

## ARAŞTIRMA MAKALESİ/RESEARCH ARTICLE

# ELAZIĞ KATI ATIK DEPOLAMA ALANINDA OLUŞAN SIZINTI SUYUNUN KİRLİLİK YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ<sup>1</sup> Hilâl ARSLANOĞLU<sup>2</sup>, Nilüfer (NACAR) KOÇER<sup>3</sup>

### ÖZ

Sızıntı suyu endüstriyel ve evsel atıksulara göre daha değişken olup, daha fazla kirlilik yüküne sahiptir. Sızıntı suyu karakterizasyonu; katı atık muhtevası, katı atığın ayrışma fazları, pH, redoks potansiyeli, iklim şartları, depolama alanı tasarımı, işletilmesi ve depo yaşına göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada; Elazığ katı atık depolama alanında önemli bir kirlilik yükü oluşturan sızıntı suyunun; ağır metal, organik madde, katı madde, azot, fosfor ve klorür konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu amaçla; Elazığ Kenti katı atık depolama alanından Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran 2001 dönemi boyunca beş farklı noktadan numune alınarak analizlenmiştir. Böylece; Elazığ kenti katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyunun karakterizasyonu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Katı atık, Düzensiz depolama, Sızıntı suyu, Karakterizasyon, Kirlilik yükü.

## DETERMINATION OF POLLUTION LOADING OF LEACHATE GENERATING AT THE SOLID WASTE LANDFILL OF ELAZIĞ CITY

### ABSTRACT

Leachate quality has more variation than industrial and municipal wastewaters and has more pollution loading. Characteristic of leachate differentiates according to the type of solid waste, decomposing phases of solid waste, pH, redox potential, climate, landfill design, operating and landfill age. In this research, heavy metals, organic substance, solid substance, ammonia nitrogen, phosphate and chloride content of leachate generating in Elazığ solid waste disposal area has been determined. For this purpose, leachate samples have been taken in January, February, March, April, May and June 2001 from different five points around Elazığ solid waste disposal area and were analyzed for the above parameters. Thus, characteristics of leachate were determined at Elazığ solid waste disposal area.

**Key Words:** Solid waste, Unsanitary landfill, Leachate, Characterization, Pollution loading.

## 1. GİRİŞ

Katı atık yığınlarına, belirli bir su tutma kapasitesinin üstünde aşırı miktarda su girmesi durumunda, atıklar bu fazla suyu tutamaz ve dışarı bırakırlar. Sızıntı suyu olarak tanımlanan bu fazla su, katı atıklar içerisinden geçerken çeşitli kirleticileri ve parçalanma ürünlerini de yıkayarak bünyesine alır (Tokmakkaya, 1998). Sızıntı sularının esas kaynağı organik bozulma sonucu oluşan sulardır. Bu sular yağışlar ve yüzey suları ile te-

mas ederek kirliliği çevreye yayarlar. Ayrıca bu taşınım esnasında çevrede mevcut olan yüzey biriktirme sistemleri, yeraltı biriktirme sistemleri ve toprak sistemi ciddi olarak kirlenmektedir (Bakış vd., 1999).

Katı atık depo sahasına düşen yağış sularının, buradaki atık kütlesi arasından süzülmesi esnasında çeşitli kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar meydana gelir. Bunun sonucu olarak inorganik ve organik bileşikler, atıktan sızan suya geçer. Katı atık ve sızıntı suyu arasın-

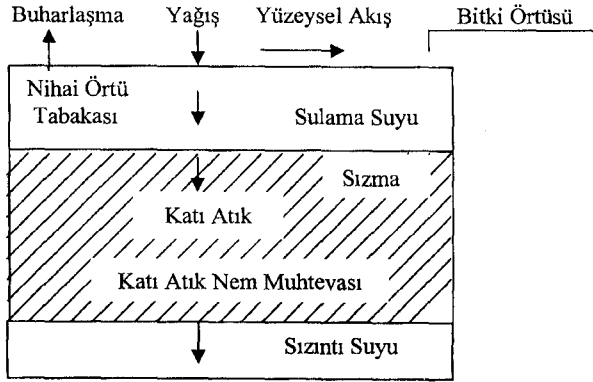
<sup>1</sup> Bu Çalışma Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu (FÜNAF) Tarafından 508 No'lu Proje Olarak Desteklenmiştir.

<sup>2</sup> Çevre Yüksek Mühendisi, E-posta: h\_arslanoglu@hotmail.com

<sup>3</sup> Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23119 ELAZIĞ.

Tel: 0 424 237 00 00 / 6345; E-posta: nkocer@firat.edu.tr

Geliş: 05 Temmuz 2001; Düzeltme: 01 Mart 2002; Kabul: 02 Mayıs 2002.



Şekil 1. Sızıntı Suyu Oluşumu (Öztürk, 1999).

daki bu etkileşim Şekil 1'de basit olarak ifade edilmektedir. Depo gövdesinde gerçekleşen söz konusu bu tür karmaşık reaksiyonların son ürünleri, sızıntı suyu ve depo gazı ile uzaklaşırlar. Bu maddelerin taşınımı esnasında kimyasal ve biyolojik reaksiyonlara ilaveten sorpsiyon ve difüzyon gibi fiziksel proseslerde gerçekleşir (Öztürk, 1999).

Tüm kentsel katı atık depolama alanlarında oluşan sızıntı sularının kanserojen kimyasallar ve toksik maddeler içerdiği yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Kentsel katı atıkların içerdiği bu kirleticilerin kaynağı düzenli veya düzensiz depolanan tehlikeli atıkların ayrışması sonucu oluşan ürünlerdir (Schrab vd., 1992).

Sızıntı suyunun kompozisyonu, deponi alanında depolanmış olan atık türlerine, iklim şartlarına, depolama şekli ve biyolojik ayrışma seviyesine bağlıdır. Özellikle, kimyasal atıklar sızıntı suyu kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Genel ve ortalama bir kompozisyon verilebilmesi oldukça güçtür. Ancak, periyodik sistemde bulunan bütün kirleticilerin bulunabileceği göz önünde tutulmalıdır (Sümer vd., 1998; Baycan ve Şengül, 2001).

Yağmur sularının depolama alanına girmesi sonucu oluşumu hızlanan sızıntı sularının özelliklerindeki zamana bağlı olarak meydana gelen değişim, öncelikle depolama alanlarındaki katı atığın ayrışma fazlarına bağlıdır. Katı atığın ayrışması; alıştırma, geçiş, asit oluşum, metan oluşum ve olgunlaşma fazı olmak üzere beş evrede gerçekleşmektedir. Sızıntı suyu özelliklerinin ayrışma fazlarına bağlı değişimi Tablo 1'de verilmiştir (Onay, 1999).

İlk faz, depolama alanına yerleştirilir yerleştirilmez mikrobiyal ayrışmaya uğrayan evsel katı atıkların organik biodegradasyonunu içermektedir. Bu fazda oksijenin bulunması gereklidir. Bu faz sadece depolama alanının çok üst tabakalarında aerobik şartlar altında meydana gelir (Şensoy, 1999).

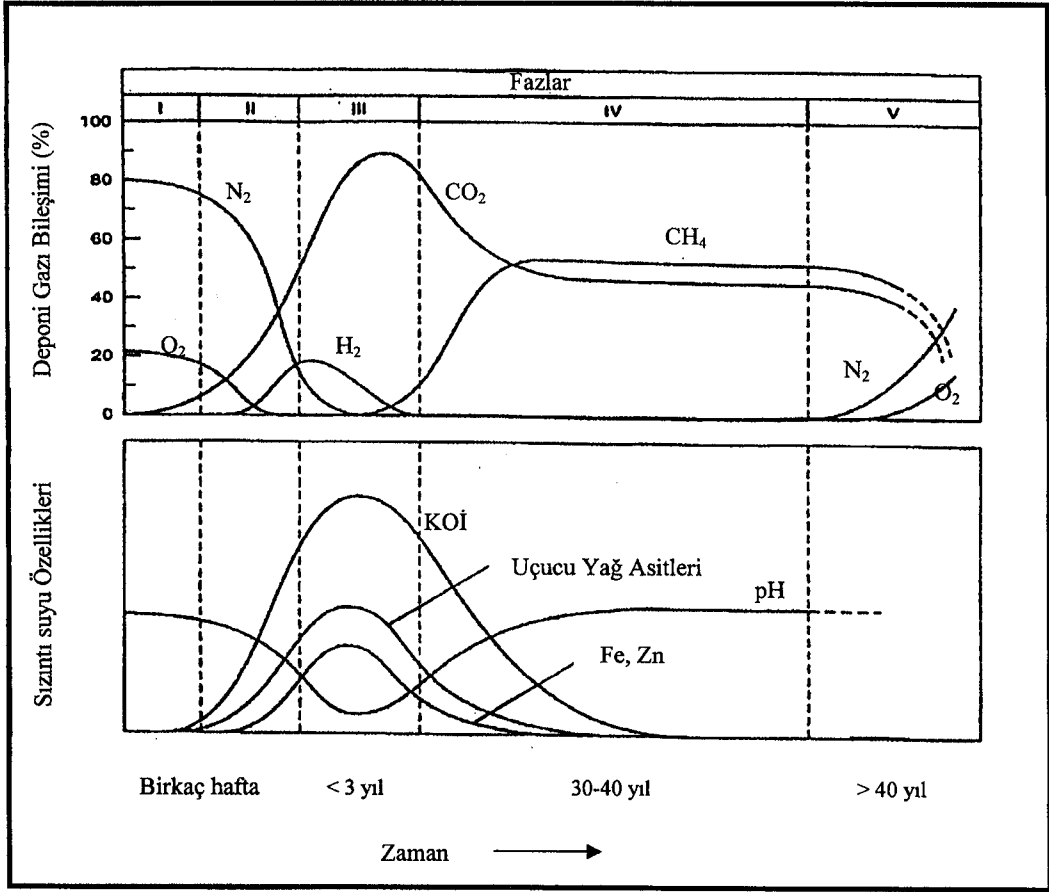
İkinci fazda oksijenin azalması ile beraber anaerobik şartlar hüküm sürmeye başlamaktadır. Gittikçe anaerobik şartlara geçilmesi ile nitrat ve sülfat indirgenerek, azot gazı ve hidrojen sülfüre dönüşür. Kompleks organik bileşiklerin organik asit ve diğer yan ürünlere dönüştürülmesiyle, artık üçüncü faz gerçekleşmeye başlamış demektir. Böylelikle hidrojen gazı miktarının azalması ve organik asit üretiminin artması ile asidik faz gerçekleşir (Şensoy, 1999).

Asidik faz süresince, kompleks organik bileşikleri ayrıştıran ve sızıntı suyunun koyu rengine ve kuvvetli kokusuna sebebiyet veren bakteriler tarafından, uçucu yağ asitleri üretilir (TUA). Bu nedenle, böyle bir sızıntı suyu, kuvvetli bir organik yüke sahiptir ve genellikle asidiktir (Robitaille, 1995).

Metan oluşumu fazında, metan oluşumunda yer alan bakteriler kolay ayrışabilir uçucu yağ asitlerini tüketir, böylece sızıntı suyunun organik dayanıklılığı azalır. Geride kalan karbonu ayrıştırmak çok zordur ve bu karbon sızıntı suyunda kalma eğilimindedir. Gerçekten

Tablo 1. Sızıntı Suyu Özelliklerinin Ayrışma Fazlarına Bağlı Olarak Değişimi (Onay,1999).

PARAMETRE	GEÇİŞ FAZI	ASİT OLUŞUMU FAZI	METAN OLUŞUM FAZI	OLGUNLAŞMA FAZI
BOİ, mg/l	100 – 10000	1000 – 57000	600 - 3400	4 – 120
KOİ, mg/l	480 – 18000	1500- 71000	580 - 9760	31 – 900
TUA, mg/L	100 - 3000	3000 – 18800	250 - 4000	0
BOİ/KOİ	0,23 – 0,87	0,4 – 0,8	0,17 – 0,64	0,02 – 0,13
NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> , mg/L	120 - 125	2 - 1030	6 - 430	6 – 430
pH	6,7	4, - 7,7	6,3 – 8,8	7,1 – 8,8
İletkenlik	2451 - 3310	1600 – 17100	2900 - 7700	1400 - 4500



Şekil 2. Sızıntı Suyu ve Depo Gazında Bulunan Genel Kirleticilerin, Katı Atıkların Ayrışma Fazlarına Bağlı Olarak Değişimi (El Fadel, 2001).

de, bu ikinci faz sırasında, BOİ<sub>5</sub> miktarının azalması KOİ'den daha fazladır (Robitaille, 1995). Bu nedenle genç depo alanlarındaki sızıntı sularında BOİ / KOİ > 0,5 iken yaşlı depo alanlarındaki sızıntı sularında BOİ / KOİ < 0,2'dir (Öztürk vd., 1999).

Son faz, organik maddelerin metan oluşum fazında karbondioksit ve metan gazına biyodegradasyonla dönüştürülmesi sürecinden sonra gerçekleşir. Daha önce kullanılmayan bioayırışma materyallerinin parçaları, atık içerisinde sürekli hareket halinde olan su ile dönüşümlerini tamamlarlar. Bu faz esnasında sızıntı suyu humik ve pulvik asitleri içerir (Gürsoy, 1998). Şekil 2'de sızıntı suyu ve depo gazında bulunan genel kirleticilerin, katı atıkların ayrışma fazlarına bağlı olarak değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir.

Sonuç olarak, sızıntı suyunun bileşimi; katı atık muhtevası, pH, redoks potansiyeli, iklim şartları ve depo yaşına göre farklılıklar göstermektedir (Öztürk vd., 1999). Ancak sızıntı suyunun karakterizasyonundaki tüm bu değişimlerin ana etkeni, katı atığın ayrışma fazlarıdır. Sızıntı suları, katı atıkların ana bileşenlerinden kaynaklanan bir çok element ve bileşiği ihtiva etmektedir. Katı atığın ihtiva ettiği bu element ve bileşiklerin

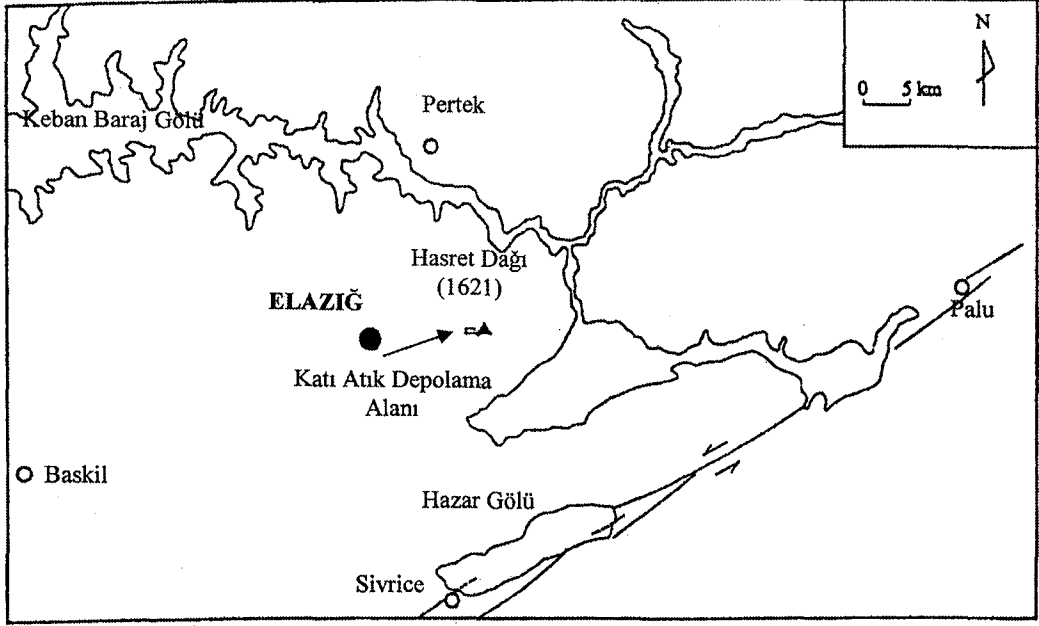
sızıntı suyunda bulunup bulunmaması veya bulunuyorsa miktarı, katı atığın ayrışma fazlarına göre farklılık göstermektedir (Kjelsen vd., 1998).

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Depolama Alanının Özellikleri

Depolama alanı; Elazığ ili merkez Güneyçayır Köyü sınırları içerisinde yer alan Akdere başlangıcıdır. Akdere bu alandan başlayıp güney istikametine doğru irtifa kaybederek Gurbet Mezra ve Ak Mezra Mahallelerinden geçip Keban Baraj Gölüne ulaşmaktadır. Depolama alanının haritası Şekil 3'de görülmektedir. Depolama alanının başlangıcındaki Akdere Mevkisinde, derinlik bir hayli fazla olmasına karşın Gurbet Mezra Mahallesi civarında topoğrafyanın düzleştiği alanlarda derenin yayvanlaştığı görülür. Dere genelde kurudur, ancak ilkbahar aylarında zaman zaman büyük taşkınlar yaptığı mahalli kişiler tarafından ifade edilmiştir.

Depolama alanındaki toprak tabakasının yapısının belirlenebilmesi için Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün ülke genelinde her il için ayrı ayrı hazırladığı "İl Arazi Varlığı" çalışmalarından faydalanılmıştır.



Şekil 3. Elazığ Katı Atık Depolama Alanının Haritası.

Depolama bölgesi; kahverengi topraklar grubuna dahil, arazi yapısı olarak; çok dik bir eğime sahip olan, 3. derece erozyon sahası özelliğinde, çok sığ (toprak derinliği bitkisel üretim için yetersiz, 10-20 cm), yer yer kayalık, taşlık bir alandır. Ayrıca toprak yapısı olarak hafif orta bünye arası bir özellik gösterip, tuzluluk ve alkalilik gibi olumsuzluklara da rastlanmaktadır. Yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı bu arazi tarımsal yönden ekonomik olmadığı gibi tarla işi çalışmalarına da müsait değildir. Ancak zayıf mera veya meydan olarak kullanılabilir özelliktedir (Köy Hizmetleri, 1997).

Buna göre; depolama bölgesi DSİ'nin hidrolojik zemin grupları ve bitki örtüsüne göre akış eğri numaraları tablosunda tanımlanan D (çok ağır killi veya kayalık zemin, bitkisel toprak çok ince veya hiç yok) grubu toprak özelliği göstermektedir (Özdemir, 1978).

Elazığ katı atık depolama alanına, 1998 yılı Temmuz ayından itibaren depolama yapılmaktadır. Depolama alanı çok dik bir eğime sahip olduğundan sızıntı suyu kolaylıkla akışa geçebilmektedir. Uçurum yamacı yükseltileri, depolama alanının batı kısmında oldukça fazladır. Bu nedenle batı kısmı, yağış ve rüzgar gibi hava olaylarından daha fazla etkilenmeye açıktır. Depolama alanının doğu kısmı hava olaylarından daha az etkilenmektedir. Ayrıca depolama alanının doğu kısmındaki katı atık yüksekliği, batı kısmına göre daha fazladır.

## 2.2. Sızıntı Suyu Örnekleme Noktalarının Seçimi ve Örneklerinin Alımı

Sızıntı suyu örnekleri Elazığ'ın yaklaşık 10 km doğusunda bulunan Hasret Dağı, Güneçayır ve Gurbet Mezrası tarafından çevrelenen katı atık depolama alanından aylık periyotlarla, 6 ay süreyle alınmıştır. Söz konusu depolama alanı bir uçurumun yamacı olup, oluşan sızıntı suları eğimin fazla olması nedeniyle uçurum yamacından süzülerek uçurum tabanındaki çukurluklara biriktirmektedir. Sızıntı suyu miktarının fazla olduğu durumlarda akışa geçmektedir. Katı atık yığınları içerisinden süzülerek gelen iki adet sızıntı suyu kolu tespit edilmiştir. Bu kollar; doğu ve batı sızıntı suyu kolları olarak adlandırılmıştır. Batı kolu sızıntı suyu; eğimin fazla olmasından dolayı yağışla yıkanıp gelen suları oluşturmaktadır. Çalışma alanında; doğu ve batı kollarından ikişer, her iki kolun birleştiği noktadan da bir adet olmak üzere beş adet örnekleme noktası belirlenmiştir. Her iki kol üzerinde belirlenen ilk örnekleme noktaları akış halindeki sızıntı suyunu temsil etmektedir. İkinci örnekleme noktaları ise, sızıntı suyunun oluşturduğu göletlerdeki sızıntı suyunu temsil edecek şekilde seçilmiştir. Numunelere verilen isimler ve alındıkları yerler kısaca aşağıda özetlendiği gibidir.

- S<sub>1</sub>: Batı kolu ilk noktası, akış halindeki sızıntı suyu
- S<sub>2</sub>: Batı kolu ikinci noktası, göletteki sızıntı suyu
- S<sub>3</sub>: Doğu kolu ilk noktası, akış halindeki sızıntı suyu
- S<sub>4</sub>: Doğu kolu ikinci noktası, göletteki sızıntı suyu
- S<sub>5</sub>: Ortak koldaki (iki sızıntı suyu kolu birleştikten sonraki) sızıntı suyu

Yapılan çalışma; Ocak 2001 - Haziran 2001 tarihlerinde gerçekleştirilmiş olup, elde edilen sonuçların daha iyi yorumlanabilmesi için her parametrelerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri verilmiştir. Ayrıca sızıntı suyunun kirlilik yükünün belirlenmesi açısından büyük önem taşıyan KOİ, BOİ<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub>-N ile bu depolama alanında yüksek konsantrasyonda bulunan Cl<sup>-1</sup> ve Mg<sup>+2</sup>'nin, örnekleme noktalarına göre değişiminin ortaya koyulabilmesi için bu parametreler örnekleme noktalarına göre de verilmiştir. Böylelikle, bu depolama alanında oluşan sızıntı suyunun, örnekleme noktalarına ve sızıntı suyu kollarına göre değişimi de ortaya koyulmuştur.

### 2.3. Sızıntı Suyu Kirlilik Parametrelerinin Belirlenmesi ve Analiz Metodları

Sızıntı suyu örneklerinde; pH, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>), toplam katı madde (TKM), askıdaki katı madde (AKM), toplam çözülmüş madde (TÇM), amonyak azotu (NH<sub>3</sub>-N), orto fosfat (PO<sub>4</sub>-P), sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), klorür (Cl<sup>-</sup>), magnezyum (II) iyonları (Mg<sup>+2</sup>), kurşun (II) iyonları ve demir(II) iyonları (Fe<sup>2+</sup>) analizleri yapılmıştır. Yukarıda belirtilen fiziksel, kimyasal parametrelerin analizinde AWWA, APHA, WEF tarafından önerilen standart metodları içeren "Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater" isimli kaynaktan yararlanılmıştır (AWWA, APHA, WEF, 1992).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Elazığ Katı Atık Depolama Alanı Sızıntı Suyu Karakterizasyonu

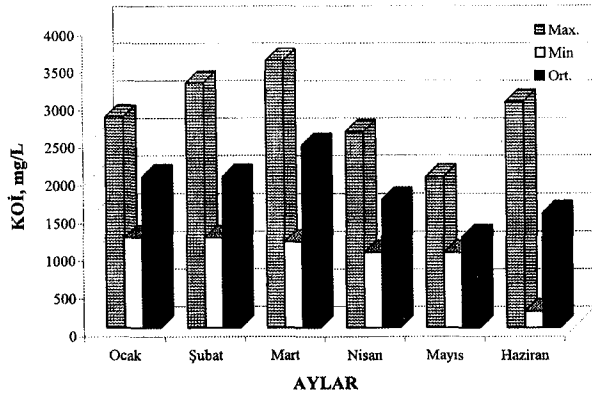
Elazığ katı atık depolama alanından Ocak 2001- Haziran 2001 tarihleri arasında alınan sızıntı suyu örneklerinin analiz sonuçları Tablo 2'de verilmektedir.

Öztürk vd'nin 1999 yılında yaptığı bir çalışmada, bir yıllık depolama alanında KOİ konsantrasyonu; 10.000 - 40.000 mg/L, BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 7.500-28.000 mg/L, beş yıllık bir depolama alanı için ise KOİ; 8.000 mg/L, BOİ<sub>5</sub>; 4.000 mg/L olduğu belirtilmektedir. Andreottala ve Cannas 1992 yılında yaptıkları bir çalışmada ise; metan oluşum fazında KOİ değerinin 500-4.500 mg/L aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da elde edilen 1.809 mg/L ortalama KOİ değeri; Öztürk ve diğerlerinin 1999 yılında yaptıkları çalışma değerlerinin çok altında, Andreottala ve Cannas'ın 1992 yılında yaptıkları çalışmada ise verilen sınırlar içerisinde kalmaktadır. Ancak dört yıllık bir depolama alanı olduğu göz önüne alındığında yapılan çalışmada elde edilen KOİ ve BOİ<sub>5</sub> verileri oldukça düşük değerdedir.

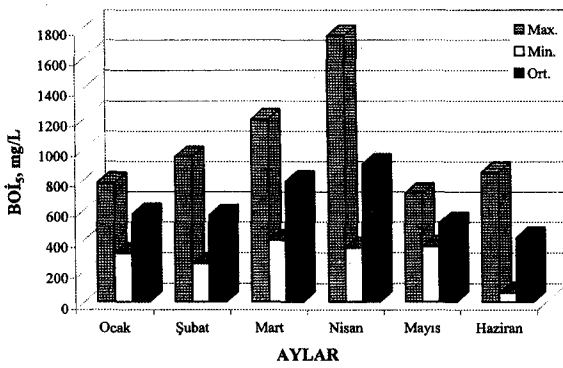
KOİ ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin aylara göre maksimum minimum ve ortalama değerleri daha açık bir şekilde Şekil 4 ve Şekil 5'de görülmektedir.

Tablo 2. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunun Karakterizasyonu.

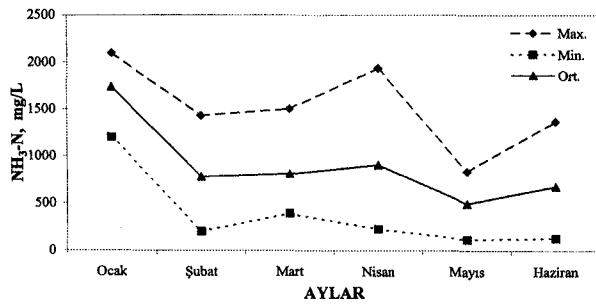
PARAMETRELER		pH	BOİ <sub>5</sub> (mg/L)	KOİ (mg/L)	TKM (mg/L)	AKM (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Fe <sup>+2</sup> (mg/L)	Cr <sup>6</sup> (mg/L)	Pb <sup>+2</sup> (mg/L)	
AYLAR															
ANALİZ SONUÇLARI	OCAK	Max.	8,51	780	2.800	19.420	253	2.097	111	8.697	4,0	266	7,7	0,60	<0,01
		Min	8,22	315	1.200	6.900	75	1.197	11	3.849	2,3	94	1,9	<0,01	<0,01
		Ort	8,39	574	2.000	14.306	155	1.735	53	6.928	3,0	185	4,4	0,24	<0,01
	ŞUBAT	Max.	8,51	950	3.250	15.590	380	1.432	112	5.748	15,3	129	4,8	0,24	<0,01
		Min.	8,03	250	1.200	5.100	100	200	7	1.550	8,9	94	<0,01	<0,01	<0,01
		Ort.	8,34	565	2.000	11.313	250	780	63	3.464	12,4	115	2,2	0,01	<0,01
	MART	Max.	8,45	1.200	3.550	11.570	410	1.504	97	7.898	2,4	206	2,4	<0,01	<0,01
		Min.	8,22	400	1.440	4.480	250	391	24	1.999	0	139	0,7	<0,01	<0,01
		Ort.	8,35	790	2.418	9.038	372	811	60	4.749	1,7	177	1,8	<0,01	<0,01
	NİSAN	Max.	8,67	1.750	2.600	12.270	330	1.939	116	6.623	2,1	165	4,0	<0,01	<0,01
		Min.	8,48	350	1.000	2.450	110	227	12	3.124	0	52	<0,01	<0,01	<0,01
		Ort.	8,48	902	1.700	7.942	224	907	56	4.524	1,6	97	2,3	<0,01	<0,01
	MAYIS	Max.	8,54	710	2.000	11.940	360	837	61	5.498	1,1	141	2,8	<0,01	<0,01
		Min.	8,40	360	1.000	1.890	140	116	5	1.000	0,0	92	<0,01	<0,01	<0,01
		Ort.	8,46	518	1.210	7.768	256	495	27	3.499	0,8	120	2,0	<0,01	<0,01
	HAZİRAN	Max.	8,53	850	3.000	18.394	560	1.371	38	10.622	3,7	243	4,9	0,14	<0,01
		Min.	8,33	60	220	2.450	70	131	5	1.025	1,2	215	0,6	0,12	<0,01
		Ort	8,44	418	1.524	11.665	360	679	20	6.463	2,6	228	2,8	0,13	<0,01



Şekil 4. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunun KOİ Değişimi.



Şekil 5. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunun BOİ Değişimi.

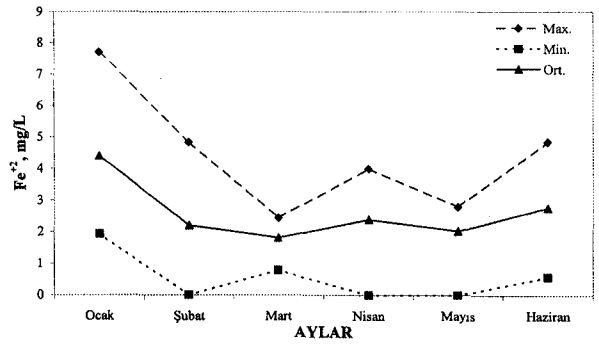


Şekil 6. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunda Amonyak Azotu Değişimi.

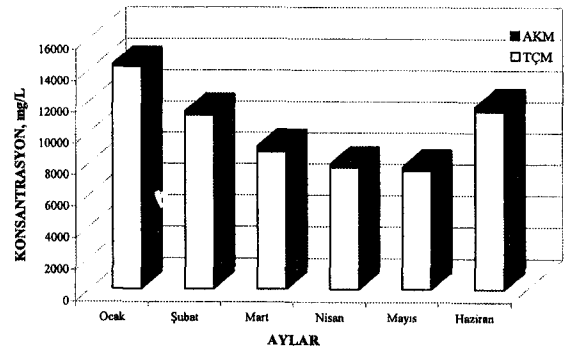
Sızıntı suyunda amonyak azotu oldukça yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Sızıntı suyu numunelerindeki amonyak azotunun aylara göre maksimum minimum ve ortalama değerlerinin değişimi Şekil 6'da ki gibidir.

Yeni bir depolama alanı olduğundan önemli miktarda ağır metal kirliliği tespit edilememiştir. Sızıntı suyunda tespit edilen ağır metallere en fazla bulunan demir (II) iyonları olup, aylara göre değişimi Şekil 7'de görülmektedir.

Elazığ katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyunda bulunan çözünmüş katı madde (ÇKM) ve askı-



Şekil 7. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunun Demir (II) İyonu Değişimi.



Şekil 8. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunun TKM, TÇM ve AKM Ortalama Konsantrasyonları.

daki katı madde (AKM) konsantrasyonlarının Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran 2001 ayları aylara göre maksimum minimum ve ortalama değerlerinin değişimi Şekil 8'de görülmektedir. Askıdaki katı madde ile çözünmüş katı madde toplamı, toplam katı maddeyi vermektedir. Bu nedenle yığılmış sütunların üst noktası, toplam katı madde (TKM) miktarını göstermektedir.

Sızıntı suyunun kirlilik yükünün belirlenmesi açısından büyük önem taşıyan KOİ, BOİ, NH<sub>3</sub>-N ile bu depolama alanında yüksek konsantrasyonda bulunan Cl<sup>-1</sup> ve Mg<sup>+2</sup>'nin, örnekleme noktalarına göre oluşturdukları altı aylık ortalama değişimi Tablo 3'de görülmektedir.

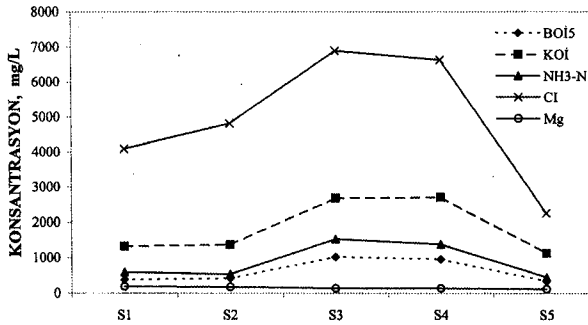
Şekil 9'da Elazığ katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyunun KOİ, BOİ, NH<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-1</sup> ve Mg<sup>+2</sup>'konsantrasyonlarının örnekleme noktalarına göre değişimi görülmektedir.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Elazığ katı atık depolama alanında çalışma boyunca alınan sızıntı suyu numunelerinde en dikkati çeken kirlenici unsur amonyak azotudur. Amonyak azotunun konsantrasyonu 116– 2.097 mg/L aralığında bulunmuş-

Tablo 3. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunun KOİ, BOİ, NH<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup> ve Mg<sup>+2</sup> Konsantrasyonlarının Örnekleme Noktalarına Göre Ortalama Değişimi.

ÖRNEKLEME NOKTALARI	PARAMETRELER				
	BOİ <sub>5</sub> mg/L	KOİ, mg/L	NH <sub>3</sub> -N, mg/L	Cl <sup>-</sup> , mg/L	Mg <sup>+2</sup> , mg/L
S <sub>1</sub>	388	1.325	598	4.090	188
S <sub>2</sub>	418	1.365	538	4.815	177
S <sub>3</sub>	1.026	2.692	1.530	6.898	140
S <sub>4</sub>	960	2.717	1.381	6.631	144
S <sub>5</sub>	348	1.137	459	2.270	120
<b>ORTALAMA</b>	<b>628</b>	<b>1.847</b>	<b>901</b>	<b>4.941</b>	<b>154</b>

Şekil 9. Elazığ Katı Atık Depolama Alanında Oluşan Sızıntı Suyunun KOİ, BOİ, NH<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup> ve Mg<sup>+2</sup> Konsantrasyonlarının Örnekleme Noktalarına Göre Değişimi.

tur. Yeni bir depolama alanı olması nedeniyle ağır metallerden krom ve kurşuna eser düzeyde rastlanmıştır. Sadece 0,6–7,7 mg/L aralığında demir konsantrasyonu gözlenmiştir. Sızıntı suyu örneklerinde organik madde yükü oldukça düşüktür. Bunun başlıca iki sebebi vardır. Birincisi; çalışmanın yapıldığı ayların yağışlı geçmesinden dolayı sızıntı suyunun seyrelmesidir. Şubat ve Mart 2001 aylarında yağış olmasına rağmen sızıntı suyunun kirlilik yükünde meydana gelen artış, mikrobiyal ayrışmayı sağlayan mikroorganizmaların su ihtiyacının karşılanması sonucu artan biyolojik aktivite ve yağmur suyunun katı atık yığımları içerisinde geçerken atık maddeleri yıkaması ve bünyesine aldığı ayrışmayan organik ve inorganik maddeleri ayrışabilecekleri yeni ortamlara taşımamasından ileri gelmektedir. İkinci sebep ise; depolama alanındaki organik materyalin asidik fazda uzun süre kalmayıp direkt olarak metan oluşum fazına geçtiğidir. Asidik fazda pH düşmekte ve kirlilik yükü çok fazla artış göstermekteyken, metan oluşum fazında pH'da artma, kirlilik yükünde azalma görülmektedir. Sızıntı suyunun pH değeri katı atığın ayrışma fazı hakkında en önemli bilgiyi verir. Onay (1999)'a göre pH 6,7; geçiş fazı, pH 4–7,7 arası; asit oluşum fazı, pH 6,3–8,8; metan oluşum fazı ve pH 7,1 – 8,8 arası olgunlaşma fazı olarak tanımlanmaktadır. Yapılan deneylerde pH 8,03 – 8,67 aralığında bulunmuş ve ani değişimler gözlenmemiştir.

KOİ değeri ise; 220 - 3.350 mg/L aralığındadır. Elazığ Belediyesinin zaman zaman katı atık üzerine mazot dökerek atığı yakmaya çalışması ve böcek ilaçlamasında sis için mazottan faydalanması nedeni ile; organik maddenin tam olarak biyodegradasyonu söz konusu olmamaktadır. Bu nedenle; katı atığın ayrışma fazları, organik maddenin yanması, yapısının bozulması veya yine ısı ve toksik maddelerden dolayı mikroorganizmaların zarar görebilmesi nedeniyle tam olarak gerçekleşmemektedir.

Kimyasal oksijen ihtiyacının ortalaması alındığında, Elazığ katı atık depolama alanı için 1.808 mg/L değeri bulunmaktadır. Kimyasal oksijen ihtiyacı kadar önemli bir parametre de BOİ<sub>5</sub> / KOİ oranıdır. Curi (1986), sızıntı suyunun biyolojik olarak parçalanmasının zamana bağlı olarak değiştiğini ve bu değişimin BOİ<sub>5</sub> / KOİ kontrolü ile izlenebileceğini belirtmektedir. Öztürk vd.'lerine (1999) göre de; genç depolama alanlarındaki sızıntı sularında BOİ<sub>5</sub> / KOİ > 0,5 iken, yaşlı depo alanlarındaki sızıntı sularında bu oran 0,2 den küçüktür. Elazığ katı atık depolama alanında bu değer 0,35 tir. Dolayısıyla bu depolama alanı biyolojik olarak orta yaşlı bir depolama alanıdır. Kurt ve Gönüllü (2001)'ye göre bu durum, sızıntı suyu içerisinde bulunan organiklerin baskın olarak molekül ağırlığı daha yüksek bileşiklerden oluşmasından kaynaklanmaktadır.

Bligh vd'nin 1991 yılında yapmış oldukları çalışmada; KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı, sızıntı suyunun biyolojik olarak ayrışabilirliğinin bir göstergesi olarak belirtilmiştir. Büyüklüğü daha güç ayrışmayı işaret eden KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı, ayrışabilirliği en iyi olan sularda 1,5 olmaktadır. Elazığ katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyu için bu oran 2,88'dir. Bu değer yüksek olması biyolojik ve diğer yöntemlerle sızıntı suyunun arıtılabilirliğini zorlaştırmaktadır. Dolayısı ile Elazığ katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyunun sadece biyolojik ve kimyasal olarak arıtılması yeterli olmayıp bir çok arıtma tekniklerinin ardışık olarak uygulanması gerekmektedir.

Her ne kadar tam bir biyolojik ayrışma gerçekleşmese de, BOİ<sub>5</sub> / KOİ oranı olan 0,35 değeri ile pH de-

ğerleri dikkate alındığında bu depolama alanının metan oluşum fazında olduğu söylenebilir.

Özellikle batı kolu sızıntı suyu örnekleme noktalarından elde edilen sızıntı suyu numunelerinde yağışın çok büyük bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Doğu kolu sızıntı suyu örnekleme noktalarında ise; katı atık yığınlarının yüksekliğinin fazla olması ve alanın topoğrafik yapısından dolayı yağıştan fazla etkilenmemesi gibi nedenlerle batı koluna göre daha yoğun bir kirlilik yüküne sahiptir. Gölet ve akış halindeki sızıntı suyundaki  $\text{NH}_3\text{-N}$  konsantrasyonu farklılık göstermektedir. Sızıntı suyundaki  $\text{NH}_3\text{-N}$  konsantrasyonu oldukça yüksek olup, yüzey ve yeraltı suları için büyük tehlike oluşturmaktadır.

Klorür değeri; Bulak'a (1992) göre, 2.100 mg/L, Curi'ye (1986) göre ise; yeni depolama alanları için 200-3.000 mg/L, olgunlaşma fazı depolama alanları için 100 – 400 mg/L arasındadır. Sızıntı suyunun klorür içeriği, normal olarak atıkların mineral içeriğinin artması ile artış göstermektedir. Ancak Elazığ katı atık depolama alanında bulunan değerler bu rakamların çok üzerindedir. Elazığ katı atık depolama alanının; hafif orta bünye arası bir özellik gösterip, tuzluluk ve alkalilik gibi olumsuzluklara da sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, Elazığ katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyundaki yüksek klorür konsantrasyonu atık içeriğinden kaynaklanabileceği gibi, yüksek tuz içerikli toprak katmanlarından da kaynaklanmış olabilir.

Yıldız (Töre) vd. (2001)'nin yaptığı bir çalışmada yıllık yağış miktarı 40 cm'den daha fazla olan bölgelerdeki gerek düzenli gerekse düzensiz depolama alanlarında oluşan sızıntı sularının çok tehlikeli boyutlar kazanabileceği belirtilmektedir. Elazığ'ın 35 yıllık yağış miktarı dikkate alındığında yıllık ortalama yağış miktarı 415 mm'dir. Elazığ katı atık depolama alanı bir uçurumun yamacı olduğundan yağış, çöp sularını yıkayarak akışa geçmektedir. Bu durumda sızıntı suyu daha geniş alanlara yayılmaktadır. Özellikle Gurbet Mezrası yönündeki yeraltısuları, katı atıklardan kaynaklanan sızıntı suyu ile kirlenme tehlikesi altındadır. Bu kirlenme kimyasal olduğu gibi, Elazığ Belediyesinin Mart 2001 tarihine kadar tıbbi atıkları da bu alana düzensiz olarak bırakmasından dolayı patojenik mikroorganizmalardan ve atıklarda bulunan diğer biyolojik kirleticiler nedeni ile biyolojik olarak da gerçekleştirilebilir.

Bu tür sorunların hiç yaşanmaması için katı atıkların düzenli olarak depolanması gerekmektedir. Depolama alanının taban geçirimsizliği sağlanmalı, atıklar sıkıştırılarak depolanmalı, ve belirli yüksekliklerde katı atık yığınlarının üzeri toprak veya benzeri bir malzeme ile örtülerek sıkıştırılmalı, depolama alanı üst geçirimsizliği sağlanmalı, depo gazı ve sızıntı suyu dren boruları ile alandan uzaklaştırılmalıdır.

Elazığ katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyunun arıtımı için,  $\text{KOİ/BOİ}_5$  oranının yüksek olmasından dolayı sadece biyolojik arıtma yöntemleri yeterli olmayıp bir çok arıtma tekniklerinin ardışık olarak uygulanması gerekmektedir. Bu arıtma tekniklerinin seçiminde de oluşan sızıntı suyunun karakterizasyonu göz önünde tutulmalıdır. Ağır metal kirliliğinin oluşmaması için, atıkların kaynağında ayrılarak, depolama alanına sadece organik kökenli maddelerin gelmesi sağlanmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Andreottala, G. ve Cannas, P. (1992). Chemical and biological characteristics of landfill leachate, Eds.: T.H. Christensen, R. Cossu, R. Stegmann, ss.65-67, *Landfilling of Waste: Leachate*. Elsevier Science Pub. Ltd., Nothorn, Ireland.
- AWWA, APHA, WEF (1992). *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington.
- Bakış, R., Tombul, M. ve Bilgin, M. (1999). Çöp sızıntı sularının ağır metal içerikleri ve yeraltısuyundaki kirlilik yayılmalarının multi-flow programı ile simule edilmesi. *Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu '99, Çevre Yönetimi ve Kontrolü*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İst-ış Genel Müd., Cilt: 3, ss. 433-442.
- Baycan, N. ve Şengül, F. (2001). Sızıntı suyu toksisitelerinin lumistox toksisite testi ile belirlenmesi. *1.Ulusal Katı Atık Kongresi*, 18-21 Nisan, İzmir, ss. 23-25.
- Bulak, E. (1995). *Physical Modeling of a Sanitary Landfill and Analysis of the Leachate Generated*. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği, İstanbul.
- Curi, K. (1986). Solid waste recovery with sorting technologies in the city of İstanbul and possible application in other developing countries. Ed.: K.J. Thome – Kozmiensky, ss. 72 - 77, *Waste Management in Developing Countries 1.*, Berlin, Verlag E. Freitag.
- El-Fadel, M., Sadek, S. ve Chahine, W. (2001). Environmental management of quarries as waste disposal facilities. *Environmental Management* 27(4), 515-531.
- Gürsoy, G. (1998). *Heavy Metal Removal Alternatives From Landfill Leachate*. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Çevre Tek. İstanbul.
- Kjelsen, P., Bjerg, P. L., Rügge, K., Christensen, T. H. ve Petersen, J. K. (1998). Characterization of an



old municipal landfill (Drindsted, Denmark) as a groundwater pollution source: landfill hydrology and leachate migration. *Waste Management & Research* 16, 14-22.

Köy Hizmetleri (1997). *Elazığ İli Arazi Varlığı*. Başkanlık Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları, İl Rapor No:23.

Kurt, U. ve Gönüllü, M.T. (2001) Sızıntı sularının fenton reaksiyonları ile arıtılabilirliğinin araştırılması. *1. Ulusal Katı Atık Kongresi*, 18-21 Nisan, İzmir, ss. 23-35.

Onay, T.T. (1999). Sızıntı suları yönetimi esaslarının değerlendirilmesi. *Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu'99, Çevre Yönetimi ve Kontrolü*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstaş Genel Müd., Cilt: 3, ss. 404- 413.

Özdemir, H. (1978). *Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müd., Ankara.

Öztürk, İ. (1999). *Anaerobik Biyoteknoloji ve Atık Arıtımındaki Uygulamaları*. İ. T. Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Öztürk, İ., Altınbaş, M. ve Arıkan, O. (1999). Katı atık sızıntı suyu kirliliğinin boyutları ve arıtma teknikleri. *Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu'99, Çevre Yönetimi ve Kontrolü*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstaş Genel Müd., Cilt: 3, ss. 393-403.

Robitaille, L. (1995). Depolama alanı sızıntı suyu arıtımı için ecoflo yöntemi. *Türk-Kanada Katı Atık Yönetimi Sempozyumu Tebliğleri*, 17 – 18 Ekim, İller Bankası Genel Müd., Ankara.

Schrab, D. E., Brown, K. W. and Doncelly, K. C. (1992). Acute and genetic toxicity of municipal landfill leachate. *Water Air, And Soil Pollution* 69, 99-112.

Sümer, B., Şengörür, B., İleri, R. ve Şamandar, A. (1998). Düzce ilçesi katı atık depolama alanında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu'99, Çevre Yönetimi ve Kontrolü*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstaş Genel Müd., Cilt: 3, ss. 443-451.

Şensoy, Ö. (1999). *Determination of the Best Chemical Treatment Method For Young Leachate Using Eluate*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Müh., İstanbul.

Tokmakkaya, P. (1998). Katı atıkların düzenli depolanmasında jeolojinin yeri. *İller Bankası Dergisi* 10-Ekim, 9-18.

Yıldız (Töre), G., Tınmaz, E., Özkan, A. ve Çelik, S. Ö. (2001). Çorlu ilçesi düzensiz katı atık depolama alanında oluşan sızıntı suyunun karakterizasyonu. *1. Ulusal Sanayi Çevre Sempozyum ve Sergisi*, 25-27 Nisan, Mersin, ss. 6-7.



**Hilâl Arslanoğlu**, 1977 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. 1999 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl bu bölümde yüksek lisans öğrenimine başladı ve 2002 yılında öğrenimini tamamladı. Doktora öğrenimine Fırat Üniversitesinde halen devam etmektedir.



**Nilüfer (Nacar) Koçer**, 1962 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. 1989 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1991 yılında yüksek lisansını, 1997 yılında doktorasını tamamladı. Halen Fırat Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır.