

T.C. 171032



GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEBZE KATI ATIKLARININ DÖKÜMDEN
ÖNCE VE SONRA OLUŞAN SIZINTI
SULARININ KARAKTERİSTİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

Tuğba İMRE ŞAHİN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr. M. Salim ÖNCEL

GEBZE

2005



Tuğba İMRE ŞAHİN'in tez çalışması G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 28/12/2004 tarih ve 2004/46 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE : Yrd.Doç.Dr. Salim ÖNCEL
(Tez Danışmanı)

ÜYE : Prof.Dr. Mahmut BAYRAMOĞLU

ÜYE : Prof.Dr. Bülent KESKİNLER

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..03.02.2005..... tarih ve ..2004/46..... sayılı kararı.



İmza/Mühür

ÖZET

Bu çalışmada Gebze İlçesi katı atıklarından dökümden önce ve sonra oluşan sızıntı suyu karakteristiklerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Bunun için, herhangi bir ortam etkisine maruz kalmadan oluşan çöp suları, çöp arabalarından toplanmıştır. Her mahalleden alınan ve deponiyi temsil eden örneklerde fiziksel ve kimyasal kirletici parametreler incelenmiş, organik içerikleri belirlenmiştir.

Katı atık depolarından kaynaklanan sorunlardan birisi katı atıkların içinden sızarak tabana ulaşan yüksek kirlilik derecesine sahip sızıntı sularıdır. Sızıntı suları çöpün içindeki su muhtevassından kaynaklanabileceği gibi depo üzerine yağan yağmurdan, saha civarından gelebilecek taşkın sularından veya depoya sızabilecek yeraltı sularından da kaynaklanabilir. Sızıntı suyunun karakteri ise sahaya göre, hatta saha içindeki alanlara göre büyük değişiklikler gösterebilmektedir.

Karakteristiği incelenen sızıntı suyunda bulunan parametre değerleri; pH 4-7, iletkenlik 9-20 mS/cm, bulanıklık 5.15-8100 NTU, askıda katı madde 0.3-6 g/l, çözünmüş katı madde 4-49 g/L, toplam uçucu katı madde ise 1.26-40.16 g/L, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) 800- 64000 mg/L, Toplam Organik Karbon (TOK) 97.25-20600 mg/L, sülfat (SO_4^{2-}) 87-3600 mg/L, klorür (Cl^-) 850-25240 mg/L, amonyum (NH_4^+) 104-750 mg/L, kurşun (Pb) 0.3-10 mg/L, civa (Hg) 0.28-0.64 mg/L, krom (Cr) 0.24-6.6 mg/L, kadmiyum (Cd) 0.005-1,5 mg/L, nikel (Ni) 0.132-1.97 mg/L, arsenik (As) 0.01-0.4 mg/L, bakır (Cu) 0.4-400mg/L, Toplam (P) 2.8-72.87 mg/L, demir (Fe) 4.64-18.8 mg/L, mangan (Mn) 2-288 mg/L değerleri arasında bulunmuştur. Organik madde analizi sonucu sızıntı suyunun havasız ayrışmanın başlangıç safhası (asit fazı) ürünleri olan asetik asit, propionik asit, etilester, butanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, pentanoik asit ürünlerini, fenol türlerini içerdiği belirlenmiştir.

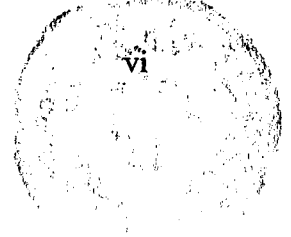


SUMMARY

The main objective of this thesis is to characterise sanitary landfill leachate of Gebze metropolitan area. The first part of samples was collected just before land-filling from the pressed waters of the solid waste collection vehicles. The others were collected from percolation area of the landfill area. The samples, representing each district then analysed to see physical, chemical and organic contents.

The main concern associated with land-filling of municipal waste is related to discharge of leachate into the environment, which causes serious pollution to groundwater aquifers as well as closest surface waters. Leachate is occurred when the solid waste water content percolates through the dumped solid waste on the land-filling area as well as by mixing these waters with rain, ground and flood waters. The characteristic of leachate may vary from side to side in the land-filling area.

In this study, the analysis of leachate were found as follows: pH 4-7, conductivity 9-20 mS/cm, turbidity 5-8100 NTU, total suspended solids (TSS) 0.3-6 g/L, total dissolved solids (TDS) 4-49 g/L, total volatile solids 1.2-40 g/L, chemical oxygen demand (COD) 800-64000 mg/L, total organic carbon (COD) 97-20600 mg/L, sulphate (SO_4^{-2}) 87-3600 mg/L, chlorine (Cl^-) 850-25240 mg/L, ammonium (NH_4) 104-750 mg/L, lead (Pb) 0.3-10 mg/L, mercury (Hg) 0.28-0.64 mg/L, chromium (Cr) 0.24-6,6 mg/L, cadmium (Cd) 0.005-1.5 mg/L, nickel (Ni) 0.132-1.974 mg/L, arsenic (As) 0.01-0.4 mg/L, copper (Cu) 0.4-400 mg/L, total phosphorous 2.8-72.9 mg/L, iron (Fe) 4.64-18.8 mg/L and manganese (Mn) 2-288 mg/L. According to organic analysis, it was seen that the leachate contains acetic acid, propanoic acid, ethyl ester, butanoic acid, hexanoic acid, heptanoic acid, pentanoic acid and phenol compounds as a result of first stage (acid stage) of the anaerobic degradation of leachate.



TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, büyük bir sabırla beni destekleyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. M. Salim ÖNCEL'e,

Laboratuar çalışmalarım sırasında zamanlarını ayırıp yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. H. Cengiz YATMAZ ve Yrd.Doç.Dr. Nihal BEKTAŞ'a, tezimin hazırlanmasında yardım ve desteklerini gördüğüm mesai arkadaşlarım, Arş.Gör. Elif ŞENTÜRK, Arş.Gör. Mahir İNCE, Arş.Gör. Abdurrahman AKYOL 'a ve Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof.Dr. Mehmet KARPUZCU ve tüm bölüm personeline oluşturdukları çalışma ortamından dolayı teşekkür ederim.,

Gebze İlçesi katı atıklarını toplayan Çevre İnşaat Lmt. Ştd. sahibi sayın Yaşar ALKAN'a ve Çevre Mühendisi Seyit Hamit HAŞİMİ'ye numunelerin toplanması sırasında göstermiş oldukları maddi ve manevi desteklerinden dolayı şükranlarımı sunarım.

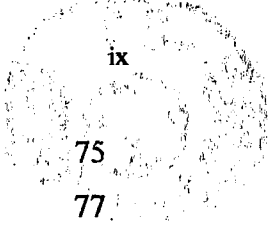
Tüm hayatım boyunca bana maddi ve manevi her konuda yardımcı olan, desteklerini esirgemeyen aileme, tez hazırlanması esnasında bana her konuda yardımcı olan ve sabrını esirgemeyen sevgili eşime, en içten teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

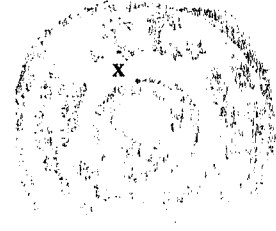
	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
FOTOGRAFLAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
1.3. Coğrafi Özellikler	4
2. KATI ATIK VE ÇÖP SIZINTI SUYU	7
2.1. Katı Atık	7
2.1.1. Katı Atık Kaynakları	8
2.1.1.1. Yerleşim Yerleri ve Ticari Kaynaklı Atıklar	8
2.1.1.2. Kurumsal Kaynaklı Atıklar	8
2.1.1.3. Yapım ve Yıkım Kaynaklı Atıklar	9
2.1.1.4. Belediye Hizmetleri	10
2.1.1.5. Arıtma Tesisi Atıkları ve Diğer Atıklar	10
2.1.1.6. Zirai Atıklar	10
2.1.2. Katı Atıkların Kompozisyonu ve Miktarları	11
2.1.3. Gebze Katı Atıklarının Karakteristiği	12
2.1.4. Katı Atıkların Bertarafı	16
2.1.5. Düzenli Depolama Alanları	17
2.1.6. Depolama Alanı	18
2.1.6.1. Yer Seçimi	19
2.1.6.2. Şehircilik Açısından Yer Seçimi	19
2.1.6.3. Depolama İçin Sahanın Hazırlanması	20
2.1.6.4. Sızıntı Suyu Toplanması	21

2.1.6.5. Depo Gazının Uzaklaştırılması	22
2.1.6.6. Atıkların Yerleştirilmesi	22
2.1.7. Deponi Alanlarının Çevresel Etkileri	23
2.2. Çöp Sızıntı Suyu	25
2.2.1. Sızıntı Suyu Oluşumu	25
2.2.2. Katı Atıkların Depo Alanında Stabilizasyonu ve Sızıntı Suyu Oluşumu	30
2.2.3. Sızıntı suyunun kompozisyonu	36
2.2.4. Sızıntı Suyundaki Ağır Metaller ve Toksik Organikler	39
3. MATERYAL VE METOD	40
3.1. Gebze Evsel Katı Atık Deponi Alanı	40
3.2. Numunelerin Toplanması	43
3.3. Çöp Sızıntı Sularına Uygulanan Analizler	45
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	47
4.1. Fiziksel Kirletici Parametrelerin Analiz Sonuçları	47
4.1.1. İletkenlik Analiz Sonuçları	47
4.1.2. Bulanıklık Analiz Sonuçları	48
4.1.3. Katı Madde Analiz Sonuçları	50
4.2. Kimyasal Kirletici Parametrelerin Analiz sonuçları	54
4.2.1. pH Analiz Sonuçları	54
4.2.2. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Analiz Sonuçları	56
4.2.3. Toplam Organik Karbon Analiz Sonuçları	58
4.2.4. Sülfat Analiz Sonuçları	59
4.2.5. Klorür Analiz Sonuçları	61
4.2.6. Amonyum Analiz Sonuçları	63
4.2.7. Toplam Fosfor (Toplam P) Analiz Sonuçları	65
4.2.8. Fiziksel ve Kimyasal Kirletici Parametrelerin İstatistiksel Analiz Sonuçları	66
4.3. Organik Madde Analiz Sonuçları	67
4.4. Metal Analiz Sonuçları	70
4.4.1. Kurşun (Pb) Konsantrasyonu Analiz Sonuçları	72
4.4.2. Civa (Hg) Konsantrasyonu Analiz Sonuçları	73
4.4.3. Krom (Cr) Konsantrasyon Analiz Sonuçları	74



4.4.4. Kadmiyum (Cd) Konsantrasyon Analiz Sonuçları	75
4.4.5. Nikel (Ni) Konsantrasyon Analiz Sonuçları	77
4.4.6. Arsenik (As) Konsantrasyon Analiz Sonuçları	78
4.4.7. Bakır (Cu) Konsantrasyon Analiz Sonuçları	79
4.4.8. Demir (Fe) Konsantrasyon Analiz Sonuçları	80
4.4.9. Mangan (Mn) Konsantrasyon Analiz Sonuçları	81
4.5. Metallerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Zararlı Etkileri	82
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	91





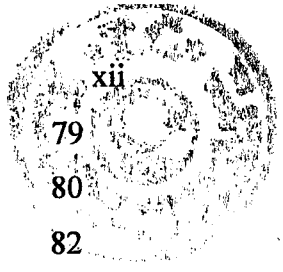
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Birim</u>
pH	Çözeltideki hidrojen iyonu konsantrasyonu	[-]
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/l
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	mg/l
TOK	Toplam Organik Karbon	mg/l
AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrometresi	[-]
EPA	Enviromental Protection Agency	[-]
E-5	Şehirlerarası Karayolu	[-]
TEM	Otoban	[-]
GOSB	Gebze Organize Sanayi Bölgesi	[-]
İMES	İstanbul Madeni Eşya Sanayicileri Derneği	[-]
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu	[-]
İZAYDAŞ	İzmit Atık Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi	[-]

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Gebze geri kazanılabilir atıkların türlere ve miktarlara göre dağılımı	13
2.2. Atık türlerinin bölgelere göre dağılımı	13
2.3. Deponi alanının yerleştirme koşulları	20
2.4. Sızıntı suyu oluşumunu etkileyen faktörler	28
2.5. Katı atık ve sızıntı suyu arasındaki etkileşim	29
2.6. Şematik olarak sızıntı suyu oluşumu	29
2.7. Katı atık bileşenleri ve sızıntı suyu oluşum basamakları	30
2.8. Atığın organik kısmının ayrışma şeması	38
3.1. Gebze İlçesi ve Katı Atık sahasının 1/25000 ölçekli topografik haritadaki konumu	41
3.2. Gebze'nin mahallerinin dağılımı.	44
4.1. Mahalleler ve deponi sahasının iletkenlik analiz sonuçları	48
4.2. Mahalleler ve deponi sahasının bulanıklık analiz sonuçları	50
4.3. Mahalleler ve deponi sahasının AKM analiz sonuçları	52
4.4. Mahalleler ve deponi sahasının ÇKM analiz sonuçları	53
4.5. Mahalleler ve deponi sahasının TUKM analiz sonuçları	54
4.6. Mahalleler ve deponi sahasının pH analiz sonuçları	55
4.7. Mahalleler ve deponi sahasının KOİ analiz sonuçları	57
4.8. Mahalleler ve deponi sahasının TOK analiz sonuçları	59
4.9. Mahalleler ve deponi sahasının Sülfat analiz sonuçları	61
4.10. Mahalleler ve deponi sahasının Klorür analiz sonuçları	63
4.11. Mahalleler ve deponi sahasının Amonyum analiz sonuçları	64
4.12. Numunelerin Toplam P konsantrasyon değerleri	66
4.13. Mahallelerin KOİ ve TOK arasındaki kolerasyonu	67
4.14. Numunelerin Pb konsantrasyon grafiği	73
4.15. Numunelerin Hg konsantrasyon değerleri	74
4.16. Numunelerin Cr konsantrasyon değerleri	75
4.17. Numunelerin Cd konsantrasyon değerleri	76
4.18. Numunelerde Ni konsantrasyon değerleri	77
4.19. Numunelerin As konsantrasyon değerleri	78

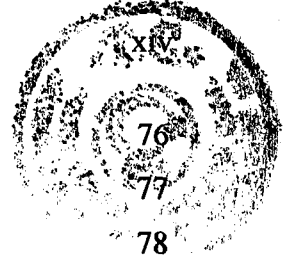
- 4.20. Numunelerin Cu konsantrasyon değerleri
4.21. Numunelerin Fe konsantrasyon değerleri
4.22 Numunelerin Mn konsantrasyon değerleri





TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Gebze'nin yıllara göre hesaplanan ve tahmini nüfus değerleri	6
2.1. Katı atık kaynakları, aktiviteler ve oluşan atık tipleri	9
2.2. Katı atığın kimyasal kompozisyonu	11
2.3. Değişik ülkeler için katı atık bileşenleri	11
2.4. Amerika ve Avrupa ülkelerinde % kuru ağırlık olarak katı atık bileşenleri	12
2.5. Atık miktarının bölgelere göre dağılımı	14
2.6. Sızıntı suyunun Asit ve Metan fazında aldığı değerler	36
2.7. İngilterede bulunan 15 tane deponi alanından alınan numunelerdeki çeşitli bileşenlerin konsantrasyon oranları	37
2.8. Atık yaşıyla ilişkilendirilen deponi alanı sızıntı suyunda uçucu yağ asitleri	39
3.1. Numune alınan mahalleler ve örnek numaraları	43
3.2. Metal analizleri için mahallelerin numune numaraları	44
4.1. Mahalleler ve deponi sahasının iletkenlik analiz sonuçları	47
4.2. Mahalleler ve deponi sahasının bulanıklık analiz sonuçları	49
4.3. Mahalleler ve deponi sahasının AKM analiz sonuçları	51
4.4. Mahalleler ve deponi sahasının ÇKM analiz sonuçları	52
4.5. Mahalleler ve deponi sahasının TUKM analiz sonuçları	53
4.6. Mahalleler ve deponi sahasının pH analiz sonuçları	55
4.7. Mahalleler ve deponi sahasının Kimyasal Oksijen İhtiyacı analiz sonuçları	57
4.8. Mahalleler ve deponi sahasının TOC analiz sonuçları	58
4.9. Mahalleler ve deponi sahasının Sülfat analiz sonuçları	60
4.10. Mahalleler ve deponi sahasının Klorür analiz sonuçları	62
4.11. Mahalleler ve deponi sahasının Amonyum analiz sonuçları	64
4.12. Numunelerde Toplam P konsantrasyon değerleri	65
4.13. Analiz edilen sızıntı suyunda bulunan organik asitler	69
4.14. Numunelerdeki Pb konsantrasyon değerleri	72
4.15. Numunelerdeki Hg konsantrasyon değerleri	73
4.16. Numunelerdeki Cr konsantrasyon değerleri	75



4.17	Numunelerde Cd konsantrasyon değerleri	76
4.18.	Numunelerde Ni konsantrasyon değerleri	77
4.19.	Numunelerde As konsantrasyon değerleri	78
4.20.	Numunelerde Cu konsantrasyon değerleri	79
4.21.	Numunelerde Toplam Fe konsantrasyon değerleri	80
4.22.	Numunelerde Toplam Mn konsantrasyon değerleri	81



FOTOGRAFLAR DİZİNİ

<u>Fotograf</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Gebze çöplüğünde evsel ve endüstriyel atıkların yan yana düzensiz depolanması	15
2.2. Kökeni belli olmayan bir atık	15
2.3. Kökeni belli olmayan bir atık	15
3.1. Gebze Çöp Depolama Alanının Tabanını oluşturan geçirimsiz kireçtaşları	42
3.2. Gebze Katı atık sahasının kuzeyinde yeralan Değirmen dere ile olan ilişkisi	42

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışma Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü (GYTE), Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma konusu planlanırken üniversitenin yer aldığı bir bölgenin ciddi çevre problemlerinden birine ışık tutmak ana amacı oluşturmuştur.

İnsanların evsel, sosyal ve endüstriyel aktiviteleri sonucu oluşan katı atıkların (çöp), nüfusun artması, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojiye gelişmelerin sonucu olarak miktarları ve çeşitleri artmaktadır. Bir çok ülkede katı atıkların doğru şekilde yönetimi, ya yetersiz bir katı atık yönetiminden ya da ortaya çıkabilecek çevresel tehlikelerin boyutlarının iyi değerlendirilememesi veya teknik ve ekonomik kaynakların eksikliğinden dolayı ihmal edilmiştir.

Bu atıklar atıldıkları yerlerde geçici olarak biriktirilip buralardan toplanıp taşınarak madde ve enerji kazanmak üzere yakma, kompostlaştırma, geri kazanma, düzenli depolama gibi çevreye ve insan sağlığına zararsız hale getirilme ve ekonomiye katkı sağlama işlemleriyle bertaraf edilmelidir. Ülkemizde atıkların düzenli depolanması yerine “vahşi depolama” adı verilen ve yerleşim yerinin hemen dışında yer alan bir bölgeye gelişi güzel bırakılması şeklinde gerçekleşen atık bırakım işlemi maalesef yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu şekilde uygulanan katı atık bertaraf işleminin görüntüyü bozmasının yanında en önemlisi su, hava ve toprak kirliliğine neden olması, çöplerden çıkan kötü kokuların çevredekileri rahatsız etmesi, sinek, fare gibi zararlıların üreme yeri olması, çöplerden oluşan sızıntı sularının yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesine, açığa çıkan metan gazından sık sık yangınların çıkmasına ve ayrıca patlama riskini oluşturması gibi pek çok zararları vardır. Bu zararların kontrolü için saptanacak önlemlerle birlikte katı atıkların çevreye gelişigüzel boşaltımının değerlendirilmeye alınması gerekmektedir.

Katı atık uzaklaştırılması ve bertarafı özellikle kentsel bölgelerde büyük bir problem teşkil etmektedir. Yapılan çalışmalar, kentsel katı atık bertarafı için en ekonomik yolun düzenli depolama olduğunu ortaya koymaktadır. Düzenli depolama,

ucuz oluşu yanında, atığın kontrollü şartlar altında inert ve stabilize olmuş maddelere dönüşüncüye kadar ayrışmasına da imkan vermektedir. Düzenli katı atık depo sahalarından kaynaklanan en önemli sorunlardan biri katı atıkların içinden sızarak tabana ulaşan yüksek kirlilikte sızıntı sularıdır. Sızıntı suları yüksek kirlilik potansiyeline sahip sulardır. Akla gelebilecek organik ve inorganik her türlü kirletici bileşenini bir arada bulunduran bu konsantre sular, özellikle yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır.

Sızıntı sularının esas kaynağı organik bozunma sonucu oluşan sulardır. Bu sular yağışlar ve yerüstü suları ile temas ederek kirliliği çevreye yayarlar. Bu taşınım esnasında çevrede mevcut olan yerüstü su kaynakları, yeraltı suları ve toprak ciddi olarak kirlenmektedir. Yeraltı suyunun içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmesinden dolayı bu su kaynaklarının çok iyi korunması gerekmektedir. Katı atık deponi alanlarında oluşan sızıntı suyunun, yeraltı suyu kirliliğine neden olmaması için; deponi alanlarının yer seçiminin çok dikkatli yapılması, katı atıkların düzenli depolanması, sızıntı suyu miktarını azaltacak önlemlerin alınması, deponi alanlarının sızdırmazlığının sağlanması ve sızıntı suyunun arıtılması gerekmektedir.

Yukarıdaki tanımlamalar ışığında, Gebze İlçe'si Düzensiz Katı Atık Deponi Alanına getirilen çöplerden oluşan sızıntı suyu örnekleri, her mahallenin çöplerinin toplandığı çöp arabalarından alınmıştır. Temmuz ayında deponi sahasında meydana gelen patlama sonucu, deponide çöp dökümüyle ilgili olarak yeni düzenlemeler getirilmiştir. Deponide bulunan eski çöplerin olduğu ve yeni çöplerin getirildiği kısımlar toprak örtü malzemesi kullanılarak bertaraf edilmeye başlanmıştır. Bunu takiben çalışmada eski çöplerin, yeni çöplerin bırakıldığı kısımlardan ve deponiye ulaşmadan, herhangi bir ortam etkisine maruz kalmadan oluşan çöp suyunun genel karakteristiğinin çıkarılması amaçlanmıştır. Sıcaklık, pH ve iletkenlik değerleri yerinde analiz yapılarak ölçülmüştür. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Organik Karbon (TOK), Amonyum (NH_4^+), Sülfat (SO_4^{2-}), Klorür (Cl^-), Bulanıklık, Askıda Katı Madde (AKM), Çözünmüş Katı Madde (ÇKM), Uçucu Katı Madde (UKM), Fosfor (P), Kurşun (Pb), Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Bakır (Cu), Civa (Hg), Arsenik (As), Demir (Fe), Mangan (Mn) gibi parametreleri incelenmiştir.

1.2. Önceki Çalışmalar

Gebze Katı Atık Deponi sahasının sızıntı suyunun karakteristikleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Literatürde genel olarak sızıntı suları ile ilgili ilk çalışmalar yetmişli yılların başından itibaren başlamıştır. Bilhassa seksenli yıllardan sonra farklı özellikteki deponi alanlarından oluşan sızıntı suyunun kimyasal ve fiziksel özellikleri, organik yapıları, içerdikleri toksik maddeler ve ağır metal içerikleri, ayrıca farklı bölgelerin sızıntı suyu karakteristiklerinin karşılaştırılması ve sızıntı suyunun yaşının karakteristik özellikleri üzerine etkisiyle ilgili pek çok araştırma yapılmıştır.

Calace ve ark., nın 2001 yılında yaptığı çalışmada, İtalya' da bulunan biri on yaşından büyük, diğeri dört yaşından küçük iki deponi alanının bazı karakteristik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Genç deponi alanına ait sızıntı suyu örneğinin pH asidik, KOİ değeri yüksek, ağır metal sonuçları düşük çıkmıştır.

Irene ve Lo, 1996 yılında Hong Kong'daki 10 büyük evsel katı atık sahasının çöp sızıntı sularının çeşitli parametrelerini zamana bağlı değişmelerini incelemiştir, ayrıca çalışmada bazı katı atık sahalarında KOİ değerlerinin 10 yıl boyunca sabit kaldığı vurgulanmıştır.

Karsten ve ark., 2004 yılında Norveç'te bulunan dört tane yaşlı deponi alanında yaptıkları çalışmada, bazı parametrelerin karşılaştırmasını yapmışlardır. Demir en yüksek ağır metal olarak ortaya çıktığını söylemiştir.

El-Fadel ve ark., 2002 yılında Avrupa ve Asya kıtalarında bulunan 12 büyük şehirde yapılmış olan değişik çalışmalardaki sızıntı suyu örneklerini analizlerini kullanarak çöp sızıntı suları için karakteristik olan parametrelerin en yüksek ve en düşük değerleri belirlemişlerdir.

Tatsi ve Zouboulis 2002 yılında Akdeniz ülkelerine ait beş evsel ve endüstriyel atıkların depolandığı sahalardan aldıkları sızıntı sularında, belirli fiziksel ve kimyasal parametrelerde analiz yaparak sonuçları karşılaştırmışlardır. En yüksek değerleri evsel ve endüstriyel atıkların bir arada bulunduğu deponi alanında olduğunu saptamışlardır.

Jensen ve Christensen, 1999 yılında Danimarka' da bulunan, bir tanesi 1974 yılında kapatılmış olup, diğer üç tanesi hala işletilmekte olan dört deponi alanında yaptıkları analiz sonuçlarında, en yüksek değerleri hala işletilmekte olan deponi sahalarında bulmuşlardır.

Ehrig'in yaptığı çalışmada Batı Almanya'nın Güneyinde bulunan bir deponi alanından 3 yıllık periyot boyunca sızıntı suyu örnekleri alınarak organiklerin ve inorganiklerin analizini yapmıştır. Sonuçlara göre deponi yaşı ile ağır metal konsantrasyonlarının düştüğü belirlenmiştir.

Vadillo ve ark., 1999 yılında yapmış oldukları çalışmada 1994 Mart ve 1997 Nisan ayları arasında İspanya'nın güneyindeki Mabella deponi alanının evsel katı atık sızıntı suyunun fiziksel ve kimyasal kompozisyonunun zamanla değişimini incelemişlerdir. Yüksek yağışlı periyotlar boyunca alınan örnekler (1996 Şubat ve Mayıs, 1997 Ocak) düşük Cl^- , NH_4^+ , ve iletkenlik değerleri tespit etmişlerdir.

Chen'in 1996 yılında Taiwan'da bulunan 9 tane deponi alanından alınan örneklerde analizler yapılarak yağ, yağmur ve arıtımın etkileri araştırılmıştır. Yaşa göre yapılan analiz sonuçlarında BOİ/KOİ oranlarının yaşla birlikte bir düşüş gösterdiğini bulmuştur.

Johansen ve Carlson'in 1976 yılında Pasifik ve Norveç'ten aldıkları örneklerde yaptıkları organiklerin analiz sonuçlarına göre yüksek yoğunlukta asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit, iso bütirik asit, valerik asit, kaproik asitler gibi organik asitleri tespit etmişlerdir. Baskın değerler olarak ise asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit değerlerini bulmuşlardır.

1.3. Coğrafi Özellikler

Çalışma alanı Gebze'nin vahşi çöp depolama alanıdır. Gebze, Marmara Bölgesi'nde Kocaeli İli'ne bağlı olarak Anadolu'nun İstanbul'a ve Avrupa'ya bağlantı konumunda bulunan limanlar, havalimanı, devlet demir yolları ve E-5, TEM karayolları çevresinde kurulmuş olup, TEM otoyolunun güneyinden Marmara Denizi

ve İzmit Körfezi'ne kadar uzanmakta, batısında İstanbul İli'ne bağlı Tuzla İlçesi yer almakta ve yolların doğu-batı yönünde olması nedeniyle kentsel alanı ve sanayisi bu doğrultuda gelişmiş bulunmaktadır (Çelik, 2004).

Gebze doğudan-batıya ve kuzeyden-güneye 15 km. lik bir alana yayılır. İzmit'e 49 km. uzaklıktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 130m. dir (Çelik,2004). Gebze ana ulaşım yolları üzerindeki konumu nedeni ile uzun yıllar Anadolu'dan İstanbul'a göç eden Anadolu halkının, İstanbul'a ulaşmadan önce uğradığı bir yer olmuştur. İstanbul nüfusunun 10 milyonu aşması kentin sorunlarını artırmış, sanayi tesislerinin İstanbul dışında yerleşmesine gereksinim duyulmuştur.

Yeni yerleşim yeri arayışlarının bir sonucu olarak, sanayi tesislerinin büyük çoğunluğu İstanbul'a en yakın konumda olan Gebze'ye akın etmiştir. Toprağın maliyetinin ucuz ve kolay bulunur oluşu Gebze'yi sanayinin cazibe merkezi haline getirmiştir.

İlçe sınırları içinde büyük sayılabilecek göl, dağ, akarsu bulunmamakla beraber, İlçenin kuzeyinde yaklaşık 650 metre yüksekliği geçmeyen tepelerin ve sırtların varlığından söz edilebilmektedir. Yaz ve kış ayları boyunca su seviyelerini tek muhafaza eden deresi, Dilovası'nı baştan başa kat ederek İzmit Körfezi'ne dökülen 12 km uzunluğundaki Dilderesi'dir.

Gebze'nin 2000 yılı sayım sonuçlarına göre toplam nüfusu 421.932'dir. Gebze Belediyesi sınırları içerisindeki nüfusu ise 253.487'dir. Yapılan hesaplamalara göre; Gebze nüfus ve gelişme açısından, Türkiye'nin mevcut 30 ilinden daha büyük bir kent düzeyindedir. Eski bir geçmişe sahip olan Gebze son dönemlerde nüfus itibariyle Kocaeli merkezini de aşmış bulunmaktadır.

1990 ve 1997 yılı nüfus verileri kullanılarak 2010 ve 2020 yılları için yapılan ham projeksiyonda Kocaeli'nin 2010 yılında toplam nüfusu 1.772.556 kişi, 2020 yılında 2.439.071 kişi olacağı tahmin edilmektedir.

Genellikle Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri arasında bir geçiş özelliği taşımaktadır. Yaz mevsimi sıcak ve yağışlı, kış mevsimi oldukça serin ve daha ziyade yağışlı geçmektedir. Yıllık yağış ortalaması 550 mm. dir. En çok yağış Aralık-Ocak aylarında, en az yağış ise Ağustos ayındadır. En sıcak ay ortalaması 24.2 °C ile Ağustos ayındadır. En sıcak ay ortalaması 24.2 °C ile Ağustos ayı, en soğuk ay ortalaması 6.5 °C ile Ocak ayıdır.

TEM'in kuzeyinde, doğu-batı yönlerinde kurulmuş olan Gebze Organize Sanayi Bölgesi, Taşıt Araçları Yan Sanayicileri Derneği, Plastikçiler, Dilovası, Kömürcüler, İMES, Taş Toprak Organize Sanayi Bölgesi gibi çeşitli alanlarda kurulmakta olan ve inşaatı devam eden toplam 10'dan fazla Organize Sanayi Bölgesi ile Türkiye'nin en gelişmiş, sanayi, teknoloji, dağıtım ve ticaret bölgesi olan Gebze, üniversiteler, teknoparklar ve araştırma kurumlarıyla da seçkin bir konuma sahiptir.

Tablo 1.1. Gebze'nin yıllara göre hesaplanan ve tahmini nüfus değerleri

İlçe	1990 nüfusu	1997 nüfusu	2000 nüfusu	1990-97 Art. Hız.	2010 Proje nüfusu	2020 Proje nüfusu
Gebze	257076	399873	421932	0.06311	908311	1707344
Kocaeli	936163	1170546	1206085	0.03192	1772556	2439071

Bakıldığında özellikle nüfus yoğunluğunun kademeli bir dağılım gösterdiği görülür. Yıllara göre hesaplanan ve tahmini nüfus değerleri Tablo 1.1.'de gösterilmiştir. Birinci kademe yoğunluktaki merkez kent yerleşim alanı içinde kalan Osmanyılmaz, Hacıhalil, Mustafapaşa, Güzeller, Hürriyet, Ulus ve Yenimahalle mahalleleri nüfus yoğunluğunu özellikle kuzey bir ölçüde batı istikametine yoğunlaştıran alanlardır. İkinci kademe yoğunluktaki bölgeler olarak İstasyon, Yavuzselim, Mimarşinan, Köşklüçeşme, Adem Yavuz, Beylikbağı, Cumhuriyet ve Abdiipekçi mahalleleri ortaya çıkmaktadır. Arapçeşme, Barış, İnönü, Sırasöğütler, Sultanorhan, Tatlıkuyu ve Çayırova mahalleleri ise merkez belediye sınırlarında üçüncü kademe yoğunluk alanlarını oluşturmaktadır (Çelik, 2004).



2. KATI ATIK VE ÇÖP SIZINTI SUYU

2.1. Katı Atık

Katı atık; sahibi tarafından istenmeyen yararlanılabilir veya yararlanılamaz insan ve hayvan aktiviteleri sonucu oluşan bütün atıklara katı atık denir. İnsanların ekonomik ve sosyal faaliyetleri sonucunda işe yaramaz hale gelen ve akıcı olacak kadar sıvı içermeyen her tür madde ve malzeme katı atık olarak tanımlanır. Katı atıklar oluştukları yere göre evsel, endüstriyel ve ticari katı atık olarak isimlendirilmekte ve tanımlanmaktadır (Tchobanoglous *et al.* 1993).

14.3.1991 tarihinde yürürlüğe giren Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre ise; faaliyet süresince atık oluşumuna sebep olan kişi ve kuruluşlar tarafından atılmak istenen, toplumun huzuru ve çevrenin korunması bakımından bertaraf edilmesi gereken her türlü atık ve arıtma çamurları katı atık olarak adlandırılmaktadır. Katı atığın kompozisyonu, sosyo-ekonomik şartlar, bölgesel, mevsimsel, atık toplama ve yok etme metotlarıyla, örnek alma ve ayırma prosedürleri ve diğer birçok faktörlerle değişir (El-Fadel, *et al.* 1997).

Katı atıklar, kaynaklarına ve bileşimlerine göre olmak üzere iki grupta incelenebilir. Kaynaklarına göre katı atıklar evsel atıklar, ticari ve kurumsal atıklar, park, bahçe ve pazar yeri atıkları, inşaat yıkım ve hafriyat atıkları, endüstriyel, tarımsal ve tıbbi atıklar ile arıtma çamurlarından oluşur. Bileşimlerine göre ise organik ve inorganik atıklar şeklinde sınıflandırılır. Katı atıkların miktarı, su muhtevası, kalorifik değeri, bileşimi gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri atığın üretildiği bölgenin nüfusuyla, ısınmada kullanılan yakıt türüyle orantılı olarak değişiklik gösterir. Hayat seviyesinin yükselmesi, sanayi ve teknolojinin ilerlemesi ile yeni ambalaj malzemelerinin geliştirilmesi hem kişi başına günde üretilen çöp miktarını hem de çöplerin bileşimini büyük ölçüde değiştirmiştir.



2.1.1. Katı Atık Kaynakları

Kaynakların sınıflaması geliştirilebilmesine karşılık, aşağıdaki kategoriler yeterli olmaktadır:

- İkametgah yerleri
- Ticari
- Kurumsal
- Yapım ve yıkım işlemleri
- Belediye hizmetleri
- Arıtma tesisi
- Endüstriyel
- Tarımsal

Her bir kaynak için yerleri, aktiviteleri ve atık tipleri Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Tchobanoglous *et al.* 1993).

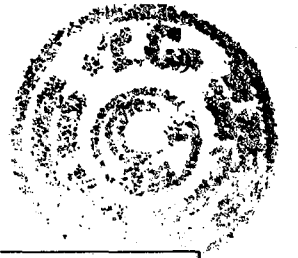
2.1.1.1. Yerleşim Yerleri ve Ticari Kaynaklı Atıklar

Yerleşim yerleri ve ticari kaynaklı atıklar, özel ve tehlikeli atıklar dışında, organik ve inorganik katı atıkları da içerirler. Organik kısım, besin atıkları, her türlü kağıt atığı, kartonlar, tüm plastik tipleri, tekstiller, deri atıkları, ambar atıkları, tahta atıklar gibi çeşitli atıkları içerir.

2.1.1.2. Kurumsal Kaynaklı Atıklar

Kurumsal kaynaklı katı atıklar , yönetim merkezleri, okullar, hapishaneler ve hastanelerdir. Buradaki katı atıklar kentsel katı atığa oldukça benzerlik gösterirler. Birçok hastanenin tıbbi atıkları, diğer katı atıklardan ayrı ayrı işlenir ve kontrol altında tutulur.

Tablo 2.1. Katı atık kaynakları,aktiviteler ve oluşan atık tipleri



Kaynak	Aktiviteler	Atık Tipleri
İkametgah yerleri	Konutlar, düşük, orta, yüksek katlı apartmanlar vb.	Yiyecek atıkları, kağıt, plastikler, tekstil atıkları, deri, odun, cam, konserve kutuları, alüminyum, diğer metaller, küller, özel atıklar(çamurlu atıklar, tüketici elektronikleri, batarya, yağ ve lastik atıkları)
Ticari	Mağazalar, marketler, ofisler oteller, moteller, yayın dükkanları, servis merkezleri, oto tamir dükkanları vb.	Kağıt, karton, plastik, odun, yiyecek, cam, metal, özel atıklar, tehlikeli atıklar vb.
Kurumsal	Okullar, hastaneler, hapishaneler, yönetim merkezleri	Ticari kaynaklı atıkların aynısı
Yapım ve yıkım kaynaklı	Yeni yapım yerleri, yol yapım ve düzenleme yerleri, yıkılan binalar, kırılan kaplamalar	Tahta,çelik,beton,toz,toprak vb.
Belediye hizmetleri	Cadde temizleme, peyzaj tasarımı, toplama çukuru temizleme, parklar ve sahiller, diğer dinlenme alanları	Özel atıklar, enkaz, sokak süpürüntü atıkları, bahçe düzenleme ve kesilmiş ağaç atıkları, parklardan, sahillerden ve dinlenme alanlarından gelen atıklar
Arıtma tesisleri	Su,atıksu ve endüstriyel arıtım prosesleri vb.	Arıtma tesisi atıkları, kompoze çamur atıkları
Kentsel katı atık	Yukarıda sayılanların tümü	Yukarıda belirtilen atıkların tümü
Endüstriyel	Yapım,imal,hafif ve ağır imalat, rafineriler, kimyasal fabrikalar, elektrik santrali vb.	Endüstriyel proses atıkları, hurda materyaller vb., besin atıklarını içeren endüstriyel atıklar, süpürüntü, küller, yıkım ve yapım atıkları, özel atıklar, tehlikeli atıklar.
Tarımsal	Tarla ürünleri, ham ürünler, meyve bahçeleri, üzüm bağları, mandıralar, çiftlikler vb.	Bozuk besin atıkları, zirai atıklar, süpürüntü, tehlikeli atıklar

2.1.1.3. Yapım ve Yıkım Kaynaklı Atıklar

Yapım kaynaklı atıklar; yeniden düzenleme ve kişisel konutların tamiri, kurumsal yapılar ve diğer yapılar bu gruba girer.Bunların üretim miktarını hesaplamak zordur. Kompozisyon değişkendir, birçok taş, beton, toz, toprak, tuğla, kereste, sahil çakılı,ısıtma ve elektronik parçaları vardır.

Yıkılan yapılardan gelen atıklar; tahrip olan caddeler, kaldırımlar, köprüler ve diğer yapılar ise yıkım atıklarına girer. Bunların kompozisyonu yapım atıklarına girer ama plastikleri, cam kırıklarını, betonarme demiri içerebilir.

2.1.1.4. Belediye Hizmetleri

Belediye hizmetlerinin sağladığı belediye faaliyetleriyle işletmeden sonuçlanan diğer topluluk atıkları, cadde süpürmesi, temizlenmesi sonucu oluşan atıklar, yol kenarı çöpleri, kentsel çöp konteynırlarından gelen atıklar, arazi düzenlemesi, ağaç kesim atıkları, ölmüş hayvanlar, terk edilen araçlar vb. kaynaklı atıklardır.

2.1.1.5. Arıtma Tesisi Atıkları ve Diğer Atıklar

Su, atıksu ve endüstriyel atık arıtımından oluşan katı ve yarı katı atıklar, arıtma tesisi atıkları olarak adlandırılırlar. Bunların spesifik karakterleri doğal arıtım prosesine dayanır. Günümüzde bunların toplanmasıyla belediye sorumlu olmamaktadır. Bununla birlikte, atıksu arıtma tesisi çamurları yaygın olarak deponi alanlarında, buradaki kentsel atıklarla birlikte yok edilirler. Gelecekte arıtma tesisi çamurlarının yok edilmesi, Katı Atık Yönetmeliği planında önemli bir faktör olacaktır.

Odun, kömür, kokun yakılması ve diğer yanıcı atıkların yanması sonucu oluşan materyale kül veya kalıntı adı verilir. Bunlar toz materyaller, cürufklar, yanabilen çok küçük materyaller olmaktadır. Cam, çanak, çömlek ve çeşitli metaller kentsel yakma fırınlarındaki kalıntılarda da bulunurlar.

2.1.1.6. Zirai Atıklar

Tarımsal aktivitelerden kaynaklanan atıklar ve kalıntılar, ağaçlandırma, ürün toplama, ağaç ve asma ürünleri, toplu olarak tarımsal atıklar olarak adlandırılır. Günümüzde, bu atıkların yok edilmesi, Katı Atık Yönetmeliğinin sorumluluğunda olmamaktadır. Bununla birlikte, pek çok alanda gübrelerin yok edilmesi kritik bir problem olmaya başlamıştır.

2.1.2. Katı Atıkların Kompozisyonu ve Miktarları

Kompozisyon; özel komponentleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Katı atığın kompozisyonu ile ilgili bilgi, ekipman ihtiyaçları, sistemleri, yönetim programları ve planlarının değerlendirilmesinde önemli olmaktadır. Katı atıkların kimyasal kompozisyonu Tablo 2.2.'de gösterilmiştir. Örneğin; eğer katı atıklar, yalnız kağıt ürünleri içeren ticari bir kuruluştaki meydana geliyorsa, özel bir proses ekipmanı kullanımı uygun olabilir (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Tablo 2.2. Katı atığın kimyasal kompozisyonu (El-Fadel, *et al.* (1997).

<u>Kimyasal bileşen</u>	<u>Kuru ağırlık yüzde oranı</u>	<u>Ortalama kuru ağırlık yüzdesi</u>
Selüloz,şeker,nişasta	52-64.5	58
Lignin	5.4-15.2	11.2
Lipitler	5.7	5.7
Protein	2.6-4.2	3.4

Katı atıkların miktarı ve özellikleri, ülkeden ülkeye değiştiği gibi, bölgeden bölgeye ve şehirden şehre bile farklılık göstermektedir. Bu değişim insanların alışkanlıkları, ekonomik durumları, gelir seviyelerine göre de değişim göstermektedir (Tablo 2.3, 2.4). Ülkemizde kişi başına çöp üretimi 0,61 kg/kişi-gün iken bu değer Avrupa ülkelerinde 1,5-2 kg/kişi-gün, ABD'de 3 kg/kişi-gün'dür (CH2M-Antel,1992).

Tablo 2.3. Değişik ülkeler için katı atık bileşenleri (Demir ve ark., 1999).

Parametre	Avrupa Ülkeleri	Amerika
Kağıt	20-42	28-50
Yemek atıkları org.	20-50	6-18
Sokak süprüntüleri	12-18	5-20
Plastik	3-8	4-10
Cam	4-12	4-12
Tekstil	2-14	1-12
Metal	3-13	3-13
İnert/inorganik	1-20	0-6

Tablo 2.4. Amerika ve Avrupa ülkelerinde % kuru ağırlık olarak katı atık bileşenleri (El-Fadel, *et al.* (1997).

<u>Ülke</u>	<u>Kağıt/Karton</u>	<u>Plastik</u>	<u>Cam</u>	<u>Metal</u>	<u>Yiyecek/Bahçe</u>	<u>Tekstil</u>	<u>Diğer</u>
Avusturya	21.9	9.8	7.8	5.2	29.8	2.2	23.3
Belçika	30.0	4.0	8.0	4.0	45.0	-	9.0
Bulgaristan	8.6	6.6	3.8	4.8	36.7	-	39.2
Fransa	31.0	10.0	12.0	6.0	25.0	4.0	12.0
Almanya	17.9	5.4	9.2	3.2	44.0	-	20.3
Yunanistan	22.0	10.5	3.5	4.2	48.5	-	11.3
İtalya	23.0	7.0	6.0	3.0	47.0	-	14.0
İspanya	20.0	7.0	8.0	4.0	49.0	1.6	10.4
İngiltere	34.8	11.3	9.1	7.3	19.8	2.2	10
Türkiye	37.0	10.0	9.0	7.0	19.0	-	18.0

2.1.3. Gebze Katı Atıklarının Karakteristiği

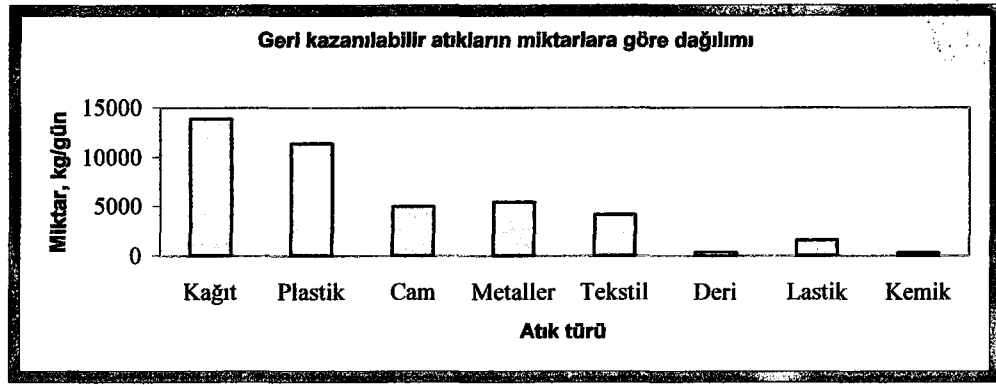
2002 yılında TÜBİTAK tarafından Gebze Belediye Başkanlığına yapılan bir inceleme sonucuna göre,

Gebze’de yaz mevsiminde toplam katı atık miktarı : 341 ton

Kişi başına düşen günlük evsel katı atık miktarı : 1.45 kg

olarak tespit edilmiştir.

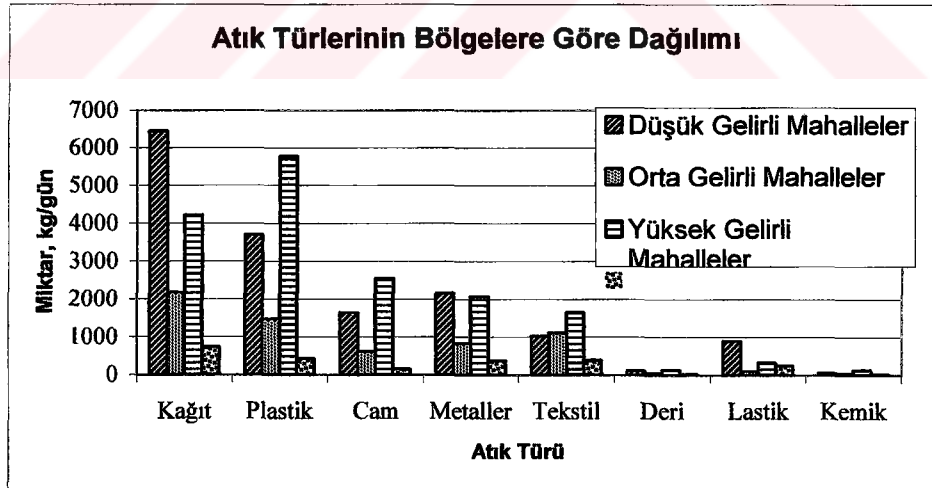
Evsel katı atıklar içerisindeki cam, metal, plastik, kağıt, deri, kemik ve tekstil ürünleri gibi geri kazanılabilir atıkların miktarı yaz aylarında 41791 kg/gün olarak tespit edilmiştir. Bu miktar çerçevesinde geri kazanılabilir atık payı % 12.3 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.1. Gebze geri kazanılabilir atıkların türlere ve miktarlara göre dağılımı (TÜBİTAK)

Şekil 2.1.'de Gebze Belediyesi tarafından toplanan evsel katı atıkların içinde bulunan 41791 kg/gün geri kazanılabilir atıklardan, 13861 kg kağıt, 11355 kg plastik, 4926 kg cam, 5412 kg metal, 4148 kg tekstil, 295 kg deri, 1540 kg lastik, 253 kg kemik içeriğini göstermektedir.

Yapılan çalışmada ayrıca Gebze Belediyesine ait evsel katı atıkların karakterizasyonu için, bölge sosyo-ekonomik özelliklerine göre düşük gelirli, yüksek gelirli bölgeler ve sanayi bölgeleri olmak üzere dört farklı alt bölgeye ayrılarak yapılan çalışmaların sonuçları da Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Atık türlerinin bölgelere göre dağılımı

Gebze Belediyesi tarafından toplanan günlük 340940 kg evsel katı atığının 101400 kg'ı düşük gelirli mahallelerden, 57200 kg'ı orta gelirli mahallelerden,

163260 kg'ı yüksek gelirli mahallelerden 19080 kg'ı da sanayi ve fabrika bölgelerinden kaynaklanmaktadır. Atık miktarının bölgelere göre dağılımı Tablo 2.5'de gösterilmiştir.

Toplanan evsel katı atığın, geri kazanılabilir atıkların dışında olan kısmı, kül, mutfak atıkları, tarımsal atıklar ve diğer atıklardan oluşmaktadır.

Tablo 2.5. Atık miktarının bölgelere göre dağılımı

Atık Türü	Düşük Gelirli Mahalleler	Orta Gelirli Mahalleler	Yüksek gelirli Mahalleler	Sanayi ve Fabrikalar	Toplam
Kağıt	6443	2172	4217	729	13861
Plastik	3697	1466	5775	417	11355
Cam	1627	606	2549	144	4926
Metaller	2155	824	2065	369	5412
Kül+mutfak atığı+diğer	85408	50846	146127	16767	299149
Tekstil	1014	1104	1646	384	4148
Deri	106	45	129	15	295
Lastik	887	91	323	240	1540
Kemik	63	45	129	15	253
Toplam	101400	57200	163260	19080	340940

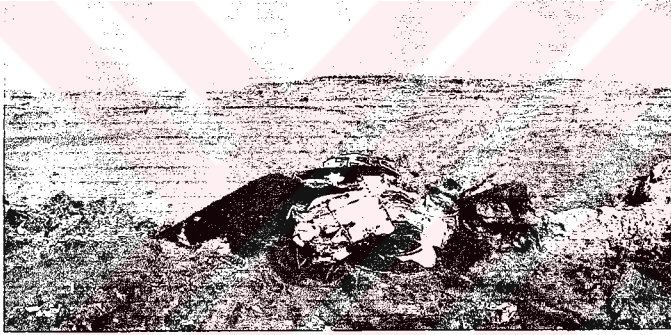
Gebze Belediyesi tarafından toplanan günlük 340940 kg evsel katı atığın 101400 kg'ı düşük gelirli mahallelerden, 57200 kg'ı orta gelirli mahallelerden, 163260 kg'ı yüksek gelirli mahallelerden 19080 kg'ı da sanayi ve fabrika bölgelerinden kaynaklanmaktadır.

Toplanan evsel katı atığın, geri kazanılabilir atıkların dışında olan kısmı, kül, mutfak atıkları, tarımsal atıklar ve diğer atıklardan oluşmaktadır.

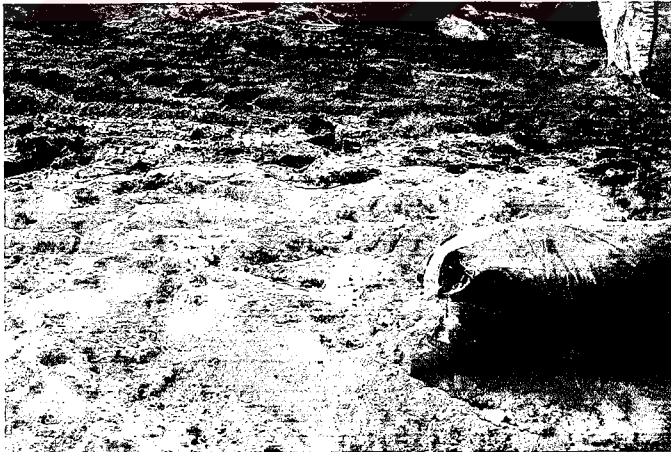
Gebze Katı Atık Sahasının sızıntı sularının toplanması sırasında deponi sahasında yapılan incelemelerde evsel atıkların yanında çok küçük oranlarda da olsa kökeni evsel olmayan atıklara da rastlanmıştır (Foto 2.1, 2.2., 2.3). Bu tür atıkların sızıntı suyu üzerinde özellikle inorganik bileşiklerin konsantrasyonlarını artıracığı düşünülmektedir.



Fotograf. 2.1. Gebze
  pl  ğ  nde evsel ve
endüstriyel atıkların yan yana
düzensiz depolanması



Fotograf.2.2. Kökeni belli
olmayan bir atık



Fotograf. 2.3. Kökeni belli
olmayan bir atık

2.1.4. Katı Atıkların Bertarafı

Günümüzde katı atıkların bertarafı için; düzenli depolama, yakma, kompostlama ve geri kazanım yöntemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Düzenli depolama, katı atıkların çevre sağlığına zarar vermeyecek bir şekilde araziye boşaltıldığı, kullanılmayan arazilerin ıslahına ve yeni peyzaj alanlarının oluşturulmasına imkan sağlayan bir metot olarak görülmektedir.

Yeni atık yönetim politikası içerisinde olan Avrupa ülkelerinde düzenli depolama, evsel atıkların bertarafı için kullanılan alternatif metotlardan en az tercih edileni olmaktadır. Buna karşılık, bu metot hala geri dönüşümü olmayan katı atıkların yanma atıkları için uygun olan bir metot olarak uygulanmaktadır. Dünyanın pek çok yerinde Akdeniz ülkelerinde düzenli deponi alanlarının kullanımının yaygın olması ve kabul edilmesinin ana nedenleri;

1. Karşılaştırmalı olarak yapılan çalışmalar pek çok ülkede evsel atıkların yok edilmesi için kullanılan çeşitli metotlardan en ekonomik olanının düzenli depolama olmasıdır.
2. Finansal avantajlarının yanında, kontrollü şartlar altında depolana çok sayıda katı atığa müsaade etmektedir (Tatsi and Zouboulis, 2002).
3. Çevresel açıdan en önemlisi ise, düzenli depolama yöntemi ile, yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının atıklardan oluşacak sızıntı suyuna karşı yeterince korunmasını ve atıkların stabilizasyonu sırasında oluşacak gazlar için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlayacaktır. Bu açıdan bertaraf yöntemleri arasında maliyetine göre daha çok fayda sağlayan bir yöntem olarak da kabul edilmektedir (Calace, *et al.*, 2001).

Katı atıkların düzenli depolama yöntemi ile bertarafı, ekonomik sebeplerden dolayı dünyada en fazla kullanılan yöntem olmuştur. Gelişmiş ülkelerin %69 düzenli

depolama, %25'i yakma yöntemini ve %6'sı ise geri kazanım ve kompostlama yöntemini kullanmaktadır (Tor, 2000).

2.1.5. Düzenli Depolama Alanları

20-30 yıldan fazla, düzenli deponi alanları, kentsel ve endüstriyel katı atıkların bertarafı için ekonomik ve etkili olması açısından dünya genelinde yaygın olarak başvurulan bir metottur (Yalçın and Demirer, 2002). Son 30 yılda elde edilen deneyimlerden anlaşılan şudur ki; dünyadaki birçok endüstrileşmiş ülke endüstriyel olsun, insan kaynaklı olsun, atıkları yok etme problemiyle karşı karşıya kalmış ve bu ülkelerin ekonomisi zarar görmüştür. Endüstriyel arıtım çamurları, kullanılmayan taş ocaklarına, çukurlara yada kullanılmayan, hoş gitmeyen arazilere gelişigüzel boşaltılmıştır. Bu şekilde atık bertarafının 1970'den önce, yeraltısuyuna ve toprağa etkisinin çok az olduğu düşünülmüş, 1970'den sonra toprağa ve suya geçen atık bileşenlerinin, örneğin; ağır metaller, arsenik, pestisitler, halojenler, organik bileşikler ve solventler gibi kirleticilerin zamanla, arazide kullanım problemleri oluşturduğu ve çevredeki popülasyon üzerinde risk oluşturduğu anlaşılmıştır. Yeraltısuyunun kirlenmesine neden olmuş, bazı içme suyu kaynaklarının kullanımını durdurmuş yada gelecek için yeraltısuyu kullanımını engellemiştir. Sonuç olarak; depolamanın bütün çevresel etkileri ve sosyal maliyetleri gerçek anlamda uzun süre dikkate alınmamıştır. (Bouazza And Van Impe, 1998).

Coğrafik bölgelere göre atık miktarında artış olmuştur. Yani atık miktarı bölgeden bölgeye değişmektedir. Örneğin Avrupa için her yıl 2.6 milyar ton, her gün 7.3 milyon ton atık üretildiği belirlenmiştir. Bu miktarın, 220 milyon tonu kentsel atık, 980 milyon tonu endüstri atığı, yaklaşık 1 milyar tonu zirai atık ve 450 milyon tona yakını da diğer atıkları (maden atığı, kanalizasyon çamuru ve yıkım atığı gibi atıkları) içine alır.



2.1.6. Depolama Alanı

Depolama, katı atıkları yok etmek için kullanılan fiziksel bir kolaylık olarak tanımlanabilir. Geçmişte deponi alanı, her bir faaliyet sonucu oluşan atıkların bırakıldığı yer olarak tanımlanırdı. Bugün ise daha bilinçli bir şekilde tanımlanması, halk sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerini azaltmak için, katı atıkların depolanmasının dizaynı ve işletilmesi ile ilgili bir mühendislik metodu olarak geçmektedir (Tchobanoglous *et al* 1993). İnce bir tabaka halinde atığı yaymak, çok küçük bir hacim oluşturmak için atığı sıkıştırma ve sıkıştırılmış toprak ile atığı kaplama gibi birkaç şekilde tanımlanabilir.

Deponi alanının hazırlanması, idaresi ve kontrolü, insan sağlığı ve çevre üzerindeki riskleri minimize etmek için en yüksek standartlarda olmalıdır. Hazırlama, planlama, yönetim ve kontrol prosedürleri, saha seçim prosesi, tasarımı ve yapımı, işletme ve izleme, kapatma ve sonradan kapatmanın dengeli bir biçimde uygulanması gerekir (Yalçın and Demirer, 2002).

Avrupa Topluluğunda, deponi alanlarının azaltımı, düzenlenmesi, iyileştirilmesi için yüksek standartlı düzenlemeler getirilmesi önerilmiştir. Bu gibi ölçümlerde dünyanın birçok yerinde benimsenmiştir, bununla birlikte, atık miktarının çok olmasından dolayı arazinin ortalama hacmi, yine de son derece yüksek olacaktır.

Bugün Avustralya'da atıkların % 96'sı depolanmaktadır. Amerika'da yaklaşık % 80'i arazide bertaraf edilmekte, % 10'u yakılmakta, diğer % 10'u da değerlendirilmektedir. Gelecekte bu artan oranın azalması beklenmektedir. Ancak deponi alanları atık kontrolü için en önemli metot olmaya ve çevresel güvenliği olan deponi sistemlerinin gelişimi için mühendislere ihtiyaç duyulmaya devam edecektir.

Deponi alanları geleneksel olarak tabanda tasarlanırdı ki, bu taban, sızıntı suyunu toprağa ve yeraltısuyuna geçiren özellikte olmaktaydı. Örneğin; İngiltere'de, deponi alanları, bile bile genellikle sızıntı suyunun yeraltısuyuna geçişini kolaylaştıran yüksek geçirimsizliğe sahip taban üzerine yerleştiriliyordu. Direkt olarak



alüvyonlu zemin üzerine yapılmış deponi alanları mevcuttur. Almanya'da deponi alanları genellikle sadece kille kaplanmış zemin üzerine yerleştirilmektedir ve bir drenaj tabakası mevcuttur. Yapılan incelemeler sonucu bunların yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Elli yaşındaki bir deponi alanında yapılan çalışmalarda, taban kilinde ağır metallerin birkaç santimetre içeri girdiği belirlenmiştir. USEPA'nın araştırmasına göre Amerika'daki var olan deponi alanlarının % 75'inin yeraltısuyla kirliliğine neden olduğunu belirlenmiştir (Bouazza and Van Impe, 1998).

2.1.6.1.Yer Seçimi

Uygun yer seçimi, inşa edilecek düzenli depolama tesisinin çevreye zarar vermeden işletilmesi en önemli şarttır. Genelde çöp depolanmasıyla, arazi iyileştirilmesinin yapılabileceği alanların seçilmesi gerekir. Arazi, bölge planlama sağlık ve su kirliliğini koruma otoritelerine danışılarak seçilmelidir. Kuşların ve diğer hayvan türlerinin uğrayabilecekleri zararları içeren ekolojik faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır (Demir ve ark., 1999). Yeraltı ve yüzeysel suların korunması amacıyla yapılacak hidrojeolojik çalışmaların olumlu sonuçlar vermesinden sonra kum, çakıl yada kil ocaklarının depolanması için uygun olabilir (KAY, 1995).

2.1.6.2. Şehircilik Açısından Yer Seçimi

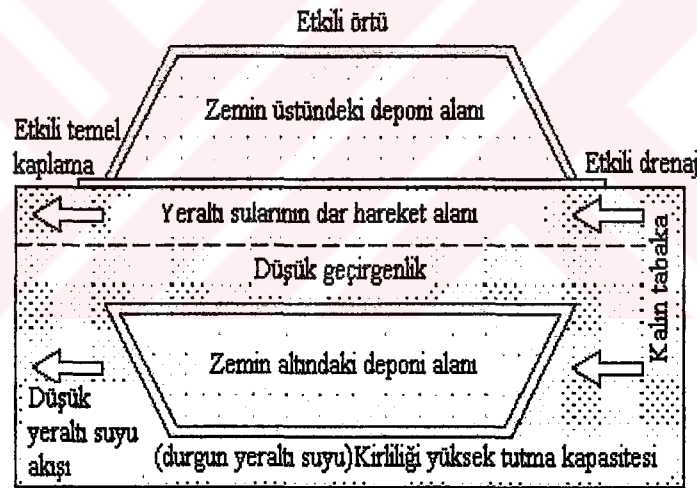
Çöp depo sahaları hakim rüzgar yönünde olmamalıdır. En yakın yerleşim yerine uzaklığı 1000 m'den az olmamalıdır (Demir ve ark., 1999). Ancak deneyimler göstermiştir ki deponi alanlarının sınırları en yakın yerleşim biriminin sınırına 200m'den daha yakın olmamalıdır (KAY, 1995).

Seçilen saha, yüzeysel su, sızıntı suyunun toplanması ve uzaklaştırılması, elektrik, su bağlantısı, uçucu maddelerin dağılmasına mani olma, gaz çıkışı ve örtü malzemesinin temini, sızıntı suyu arıtılması, trafik bağlantısı bakımından teknik olarak çözülebilir olmalıdır.

Depo sahalarında uygulama çalışmalarına başlanması için bazı araştırma, deney ve ölçüm çalışmalarının yapılması gerekir.

2.1.6.3. Depolama İçin Sahanın Hazırlanması

Prosesteki ilk adım depolamanın yapılacağı alanın hazırlanmasıdır. Diğer adım yüzeyin ve deponi tabanının hazırlanması ve kazma işlemi olmaktadır. Vadoz bölgesi (yeryüzeyi ve yeraltısuyu arasındaki bölge) ve yeraltısuyu izleme ekipmanı, deponi alanı örtüsü yerleştirilmeden önce düzenlenir. Sahanın tabanı sızıntı suyunun geçişini önlemek amacıyla geçirimsiz yapılmalıdır. Düşük permeabiliteye sahip tabi ve suni malzemeler veya bunların her ikisi birden kullanılabilir. Sızıntı suyu biriktirme ve toplama tesisatları örtü malzemesinin üzerine yerleştirilir. Genel olarak deponi alanını yerleştirme koşulları Şekil 2.3’de gösterilmiştir (Tchobanoglous *et al* 1993).



Şekil 2.3. Deponi alanının yerleştirme koşulları

Sahanın uygun şekilde hazırlanmasından sonra tabanın hazırlanmasına geçilir. Oluşan sızıntı suyunun yeraltına sızarak yeraltı rezervlerini kirletmesini önlemek için tabanın sızdırmazlığının sağlanması gerekir. Bunu sağlamak için tabi ve suni malzemeler veya her ikisi birden kullanılabilir (Demir ve ark., 1999).

Sızıntı suyu drenaj tabakası olarak granüler (kum/çakıl) filtre malzemesi kullanıla gelmiştir. 1970'lerden sonra genel olarak geosentetik olarak adlandırabileceğimiz plastik hammaddeli çok çeşitli ürünler mühendislik uygulamalarına yaygınca girmeye başlamıştır. Kimyasal ve zararlı atık sahalarında sızdırmazlık amacıyla geomembranların, geomembranı koruyucu olarak geotekstillerin, sızıntı suyu drenaj tabakalarında geotekstil ve geokompozitlerin kullanımı çok artmıştır (Bouazza And Van Impe, 1998).

2.1.6.4. Sızıntı Suyu Toplanması

Katı atıkların biyokimyasal reaksiyonu sonucunda açığa çıkan sızıntı suları, taban üzerine yapılacak drenaj sistemi ile toplanabilir. Sızıntı suları özel arıtım gerektiren sular olduklarından yüzey sularından ayrı olarak toplanmalıdır. Sızıntı suyu drenajıyla ilgili, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 26.maddesinde bazı şartlar belirtilmiştir. Drenaj sisteminin çok iyi bir şekilde projelendirilerek, atık kütlesi içinde sızıntı suyu seviyesi oluşmamasının sağlanması gerekir. İlk atık tabakası yerleştirilirken çok dikkatli olunması, drenaj tabakası olarak kullanılan, kum-çakıl filtrenin yerinden oynamaması sağlanmalı ve boruların hasar görmesi engellenmelidir. Yönetmeliğin öngördüğü şekilde sadece boru etrafına filtre yerine bütün taban üzerinde tabaka teşkil etmesi daha sağlıklıdır. Aynı sebeple drenaj tabakası ile atık arasına bir geotekstil yerleştirilmektedir. Bu geotekstilin sızıntı suyunun taşıdığı çok miktarda askıda madde nedeniyle tıkanması ve çakıl tanelerinin penetrasyonu neticesi yırtılması gibi hususlar da göz önüne alınarak çok dikkatli seçilmesi gerekir (Wasti ve ark., 1995).

Depo tesisinden, depo tabanına sızan suların yeraltısuyuna karışmasının önlenmesi için alınacak tedbirler şunlardır:

1. Depo tabanı, tabii yeraltısuyunun maksimum seviyesinden en az 1m yüksekte olmalı.
2. Depo tabanı geçirimsiz hale getirilmelidir. Bunun için depo tabanı, kalınlığı en az 60cm olan kil zeminle sıkıştırılır. Sıkıştırılmış zeminin permeabilitesi en az

1.10^{-8} m/sn olmalıdır. Derinliği en az 10 metre ve az çatlaklı kaya zeminlerde bu değer 1.10^{-7} m/sn olarak alınır.

Geçirimsiz hale getirilen taban üzerine dren boruları döşenerek sızıntı suları bir noktada toplanır. Drenaj borularının çapı minimum 100 mm ve minimum eğimi % 1 olmalıdır. Dren boruları münferit borular şeklinde, yatayda ve düşeyde kıvrım yapmadan doğrusal olarak depo sahası dışına çıkmalıdır. Depoya dolgu yapılması sırasında, depo tabanı ve dren borularının zarar görmemesi için ilk katı atık tabaka yüksekliği 2m olmadan sıkıştırma araçları sahaya girmemelidir. Depo tesisi çıkışında kontrol bacaları bulunur. Dren boruları çevresine kum,çakıl filtre yerleştirilmeli, bu tabaka boru sırtından itibaren minimum 30 cm olmalıdır. Kontrol ve toplama bacaları rahatlıkla gidilip çıkılabilecek boyutlarda olmalı, ölçüm yapılabilmesi ve numune alınabilmesidir (KAKY, 1991).

2.1.6.5. Depo Gazının Uzaklaştırılması

Gaz toplama sistemi düşey drenler vasıtasıyla yapıldığında düşey drenler arası mesafe etkili yarıçap 25-50 m olacak şekilde seçilmelidir. Gazın toplanması için 100-200 mm çapında perfore plastik borular kullanılarak, etrafına çakıl drenaj tabakası yerleştirilir ve korucu olarak beton halkalar veya tel kafes içine alınır. Katı atık depo sahasında depolama yüksekliği arttıkça dren ve koruyucu önlemler de yükseltilir.

2.1.6.6. Atıkların Yerleştirilmesi

Deponi alanının hazırlanmasından sonraki diğer adımdaki proses, atık malzemesinin yerleşimini içerir. Atık yüzeyden yukarıya ve dışarı doğru, sıkıştırılmış yüzey boyunca hücrelere yerleştirilir. Atık işletme periyotlarıyla depolanır ki, bu genellikle bir gündür. Toplanan ve araçlarla getirilen atıklar, 45-50 cm kalınlığında yayılır ve sıkıştırılır. Tipik hücre yüksekliği 2.5-4 m arasında değişir. Çalışma yüzeyinin uzunluğu işletme tipine ve saha şartlarına göre değişir. Bir hücrenin genişliği, 3-9 m arasında değişir. Ayrıca bu genişlik, deponi alanının kapasitesine ve tasarımına bağlı olarak da değişmektedir. Hücrelerin açığa kalan tüm yüzeyleri ince

bir toprak tabakası ile (15 - 30cm) veya daha uygun malzeme ile her bir işletme periyodunun sonunda örtülür (Demir ve ark., 1999).

2.1.7. Deponi Alanlarının Çevresel Etkileri

Deponi alanlarının kaçınılmaz sonuçları, sızıntı suyu ve deponi gazı olmaktadır. Bunların oluşumu ve miktarları iklim şartlarına, depo sahasının işletilmesine, mikrobiyal bozunmaya, istenmeyen karakteristeki özelliklere bağlıdır. Bunların potansiyel sağlık zararlarının yanında, hoş olmayan kokular, yeraltısuyu kirliliği, hava kirliliği gibi tehlikeli durumlara neden olurlar.

Günümüzde katı atıkların bertarafı “vahşi depolama” denilen araziye gelişigüzel olarak atıkların bırakılma işlemi ile gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda eskiye göre nispeten daha dikkatli ve bazı tedbirler alınarak atık bertarafı gerçekleştirilmektedir (El-Fadel, *et al.*1997).

Deponi alanlarının çevreye olan zararlarını kısaca ele alırsak:

- **Yangın ve Patlama Tehlikesi**

Çöp bileşimi içinde bulunan organik maddelerin, depolanmalarını müteakip, depo içinde yeterli oksijen bulunmaması nedeniyle, anaerobik şartlar hakim olmaktadır. Oluşan anaerobik ortamda organiklerin bozunması ile metan ağırlıklı bozunma gazları oluşmaktadır. Metan havadan hafif olduğu için depo yüzeyine doğru hareket etmek istemekte, depo yüzeyine çıkma imkanı bulamadığı zaman bulunduğu alanda yatay olarak hareket ederek civar alanların toprak gazı içinde zenginleşmektedir. Depo gazındaki metan, havanın oksijeni %5 ila %15 arasında karıştığında patlama oluşmaktadır. %15'in üzerindeki oranlarda ise yangın tehlikesi söz konusudur. Yayılma sonucu depo üstünde ve civarındaki bitki köklerinin oksijen alamaması nedeniyle, bitkilerin gelişimi engellenir(Gönüllü,1999).

- **Çevredeki Bitkilere Zararlı Etkileri**

Bitkilere olan zarar genel itibariyle deponi gazı ile oksijenin yer değiştirmesi sonucu kök bölgesinde oksijen eksikliğinden meydana gelir. Deponi gazı basınç ve konsantrasyondan dolayı yukarı hareket edebilir ve deponi yüzeyinden bir delik bularak atmosfere kaçar. Bu proses boyunca, oksijen yer değiştirir ve bitki kökleri metan ve CO₂'in yüksek konsantrasyonlarına maruz kalır (Flower et al., 1977). Pek çok araştırma tarafından sıg topraklarda, bu mikrobiyal aktivite rapor edilmiştir.

Oksijen;



reaksiyonu ile tüketilir. Metan oksidasyonu boyunca ısı açığa çıkması, bitki kökü için potansiyel bir sıcaklığı oluşumunu artırır. Deponi gazı ve metan oksidasyonundan meydana gelen CO₂ bitkinin büyümesine yüksek konsantrasyonlarda (özellikle %30-45) zararlı olabilir (Bogner et al., 1990).

- **Hoş Olmayan Kokular**

Kokular düşük konsantrasyonlu bileşikler sonucu oluşur. Bunlar; esterler, hidrojen sülfidler, organosülfürler, alkilbenzenler ve diğer hidrokarbonlar olabilir. Bu konsantrasyonlar atığın kompozisyonu, yaşı, ayrışma durumu, gaz oluşum oranı ve atık içerisindeki doğal mikrobiyal popülasyonlar gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişim gösterir. Deponi alanının sınırlarından uzaklara koku yayılımı hava şartlarına bağlı olarak değişir (rüzgar, sıcaklık basınç, nem vb.).

- **Yeraltısuyu Kirliliği**

Sızıntı suyu yeraltısuyunun kirlenmesinde önemli bir tehdit unsurudur. İlk olarak deponi alanının dibine ulaşır. Hem yer yüzeyine, hem de bir deşarj noktasına doğru sızarak hareket eder, deponi alanının temeline ulaşır ve yeraltısuyuna taşınır.

Sızıntı suyunda olduğu gibi, deponi gazı da yüksek konsantrasyonlarda karbondioksit içerir. Deponi gazı içerisindeki eser orandaki toksik gaz emisyonları, havayı ve yeraltısuyu kaynaklarını tehdit eden ciddi bir problem olarak belirlenmiştir.

- **Hava Kirliliği**

Deponi gazının en büyük komponentleri metan ve karbondioksit olmasına rağmen, çevreye ve sağlığa zararlı olabilecek eser oranda diğer pek çok bileşiği içerdiği belirlenmiştir. Uçucu organik bileşiklerin potansiyel emisyonları $4.10^{-4} - 1.10^{-3}$ kg/m²/gün arasında değer alır. emisyonun kanser riskini yükselten bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Eser gazlar gaz geri alma ekipmanlarında korozyona sebep olabilir. Yarı kurak deponi sahasında kuru toprak şartları boyunca, metan ve karbondioksit akımları 630-950 kg/m²/yıl olabilir. Diğer ölçümlere göre metan değeri, deponi örtüsünde 390-1200 kg/m²/yıl arasında değer alır (El-Fadel, *et al* 1997).

2.2. Çöp Sızıntı Suyu

Sızıntı suyu, en önemli kaynağı olan yağışlarla birlikte, yeraltı ve yerüstü sularının etkisi ve katı atıkların kendilerinde bulunan su içeriği nedeniyle organik bozunma sonucu oluşan çok yüksek organik madde ihtiva eden sulardır.

2.2.1. Sızıntı Suyu Oluşumu

Sızıntı suları, düşük pH, yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOD) ve toksik kimyasal maddelerin bulunması ile karakterize edilen yüksek kirliliğe sahip atıksulardır. Buna ilave olarak, sızıntı suyu kalitesi depo alanından depo alanına ve özellikle zaman içinde depo alanının yaşıyla değişkendir (Yılmaz, 2000). Bu yüzden yüzey ve yeraltısularının kirlenmesini önlemek için deponi alanlarının tasarımında dikkate alınması gerekir. Sızıntı sularının kompozisyonunu ve miktarını bilmek arıtma tesislerinin tasarımında ve artırılmamış sızıntı sularının kirlilik etkilerinin belirlenmesinde de önemlidir (Johansen and Carlson, 1976).

Sızıntı suyu bileşenlerini temel anlamda üç grupta toplamak mümkündür.

Bunlar;

- 1 Deponide aerobik ve anaerobik ayrışmalar sırasında oluşan sızıntı suyu,
- 2 Deponi sahasına dökülen ve sıkıştırılan katı atığın su içeren bileşiklerinin sıkıştırılmasından oluşan sızıntı suyu ve
- 3 Deponi yüzeyine düşen yağışların, kontrol altına alınmamışsa, deponi kütlesinden geçerek oluşturduğu sızıntı suyudur (Heyer ve ark., 1999).

Analizi yapılan sızıntı suyu, katı atığın toplandıktan sonra sıkıştırılması ile elde edilen gruba girmektedir.

Sızıntı suyunun kompozisyonunu ve oluşumunu etkileyen pek çok faktör vardır. Bunların en önemlileri:

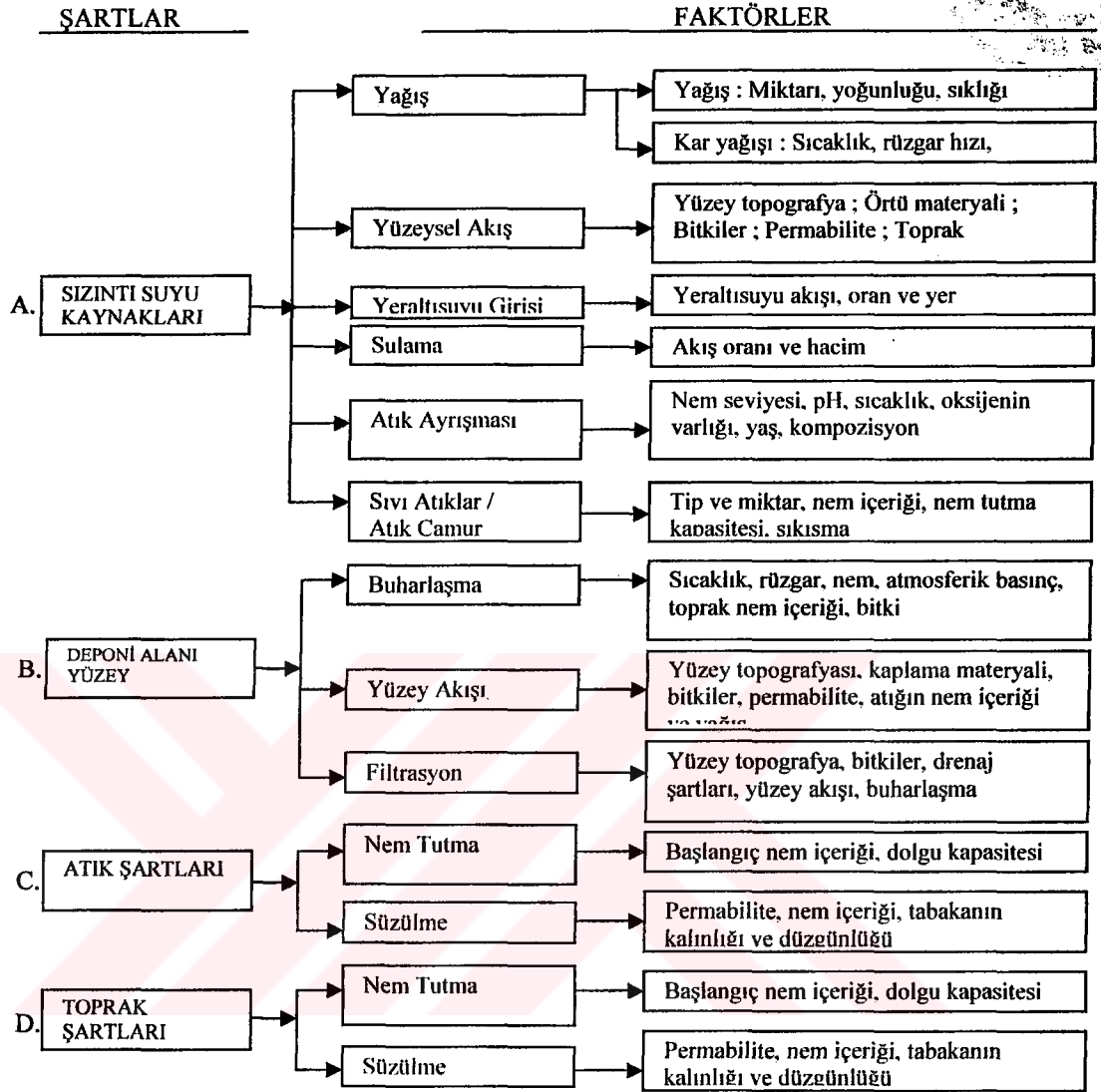
1. Katı atığın kompozisyonu
2. Deponinin işletimi
3. İklim
4. Deponi sahasının hidrojeolojik şartları
5. Depolama şartları (kimyasal ve biyolojik aktiviteler, nem, sıcaklık, pH ve deponi sahasının yaşı)

Bir deponi alanında sızıntı suyunun oluşumu önemli bir çevresel problemdir. Deponi alanındaki sızıntı suyunun miktarı ve kalitesi pek çok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir. (Şekil 2.4). Leckie ve ark., 1979 yaptıkları çalışma sonucunda raporladıklarına göre sızıntı suyunun oluşumuna etki eden çok sayıda faktör olduğudur. Bu faktörler; yıllık yağış, akış, filtrasyon, buharlaşma, taşınım, sıcaklık, atığın kompozisyonu, atığın yoğunluğu, başlangıç nem içeriği, ve deponi alanının derinliğidir (Qasim and Chiang, 1994).

Bu faktörler deponi alanından deponi alanına farklılık gösterir. Bu yüzden sızıntı suyunun kompozisyonunun geniş bir değişim aralığı göstermesi doğaldır (Johansen and Carlson, 1976).

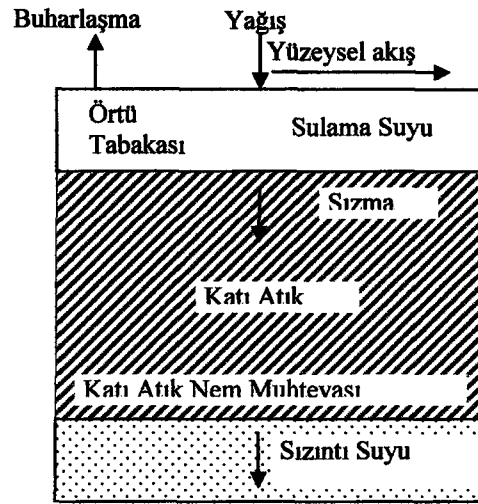
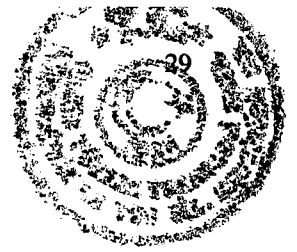
Katı atık depolama alanlarından sızıntı sularının ortaya çıkışı oldukça karmaşık bir prosestir. Araziye depolanan atıklar, kimyasal ve biyokimyasal yollarla dönüşüme uğrar. Yiyecek atıkları, bahçe artıkları ve hayvansal atıklar gibi organik kökenli gruplar, mikroorganizmalarca kullanılarak gerek aerobik gerekse anaerobik olarak bozunurlar. Fe^{+2} ve diğer metal bileşenler ise oksitlenerek ayrışır. Yiyecek atıklarının bozunması çok kısa bir sürede gerçekleşirken, cam ve plastikler gibi bazı madde gruplarının ayrışması çok uzun yıllar alabilir.

Katı atık yığınlarına ve depolama hücrelerine belirli bir su tutma kapasitesinin üstünde aşırı miktarda su girmesi durumunda, atıklar, bu fazla suyu tutamaz ve dışarı bırakır. Sızıntı suyu olarak tanımlanan bu fazla su, katı atık içinden geçerken çeşitli kirleticileri ve parçalanma ürünlerini de yıkayarak bünyesine alır ve yüzeysel ya da yeraltısu kaynaklarına taşır. Genel olarak az yağış alan kurak bölgelerdeki depolama sahalarında sızıntı suyu problemi önemli boyutlara ulaşmazken, yıllık yağış miktarı 40cm'den fazla olan bölgelerdeki gerek düzenli gerekse düzensiz depolama alanlarından oluşan sızıntı suları çok tehlikeli boyutlar kazanabilir (Töre ve ark., 1990).



Şekil 2.4. Sızıntı suyu oluşumunu etkileyen faktörler (Qasim and Chiang, 1994).

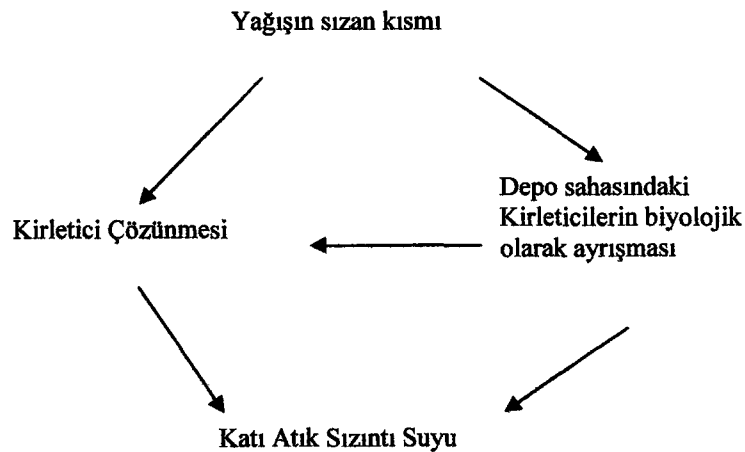
Depo sahasına yerleştirilmiş haldeki özgül ağırlığı $0.6-0.8 \text{ t/m}^3$ olan katı atıklarda, kuru ağırlığın %35'i kadar ilk neme sahip olması durumunda, önemli miktarda sızıntı suyu üretimi başlamadan önce, genellikle katı atıkta ton başına $0.16-0.27 \text{ m}^3$ su absorbe etme kapasitesi mevcuttur. Katı atıktaki ilk nem oranının kuru ağırlığının %35'inden fazla olması durumunda doyma noktasına çok daha çabuk ulaşıldığını göstermektedir. Bu şartlar altında, katı atığın nem tutma kapasitesinden yararlanılamaz ve böylece depo sahasının işletilmesi sırasında sızıntı suyu oluşumu geciktirilemez ve miktarı azaltılamaz (Farquar, 1980).



Şekil 2.5. Katı atık ve sızıntı suyu arasındaki etkileşim

Katı atık depo sahasına düşen yağış sularının, buradaki katı atık kütlesi arasından süzülmesi esnasında çeşitli kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar meydana gelir (Öztürk ve ark., 1999). Nemin temel kaynağı sahaya düşen yağış suyudur. Bu suyun bir kısmı yüzeysel akışla ortamdaki uzaklaşır, bir kısmı bitki ve toprak yüzeylerinden atmosfere buharlaşarak geri döner. Toprağın nem tutma kapasitesini aşan su, atık yığınları arasından tabana doğru hareket eder, deponi tabanına ulaşır. Bu oluşum Şekil 2.5.' te ve şematik olarak Şekil 2.6'da gösterilmiştir. gösterilmiştir (Qasim and Chiang,1994).

Sızıntı suyunun deponilerdeki oluşumunda etkili olan olaylar ise; yüzeysel akış, buharlaşma ve infiltrasyondur.

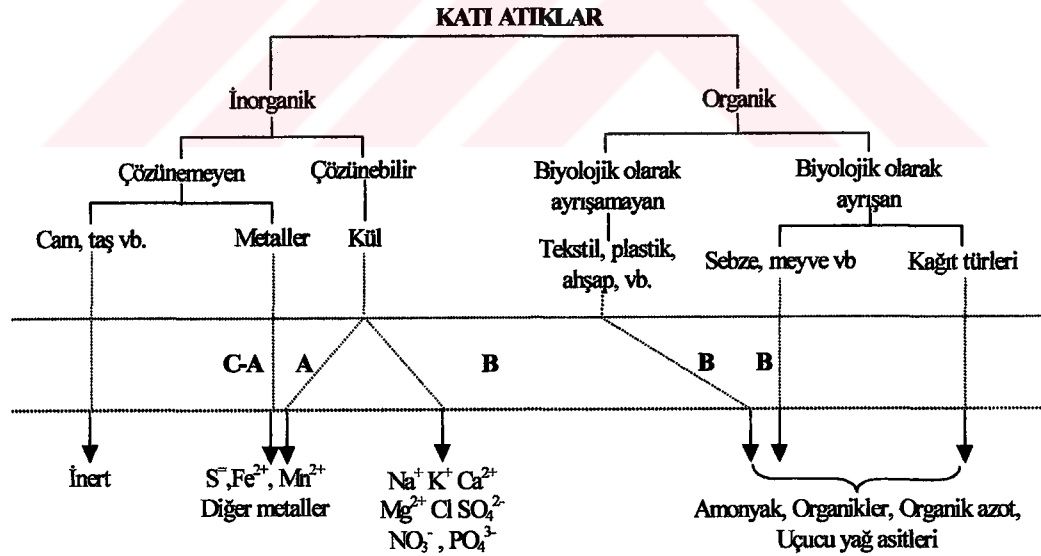


Şekil 2.6. Şematik olarak sızıntı suyu oluşumu

2.2.2. Katı Atıkların Depo Alanında Stabilizasyonu ve Sızıntı Suyu Oluşumu

Depo alanı ve katı atık özellikleri ile sızıntı suyu üretimi arasında bir bağ kurulmak istendiğinde, katı atığın stabilizasyonu ile biyolojik ayrışma fazları arasındaki ilişkinin tanımlanmasına ve değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Bu fazları tanımlayıcı olaylar, depo alanlarında değişik zamanlarda meydana gelebilir. Fazların sürelerinin tahmini, rutubet miktarı, organik madde oranı, nütrient kullanımı, inhibitörler ve depo alanına özgü faktörler önemli rol oynar.

Genel anlamda katı atığın ayrışmasında üç faz; aerobik, asetojenik ve metanojenik fazlar mevcuttur (P., P. Hall, 1992). Deponi alanında atığın ayrışması temel olarak mikrobiyolojik proseslerden dolayıdır. Sızıntı suyu ve gazın oluşumu, mikroorganizmaların aktiviteleriyle ilişkilidir. Evsel atıkları içeren deponi sahalarının pek çoğu için ayrışmanın gerçekleştiği bu üç fazın 15 yıl içinde meydana gelmesi olağan dışı değildir.



A: Doğrudan çözünme, B: Biyolojik ayrışma, C: Kimyasal çözünme

Şekil 2.7. Katı atık bileşenleri ve sızıntı suyu oluşum basamakları (Özkaya, 2001)

Aerobik ayrışma, bir aydan daha az bir zaman içerisinde ilk faz süresince depolanmış atıktaki mevcut oksijeni hızlı bir şekilde kullanır. Depolanan atık sıg

(< 3m) olduğunda veya atığa hava pompalandığında bu bir aylık süre daha uzun olabilir. Eğer alan kuru bir ortam ise, belirgin miktarlarda karbondioksit ve hidrojen üretilir.

İkinci faz boyunca, anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalar selülozu ve diğer ayrışabilen maddeleri hidrolize ederler. Katı atık depo sahalarındaki ayrışmanın temelini anaerob ayrışma teşkil etmektedir. Çöp depo sahalarında enzim reaksiyonları vasıtasıyla metan gibi metabolik ürünler üretilmesi sebebiyle, bu sahalar bir biyoreaktöre benzetilmektedir. Depo sahasında mikrobiyal aktivite sonucu gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların hızı atıkların çürüme süresini belirler (Gujer ve Zehnder, 1983). Bu fazda Basit ve çözülebilir bileşikler, uçucu yağ asitleri, $\text{NH}_3\text{-N}$ gibi bileşenler oluşur. Bu faz birkaç yıl içerisinde sonlanır. Bu periyotta üretilen sızıntı suyu, yüksek BOİ ve KOİ değerleriyle karakterize edilir. Bu, çözünebilir organik maddelerin yüksek oranda ayrışabilir olduğunu gösterir. Reaksiyon, asidik pH' la (tipik olarak 5-6) sızıntı suyunu ve hoş olmayan bir kokuyu oluşturur. Yüksek oranda amonyak, atığın diğer komponentlerinin çözünmesine yardım eder. Sızıntı suyu yüksek oranda demir, mangan, çinko, kalsiyum ve magnezyum da içerir. Ilıman iklimlerde deponun sıcaklığı organik maddelerin ayrışma hızına ve depolama derinliğine bağlı olarak 45 °C'ye kadar çıkabilir (Lisk, 1991).

Üçüncü fazda, basit organik bileşikler, devam eden asetojenik prosesler tarafından tüketilmeye başlar. Karbondioksit ve metan karışımı oluşur ve deponi gazı olarak ortama salıverilir. Bu fazda deponi alanı biyolojik olarak en aktif formdadır. Bir dinamik denge metanojenik ve asetojenik bakteri arasında kurulur. Deponi gazı, depolanmış atık geniş bir biçimde ayrışmaya ve atmosferik oksijen atıklar içerisine kolaylıkla yayılabilinceye kadar oluşur.

Bu fazda oluşan sızıntı suyu, genellikle düşük BOİ ve düşük BOİ/KOİ oranlarıyla karakterize edilir. Sızıntı suyundaki NH_4^+ , yüksek seviyelere ulaşır. Demir, sodyum, potasyum, sülfat ve klorür gibi inorganik maddeler çözünmeye devam eder ve yıllarca deponi alanından süzülür. Demir sülfatin çökmesi sızıntı suyunda belirgin olan demir ve sülfat konsantrasyonlarını azaltır (Irene, 1996).

Gerçekte, depo alanının her yeri aynı yaşta değildir. Farklı kısımlar yaş farklılığı nedeniyle farklı özelliklere sahiptir. Depo alanının stabilizasyonu süresince sızıntı suyu ve gaz karakterindeki değişim, atığın stabilizasyon derecesini yansıtır (Küçükgül, 1999).

Sızıntı suyunun kimyasal kompozisyonu da katı atığın başlangıç kompozisyonu, tane boyu, sıkışma derecesi, alanın hidrolojik özellikleri, iklim ve sahanın yaşı gibi pek çok faktöre bağlıdır (Al-Yaqout and Hamoda, 2003).

Depo alanlarındaki biyolojik stabilizasyon, hemen hemen tamamen anaerobik ortamlarda gelişir. Bu nedenle stabilizasyon fazları, anaerobik ayrışma fazları ile incelenir (Kouzeli-Katsiri and Christoulas, 1999). Bu fazlar katı atık depo alanı için;

- Başlangıç Fazı
- Geçiş Fazı
- Aerobik Ayrışma Fazı
- Anaerobik Ayrışma Fazı
- Olgunlaşma Fazı' dır.
- **Başlangıç Fazı**

Organik maddelerin havalı ortamda bozunmaları genellikle çöp sahası içerisinde mevcut oksijen miktarının yetersiz olmasına bağlı olarak ve atığın yüksek oksijen talebi nedeniyle sınırlı bir süredir.

Bu fazı etkileyen başlıca faktörler;

- Atık yerleştirme hızı ve birincil rutubet tutumu,
- Depo alanının doldurulması ve kapatılması,
- Çevresel parametrelerdeki değişiklikler

Çöp sahasının, kısmen havalı ortamda ayrışan tek bölümü üst katmandır. Burada oksijen, taze çöp arasında sıkışmış yada yağmur suyu tarafından getirilmek sureti ile sağlanır. Bu evrede proteinlerin bozunarak aminoasitlere, böylece organik maddenin karbondioksit, su, nitrat ve sülfatlara dönüştüğü

gözlenmektedir. Bu evrede biyolojik oksidasyonun dışarıya ısı vererek oluşması nedeni ile yüksek sıcaklıklara ulaşabilir. Aerobik bozunma evresi genellikle kısadır.

- **Geçiş Fazı**

Bu fazda gözlenen en önemli olay sızıntı suyunun oluşmaya başlamasıdır. Aerobik şartlardan anaerobik şartlara geçilmesi sonucu, anaerobik ayrışmanın ilk kademesi olan hidroliz, bu fazda meydana gelir.

Oksijen tükenir ve anaerobik şartlar oluşmaya başlar. Depo alanının anaerobik şartlara geçmesi ile biyolojik reaksiyonlar sonucu elektron alıcı olarak görev yapan nitrat ve sülfat, azot ve hidrojen sülfür gazlarına indirgenir. Anaerobik şartların başlaması oksidasyon, redüksiyon potansiyelinin ölçülmesi ile gözlenebilir. Oksidasyon redüksiyon potansiyeli azalmaya devam ettikçe organik maddeleri CH_4 ve CO_2 'ye çeviren mikroorganizmalar üç kademeli prosese başlarlar. İkinci fazda sızıntı suyunun pH'sı, organik asitler ve CO_2 konsantrasyonunun artması neticesi düşer. Başlangıçtaki yüksek sülfat içeriği, redoks potansiyeli düştükçe yavaş yavaş azalabilir. Ortaya çıkan sülfidler, asit fermentasyonu ile çözülmüş olan demir, mangan ve ağır metalleri çökeltebilir. Organik ve inorganik kirleticilerin biyolojik bozunumunda redoks potansiyeli önemli bir parametredir. Oksijen yada diğer elektron alıcıları mevcut olduğunda ayrışma hızlı gerçekleşir. Kirlilik yükünün fazla olduğu durumlarda oksijen tükendiğinde ortam anoksik olur. Oksitlendiğinde en fazla enerji açığa çıkan bileşikler öncelikle kullanılmak üzere, anoksik şartlarda farklı elektron alıcıları kullanılabilir. Öncelikle NO_3^- kullanılır (denitrifikasyon), NO_3^- tüketildiğinde Fe^{+3} kullanılır (demir indirgenmesi). Fe^{+3} ortamda yok ise yada tüketildiğinde SO_4^{2-} kullanılır (sülfat indirgenmesi). Son olarak sülfatın tamamı tüketildiğinde CO_2 elektron alıcısı olarak kullanılır ve metana indirgenir (Speece, 1996, Radehaus, 1998). Buradan, elektron alıcısına pH'daki azalmaya uçucu yağ asitlerinin yüksek konsantrasyonu ve yüksek CO_2 kısmi basıncı sebep olur. Çöp kütlesi içerisinde mevcut kolayca çözünebilir malzemelerin çöp suyu haline dönüşmesi ve yine kolayca bozunabilir organik maddelerin mevcut olması nedeni ile anyon ve katyon konsantrasyonları yüksektir. Bu evrede oluşan çöp suyu yüksek BOİ değerleri

(genellikle $> 10.000 \text{ mg/l}$), yüksek BOİ/KOİ oranları (genellikle > 0.7) ve asidik pH değerleri (tipik olarak 5-6) ve amonyak (sıklıkla $500\text{-}2000 \text{ mg/l}$) ile karakterize edilir (Yılmaz, 2000).

- **Asit Oluşum Fazı**

Bu fazda ikinci fazda başlayan mikrobiyolojik aktivite kullanılarak büyük ölçüde organik asitler ve daha küçük miktarda da hidrojen gazı üretilir. Üç kademedeki anaerobik ayrışma, ayrışma prosesinin birinci kademesi yüksek moleküllü bileşiklerin enzim reaksiyonları ile mikroorganizmaların enerji ve karbon kaynağı olarak kullanılabileceği boyutlara gelir. Bu kademeye Hidroliz denir. Prosesin ikinci kademesinde; (asit kademesi) birinci kademede oluşan bileşiklerin mikrobiyolojik dönüşüm ile daha basit yapıları ara bileşiklere dönüşür. Üçüncü fazda ortaya çıkan gazın büyük bir kısmı CO_2 ' dir. Düşük oranda hidrojen gazı da üretilir. Bu dönüşümde rol alan mikroorganizmalar fakültatif ve anaerobik bakterilerdir. Sızıntı suyunun pH'sı organik asit ve CO_2 nedeniyle 5'in altına düşer. Sızıntı suyunun BOİ , KOİ ve iletkenlik değerleri bu fazda önemli ölçüde artar. Bu artışın nedeni sızıntı suyundaki organik asitlerin çözünmesidir. Ayrıca pH'nın düşük olmasının nedeniyle başta ağır metaller olmak üzere inorganik bileşenler de çözünürler. Bu aşamada sızıntı suyu ile nütrientler de uzaklaştırılır. Eğer sızıntı suyu geri devredilemez ise üçüncü fazda üretilen ayrışma ürünleri depo alanında tutunmuş bileşikler olarak ve katı atık tarafından tutulan suyun içinde kalırlar. Asidik sızıntı suyu uçucu yağ asitlerinin, kalsiyumun, demirin, ağır metallerin ve amonyanın büyük miktarlarda ortama karışmasını sağlar. Sonraki fazdaki yağ asitlerinin oluşumu düşerken metan gazı üretiminde artış görülür. Sülfat miktarı düşer (EPA, 1985).

- **Metan Fazı**

Dördüncü anaerobik bozunma evresi metanojenik bakterilerin sağladığı metanojenik fermentasyon ile karakterize edilir. Metanojenik bakterilere uygun olarak pH aralığı son derece sınırlıdır ve 6-8 aralığında değişir. Çöp suyunun kompozisyonu, neredeyse nötr sayılacak pH değerleri, uçucu yağ asitlerinin ve toplam çözünmüş katı maddelerin düşük konsantrasyonu ile karakterize edilirken,

biyogaz genellikle %50' den daha fazla metan içerir. Bu durum, organik komponentlerin büyük bölümünün çözünübilirliğinin, katı atık stabilizasyonu sürecinin yıllarca devam edecek olmasına karşın, depo sahasının işletiminin bu evresinde azalmış olduğunu onaylamaktadır. Bu evre esnasında üretilen sızıntı suyu nispeten düşük BOİ ve düşük BOİ/KOİ oranları ile karakterize edilir.

Bu fazda asit fazında oluşan asetik asit ve hidrojen, metan mikroorganizmaları tarafından CH_4 CO_2 'ye çevrilir. Dördüncü fazda metan ve asit oluşumu aynı anda devam eder, fakat asit oluşum kısmı önemli ölçüde azalmıştır. Hidrojen ve asitlerin metan ve CO_2 'ye dönüşmesi sonucu pH değeri genellikle nötr civarında olmak üzere 6-8 aralığında yükselir. Sızıntı suyunun pH'ı yükselir, BOİ, KOİ ve iletkenlik değerleri düşer. pH'ın yükselmesine bağlı olarak inorganik maddelerin çözünmüş fazda olan kısmı da azalır ve sonuç olarak ağır metal konsantrasyonu düşer.

Son aşamada metan bakterilerinin faaliyetleri artar ve metan üretimi başlar. Bu fazda iki cins metan grubu bakteri etkindir. Bunlardan asetofilik bakteriler asetik asitten elde edilen asetatı kullanarak metan üretirken, hidrojenfilik bakteriler metan üretimi için hidrojeni kullanırlar.

- **Olgunlaşma Fazı**

Organik maddelerin, CO_2 ve CH_4 'e dönüştürülmesinden sonra başlar. Rutubet atık içinde ilerledikçe daha önce çözünmemiş olan ayrışabilir maddeler çözünerek ayrıştırılırlar. Katı atık içindeki nütrientler daha önceki fazlarda sızıntı suyu ile uzaklaştırıldığından ve depo alanında kalan substratlar zor ayrıştığından beşinci fazda gaz oluşumu önemli ölçüde azalır. Bu fazda oluşan gaz esas olarak CH_4 ve CO_2 ihtiva eder.

Bu fazın en önemli göstergeleri;

- Sızıntı suyu oluşumunda ve biyolojik stabilizasyonda bir duraklama oluşması,
- Nütrientlerin sınırlı hale gelmesi,

- Gaz oluşumunun kesilmesi,
- Az miktarda bulunan besinlerin yok olmasıdır.

Yaşı ilerlemiş çöp sahalarında, organik karbon çöp katmanı arasında bulunduğu zaman, ikinci havalı (aerobik) evre çöp yığının üst katmanında meydana gelir. Bu evrede metan oluşum oranı o kadar düşüktür ki hava atmosferden nüfuz eder, havalı bölge oluşmasına neden olur. Bu bölgelerin metan oluşturmak için redoks potansiyelleri çok yüksektir. Sızıntı suyunun bazı parametrelerinin asit ve metan fazında aldığı değerler Tablo 2.6'da gösterilmiştir. (Küçükgül, 1999).

Birkaç gün mertebesinde süren ilk aerobik safhadan sonra diğer safhalar sırasıyla, ay, yıl ve on yıl mertebesinde sürebilir (Stegmann ve Spendlin, 1986).

Tablo 2.6. Sızıntı suyunun Asit ve Metan fazında aldığı değerler

Parametre	Asidifikasyon	Gazifikasyon
pH	6.1	8
KOl, mg/L	22000	3000
BOİ, mg/L	13000	30425
Fe, mg/L	925	15
Zn, mg/L	5.6	0.64
Ca, mg/L	1300	80
Mg, mg/L	600	250

2.2.3. Sızıntı suyunun kompozisyonu

Sızıntı suyunun kompozisyonu pek çok faktöre bağlı olarak değişir. Bunlardan biri atıkların sıkıştırılmasıdır. Mendez ve ark., nın 1989'da yaptıkları çalışma derin bir atık kütesinin yarısına kadar inilerek alınan sızıntı suyu ile toplama tanklarından alınan numuneler arasında farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. bizim yapmış olduğumuz çalışma da buna bir örnek teşkil etmektedir. Sızıntı suyu muhteviyatındaki kirletici konsantrasyonunun yüksek olması, ayrışmanın, kompleks organiklerin suda iyi çözünen organik asitlere dönüştüğü birinci anaerobik ayrışma safhasında olduğunu gösterir. Düşük organik asit konsantrasyonu biyolojik ayrışma

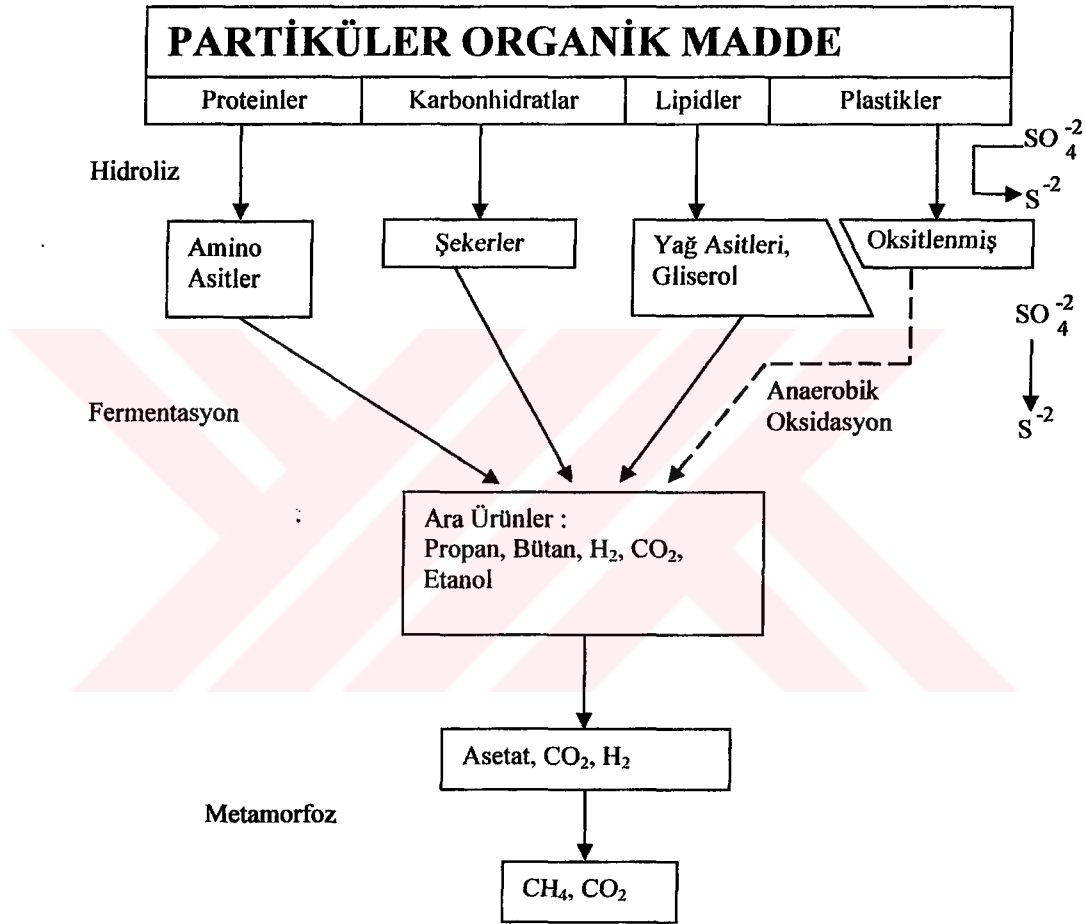
hızının yavaş olduğunu yada sızıntı suyu ve atıkların etkili bir şekilde stabilize olduğu ikinci anaerobik ayrışma safhasını karakterize eder. Organik atıkların biyolojik aktiviteye bağlı olarak hızlı bir şekilde ayrıştığı dönemde ortaya çıkan sızıntı suları; yüksek BOİ/KOİ oranı (biyolojik olarak kolay parçalanabilme), düşük pH ve yüksek ağır metal konsantrasyonu ile karakterize edilir. Sızıntı suları düşük konsantrasyonlarda fosfor içerirken özellikle amonyum konsantrasyonu yüksektir. Sızıntı sularının içerdiği toplam azotun %60-90'ı amonyum azotundan ileri gelir (Lin, 1991).

Tablo 2.7. İngiltere’de bulunan 15 tane deponi alanından alınan numunelerdeki çeşitli bileşenlerin konsantrasyon oranları (Lisk, 1991).

Bileşik	Konsantrasyon (mg/L)
pH	6.2-7.4
KOİ	66-11600
BOİ	< 2-8000
TOK	21-4400
Amonyum	5-730
NO ₃ -N	< 0.2-4.9
Organik azot	155
H ₂ PO ₄	< 0.02-3.4
Cl ⁻	70-2777
SO ₄ ²⁻	55-456
Na	43-2500
Mg	12-480
K	20-650
Ca	165-1150
Cr	< 0.05-0.14
Mn	0.32-26.5
Fe	0.09-380
Ni	< 0.05-0.16
Cu	< 0.01-0.15
Zn	0.05-0.95
Cd	< 0.005-0.01
Pb	< 0.05-0.22

Sızıntı suyunda çok sayıda bileşiğin konsantrasyonu atığın yaşı ile azalır. Sızıntı suyunun pH’sı (5.7-8.3) mikrobial aktivite için gereken değerle çakışır. Organik asitler düşük pH değerlikli olma eğilimde olmalarına karşılık, NH₄⁺ ün birikimi ters bir etkiye sahiptir. İngiltere’de yapılan bir çalışma sonucu sızıntı suyunun bazı parametrelerinin aldığı değerler Tablo2.7’de gösterilmiştir.

Deponi alanlarında organik maddelerin durumunu anlamak, biriken sıvıların ve gazın kimyasal analizi ile açıklanır. Atığın organik kısmının ayrışması Şekil 2.8.'de verilmiştir. Atık fermantasyonunun en büyük son ürünleri uçucu yağ asitleri, CO_2 ve CH_4 'tür. Evsel atıklarda bulunan en büyük karbonhidrat selülozun biyolojik olarak parçalanabilirliği, suda çok çözünebilir demir ve mangan formlarında metallerin indirgenme derecesine ve onun ilk prosesinin genişliğine bağlı olacaktır (Lisk, 1991).



Şekil 2.8. Atığın organik kısmının ayrışma şeması

Atık yaşı ile sızıntı suyundaki organik maddenin konsantrasyonundaki azalmanın daha çok mikrobiyolojik olarak refraktör bileşiklerin son ürünleri ile hidrolize olabilen organiklerin fermantasyonundan dolayı olduğuna inanılır. Uçucu yağ asitleri tipik olarak yeni depolanmış atıklardan oluşan sızıntı suyunda en yüksek konsantrasyonlarda ortaya çıkar. Atık yaşına bağlı olarak sızıntı suyunda oluşan uçucu yağ asitleri ve KOİ değerleri Tablo 2.8'de gösterilmiştir. Yağ aminleri, etanol

ve diğer alkoller, hidrokarbonlar, esterler atığın ayrışmasının asidifikasyon fazı boyunca da oluşabilir. Yaşla diğer bileşik sınıfının stabilizesi aromatik hidroksil bileşikler > hidrolize olabilen aminoasitler > karbonhidratlar olarak belirtilmiştir. Fulvik asitlerin yaşa bağlı olarak sızıntı suyunda konsantrasyonları azalır ve humik asitler artar. Bu bileşikler, karboksilik, fenolik ve keton gruplarını içeren yüksek moleküler ağırlıklı polimerlerdir (Lisk, 1991).

Tablo 2.8. Atık yaşıyla ilişkilendirilen deponi alanı sızıntı suyunda uçucu yağ asitleri (g/L) (Lisk, 1991).

Yaş	KOI	Asetik asit	Propionik asit	Bütirik asit	Diğer asitler
Genç	28-48	1.16-8,5	1.01-5.25	1.77-6.13	0.38-5.75
Orta	3.75-22.3	0.56-3,5	0.19-0.91	0.19-1.81	0.08-2.5
Yaşlı	5.03	0.34	0.29	0.41	0.08

2.2.4. Sızıntı Suyundaki Ağır Metaller ve Toksik Organikler

Asidifikasyon fazında sızıntı suyundaki ağır metal konsantrasyonları fermentasyon fazından yüksek olacaktır. Aromatik hidroksil bileşikleri humik ve fulvik asitler kadar Cu, Cd, Pb, Fe, Ni, Mn, Co, Ca ve Zn gibi metaller kompleks olabilir.

Sızıntı sularının alifatik ve aromatik hidrokarbonlar, halojenleri içeren toksik organik bileşikleri geniş bir aralıkta içerdiği raporlanmıştır. Karsinojenik polisilik aromatik hidrokarbonlar sızıntı suyunda bulunduğu belirlenmiştir.

3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Gebze Evsel Katı Atık Deponi Alanı

Gebze ilçesi evsel katı atık deponi alanı Gebze şehir merkezine kuş uçuşu 4.5km mesafede ve yerleşim alanının kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 3.1). İlk çöp bırakılmaya başlandığı 15 sene evvel yerleşim merkezi dışını oluştururken, bugün özellikle bu sahadan geçimini sağlayan insanların yerleştiği ve hemen yakınında ikamet ettiği bir yer halini almıştır. Saha yerleşim alanına asfalt bir yolla bağlıdır. Söz konusu sahaya Darıca, Şekerpınar ve Çayırova Belediyelerine ait çöpler de bırakılmaktadır. Çöp deponi alanı bölgenin en yaşlı kaya türlerinden olan geçirimsiz kireçtaşları üzerine planlanmıştır(Foto 3.1.). Sahanın bulunduğu alanın rakımı ortalama olarak 170 m.dir. Hemen kuzey-kuzeybatısından bölgenin önemli su yataklarından biri olan ve Dilovası'ndan İzmit Körfezine boşalan Dilderesinin kollarından biri olan Değirmendere geçmektedir. Çöplük alanına katı atıklar depolanmaya başladığı zamandan günümüze kadar çöplükte oluşan sızıntı suyu doğal drenaj ağıyla söz konusu dereye boşalmaktadır (Foto 3.2).

Gebze'nin çöpleri yaklaşık olarak 15 yıldır belediye tarafından toplanmaktadır. Günde 30 araçla mahallelerden çöpler toplanmakta ve ortalama 6 ton/gün çöp sahaya taşınmaktadır. Gelen atıklar 40 kişilik bir işçi grubu tarafından sahada ayrılmaktadır. Sadece evsel nitelikli atıklar alınmaktadır. Gebze Organize Sanayi Bölgesinden de (GOSB) yalnızca evsel nitelikli atıklar kabul edilmektedir. Hastane atıkları kabul edilmemekte, diğer bölgelerde bertaraf edilmektedir.

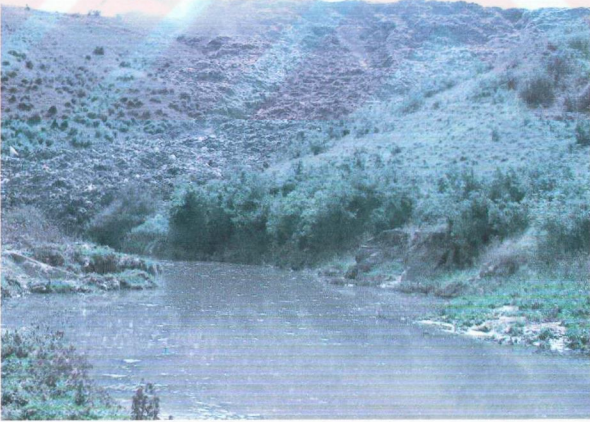
Gebze katı atık deponi sahası 2004 yılının sonbaharında düzensiz çöp depolanması sonucu ciddi yangınlarla karşılaşmış bölgede huzursuzluk yaratmıştır. Gebze çöplüğü ulusal basında da yer alan haberlerle olumsuz olarak gündeme gelmiştir. Bu yangınlar sonrasında katı atık sahasının işletilmesi İZAYDAŞ'a devredilmiş sahanın ayrıntılı problemleri ortaya konularak çözüm üretilmeye çalışılmıştır. Deponi alanının iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar hala devam etmektedir. Yakın gelecekte alternatif düzenli katı atık sahası planlaması yerel basında sık sık gündeme gelmektedir.



Şekil 3.1. Gebze İlçesi ve Katı Atık sahasının 1/25000 ölçekli topografik haritadaki konumu



Fotoğraf 3.1. Gebze Çöp Depolama Alanının Tabanını oluşturan geçirimsiz kireçtaşları



Fotograf 3.2. Gebze Katı atık sahasının kuzeyinde yeralan Değirmen dere ile olan ilişkisi.

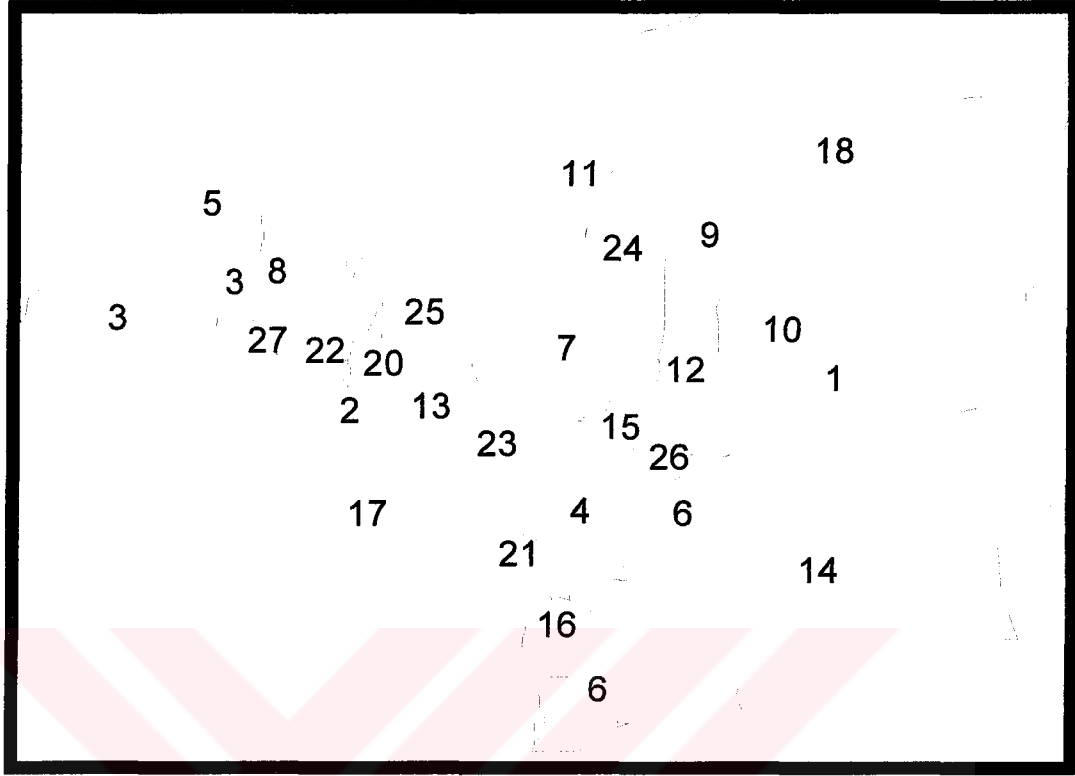
3.2. Numunelerin Toplanması

Çalışmada karakteristiği incelenen sızıntı suyu, Gebze'nin katı atıklarından oluşan suyu temsil etmektedir. Toplanan atıklardan sahaya getirilinceye kadar, sıkıştırma etkisiyle birlikte sızıntı suyu oluşmaktadır. Bu su sadece atıklardan oluşan bir su özelliğindedir. Yani sahaya yüksek oranda kirlilik özelliği taşıyan bir su oluşmuş olarak, atıklar sahaya dökülmektedir. Bu suyun karakteristiğini ortaya çıkarmak üzere, her mahallenin atıklarını toplayan belediyeye ait çöp arabalarından numuneler alınmıştır. Arabalarda yaklaşık 10 litre suyu alabilecek toplama hazneleri mevcuttur. Sahada ise eski atıkların bulunduğu bölgeyi temsil eden bir örnek, yeni atıkların bırakıldığı bölgeyi temsil eden diğer bir örnek alınmıştır. Saha içinde atıklardan ayrı ortam şartlarına açık bir bölgede oluşmuş bir su birikintisinden de örnek alınmış ve analizler yapılmıştır.

Numune alınan mahallelerin Gebze ilçesi yerleşim alanındaki yerleri ve analiz yapılan parametrelerin gösterildiği grafiklerdeki örnek numaraları aşağıda belirtilmiştir (Şekil 3.2, Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Numune alınan mahalleler ve örnek numaraları

Mahalleler	Temsili Numaralar	Mahalleler	Temsili Numaralar	Mahalleler	Temsili Numaralar
Sultanorhan	1	Yenikent	11	İstasyon	21
Beylikbağı	2	Güzeller	12	Mimar Sinan	22
Çayırova	3	Hürriyet	13	Köşklü Çeşme	23
Osman Yılmaz	4	Barış	14	Gaziler	24
Yeni Mahalle	5	Mustafapaşa	15	Yavuzselim	25
Tatlıkuyu-Eskihisar	6	Abdi İpekçi	16	Hacıhalil	26
Mevlana	7	Sırasöğütler	17	Cumhuriyet	27
Adem Yavuz	8	Kirazpınar	18	Yeni çöplükten alınan	28
İnönü	9	Bayramoğlu	19	Eski çöplükten alınan	29
Arapçeşme	10	Ulus	20	Su örneği	30



Şekil 3.2. Gebze'nin mahallerinin dağılımı.

Tablo 3.2. Metal analizleri için mahallelerin numune numaraları

Mahalleler	Temsili Numaralar	Mahalleler	Temsili Numaralar	Mahalleler	Temsili Numaralar
Su Örneği	a1	Sırasöğütler	a11	Abdi İpekçi	a21
Eski Deponi	a2	İstasyon	a12	Yenimahalle	a22
Yeni Deponi	a3	Mimar Sinan	a13	Güzeller	a23
Adem Yavuz	a4	Ulus	a14	Kirazpınar	a24
Hacıhalil	a5	Köşklü Çeşme	a15	Sultan Orhan	a25
Gaziler	a6	İnönü	a16	Yenikent	a26
Barış	a7	Osman Yılmaz	a17	Mustafa Paşa	a27
Bayramoğlu	a8	Mevlana	a18	Hürriyet	a28
Yavuzselim	a9	Arapçeşme	a19	Tatlıkuyu-Eskihisar	a29
Cumhuriyet	a10	Beylik Bağı	a20	Çayırova	a30

3.3. Çöp Sızıntı Sularına Uygulanan Analizler

Numunelerde analizi yapılan parametreler;

- Fiziksel parametreler,
İletkenlik, bulanıklık, AKM, ÇKM, TUKM,
- Kimyasal Parametreler,
pH, KOİ, TOK, SO_4^{-2} , NH_4^+ , Cl^- ,
Metallerden, Cr, Pb, Cu, Cd, Ni, As, Fe, Toplam P, Hg, Mn

analiz edilmiştir.

pH ve iletkenlik WTW, Multi 340i cihazıyla yerinde ölçülmüştür.

Bulanıklık, numuneye göre seyreltme yapılarak Solomat marka cihazla ölçülmüştür.

Askıda katı madde, çözünmüş katı madde ve toplam uçucu katı madde parametreleri standart metoda göre analiz edilmiştir.

KOİ, titrimetrik yöntemle analiz edilmiştir. Analiz için numunelerde yüz kat seyreltme yapılmıştır. Numuneler ve kör numune 2 saatlik oksidasyonun ardından standardizasyonu potasyumdikromat $[\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$ çözeltisi, ferroin indikatörü yardımıyla ile yapılan demir amonyum sülfat $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2]$ çözeltisi ile renk mavi-yeşilden kırmızıya dönmeye kadar titre edilerek bulunan sarfiyatlar kullanılarak numunelere ait KOİ değerleri hesaplanmıştır.

SO_4^{-2} Türbidimetrik yöntemle analiz edilmiştir. Numunelerde gerekli seyreltmeler yapılarak hazırlanan Buffer çözeltisinde baryum klorür $[\text{BaCl}_2]$ ile baryum sülfat $[\text{BaSO}_4]$ kristalleri halinde çöktürülerek 420 nm' de absorbanslar ölçülmüştür. Konsantrasyonları belli çözeltiler hazırlanarak oluşturulan kalibrasyon eğrisinden konsantrasyonlar hesaplanmıştır.

Cl^- Arjantometrik yöntemle analiz edilmiştir. Numunelerden 100 ml hazırlanmış, pH' ları 7-10 arasında ayarlanmış, 1 ml potasyumkromat $[\text{K}_2\text{CrO}_4]$ çözeltisi eklenerek, gümüş nitrat $[\text{AgNO}_3]$ çözeltisi ile pembemsi sarı renkli dönüm noktasına kadar titre edilerek bulunan sarfiyattan hesaplanır.

NH_4^+ Amonyum-Selektiv Elektrod Metodla analiz edilmiştir. Numunelerde gerekli seyrelmeler yapılmıştır. 100 ml örnek alınarak, üzerine 1 ml 10^{-2} M'lik sodyum hidroksit [NaOH] ilave edilerek amonyum-elektrod cihazıyla sonuçlar belirlenmiştir.

TOK, numunelerde uygun seyreltmeler yapılarak, çalışma aralığı 0.05-50 mg/l arasında değişen, kimyasal ajan olarak amonyum persülfat kullanılan, SIEVERS marka 2244 AP model, TOK cihazıyla belirlenmiştir.

Ağır metal analizleri için numunelerden 5 ml alınarak üzerlerine 5ml HNO_3 + 1 ml H_2O_2 ilave edilmiş, Mikrodalga fırında çözeltiye geçirildikten sonra numuneler balon jojelere alınıp distile su ile 100ml' ye tamamlanmıştır. Numuneler analiz edilinceye kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Analizler, Perkin Elmer Simaa 6000 Simultaneous Multielemental Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS) cihazında analiz edilmiştir.

Ağır metal analiz sonuçlarının gösterildiği grafiklerde mahalleler için kullandığımız temsili birimler Tablo 3.2' deki verilmiştir.

Numunelerin organik içeriklerinin belirlenmesi için 8 adet numune hazırlanmıştır. Numunelerden 7 numaralı, eski çöplerin bulunduğu bölgeden alınan, 8 numaralı örnek ise yeni çöplerin bırakıldığı bölgeden alınan örnektir. 1,2,3,4,5 ve 6 numaralı örnekler mahallelerden oluşturulan numunelerdir.

Numuneler TÜBİTAK-MAM da analiz edilmiştir. Örneklerin sıvı-sıvı ekstraksiyonu için kullanılan solventlerle kompleks oluşturması üzerine EPA Metod 3535 (Solid Phase Extraction)'e uygun olarak C18 SPE kartuşları ile ekstrakte edilen örneklerin Agilent Marka GC-MS cihazına splitless enjeksiyonu ile yapılmıştır. Cihaz şartları aşağıda verilmiştir.

Kolon: DB-5. 60m x 0.25mm ID x 0.25um film kalınlığı,

Basınç: 20psi,

Enjeksiyon hacmi: 5-10 ul,

Fırın Programı: 40 $^{\circ}\text{C}$ ' de 5dk bekle- 10 $^{\circ}\text{C}/\text{dk}$ artış ile 250 $^{\circ}\text{C}$ ' ye çık-5 dk bekleme süresiyle bitmektedir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Kirletici Parametrelerin Analiz Sonuçları

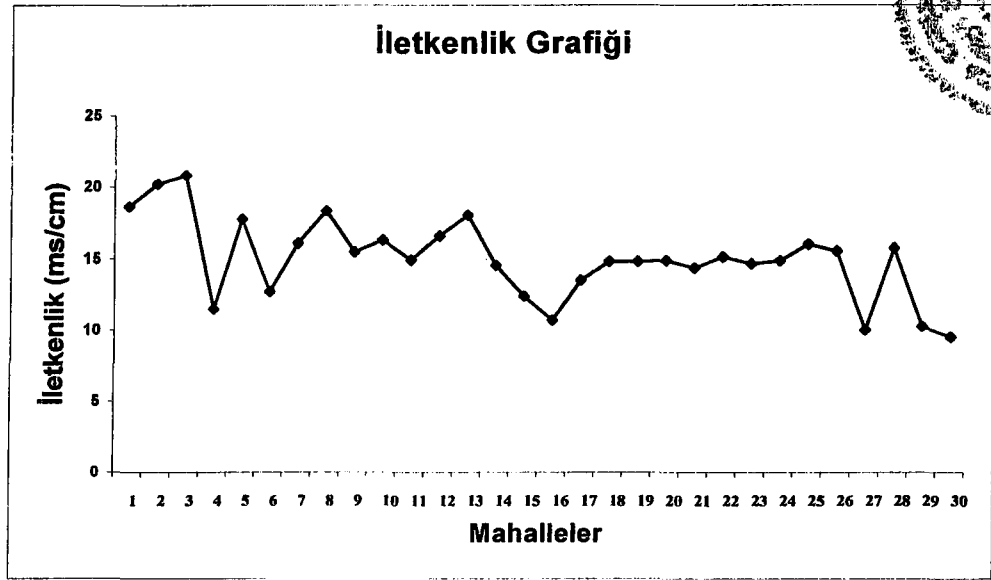
Karakterizasyonunu incelediğimiz sızıntı suyu örneklerimizde fiziksel kirletici parametreler başlığı altında pH, bulanıklık, iletkenlik, askıda katı madde, çözünmüş katı madde, toplam uçucu katı madde analizleri yapılmıştır.

4.1.1. İletkenlik Analiz Sonuçları

İletkenlik, sulu bir çözeltinin elektrik akımını iletme kapasitesinin sayısal bir ifadesidir. Bu kapasite var olan iyonların hareketliliğine, değerliğine ve göreceli konsantrasyonuna bağlıdır. Pek çok inorganik asitli çözeltiler, bazlar ve tuzlar oldukça iyi iletkenlerdir (SMWW, 1995). Yapılan analiz sonuçları Tablo 4.1 ve Şekil 4.1 de de grafiği görülmektedir. Yerinde analiz yapılarak bulunan değerlere göre sonuçlar 9-20 mS/cm arasında değişmektedir. En yüksek değerler mahallelerden alınan örneklerde, en düşük değer ise deponiden alınan su örneğinde belirlenmiştir. Görülen yüksek iletkenlik değerleri numunelerin yüksek Cl^- ve iyonlar içermesiyle açıklanabilir. Çöp sızıntı suyunda bekleme iletkenliği düşürmektedir.

Tablo 4.1. Mahalleler ve deponi sahasının iletkenlik analiz sonuçları

Mahalleler	İletkenlik (mS/cm)	Mahalleler	İletkenlik (mS/cm)	Mahalleler	İletkenlik (mS/cm)
Sultanorhan (1)	18.6	Yenikent (11)	14.91	İstasyon (21)	14.35
Beylikbağı (2)	20.2	Güzeller (12)	16.55	Mimar Sinan (22)	15.11
Çayırova (3)	20.8	Hürriyet (13)	17.96	Köşklü Çeşme (23)	14.65
Osman Yılmaz (4)	11.5	Barış (14)	14.53	Gaziler (24)	14.85
Yeni Mahalle (5)	17.7	Mustafapaşa (15)	12.39	Yavuzselim (25)	15.95
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	12.73	Abdi İpekçi (16)	10.7	Hacıhalil (26)	15.5
Mevlana (7)	16.06	Sırasöğütler (17)	13.5	Cumhuriyet (27)	10
Adem Yavuz (8)	18.29	Kirazpınar (18)	14.8	Yeni çöplükten alınan (28)	15.7
İnönü (9)	15.45	Bayramoğlu (19)	14.81	Eski çöplükten alınan (29)	10.25
Arapçeşme (10)	16.25	Ulus (20)	14.86	Su örneği (30)	9.5



Şekil 4.1. Mahalleler ve deponi sahasının iletkenlik analiz sonuçları

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde farklılıklar görülmektedir. Irene ve ark., 1999'da Hong Kong da bulunan 10 farklı evsel deponi alanına ait sızıntı sularında buldukları iletkenlik değerleri 20-90 mS/cm arasında değişmektedir. Bu çalışmada bulunan değerler literatürdeki değerlerle uyum göstermektedir.

4.1.2. Bulanıklık Analiz Sonuçları

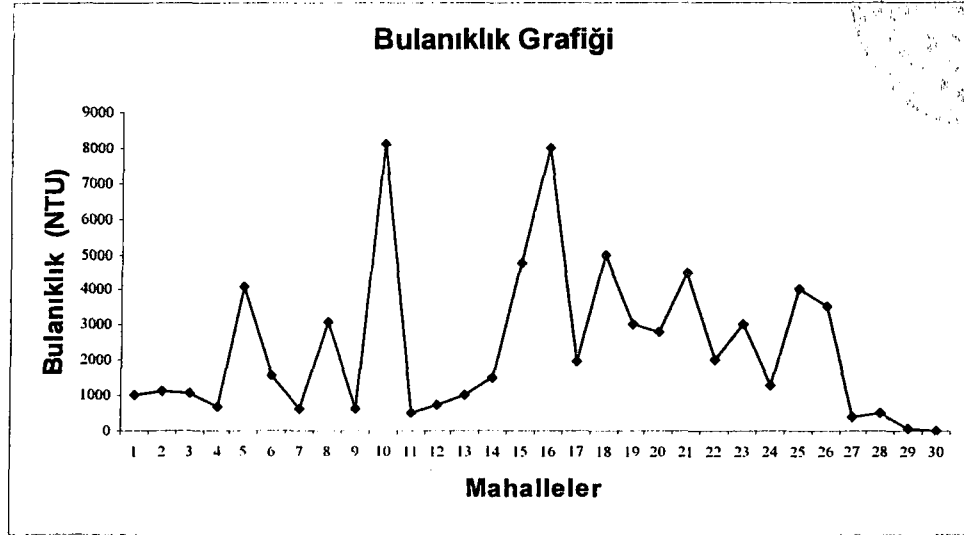
Suların bulanık oluşu; içinden geçen ışığı askıda maddelerin engellemesi nedeniyle. Bulanıklığın nedeni ise su içinde askıda bulunan kil, silis, organik maddeler, mikroskobik organizmalar, çökebilir haldeki kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit veya benzer maddelerden ileri gelir. Bunlar kolloid büyüklüğünden, iri taneciklere kadar değişik tane büyüklüklerinde olabilir (Samsunlu, 1999).

Bulanıklık verileri evsel ve endüstriyel atıksu tasfiyesi ve su temininde dikkate alınan önemli bir parametredir (Şengil ve Özacar, 1996). Analiz sonuçlarına göre numunelerin bulanıklığı farklılıklar göstermektedir. Bulanıklık sonuçları 5.15-8100 NTU arasında değişmektedir (Tablo 4.2, Şekil 4.2). En düşük bulanıklık değeri deponiden alınan su örneğinde ve eski çöplerin bulunduğu bölümden alınan örneklerde çıkmıştır. Bunlarda yapılan katı madde tayin sonuçlarının da nispeten düşük olması nedeniyle bulanıklık sonuçları bu örneklerde düşük çıkmıştır. Aynı

şekilde en yüksek değerler nüfusun yoğun olduğu Abdiipekçi ve Arapçeşme mahallelerinde çıkmıştır. Yeni çöplükten alınan örnekteki sonuç ise oldukça düşüktür. El-Fadel ve ark. 2002’de yaptıkları bir çalışmada farklı 8 tane evsel katı atık deponi alanına ait sızıntı sularında bulunan değerleri dikkate alarak bir aralık belirlemişlerdir. Buna göre 40-500 NTU bulmuşlardır. Tatsi ve Zouboulis 2002 yılında Selanik’te bulunan genç bir deponi alanı sızıntı suyunda bulanıklık değerlerini 1100-2700 NTU olarak bulmuşlardır. bu değerlere göre numunelerde bulunan sonuçlar oldukça yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda çöp sızıntı sularında bulanıklığı kontrol eden faktörler arasında sızıntı suyunun bekleme süresi ve katı atık türündeki çeşitliliğin etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 4.2. Mahalleler ve deponi sahasının bulanıklık analiz sonuçları

Mahalleler	Bulanıklık (NTU)	Mahalleler	Bulanıklık (NTU)	Mahalleler	Bulanıklık (NTU)
Sultanorhan (1)	1030	Yenikent (11)	520	İstasyon (21)	4500
Beylikbağı (2)	1118	Güzeller (12)	750	Mimar Sinan (22)	2000
Çayırova (3)	1035	Hürriyet (13)	1000	Köşklü Çeşme (23)	3000
Osman Yılmaz (4)	660	Barış (14)	1500	Gaziler (24)	1300
Yeni Mahalle (5)	4100	Mustafapaşa (15)	4760	Yavuzselim (25)	4000
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	1550	Abdi İpekçi (16)	8000	Hacıhalil (26)	3500
Mevlana (7)	640	Sırasöğütler (17)	1930	Cumhuriyet (27)	400
Adem Yavuz (8)	3100	Kirazpınar (18)	5000	Yeni çöplükten alınan (28)	506
İnönü (9)	620	Bayramoğlu (19)	3000	Eski çöplükten alınan (29)	45.8
Arapçeşme (10)	8100	Ulus (20)	2800	Su örneği (30)	5.15



Şekil 4.2. Mahalleler ve deponi sahasının bulanıklık analiz sonuçları

4.1.3. Katı Madde Analiz Sonuçları

Sudaki ve atıksudaki askıda veya çözünmüş haldeki maddeler, katı maddeler olarak isimlendirilirler. Alışılmış tanımı ise buharlaştırma işleminden ve 103-105 C°'de kurutmadan sonra geriye kalan maddelerin tümü şeklindedir (Samsunlu, 1999). Yüksek konsantrasyonda katı madde içeren kirlenmiş sular, endüstrilerin çıkış suyu kalitesine ve alıcı ortama olumsuz etki yapar. Yüzeysel sularda askı halinde bulunan tanecikler mineral veya organik kökenli olabilir (Şengil ve Özacar, 1996).

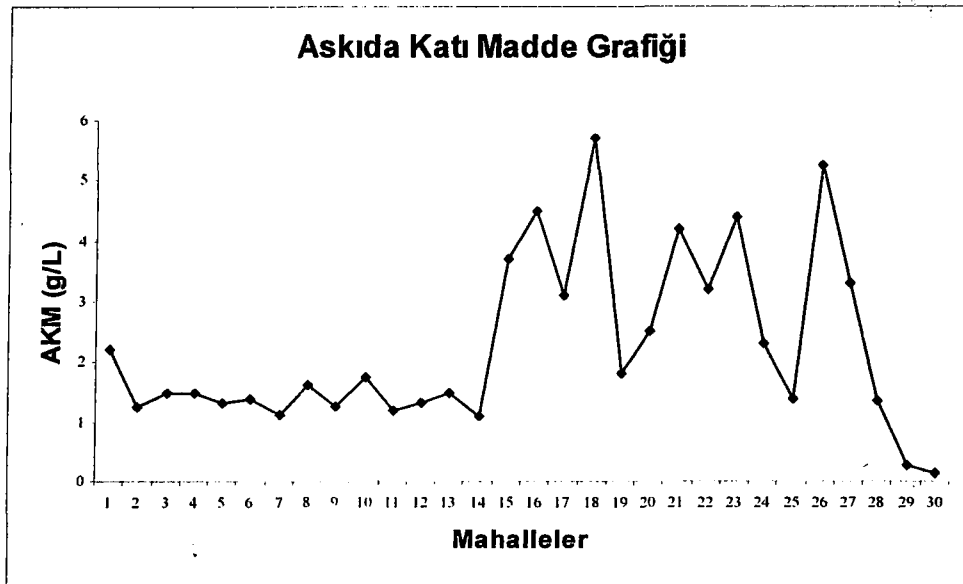
Katı madde tayinleri çevresel açıdan, evsel kullanım için suyun uygunluğunu belirlemede önemlidir. Bunun için katı madde konsantrasyonu 500 mg/L den az sular kullanılır. Toplam katı madde, filtre edilemeyen katı madde olarak adlandırılan katı madde analizlerinden askıda katı madde ve suda çözünmüş halde bulunan katı maddelerin analizlerinin toplamı olarak ifade edilebilir (Samsunlu, 1999). Sudaki toplam çözünmüş katılar, inorganik tuzları ve az miktarda organik maddeleri içerirler. Gerek yüzey suları gerekse yeraltı suları ilişkide oldukları toprak ve taş malzemeden mineral çözerler. Çözünmüş inorganik maddeler suda iyon olarak bulunur. Bunların yanında sular ağır metal iyonlarını (kurşun, civa, kadmiyum vb.) ve organik maddeleri de içerebilirler. Çözünmüş organik kimyasallar (pestisitler, herbisitler gibi) küçük miktarlarda bile insan ve hayvanlar üzerinde toksik etki gösterirler. Trihalometanlar (THM) ve dioksin gibi suda çözünmüş organik

maddelerin çoğu kanser yapıcıdır. Bu tip organikler suda çözünmüş iyon formunda ve düşük konsantrasyondadırlar (<http://www.pws.com.tr>).

Numunelerde askıda katı madde, çözünmüş katı madde ve toplam uçucu katı madde (organik katı madde) analizleri yapılarak bulunan sonuçlara göre askıda katı madde değerleri 0.3-6 g/L arasında değişmektedir (Tablo 4.3, Şekil 4.3). Çözünmüş katı madde değerleri 4-49 g/L arasındadır (Tablo 4.4, Şekil 4.4). Toplam uçucu katı madde değerleri ise 1.26-40.16 g/L arasındadır (Tablo 4.5, Şekil 4.5). Askıda katı madde değerleri bulanıklık değerlerinin yüksek çıktığı mahallelerle orantılı olduğu, çözünmüş katı madde değerlerinin de iletkenlikle orantılı olduğu söylenebilir. Literatürde yapılan bazı çalışmalara bakılacak olursa, Tatsi ve Zouboulis 2002 yılında Selanik'te bulunan genç bir deponi alanı sızıntı suyunda askıda katı madde analiz sonuçlarını genç deponi alanı için 0.4-1.9 g/L, .stabil bir deponi alanı için 0.01-5.9 g/L arasında değişen değerler bulmuşlardır.

Tablo 4.3. Mahalleler ve deponi sahasının AKM analiz sonuçları

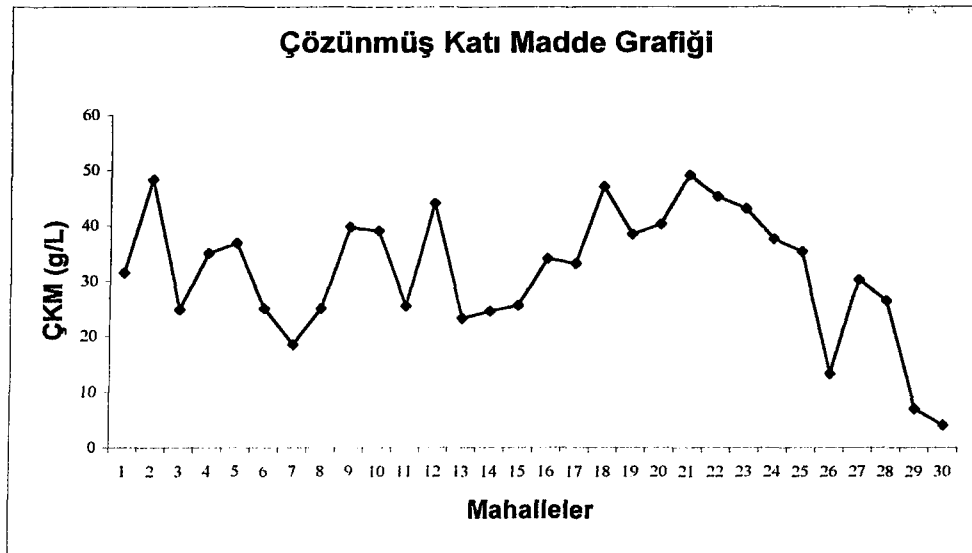
Mahalleler	AKM (g/L)	Mahalleler	AKM (g/L)	Mahalleler	AKM (g/L)
Sultanorhan (1)	2.2	Yenikent (11)	1.2	İstasyon (21)	4.2
Beylikbağı (2)	1.25	Güzeller (12)	1.33	Mimar Sinan (22)	3.2
Çayırova (3)	1.5	Hürriyet (13)	1.5	Köşklü Çeşme (23)	4.4
Osman Yılmaz (4)	1.5	Barış (14)	1.1	Gaziler (24)	2.3
Yeni Mahalle (5)	1.32	Mustafapaşa (15)	3.7	Yavuzselim (25)	1.4
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	1.4	Abdi İpekçi (16)	4.5	Hacıhalil (26)	5.25
Mevlana (7)	1.13	Sırasöğütler (17)	3.1	Cumhuriyet (27)	3.3
Adem Yavuz (8)	1.63	Kirazpınar (18)	5.7	Yeni çöplükten alınan (28)	1.35
İnönü (9)	1.24	Bayramoğlu (19)	1.8	Eski çöplükten alınan (29)	0.27
Arapçeşme (10)	1.75	Ulus (20)	2.5	Su örneği (30)	0.12



Şekil 4.3. Mahalleler ve deponi sahasının AKM analiz sonuçları

Tablo 4.4. Mahalleler ve deponi sahasının ÇKM analiz sonuçları

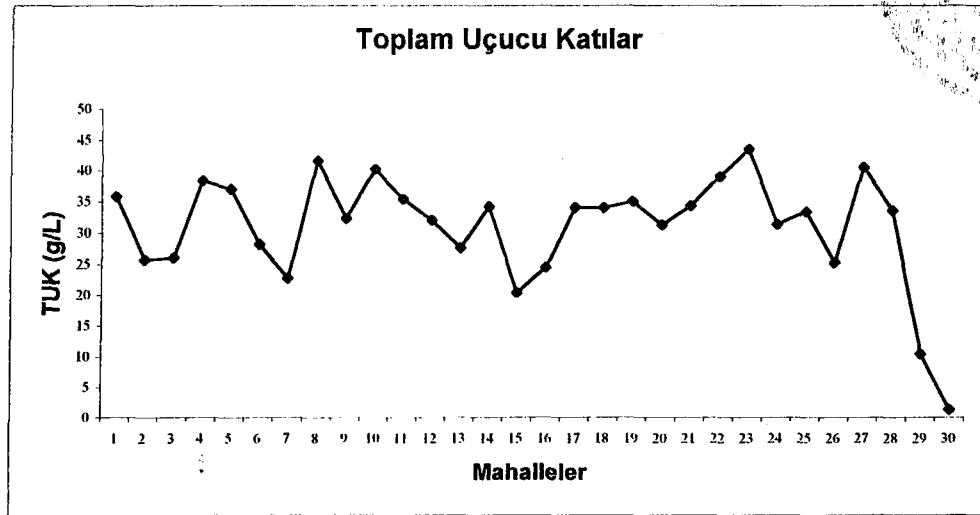
Mahalleler	ÇKM (g/L)	Mahalleler	ÇKM (g/L)	Mahalleler	ÇKM (g/L)
Sultanorhan (1)	31.5	Yenikent (11)	25.5	İstasyon (21)	49.1
Beylikbağı (2)	48.3	Güzeller (12)	44	Mimar Sinan (22)	45.2
Çayırova (3)	24.8	Hürriyet (13)	23.2	Köşklü Çeşme (23)	43
Osman Yılmaz (4)	3	Barış (14)	24.5	Gaziler (24)	37.5
Yeni Mahalle (5)	36.8	Mustafapaşa (15)	25.6	Yavuzselim (25)	35.3
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	25	Abdi İpekçi (16)	34	Hacıhalil (26)	13.25
Mevlana (7)	18.5	Sırasöğütler (17)	33.2	Cumhuriyet (27)	30.2
Adem Yavuz (8)	25	Kirazpınar (18)	47	Yeni çöplükten alınan (28)	26.4
İnönü (9)	39.7	Bayramoğlu (19)	38.4	Eski çöplükten alınan (29)	7
Arapçeşme (10)	39	Ulus (20)	40.2	Su örneği (30)	4



Şekil 4.4. Mahalleler ve deponi sahasının ÇKM analiz sonuçları

Tablo 4.5. Mahalleler ve deponi sahasının TUKM analiz sonuçları

Mahalleler	TUKM (mg/L)	Mahalleler	TUKM (mg/L)	Mahalleler	TUKM (mg/L)
Sultanorhan (1)	35.8	Yenikent (11)	35.4	İstasyon (21)	34.3
Beylikbağı (2)	25.7	Güzeller (12)	32	Mimar Sinan (22)	39
Çayırova (3)	26.05	Hürriyet (13)	27.6	Köşklü Çeşme (23)	43.45
Osman Yılmaz (4)	38.34	Barış (14)	34.2	Gaziler (24)	31.3
Yeni Mahalle (5)	37.02	Mustafapaşa (15)	20.37	Yavuzselim (25)	33.3
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	28.2	Abdi İpekçi (16)	24.45	Hacıhalil (26)	25.2
Mevlana (7)	22.7	Sırasöğütler (17)	34.03	Cumhuriyet (27)	40.5
Adem Yavuz (8)	41.6	Kirazpınar (18)	34	Yeni çöplükten alınan (28)	33.5
İnönü (9)	32.3	Bayramoğlu (19)	35	Eski çöplükten alınan (29)	10.4
Arapçeşme (10)	40.16	Ulus (20)	31.2	Su örneği (30)	1.26



Şekil 4.5. Mahalleler ve deponi sahasının TUKM analiz sonuçları

4.2. Kimyasal Kirletici Parametrelerin Analiz Sonuçları

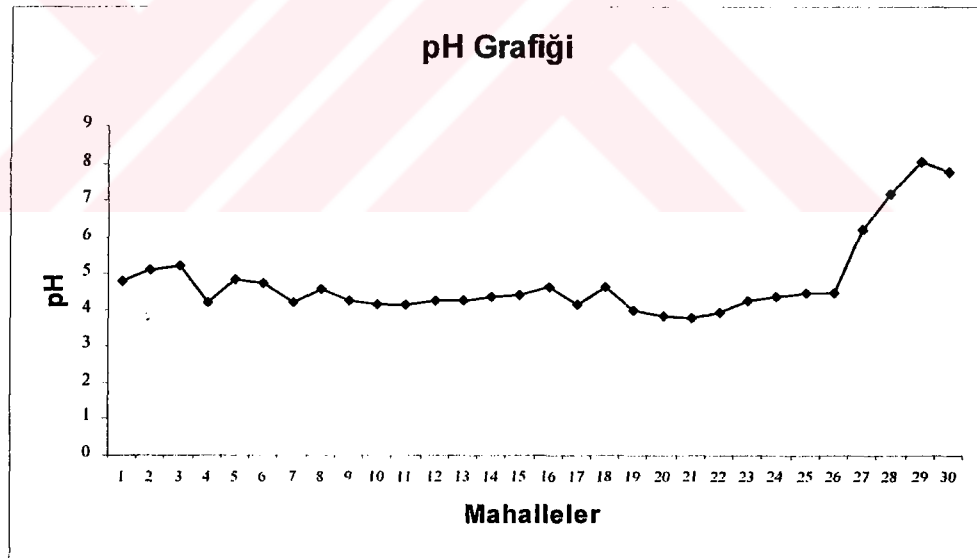
4.2.1. pH Analiz Sonuçları

pH bir çözeltinin asit veya baz olma özelliğinin şiddetini gösteren bir terim olup, çevre mühendisliğinde su temininde, deşarj koşullarında ve pek çok uygulamada öneme sahiptir.

Sızıntı sularının pH değerleri, fakültatif anaerobik mikroorganizmalar tarafından meydana gelen ayrışma sonucu oluşan asetik asit gibi uçucu yağ asitlerinin oluşması sonucu pH değerleri 4-5 arasında değişir ve asidik özellik gösterir (Öman and Hynning, 1993). Sonuçlar Tablo 4.6 ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Sonuçlarda görüldüğü üzere mahallelerden alınan örneklerin pH değerleri 4-5 arasında değişmekte, asidik özellik göstermektedir. Fabrikaların bulunduğu bölgedeki evsel atıkların toplandığı araçtan alınan örnek ve deponi alanını temsil eden örneklerin pH değerleri 7-8 arasında olup bazik özellik göstermektedir. Buradan hareketle çöp sızıntı sularının zamana bağlı olarak asidik özellikten nötr hatta zayıf bir bazik özelliğe geçtiği söylenebilir.

Tablo 4.6. Mahalleler ve deponi sahasının pH analiz sonuçları

Mahalleler	pH	Mahalleler	pH	Mahalleler	pH
Sultanorhan (1)	4.78	Yenikent (11)	4.15	İstasyon (21)	3.75
Beylikbağı (2)	5.1	Güzeller (12)	4.28	Mimar Sinan (22)	3.95
Çayırova (3)	5.23	Hürriyet (13)	4.26	Köşklü Çeşme (23)	4.27
Osman Yılmaz (4)	4.18	Barış (14)	4.36	Gaziler (24)	4.34
Yeni Mahalle (5)	4.83	Mustafapaşa (15)	4.43	Yavuzselim (25)	4.49
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	4.74	Abdi İpekçi (16)	4.63	Hacıhalil (26)	4.5
Mevlana (7)	4.2	Sırasöğütler (17)	4.15	Cumhuriyet (27)	6.21
Adem Yavuz (8)	4.56	Kirazpınar (18)	4.62	Yeni çöplükten alınan (28)	7.19
İnönü (9)	4.28	Bayramoğlu (19)	4.01	Eski çöplükten alınan (29)	8.05
Arapçeşme (10)	4.17	Ulus (20)	3.85	Su örneği (30)	7.77

**Şekil 4.6.** Mahalleler ve deponi sahasının pH analiz sonuçları

Lisk'in 1991 yılında stabil ve genç deponi alanlarına ait sızıntı sularında yaptığı literatür araştırması sonucu bulduğu pH değerlerini, dört yaşından küçük deponi alanları için 5.7-8, on yaşından büyük deponi alanları için 6.6-8.3 arasında değerler aldığını belirlemişlerdir.

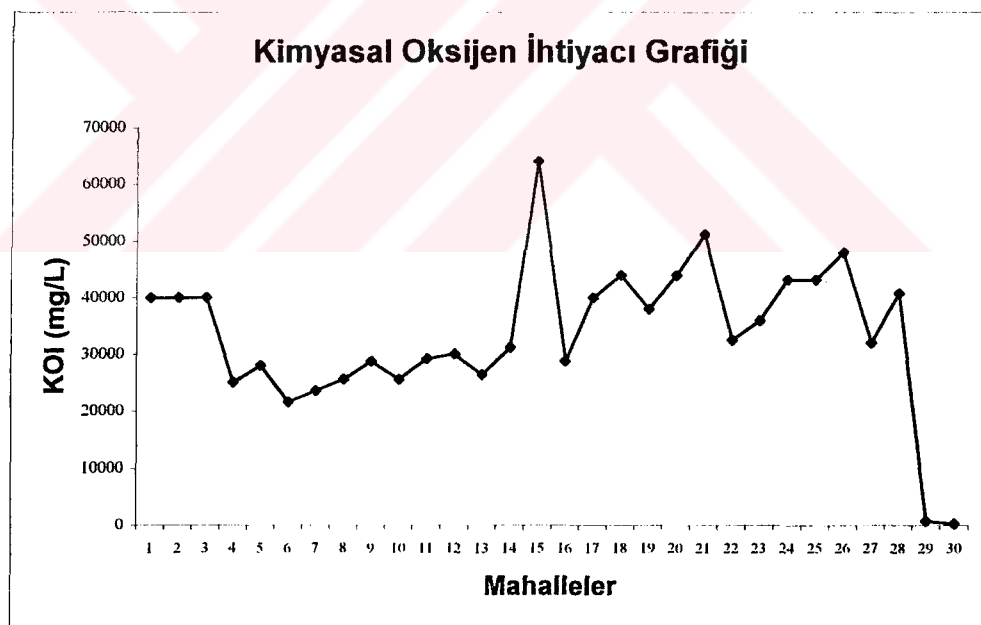
4.2.2. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Analiz Sonuçları

Kimyasal oksijen ihtiyacı, evsel ve endüstriyel atık suların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Çevre kirlenmesinde en çok kullanılan kollektif parametrelerden biridir. Bu parametre ile atıksuların bünyesindeki organik maddeler, kimyasal oksidasyonları için gerekli oksijen miktarı cinsinden verilir. Organik maddenin redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır (Samsunlu, 1999).

Sızıntı suları yüksek KOİ değerlerine sahip sulardır. Bu suların KOİ'si suda bulunan oksitlenebilen bütün maddelerin ölçümünü ifade eder. BOİ'si ise biyolojik olarak parçalanabilen organik maddelerin ifadesidir. Dolayısıyla KOİ/BOİ oranı sızıntı suyunun ve deponi alanının olgunluğu ve organik maddenin biyolojik olarak parçalanabilirliğinin bir ölçüsü olarak düşünülebilir. Buna göre KOİ/BOİ>0.5 olan deponi alanları için genç ve stabil olmayan bir deponi olarak yorumlama yapılabilir. Yaşla birlikte bu oran azalır. Katı atıkların ikinci ayrışma safhası olan asetojenik safha yada asit safhası olarak adlandırılan ayrışmada sızıntı suyu en yüksek KOİ değerine sahiptir (El-Fadel, 2002). Sonuçları Tablo 4.7'de görülen KOİ değerleri oldukça yüksek çıkmıştır. Analizi yapılan sızıntı suyu örneği de yeni oluşmuş, taze bir sızıntı suyunu temsil etmektedir. Dolayısıyla KOİ değerleri yüksek çıkmıştır. 800- 64000 mg/L arasında değişmektedir. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi en yüksek değer Mustafapaşa (15) mahallesinde çıkmıştır. Deponi sahasından alınan su örneğinin de ise 256 mg/L olarak düşük bir değer bulunmuştur. Eski atıkların bulunduğu kısımdan alınan örneğin KOİ değeri 800 mg/L'dir. Mahallelerden gelen taze sızıntı suyuındaki değerden oldukça düşük değerle ulaştığı yani suyun KOİ değerinin stabil duruma geldiği söylenebilir. Literatürde de KOİ değerleri oldukça farklılar göstermektedir. Calace ve ark., 2001 yılında İtalya'da yaptıkları çalışma sonucu on yaşından büyük evsel katı atık deponi alanına ait sızıntı suyu örneğinde 9100 mg/L, El-Fadel ve ark., 8 farklı deponi alanına ait sızıntı suyu örneğinde 195000 mg/L gibi yüksek değerler bulmuşlardır.

Tablo 4.7. Mahalleler ve deponi sahasının Kimyasal Oksijen İhtiyacı analiz sonuçları

Mahalleler	KOI (mg/L)	Mahalleler	KOI (mg/L)	Mahalleler	KOI (mg/L)
Sultanorhan (1)	40000	Yenikent (11)	29200	İstasyon (21)	51200
Beylikbağı (2)	40000	Güzeller (12)	30000	Mimar Sinan (22)	32500
Çayırova (3)	40000	Hürriyet (13)	26400	Köşklü Çeşme (23)	36000
Osman Yılmaz (4)	25000	Barış (14)	31200	Gaziler (24)	43200
Yeni Mahalle (5)	28000	Mustafapaşa (15)	64000	Yavuzselim (25)	43200
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	21600	Abdi İpekçi (16)	28800	Hacıhalil (26)	48000
Mevlana (7)	23600	Sırasöğütler (17)	40000	Cumhuriyet (27)	32000
Adem Yavuz (8)	25600	Kirazpınar (18)	44000	Yeni çöplükten alınan (28)	40800
İnönü (9)	28800	Bayramoğlu (19)	38000	Eski çöplükten alınan (29)	800
Arapçeşme (10)	25600	Ulus (20)	44000	Su örneği (30)	256



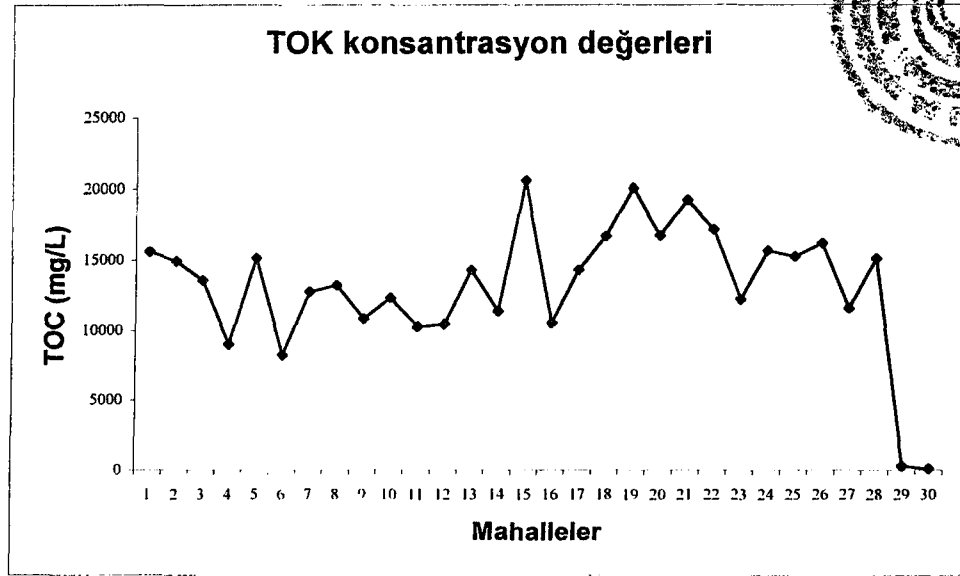
Şekil 4.7. Mahalleler ve deponi sahasının Kimyasal Oksijen İhtiyacı analiz sonuçları

4.2.3. Toplam Organik Karbon Analiz Sonuçları

Su ve atık sulardaki organik karbon, değişik oksidasyon kademelerinde, değişik organik maddelerde bulunmaktadır. TOK, organik maddenin oksidasyon kademesinden bağımsızdır. TOK konsantrasyonu, belli miktarda bir numunenin yüksek ısıdaki bir fırına ya da kimyasal olarak oksitleyici bir ortama enjekte edilmesi yöntemiyle belirlenir (Şengil ve Özacar, 1996). KOİ/TOK oranları da sızıntı suyu ile ilgili bilgi edinmede yardımcı olan bir orandır. Enerji kaynağı olarak organik karbonun elde edilebilirliğinin bir ölçüsüdür. Zamana bağlı olarak bu oran da azalır. KOİ/TOK oranı 1.3-4 arasında yer alabilir. Bu orandaki azalma mikrobiyolojik büyüme için gerekli organik karbonun okside olması sonucudur. Bu organikler mikrobiyal aktivitenin ayrışma ürünleridir. Deponi alanının yaşı ile artar. Örneklerin TOK değerleri de KOİ değerlerine paralellik göstermektedir. Sonuçları Tablo 4.8'de verilen TOK değerleri 97.25-20600 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değerler su örneğinde ve eski deponi alanını temsil eden örnekte çıkmıştır (Şekil 4.8). Jensen and Christensen, 1999 yılında yaptıkları çalışmada genç evsel deponi alanı sızıntı suyunda 78 mg/L bulurken, El-Fadel ve ark., 2002 yılında yaptıkları literatür araştırmasında 33500 mg/L gibi yüksek bir değer bulmuşlardır.

Tablo 4.8. Mahalleler ve deponi sahasının TOK analiz sonuçları

Mahalleler	TOK (mg/L)	Mahalleler	TOK (mg/L)	Mahalleler	TOK (mg/L)
Sultanorhan (1)	15625	Yenikent (11)	10250	İstasyon (21)	19250
Beylikbağı (2)	14950	Güzeller (12)	10425	Mimar Sinan (22)	17195
Çayırova (3)	13550	Hürriyet (13)	14270	Köşklü Çeşme (23)	12200
Osman Yılmaz (4)	9000	Barış (14)	11325	Gaziler (24)	15700
Yeni Mahalle (5)	15135	Mustafapaşa (15)	20600	Yavuzselim (25)	15280
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	8225	Abdi İpekçi (16)	10520	Hacıhalil (26)	16200
Mevlana (7)	12750	Sırasöğütler (17)	14300	Cumhuriyet (27)	11550
Adem Yavuz (8)	13200	Kirazpınar (18)	16700	Yeni çöplükten alınan (28)	15125
İnönü (9)	10800	Bayramoğlu (19)	20100	Eski çöplükten alınan (29)	295
Arapçeşme (10)	12300	Ulus (20)	16780	Su örneği (30)	97.25



Şekil 4.8. Mahalleler ve deponi sahasının TOK analiz sonuçları

4.2.4. Sülfat Analiz Sonuçları

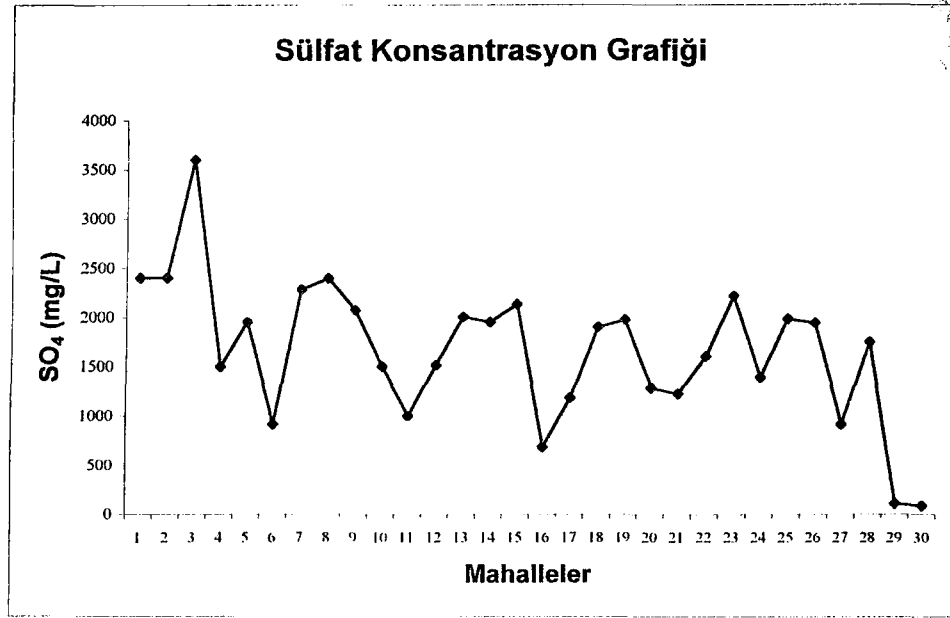
Sülfat çevre sularına doğal yollardan karışan en önemli iyonlardan biridir. Bütün doğal sularda değişen miktarlarda sülfat bulunur. Bazı endüstriyel atık suların sülfat muhtevası fazladır ve doğal sulara karıştıklarında onların da sülfat miktarını artırırlar. Sülfür (S^{2-}) bileşikleri, çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksitite ve korozyon gibi problemleriyle önemli kirletici durumundadırlar. Suda yüksek sülfatın anlamı; yüksek sertlik, yüksek sodyum tuzu ve yüksek asiditedir (<http://www.pws.com.tr>). Atıksulardaki sülfat içeriği, sülfatların hidrojen sülfüre indirgenmesi nedeni ile ortaya çıkacak problemlerin büyüklüğünü belirleme açısından da sülfat önemli bir parametredir (Samsunlu, 1999).

Atıkların maruz kaldığı ilk ayrışma şekli olan aerobik ayrışma depo sahası içerisinde sınırlı miktardaki oksijen tükenene kadar süren ve atık ayrışımı için yüksek miktarda oksijen gerektiren bir fazdır. Depo sahalarında aerobik ayrışma fazı oksijenin açık havadan difüzyonla ve yağmur suyundan temin edildiği üst tabakada meydana gelir. Bütün aerobik proseslerin olduğu bu üst tabakada proteinler aminoasitlere indirgenir. Bunlardan da CO_2 , su, nitrat ve sülfatlar oluşur. Redoks potansiyeli düştükçe, sızıntı suyunun başlangıçtaki yüksek sülfat konsantrasyonu

zamanla azalır. Anaerobik şartlar altında sülfatlar sülfidlere indirgenirler. Numunelerde sonuçlara bakıldığında ilk ayrışma safhasında görülen yüksek sülfat değerlerini içermektedir. Sonuçlar 87-3600 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 4.9). En yüksek sülfat değerleri mahallelerden alınan taze sızıntı suyunda, en düşük değer ise deponi sahasından alınan sızıntı suyunda görülmüştür (Şekil 4.9). Taze sızıntı suyunda yüksek çıkan değer, stabil olan sızıntı suyunda düşük çıkmıştır. Tatsi ve Zouboulis, 2002 yılında yaptıkları bir çalışmada Fransa'da bulunan evsel ve endüstriyel katı atık deponi alanına sahip sızıntı suyunda sülfat konsantrasyonunu 3-9170 mg/L arasında değişen değerlerde bulmuşlardır.

Tablo 4.9. Mahalleler ve deponi sahasının Sülfat analiz sonuçları

Mahalleler	SO ₄ ⁻² (mg/L)	Mahalleler	SO ₄ ⁻² (mg/L)	Mahalleler	SO ₄ ⁻² (mg/L)
Sultanorhan (1)	2400	Yenikent (11)	997	İstasyon (21)	1221
Beylikbağı (2)	2400	Güzeller (12)	1510	Mimar Sinan (22)	1600
Çayırova (3)	3600	Hürriyet (13)	2000	Köşklü Çeşme (23)	2213
Osman Yılmaz (4)	1500	Barış (14)	1948	Gaziler (24)	1386
Yeni Mahalle (5)	1948	Mustafapaşa (15)	2130	Yavuzselim (25)	1980
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	915	Abdi İpekçi (16)	684	Hacıhalil (26)	1940
Mevlana (7)	2278	Sırasöğütler (17)	1180	Cumhuriyet (27)	915
Adem Yavuz (8)	2394	Kirazpınar (18)	1900	Yeni çöplükten alınan (28)	1744
İnönü (9)	2072	Bayramoğlu (19)	1973	Eski çöplükten alınan (29)	109
Arapçeşme (10)	1500	Ulus (20)	1278	Su örneği (30)	87



Şekil 4.9. Mahalleler ve deponi sahasının Sülfat analiz sonuçları

4.2.5. Klorür Analiz Sonuçları

Klorürler tüm doğal sularda çeşitli konsantrasyonlarda bulunurlar. Klorür içeriği, normal olarak, mineral içeriğinin artması ile artar. Sudaki minerallerden, endüstriyel atıklardan, deniz sularından kaynaklanır. Dağlık alanlardaki su kaynakları çok düşük klorür konsantrasyonları içermektedir. Buna karşılık nehir ve yeraltı su kaynakları belli miktarlarda klorür konsantrasyonları içerir.

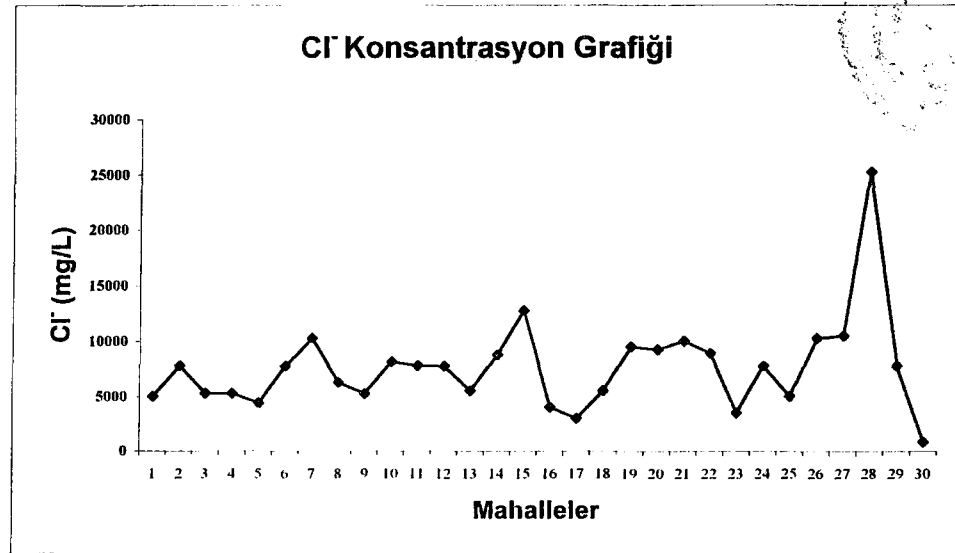
Klorür doğal sulara çeşitli yollarla karışır. Suyun çözücü özelliği toprağın üst ve alt tabakalarındaki klorürlerin su ortamına taşınmasına neden olur. Fekal atıklar da klorür içermektedir. Bakteriyolojik test işlemleri gelişmeden önce klorür azotla beraber suların kirlenip kirlenmediğinin belirlenmesinde dikkate alınmıştır. Ayrıca klorür eskiden beri izleyici parametre olarak kullanılmıştır. Ancak günümüzde yerini giderek çeşitli boyalar, nitritler ve radyoaktif maddeler almıştır (Samsunlu, 1999).

Sızıntı suyunda klorür deponi alanının stabilizasyon derecesini belirleyen önemli bir parametredir. Klorür, inert yani biyolojik olarak parçalanmayan bir bileşik olduğu için sızıntı suyu kontaminasyon alanının belirlenmesinde kullanılabilir.

$\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ oranındaki hızlı düşüş, deponi alanlarında anaerobik şartlar altında sülfatların sülfidlere indirgenmesi sonucu sülfat konsantrasyonunun azalmasıyla, oksidasyon-redüksiyon potansiyeli değerleri ile açıklanır (Tatsi and Zouboulis, 2002). Numunelerin klorür değerleri oldukça yüksek çıkmıştır. Tablo 4.10'da sonuçları gösterilmiş olan klorür değerleri 850-25240 mg/L arasında değişmektedir. En yüksek değer yeni atıkların bertaraf edildiği alandan alınan örnekte (25240 mg/L) çıkmıştır (Şekil 4.10). Bunun sebebi, karakteristik özellikleri farklı çok çeşitli atığın bir arada bulunması ve çevre şartlarına açık bir ortam olması sonucu yağmur sularına maruz kalarak, suyun çözücü özelliğiyle daha fazla mineralin sızıntı suyuna geçmesine neden olması olabilir. Tatsi and Zouboulis, 2002 yılında evsel ve endüstriyel katı atık deponi sahasından alınan sızıntı suyu örneğinde yaptıkları analiz sonucunda 72400 mg/L gibi yüksek bir değer bulmuşlardır.

Tablo 4.10. Mahalleler ve deponi sahasının Klorür analiz sonuçları

Mahalleler	Cl^- (mg/L)	Mahalleler	Cl^- (mg/L)	Mahalleler	Cl^- (mg/L)
Sultanorhan (1)	5000	Yenikent (11)	7747	İstasyon (21)	9996
Beylikbağı (2)	7750	Güzeller (12)	7750	Mimar Sinan (22)	8900
Çayrova (3)	5250	Hürriyet (13)	5500	Köşklü Çeşme (23)	3500
Osman Yılmaz (4)	5250	Barış (14)	8750	Gaziler (24)	7750
Yeni Mahalle (5)	4400	Mustafapaşa (15)	12746	Yavuzselim (25)	5000
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	7750	Abdi İpekçi (16)	3998	Hacıhalil (26)	10246
Mevlana (7)	10246	Sırasöğütler (17)	3000	Cumhuriyet (27)	10468
Adem Yavuz (8)	6250	Kirazpınar (18)	5500	Yeni çöplükten alınan (28)	25240
İnönü (9)	5250	Bayramoğlu (19)	9500	Eski çöplükten alınan (29)	7747
Arapçeşme (10)	8124	Ulus (20)	9250	Su örneği (30)	850



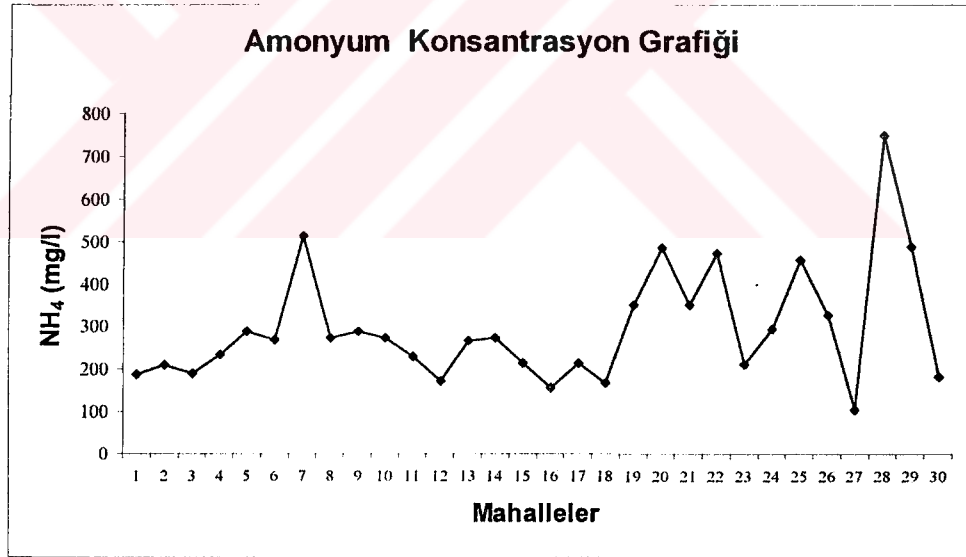
Şekil 4.10. Mahalleler ve deponi sahasının Klorür analiz sonuçları

4.2.6. Amonyum Analiz Sonuçları

Amonyak doğal sularda genellikle amonyum (NH_4^+) halinde bulunur ki buna serbest veya tuz halindeki amonyak denir. Sularda amonyak, kimyasal ve fiziksel olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşur. Kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda oluşan amonyağın sağlığa zararı yoktur. Ancak mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşan amonyak organik madde kaynaklı olma ihtimali bakımından tehlikelidir (Samsunlu, 1999). Amonyum, özellikle proteinli bileşiklerin fermentasyonu ve hidrolizi sonucu oluşur. Sızıntı sularının içerdiği toplam azotun %60-90'ı amonyum azotundan ileri gelir. Amonyum anaerobik şartlarda herhangi bir değişime uğramaz ve sızıntı suyuna karışır (El-Fadel et al, 2002). Örneklerdeki en yüksek amonyum değeri Şekil 4.11'de görüldüğü gibi 750 mg/L olarak yeni deponi alanından alınan örnekte, en düşük ise su örneğinde çıkmıştır. Mahallelerden alınan örneklerin sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. Değerler 104-513 mg/L arasında değişmektedir. Jensen and Christensen, 1999 yılında Danimarka'da bulunan bir tanesi kapatılmış, diğer üç tanesi hala işletilen deponi alanlarından aldıkları sızıntı sularında yaptıkları analiz sonucunda stabil olan için 36 mg/L, diğerleri için 260-820 mg/L arasında değerler bulmuşlardır.

Tablo 4.11. Mahalleler ve deponi sahasının Amonyum analiz sonuçları

Mahalleler	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Mahalleler	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Mahalleler	NH ₄ ⁺ (mg/L)
Sultanorhan (1)	186	Yenikent (11)	227	İstasyon (21)	352
Beylikbağı (2)	207	Güzeller (12)	170	Mimar Sinan (22)	472
Çayırova (3)	188	Hürriyet (13)	265	Köşklü Çeşme (23)	210
Osman Yılmaz (4)	232	Barış (14)	272	Gaziler (24)	294
Yeni Mahalle (5)	287	Mustafapaşa (15)	212	Yavuzselim (25)	458
Tatlıkuyu-Eskihisar (6)	268	Abdi İpekçi (16)	154	Hacıhalil (26)	326
Mevlana (7)	513	Sırasöğütler (17)	212	Cumhuriyet (27)	104
Adem Yavuz (8)	271	Kirazpınar (18)	165	Yeni çöplükten alınan (28)	750
İnönü (9)	288	Bayramoğlu (19)	352	Eski çöplükten alınan (29)	489
Arapçeşme (10)	272	Ulus (20)	487	Su örneği (30)	181

**Şekil 4.11.** Mahalleler ve deponi sahasının Amonyum analiz sonuçları

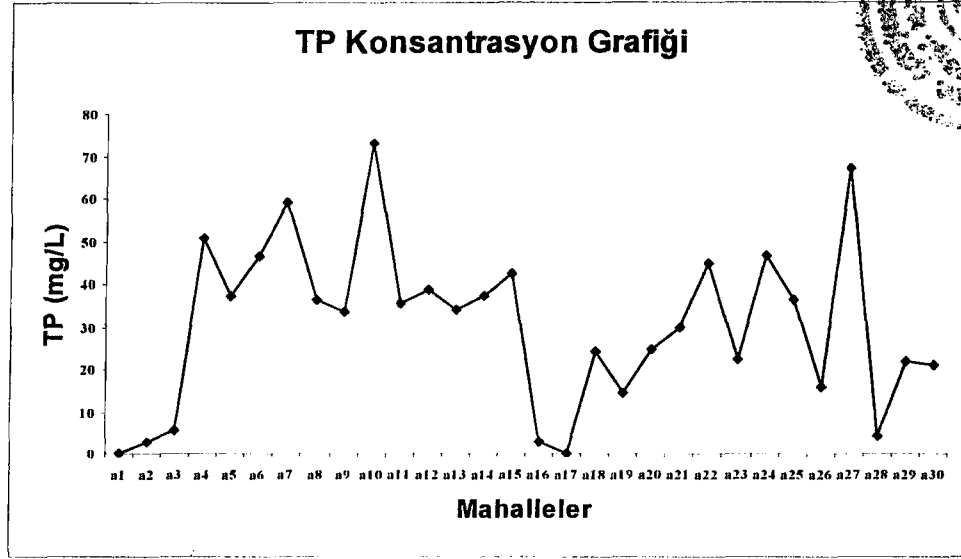


4.2.7. Toplam Fosfor (Toplam P) Analiz Sonuçları

Sonuçları Tablo 4.12’ de verilen numunelerde toplam fosfor değerleri su örneğinde ve Osman Yılmaz (a17) mahallesinde cihazın algılama kapasitesinin altında çıkmıştır. Mahallelerden alınan örneklerde çıkan sonuçlar 2.8-72.87 mg/L arasında değişmektedir. Numunelerin toplam fosfor değerlerinde farklılıklar görülmektedir (Şekil 4.12). Literatürde yapılan çalışmalar değişiklik göstermektedir. Tatsi ve Zouboulis yaptıkları çalışmada Selanik’te bulunan evsel deponi alanını temsil eden sızıntı suyunda Toplam P değerini en düşük 1.6 mg/L, en yüksek değer 655 mg/L olarak bulmuşlardır. Başka bir çalışmada El-Fadel ve ark., yaptıkları literatür çalışmasında 234 mg/L olarak bulmuşlardır.

Tablo 4.12. Numunelerde Toplam P konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Toplam P (mg/L)	Mahalleler	Toplam P (mg/L)	Mahalleler	Toplam P (mg/L)
Su Örneği (a1)	0	Sırasöğütler (a11)	35.51	Abdi İpekçi (a21)	30
Eski Deponi (a2)	2.83	İstasyon (a12)	38.39	Yenimahalle (a22)	44.61
Yeni Deponi (a3)	5.48	Mimar Sinan (a13)	34.09	Güzeller (a23)	22.16
Adem Yavuz (a4)	50.58	Ulus (a14)	37.06	Kirazpınar (a24)	46.36
Hacıhalil (a5)	37.11	Köşklü Çeşme (a15)	42.26	Sultan Orhan (a25)	36.06
Gaziler (a6)	46.3	İnönü (a16)	2.68	Yenikent (a26)	15.7
Barış (a7)	59.15	Osman Yılmaz (a17)	0	Mustafa Paşa (a27)	66.81
Bayramoğlu (a8)	36.17	Mevlana (a18)	24.23	Hürriyet (a28)	3.97
Yavuzselim (a9)	33.35	Arapçeşme (a19)	14.26	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	21.79
Cumhuriyet (a10)	72.87	Beylik Bağrı (a20)	24.81	Çayırova (a30)	20.79

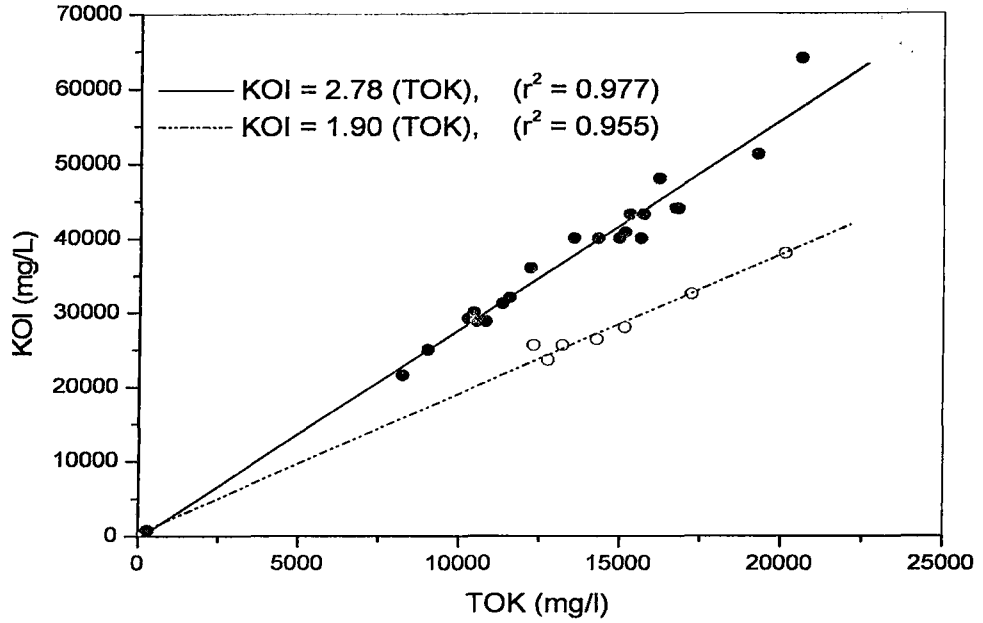


Şekil 4.12. Numunelerin Toplam P konsantrasyon değerleri

4.2.8. Fiziksel ve Kimyasal Kirletici Parametrelerin İstatistiksel Analiz Sonuçları

Analiz sonuçlarından elde edilen veriler sonucunda KOİ ile TOK arasında iki gruptan oluşan bir dağılım tespit edilmiştir. Buradaki birinci grubu 23 mahalleden oluşan Sultanorhan, Beylikbağı, Çayırova, Osman Yılmaz, Tatlıkuyu-Eskihisar, İnönü, Yenikent, Güzeller, Barış, Mustafapaşa, Abdi İpekçi, Sırasöğütler, Kirazpınar, Ulus, İstasyon, Köşklü Çeşme, Gaziler, Yavuzselim, Hacıhalil, Cumhuriyet mahalleleri oluşturmaktadır. Diğer 7 mahalle (Yeni Mahalle, Mevlana, Adem Yavuz, Arapçeşme, Hürriyet, Bayramoğlu, Mimarsinan) ikinci grubu oluşturmuştur.

Mahallelerden aldığımız numuneler arasında yaptığımız kolerasyon sonucuna göre, aynı TOK değerine karşılık gelen KOİ değerleri birinci gruptaki mahallelerde yüksek çıkarken, ikinci gruptaki mahallelerde düşük çıkmıştır (Şekil 4.13). Buna göre, KOİ'si düşük çıkan numunelerde, numunelerin yerinde beklemiş olmasına bağlı olarak kısmen bir oksijen tüketimi söz konusu olduğu söylenebilir.



Şekil 4.13 Mahallelerin KOİ ve TOK arasındaki korelasyonu

Fiziksel ve kimyasal kirleticilerin analiz sonuçlarına göre regresyon denklemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede bulanıklık, pH, İletkenlik, AKM, ÇKM, TUKM, Sülfat, Amonyum ve KOİ arasındaki ilişki MINTAP istatistik programı ile best subsets regresyon uygulayarak en uygun regresyon bileşenleri incelenmiş, regresyon deklemini aşağıdaki şekilde bulunmuştur.

$$\text{KOİ} = 14104 - 0.424 \text{ Bulanıklık} - 2019 \text{ pH} + 5023 \text{ AKM} + 266 \text{ ÇKM} - 219 \text{ TUKM} + 7.12 \text{ Sülfat} + 17.7 \text{ Amonyum}$$

4.3. Organik Madde Analiz Sonuçları

Sızıntı suyunda organik asitlerin konsantrasyonları atıktaki biyolojik aktiviteye bağlıdır. Sızıntı suyu muhteviyatındaki kirletici konsantrasyonunun yüksek olması, ayrışmanın, kompleks organiklerin suda iyi çözünen organik asitlere dönüştüğü birinci anaerobik ayrışma safhasında olduğunu gösterir (Johansen, and Carlson, 1976).

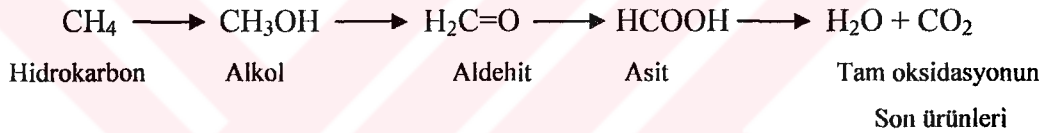
Düşük organik asit konsantrasyonu biyolojik ayrışma hızının yavaş olduğunu ya da sızıntı suyu ve atıkların etkili bir şekilde stabilize olduğu ikinci anaerobik ayrışma safhasını karakterize eder. Organik atıkların biyolojik aktiviteye bağlı olarak hızlı bir şekilde ayrıştığı dönemde ortaya çıkan sızıntı suları; yüksek BOİ/KOİ oranı (biyolojik olarak kolay parçalanabilme), düşük pH ve yüksek ağır metal konsantrasyonu ile karakterize edilir (Reinhart, 1996). Asidifikasyon aşamasında organik maddeler anaerobik mikroorganizmalar tarafından laktik asit, asetik asit, bütirik asit ve pürivik asite dönüştürülür. Stabilize olmuş yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerle karakterize edilen ve humik ve fulvik bileşiklerle karakterize edilen sızıntı suları çok düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. Bunlar mikrobiyolojik prosesler yardımıyla oluşan lignin gibi polimerik organik bileşiklerin parçalanması sonucu oluşurlar (Gourdon et al, 1988). Chian'ın yaptığı araştırmada sızıntı suyunda uçucu yağ asitlerinden, 1748 mg/L asetik asit, 509 mg/L propionik asit, 312 mg/L isobütirik asit, 3075 mg/L bütirik asit 717 mg/L isovalerik asit, 564 mg/L valerik asit, 1488 mg/L hekzanoik asit bulmuştur (Chian, 1977). Sızıntı suyunda bulunan diğer kontaminantlar da alkollerdir. Metanol, etanol gibi bazı alkoller de sızıntı suyunda biyolojik aktiviteler sonucu üretilir. Bütanol, propanol ve fenoller endüstriyel ve evsel atıklarda bulunabilir. Bunların sağlık üzerinde mutajenik, kanserojenik etkileri ve solunum sistemlerinde olumsuz etkileri vardır (www.foe.org).

Numunelerde bulunan organik asitler Tablo 4.13'de verilmiştir. 1,2,3,4,5 ve 6 numaralı örnekler mahalleleri, 7 numaralı örnek yeni deponi sahası sızıntı suyunu, 8 numaralı örnek ise eski deponi sahası sızıntı suyunu temsil etmektedir. 1,2,3,4,5 ve 6 numaralı sızıntı suyu örnekleri havasız ayrışmanın başlangıç safhası (asit fazı) ürünlerini, 7 numaralı örnek asidik safha ürünleri ile birlikte fenol türlerini, 8 numaralı örnek ise asidik safha ürünleri ile birlikte aldehitleri içermektedir.

Tablo 4.13. Analiz edilen sızıntı suyunda bulunan organik asitler

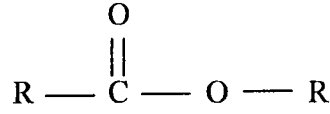
Numune	Organik madde içeriği
1, 2, 3, 4, 5, 6	Propionik asit, Etilester, Butanoik asit, Asetikasit, Bütıl ester,
7	Propionik asit, Hekzanoik asit, Heptanoik asit, Pentanoik asit, Etilester
8	Propionik asit, Formik asit, Bütıl ester

Organik asitler, organik maddelerin en yüksek oksidasyon aşamasındaki maddelerdir. Daha fazla okside olduklarında, en son ürünler olarak karbondioksit ve su ortaya çıkar.



Tüm organik asitler karboksil ($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{—}\text{OH}$) grubu içerir ve karboksil grubu olarak tanımlanırlar. Genelde —COOH şeklinde gösterilirler. Tek karboksil grubu içeren asitler, monokarboksilik asitlerdir, birden fazla karboksil grubu içerenler ise polikarboksilik asitler olarak bilinirler. Doymuş veya doymamış olabilirler. Numunelerde analiz sonucu belirlenen organik asitler de doymuş monokarboksilik asitlerdir. Örneğin asetik asit CH_3COOH doymuş monokarboksilik asittir. Bunlar keskin kokuludurlar ve doğal olarak sıvı ve katı yağlarda, balmumunda bulunur. Organik asitler mikroorganizmalar için gıda maddesidirler ve onlar tarafından okside edilerek karbondioksit ve suya dönüştürülürler. Bu yağlı maddelerin bulunduğu sular genellikle süratle biyolojik parçalanmaya uğrarlarsa da bu hız yağın sudaki çözünürlüğüyle sınırlanmıştır. Diğer önemli bir problem ise, sudan hafif olan bu maddelerin çamur çürütme depolarının içindeki su yüzeyinde arzu edilmeyen köpük veya yüzey tabakası oluşturmalarıdır. Numunelerimizde bulunan bir diğer organik madde ise esterlerdir. Esterler asitler ve alkollerin karşılıklı reaksiyonları sonucu oluşan bileşiklerdir. Düşük moleküllü organik asitler veya

alkoller arasındaki reaksiyonlar reaktiflerin tümünü kullanacak şekilde tamamlanamazlar, hidroliz oluşur ve reaksiyon meydana gelir. Esterin genel formülü;



Birçok mikroorganizmaların çıkardığı hidroliz enzimleri yardımıyla suda hidroliz olurlar. Böylece oluşan alkol ve asitler bakteriler tarafından besin maddesi olarak kullanılırlar (Samsunlu, 1999).

4.4. Metal Analiz Sonuçları

Söz konusu elementlerden bazıları canlı dokularında iz element veya mikroelement olarak adlandırılmakta ve kültür bitkileri tarafından küçük çapta da olsa besin amacı ile adsorbe edilmektedir. İnsan ve hayvan dokularında da bu elementlerin bir kısmı iz düzeyde gereklidir. Ancak gerek biyolojik birikim süreci ve gerekse de canlıların bu elementlerin yoğunlukla bulundukları ortamda direkt olumsuz etkileri altında kalmaları önemli bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ağır metaller hayvan ve bitkilerin mikro besin maddesi olabildikleri gibi aynı zamanda toksik maddelerdir. Toksisite kavramı metalden metale değişebildiği gibi organizmadan organizmaya da değişebilir. Bu nedenle toksisitenin anlaşılmasında doz-tepki ilişkilerinin bilinmesi gerekir.

Su ortamında mevcut olan metaller endüstri ve kanalizasyon atıklarının su ortamına deşarjı, yağışlar nedeni ile toprağın sürüklenip su ortamına girmesi ve suda bulunan CO₂ miktarının artması sonucu dip çamurunda bulunan metallerin çözmesinden ileri gelir. Neticede sudaki ağır metal konsantrasyonu standart değerlerinin üzerine çıktığı zaman sudaki canlıları ve dolayısı ile balıkları ve insanları tehdit eder. Bir suda bulunan ağır metalin etkisi; alıcı ortama, metalin cinsine, suyun yoğunluğu, pH'sı, sertliği, serbest oksijen miktarı ve suyun sıcaklığına göre değişir.

Metaller çevreye doğal ve antropojen kaynaklı olarak girebilir. Bu elementler pratik olarak yaşam organizmalarında enzimatik bileşik, redoks sistemleri gibi biyolojik fonksiyonlarda görülebilir.

Sızıntı sularındaki ağır metaller çeşitli kaynaklardan çöp suyuna geçerler. Oluşan katı atıkların içeriğini bilmek çöp suyundaki ağır metallerin kaynağını bilmemizde bize ışık tutmaktadır. Piller sızıntı suyundaki ağır metal konsantrasyonunu etkileyen en önemli kaynaklardır. Evlerde, işyerlerinde, ulaşımda ve sanayide önemli miktarda pil kullanılmaktadır. Piller, motorlarda, elektronik cihazlarda, saatlerde, kameralarda, hesap makinelerinde, ısıtma aletlerinde, kablosuz telefonlarda, oyuncaklarda v.b. yerlerde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Son yıllarda artan pil kullanımı insan sağlığı ve çevre için potansiyel tehlike oluşturmaktadır(Öztürk, 1999).

Genel olarak çöplerdeki ağır metal kaynakları,

- boya, cila , ahşap koruyucu, yapıştırıcı, sıvı conta, dolgu maddeleri, vernikler, parlaticılar, reçine , v.b.,
- çözücüler, çözücü kalıntıları, leke temizleyiciler, temizleme benzinleri, petrol, zift giderici, v.d.,
- bitki koruma ilaçları, ot mücadele ilaçları, zararlı ve haşere mücadele ilaçları,
- dezenfeksiyon ilaçları,
- mineral , bitkisel ve sentetik yağlar, gres ve yağ filtresi,
- ecza , kozmetik maddeler,
- kuru piller, akümülatörler,
- asitler, bazlar , tuzlar , gübreler,
- metal parlaticıları, temizleyicileri, pas gidericiler, ayakkabı boyası ve cilası, fotoğraf banyoları,
- termometre, vücut termometresi, civalı lambalar, floresans lambaları,
- spreylar,
- zehirler (siyanürlü, arsenikli, kadmiyumlu, civalı),
- elektrikli aletler, televizyon lambaları,
- depolanmış, şişelenmiş gazlar (propan, butan),
- bileşimi tam bilinmeyen tozlar, sıvılar, gazlar, macunlar

gibi atıklar olabilir.

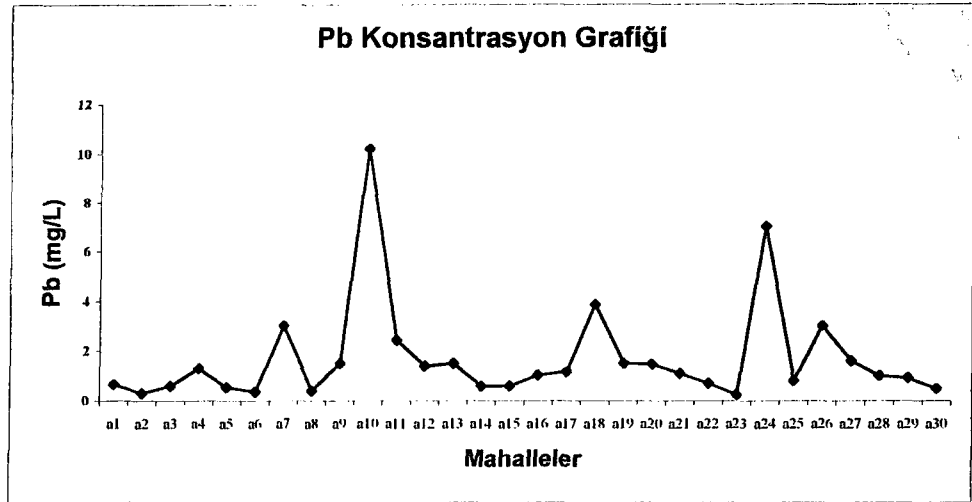
Sızıntı suyunda, metallerin konsantrasyonu, depolanan atığın başlangıç miktarına, katı atık içeriğine ve pH' ya bağlıdır. Taze sızıntı suyundaki metal konsantrasyonu, organik asitlerin oluşması nedeniyle meydana gelen düşük pH değerleri sebebiyle fazladır. Stabilize olmuş sızıntı suyundaki metal konsantrasyonları ise, artan deponi alanının yaşıyla oksidasyon-redüksiyon değerlerinin artması sebebiyle oluşan adsorpsiyon ve çökeltme reaksiyonları sonucu düşmektedir.

4.4.1. Kurşun (Pb) Konsantrasyonu Analiz Sonuçları

Numunelerde yapılan analizler sonucunda en yüksek Pb konsantrasyonları fabrikaların bulunduğu bölgedeki Cumhuriyet mahallesinden alınan örnekte 10.2 mg/L ve Kirazpınar mahallesinden alınan örnekte 7 mg/L çıkmıştır. En düşük değer olarak ise eski deponi alanı sızıntı suyunu temsil eden örnekte 0.3 mg/L bulunmuştur. Cumhuriyet mahallesindeki evsel atıklardan oluşan sızıntı suyunda Pb konsantrasyonunun yüksek çıkması atıklarla birlikte metal kaynağı oluşturabilecek, pil metal ürünler gibi atıkların da bırakılmış olmasından kaynaklanabilir. Sonuçlar Tablo 4.14'te verilmiştir. Eski deponi sahası örneğinde 0.3 mg/L, yeni deponi sahasından alınan örneğinde 0.6 mg/L çıkmıştır. Zamana bağlı olarak Pb konsantrasyonunun azaldığı görülmüştür (Şekil 4.14). Yapılan çalışmalarda bulunan kurşun konsantrasyonları, bölgeden bölgeye, deponi sahasının özelliğine ve yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir. El-Fadel ve ark.,nın 2002' de yaptıkları literatür çalışmasında kurşun konsantrasyonunu en yüksek değer olarak 14 mg/L bulmuşlardır.

Tablo 4.14. Numunelerdeki Pb konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Pb (mg/L)	Mahalleler	Pb (mg/L)	Mahalleler	Pb (mg/L)
Su Örneği (a1)	0.66	Sırasöğütler (a11)	2.44	Abdi İpekçi (a21)	1.1
Eski Deponi (a2)	0.3	İstasyon (a12)	1.4	Yenimahalle (a22)	0.7
Yeni Deponi (a3)	0.6	Mimar Sinan (a13)	1.5	Güzeller (a23)	0.24
Adem Yavuz (a4)	1.3	Ulus (a14)	0.6	Kirazpınar (a24)	7
Hacıhalil (a5)	0.54	Köşklü Çeşme (a15)	0.6	Sultan Orhan (a25)	0.8
Gaziler (a6)	0.36	İnönü (a16)	1.03	Yenikent (a26)	3
Barış (a7)	3	Osman Yılmaz (a17)	1.17	Mustafa Paşa (a27)	1.6
Bayramoğlu (a8)	0.4	Mevlana (a18)	3.85	Hürriyet (a28)	1
Yavuzselim (a9)	1.5	Arapçeşme (a19)	1.5	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	0.91
Cumhuriyet (a10)	10.2	Beylik bağı (a20)	1.47	Çayırova (a30)	0.5



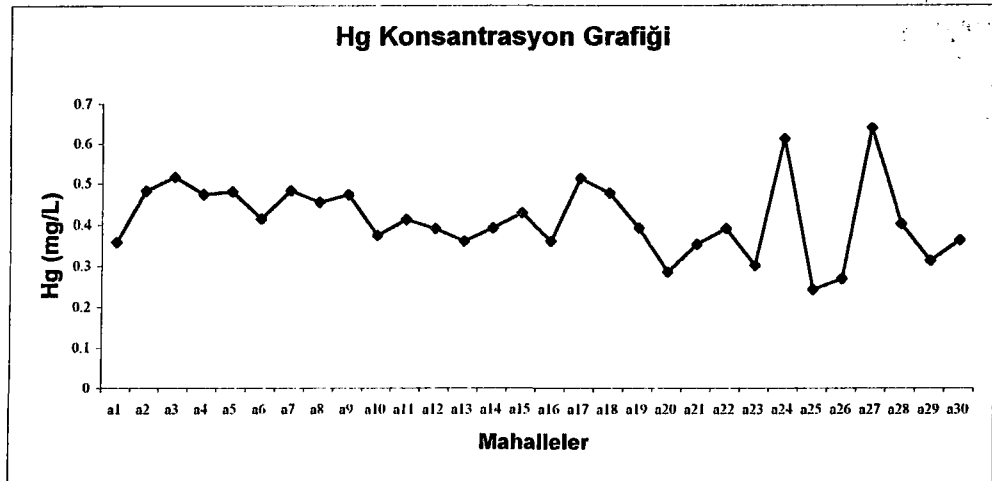
Şekil 4.14. Numunelerin Pb konsantrasyon grafiği

4.4.2. Civa (Hg) Konsantrasyonu Analiz Sonuçları

Yapılan analiz sonuçlarında mahallelerdeki Hg konsantrasyonları 0.28-0.64 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 4.15). Eski deponi sahasından alınan çöp suyuna ait bulunan değer (0.52mg/L), yeni deponi sahasından alınan değerle (0.48mg/L) arasında çok fark olmadığı görülmüştür (Şekil 4.15). Civa kaynağı olarak da piller ve çöplere bırakılan tehlikeli atıkların varlığı söylenebilir. Literatürde araştırıldığında civa konsantrasyonları değişim göstermektedir. Karsten ve ark. 2004 yılında Norveç deponi alanında yaptıkları çalışmada Hg konsantrasyonunu 0.013 mg/L, 0.027 mg/L, El-Fadel ve ark., 2002 yılında yaptıkları çalışmada 3 mg/L gibi yüksek bir değer bulmuşlardır.

Tablo 4.15. Numunelerdeki Hg konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Hg mg/L	Mahalleler	Hg mg/L	Mahalleler	Hg mg/L
Su Örneği (a1)	0.36	Sırasöğütler(a11)	0.41	Abdi İpekçi (a21)	0.35
Eski Deponi (a2)	0.48	İstasyon (a12)	0.39	Yenimahalle (a22)	0.39
Yeni Deponi (a3)	0.52	Mimar Sinan (a13)	0.36	Güzeller (a23)	0.3
Adem Yavuz (a4)	0.47	Ulus (a14)	0.39	Kirazpınar (a24)	0.61
Hacıhalil (a5)	0.48	Köşklü Çeşme (a15)	0.43	Sultan Orhan (a25)	0.24
Gaziler (a6)	0.41	İnönü (a16)	0.36	Yenikent (a26)	0.27
Barış (a7)	0.48	Osman Yılmaz (a17)	0.51	Mustafa Paşa (a27)	0.64
Bayramoğlu (a8)	0.45	Mevlana (a18)	0.48	Hürriyet (a28)	0.40
Yavuzselim (a9)	0.47	Arapçeşme (a19)	0.39	Tatlıkuyu-Eskihişar (a29)	0.31
Cumhuriyet (a10)	0.37	Cumhuriyet (a20)	0.28	Çayırova (a30)	0.36



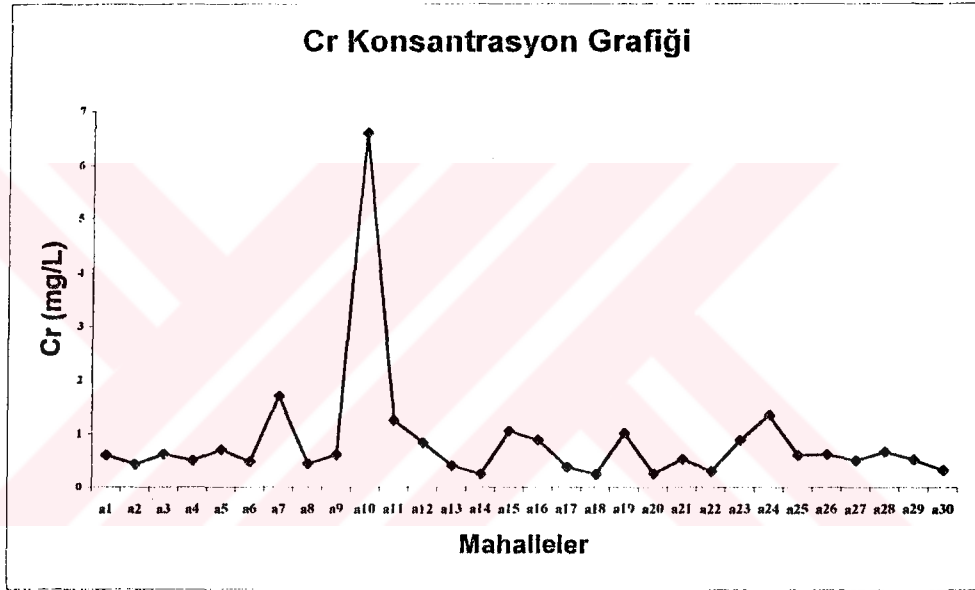
Şekil 4.15. Numunelerin Hg konsantrasyon değerleri

4.4.3. Krom (Cr) Konsantrasyon Analiz Sonuçları

Mahallelerden alınan örneklerde yapılan Cr analiz sonuçları 0.24-0.88 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 4.16). Grafiğe dökülen sonuçlarda görüldüğü gibi 6.6 mg/L olarak en yüksek değer yine fabrikaların bulunduğu bölgedeki Cumhuriyet mahallesinden alınan çöp suyunda bulunmuştur (Şekil 4.16). Bu da bu bölgedeki evsel atıkların içerisinde tehlikeli atıkların da atıldığının bir göstergesidir. Yeni deponi sahasından alınan çöp suyuna ait bulunan değer 0.62 mg/L, eski deponi sahasından alınan değer 0.43 mg/L olarak bulunmuştur. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde Cr değerleri farklılık göstermektedir. Irene ve Lo1996 yılında evsel deponi alanından alınan sızıntı suyu örneğinde yaptıkları çalışmada Cr konsantrasyonunu 5.3 mg/L, El-Fadel ve ark., yaptıkları çalışmada 22.5 mg/L gibi yüksek bir değer bulmuşlardır.

Tablo 4.16. Numunelerdeki Cr konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Cr mg/L	Mahalleler	Cr mg/L	Mahalleler	Cr mg/L
Su Örneği (a1)	0,6	Sırasöğütler (a11)	1,25	Abdi İpekçi (a21)	0,52
Eski Deponi (a2)	0,43	İstasyon (a12)	0,84	Yenimahalle (a22)	0,3
Yeni Deponi (a3)	0,62	Mimar Sinan (a13)	0,4	Güzeller (a23)	0,88
Adem Yavuz (a4)	0,5	Ulus (a14)	0,24	Kirazpınar (a24)	1,34
Hacıhalil (a5)	0,7	Köşklü Çeşme (a15)	1,05	Sultan Orhan (a25)	0,6
Gaziler (a6)	0,47	İnönü (a16)	0,88	Yenikent (a26)	0,61
Barış (a7)	1,7	Osman Yılmaz (a17)	0,38	Mustafa Paşa (a27)	0,5
Bayramoğlu (a8)	0,44	Mevlana (a18)	0,24	Hürriyet (a28)	0,66
Yavuzselim (a9)	0,6	Arapçeşme (a19)	1	Tatlıkuyu-Eskihişar (a29)	0,51
Cumhuriyet(a10)	6,6	Beylik Bağrı (a20)	0,25	Çayırova (a30)	0,32

**Şekil 4.16.** Numunelerin Cr konsantrasyon değerleri

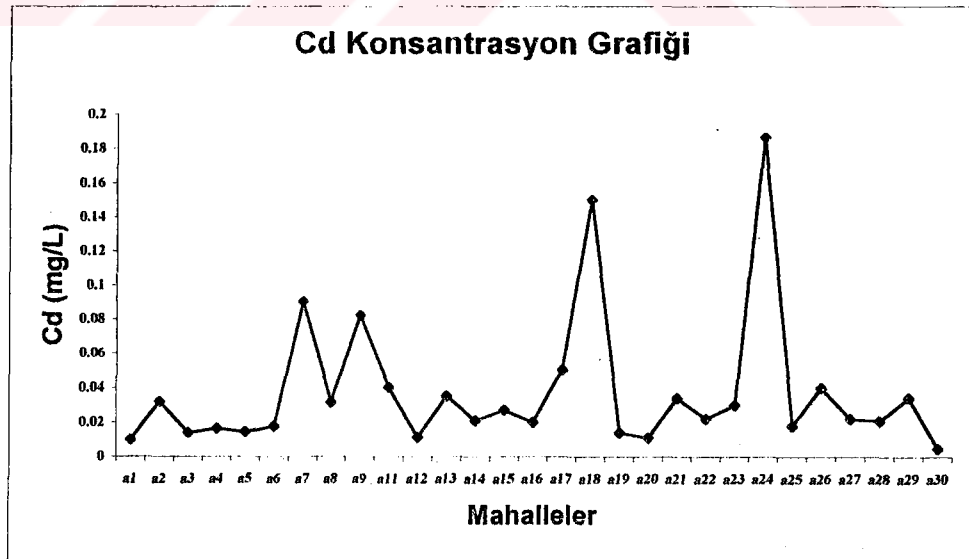
4.4.4. Kadmiyum (Cd) Konsantrasyon Analiz Sonuçları

Örneklerdeki Cd analiz sonuçlarının mahallelerdeki değerler 0.005-0.186 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 4.17). En yüksek değer 1.5 mg/L olarak yine fabrika bölgesinden toplanan Cumhuriyet mahallesindeki evsel atıklardan oluşan çöp suyunda bulunmuştur. Şekil 4.17’da gösterilen değerlerde bu örnek alınmamıştır. Grafikten anlaşıldığı üzere en yüksek değerler Kirazpınar ve Mevlana mahallelerinde bulunmuştur. Eski deponi örneğinde 0.032 mg/L çıkarken, yeni deponi örneğinde

0.014 mg/L olarak bulunmuştur. Literatürde Cd konsantrasyonları değişmektedir. Tatsi ve Zouboulis 2002 yılında Selanik deponi alanından aldıkları taze sızıntı suyunda yaptıkları çalışmada en düşük kadmiyum konsantrasyonunu değer olarak 0.02mg/L, en yüksek değer olarak 6.5 mg/L olarak bulmuşlardır.

Tablo 4.17. Numunelerde Cd konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Cd (mg/L)	Mahalleler	Cd (mg/L)	Mahalleler	Cd (mg/L)
Su Örneği (a1)	0.01	Sırasöğütler (a11)	0.04	Abdi İpekçi (a21)	0.034
Eski Deponi (a2)	0.032	İstasyon (a12)	0.0112	Yenimahalle (a22)	0.022
Yeni Deponi (a3)	0.014	Mimar Sinan (a13)	0.035	Güzeller (a23)	0.03
Adem Yavuz (a4)	0.016	Ulus (a14)	0.021	Kirazpınar (a24)	0.19
Hacıhalil (a5)	0.014	Köşklü Çeşme (a15)	0.027	Sultan Orhan (a25)	0.018
Gaziler (a6)	0.017	İnönü (a16)	0.02	Yenikent (a26)	0.04
Barış (a7)	0.09	Osman Yılmaz (a17)	0.05	Mustafa Paşa (a27)	0.022
Bayramoğlu (a8)	0.031	Mevlana (a18)	0.15	Hürriyet (a28)	0.021
Yavuzselim (a9)	0.082	Arapçeşme (a19)	0.014	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	0.034
Cumhuriyet(a10)	1.5	Beylik Bağrı (a20)	0.011	Çayırova (a30)	0.005



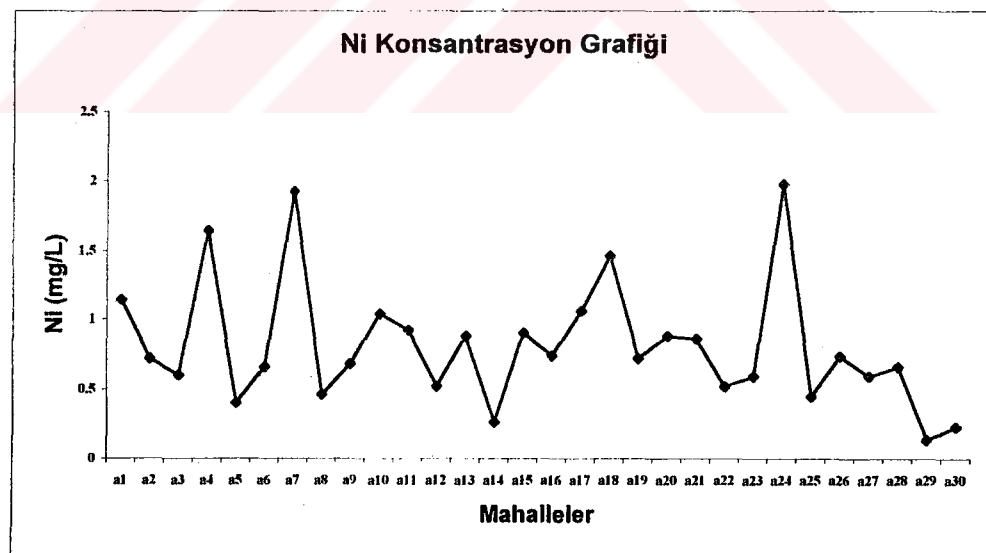
Şekil 4.17. Numunelerin Cd konsantrasyon değerleri

4.4.5. Nikel (Ni) Konsantrasyon Analiz Sonuçları

Analiz sonuçları Tablo 4.18’de gösterildiğine göre mahallelerdeki değerler 0.132-1.974 mg/L çıkmıştır. Eski deponiden alınan örnek 0.72 mg/L, yeni deponiden alınan 0.6 mg/L bulunmuştur (Şekil 4.18). Literatürdeki çalışmalarda bulunan değerler değişiklik göstermektedir. Tatsi ve Zouboulis 2002 yılında Selanik deponi alanından aldıkları taze sızıntı suyunda yaptıkları çalışmada en düşük ve en yüksek nikel konsantrasyonunu değerler olarak 0.2-7.8 mg/L bulmuşlardır.

Tablo 4.18. Numunelerde Ni konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Ni (mg/L)	Mahalleler	Ni (mg/L)	Mahalleler	Ni (mg/L)
Su Örneği (a1)	1.14	Sırasöğütler (a11)	0.92	Abdi İpekçi (a21)	0.86
Eski Deponi (a2)	0.72	İstasyon (a12)	0.52	Yenimahalle (a22)	0.52
Yeni Deponi (a3)	0.6	Mimar Sinan (a13)	0.88	Güzeller (a23)	0.59
Adem Yavuz (a4)	1.64	Ulus (a14)	0.26	Kirazpınar (a24)	1.97
Hacıhalil (a5)	0.4	Köşklü Çeşme (a15)	0.9	Sultan Orhan (a25)	0.45
Gaziler (a6)	0.66	İnönü (a16)	0.74	Yenikent (a26)	0.74
Barış (a7)	1.92	Osman Yılmaz (a17)	1.06	Mustafa Paşa (a27)	0.59
Bayramoğlu (a8)	0.46	Mevlana (a18)	1.46	Hürriyet (a28)	0.66
Yavuzselim (a9)	0.68	Arapçeşme (a19)	0.72	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	0.13
Cumhuriyet(a10)	1.04	Beylik Bağrı(a20)	0.88	Çayırova (a30)	0.23



Şekil 4.18. Numunelerde Ni konsantrasyon değerleri

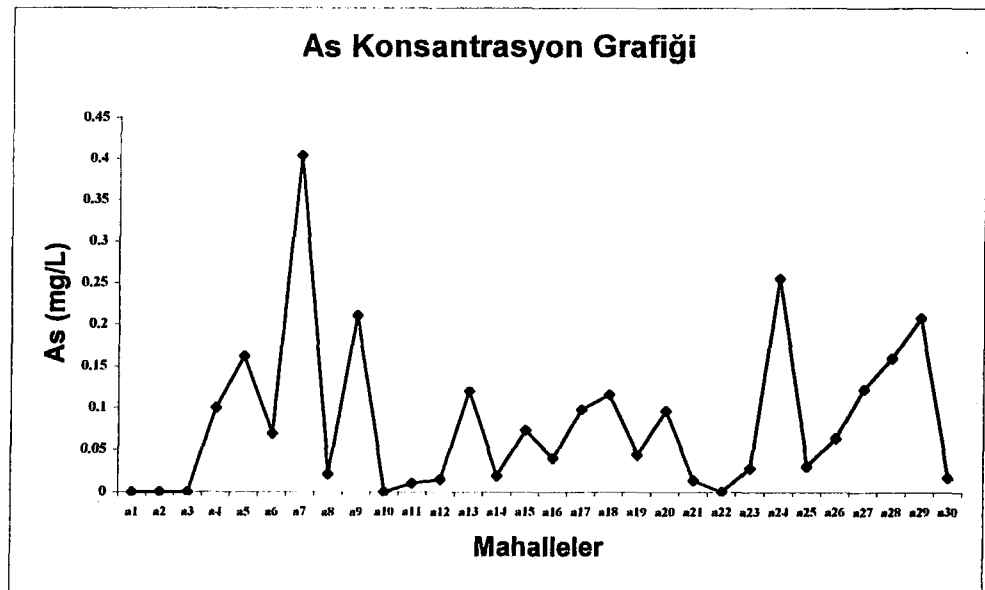


4.4.6. Arsenik (As) Konsantrasyon Analiz Sonuçları

Numunelerde yapılan analiz sonuçlarında deponiden alınan su örneğinde, fabrikaların bulunduğu bölgedeki Cumhuriyet mahallesini temsil eden örnekte(a10), eski deponi alanı ve yeni deponi alanından alınan örneklerde cihazın algılama limitlerinin altında çıkmıştır (Tablo4.19 ve Şekil 4.19). Mahallelerdeki değerler 0.01-0.4 mg/L arasında değişmektedir. Literatürdeki çalışmalardaki değerler farklılıklar göstermektedir. El-Fadel ve ark., 2002 yılında yaptıkları literatür çalışmasında As değerlerini en yüksek 0.7 mg/L, en düşük değeri 2 mg/L bulmuşlardır.

Tablo 4.19. Numunelerde As konsantrasyon değerleri

Mahalleler	As (mg/L)	Mahalleler	As (mg/L)	Mahalleler	As (mg/L)
Su Örneği (a1)	0	Sırasöğütler (a11)	0.01	Abdi İpekçi (a21)	0.014
Eski Deponi (a2)	0	İstasyon (a12)	0.015	Yenimahalle (a22)	0.0002
Yeni Deponi (a3)	0	Mimar Sinan (a13)	0.12	Güzeller (a23)	0.028
Adem Yavuz (a4)	0.1	Ulus (a14)	0.019	Kirazpınar (a24)	0.255
Hacıhalil (a5)	0.16	Köşklü Çeşme (a15)	0.072	Sultan Orhan (a25)	0.03
Gaziler (a6)	0.07	İnönü (a16)	0.04	Yenikent (a26)	0.063
Barış (a7)	0.4	Osman Yılmaz (a17)	0.098	Mustafa Paşa (a27)	0.122
Bayramoğlu (a8)	0.02	Mevlana (a18)	0.16	Hürriyet (a28)	0.16
Yavuzselim (a9)	0.21	Arapçeşme (a19)	0.04	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	0.21
Cumhuriyet(a10)	0	Beylik Bağı (a20)	0.09	Çayırova (a30)	0.017



Şekil 4.19. Numunelerin As konsantrasyon değerleri

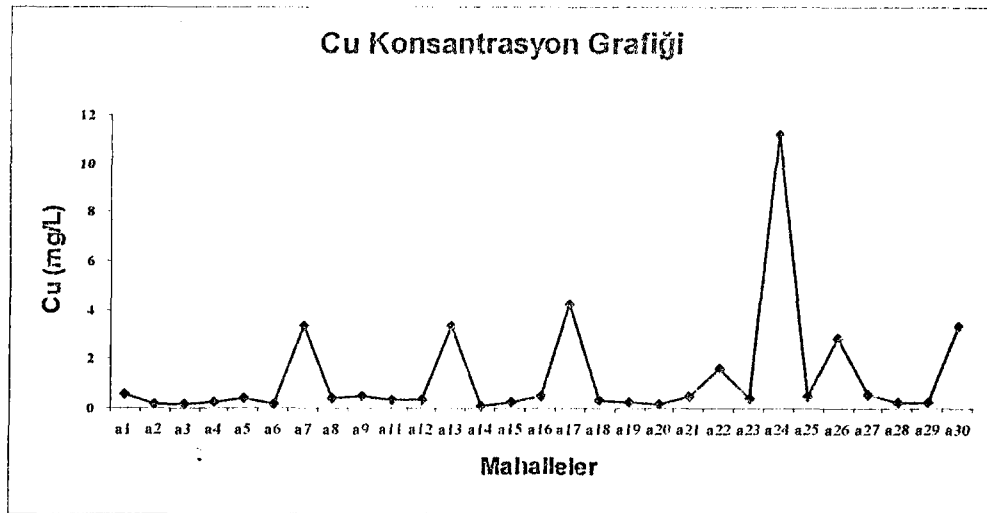


4.4.7. Bakır (Cu) Konsantrasyon Analiz Sonuçları

Analiz sonuçlarımızda Cumhuriyet mahallesi evsel atıklarından oluşan çöp suyunda bakır konsantrasyonu 400 mg/L olarak çok yüksek bulunmuştur. Şekil 4.20’de grafiğe dökülen sonuçlarda bu mahalle verilmemiştir. Mahallelerden alınan örneklerde ise değerler 0.4-11.2 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 4.20). Literatürde yapılan çalışmalarda farklı değerler göze çarpmaktadır. En yüksek Cu değeri 9.9 mg/L olarak Fransa’daki evsel ve endüstriyel deponi alanına ait sızıntı suyunda bulunmuştur (El-Fadel *et al*, 2002).

Tablo 4.20. Numunelerde Cu konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Cu (mg/L)	Mahalleler	Cu (mg/L)	Mahalleler	Cu (mg/L)
Su Örneği (a1)	0.56	Sırasöğütler (a11)	0.3	Abdi İpekçi (a21)	0.46
Eski Deponi (a2)	0.14	İstasyon (a12)	0.29	Yenimahalle (a22)	1.6
Yeni Deponi (a3)	0.18	Mimar Sinan (a13)	3.35	Güzeller (a23)	0.4
Adem Yavuz (a4)	0.22	Ulus (a14)	0.1	Kirazpınar (a24)	11.2
Hacıhalil (a5)	0.43	Köşklü Çeşme (a15)	0.22	Sultan Orhan (a25)	0.5
Gaziler (a6)	0.2	İnönü (a16)	0.47	Yenikent (a26)	2.8
Barış (a7)	3.3	Osman Yılmaz (a17)	4.2	Mustafa Paşa (a27)	0.6
Bayramoğlu (a8)	0.4	Mevlana (a18)	0.3	Hürriyet (a28)	0.24
Yavuzselim (a9)	0.5	Arapçeşme (a19)	0.21	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	0.26
Cumhuriyet(a10)	400	Beylik Bağrı (a20)	0.13	Çayırözü (a30)	3.3



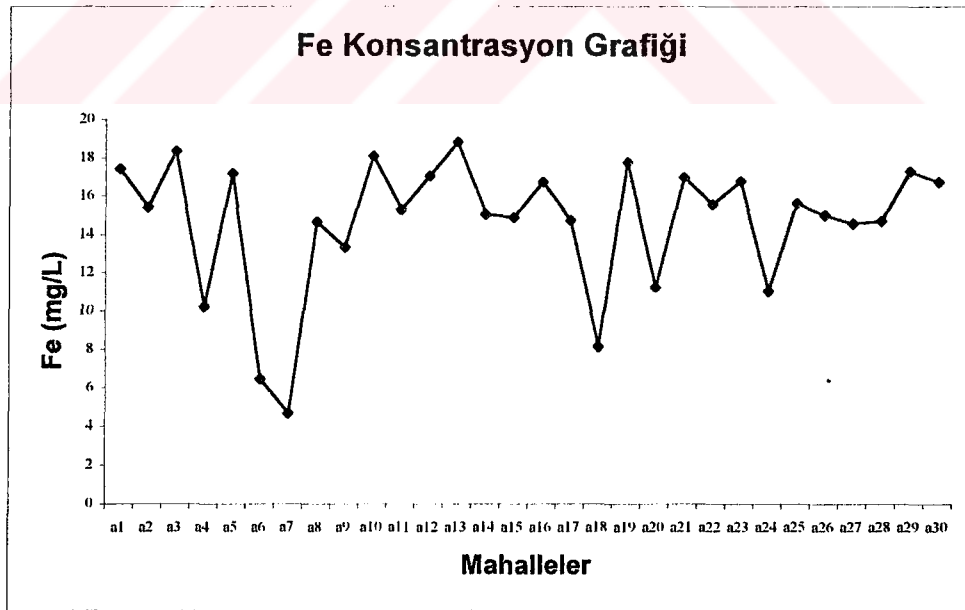
Şekil 4.20. Numunelerin Cu konsantrasyon değerleri

4.4.8. Demir (Fe) Konsantrasyon Analiz Sonuçları

Numunelerde yapılan analiz sonuçları mahallelerde 4.64-18.8 mg/L arasında değişmektedir (Tablo 4.21). Eski deponi sızıntı suyunu temsil eden örnekte 15.4 mg/L, yeni deponi sızıntı suyunu temsil eden örnekte 18.2 mg/L bulunmuştur (Şekil 4.21). Literatürde yapılan çalışmalarda farklı değerler bulunmuştur. Tatsi ve Zouboulis 2002 yılında evsel deponi alanına ait sızıntı suyu örneğinde yaptıkları çalışmada genç deponi alanı için demir konsantrasyonunu 160 mg/L bulmuşlardır.

Tablo 4.21. Numunelerde Toplam Fe konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Fe mg/L	Mahalleler	Fe mg/L	Mahalleler	Fe mg/L
Su Örneği (a1)	17.4	Sırasöğütler (a11)	15.28	Abdi İpekçi (a21)	1696
Eski Deponi (a2)	15.4	İstasyon (a12)	17.04	Yenimahalle (a22)	15.56
Yeni Deponi (a3)	18.32	Mimar Sinan (a13)	18.8	Güzeller (a23)	16.76
Adem Yavuz (a4)	10.2	Ulus (a14)	15.04	Kirazpınar (a24)	11
Hacıhalil (a5)	17.16	Köşklü Çeşme (a15)	14.88	Sultan Orhan (a25)	15.6
Gaziler (a6)	6.44	İnönü (a16)	16.72	Yenikent (a26)	15
Barış (a7)	4.64	Osman Yılmaz (a17)	14.72	Mustafa Paşa (a27)	14.56
Bayramoğlu (a8)	14.64	Mevlana (a18)	8.12	Hürriyet (a28)	14.68
Yavuzselim (a9)	13.32	Arapçeşme (a19)	17.76	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	17.28
Cumhuriyet (a10)	18.08	Beylik bağı (a20)	11.2	Çayırova (a30)	16.72



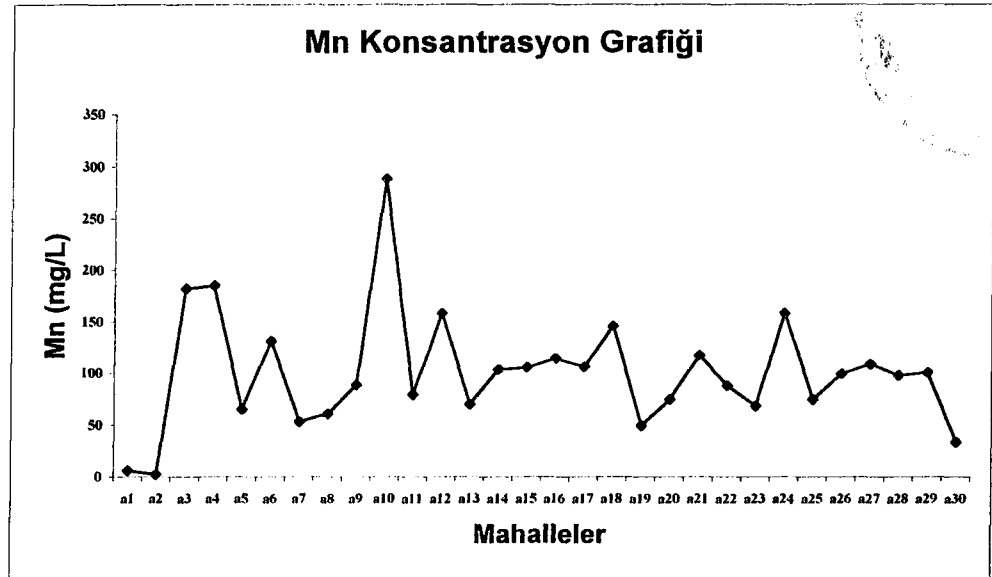
Şekil 4.21. Numunelerin Fe konsantrasyon değerleri

4.4.9. Mangan (Mn) Konsantrasyon Analiz Sonuçları

Örneklerde yapılan analiz sonuçları Tablo 4.22’de görülmektedir. Mahallelerdeki en düşük değer 2 mg/L, en yüksek değer Cumhuriyet mahallesinden alınan evsel katı atıklardan oluşan çöp suyunda 288 mg/L olarak bulunmuştur. Eski deponi alanı sızıntı suyunu temsil eden örnekte 2 mg/L çıkarken, yeni deponi alanı sızıntı suyunu temsil eden örnekte 182 mg/L değeri bulunmuştur (Şekil 4.22). Literatüre bakıldığında Mn değerleri değişmektedir. Tatsi ve Zouboulis Selanik’te bulunan evsel bir deponi alanını temsil eden sızıntı suyunda 2002 yılında yaptıkları çalışmada genç sızıntı suyu örneği için mangan konsantrasyonunu 162 mg/L bulmuşlardır. El-Fadel ve ark., 2002 yaptıkları çalışmada Mn konsantrasyonunu 1400 mg/L olarak yüksek bir değer saptamışlardır.

Tablo 4.22. Numunelerde Toplam Mn konsantrasyon değerleri

Mahalleler	Mn mg/L	Mahalleler	Mn mg/L	Mahalleler	Mn mg/L
Su Örneği (a1)	6	Sırasöğütler (a11)	78.8	Abdi İpekçi (a21)	117.2
Eski Deponi (a2)	2	İstasyon (a12)	158.2	Yenimahalle (a22)	87.6
Yeni Deponi (a3)	182	Mimar Sinan (a13)	69.4	Güzeller (a23)	68
Adem Yavuz (a4)	185	Ulus (a14)	103.2	Kirazpınar (a24)	158.2
Hacıhalil (a5)	65	Köşklü Çeşme (a15)	105.2	Sultan Orhan (a25)	74.32
Gaziler (a6)	131	İnönü (a16)	114	Yenikent (a26)	99.12
Barış (a7)	53	Osman Yılmaz (a17)	105.8	Mustafa Paşa (a27)	108.56
Bayramoğlu (a8)	60.8	Mevlana (a18)	145.7	Hürriyet (a28)	97.6
Yavuzselim (a9)	88.24	Arapçeşme (a19)	49.28	Tatlıkuyu-Eskihisar (a29)	100.24
Cumhuriyet (a10)	288	Beylik Bağı (a20)	74.4	Çayırova (a30)	33.7



Şekil 4.22. Numunelerin Mn konsantrasyon değerleri

4.5. Metallerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Zararlı Etkileri

Ağır metallerin toksisitesi pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, çözeltideki diğer maddeler ve sinerjetik etki gibi faktörlere bağlıdır.

Suyun pH sı en önemli faktör olabilir. Tatlı sular deniz suyundan biraz daha zayıfça tamponlanmıştır ve bu işlem görmüş tatlı su sistemlerinde ağır metal toksisitesinin etkileri görülür. Ağır metallerin distile ve yumuşak sularda sert ve bazik sulara göre daha toksik olduğu sanılmaktadır.

Yüksek miktarda çözülmüş oksijen bakırın toksik etkilerini bir dereceye kadar azaltarak deniz canlıları için solunumu kolaylaştırır. Su yüzeyinin kuvvetli bir şekilde karıştırılması suyun pH sıni düşürecek ve bakırı çözümlü halde tutacak olan serbest CO₂ birikimini önleyecektir.

İki ağır metal ya da bir ağır metalle başka bir madde arasındaki sinerjik etkiye örneğin bakır - çinko kombinasyonları bazen tek başına çinko veya bakırdan daha zehirlidir. Ağır metaller içerisindeki en tehlikeli ve toksit maddelerden biri

kadmiyumdur. Piller çöpe atıldığı zaman depo sahasında piller bozularak Kadmiyum ve bileşikleri serbest hale geçerek suya karışır. Kadmiyumlu sızıntı suyu, içme suyunu ve toprağı kirleterek gıda zinciri ve içme suyu yolu ile insan vücuduna girer. Kadmiyumun vücuttaki yarılanma ömrü 10-25 yıl arasında değişir. Dolayısıyla havada, gıdada ve içme suyunda kadmiyum bulundukça, kadmiyumun sudaki birikmesi artarak devam eder. İçme suyu veya gıda zinciri ile kadmiyumun %2'si vücutta birikirken, solunum yolu ile gelen kadmiyumun %10-50'si vücutta tutulur. Vücut kadmiyumu kalsiyum gibi algılar ve kadmiyum vücutta birikmeye başlar. Vücutta kalsiyum eksilmesinden dolayı kemikler yavaş yavaş zayıflamaya başlar. Ayakta durmak hatta öksürmek bile kemiklerin kırılmasına hatta iskelet ufalanarak neticede hastanın ölmesine neden olur. Ayrıca günde bir paket sigara içen insanların vücutlarında, daha ziyade karaciğer ve böbreklerinde sigara içmeyenlere nazaran %50 oranında daha fazla kadmiyum taşımaktadırlar. Kadmiyum 400 °C'nin üzerinde aerosol halinde atmosfere geçer. Dünya Sağlık Teşkilatına göre içme suyunda kadmiyumun 0.005 mg/L'den fazla olması istenmez.

Vücuda giren kurşun ciğerlere kadar ulaşır ve ciğerlerde yavaş yavaş absorbe edilerek kana karışır. Kurşun kan yolu ile önce karaciğer, böbrek, beyin ve kas gibi yumuşak dokularda 35-40 gün bekledikten sonra kurşun metabolitleri yardımı ile kemik ve diş gibi sert dokularda yarılanma süresi 20 yıldır. Vücutta demir, kalsiyum eksik, D vitamini yüksekse kurşun fazla miktar birikir. 0-6 yaş grubu çocuklar kurşun kirliliğine karşı yetişkinlere göre en az 4 kat daha fazla etkilenirler. Kurşun; işitme bozukluğuna, sinir iletim sisteminde ve hemoglobinin bileşiminde düşmeye, kansızlığa, mide ağrısına, böbrek ve beyin iltihaplanmasına, kısırlığa, kansere ve ölüme neden olmaktadır. Tüm pillerdeki kurşun miktarı eser miktarda olsa dahi miktarı pil üzerine yazılmalı. Dünya Sağlık Teşkilatına göre içme suyunda kurşunun 0.05 mg/L'den fazla olması istenmez (Öztürk, 1999).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Gelişen yaşam standartları insanoğlunun ürettiği atık miktarında çok büyük ölçülerde artışa neden olmuştur. Bu atıkların uygun yerlerde depolanması yanında ikincil etkilerinde göz önünde bulundurulması gereken hususlardır. Katı atıkların ikincil etkileri dendiğinde akla ilk gelen doğal olarak çöp sızıntı sularıdır. Bu sular, su sınıflamasında en kirli ve en tehlikeli sular sınıfına girmektedir. Çöp sızıntı suları çok çeşitli katı atıkların karmaşık reaksiyon zincirleriyle oluşturduğu çok zengin içeriğe sahip olması nedeniyle özellikle arıtma proseslerinde istenilen sonuçların alınmasını engellemektedir.

Bu çalışma planlanırken özellikle Gebze gibi yaşam standartlarının çok büyük farklılıklar gösterdiği, büyük ölçekli sanayi tesislerden, küçük ölçekli imalathanelere kadar, çarpık kentleşmenin iç içe girdiği bir yerleşim yeri özellikle seçilmiştir. Böyle bir yerleşim yerinin çöplerinin ve buna bağlı olarak çöp sızıntı sularının değişkenliği kaçınılmazdır.

Bu çalışma çerçevesinde Gebze İlçesinin 27 mahallesinden toplanan çöp sızıntı suyu, deponi alanından alınan 3 farklı karakterdeki suyun bileşimleri incelenmiş, farklılıklar ortaya konmuştur. Analiz sonuçlarına göre mahalleler bileşimi yönünden yüksek konsantrasyonda kirlilik özelliğine sahiptir. Bu örnekler taze sızıntı suyunu temsil ettiği için sızıntı suyunun ilk ayrışma fazındaki değerlere yakın sonuçlar görülmüştür. Çöp sızıntı suyu düşük pH ve yüksek organik ve inorganik kirleticileri içermektedir. Örneklerdeki en çarpıcı sonuçlar fabrikaların yakın olduğu Cumhuriyet mahallesinden alınan örnekte çıkmıştır. Bu da özellikle yerleşim alanı içinde yer alan sanayi kuruluşlarının evsel atıklarının yüksek oranda metal konsantrasyonu içerdiğini göstermektedir. Bu sebeple atıkların yerinde ayrılması ve tehlikeli atıkların ayrı bertaraf edilmesi yerlerinde atıkların toplanmasında yerinde ayrıştırma yapmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla kaynağında atıkların ayrışması geri kazanılabilen atıkların çöplerin içerisinde miktarlarının ve bunlardan ortaya çıkabilecek etkilerin nispeten azalmasına katkıda bulunabilir.

Numunelerde yapılan analizler sonucu mahallelerden alınan örneklerin pH değerleri 4-5 arasında değişmekte, asidik özellik göstermektedir. Fabrikaların bulunduğu bölgedeki evsel atıkların toplandığı araçtan alınan örnek ve deponi alanını temsil eden örneklerin pH değerleri 7-8 arasında olup bazik özellik göstermektedir.

Yerinde analiz yapılarak bulunan iletkenlik değerleri 9-20 mS/cm arasında değişmektedir. En yüksek değerler mahallelerden alınan örneklerde, en düşük değer ise deponiden alınan su örneğinde belirlenmiştir.

Bulanıklık, sonuçları 5.15-8100 NTU arasında değişmektedir. En düşük bulanıklık değeri deponiden alınan su örneğinde ve eski çöplerin bulunduğu bölümden alınan örneklerde çıkmıştır.

Askıda katı madde 0.3-6 g/L, çözülmüş katı madde 4-49 g/L, toplam uçucu katı madde ise 1.26-40.16 g/L. Askıda katı madde değerleri bulanıklık değerlerinin yüksek çıktığı mahallelerle orantılı olduğu, çözülmüş katı madde değerlerinin de iletkenlikle orantılı olduğu görülmüştür.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), 800- 64000 mg/L arasında değişmektedir. Deponi sahasından alınan su örneğin de ise 256 mg/L olarak düşük bir değer bulunmuştur. Eski atıkların bulunduğu kısımdan alınan örneğin KOİ değeri 800 mg/L'dir. Mahallelerden gelen taze sızıntı suyundaki değerden oldukça düşük değerle ulaştığı yani suyun KOİ değerinin stabil duruma geldiği görülmüştür.

Toplam Organik Karbon (TOK) 97.25-20600 mg/L, örneklerin TOK değerleri de KOİ değerlerine paralellik göstermektedir.

Sülfat (SO_4^{-2}) 87-3600 mg/L, En yüksek sülfat değerleri mahallelerden alınan taze sızıntı suyunda, en düşük değer ise deponi sahasından alınan sızıntı suyunda görülmüştür. Taze sızıntı suyunda yüksek çıkan değer, stabil olan sızıntı suyunda düşük çıkmıştır.

Klorür (Cl^-) 850-25240 mg/L En yüksek değer yeni atıkların bertaraf edildiği bölgeden alınan örnekte çıkmıştır.

Amonyum (NH_4^+) 104-750 mg/L, örneklerdeki en yüksek amonyum değeri 750 mg/L olarak yeni deponi alanından alınan örnekte, en düşük ise su örneğinde çıkmıştır.

Toplam (P) 2.8-72.87 mg/L, kurşun (Pb) 0.3-10 mg/L, civa (Hg) 0.28-0.64 mg/L, krom (Cr) 0.24-6.6 mg/L, kadmiyum (Cd) 0.005-1.5 mg/L, nikel (Ni) 0.132-1.974 mg/L, arsenik (As) 0.01-0.4 mg/L, bakır (Cu) 0.4-400mg/L, demir (Fe) 4.64-18.8 mg/L, mangan (Mn) 2-288 mg/L değerleri arasında bulunmuştur.

Mahallelerden aldığımız numuneler arasında yaptığımız kolerasyon sonucuna göre, aynı TOK değerine karşılık gelen KOİ değerleri iki grupta toplanmıştır. Birinci gruptaki mahallelerde yüksek çıkarken, ikinci gruptaki mahallelerde düşük çıkmıştır. Fiziksel ve kimyasal kirleticilerin analiz sonuçlarına göre regresyon denklemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede bulanıklık, pH, İletkenlik, AKM, ÇKM, TUKM, Sülfat, Amonyum ve KOİ arasında MINTAP istatistik programı ile best subsets regresyon uygulanarak en uygun regresyon bileşenleri incelenerek, regresyon deklemini bulunmuştur. Buna göre regresyon denklemi $\text{KOİ} = 14104 - 0.424 \text{ Bulanıklık} - 2019 \text{ pH} + 5023 \text{ AKM} + 266 \text{ ÇKM} - 219 \text{ TUKM} + 7.12 \text{ Sülfat} + 17.7 \text{ Amonyum}$ şeklindedir

Organik madde analizi sonucu sızıntı suyunun havasız ayrışmanın başlangıç safhası (asit fazı) ürünleri olan asetik asit, propionik asit, etilester, butanoik asit, heksanoik asit, heptanoik asit, pentanoik asit ürünlerini, fenol türlerini içerdiği belirlenmiştir.

Analiz sonuçları göstermiştir ki Gebze ilçesi evsel katı atıklarının düzenli bir deponi sahasına depolanıp sızıntı suları kontrol altına alınmalıdır. Hızla artan nüfus ve sanayileşme yakın gelecekte büyük çevre problemlerinin doğmasına neden olabileceğini düşündürmektedir.

KAYNAKLAR

- Al-Yaqout A.F., *et al.*, Evaluation of landfill leachate in arid climate-a case study.. Hamoda. Environmental international 29, 593-600, 2003
- Bogner, J.E. Vogt, T., and Miller, R. M., Studies of solil gas, gas generation, and shallow microbial activity at Mallard North Landfill, DuPage County, Illinois. Proceedings of the 13th International Landfill Gas Symposium, Lincolnshire, Illinois, 1990
- Bouazza, A. And Van Impe, W.F., Liner design for waste disposal sites. Environmental Geology 35(1), 1998
- Calace, N. A.Liberotari, B.M. Petronio, M. Pietroletti.Characteristics of different molecular weight fractions of organic matter in landfill leachate and their role in soil sorption of heavy metals Environmental Pollution 113 331-339, 2001
- Chen, P.H. Assessment of leachates from sanitary landfills: impact of age, rainfall, and treatment. Environment International, Vol.22, No.2, pp.225-237, 1996
- Chian, E.S.K. Stability of organic matter in landfill leachates. Water Research Vol. 11.pp.225 to 232, 1977
- Christensen, J.B., Jensen, D.L., Christensen, T.H. Effect of dissolved organic carbon on the mobility of cadmium, nickel and zinc in leachate polluted grounwater. Water Research. Vol. 30(12), 3037-3049, 1996
- Critical Review and Summary of Leachate and Gas Production from Landfills. Leachate and gas production at sanitary landfills. EPA/600/2-86/073, section 5 December 1985.
- Çelik, G. Yüzyıl Gebze (Sosyo-Ekonomik Bir İnceleme).2.Cilt.Gebze Belediyesi Kültür Hizmeti, 20, 2004
- Debra R Reinhart, A. Basel Al-Yousfi, The impact of leachate recirculation on municipal solid waste landfill operating characteristics" Waste Management & Research , 14:337:346, 1996
- Demir, A., Tüylüoğlu, S. Düzenli depolama tesislerinin tasarımı ve işletilmesi. Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu' 99, cilt 3, 273-281, İst., 1999
- Dörhöfer, G. And Siebert, H. The search for landfill sites-requirements and implementation in Lower Saxony, Germany. Environmental Geology 35 (1), 1998
- Ehrig, H.J. Quality and quantity of sanitary lanfill leachate. Waste Management & Research 1, 53-68, 1983

El-Fadel, M., Bou-Zeid, E., Chahine, W., Alayli, B. Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content. Waste Management 22, 269-282, 2002

Farquar, G.J. J.F. Sykes, " Landfill Leachate Migration in soil" Proceedings of Leachate Management Seminar, Toronto-Ontario, 20-21 November, 157-195, Ontario, 1980

Flower et al., Vegetation kills in landfill environs. In management of gas and leachate in landfills, Proceedings of the 3rd Annual Municipal Solid Waste Research, 25, 2159-2169, 1977

Gourdan, R., Comel, C., Vermande, P., Veron, J. Fraction of the organic matter of a landfill before and after aerobic or anaerobic biological treatment. Wat.Res.Vol.23, 67-173, 1983

Gujer, W., and Zehnder, A. J. B., "Conversion processes in anaerobic digestion", Wat. Sci. Tech., Vol. 15, No. 8/9, pp. 127-167, 1983

Gülsüm Yılmaz, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.Katı Atık Sızıntı Sularından Biyolojik Azot Giderimi.Doktora Tezi Çevre Yüksek Mühendisi, Mart 2000

Günay Yıldız Töre, Esra Tınmaz, Asude Özkan, Suna Ö.Çelik Çorlu İlçesi Düzensiz Katı Atık Depolama Alanından Oluşan Sızıntı Suyunun Karakterizasyonu

Hill-Antel, CH2M " İstanbul Anakenti için Hazırlanan Katı Atık Yönetim Etüdü", İstanbul 1992

Irene, M., C., Lo. Characteristics and treatment of leachates from domestic landfills. Environmental International, Vol. 22(4), 433-442, 1996

Jensen, D.L., and Christensen, T.H. Colloidal and dissolved metals in leachates from four Danish Landfills. Water Research Vol. 33 No.9 pp 2139-2147, 1999

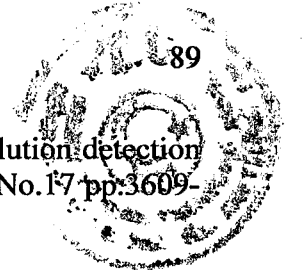
Johansen, O., J., Carlson D., A. Characterization of Sanitary Landfill Leachates., Water Research Vol.10pp.1129 to 1134, Pergamon Pres, 1976

Karsten, J., Mage, A and Gjengedal, E. Estimation of the mass-balance of selected metals in four sanitary landfills in Western Norway, With Emphasis on the heavy metal content of the deposited waste and leachate. Water Research 38, 2851-2858, 2004

Katı Atık Yönetimi, Çevre Mühendisleri Odası, 1995

Kouzeli-Katsiri A, Christoulas D. Prediction of leachate quality from sanitary landfills. Journal Environmental Engineering; 125(10):950-8, 1999

Küçükgül,O.;Katı Atık Düzenli depolama Sahaları Sızıntı Suyu Özelliklerinin Değişimini İfade Eden Bir Matematiksel Model. Doktora Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enst., Nisan 1999



Looser, M.O., Parriaux, A., Bensimon, M. Landfill underground pollution detection and characterization using inorganic traces water Research Vol. 33, No.17 pp.3609-3616, 1999

Lisk, D.J., "Environmental Effects of Landfills", The Science of the Total Environment, Vol. 100, pp. 415-468, 1991

Mustafa ÖZTÜRK, Pil/Akü Kullanımı Ve Atık Piller İle Akülerin Zararları, Çevre ve Orman Bakanlığı, YTÜ, İnşaat Fakültesi, 1999

Mutasem El-Fadel, Angelos N. Findikakis and James O. Leckie Environmental impacts of solid waste landfilling. J.Env.Manag. 50,1-25, 1997

Öman, C. and Hynning, P. Identification of organic compounds in municipal landfill leachates. Environmental pollution 80, 265-271, 1993

Patlama Riski Açısından Çöp Depo Yerleri.Gönüllü, M.T., Düzenli depolama tesislerinin tasarımı ve işletilmesi. Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu' 99, cilt 3, 313-321, İst., 1999

Perspectives in Environmental Chemistry, Oxford University Press, Inc. New York.

Radehaus, P.M., "Microbiologically Mediated Reactions in Aquatic Systems", In: Macalady D. L. Ed., 1998

Samsunlu, A. Çevre Mühendisliği Kimyası. Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları. İstanbul, 1999.

Solid waste Management Engineering. J.,T. Pfeffer Prentice Hall,Inc, 1992

Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition, 1995

Speece, R.E., Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters, Archae Press, Nashville, Tennessee, USA, sh 40, 1996

Stegmann, R., Spendlin, H.H., "Research activities on enhancement of biochemical processes in sanitary landfill", Water Pollut. Res. J. Can., Vol. 21(4), 572-591, 1986

Şengil, İ.A. ve Özacar, M. Çevre ve Mühendislik Kimyası. Adapazarı, 1996

Özkaya, B., Katı Atık Düzenli Depo Sahalarında Sızıntı Suyu Geri Devir Etkilerinin Tam Ölçekli Bir Sahada (Odayeri) Araştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2001

Öztürk,İ., Altınbaş, M., Arıkan, O., Katı Atık Sızıntı Suyu Kirliliğinin Boyutları ve Arıtma Teknikleri. Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu' 99, cilt 3,393-403,İst.

Sanitary Landfill Leachate generation, control and treatment. S.R. Qasim,W. Chiang.1994

Tatsi,A.A., Zouboulis,A.I., A field investigation of the quantity and quality of leachate from a municipal solid waste landfill in a Mediterranean climate (Thessaloniki, Greece). Advances in Environmental Research 6, 207-219, 2002.

Tchobanoglous, G. And et all Integrated solid waste management. McGraw Hill, Inc, Newyork,pp 456-500, 1993

Timur, H. And Öztürk, I. Anaerobic Sequencing batch reactor treatment of landfill leachate. Water Research Vol. 33(15), 3225-3230, 1999

Tor, A. Konya İli Düzensiz Katı Atık Depolama Sahası Sızıntı Suyu Karakteristiklerinin İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.Konya, 2000

Yalçın and Demirer, G.N. Performance evaluation of landfills with the HELP (hydrologic evaluation of landfill performance) model: İzmit case study.Environmental Geology (42).pp793-799, 2002

Vadillo, I., Carrasco, F., Andreo, B., Garcia de Torres, A., Bosch, C. Chemical composition of landfill leachate in a karst area with a Mediterranean climate (Maebella, Southern Spain). Environmental Geology 37(4) April, 1999

Vanloon,G.W. and Dyffy, S.J. Environmental Chemistry. New York, 2000

Yıldız, Özkan, Y., Uluatan, S. Geoteknik Açısından Düzenli Katı Atık (çöp) Depolanması Eğitim Semineri, ODTÜ-SEM, Ankara, 1995

<http://www.pws.com.tr/sontr/tr/icme.htm>

<http://www.geocities.com/selimkorkmaz2003/odev11.html>

<http://www.foe.org/site1/ptp/chapter3.html>

<http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc141.htm>

ÖZGEÇMİŞ



1977 yılında İstanbul’da doğan Tuğba İMRE ŞAHİN ilk, orta ve lise öğrenimini Tokat’ta tamamladı. 1999 yılında 19 Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimini tamamlayarak, 2001-2002 yılı bahar döneminde Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2002’ de araştırma görevlisi olarak atandı. Halen bu görevine devam etmektedir.

