



Review Paper / Derleme Makalesi

CHARACTERISATION OF ODAYERİ SANİTARY LANDFİLL LEACHATE

Ebru AKKAYA*, Ahmet DEMİR, Gamze VARANK

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Esenler-İSTANBUL

Received/Geliş: 31.08.2009 Accepted/Kabul: 09.07.2010

ABSTRACT

Odayeri sanitary landfill has been operated since 1995 by İSTAÇ A. Ş. From 1995 to 2008, 45 million tonnes of waste has been disposed in the site. According to 2008 year data, the solid waste amount disposed in the site and leachate formed in a day are 12000 m³ and 2100 m³ respectively. Amount of formed leachate for Kömürcüoda sanitary landfill is 1000m³.

Characteristics of Odayeri landfill leachate has been studied by many researchers. It is determined from many studies that COD of Odayeri and Kömürcüoda leachate are 70000 and 50000 mg/L respectively. Today this value is 10000 mg/L for both landfill. This point out that, landfills is old aged. In 1995 BOD of Odayeri and Kömürcüoda are 30000 and 40000 mg/l, TKN values are 1000 and 1800 mg/L, pH values are 6 and 6,5 respectively. Today BOD, TKN and pH of both landfills are approximately 5000 mg(L, 2500 mg/L and 8 respectively.

In this work, studies about Kemerburgaz-Odayeri landfill leachate characterization and treatment collected 1000 day period. Characterization of leachate is determined and the results are statistically evaluated.

Keywords: Leachate, Leachate treatment, characterization.

ODAYERİ DÜZENLİ DEPO SAHASI SIZINTI SUYUNUN KARAKTERİZASYONU

ÖZET

Odayeri düzenli depolama tesisleri 1995 yılında İSTAÇ A.Ş tarafından işletmeye alınmıştır. İstanbul'daki 13 yılı aşkın süredir işletilen depo sahalarına 2008 yılı verilerine göre günde 12000 ton olmak üzere toplamda 45 milyon ton atık depolanmıştır. Yıllık depolanan katı atık miktarından hareketle sızıntı suyu miktarı Odayeri'nde 2100 m³/gün, Kömürcüoda'da 1000 m³/gün'dür olduğu belirlenmiştir.

Odayeri düzenli depolama alanından oluşan sızıntı suları literatürde birçok çalışmaya konu olmuştur. Genel olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, 1995'de KOİ değeri Odayeri için 70000 mg/L'lerde, Kömürcüoda için 50000 mg/L'lerde iken günümüzde 10000 mg/L'lere kadar düşmüştür, buda aynı bölgeye yeni depo sahaları kurulsa bile yoğunluğunun eski sahalarından oluştuğunun ve zamanla yaşlandığının bir göstergesidir. Odayeri için BOİ değeri 30000 mg/L'den 5000 mg/L'lere düşmüş, TKN değeri 500-1000 mg/L'lerden 2500-3000 mg/L'lere, pH ise 6'lardan 8'lere yükselmiş, Kömürcüoda için BOİ değeri 40000 mg/L'den 5500 mg/L'lere düşmüş, TKN değeri 1800 mg/L'lerden 2500 mg/L'lere, pH ise 6,5'lardan 8'lere yükselmiştir.

Bu çalışmada, Kemerburgaz-Odayeri depo sahası sızıntı suyu karakterizasyonu ve arıtımı ile ilgili yapılan çalışmalar derlenmiş, yaklaşık 1000 günlük bir periyottan oluşan bir süre için sızıntı suyu karakterizasyonu yapılmış, sonuçlar istatistiki açıdan değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sızıntı suyu, sızıntı sularının arıtımı, karakterizasyon.

* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: ekoca@yildiz.edu.tr, tel: (212) 383 53 95

1. GİRİŞ

Türkiye’de yılda oluşan ortalama 25 milyon ton atığın sadece %33’ü düzenli depolama alanlarında bertaraf edilmektedir. Ancak yapılan yasal düzenlemelerle bu oranın önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir. Bu sebeple, düzenli depolama alanlarının insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin önceden belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Özellikle büyük şehirlerde depolama alanlarının büyüklüğü ve oluşan çöp miktarının fazlalığı, organik ve inorganik kirleticileri ihtiva eden aşırı miktarda sızıntı suyu oluşumuna sebep olmakta ve bu suların arıtımı büyük önem arz etmektedir. Yüksek miktarlarda oluşan bu sızıntı suları yüzey ve yeraltı sularına karışma ihtimali olan, organik ve inorganik kirletici muhtevası yüksek ve öncelikli kirleticileri de ihtiva edebilen sulardır.

Sızıntı suyunun karakteri, depo alanının yaşıyla değişmektedir. Bu nedenle ne biyolojik ne de kimyasal arıtma yöntemleri depo sahasının kullanım süresi boyunca tek başlarına uygulanmasında yetersizdir. Sızıntı suyunun arıtımı için seçilecek yöntemin belirlenmesinde birçok faktör önemlidir. Bu faktörler arasında sızıntı suyunun karakteri, deşarj standartları, teknolojik gelişmeler ve maliyet başlıca etkenlerdir. Arıtma tesisinin verimi sızıntı suyunun karakterine bağlı olarak değişeceğinden, uygulanan sistemin güncellenebilir ve ileriki yıllarda değişebilecek teknoloji ve deşarj standartlarını sağlayabilir nitelikte olması gerekmektedir.

İstanbul’un düzenli katı atık depo sahalarından Avrupa yakasında yer alan Odayeri depo sahasında günlük ortalama 8000 ton çöp depolanmakta ve bunun sonucunda 2100 m³ sızıntı suyu oluşmakta, Anadolu yakasındaki Kömürcüoda düzenli depolama sahasında ise günlük yaklaşık 4000 ton çöp depolanmakta ve 1000 m³ sızıntı suyu oluşmaktadır (Yıldız ve Balahorlu 2008).

Bu çalışmada, İstanbul Odayeri düzenli depo sahası özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiş, günümüze kadar Odayeri depo sahası sızıntı suyu ile ilgili yapılmış karakterizasyon çalışmaları özetlenmiş ve genel olarak karakterizasyon değişimi değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

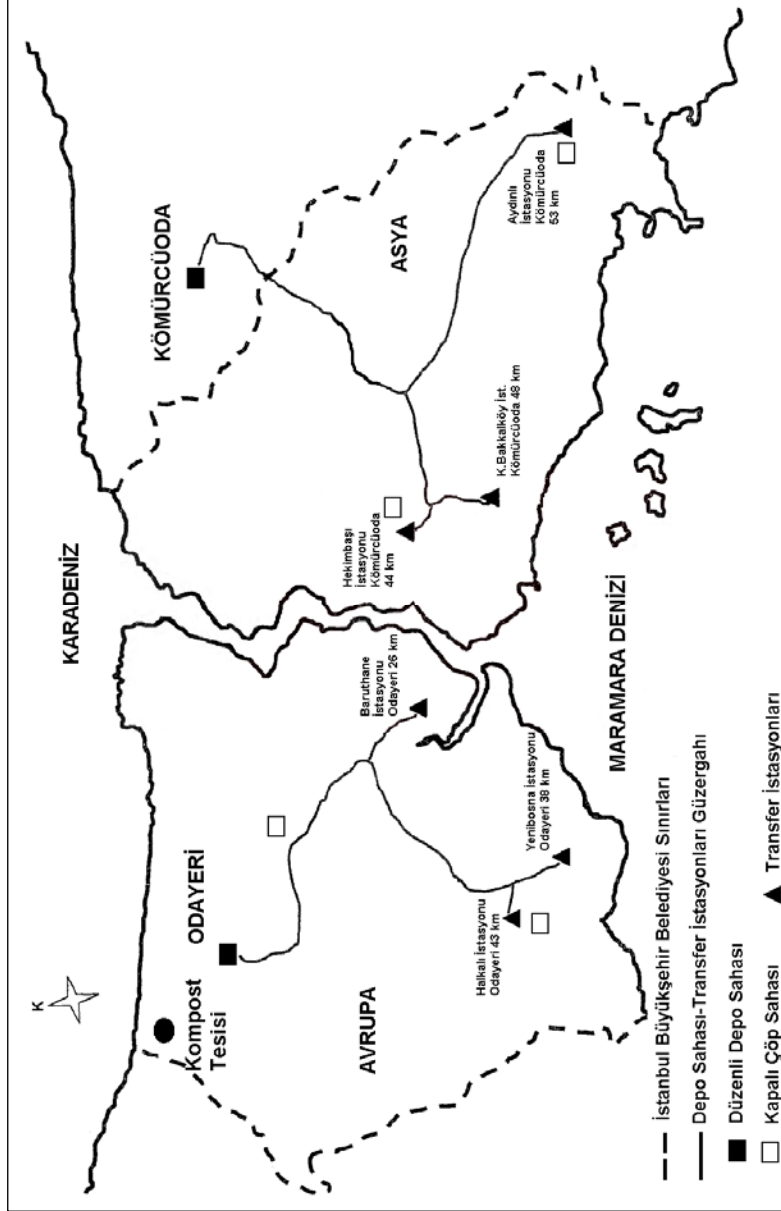
Nisan 2005’den Ekim 2007’ye kadar yaklaşık 1000 günlük bir süreçte, birkaç haftada bir alınan numunelerde pH, KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), TKN (toplam Kjeldhal azotu), NH₄⁺ (amonyum azotu), TP (toplam fosfor), TUYA (toplam uçucu yağ asidi), alkalinite, iletkenlik, TDS (toplam çözünmüş madde), klorür ve ağır metal analizleri (Ca, Mg, K, Na, Pb, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn) gerçekleştirilmiştir. pH ölçümü, Jenway Ion Electrode ile, metallerin ölçümü, Unicam Atomic Absorption Spectrophotometer (Unicam 929A) ile gerçekleştirilmiştir. TUYA’nın ölçümünde Yan ve Jen’in (1992), geliştirdiği metot kullanılmış, diğer tüm analizler ise Standart Metod’a (APHA, 1995) göre yapılmıştır.

3. ODAYERİ DÜZENLİ DEPO SAHASI

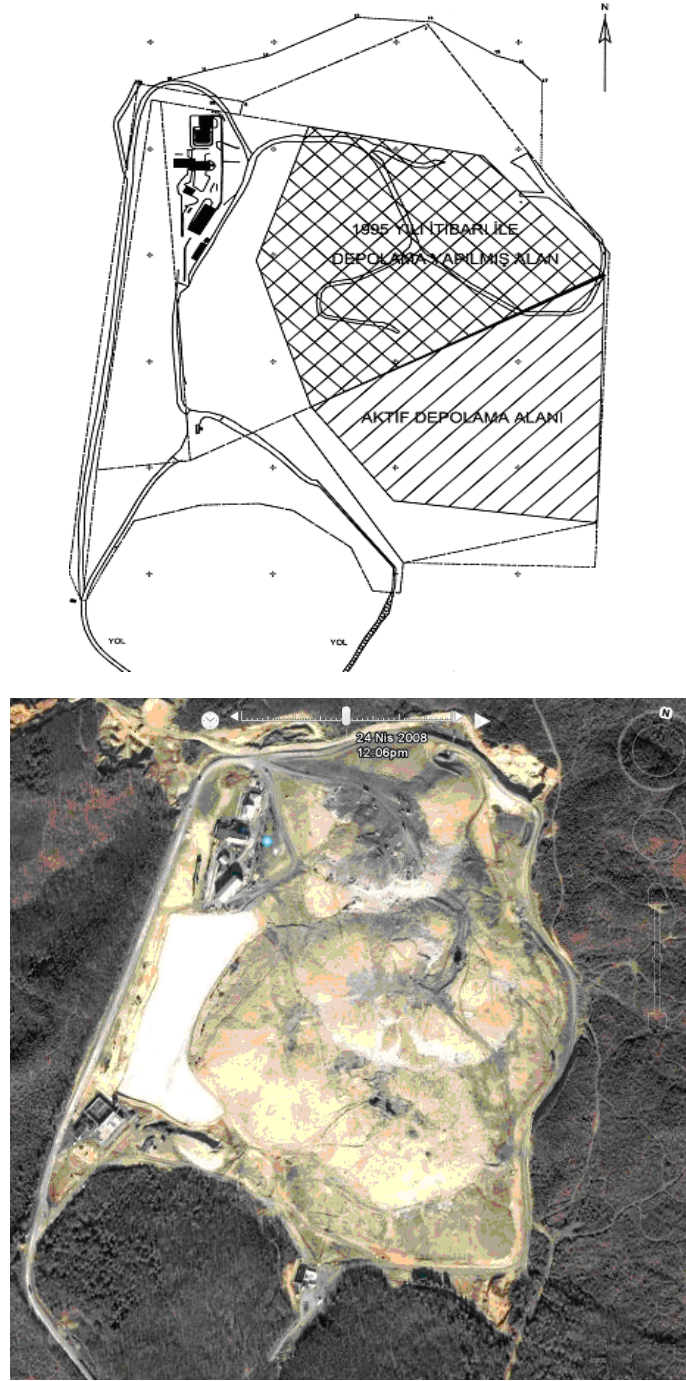
Biri Avrupa yakası Eyüp/Odayeri mevkiinde, diğeri ise Anadolu yakası Şile/Kömürcüoda mevkiinde bulunan (Şekil 1) İstanbul kentsel katı atık depolama alanlarının yeri, yüzey yapısı tahrip edilmiş, kısmen veya tamamen terkedilmiş eski maden ocağı alanlarından seçilmiştir. Odayeri Düzenli Depolama Sahası hafif eğimli 125 ha’lık bir vadide kurulmuş olup yer yer kil, kum, çakıl ve kömür içeren tabakalarla kaplıdır. Kömürcüoda Düzenli Depolama Sahası topografik ve jeolojik açıdan Avrupa yakasındaki sahaya benzemektedir (Demir, 2001).

Odayeri düzenli depolama tesisleri 1995 yılında İSTAÇ A.Ş tarafından işletmeye alınmıştır. Evsel katı atıklar 2005 itibarı ile 125 ha’lık depo alanının 52 ha’lık bölümüne depolanmış ve depo sahası 25 yıllık kullanım süresi için projelendirilmiştir (Şekil 2). Bu nedenle depo sahasının bu alanında atık yaşının 10 yılı aşkın olması nedeniyle metanojenik faz hâkimdir. Şu anda depo sahasının bir kısmı aktif durumdadır ve bu bölümdeki sızıntı suları ayrı drenaj borularıyla toplanmakta ancak aynı dengeleme havuzuna verilmektedir. Bu aktif alanda asetojenik

koşullar hâkimdir, metanojenik sızıntı suyu ise 1995–2008 yılları arasında depolanmış aktif olmayan sahadan kaynaklanmaktadır. İstanbul'daki 13 yılı aşkın süredir işletilen depo sahalarına 2008 yılı verilerine göre günde 12000 ton olmak üzere toplamda 45 milyon ton atık depolanmıştır. Yıllık depolanan katı atık miktarından hareketle sızıntı suyu miktarı Odayeri'nde 2100 m³/gün, Kömürcüoda'da 1000 m³/gün'dür (Yıldız ve Balahorli, 2008).



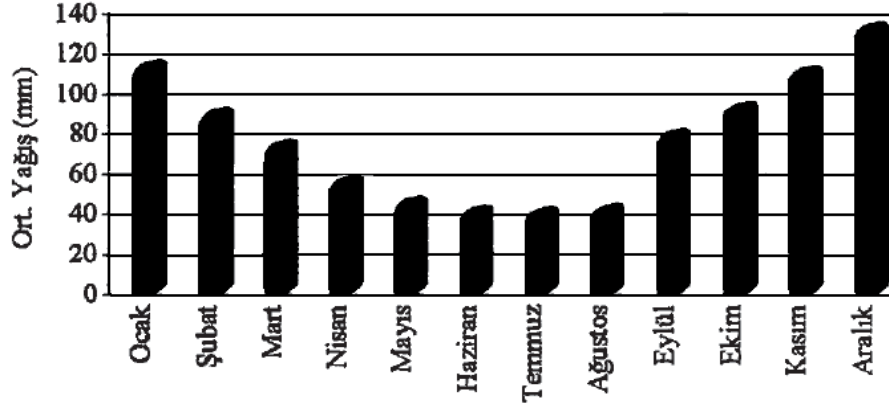
Şekil 1. İstanbul'daki aktarma istasyonları ve depo sahalarının konumu



Şekil 2. Odayeri katı atık depo sahasında depolama alanlarının konumları

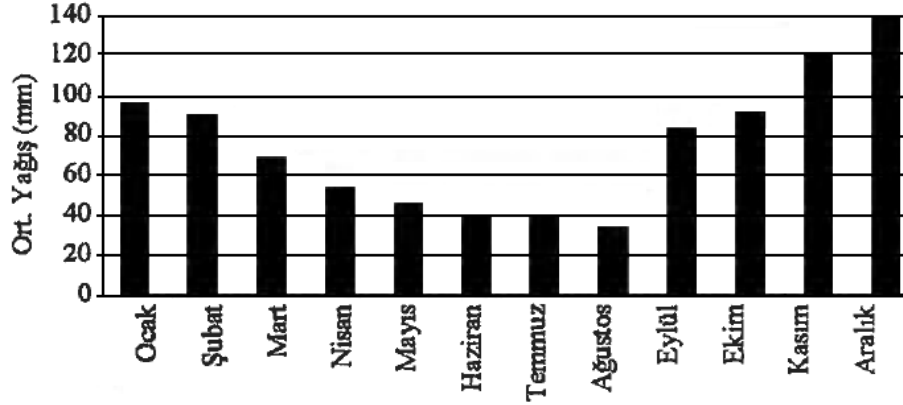
3.1. Odayeri Düzenli Depo Sahasında Sızıntı Suyu Oluşumu

İstanbul'daki depolama sahalarında oluşan sızıntı suyu miktarlarında atıktaki su muhtevası kadar yağış miktarı da önemlidir. Katı atıklardaki su muhtevası mevsimlere göre farklılık göstermektedir. İstanbul için bu değerin % ağırlık olarak, kışın ortalama %50, yazın ortalama %47 alınabileceği tespit edilmiştir. Depolama sahalarında üst örtü malzemesi olarak toprak kullanıldığından yağışın büyük bölümü depo gövdesine geçmektedir.



Şekil 3. İstanbul'daki aylık ortalama yağış miktarları

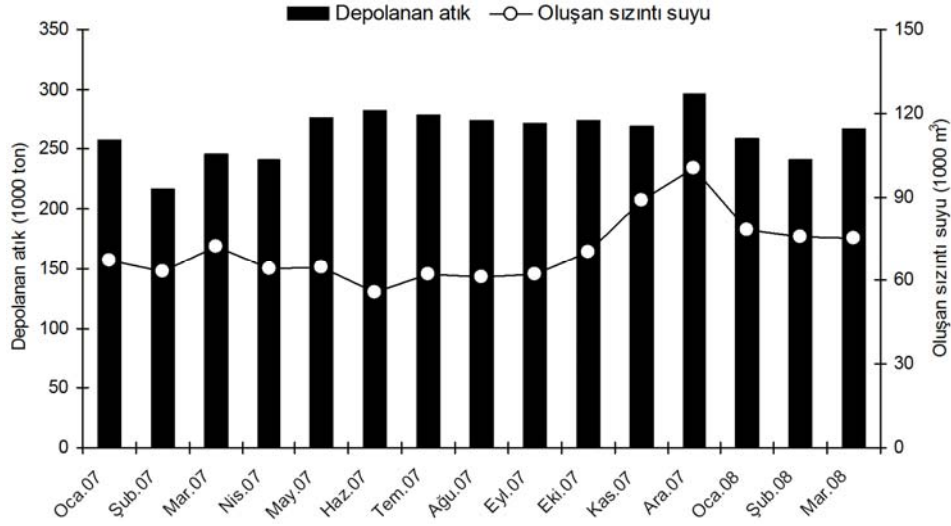
Şekil 3'de (Yıldız, 2000), İstanbul'da 85 yıl boyunca yapılan ölçümlere göre aylık ortalama yağış verileri, Şekil 4'de (Özgöçmen, 2007), 2005 yılına ait yağış verileri verilmektedir. Bu verilere bakıldığında özellikle sonbahar ve kış aylarında yağış miktarının fazla olduğu görülmektedir. Düzenli depolama sahasına gelen atık miktarı aktarma istasyonlarında düzenli olarak ölçülmekte olup sahaya gelen atık miktarının tespitinde bu değerlerden yararlanılmaktadır.



Şekil 4. İstanbul'un 2005 yılı yağış miktarları

Sahada 2007-2008 yılında depolanan atık miktarlarına karşılık oluşan sızıntı suyu miktarı İSTAÇ A.Ş.'den uyarlanan değerlerle (Yıldız ve Balahorli, 2008) Şekil 5'de verilmiştir. Atık miktarlarına bakıldığında aylık ortalama 265000 ton civarında atık depolandığı, 70000 m³ sızıntı suyu oluştuğu görülmektedir. Sızıntı suyu miktarlarına ait grafik incelendiğinde sonbahar

ve kış aylarında sızıntı suyu miktarının, yaz aylarına oranla fazla olduğu, bu durumun yağış miktarlarıyla paralellik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca yazın buharlaşmanın artması da sızıntı suyu miktarını etkilemektedir. Bu gibi etkenlere rağmen sızıntı suyu miktarı çok azalmamaktadır, bu durum yaz aylarındaki sebze meyve atıklarının içerisindeki nemin fonksiyonu ile açıklanabilir. Yaz aylarında depolanan evsel katı atıkların yüksek oranda organik madde içermesi sebebiyle sızıntı suyunun organik muhtevası yüksek iken, kış aylarında atıkların kül muhtevasından dolayı düşüktür.



Şekil 5. Odayeri depo sahasına 2007-2008 yılında depolanan atık ve oluşan sızıntı suyu miktarları

Odayeri depolama alanı için yıllık ortalama yağış miktarı, 37,6 m³/ha-gün, Kömürcüoda'da ise yıllık ortalama yağış miktarı 29 m³/ha-gün olarak verilmiştir (Tüylüoğlu, 2001).

4. ODAYERİ DÜZENLİ DEPO SAHASI SIZINTI SUYU KARAKTERİZASYONU

Odayeri düzenli depolama alanından oluşan sızıntı suları literatürde birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmada, Kemerburgaz-Odayeri depo sahası sızıntı suyu karakterizasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar derlenmiş ve bu saha için yapılan karakterizasyon çalışmaları Çizelge 1'de ve ağır metal değişimleri ile ilgili yapılan çalışmalar ise Çizelge 2'de verilmiştir. Bu depo sahası aktif durumdadır bir kısmı kapanırken yeni sahalar depolama devam etmektedir. Bu nedenle depo sahasının yaşının tam olarak belirlenmesi güçtür.

Çizelge 1. Odayeri sızıntı suyu karakteristiğinin değişimi

Yıllar	pH	KOI (mg/L)	BOI ₅ (mg/L)	AKM (mg/L)	TKN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	Org.-N (mg/L)	TP (mg/L)	TÇM (mg/L)	İletkenlik mho/cm	Klorür (mg/L)	Alk, mgCaCO ₃ /L	Kaynak
İSKİ Haz.1995**	6,0	70000	31000	1950	1630	-	-	2	35700	-	-	-	Öztürk vd., 1997
İTÜ, 1995**	5,6-6,5	40000-50000	21000-25000	2630-3930	325-410	150-170	205-260	5-6	17000-21000	-	-	-	Tuytuğlu, 2001
28.03.1995**	6	30000	20000	3920	409	375	34	5	-	-	-	-	Yıldız, 2000
10.04.1995	5,7	44000	19500	1000	395	155	240	4	28000	31000	-	-	-
06.06.1995**	6,5	45000	21000	2630	400	350	50	5	-	-	3020	-	-
10.08.1995**	6,4	60000	-	2660	1910	1200	710	1,3	-	-	-	-	Tuytuğlu, 2001
07.12.1995**	7	51100	-	305	1900	1800	100	8,8	-	-	5300	18900	-
İÜ,1996	-	47500	-	3350	-	-	-	-	-	-	-	-	Öztürk vd., 1997
10.04.1996**	6,3	24000	-	1130	580	-	-	8,5	-	-	-	6800	Tuytuğlu, 2001
13.05.1996**	5,8	65000	-	-	700	500	200	7,5	-	-	-	14200	-
25.06.1996	5,9	45000	22000	3000	400	150	250	5	21000	33000	-	-	Yıldız, 2000
İTÜ,1997	5,6-7	35000-50000	21000-25000	2630-3930	2370	2020	-	5-6	-	-	-	-	Öztürk vd., 1997
15.09.1997	6,7	31000	18000	700	1500	850	650	1,5	20000	31000	-	-	Yıldız, 2000
Ocak 1998	7,6	10300	6500	585	2300	1900	400	-	-	-	-	11000	-
Mart 1998	6,98	34000	21000	1150	2500	1650	850	-	-	-	-	9250	-
Temmuz1998	7,74	15600	9000	800	2400	2000	400	-	-	-	-	11500	Yılmaz, 2000
Ekim 1998	6,9	44000	30000	2000	2050	1950	100	-	-	-	-	8500	-
01.10. 1998**	6,5	39500	29500	1165	1890	1525	365	70	29800	32000	-	-	Yıldız, 2000
14.10.1998	7,1	20000	13000	550	1600	900	700	18	15800	25000	-	-	-
02.11.1998**	6,8	40200	29800	890	2330	1927	403	27	28400	34000	-	-	Tuytuğlu, 2001
Kasım 1998**	6,8	31600	19000	640	2033	2010	23	21	23100	33000	-	-	Yılmaz, 2000
03.12.1998**	7,2	21000	15000	560	1345	630	715	19,2	16600	24500	-	-	-
1995-1998	5,6-7,5	30100-70000	21000-31000	-	1630-4490	1345-2033	-	1-6	-	-	-	11500-13150	Çallı, 1999
1998	7,86	15490	10270	4430	1913	1880	-	1,72	-	-	4120	12130	Atabarut, 2000
1998	8,2	10750	6380	786	2031	2002	29	6,8	17326	29,5*	4322	10600	Aktaş, 1999

*: ms/cm, **: rutin analiz raporları

Çizelge 1. (Devamı) Odayeri sızıntı suyu karakteristiğinin değişimi

Yıllar	pH	KOl (mg/L)	BOI ₅ (mg/L)	AKM (mg/L)	TKN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	Org-N (mg/L)	TP (mg/L)	TÇM (mg/L)	İletkenlik mho/cm	Klorür (mg/L)	Alk, mgCaCO ₃ /L	Kaynak
1999	5,6-7,0	35000-50000	21000-25000	2630-3930	2370	2020	350	5-6	-	-	-	-	Öztürk vd, 1999
1999	7,4±0,4	21831±11189	15371±8546	559±205	1973±305	1562±338	-	22,2±13	19089±4747	30843±2518	-	-	Yılmaz S., 1999
İTÜ-1999**	7,2-7,3	21000-31600	15000-19000	560-645	1345-2033	630-2010	-	21-45	-	-	-	-	Gunay, 2000
06.01.1999**	7,3	26900	18500	645	2350	1435	915	45	22000	32000	-	-	Yılmaz, 2000
02.02.1999**	7,3	29200	23000	210	1610	1360	250	8,5	15900	26000	-	-	Yılmaz, 2000
18.02.1999	7,4	18500	9500	300	1650	1380	270	10	16500	27300	-	-	Yıldız, 2000
22.03.1999	7,5	18000	11000	500	1710	1650	60	22	17200	29500	-	-	Yılmaz, 2000
29.03.1999**	7,5	19000	12800	500	1700	1600	100	21,6	19400	32400	-	-	Yılmaz, 2000
29.04.1999**	7,8	10150	6900	560	1870	1740	130	77	15350	30000	-	-	Yılmaz, 2000
20.05.1999	7,7	10500	6500	550	1850	1760	90	32	15300	31500	-	-	Yılmaz, 2000
29.05.1999**	7,8	8365	5500	480	2170	1830	340	29	16070	30500	-	-	Tuytuğlu, 2001
15.06.1999**	7,5	10500	7200	625	2080	1820	260	15	16375	32000	-	-	Yıldız, 2000
17.06.1999	7,8	9300	5800	650	2100	1840	260	25	17050	31850	-	-	Yıldız, 2000
Yaz 1995-1999	6-7,3	35000-50000	21000-25000	2630-3930	2000-2600	1750-2400	-	5-6	17000-21000	-	-	-	Tuytuğlu, 2001
Kış 1995-1999	6,8-8	9000-25000	7000-19000	210-1200	1800-2700	2500-2400	-	10-45	15000-20000	-	-	-	Özkaya, 2001
2000	7,8-8	13000-16000	9000	-	2800-2950	2500-2700	300	20-30	-	-	-	-	Özkaya, 2001
Yaz 2000	5,7	61640	45500	1330	2425	1685	-	13,5	21845	5535	-	-	Atabarut, 2000
Kış 2000	6,4	42200	22400	435	1650	1150	-	5,5	18825	4100	-	-	Atabarut, 2000
2002	7,2-8	14000-33000	6600-21500	480-1270	2410-2950	2070-2730	30-400	17-37	-	29-33 *	4500-7000	10000-19000	Gunay, 2000
2003	7,7	18420	9660	-	2350	1946	-	-	-	-	-	10700	Çeçen vd., 2003
2005	8,3±0,3	10740±6500	-	-	2930±607	2728±583	182±153	25±5,3	20,6±1,7	30,9±2,5*	5089±577	18200±3170	Akkaya, 2008
Mart-Tem.2005	-	10058±1220	-	-	-	3278±940	-	-	-	-	-	-	Özgöçmen, 2007
Eylül-Aralık.2005	-	9947±3679	-	-	-	3236±296	-	-	-	-	-	-	Özgöçmen, 2007
2006	7,7±0,6	16315±10990	-	-	2552±550	2165±490	278±160	24,7±7,9	18,1±2,3	27,2±3,5*	4896±501	16878±3770	Akkaya, 2008
Ocak-Şubat 2006	-	17169±1112	-	-	-	3161±343	-	-	-	-	-	-	Özgöçmen, 2007
2007	8,2	12860	5270	345	2580	2240	340	-	-	19,62 *	3100	8700	İlhan vd., 2008
2007	7,8-8,3	10874-22300	-	-	2020-3270	1815-3750	-	-	-	-	-	-	Karadag, 2007
2007	8,1±0,1	9720±2160	-	-	3052±280	2700±290	330±155	26,5±6,2	22,2±0,8	33,2±1,2*	4811±594	15768±2393	Akkaya, 2008

* ms/cm ** rutin analiz raporları.

Çizelge 2. Odayeri sızıntı suyu ağır metal karakteristiğinin değişimi

Yıllar	Pb*	Cd*	Cr*	Cu*	Fe*	Ni*	Zn*	Hg*	Ca*	Mg*	Na*	K*	Kaynak
İTÜ, 1995**	0,08	<0,2	1,3-2,2	<0,5	100-130	0,9-1,3	0,7	0,04-0,06	-	-	-	-	Öztürk vd., 1997
İSKİ, 1995**	-	-	-	0,2	-	-	0,8	0,8	-	-	-	-	-
10.04.1995	0,07	0,4	1,2	-	110	-	0,6	-	-	-	-	-	Yıldız, 2000
06.06.1995**	0,08	0,3	1,3	0,5	115	0,15	0,7	0,2	-	-	-	-	Tüylüoğlu, 2001
07.12.1995**	-	-	-	0,5	-	0,75	-	0,01	-	-	-	-	-
25.06.1996	0,08	0,1	2	-	115	-	0,7	-	-	-	-	-	Yıldız, 2000
15.09.1997	0,5	0,05	1,2	-	150	-	2	-	-	-	-	-	-
Mart 1998	1,7	-	-	-	50	0,68	2	-	-	-	-	-	-
Ekim 1998	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
01.10.1998**	0,5	0,1	<0,05	-	2,5	-	1,5	-	-	-	-	-	-
14.10.1998	0,5	0,1	4	-	30	-	1	-	-	-	-	-	Yıldız, 2000
02.11.1998**	0,7	0,08	0,5	-	93	-	1,85	-	-	-	-	-	Tüylüoğlu, 2001
Kasım 1998**	0,5	0,05	1,4	-	193	-	2,1	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
Aralık 1998**	0,8	0,1	4,5	-	23,5	-	0,8	-	-	-	-	-	-
1998	-	0	0,5	0,2	73	0,7	1,82	-	-	-	-	-	Atabarut, 2000
1995-1998	-	-	-	-	60-130	-	-	-	-	-	-	-	Çallı, 1999

*: tüm değerler mg/L, **:rutin analiz raporları

Çizelge 2. (Devamı) Odayeri sızıntı suyu ağır metal karakteristiğinin değişimi

Yıllar	Pb*	Cd*	Cr*	Cu*	Fe*	Ni*	Zn*	Hg*	Cu*	Mg*	Na*	K*	Kaynak
1999	-	-	0,7±0,3	-	51±26	-	0,9±0,6	-	-	-	-	-	Yılmaz, S., 1999
06.01.1999**	<1	<0,2	0,85	-	60	-	1,25	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
02.02.1999**	<1	<0,2	<0,5	-	45	-	0,7	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
18.02.1999	<0,1	0,1	1	-	35	-	0,3	-	-	-	-	-	Yıldız, 2000
22.03.1999	<1	<0,1	<0,5	-	42	-	0,2	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
29.03.1999**	<1	<0,2	<0,5	-	1	-	0,1	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
29.04.1999**	0,6	0,1	0,7	-	37	-	0,9	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
20.05.1999	0,6	<0,1	1,3	-	39	-	1,2	-	-	-	-	-	Yılmaz, 2000
29.05.1999**	0,6	0,1	1	-	58	-	1,2	-	-	-	-	-	Tüylüoğlu, 2001
15.06.1999**	0,45	0,09	0,58	-	14	-	0,79	-	-	-	-	-	Yıldız, 2000
17.06.1999	0,5	0,1	0,6	-	19	-	0,7	-	-	-	-	-	Tüylüoğlu, 2001
Yaz 1995-1999	0,08	0,2	1,2-2,2	0,5	100-130	0,9-1,3	-	0,04-0,06	-	-	-	-	-
Kış 1995-1999	0,4-0,87	0,08-0,12	0,11-4,5	0,11-0,42	2,5-90	0,11-0,78	-	-	-	-	-	-	-
Yaz 2000	1	0,25	4,7	0,5	33	2,5	8	0,01	3950	1500	2600	4070	Atabarut, 2000
Kış 2000	0,4	0,2	2,7	0,2	26	0,9	5,2	0,01	3050	1050	1975	2950	Özkaya, 2001
2000	-	<0,2	2,3	0,01	45	0,8	0,125	-	-	-	-	-	Günay, 2000
2002	0,05-0,08	<0,01-0,03	2,13-3,42	0,01-0,05	44,80-58,35	0,39-0,78	0,13-0,36	-	500-700	-	-	-	-
2005	1,39±0,83	0,15±0,06	0,87±0,29	0,14±0,04	10,76 ± 6,86	0,78 ± 0,3	0,46±0,21	-	66,1±45,5	181,6±97,4	2300±750	2300±210	Akkaya, 2008
2006	0,77±0,26	0,11±0,04	0,9±0,42	0,25±0,20	23,28±18,54	1,19±0,54	1,28±0,82	-	83,49±28,2	420,4±298,4	2326±330	3250±160	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	36-234	135-220	1364-3328	726-1785	Karadağ, 2007
2007	0,84±0,16	0,19±0,07	1,43±0,35	0,18±0,10	32,68±14,60	0,98±0,26	0,73 ± 0,30	-	100,5± 69,8	198,1±26,8	2315±375	1870±700	Akkaya, 2008

*:tüm değerler mg/L,**:rutin analiz raporları

Yapılan karakterizasyon çalışmaları değerlendirildiğinde aynı ay içerisindeki değerlerin bile günden güne farklılık gösterdiği gözlenmektedir. Çizelge 1’de Ekim 1998’de farklı günlerdeki KOİ değerine bakılacak olursa 44000, 39500 ve 20000 mg/L olarak farklı araştırmacılar tarafından bulunmuş, 02.02.1999’da KOİ değeri 29200 mg/L iken, 18.02.1999’daki değer 18500 mg/L olarak bulunmuştur. Bu değerler arasındaki farklılık numunenin kompozit olup olmamasından kaynaklanabilir, ancak en önemli faktör depo sahasına eklenen yeni depo sahalarının devreye alınmasıdır, bir yandan sızıntı suyu stabil hale gelirken bir yandan da yeni sızıntı suları gelmekte, ayrıca mevsimsel etkenler yağış, buharlaşma vs. gibi etkenlerde sızıntı suyunun karakterini etkilemektedir. Çizelgedeki değerlerden de görüleceği üzere yaz aylarında yüksek orandaki organik maddelerden dolayı, KOİ değeri yüksek, kış aylarında ise düşük organik madde ve yüksek inorganik madde’den (kül) dolayı KOİ değeri nispeten düşüktür, bu durumda kış aylarındaki yağıştan kaynaklanan seyrelmenin de etkisi vardır. Shaohua ve Junxin (2000), yaptıkları sızıntı suyu karakterizasyon çalışmalarında ise bahar ve yaz aylarında alınan numunelerdeki KOİ değerlerini kışın alınan numunelerdekine göre yüksek bulmuşlardır.

Genel olarak Çizelge 1’e bakıldığında 1995’de KOİ değeri Odayeri için 70000 mg/L’lerde, iken günümüzde 10000 mg/L’lere kadar düşmüştür, buda aynı bölgeye yeni depo sahaları kurula bile çoğunluğunun eski sahalardan oluştuğunun ve zamanla yaşlandığının bir göstergesidir. BOİ değeri 30000 mg/L’den 5000 mg/L’lere düşmüş, TKN değeri 500-1000 mg/L’lerden 2500-3000 mg/L’lere, pH ise 6’lardan 8’lere yükselmiştir. Bu değerler depo sahasının genel olarak yaşlandığını göstermektedir.

Ağır metal değişimlerinin verildiği Çizelge 2’de, alkali metal konsantrasyonlarının oldukça yüksek olduğu bunlardan Na ve K’nın değerlerinin diğer ikisinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ağır metallerle bakıldığında ise Fe’nin en yüksek konsantrasyonda olduğu görülmektedir, sızıntı suyunun pH’sının artmasıyla ağır metallerin çözünürlüğünün azalmasından dolayı konsantrasyonunda azalma eğiliminden söz edilebilir. Diğer metallerde ise ciddi bir değişim olmadığı, genel olarak konsantrasyonlarının 1 mg/L’den düşük olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Odayeri sızıntı suyu bileşenlerinin ölçüm sonuçları

Değişken	KOİ	TKN	NH4	Org-N	TP	pH	İletkenlik
Ölçüm Sayısı	151	114	118	110	140	151	151
Maksimum Değer	40600	4368	4088	902,4	45,36	8,97	35
Minimum Değer	4158	1478	1271	0	8,51	6,3	16,04
Aralık	36442	2890	2817	902,4	36,85	2,67	18,96
Ortalama	12062,6	2867,7	2558,0	249,3	25,3	8,1	30,5
Standart Sapma	7892,2	548,8	546,8	170,7	6,4	0,5	3,4
Değişken	TDS	Alkalinite	Klorür	Renk	Bulanıklık	TUYA	
Ölçüm Sayısı	151	147	151	88	87	98	
Maksimum Değer	23,33	23600	6517,98	9060	4380	26188,7	
Minimum Değer	10,69	9000	3099,04	1700	780	41,3	
Aralık	12,64	14600	3418,94	7360	3600	26147,4	
Ortalama	20,3	17234,3	4962,0	3963,9	2221,9	3269,0	
Standart Sapma	2,3	3331,1	570,2	1368,1	939,1	4625,5	

Yaklaşık 1000 günlük bir periyodu kapsayan karakterizasyon çalışması kapsamında yapılan parametre analizleri Çizelge 3’de özetlenmiştir. Her bir parametre için yapılan ölçüm sayısı, maksimum, minimum ve ortalama değerler ile standart sapma değerleri Çizelgede verilmiştir. Sızıntı suyu bileşenleri için yapılan ölçüm sayısı 100 ile 150 arasında değişmektedir. Ortalama KOİ değeri 12000 mg/L iken, kolay ayrışabilir nitelikte olan TUYA konsantrasyonu

ölçüm sonuçları ortalaması 3300 mg/L civarında bulunmuştur. TKN azotunun yaklaşık % 90'nın oluşturan amonyum azotu konsantrasyonu ise ortalama 2550 mg/L civarındadır.

Çizelge 4'de Odayeri düzenli depo sahası ağır metal ölçümleri istatistiki değerlendirilmesiyle birlikte verilmiştir. Alkali metallerin yüksek konsantrasyonlarda olduğu, bunlar arasında en yüksek değerlerin K ve Na metallerinin olduğu görülmektedir. Diğer metallerde ise yaklaşık ortalama 25 mg/L ile Fe en yüksek konsantrasyondadır. Mn dışındaki diğer metallerin konsantrasyonları ise 1 mg/L'den düşük değerlerdedir. Alkali metaller ve Fe için elde edilen değerler daha önce yapılan karakterizasyon çalışmalarında verilen değerlerle benzer niteliktedir.

Çizelge 4. Odayeri sızıntı suyu ağır metal ölçüm sonuçları

Değişken	Cd	Cu	Cr	Fe	Mn	Ni
Ölçüm Sayısı	22	27	25	24	25	21
Maksimum Değer	0,3	0,95	1,85	63,15	20,485	2,4
Minimum Değer	0,06	0,1	0,307	4,77	0,185	0,47
Aralık	0,24	0,85	1,543	58,38	20,3	1,93
Ortalama	0,15	0,28	1,10	24,07	2,51	1,01
Standart Sapma	0,07	0,21	0,44	16,64	4,41	0,41
Değişken	Pb	Zn	Ca	K	Mg	Na
Ölçüm Sayısı	26	26	22	19	22	22
Maksimum Değer	2,54	2,45	238,65	5655	1005,63	3026
Minimum Değer	0,25	0,21	25,73	992	101,78	1305,5
Aralık	2,29	2,24	212,92	4663	903,85	1720,5
Ortalama	0,94	0,87	84,79	2432,68	264,33	2315,12
Standart Sapma	0,49	0,63	51,14	1121,25	199,84	438,45

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Odayeri düzenli depo sahası sızıntı suyunun 1995'den bu güne çeşitli kurumlar ve araştırmacılar tarafından yapılan karakterizasyon çalışmaları değerlendirilmiştir. Genel olarak çalışmalar incelendiğinde KOİ ve BOİ'nin azalma eğiliminde olduğu, buna karşın pH'nın 6,5'lardan 8'lere yükseldiği görülmektedir. Bunla birlikte klorür, alkalinite, TDS ve iletkenlikte önemli bir değişimin olmadığından bahsedilebilir. Ayrıca, sızıntı suyu karakterizasyonun mevsimlere ve yıllara göre farklılıklar gösterdiği ve literatür değerleriyle karşılaştırıldığında depo sahasının genç depo sahası durumundan yaşlı depo sahası niteliğine geçiş aşamasında olduğu sonucuna varılmıştır.

Odayeri düzenli depo sahası sızıntı suyu arıtımıyla ilgili bugüne kadar yapılan birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde, (anaerobik arıtma, aktif çamura toz aktif karbon ilavesiyle biyolojik arıtma, sızıntı suyunun yakılarak bertaraf edilmesi, MAP, adsorpsiyon ve havayla sıyırma yöntemleriyle amonyak giderimi, ardışık kesikli reaktörlerle azot giderimi, UF ve TO sistemleriyle arıtımı ve elektrokoagülasyon yöntemi) uygulanan biyolojik ve kimyasal arıtma yöntemlerinin tek başlarına yeterli olmadığı, ileri arıtma teknolojileriyle uygun arıtmanın sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Sızıntı suyunun karakterinin zamanla değişmesi, arıtma tesisinin verimliliğini etkilemektedir. Bu nedenle sızıntı suyunun uzun süreli karakterizasyonun yapılması, zamanla değişimi hakkında fikir edinmemize yardımcı olmaktadır. Bu tür bilgi, sızıntı suyu arıtım tesisinin planlanması, gelecekteki sızıntı suyu miktarına ve karakterine bağlı olarak uygun nitelikte ve boyutlarda arıtma tesisinin inşasında ve kullanım süresinin belirlenmesinde yardımcı olur.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Akkaya, E., (2008), "Sızıntı Suyu Arıtımında Anaerobik-Membran Sistemlerinin İşletme Parametrelerinin Belirlenmesi", Doktora Tezi Ara Raporu, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Aktaş, Ö., (1999), "Powdered Activated Carbon Addition to Activated Sludge in the Treatment of Landfill Leachate", Boğaziçi Üniversitesi, Master Tezi.
- [3] APHA, American Public Health Association, (1995), "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 19th Edition, Washington DC.
- [4] Atabarut, T., (2000), "Characterization and Incineration of Odayeri Landfill Leachate", Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- [5] Çallı, B., (1999), "Anaerobik and Aerobik Treatment of Sanitary Landfill Leachate", Marmara University, Institute for Graduate Studies in Pure and applied Science, Master in Science.
- [6] Çeçen, E., Erdiñler, A., Kılıç, E., (2003), "Effect of Powdered Activated Carbon Addition on Sludge Dewaterability and Substrate Removal in Landfill Leachate Treatment", Chemosphere, 7, 707-713.
- [7] Demir, A., Özkaya, B., Debik, E., Günay, A., Karaaslan, Y., Bilgili, S., Kanat, G., (2001), "Odayeri Düzenli Katı Atık Depo Sahasında Sızıntı Suyu ve Depo Gazı Oluşumu", Araştırma Projesi Nihai Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ A.Ş.-Y.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü.
- [8] Günay, A., (2002), "Çöp Depo Sahası Sızıntı Sularının Anaerobik Arıtımı ve $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ Çökeltmesi ile Amonyum Giderimi", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- [9] İlhan, F., Kurt, U., Apaydın, Ö., Gönüllü, M. T., (2008), "Treatment of Leachate by Electrocoagulation Using Aluminum and Iron Electrodes", Journal of Hazardous Materials Vol. 154, 1-3 381-389.
- [10] Karadağ, D., (2007), "Sabit ve Akışkan Yataklı Kolon Reaktörlerde Zeolit Kullanarak Sızıntı Suyundan Amonyak Giderimi", YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- [11] Özgöçmen, S., (2007), "Düzenli Depolama Sahaları Sızıntı Suları, Kontrol ve Bertaraf Yöntemleri ve bir Uygulama", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [12] Özkaya, B., (2001), "Katı Atık Düzenli Depo Sahalarında Sızıntısu Geri Devir Etkilerinin Tam Ölçekli Bir Sahada (Odayeri) Araştırılması", Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [13] Öztürk, İ., Arıkan, O. A., Demir, İ., Demir, A., (1997), "İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı İstanbul Evsel Katı Atıklarında Havasız Ortamda Kompostlaşabilirlik ve Biyoenerji Geri Kazanımı ile Mevcut Düzenli Depolama Sahaları (Kömürcüoda ve Odayeri) Sızıntı Suyu Arıtımı Araştırması Projesi, Sızıntı Sularının Arıtılması, Fizibilite Raporu", İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [14] Shaohua, C., and Junxin, L., (2006), "Landfill Leachate Treatment by MBR: Performance and Molecular Weight Distribution of Organic Contaminant", Chinese Science Bulletin Vol. 51 No. 23 2831-2838.
- [15] Tüylüoğlu, B. S., (2001), "Evsel Katı Atık Sızıntı Sularının Havasız Çamur Yataklı Reaktörle Arıtımı", İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- [16] Yıldız, Ş., (2000), "Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarında Oluşan Çöp Sızıntı Suları ve Arıtılması", Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [17] Yıldız, Ş., Balahorli, V., (2008), "Çöp Sızıntı Sularının Membranbiyoreaktör (MBR)+Nanofiltrasyon Sistemi ile Nihai Arıtımı", Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları'08 Sempozyumu.
- [18] Yılmaz, G., (2000), "Katı Atık Sızıntı Sularından Biyolojik Azot Giderimi", İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

- [19] Yılmaz, S., (1999), "Common Anaerobic-Chemical Treability of Municipal Sewage and Landfill, Leachate", İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.