

GELİŞMEKTE OLAN KENTLERDE KATI ATIK SIZINTI SUYU YÖNETİMİ ŞANLIURFA ÖRNEĞİ

Bülent ARMAĞAN
Yüksek Çevre Mühendisi
Araştırma Görevlisi
İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi
İstanbul, Türkiye

ÖZET

Katı atık düzenli depolama tesislerinde açığa çıkan sızıntı suları, içerdikleri yüksek miktarda organik ve inorganik bileşikler nedeniyle arıtılması zor ve pahalı atıksular sınıfına girmektedir. Bu çalışmada öncelikle sızıntı suyu özellikleri tartışılmış ve sonra da farklı ekonomik, sosyal ve coğrafi özelliklere sahip GAP'ın merkezi konumundaki Şanlıurfa için uygun bir yönetim sistemi tanımlanmıştır.

GİRİŞ

Yaşadığımız yüzyılda, katı atık (Çöp) miktarındaki artışa paralel olarak özellikle kentsel bölgelerde çok önemli çevre sorunları yaşanmaktadır. Hızla artan nüfus ve çarpık kentleşme sonucunda katı atıkların gelişigüzel atılması ve

depolanması insan sağlığını tehdit edici boyutlara ulaşmaktadır. Yapılan çalışmalar, kentsel katı atık bertarafı için en ekonomik yolun hala düzenli depolama olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, belediyeler kendi sınırları içerisindeki alanlarda katı atık yönetiminin uygulamasına büyük önem vermelidirler. Katı atıkların meydana gelmesi ve toplanıp taşınmasıyla başlayan bu katı atık yönetim süreci, atıkların çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesine kadar devam etmektedir.

Bununla beraber, katı atıkların kaynağında azaltma ve geri dönüşüm miktarlarının artırılmasına yönelik yoğun çalışmalar sarfedilmektedir. Bu gayretlerin en önemli sebebi özellikle büyükşehirlerde, ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde düzenli depolama sahası olarak kullanılacak arazi bulunmasındaki zorluktur. Düzenli katı atık depolarından kaynaklanan sorunların başında ise katı atıkların içinden sızarak tabana ulaşan yüksek kirlilikteki sızıntı suları gelmektedir. Katı atık sızıntı sularının hidrojeolojik olarak güvenli sızdırmaz depolarda tutulması çevreye vereceği zararları tam olarak önleyememektedir. Sızıntı suyunun değarjı sonucu yüzey suları ve kısmen de yeraltı suları kirlenebilmektedir. Ayrıca katı atık yönetim sistemini henüz oluşturamamış kentlerimizde sızıntı suyu yönetimi çoğu zaman içinden çıkılmaz bir hal almıştır. Bu sebeple özellikle ülkemizin birçok kentinde olduğu gibi henüz katı atık yönetim sistemini oluşturma aşamasındaki Şanlıurfa'da, özellikle kuru iklimin hüküm sürdüğü ve sıcaklığın ülke ortalamasının üzerinde seyrettiği şehirlerimizde sızıntı sularının sıkı kontrolü gerekir. Sızıntı suyunun kontrolü çerçevesinde çevresel özellikler de dikkate alınarak uygun bir yönetim sistemi belirlenmelidir.

AMAÇ

Bu çalışmada sızıntı sularının kontrolüne ait yönetim yaklaşımları incelenmektedir. Ayrıca gelişmekte olan şehirlerimizden Şanlıurfa için uygun katı atık sızıntı suyu yönetim sistemi üzerinde durulmuştur.

SIZINTI SUYU OLUŞUMU VE KARAKTERİZASYONU

Düzenli depolama alanlarından oluşan sızıntı sularının kompozisyonu zaman ve mekana bağlı olarak büyük değişkenlikler gösterir. Özellikle katı atık depolama sahasına düşen yağış sularının, buradaki katı atık kütlesi arasından süzülmesi esnasında çeşitli kimyasal ve biyolojik reaksiyonlar meydana gelir. Çöp ayrışması beş evre ile karakterize edilebilir(1). Bunlar; Aşıma, Geçiş, Asit Oluşum, Metan Oluşum ve Olgunlaşma evreleridir. Bu evrelerin sonucu olarak organik ve inorganik bileşikler atıktan sızan suya geçer. Depo gövdesinde gerçekleşen söz konusu bu tür karmaşık reaksiyonların son ürünleri, sızıntı suyu ve depo gazı ile taşınır. Bu maddelerin taşınması esnasında kimyasal ve biyolojik reaksiyonlara ilaveten sorbsiyon ve difüzyon gibi fiziksel prosesler de gerçekleşir. Bazı indikatör parametrelerin değişimi ise Tablo 1'de verilmiştir(2).

Tablo 1.Sızıntı Suyu Özelliklerinin Ayrışma Evrelerine Bağlı Değişimi

Parametre	Evre II Geçiş	Evre III Asit Oluşum	Evre IV Metan Oluşum	Evre V Olgunlaşma
BOI,mg/l	100-10.000	1000-57.000	600-3400	4-120
KOI, mg/l	480-18.000	1500-71.000	580-9760	31-900
TUA, mg/l (Asetik asit)	100-3000	3000-18.800	250-4000	0
BOI/KOI	0.23-0.87	0.4-0.8	0.17-0.64	0.02-0.13
Amonyak, (mg/l-N)	120-125	2-1030	6-430	6-430
PH	6.7	4.7-7.7	6.3-8.8	7.1-8.8
İletkenlik	2450-3310	1600-17.100	2900-7700	1400-4500

Sızıntı suyu çok sayıda bileşen içerir ve kalitesi çok değişkendir. Sızıntı suyu kalitesi izlenerek bir depolama sahasındaki çöpün yaşı ya da durumu hakkında önemli bilgiler elde edilebilir. Atık ayrışmasının temel prosesleri, biyogazın özellikleri ve sızıntı suyu kalitesini etkiler. Bu bilgi, mevcut şartlarda sızıntı suyu arıtma sistemi tasarımında ve olabilecek değişikliklerin tahmininde oldukça önemlidir. Ayrıca düzenli depolama sahasının işletimi esnasında ve ömrü tamamlandıktan sonra

yapılacak izleme programı bünyesinde yapılacak olan sızıntı suyu ve gaz analizleri, çöp ayrışma evresi hakkında bilgi verecektir. Böylece, çöp ayrışmasının kontrolü sağlanarak daha verimli bir işletim programı gerçekleştirilecektir.

Sızıntı Suyu Miktarı

Katı atık düzenli depolama tesisi sızıntı suyu miktarı; nihai üst örtü tabakasının geçirimsizlik derecesi, iklim şartları, katı atık bileşimi, depo yaşı vb. faktörlere bağlı olarak değişir. Sızıntı suyu miktarı kurak ve sıcak iklimli yerlerde düşük yağışlı bölgelerde ise yüksektir. Ayrıca nihai örtü tabakasının teşkil edilip edilmediği ve geçirimsizlik derecesi de sızıntı suyu miktarını önemli oranda etkilemektedir. İstanbul'daki düzenli depolama alanlarından açığa çıkması beklenen sızıntı suyu miktarı için ilk 5 yılda 2 m³/ha-gün, daha sonraki yıllarda ise 5 m³/ha-gün değerleri esas alınmıştır(3). Bu alanlara gelen aylık katı atık miktarı ise ortalama 140 000 tondur(4).

Sızıntı suyu miktarı, işletme safhasında, depolanan katı atıklar tarafından tutulma veya geçirimsiz ve eğimli nihai örtü tabakası teşkil edilmek suretiyle azaltılabilir.

Sızıntı Suyun Özellikleri

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

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

Ortamin pH'sı atık ile sızıntı suyu arasındaki çözünme, çökeltme, redoks ve tutma reaksiyonları gibi kimyasal prosesleri etkiler. Sızıntı suları, katı atıkların ana bileşenlerinden kaynaklanan birçok element ve bileşiği ihtiva etmektedir.

Depo yaşı depo sahasındaki havasız arıtma kademesine bağlı olarak sızıntı suyu karakterini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. 2-3 yıllık depolama

alanlarında özellikle organik maddeler, mikroorganizma türleri ve inorganik kirlilik yükleri maksimuma ulaşır. Sızıntı suyu, organik ve inorganik iyonlar ile metaller dışında mikro kirleticileri de içermektedir. Tablo 2'de İzmir, Şanlıurfa ve İstanbul'daki katı atık depolama sahalarının sızıntı suyu bileşimi görülmektedir.

Tablo 2.İzmir, İstanbul ve Şanlıurfa Depolama Sahalarının Sızıntı Suyu Bileşimi(5)

Parametre	İzmir	İstanbul(Odayeri)				İstanbul(Kömürcüoda)		Ş.Urfa(8)
	Timur(1996)	İTÜ(1995)	İSKİ(1995)	İÜ(1996)	İTÜ(1998)	İTÜ(1995)	İÜ(1996)	1999
pH	7.3-7.8	5.6-6.5	6	-	6.8-7.5	7.0	-	4.57
TOK, mg/l	4550-6000	-	-	-	-	-	-	-
BOI, mg/l	6900-11000	21000-25000	31000	-	-	40000	-	26400
KOI, mg/l	14900-19980	40000-50000	7000	47500	30100-36350	51060	56000	45000
TKM, mg/l	-	-	-	37500	-	-	46000	-
AKM, mg/l	-	2630-3930	1950	3350	390-1020	305	3000	2760
UKM, mg/l	-	1860-2730	-	-	-	-	-	-
TÇM, mg/l	15590-22570	17000-21000	-	-	-	35700	-	-
AOX, µg/l	784-823	-	-	-	-	-	-	-
TKN, mg/l	1350-2650	375-410	1630	-	2150-4490	1900	-	760.6
NH3-N, mg/l	1120-2580	150-170	-	-	1210-1940	1800	-	245
T.Fosfor,mg/l	-	5-6	2	-	1-2	8.8	-	-
PO4-P, mg/l	48-79	-	-	-	-	3.5	-	68.3
Alkalinite, mg/l CaCO3	7040-13050	-	-	-	11480-13140	18900	-	3742.2
Uçucu Asitler,mg/l	7730-9830	-	-	-	-	-	-	-
F, mg/l	460-650	-	-	-	-	-	-	-
Cl, mg/l	5620-6330	-	-	-	-	5300	-	5568
SO4, mg/l	142-352	495-950	-	-	-	2900	-	2000
Bulanıklık	137	-	-	-	-	-	-	-
Fe,mg/l	14.2-44	100-130	-	-	60-66	11	-	64.2
Zn, mg/l	0.38-1.06	0.7	0.8	-	0.4-0.55	-	-	0.204
Mg, mg/l	363.8-640	-	-	-	-	-	-	-
Mn, mg/l	0.11-5.3	-	-	-	1.3-2.1	-	-	-
Ca, mg/l	97-787.5	-	-	-	-	3210	-	-
Cd, mg/l	<0.01	<0.2	-	-	<0.2	<0.2	-	0.02
Cr, mg/l	<0.02-0.78	1.3-2.2	-	-	<0.2	<0.2	-	0.0332
Cu, mg/l	0.02-0.13	<0.5	0.2	-	<0.5	<0.5	-	0.125
Pb, mg/l	<0.04	0.08	-	-	<0.5	<0.5	-	0.0264
Hg, mg/l	-	0.04-0.06	-	-	-	0.01	-	0.0171
Ni, mg/l	0.32-0.45	0.9-1.3	-	-	0.65-0.8	0.75	-	-

SIZINTI SULARININ UZAKLAŞTIRILMASI

Yönetim Alternatiflerinin Belirlenmesi

Sızıntı suyu arıtımı, istenilen arıtma seviyesini gerçekleştirebilmesi için bir dizi arıtma prosesinin birlikte kullanılmasını gerektirir. Depolama alanının yaşına göre sızıntı suyunun debisi ve bileşimindeki değişimi karşılayacak proses zinciri oluşturulmalıdır. Arıtma prosesinin seçiminde ve tasarımında göz önüne alınması gereken önemli faktörler aşağıdaki gibidir:

*Sızıntı suyu karakteri:Organik ve inorganik madde içeriği

*Zararlılık potansiyeli:Organik ve inorganik zehirli kimyasal maddelerin yüksek konsantrasyonları

*Deşarj alternatifleri:Yüzeysel sular, şehir atıksu kanal sistemi, arazide arıtma, depolama alanı üzerine geri devir.

*Arıtma derecesi:Sızıntı suyu bileşimi, deşarj standartları

*Arıtılabilirlik:Elde edilen deneysel veriler, uygulanabilir teknolojiler

*İşletme:Ekipmanların bakım ve tamiri, personel güvenlik eğitimi, analitik testler

*Maliyet:Gerekli bütçenin bulunabilmesi, nihai örtü tabakası ihtiyacı

Düzenli depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı sularının uzaklaştırılması, depolama alanı tasarımı özelliklerine ve işletme yönetimi esaslarına göre yapılır. Sızıntı suyu yönetimindeki temel prensip, bu suların nihai uzaklaştırılmasından önce çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde uygun olarak arıtılmasıdır. Bu arıtma dört farklı metod ile gerçekleşir.

*Sızıntı suyu geri devri(Dahili arıtma)

*Sızıntı suyu arıtma sistemi tasarımı(Harici arıtma)

*Sızıntı suyu ön arıtma ve mevcut bir arıtma sistemine transfer

*Sızıntı suyu geri devir ve harici arıtma kombinasyonu

Bu yöntemlerden hangisinin seçileceği ise önceden geliştirilmesi gereken sızıntı suyu yönetimiyle planlanmalıdır. Sızıntı sularının yönetimi ise tesis edilecek düzenli depolama sahasının özelliklerine ve cinsine bağlı olarak önceden şekillenir. O halde yapılacak olan düzenli depolama alanın yapısı sızıntı suyu yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüzde iki türlü düzenli depolama alanı mevcuttur. Bunlar konvansiyonel ve biyoreaktör depolama alanlarıdır.

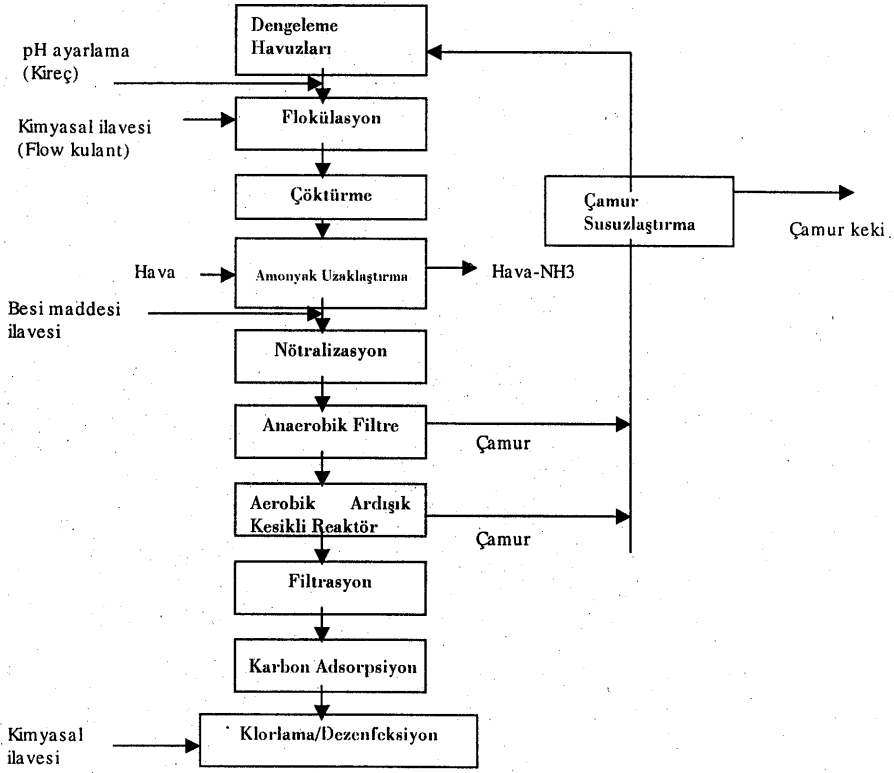
Konvansiyonel Depolama Alanları

Konvansiyonel depolama alanları ilk kurulan sistemler olarak göze çarpmaktadır. Bu depolama alanlarında çoğunlukla doğal malzemeden (kil) veya suni malzemeler vasıtasıyla geçirimsizlik sağlanır. Konvansiyonel depolama alanlarının temel ilkesi, oluşan sızıntı sularının depolama alanından alınarak harici arıtma ile uzaklaştırılmasına dayalıdır. Alan içerisinde mümkün olduğu kadar az sızıntı suyu tutulması nedeniyle konvansiyonel sistemlerde meydana gelen biyolojik ayrışma hızı oldukça yavaştır. Bu tür düzenli alanlarının işletilmesi söz konusu olduğunda harici sızıntı suyu arıtma tesisleri kurulmalıdır(Şekil 3). Çok sayıda değişik madde içeren sızıntı sularının harici arıtımı çok kademeli olarak gerçekleştirilmelidir.

Fiziksel ve kimyasal ön arıtmadan geçen sızıntı suları, öncelikli olarak biyolojik arıtma prosesleri kullanılarak arıtılır. Stabilizasyon havuzları veya havalandırılmalı lagun sistemleri, eğer yeterli miktarda arazi mevcut ise, en ekonomik arıtma sistemleri olarak bilinmektedir(Pohland, Harper, 1985). Eğer bu seçenek uygun görülmez ise aktif çamur veya havasız biyolojik arıtma sistemleri düşünülmelidir.

Her ne kadar kullanılan bekletme süreleri eşdeğer olsa da havalı ile havasız biyolojik arıtma arasında bir tercih yapmak oldukça zordur. Her iki sistemde, iyi bir işletme ve bakım yapıldığı takdirde, % 90-95 arasında organik madde giderim verimi elde edilebilmektedir. Bunun yanı sıra, havasız sistemlerin havalandırma masrafı olmaması ve ayrıca ayırışma sonucunda üretilen metan gazının enerji elde edilmesinde kullanılabilirliği, genellikle tercih edilme sebebi olmaktadır. Ancak bu seçim yapılmadan önce laboratuvar ve pilot ölçekli ön arıtılabilirlik çalışmalarının yapılması, kurulacak tesisin verimli çalışması yönünden çok önemlidir. Ayrıca, yukarıda da değinildiği gibi, sızıntı sularının miktarının ve içeriğinin sürekli değişiklik gösterdiği göz önüne alınarak arıtma sisteminin son derece esnek olarak tasarlanması gereklidir. Özellikle, ardışık kesikli reaktör sistemleri esnek kullanımları nedeniyle tercih edilmektedirler.

Biyolojik arıtma sonrasında belli miktarda organik madde giderimi elde edilmiş olmasına rağmen, sızıntı sularında hala yüksek miktarlarda organik ve inorganik kirleticilere rastlanmaktadır. Bu nedenle aktif karbon, membran filtrasyon, UV oksidasyonu gibi ileri arıtma prosesleri, biyolojik arıtma sonrasında ayrı bir kademé olarak deşarj öncesi uygulanmalıdır. Son derece maliyetli ve işletimi zor olan bu ileri arıtım sistemlerinin seçimi ve tasarımı, değışken özellik gösteren sızıntı suları nedeniyle oldukça güçtür.



Şekil 3. En Genel Sızıntı Suyu Arıtma Sistemi Akım Şeması(6)

Biyoreaktör Depolama Alanları

Pohland (1990) tarafından geliştirilen ve kavram olarak literatüre yerleşen biyoreaktör düzenli depolama alanları, katı atık yönetiminde yeni bir anlayışın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Biyoreaktör depolama alanlarının konvansiyonel sistemlere göre en belirgin farklılığı, sızıntı suyu yönetimine sağlamış oldukları esnekliktir. Sızıntı sularını, depolama alanları içerisinde maddelerin kontrollü olarak nemli ortamlar teşvik edilmektedir. Sızıntı sularının sistem içerisine geri devir olarak tasarlanması gerekir. Bu sayede hem mevcut sistemin performansını iyileştirecek hem de harici bir arıtmaya gereksinim kalmadan sızıntı suyunun dahili arıtımına yardımcı olacaktır. İlk önceleri laboratuvar ölçeklerde işletilen geri devirli biyoreaktör

sistemlerde, normalde 15-20 yıl arasında süren çöp stabilizasyon süresinin 3-5 yılda tamamlanabildiğine dair bilgiler literatürde mevcuttur(7).

ŞANLIURFA'DA MEVCUT DURUM

1997 yılı nüfus sayım sonuçlarına göre Şanlıurfa'nın şehir merkezi nüfusu yaklaşık 550.000 kişidir(8). 1996 yılında yapılan bir çalışmaya göre kişi başına katı atık oluşumu yaklaşık olarak 0,82 kg/ kişi-gündür (9). Buna göre yerleşimde bir günde 450 ton katı atık oluşmaktadır. Şanlıurfa Belediyesi oluşan katı atığın nihai depolama için Hamzan Tepe mevkiinde konik şeklinde kayalık bir araziyi kullanmaktadır. Şanlıurfa'da ortalama sıcaklık 18.1 °C, ortalama Nispi nem %49 ve yıllık yağışlı günlerin sayısı 74.8'dir(10).

Tablo 1'de verilen Şanlıurfa sızıntı suyu verilerinden asit oluşum döneminde olduğu anlaşılmaktadır. Ekim 2001'de Şanlıurfa katı atık düzenli depolama alanında yapılan incelemelerde, belediyenin düzenli depolama alanı olarak seçilen bölgede halen vahşi depolamaya devam ettiği bununla beraber rehabilitasyon çalışmalarında proje aşamasını tamamlayıp ihale aşamasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca oluşan sızıntı suyunun kontrolsüz bir şekilde bölgenin eğiminden de faydalanarak Şanlıurfa-Akçakale yoluna doğru yüzeysel akışa geçtiği, şiddetli sıcakların olduğu aylarda ise sızıntı suyunun akış halindeyken, kuruduğu anlaşılmıştır. Bu durum aynı yolu kullanan İkinizce köyü halkı için tehlikeli bir durum arz etmektedir.

Yapılan çalışmalar neticesinde Şanlıurfa katı atığının sızıntı suyu için henüz düzenli depolama yapılmadığından oluşan katı atığın, sızıntı suyunun arazinin ucuz ve yeterli olduğu düşünülerek, stabilizasyon havuzu veya havalandırmalı lagun inşa edilerek arıtılması şu aşamada en uygun çözüm olarak görülmektedir. Bu sistemin diğer önemli avantajlarından bazıları, maliyetinin düşük olması, Şanlıurfa gibi hava sıcaklığının arıtma için yeterli olması, fazla kalifiye eleman ihtiyacının olmaması, işletim kolaylığı sayılabilir. Bununla beraber düzenli depolamaya geçildikten sonra sızıntı suyu geri devri (dahili arıtma) prosesinden sonra stabilizasyon havuzu veya

havalandırmalı lagun çözümü uygulanabilir bir diğer alternatif olarak gözükmektedir.

SONUÇ

Genel hatları ile verilen sızıntı suyu özellikleri ve uzaklaştırma alternatifleri ışığında Şanlıurfa gibi kalkınmakta olan ve henüz katı atık yönetim sistemini oluşturma aşamasındaki kentlerimiz için önerilen sızıntı suyu arıtma sistemi stabilizasyon havuzları veya havalandırmalı lagun sistemleridir.

KAYNAKLAR

1. Pohland, F.G., "Accelerated Solid Waste Stabilization and Leachate Treatment by Leachate Recycle Through Landfills" Progress in Water Technology, 1975, page 753-765.
2. Reinhart, D.R., Townsend T.G. "Landfill Bioreactor Design and Operation", Lewis Publishers, New York.
3. CH2M-Hill-Antel Ltd.Şti. "İstanbul Katı Atık Yönetim Etüdü" 1992
4. Arıkan, O.A., Öztürk, I., Demir, A., Inanç, B., Öztürk, M., Tüylüoğlu, B.S. "Changes in MSW Quality and Influence on Waste Management in İstanbul Metropolitan City, Proceedings Sardinia 97 Sixth Landfill Symposium, Italy, 1997.
5. Öztürk, I. Altınbaş, M., Arıkan, O.A. "Katı Atık Sızıntı Suyu Kirliliğinin Boyutları ve Arıtma Teknikleri" Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 17-19 Şubat 1999, İstanbul, sayfa 393-403.
6. Gendebien, A. Others "Landfill Gas from Environment to Energy", AB Yayını 14017/1 EN, Lüksemburg.
7. Al-Yousfi A.B., Pohland, F.G., "Strategies for Simulation, Design, and Management of Solid Waste Disposal Sites as Landfill Bioreactors" Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management, January, page 13-21.
8. Doğan, M. "Şanlıurfa Katı Atık Depolama Alanlarının Geoteknik Açidan İncelenmesi" Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2000.
9. Armağan, B., GAP Bölgesi Şanlıurfa İli Katı Atık Araştırması, İ.T.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1996, İstanbul.
10. Bulut, H., Şenocak, M.İ., Karasu, H., "Şanlıurfa İklim ve Meteoroloji Dosyası" GAP 1.Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, 1996, Şanlıurfa.