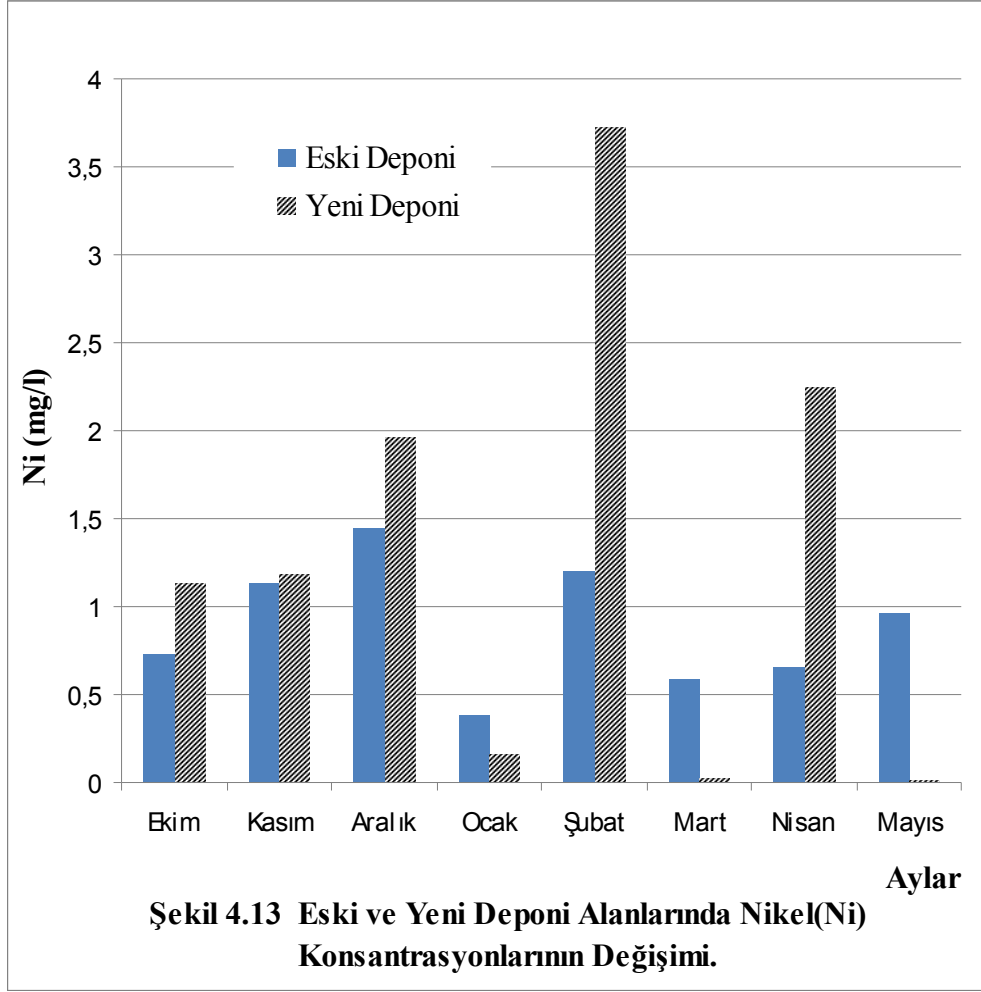
Eski çöp depolama alanında  $\text{Cu}^{+2}$  değeri 0,01-0,22 mg/L, yeni çöp depolama alanında 0,01-0,28 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski deponi alanında min.  $\text{Cu}^{+2}$  değeri Ekim ayında 0,01 mg/L, yeni çöp deponi alanında min.  $\text{Cu}^{+2}$  değeri Aralık ve Şubat ayında 0,01 mg/L ölçülmüştür.

Mayıs ayında yeni çöp depolama alanında  $Cu^{+2}$  değerinin yüksek çıkması muhtemelen yağış, çöp nemi, sıcaklık, pH, lokal akıntılar, yeni çöp depolanması gibi değişik parametrelerden kaynaklanmaktadır. Her iki deponi alanı için bakır konsantrasyonları birbirine çok yakın ve 0.3 mg/L'nin altında bulunmuştur. Ölçümler mevcut literatür ile uyumludur.

Deponi yaşı arttıkça çöp alanlarında ağır metal salınımları artmaktadır. Yeni ve eski çöp deponi alanlarında bakır konsantrasyonlarının çok düşük çıkması her iki sahanında genç olduğu, hidroliz ve asidojen fazın hakim olduğunu göstermektedir. Yeni deponi alanında bakır konsantrasyonları zamanla artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Eski deponi alanında bakır konsantrasyonları değişimine bakarak genel bir sonuç çıkarmak zordur.



#### 4.2.13 Nikel Konsantrasyonu Değişimi (Ni<sup>+2</sup>)



Şekil 4.13.'de Ekim 2008 - Mayıs 2009 tarihleri arasında birer haftalık arayla alınan sızıntı suyu numunelerinde Ni<sup>+2</sup> oranları görülmektedir.

Eski deponi alanında Ni<sup>+2</sup> değeri 0,39-1,2 mg/L, yeni deponi alanında Ni<sup>+2</sup> değeri 0,01-3,72 mg/L olarak ölçülmüştür. Eski deponi alanında Ocak ayında min. Ni<sup>+2</sup> değeri 0,39 mg/L, yeni çöp depolama alanında Mayıs ayında min. Ni<sup>+2</sup> değeri 0,01 mg/L olarak ölçülmüştür.

Eski ve yeni deponi alanlarında nikel konsantrasyonlar 5 mg/L'nin altındadır. Şekil 4.13.'den görüldüğü gibi her iki deponi alanı için genel bir sonuç çıkarmak zordur. Her iki depolama alanında 8 aylık analiz sonuçları incelendiğinde farklı değerler bulunmuştur.

Eski ve yeni deponi alanlarında aylık ortalama konsantrasyon değişimlerinde diğer ağır metallerde olduğu gibi yağış, çöp nemi, sıcaklık, pH, lokal akıntılar, yeni çöp depolanması gibi değişik parametrelerin önemli rol oynadığı düşünölmektedir. Bu çalışmada bulunan değerler literatür değerleri ile uyumludur.

## KAYNAKLAR

Al-Yaquot, A.F., Hamoda, M.F., (2003). "Evaluation of Landfill Leachate in Arid Climate a Case Study", **Enironment International**, Vol:29, 593-600.

Amokrane, A., Comel, C., Veron, J., (1997). "Landfill Leachates Pretreatment by Coagulation-Flocculation", **Water Research**, Vol:31, No:11, 2775-2782.

Andreottola G. Cannas P. (1992). "Chemical and Biological Characteristics of Leachate" in Landfilling of Waste:Leachate ed. Christensen T.H. et Al. Elsevier, pp:65-87

APHA-AWWA-WEF ,(1992). Standart Methods for the Examination Water and Wastewater, 18<sup>th</sup> Ed, Washington DC, USA.

Ashford, S.A., Visvanathan, C., Husain, N., Chamsurin, C.H., (2000). "Design and Construction of Engineered Municipal Solid Waste Landfills in Thailand", **Waste Management and Research**, Vol:18, 462-470

Baba, A., Kaya, A., (2004). "Leachate Characteristics of Solid Wastes from Thermal Power Plants of Western Turkey and Comparison of Toxicity Methodologies", **Journal of Environmental Management**, Vol:73, 199-207

Bendz, D., Singh, V.P., Akesson, M., (1997). "Accumulation of Water and Generation of Leachate in a Young Landfill", **Journal of Hydrology**, Vol:203, No:1-4, 1-10.

Berkun, M., Aras, E., Nemlioğlu, S., (2005). "Disposal of Solid Waste in İstanbul and Along the Black Sea Coast of Turkey", **Waste Management**, Vol:25, No:8, 847-855.

Daniele M. Bila (2005). Laboratoria de Controle de Polução de Aguas COPPE, Universidade Federal do Rio de Janerio, P.O. Box 68502, Rio de Janerio 2194-970, RJ, Brazil

Bohdziewicz, J., Bodzek, M., Görska, J., (2001). "Application of Pressure-Driven Membrane Techniques to Biological Treatment of Landfill Leachate", **Process Biochemistry**, Vol:36, 641-646.

Borzacconi, L., Lopez, I., Ohanian, M., (1999). "Anaerobic-Aerobic Treatment of Municipal Solid Waste Leachate", **Environmental Technology**, Vol:20, 211-217.

Bozkurt, S., Moreno, L.,Neretnieks I., (2000). "Long-Term Fate of Organics in Waste Deposits and Its effect on Metal Release", **The Science of The Total Environment**, Vol:250, No:1-3, 101-121.

Butt, T.E., Oduyemi, K.O.K., (2003). "A Holistic Approach to Concentration Assessment of Hazards in the Risk Assessment of Landfill Leachate", **Environment International**, Vol:28, 597-608.

Christensen, T.H. Kjeldsen, P., (1989), "Basic Biochemical Processes in Landfills", In: Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact, Editors: Christensen, T.H., Cossu, R., Stegmann, R., Academic Pres, London, UK.

Christensen, T.H., Cossu, . ve Stegmann, R. (1992). Landfilling Of Waste: Leachate, Elsevier Applied Science, London.

Christensen, T.H. Kjeldsen, P., Bjerg, P.L., Jensen, D.L., Christensen, J.B., Baun, A., (2001). "Biogeochemistry of Landfill Leachate Plumes", **Applied Geochemistry, Vol:16, No:7-8**, 659-718.

Chamarro E., Marco A., Esplugas S. (2001) Use of Fentn reagent to improve organc chemical biodegradability, Water Research, 35, 1047-1051.

Ciavatta, C, Govi, M., Pasotti, L., Sequi, P., (1993)."Evaluation of Heavy Metals During Stabilization of Organic Matter in Compost Produced with Municipal Solid Wastes", **Bioresource Technolog, Vol:43**, 147-153.

Cossu, R., (1989)."Role of Landfilling in Solid Waste Management", In: Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact, Edited by Christensen, T.H., Cossu, R., Stegmann, R., Academic Pres, London.

Crawford J.F. and Smith P.G. (1985), Landfill Technology, Butterworth, UK

Çorlu Ticaret ve Sanayi Odası., (1997)

De La Rosa, D.A., Velasco, A., Volke-Sepulveda, T., (2006). "Total Gaseous Mercury and Volatile Organic Compounds Measurements at Five Municipal Solid Waste Disposal Sites Surrounding the Mexico City Metropolitan Area", **Atmospheric Environment, Vol:40, No:12**, 2079-2088.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü., (2008- 2009).

Di Palma, L., Ferrantelli, P., Merli, C., Petrucci, E., (2002). "Treatment of İndustrial Landfill Leachate by Means of Evaporation and Reverse Osmosis", **Waste Management, Vol:22**, 951-955.

Ding, A., Zhang, Z., Fu, Jiamo, Cheng, L., (2001). "Biological Control of Leachate from Municipal Landfills", **Cheemosphere, Vol:44**, 1-8.

Ehrig, H.J and Stegmann R. (1992). "Biological Processes" in Landfilling of Waste: Leachate ed. Christiensen T.H. et Al. Elsevier, pp:65-87, London.

El-Fadel, M., (1991), "Modelling Gas and Heat Generation and Transport in Sanitary Landfills", PH.D. Thesis, Department of Civil Engineering, Stanford University.

El-Fadel, M., Fındıkakis, A. N., Leckie, O. J., (1997)."Environmental Impacts of Solid Waste Landfilling", **Journal of Environmental Management, Vol:50**, 1-25.

El-Fadel, M., Bou-Zeid, E., Chahine, W., Alayli, B., (2002). "Temporal Variation of Leahate Quality from Pre-Sorted and Baled Municipal Solid Waste with High Oganic and Moisture Contant" **Waste Management, Vol:22, No:3**, 269-282.

Erdin, E., (1980). Çöp ve katı atıklar kurs notları, E.Ü. İnşaat Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü

- Garcia de Cortazar, A.L., Monzan, I.T., (2006). "Moduelo 2: A New Version of an Integrated Simulation Model for Municipal Solid Waste Landfills", *Environmental Modelling & Software*, 1-14.
- Garcia Montano J., Ruiz N., Munoz I., Domenech X., Garcia Hortal J.A., Torrades F., Peral J., (2006) Environmental assesment of different photo-Fenton approaches for commercia reactive dye removal, *Journal of Hazadous Materials*, 138 (2), 218-235.
- Gardner, N., Manley, B.J.W., Pearson, J.M. (1993). "Gas Emissions From Landfills and Their Contributions to Global Warming", *Applied Energy*, 44, 165-174.
- Gau, S.H., Chow, J.D., (1998). "Landfill Leachate Characteristicsn and Modelin of Municipal Solid Waste Compined with Incinerated Residuals", **Journal Hazardous Materias, Vol:58**, 249-259.
- Holmes, J.R., (1983). "Practical Waste Management", **John Wiley & Sons, ISBN:0 471 10491 1**, 209-352.
- Im. J.h., Woo, H.J., Choi, M.W., Han, K.B., Kim, C.W, (2001). "Simultaneous Organics and Nitrogen Removal from Municipal Landfill Leachate Using an Anaerobics-Aerobic System", **Water Research, Vol:35**, 2403-2410.
- Irene, M., Lo., C., (1997). "Characteristics and Treatment of Leachates from Domestic Landfills", **Environment International., Vol:22**, 433-442.
- Jensen Dorthe L., Christensen Thomas H. (1999). "Colloidal and dissolved metals in leachates from four Danish landfills." *Water Res* 33 (9): 2139-47.
- Jeon, H.Y., Cho, S.H., Mun, M.S., Park, Y.M., Jang, J.W., (2005). "Assessment of Chemical Resistance of Textile Geogrids Manufactured with PET High-Performance Yarn", **Polymer Testing, Vol:24, No:3**, 339-345.
- Jeon, H.Y., (2006). "Chemical Resistance nd Transmissivity of Nonwoven Geotextiles in Waste Leachate Solutions", **Polymer Testing, Vol:25, No:2**, 176-180.
- Kaçaroğlu, F., (1991). Eskişehir Ovası Yer altı Suyu Kalitesi ve Kirliliği. Cumhuriyet Univ. Müh. Fak. Drg., Seri A-Yerbiimleri, Cilt:11, Sayı:1, S. 63-72.
- Kaçaroğlu, F., (1994). Eskişehir Ovası Yer altı Suyu Kirliliği İncelemesi (Doktora tezi). Hacettepe Univ. Fen Bilimleri Ens., Ankara, 340s.
- Kang, Y.W., Hwang, K.Y., (2000). "Effects Reaction Conditions on the Oxidation Efficeency in the Fenton Process", **Water Research, Vol:34**, 2786-2790.
- Kang, S.F., Liao, C.H., Chen, M.C. (2002). "Preoxidation and coagulation of textile wastewater by the Fenton process", *Chemosphere*, 46, 923-928.
- Kargı, F., Pamukoglu, M.Y., (2004). "Repeated Fed-Batch Biological Treatment of Pre-Treated Landfill Leachate by Powdered Activated Carbon Addition", *Enzyme and Microbial Technology*, Vol:34, No:5, 422-428.

Karpuzcu, M., (1994). Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Neşreyatı; 28 (ISBN 975-7663-10-7), 4. Baskı, İstanbul.

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, (1991).

Kim, S.K., Matsui, S., Pareek, S., Shimizu, Y., Matsuda, T., (1997). “Biodegradation of Recalcitrant Organic Matter under Sulfate Reducing and Methanogenic Conditions in Landfill Culumn Reactors”, Water Science and Technology, Vol:36, 91-98.

Klomjek, P., Nitorisavut, S., (2005). “Constructed Treatment Wetland a Study of Eight Plant Species under Saline Conditions”, Chemosphere, Vol:58, No:5, 585-593.

Koerner, R.M., Soong, T.Y., (2000). “Leachate in Landfills the Stability Issues”, Geotextiles and Geomenbranes, Vol:18, 293-309.

Kruempelbeck, I., Ehrig, J.G, (1999). “Long-term behaviour of municipal solid waste landfills in Germany”, Proceedings Sardinia 99. Seventh International Waste Management and Landfill Symposium, 4-8 October S. Margherita di Pula. Cagliari, Italy.

Krug, M. N., Ham, R. K., “Analisis of Long-Term Leachate Characteristics”, Sardinia 97., Sixth International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 1997.

Kurniawan, T.A., Lo, W.H., Chan, G.Y.S., (2006). “Physico-Chemical Treatments for Removal of Recalcitrant Contaminants from Landfill Leachate”, Journal of Hazardous Materials, Vol:B129. No:1-3, 80-100.

Küçükgül, O., (1999). “Katı Atık Düzenli Depolama Sahaları Sızıntı Suyu Özelliklerinin Değişimini İfade Eden Bir Matematiksel Model”, Doktora Tezi , İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul .

Li, X.Z., Zhao, Q.L., Hao, X.D., (1999). “Ammonium Removal from Landfill Leachate by Chemical Precipitation “, Waste Management, Vol:19, No:6, 409-415.

Li, X.Z., Zhao, Q.L., (2001). “Efficiency of Biological Treatment Affected by High STRENGTH OF Ammonium-Nitrogen in Leachate and Chemical Precipitation of Ammonium-Nitrogen as Pre-Treatment”, **Chemosphere**, Vol:44, 37-43.

Lopez, A., Pagano, M., Volpe, A., Di Pinto, A.C., (2004). “Fenton’s Pre-Treatment of Mature Landfill Leachate”, **Chemosphere**, Vol:54, 1005-1010.

Martin, A.M., “(1991). Biological Degradation of Wastes”, Elsevier Applied Science, London and New York, ISBN:1-85166-635-4, 234-235.

Marttinen, S.K., Kettunen, R.H., Sormunen, K.M., Soimasuo, R.M., Rintala, J.A., (2002). “Screening of Physical-Chemical Methods for Removal of Organic Material, Nitrogen and Toxicity from Low Strength Landfill Leachates”, **Chemosphere**, Vol:46, 851-858.

Morawe, B., Ramteke, D.S., Vogelpohl, A., (1995). “Activated Carbon Column Performance Studies of Biologically Treated Landfill Leachate”, **Chemical Engineering and Processing**, Vol:34, 299-303.

Ntampou, X., Zouboulis, Samaras, P., (2006). "Appropriate Combination of Physico-Chemical Methods (Coagulation/Flocculation and Ozonation) for the Efficient Treatment of Landfill Leachates", **Chemosphere**, **Vol:62**, **No:5**, 722-730.

Öman, C., Hynning, P.A., (1993). "Identification of Organic Compounds in Municipal Landfill Leachates", **Environmental Pollution**, **Vol:80**, 265-271.

Özeler, D., Yetis, Ü., Demirer, G.N., (2006). "Life Cycle Assessment of municipal solid waste management methods: Ankara Case Study", **Environment International**, **Vol:32**, 405-411.

Peter Kjeldsen, Barlaz Morton A, Rooker Alix P, Baun Anders, Ledin Anna, Christensen Thomas H. (2002). "Present and long term composition of MSW landfill leachate: a review." *Crit Rev Environ Sci Technol* 32 (4): 297-336.

Pohland, F.G. (1975). "Accelerated Solid Waste Stabilization and Leachate Treatment by Leachate Recycle Through Landfills" *Progress in Water Technology*, page:753-765.

Pohland, F.G., Gould, J.P., Esteves W.R & Spiller, B.J. (1976).

Pohland F.G and Kim J. (1999). In situ Anaerobic Treatment of Leachate in Landfill Bioreactors, **Water Science and Technology**, **Vol:40**, **No:8**, pp:208-210.

Polprasert, D. Liyanage L.R.J., (1996). "Hazardous Waste Generation and Processing", **Resources, Conservation and Recycling**, **Vol:16**, 213-226.

Reinhart D.R (1996). "Full-Scale Experiences with Leachate Recirculating Landfills: Case Studies", *Waste Management and Research* 14,347.365.

Renou S, Givaudan JG, Paulain S, Dirassouyan F, Moulin P. (2008). "Landfill leachate treatment: review and opportunity." *J Hazard Mater* 150 (3): 468-93.

Rivas, F.J., Beltran, F.J., Gimeno, O., Acedo, B., Carvalho, F., (2006). "Stabilized Leachates Ozone-Activated Carbon Equilibrium and Kinetics", **Journal Hazardous Materials**, **Vol:B131**, **No:1-3**, 170-178.

San, I., Onay, T.T, (2001). "Impact of Various Leachate Recirculation Regimes on Municipal Solid Waste Degradation", **Journal Hazardous Materials**, **B87**, 259-271.

Sang, N., Li, G., Xin, X., (2006). "Municipal Landfill Leachate Induces Cytogenetic Damage in Root Tips of *Hordeum Vulgare*", **Ecotoxicology and Environmental Safety**, **Vol:63**, 469-473.

Silva, A.C., Dezotti, M., Sant'Anna, G.L., (2004). "Treatment and Detoxification of Sanitary Landfill Leachate", **Chemosphere**, **Vol:55**, 207-214.

Slack, R.J., Gronow J.R. ve Voulvoulis, N., (2004). "House Hazardous Waste in Municipal Landfills: Contaminants in Leachate", **Science of the Total Environment**, **Vol:337**, **No:119-137**.

- Şengül, F., Küçükgül, E.Y., (1995). “Çevre Mühendisliğinde Fiziksel-Kimyasal Temel İşlemler ve Süreçler”, DEÜ Mühendislik Fakültesi, No:153, 7,1-7,23.
- Şengül F., Filibeli A. (1999). “Sızıntı Sularının Karakterizasyonu ve Arıtılabilirliği ile İlgili Bir Örnek Çalışma” İzmir Su Kongresi Bildirileri, TMMOB İzmir İKK, pp:181-193.
- Stensen, M., “Chemical Oxidation for the Treatment of Leachate-Process Comparison and Results from full Scale Plants” **Water Science and Technology**, Vol:35, 249-256, (1997).
- Tatsi, A.A., Zoubolis, A.I., (2002). “A Field Investigation of the Quantity and Quality of Leachate from a Municipal Solid Waste Landfill in a Mediterranean Climate”, **Advances in Environmental Research**, Vol:6, 207-219,.
- Tauchert, E., Schneider, S., Lopes de Morais, J., Peralta-Zamora, P., (2006). “Photochemically Assisted Electrochemical Degredation of Landfill Leachate”, *Chemosphere*.
- Tchobonaglou, G., Theise, H., Vigil S., (1993). “Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues”, Mc-Graw-Hill Inc., Singapore, 6-389.
- Timur, H., Ozturk, I., “Anaerobic sequencing batch reactor treatment of landfill leachate, *Water Res.*” 33 (1999). 3225-3230.
- Trankler J., Visvanathan C. and Kuruparan P. (2005). “Mechanical Biological Waste Treatment- The South- East Asian Experiences”, Italy
- 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.
- Vesilind, P.A., Worrell, W.A., Reinhart, D.R., (2002). “Solid Waste Engineering”, Brooks-Cole/Thomson Learning”, ISBN:0-534-37814-5, 17-153.
- Walter, J., Weber, J.R., (1972). “Physicochemical Processes for Water Quality Control”, Wiley-Interscience, ISBN:0-471-92435-0, 61-103.
- White, J., Robinson, J., Qingchao, R., (2004). “Modelling the Biochemical Degradation of Solid Waste in Landfills”, **Waste Management**, Vol:24, No:3, 227-240.
- Wu, J.J., Wu, C.C., Ma, H.W., Chang, C.C., (2004). “Treatment of Landfill Leachate by Ozone Based Advanced Oxidation Processes”, **Chemosphere**, Vol:54, 997-1003.
- Yasuhara, A., Spiraishi, H., Nishikawa, M., Yamamoto, T., Uehiro, T., Nakasugi, O., (1997). “Determination of Organic Components in Leachates from Hazardous Waste Disposal Sites in Japan by Gas Chromatography-Mass Spectrometry”, **Journal Chromatography A**, Vol:774, 321-332.
- Zhao S., Hung F.C., Colvin J.S., White A., Dai W., Lovicu F.J., Ornitz D.M., Overbeek P.A. (2001). “Patterning the optic neuroepithelium by FGF signaling and Ras activation. Development in pres.”



Zhu, W., Yang, Z., Wang, L., (2001). “Applicatition of Ferrous Hydrogen Peroxide for Treatment of DSD Acid Manufacturing Process Waste Water”, **Water Research, Vol:35**, 2087-2091,

08.04.2008 tarihli 1/1000 ölçekli Çorlu Uygulama Planı

## **NURAY DEMİRTAŞ**

1976 yılında Hekimhan'da doğdu. İlk, orta ve Lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2001 yılında Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2006 yılında Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca yetkilendirilmiş B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı oldu. 2006 yılında da Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladı. 2006 yılından beri kendi kurmuş olduğu Eko Çevre Teknolojileri Arıtma Sistemleri ve İş Güvenliği Hizmetleri'nde çalışmaktadır.