

SIZINTI SULARININ EVSEL ATIKSULARLA BİRLİKTE ARITILABİLİRLİĞİNİN RESPIROMETRİK YÖNTEMLE İZLENMESİ

*Melike YALILI**

*Kadir KESTİOĞLU**

*Berna KIRIL MERT**

Özet: Bu çalışmada, Bursa Hamitler Düzenli Katı Atık Depolama Sahasından kaynaklanan ve fizikokimyasal olarak arıtılan sızıntı sularının evsel atıksularla birlikte arıtılabilirliği respirometrik yöntemle izlenmiştir. Fizikokimyasal arıtılabilirlik kapsamında kireçle ön arıtma, demir (III) klorür ve alüminyum sülfat ile kimyasal arıtma yapılmış, kireçle ön arıtma ile % 38 KOİ, demir (III) klorür ve alüminyum sülfat ile yapılan arıtma sonucunda sırası ile % 55 ve % 59 KOİ giderimi sağlanmıştır. Ham sızıntı suyu (SS), 1/1, 1/2 ve 2/1 oranlarında aktif çamurla (AÇ) karıştırılmış ve 2/1 (SS/AÇ) karışım oranında % 170 mertebelerinde, kireçle ön arıtımı yapılan ve amonyağı uzaklaştırılan, kireçle ön arıtımı + alüminyum kimyasal arıtımı yapılan ve kireçle ön arıtımı + demir (III) klorür ile kimyasal arıtımı yapılan sızıntı sularında % 135, % 164 ve % 127 mertebelerinde bir solunum aktivite artışı tespit edilmiştir. Yapılan respirometrik ölçümlerin sonucunda kireçle ön arıtmadan geçirilen ve amonyağı sıyrılan sızıntı sularının evsel atıksularla birlikte arıtılabildiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sızıntı suyu, evsel atıksu, fizikokimyasal arıtma, respirometrik metot.

Observing of Treatability Studies On Leachate By Respirometric Method With Domestic Wastewaters

Abstract: In this study, respirometric investigations have been carried out on Bursa Hamitler landfill leachate as physicochemical treatability with domestic wastewater. In physicochemical treatability studies, chemical treatment has been studied with lime, FeCl₃ and alum and COD removal efficiencies have been determined as 38 %, 55 % and 59 % respectively. Raw leachate has been mixed with activated sludge in 1/1, 1/2 and 2/1 ratios and in the ratio of 2/1, 170 % respiration activity increase has been established. Respiration activity have been increased with lime and ammonia stripping, lime and alum, lime and FeCl₃, 135 %, 164 %, 127 % respectively. At the end of the respirometric measurements, pretreated leachate with lime first and stripped ammonia can be treated with domestic wastewaters.

Key Words: Leachate, domestic waste water, physicochemical treatment, respirometric method.

1. GİRİŞ

Düzenli katı atık depolama sahalarından kaynaklanan sızıntı suları, içerdikleri yüksek miktardaki organik maddeler, azotlu maddeler, ağır metaller, klorlanmış organik ve inorganik tuzlardan dolayı hem toprak kirlenmesine hem de yer altı sularının kirlenmesine neden olmaktadır (Wang ve diğ., 2002). Bu nedenle sızıntı sularının deşarj kriterlerine kadar arıtılması yüksek maliyet gerektirmektedir.

Sızıntı sularının arıtımı için geliştirilen metotlar fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma metotlarıdır. Bu metotlardan herhangi birini tek başına kullanarak yüksek oranda arıtma verimi ve çıkış suyu kalitesi elde etmek zordur. Bunun için sızıntı sularının arıtımında genellikle fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotların kombinasyonu ileri arıtma metotlarında ise adsorpsiyon ve membran teknolojileri kullanılmaktadır (Amokrane ve diğ., 1997; Bohdziewicz ve diğ., 2001; Marttinen ve diğ., 2002; Vogelpohl ve diğ., 1995). Sızıntı sularının arıtımında kullanılan kimyasal metotlar koagülasyon-flokülasyon (Amokrane ve diğ., 1997; Ahn ve diğ., 2002), kimyasal çöktürme ve kimyasal-elektrokimyasal oksidasyonlar (Chiang ve diğ., 2001), biyolojik metotlar ise aerobik, anaerobik ve anoksik proseslerin bir kombinasyonudur (Im ve diğ., 2001). Fiziko-kimyasal metotlar genellikle sızıntı suyundan biyolojik olarak giderilemeyen maddeleri gidermek için biyolojik metotlarla beraber kullanılırlar (Bohdziewicz ve diğ., 2001, Ahn ve diğ., 2002).

* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.

Lopez ve diğ. (2004), Koh ve diğ. (2004), Wang ve diğ. (2002) ve Rivas ve diğ. (2003) sızıntı sularının arıtımına yönelik olarak sırasıyla fenton prosesini, fotooksidasyon + aktif çamur arıtma sistemini, demir(III) klorür + fotooksidasyon prosesini ve ozonlama + adsorpsiyon yöntemlerini uygulayarak KOİ değerini deşarj limitlerine indirmişlerdir.

Trebut ve diğ. (2001), stabil hale gelmiş olan sızıntı sularında demir (III) klorür ile kimyasal arıtmadan sonra iki organik membran içeren nanofiltrasyon yöntemini uygulamış, KOİ değerini deşarj limitinin altına düşürmüşlerdir.

Kargı ve Pamukoğlu (2003), yüksek KOİ içeriğine sahip sızıntı sularında koagülasyon-flokülasyonun ardından pH = 12'de amonyak sıyırma ile ön arıtım gerçekleştirmişler, daha sonra toz aktif karbon (PAC) kullanarak yaptıkları biyolojik arıtmada 2 g/L PAC ile KOİ ve NH₄-N'da sırasıyla yaklaşık olarak %86 ve %26 oranlarında giderme verimi elde etmişlerdir.

Diamadopoulos ve diğ. (1997) sızıntı suyu ile evsel atıksuyu ardışık kesikli reaktörde hacimsel olarak 9/1 oranında karıştırmışlar ve BOİ'yi % 95, nitrati % 99 oranında gidermişlerdir.

Düzenli depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı sularının deşarj kriterlerine kadar arıtılabilmesi için yukarıda da açıklandığı gibi bir çok araştırmacı çalışmış ve hem klasik hem de ileri arıtma metotları kullanılarak deşarj kriterlerine ulaşılmıştır. Ancak araştırmacılar ilk kuruluş ve işletme maliyetleri üzerinde durmamışlardır. Bu araştırmada sızıntı sularının içerdikleri toksik madde ve alkalinite yüzünden deşarj kriterlerine kadar arıtmak çok yüksek maliyet gerektirmektedir ve bu maliyeti hem kuruluş hem de işletme aşamasında yerel yönetimlerin karşılaması güçtür. Uygulamalarda sızıntı suyu arıtma tesisleri kurulsa dahi işletilmediğine şahit olunmaktadır.

Yapılan bu çalışmada sızıntı suyunda bulunan alkalinite ve toksik maddeler (ağır metaller) kireçle ön arıtma ile giderildikten ve amonyak sıyırma yapıldıktan sonra, sızıntı sularının evsel atıksularla birlikte arıtılıp arıtılmayacağı respirometrik yöntemle araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma kapsamında incelenecek sızıntı suyu numunesi Bursa Hamitler Mevkiinde faaliyet gösteren Katı Atık Düzenli Depolama Sahası'ndan alınmış, Standart Metotlara göre (APHA, AWWA, WPCF, 1998) analizlenmiş ve bulunan değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.
Alınan sızıntı suyu numunelerinin karakterizasyonu

Parametre	Birim	Konsantasyon
KOİ	mg / L	36800
AKM	mg / L	1140
pH	-	7,13
Demir (Fe ⁺²)	mg / L	42,4
Bakır (Cu ⁺²)	mg / L	5,6
Çinko (Zn ⁺²)	mg / L	48,4
Kurşun (Pb ⁺²)	mg / L	12,9
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / L	6,75
Florür (F ⁻)	mg / L	4,95
Fenol (Ph)	mg / L	68,8
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg / L	3900
Sülfür	mg / L	0,4
Amonyum Azotu	mg / L	2827
Toplam Azot	mg / L	6400
Toplam Krom	mg / L	7,65
Toplam Siyanür	mg / L	2,35
Toplam Fosfor	mg / L	7,65
İletkenlik	mS	58,8

2.1. Kimyasal Arıtılabilirlik Çalışmaları

Sızıntı sularının evsel atıksularla birlikte biyolojik arıtılabilirliği çalışmaları öncesinde kireçle ön arıtma yapılmıştır. Sızıntı sularında bulunan bikarbonat, ağır metal, AKM ve kolloid maddeleri gidermek için, 4,5 litre sızıntı suyu alınmış, % 20'lik Ca(OH)_2 kullanılarak pH değeri 11'e çıkarılmış, 1 saat bekletilmiş ve oluşan çamur çökeltmiştir. Sifonlanarak alınan üstteki sıvıdan yapılan analizler ve elde edilen giderme verimleri Tablo 2'de verilmiştir. % 20'lik kireçle yapılan ön arıtmada ağır metallerin önemli bir kısmı (% 57-100) giderilmesine rağmen, KOİ değerlerinde büyük bir giderim sağlanamamıştır. KOİ ve diğer maddelerin giderimini arttırmak için kireçle ön arıtmaya ilave olarak alümin ve FeCl_3 ile kimyasal arıtma yapılmıştır. 90 dakikalık bekleme süresi sonunda 1 L'lik atıksu için 159 ml çamur oluştuğu gözlenmiştir.

Tablo 2.
% 20'lik Ca(OH)_2 kullanılarak yapılan arıtılabilirlik çalışmaları

Parametre	Birim	Ham Su	% 20'lik Ca(OH)_2 ile Ön Arıtma	Giderme Verimi (%)
KOİ	mg / L	36800	22880	38
AKM	mg / L	1140	960	16
pH	-	7,13	11	-
Demir (Fe^{+2})	mg / L	42,4	1,85	96
Bakır (Cu^{+2})	mg / L	5,6	0	100
Çinko (Zn^{+2})	mg / L	48,4	20,2	58
Kurşun (Pb^{+2})	mg / L	12,9	1	92
Krom (Cr^{+6})	mg / L	6,75	2,9	57
Florür (F^-)	mg / L	4,95	0	100
Fenol (Ph)	mg / L	68,8	67,6	2
Sülfat (SO_4^{-2})	mg / L	3900	3200	18
Sülfür	mg / L	0,4	0	100
Amonyum Azotu	mg / L	2827,44	1816,63	36
Toplam Azot	mg / L	6400	4600	28
Toplam Krom	mg / L	7,65	3,35	56
Toplam Siyanür	mg / L	2,35	1,45	38
Toplam Fosfor	mg / L	7,65	1,35	82
İletkenlik	mS	58,8	35,2	40

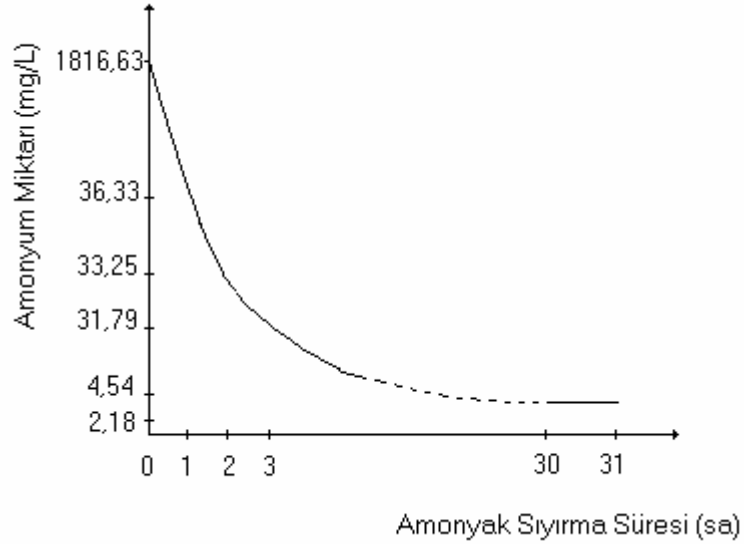
Kireçle ön arıtmadan geçirilen sızıntı sularında üst kısımdan sifonlama yapılarak 1,5 L'lik numuneler alınmış, derişik H_2SO_4 ile pH = 8 mertebelerine getirilmiş, behere 3000 mg/L FeCl_3 ilave edilmiş ve 1 dakika hızlı 15 dakika yavaş karıştırma yapılarak Jar Testi uygulanmıştır. Jar Testi uygulanmasından sonra 1 saat dinlendirilen numunelerin üst kısmından alınan örneklerde KOİ ve AKM ölçümleri yapılmıştır. Kireçle ön arıtmadan sonra demir (III) klorürle kimyasal arıtma yapıldığında % 27 KOİ giderimine rağmen, oluşan CaSO_4 çökmesi nedeniyle 1 L atıksu için 147 ml kimyasal çamur oluşmuştur. Hem çamur hacmini azaltmak hem de demir (III) klorürle farkını görebilmek için 1000 mg/L dozunda pH = 8'de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ile aynı şekilde Jar Testi uygulanmış, 1 saat dinlendirildikten sonra üst kısmından alınan numunelerde KOİ ve AKM ölçümleri yapılmıştır. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ile yapılan Jar Testi sonucunda 1 L atıksu için 127 ml kimyasal çamur oluştuğu görülmüştür. Demir (III) klorür ve alüminyum sülfat ile yapılan deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3.
Demir (III) klorür ve alüminyum sülfat ile yapılan deney sonuçları

	Birim (mg/L)	pH	KOİ (mg/L)	KOİ Giderme Verimi (%)		AKM (mg/L)	AKM Giderme Verimi (%)	
				Ham Suya Göre (KOİ = 36800 mg/L)	Kireçli Süpernatanta Göre (KOİ = 22880 mg/L)		Ham Suya Göre (AKM = 1140 mg/L)	Kireçli Süpernatanta Göre (AKM = 960 mg/L)
Demir (III) Klorür Dozu	3000	8	16640	55	27	700	39	27
Alümin Dozu	1000	8	15040	59	34	800	30	17

2.2. Amonyak Sıyırma

Yukarıda belirtilen kimyasal arıtma uygulamalarında KOİ = 15000 mg/L seviyelerine kadar indirilebildiğinden direkt olarak yüzeysel sulara deşarj etmek için uygun değildir. KOİ parametresini gidermek için biyolojik arıtmanın yapılma gereği vardır. Sızıntı sularında bulunan amonyak biyolojik arıtmayı engellediğinden kireçle ön arıtmadan sonra amonyak sıyırma uygulanmış ve pH = 12 mertebelerinde 3 saatlik amonyak sıyırma sonrasında amonyak değeri 32 mg/L, 30 saat sonra ise 4,5 mg/L mertebelerine düşürülmüştür (Şekil 1). Amonyak giderimi sağlanan atıksular belli oranlarda aktif çamurla karıştırılarak aşağıda açıklanan respirometrik ölçümler yapılmıştır.



Şekil 1.
Amonyakın zamana bağlı giderimi

2.3. Sızıntı Sularının Biyolojik Arıtılabilirliğinin Respirometrik Yöntemle Araştırılması

Bu araştırmanın amacı, sızıntı sularının kireçle ön arıtma yapılarak evsel atıksularla birlikte arıtılıp arıtılamayacağını ortaya konması olduğundan, laboratuvar ölçekli respirometrik düzenek oluşturulmuş ve yukarıda verilen yöntemlerle ön arıtması ve kimyasal arıtması yapılmış olan sızıntı suları, Organize Sanayi Bölgesi'nden alınan, 24 saat süreyle içsel solunuma bırakılan ve 3200 mg/L MLSS içeren aktif çamurla belirli oranlarda karıştırılarak sistemin solunum aktivite değerleri ölçülmüş ve aktif çamurun solunum aktivite değerleriyle karşılaştırılarak sızıntı suyunun biyolojik olarak parçalanıp parçalanmadığına karar verilmiştir. Respirometrik ölçümleri için ardışık kesikli reaktör kullanılmış, kesikli reaktördeki çözünmüş oksijenin zamana bağlı değişiminin kütleli dengesi oluşturulmuş ve bu denklemden yararlanılarak OUR değerleri belirlenmiştir (Yoong ve diğ., 2000).

Ardışık kesikli reaktörlerde (SBR) oksijen tüketim hızı ile (OUR) mevcut Ç.O. arasında diferansiyel denklem oluşturulmuş ve bu denklemin çözümünden yararlanarak elde edilen (OUR) değerleri değerlendirilmiştir (Yoong ve diğ., 2000).

Sistemde çözünmüş halde bulunan ve tüketilen oksijen arasında,

$$(dC/dt) \cdot V = Q_{gir} \cdot C_o - Q_{çik} \cdot C_e + V \cdot k_2(C^I - C) - V \cdot (OUR) \quad (1)$$

bağıntısını yazmak mümkündür. Bu bağıntıda,

Q : Debiyi

C_o : Giriş Ç.O. derişimini (mg/L)

C_e : Çıkış Ç.O. derişimini (mg/L)

V : Reaktör hacmini (L)

k_2 : Oksijen transfer katsayısını (sa^{-1})

C^l : Doymuş Ç.O derişimini (mg/L)

C : Reaktörlerdeki Ç.O. derişimini (mg/L)

OUR : Oksijen tüketim hızını ($\text{mg O}_2/\text{L-sa}$) ifade etmektedir.

(1) no'lu denklemde reaktör kesikli çalıştığından giriş ve çıkış debileri yoktur. Bu nedenle birinci ve ikinci terimler düşer, üçüncü terim ihmal edilebilir düzeydedir (Yoong ve diğ., 2000). Bu durumda (1) no'lu denklem

$$(dC/dt) \cdot V = -V (OUR)$$

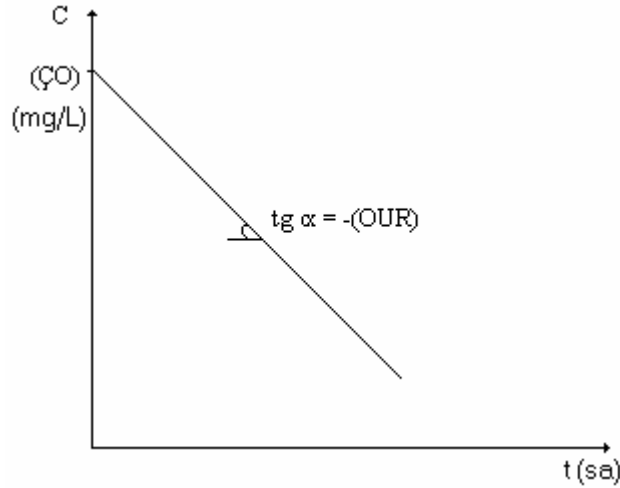
şeklini alır. Birinci derecedeki diferansiyel denklem $t = 0, C = C_0, t = t$ ve $C = C$ sınır şartlarında integre edilirse,

$$\frac{dC}{dt} = -(OUR)$$

$$\int_{C_0}^C dC = -(OUR) \int_0^t dt$$

$$C = C_0 - (OUR) \cdot t \quad (2)$$

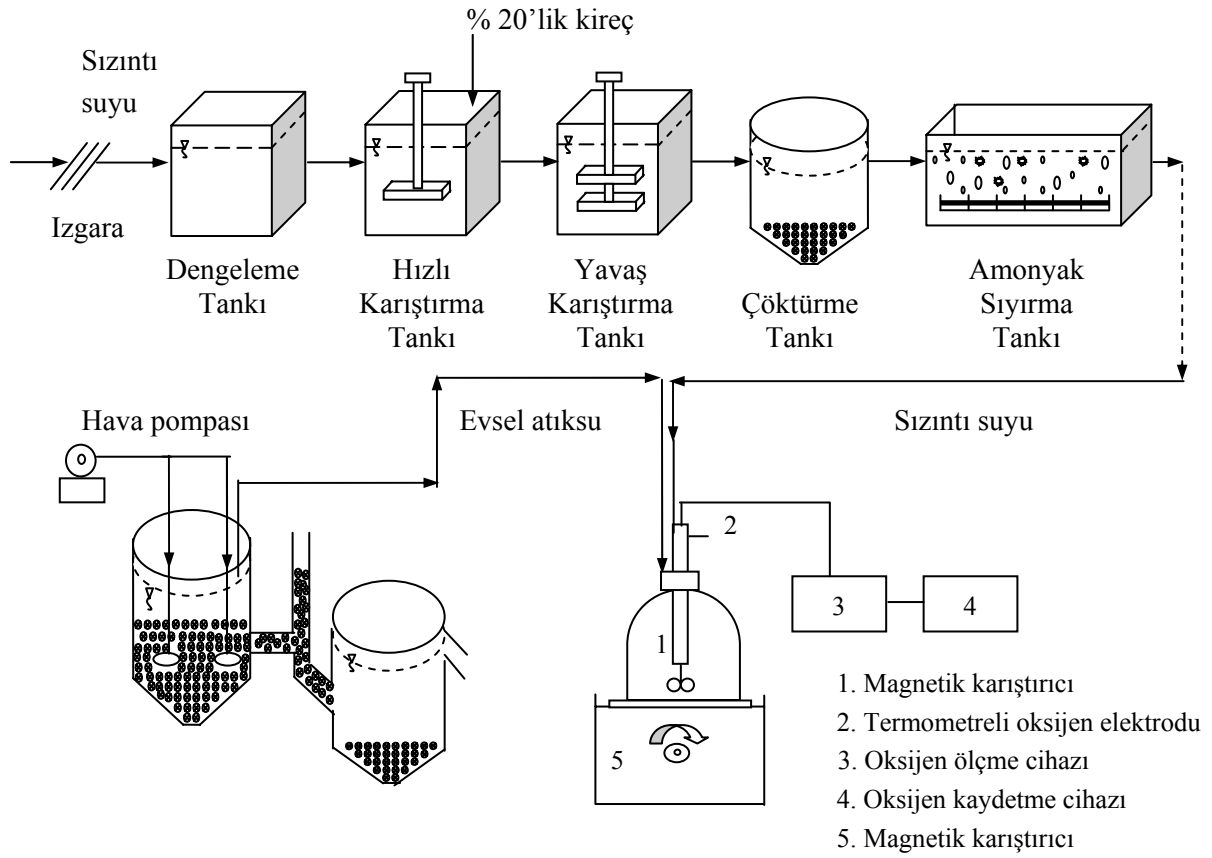
bağıntısı elde edilir. Bu azalan lineer bir denklemdir. Bu denklemin eğimi (OUR) değerini vermektedir. Değişik (t) değerlerine karşı Ç.O. değerleri ölçülür ve ($C-t$) grafiğine çizilir, oluşan eğrinin eğiminden (OUR) değerleri hesaplanır (Şekil 2). Böylece endüstriyel atıksularda elde edilen (OUR) değerleri ile aktif çamurun (OUR) değerleri karşılaştırılarak, inhibisyonun olup olmadığı ortaya konmaktadır.



Şekil 2.
Çözünmüş oksijenin zamana bağlı değişimi (OUR hesaplanması)

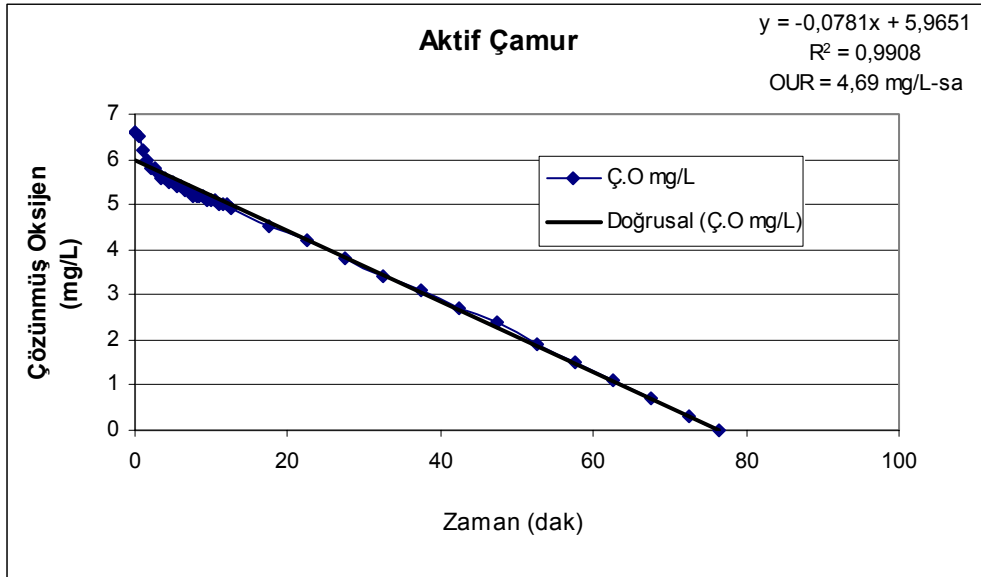
2.4. Sızıntı Suyu İle Respirometrik Ölçümlerin Yapılması

Kireçle ön arıtma ve kimyasal arıtmanın biyolojik arıtmaya olabilecek etkilerini görebilmek için önce hiçbir işlem uygulanmayan sızıntı suları ile respirometrik ölçümler yapılmıştır. Ham suyla yapılan respirometrik ölçümlerinde 1 birim sızıntı suyu 1 birim aktif çamur, 1 birim sızıntı suyu 2 birim aktif çamur, 2 birim sızıntı suyu 1 birim aktif çamur karışımları yapılmış ve Şekil 3'de gösterilen düzenekte zamana bağlı solunum aktivite değerleri belirlenmiş ve FeCl_3 ile yapılan kimyasal arıtma sonucunda, aktif çamura oranla minimum % 127 oranında bir artış sağlanmıştır. Ham su ile yapılan respirometrik ölçümlerin sonuçları Şekil 4-7'de; kireçle ön arıtma, alüm ve FeCl_3 ile yapılan kimyasal arıtma sonucunda elde edilen sızıntı suları ve ham su ile aktif çamur arasında yapılan seyreltmeler ile elde edilen ölçümler ve solunum aktivite değişimleri özet olarak Tablo 4'de verilmiştir.

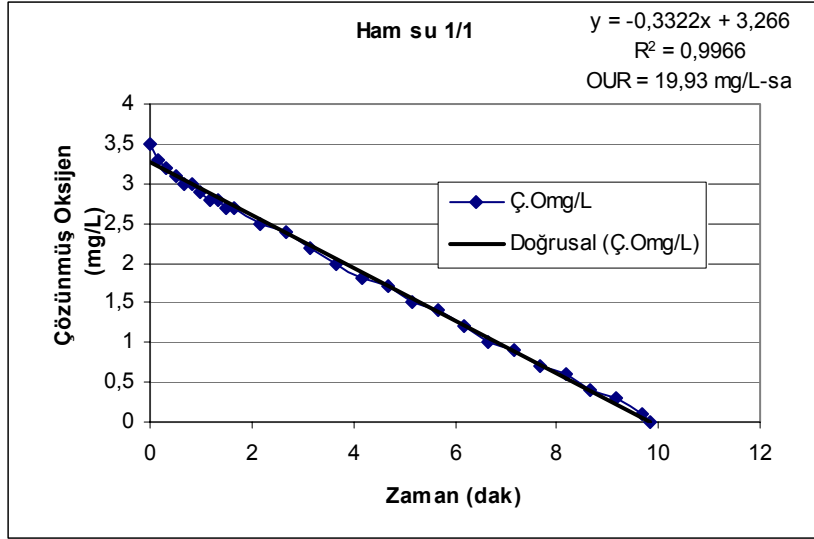


Aktif çamur üretme düzeneği

Şekil 3.
Deney modeli akım şeması

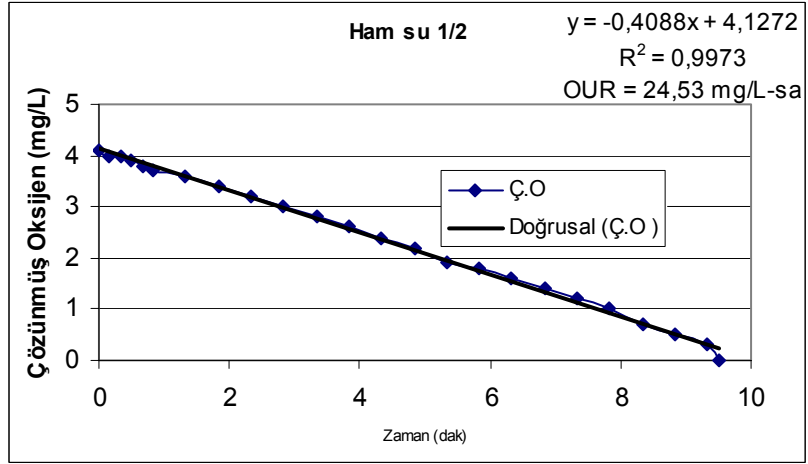


Şekil 4.
Aktif çamurun solunum aktivite eğrisi



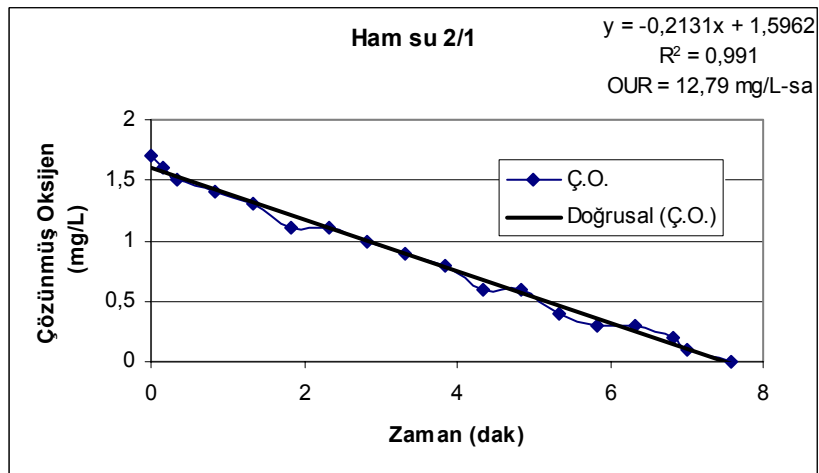
Şekil 5.

1/1 oranında ham sızıntı suyu için elde edilen solunum aktivite eğrisi



Şekil 6.

1/2 oranında ham sızıntı suyu için elde edilen solunum aktivite eğrisi



Şekil 7.

2/1 oranında ham sızıntı suyu için elde edilen solunum aktivite eğrisi

Tablo 4.
Hamitler Kent Katı Atık Düzenli Depolama Sahası sızıntı sularının
solunum aktivite değişim oranları

İncelenen Parametreler Sızıntı suyu + Aktif Çamur (SS / AÇ)	Aktif Çamurun Solunum Aktivitesi (MLSS = 3200 mg / L MLVSS = 2340 mg / L) (mg O ₂ / L-sa)	Seyrelme Oranlarına Göre Aktif Çamur + Sızıntı Suyunun Solunum Aktivite Değerleri (mg O ₂ / L-sa)	Aktif Çamur + Sızıntı Suyunun Solunum Aktivite Değişim Oranları (%)
(1/1) Ham Atıksu	4,69	19,93	+324,94
(1/2) Ham Atıksu	4,69	24,53	+423,03
(2/1) Ham Atıksu	4,69	12,79	+172,71
(1/1) Kireç + AÇ	4,69	19,94	+325,16
(1/2) Kireç + AÇ	4,69	24,67	+426,01
(2/1) Kireç + AÇ	4,69	11,03	+135,18
(1/1) Alüm + AÇ	4,69	17,33	+269,51
(1/2) Alüm + AÇ	4,69	23,12	+392,96
(2/1) Alüm + AÇ	4,69	12,39	+164,18
(1/1) FeCl ₃ + AÇ	4,69	16,18	+244,99
(1/2) FeCl ₃ + AÇ	4,69	21,28	+353,73
(2/1) FeCl ₃ + AÇ	4,69	10,66	+127,29

SS : Sızıntı Suyu, AÇ : Aktif Çamur

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sızıntı sularında kirliliği oluşturan esas parametreler KOİ, toksik maddeler, azotlu maddeler ve alkalinite dir. Toksik maddeler ve azotlu maddeler biyolojik arıtmayı inhibe ederken yüksek içerikli alkalinite de sızıntı sularının iletimini güçleştirmektedir.

Yapılan çalışmalarda kireçle ön arıtmada, KOİ % 38 mertebelerinde, AKM % 16 mertebelerinde, azotlu maddeler ise % 36 mertebelerinde giderilmiştir.

Kimyasal arıtmalardaki iyileşmeleri görebilmek için FeCl₃ ve alümlle yapılan kimyasal arıtmalarda ham suya nazaran sırasıyla, % 55 ve % 59 mertebelerinde bir KOİ giderimi sağlanmış, ancak kireçle ön arıtmaya ilave olarak alüm ve FeCl₃ ile yapılan kimyasal arıtmalardaki KOİ giderme verimlerinin yeterli olmadığına karar verilmiştir.

Amonyak sıyırma ilk 3 saatlik süre için % 98 oranında amonyak giderimi sağlanmış, ancak % 100 giderimin 31 saat mertebelerinde olduğu görülmüş ve projelendirme çalışmalarında 6 saatlik sürenin yeterli olduğu literatür değerleri olarak saptanmıştır (Kestioğlu ve diğ., 2004).

Araştırmanın amacı sızıntı sularının evsel atıksularla birlikte arıtılabilirliğinin solunum aktivite değerleriyle belirlenmesi olduğundan, yapılan respirometrik ölçümlerinde solunum aktivite değerinde ham suda dahi % 170 mertebelerinde bir artışın olması sızıntı sularının evsel atıksularla birlikte arıtılabilirliğinin bir kanıtıdır. Literatür değerlerinde hacimsel olarak % 2-5 arasında (SS/AÇ) sızıntı suyunun evsel atıksularla birlikte arıtılabilmesi belirtilmesine rağmen (Christensen ve diğ., 1992), 2/1 (SS/AÇ) (% 66) karışım oranında % 170 mertebelerinde bir solunum aktivite artışı olduğu saptanmış, bunun anlamı evsel atıksularla sızıntı suları karıştırıldığında toksisitenin azalmakta olduğu ve biyolojik olarak parçalanabilirliğinin mevcut olmasıdır.

Yapılan araştırmada sızıntı sularının direkt olarak kanalizasyona verilmesi amaçlanmayıp, % 20'lik kireçle ön arıtmadan sonra verilmesi gerekliliği üzerinde durulmuş ve kireçle ön arıtmadan geçirilmiş, amonyaklı sıyrılmış sızıntı sularının solunum aktivite değerleri ölçüldüğünde % 135 oranında solunum aktivite değerinin arttığı saptanmıştır (Tablo 4).

Respirometrik ölçümlerin sonunda sızıntı sularının belirli seyreltmeler neticesinde evsel atıksularla arıtılabileceğinin mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yukarıda yapılan çalışmalarda sızıntı sularının kireçle bir ön arıtmadan geçirilip evsel atıksularla birlikte aynı arıtma tesislerinde biyolojik olarak arıtılabileceği, bunun sonucunda hem çok masraflı olan

sızıntı suyu arıtma tesislerinin kurulmasına ve işletilmesine gerek olmayacağı, hem de deşarj kriterini sağlama zorunluluğu ortadan kalkacağı ve yerel yönetimlere sıkıntı vermeden sızıntı sularının arıtma probleminin ortadan kalkabileceği saptanmıştır. Önerilen bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için SKKY’de ilgili değişikliklerin yapılması ve yürürlüğe konması zorunluluğu vardır. Bu şekilde yapılacak bir yönetmelik değişikliği Türkiye çapında sızıntı suyu problemini ortadan kaldırılmış ve ülke ekonomisine büyük bir katkı sağlamış olacaktır.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Uludağ Üniversitesi Araştırma Fonu’na teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

1. Ahn, D. H., Yun-Chul, C. ve Won-Seok, C. (2002) Use of coagulation and zeolite to enhance the biological treatment efficiency of high ammonia leachate, *Journal of Environmental Science. Health A: Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 37(2), 163-173.
2. Amokrane, A., Comel, C. ve Veron, J. (1997) Landfill leachate pretreatment by coagulation-flocculation, *Water Research*, 31(11), 2775-2782.
3. APHA, AWWA, WCPF (1998) *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th Edition, American Public Health Association, Washington D.C.
4. Bohdziewicz, J., Bodzek, M. ve Gorska, J. (2001) Application of pressure-driven membrane techniques to biological treatment of landfill leachate, *Process Biochemistry*, 36(7), 641-646.
5. Chiang, L., Chang, J. ve Chung, C. (2001) Electrochemical oxidation combined with physical-chemical pretreatment processes for the treatment of refractory landfill leachate, *Environmental Engineering Science*, 18(6), 369-378.
6. Christensen, T. H., Cossu, R. ve Stegmann, R. (1992) *Landfilling of waste: leachate*, Elsevier Science Publishers, UK, ISBN : 1-85166-733-4.
7. Diamadopoulos, E., Samaras, P., Dabou X. ve Sakellaropoulos, G. P. (1997) Combined treatment of landfill leachate and domestic sewage in a sequencing batch reactor, *Water Science and Technology*, 36(2-3), 61-68.
8. Im, J., Woo, H., Choi, M., Han, K. ve Kim, C. (2001) Simultaneous organic and nitrogen removal from municipal landfill leachate using an anaerobic-aerobic system, *Water Research*, 35(10), 2403-2410.
9. Kargı, F. ve Pamukoğlu, M. Y. (2003) Powdered activated carbon added biological treatment of pre-treated landfill leachate in a fed-batch reactor, *Biotechnology Letters*, 25(9), 695-699.
10. Kestioğlu, K., Akal Solmaz, S. K., Yonar, T., Yalılı, M., Şen, M., Üstün, G. E. ve Kırıl, B. (2004) *Çöp depolama alanlarından kaynaklanan atıksuların (sızıntı sularının) arıtılabilirlik çalışmaları*, 2001/32 Nolu Proje Nihai Raporu, Bursa.
11. Koh, I., Chen-Hamacher, X., Hicke, K. ve Thiemann, W. (2004) Leachate treatment by the combination of photochemical oxidation with biological process, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 162(2-3), 261-271.
12. Lopez, A., Pagano, M., Volpe, A. ve Di Pinto, A. C. (2004) Fenton’s pre-treatment of mature landfill leachate, *Chemosphere*, 54(7), 1005-1010.
13. Marttinen, S. K., Kettunen, R. H., Sormunen, K. M., Soimasuo, R. M. ve Rintala, J. A. (2002) Screening of Physical-Chemical Methods for Removal of Organic Material, Nitrogen and Toxicity from Low Strength Landfill Leachates, *Chemosphere*, 46(6), 851-858.
14. Rivas, F. J., Beltran, F., Gimeno, O., Acedo, B. ve Carvalho, F. (2003) Stabilized leachates: ozone-activated carbon treatment and kinetics, *Water Research*, 37(20), 4823-4834.
15. Trebuet, D., Schlumpf, J. P., Jaouen, P. ve Quemenur, F. (2001) Stabilized landfill leachate treatment by combined physicochemical-nanofiltration process, *Water Research*, 35(12), 2935-2942.
16. Vogelpohl, A., Morawe, B. ve Ramtekejune, D. S. (1995) Activated carbon column performance studies of biologically treated landfill leachate, *Chem. Eng. Process.*, 34(3), 299-303.
17. Wang, Z., Zhang, Z., Lin, Y., Deng, N., Tao, T. ve Zhuo, K. (2002) Landfill leachate treatment by a coagulation-photooxidation process, *Journal of Hazardous Materials*, 95(1-2), 153-159.
18. Yoong, E. T., Lant, P. A. ve Greenfield P. F. (2000) In situ respirometry in an SBR treating wastewater with high phenol concentrations, *Water Research*, 34(1), 239-245.