



**INVESTIGATION OF BURSA HAMİTLER LANDFILL LEACHATE TREATMENT PLANT**

**Korkut KAŞIKÇI<sup>1</sup>, Barış ÇALLI<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup>*Sistem Yapı Construction and Trade Co. Str Gabriel Georgescu Nr 101 Satu Mare-ROMANIA*

<sup>2</sup>*Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Göztepe-İSTANBUL*

**Received/Geliş: 31.08.2009 Revised/Düzelme: 12.02.2010 Accepted/Kabul: 09.07.2010**

**ABSTRACT**

Collection and treatment of the leachates generated in municipal solid waste landfills in a proper way is vital for the protection of the limited water sources. Hamitler Leachate Treatment Plant, which consists of aerobic and facultative lagoons and sequencing batch activated sludge systems, with 2 parallel lines and 500 m<sup>3</sup>/day flow capacity, has been constructed as a 3 stage pre-treatment plant in order to pre-treat the leachate generated in Bursa Hamitler Landfill. The technical information derived by analyzing the performance of this first leachate treatment plant constructed in Turkey is very important for the design and more efficiently operation of new leachate treatment plants. In this study, the time based variation in the characteristics of leachate generated in Hamitler Landfill and COD, BOD<sub>5</sub> and nitrogen removal performances of the leachate treatment plant has been examined for 27 months between January 2007 and April 2009.

**Keywords:** Leachate, pre-treatment, aerobic and facultative lagoons, SBR.

**BURSA HAMİTLER SIZINTI SUYU ARITMA TESİSİNİN İNCELENMESİ**

**ÖZET**

Evsel katı atık depolama sahalarında oluşacak sızıntı sularının uygun bir şekilde toplanması ve arıtılması, kısıtlı su kaynaklarının korunması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi, Bursa Hamitler Katı Atık Depolama Sahası'nda oluşan sızıntı suyunun ön arıtımı amacıyla, 2004 yılında 500 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli, aerobik ve fakültatif lagün ve ardışık kesikli aktif çamur sistemlerini içeren ve paralel 2 hattan oluşan 3 kademeli bir ön-arıtma tesisi olarak inşa edilmiştir. Ülkemizde kurulan ilk sızıntı suyu arıtma tesisi olan bu tesisin performansının incelenmesiyle elde edilecek bilgiler yeni inşa edilecek sızıntı suyu arıtma tesislerinin tasarımı ve daha verimli işletilmesi için çok önemlidir. Ocak 2007 ve Nisan 2009 tarihleri arasında 27 aylık bir dönemi kapsayan bu çalışmada, Bursa Hamitler Katı Atık Depo Sahasında oluşan sızıntı suyunun zamana bağlı değişimi ve arıtma tesisinin KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve azot giderim performansı incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Sızıntı suyu, ön arıtma, aerobik ve fakültatif lagün, AKR.

**1. GİRİŞ**

Türkiye'de evsel katı atıkların bertarafı için son 15 yıl içinde birçok ilde düzenli katı atık depolama sahaları yapılmıştır. Yeni birçok depo sahası da inşa aşamasındadır. Bursa'da evsel katı atıklar Mayıs 1996'dan itibaren şehrin kuzeybatısında 77 hektar alan üzerine toplam 20 milyon

\* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: baris.calli@marmara.edu.tr, tel: (216) 348 02 92 / 289

ton nihai depolama kapasitesiyle kurulan Hamitler Katı Atık Depolama Sahası'nda depolanmaktadır. Sızıntı suyunun arıtımı için 2004 yılında 500 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli, aerobik ve fakültatif lagün ve ardışık kesikli aktif çamur sistemlerinden oluşan 3 kademeli bir ön-arıtma tesisi inşa edilmiştir. Tesis, sınır çıkış KOİ değeri aylık ortalama 3000 mg/l olacak şekilde işletilmekte ve arıtılan sızıntı suyu kanalizasyona deşarj edilerek Bursa-Batı Atıksu Arıtma Tesisine iletilmektedir [1].

Ülkemizde bulunan mevcut veya kurulacak evsel katı atık depolama sahalarında oluşacak sızıntı sularının uygun bir şekilde toplanması ve arıtılması, kısıtlı su kaynaklarının korunması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu açıdan, Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisinden elde edilen işletme tecrübeleri ve arıtma performansı incelenerek yeni inşa edilecek sızıntı suyu arıtma tesislerinin tasarımı ve başarılı bir şekilde işletilmesi için gerekli parametreler belirlenebilir.

Katı atık depo sahası sızıntı sularını bertaraf etmek için depo sahasına geri devir, buharlaştırma, merkezi arıtma tesislerinde evsel atıksular ile birlikte arıtma ve depo sahasına kurulan, fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik arıtma proseslerinin kullanıldığı bir sızıntı suyu arıtma tesisinde arıtma gibi alternatifler uygulanmaktadır [2, 3]. Sızıntı suyu, kirlilik kompozisyonu ve yükü çeşitlilik gösteren arıtımı zor bir atıksu olduğu için deşarj standardını sağlayacak uygun arıtma proseslerinin belirlenmesi çok önemlidir. Bu sebeple, sızıntı suyu arıtımında genellikle birden fazla proses beraber kullanılır. Yaygın olarak kullanılan fiziksel arıtma prosesleri; adsorpsiyon ve membran filtrasyonu [4, 5], kimyasal prosesler; koagülasyon/flokülasyon [6], kimyasal çöktürme ve oksidasyon [2, 4] biyolojik prosesler ise aerobik ve anaerobik lagün, biyofilm ve membran biyo-reaktör sistemleridir [7, 8, 9].

Ocak 2007 ve Nisan 2009 tarihleri arasındaki 27 aylık bir dönemi kapsayan bu çalışmada Bursa Hamitler Katı Atık Depo Sahasında oluşan sızıntı suyunun debi, pH, sıcaklık, KOİ, çözülmüş KOİ, BOİ<sub>5</sub>, askıda katı madde (AKM), klorür, toplam azot (TN), amonyak azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) ve nitrat azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) gibi özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin mevsimlere ve zamana bağlı değişimi incelenmiştir. Sızıntı suyunun karakterizasyonuna ilave olarak, bu sızıntı suyunu arıtmak için 2004 yılında inşa edilip işletmeye alınan arıtma tesisinin KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve azot giderim performansları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Çalışma ilave analizler (uçucu yağ asitleri) ve deneyler (azot tüketim hızı testi) yapılarak Aralık 2009'a kadar devam edecektir.

## **2. MATERYAL METOT**

### **2.1. Sızıntı Suyu Analizleri**

Katı atık depo sahasından gelen sızıntı suyunun debisi arıtma tesisi girişinde ve çıkışında 2 adet elektromanyetik debimetre (Endress Hauser, Promag50) ile sürekli olarak ölçülmüştür. Tesisin giriş ve çıkışından, Liquiport2000-RPT20 (Endress Hauser) numune alma cihazı ile kompozit, tesisin ara kademelerinden ise 0,5 litrelik anlık numuneler alınmıştır. Günlük olarak biriktirilen kompozit numuneler ve anlık alınan numuneler vakit kaybetmeden tesiste bulunan işletme laboratuvarına götürülmüş ve pH, sıcaklık, KOİ, çözülmüş KOİ, askıda katı madde (AKM), BOİ<sub>5</sub>, klorür, toplam azot (TN), amonyak azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) ve nitrat azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) analizleri yapılmıştır. Çözülmüş KOİ analizi için numuneler gözenek çapı 1,5 µm olan Whatman 934-AH (47 mm çap) filtre kâğıdından süzölmüştür. Diğer parametreler için numuneler herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan doğrudan analiz edilmiştir.

KOİ, çözülmüş KOİ, AKM ve BOİ<sub>5</sub> analizleri standart metotlar kullanılarak yapılmıştır [10]. pH ve sıcaklık WTW 330 pH metre ile ölçülmüştür. Organik ve inorganik azotun beraber ölçüldüğü toplam azot (LCK338), klorür (LCK311), amonyum azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) (LCK302) ve nitrat azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) (LCK339) analizleri için Hach Lange hazır test kitleri ve bir fotometre (Lange LASA-100) kullanılmıştır.

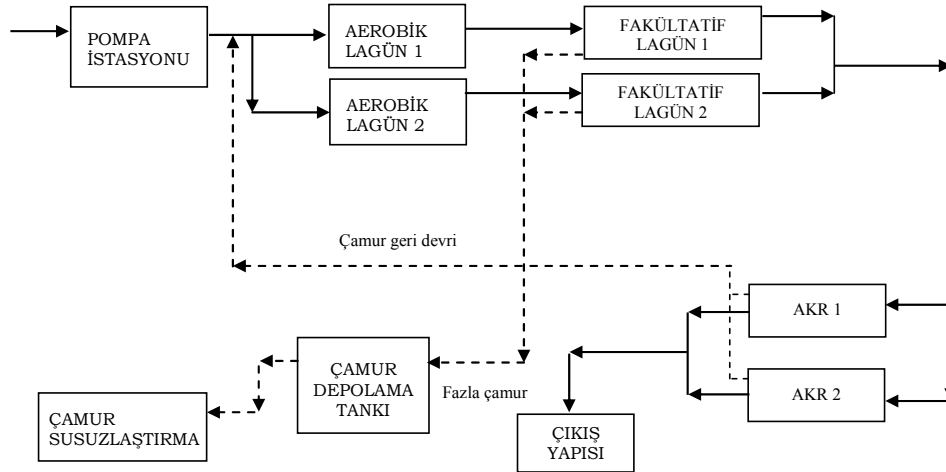
### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

#### 3.1. Sızıntı Suyu Karakterizasyonu

Bursa Hamitler Katı Atık Depo Sahası'nda oluşan sızıntı suyunun özelliklerini belirlemek için Ocak 2007 ve Nisan 2009 tarihleri arasında arıtma tesisi girişinden alınan ham sızıntı suyu numunelerinde pH, sıcaklık, KOİ, çözülmüş KOİ, BOİ<sub>5</sub>, AKM, klorür, toplam azot (TN), amonyak azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) ve nitrat azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) ölçülmüştür. Bu parametreler yukarıda belirtilen yöntemlere göre analiz edilmiştir. pH, sıcaklık, KOİ, çözülmüş KOİ ve AKM analizleri haftada 4-5 defa, BOİ<sub>5</sub>, klorür, toplam azot, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N analizleri haftada 1-2 defa yapılmıştır. Sızıntı suyunun biyolojik olarak ayrıştırılabilirliğini belirlemek için BOİ<sub>5</sub>/KOİ ve toplam azot içindeki amonyum miktarının değişimini takip etmek için NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/Toplam Azot oranları hesaplanmıştır. Bu parametrelere ilave olarak toplanan sızıntı suyunun miktarını belirlemek için günlük olarak sızıntı suyu debisi (m<sup>3</sup>/gün) ölçülmüş ve yağışın etkisini tespit etmek için günlük yağış miktarı (mm/gün) takip edilmiştir. Hamitler Katı Atık Depo Sahası'na en yakın mesafede bulunan Bursa 17116 No'lu meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

#### 3.2. Arıtma Tesisinin İncelenmesi

Bursa Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisini 2004 yılında EMIT-Sistem Yapı-OTV Konsorsiyumu tarafından 500 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli, aerobik ve fakültatif lagün ve ardışık kesikli aktif çamur sistemlerini içeren paralel 2 hattan oluşan 3 kademeli bir ön-arıtma tesisi olarak inşa edilmiştir. Tesisin akım şeması Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Bursa-Hamitler sızıntı suyu arıtma tesisi akım şeması

Tesise pompa istasyonu ile alınan sızıntı suyu önce tam karışimli aerobik lagünlere ve daha sonra üst tarafı aerobik, alt tarafı anaerobik koşullarda çalışacağı düşünülerek tasarlanmış fakültatif lagünlere alınır. Sızıntı suyu buradan cazibe ile AKR'lere (Ardışık Kesikli Reaktör) geçer. Sırasıyla dolum/havalandırma/çöktürme/deşarj/çamur atımı fazlarında çalıştırılan AKR'lerde aerobik olarak arıtılan sızıntı suyudeşarj edilir. Aerobik ve fakültatif lagünlerin amacı sızıntı suyundaki organik maddenin giderimi ve üretilen fazla çamurun anaerobik

stabilizasyonudur. AKR'ler ile aerobik ve fakültatif lagünlerde giderilemeyen organik maddenin nihai artımı hedeflenmiştir.

Tesis, 3 aşamalı biyolojik arıtma ile şartnameye göre çıkış sınır KOİ değeri 400 mg/l olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak, tesis işletmeye alındıktan sonra Ekim 2004 ve Temmuz 2005 tarihleri arasında elde edilen arıtım verimlerine ve yapılan biyolojik arıtılabilirlik testlerine göre ham sızıntı suyunun yaklaşık 2000-2500 mg/l biyolojik olarak parçalanamayan (inert) KOİ içerdiği sonucuna varılmıştır. BUSKİ, 07.12.2005 tarih ve 344 no' lu kararı ile aylık çıkış KOİ üst sınırını ortalama 3000 mg/l ve en yüksek ardışık 3 günlük sınır değerini de ortalama 3200 mg/l olacak şekilde değiştirmiştir [1]. Bu tarihten sonra tesis, aylık ortalama çıkış KOİ değeri 3000 mg/l' nin altında olacak şekilde işletilmekte ve arıtılan sızıntı suyu kanalizasyona deşarj edilerek Bursa-Batı Atıksu Arıtma Tesisine iletilmektedir.

Bu çalışmada, tesisin performansı KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve herhangi bir deşarj kriteri olmamakla birlikte azot giderim verimlerine göre incelenmiştir. Giderim verimleri giriş yükü ile çıkış yükü arasındaki farka göre hesaplanmıştır.

#### **4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ**

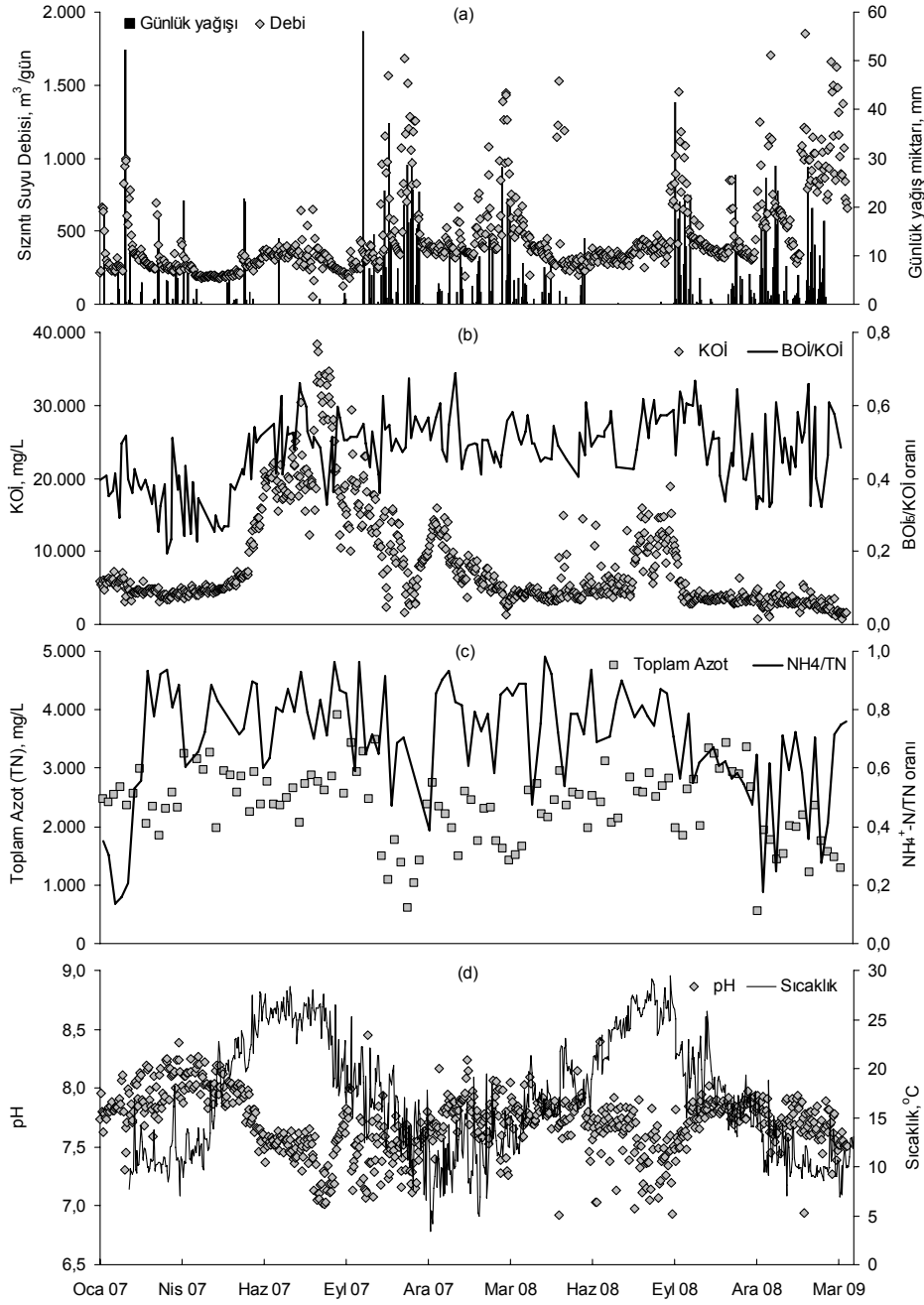
##### **4.1. Sızıntı Suyu Karakterizasyonu**

Uzun süreli ve mevsimsel değişiklikleri içeren sızıntı suyu karakterizasyonu çalışmaları ülkemizde çok az sayıda [2,11]. Gerçekçi sızıntı suyu özellikleri ile yeni sızıntı suyu arıtma tesislerinin tasarımı daha kolay ve maksada uygun olacaktır. Ocak 2007-Nisan 2009 arasındaki dönemde Hamitler Katı Atık Depolama Sahası'nda oluşan sızıntı suyunun genel karakteristiği Çizelge 1'de verilmektedir. Bu dönemde sızıntı suyu debisi 54-1855 m<sup>3</sup>/gün arasında değişmiştir (Şekil 2a). Özellikle yağışın arttığı dönemlerde tesise gelen debide ciddi artışlar görülmüştür. Fakat 457 m<sup>3</sup>/gün' lük ortalama debi, mevcut sızıntı suyu arıtma tesisin tasarım debisi olan 500 m<sup>3</sup>/gün'e oldukça yakındır. KOİ konsantrasyonu 713-38400 mg/l arasında değişirken, çözünmüş KOİ konsantrasyonu 690-35072 mg/l aralığında ölçülmüştür (Şekil 2b). Bu sonuçlar, sızıntı suyundaki toplam KOİ'nin %91-97'sinin çözünmüş KOİ olduğunu gösterir. BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 240-18100 mg/l arasında, BOİ<sub>5</sub>/KOİ oranı ise 0,19-0,69 arasında değişmiştir (Şekil 2b). Bu aralıktaki BOİ<sub>5</sub>/KOİ değerleri sızıntı suyunun asit oluşum safhasındaki bir katı atık depo sahasında oluştuğuna işaretir [2,12].

Çizelge 1. Bursa-Hamitler sızıntı suyunun karakteristiği (Ocak 2007-Nisan 2009)

Parametre	Ölçüm Adedi	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Debi, m <sup>3</sup> /gün	821	54	1855	457	288
pH	819	6,92	8,45	7,71	0,26
Sıcaklık, °C	788	3,4	29,4	17,0	5,99
KOİ, mg/l	819	713	38400	8042	6685
Çözünmüş KOİ, mg/l	524	690	35072	7852	6492
BOİ <sub>5</sub> , mg/l	196	240	18100	3877	3514
BOİ <sub>5</sub> /KOİ	193	0,19	0,69	0,47	0,11
AKM, mg/l	632	38	5167	607	804
Klorür, mg/l	98	93	7740	2549	259
Toplam Azot (TN), mg/l	115	560	3916	2348	657
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N, mg/l	112	100	3392	1681	619
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/TN	112	0,13	0,98	0,70	0,20
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N, mg/l	82	5	23	14	1,6

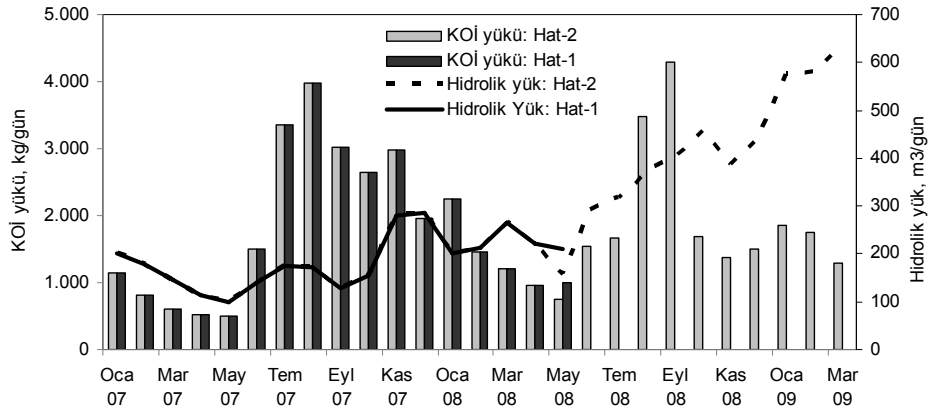
Toplam azot değeri 560-3916 mg/l arasında ölçülürken, toplam azotun ortalama %70' inin amonyak azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) olduğu belirlenmiştir (Şekil 2c). Yüksek amonyak değerleri Türkiye'deki diğer sızıntı sularında da görülmektedir [3,4]. Ham sızıntı suyu sıcaklığı, mevsimsel sıcaklık değişimine paralel olarak Aralık 2007' de 3,4°C' ye kadar düşmüş, yaz aylarında ise 29,4°C' ye kadar yükselmiştir. Depo sahası genç ve asit üretim safhasında olmasına rağmen oluşan sızıntı suyunun pH değeri yüksek amonyağa bağlı olarak 6,92-8,45 arasında ölçülmüştür (Şekil 2d).



**Şekil 2.** Bursa-Hamitler sızıntı suyu debisi (a) ve KOİ, BOİ<sub>5</sub>/KOİ (b), toplam azot (TN), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/TN (c), pH ve sıcaklık (d) değerlerinin Ocak 2007-Nisan 2009 tarihleri arasındaki değişimi

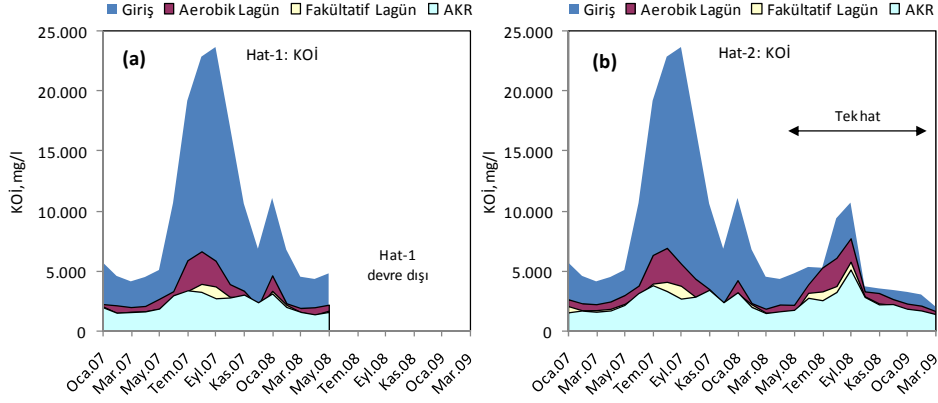
#### 4.2. Arıtma Tesisinin Performansı

Ocak 2007-Nisan 2009 arasındaki dönemde Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi'nin 1 ve 2 no'lu paralel hatlarına uygulanan KOİ yükü (kg/gün) ve hidrolik yük ( $m^3/gün$ ) Şekil 3'te verilmektedir. KOİ yükü 15000 kg/gün olarak belirlenen tasarım değerinin çok altında kaldığı için, Mayıs 2008'de Aerobik Lagün-1, Fakültatif Lagün-1 ve AKR-1' den oluşan Hat-1 kapatılmış ve tanklar boşaltılmıştır. Haziran 2008'den itibaren tesis tek bir hatla çalıştırılmıştır. Bu tarihe kadar 98-285  $m^3/gün$  aralığında değişen hidrolik yük, Hat-2'nin tek başına çalıştığı dönemde kademeli olarak yükselmiş ve Mart 2009'da 640  $m^3/gün$ 'e ulaşmıştır (Şekil 3). Hat-2, Mayıs 2008'e kadar 184  $m^3/gün$  ortalama hidrolik yük ve 43 gün hidrolik bekletme süresi (HBS) ile çalışmıştır. Bu tarihten sonra, tesisin tek hat çalıştırması ve sızıntı suyu debisinin yoğun yağışlara bağlı olarak artması sebebiyle Hat-2'nin hidrolik yükü sürekli olarak yükselmiş ve toplam HRT 12 güne kadar düşmüştür. Yaz aylarında sızıntı suyundaki KOİ'nin bir miktar artması ve debinin yükselmesi ile 2008 Eylül'de KOİ yükü 4302 kg/gün'e kadar çıkmış ancak yoğun yağışların seyreltme etkisi ile 2008 sonbahar ve 2009'un ilk aylarında 1800 kg/gün'ün altında kalmıştır (Şekil 3).



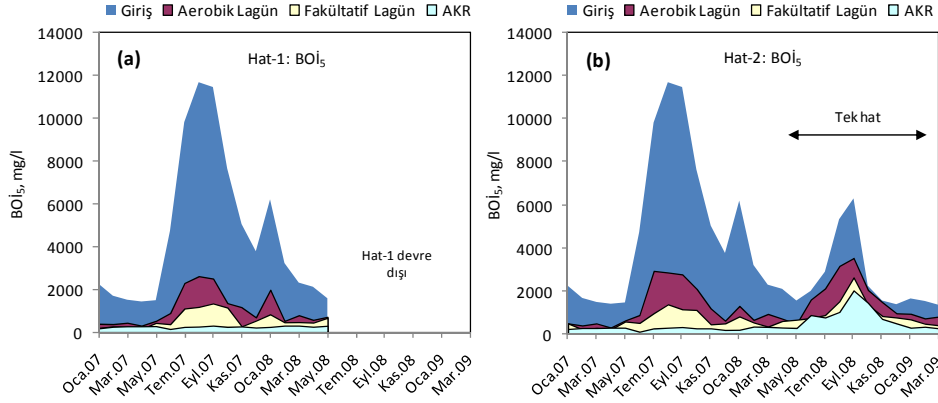
Şekil 3. Hat-1 ve Hat-2 için KOİ yükü ve hidrolik yük

Bu çalışmaya konu olan dönemde Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi giriş, aerobik ve fakültatif lagünler ve AKR çıkış KOİ değerleri Şekil 4'te verilmektedir. Bu dönemde tesise gelen giriş KOİ değeri 2033-23747 mg/l arasında değişmiştir. Tesis hatları paralel çalıştığı için giderim verimlerini Hat-1 ve Hat-2 için ayrı olarak incelenmelidir. Hat-1'in kapatılmasına kadar olan dönemde ortalama giriş KOİ değeri 9813 mg/l'dir ve bu değer Aerobik Lagün-1 çıkışında %67 giderimle ortalama 3237 mg/l'ye düşmüştür. KOİ değeri Fakültatif Lagün-1 çıkışında %29 giderimle ortalama 2314 mg/l'ye ve AKR-1 çıkışında da %1 giderimle ortalama 2286 mg/l'ye düşmüştür (Şekil 4a). Bu dönemde Hat-2'nin giderim verimi Aerobik Lagün-2, Fakültatif Lagün-2 ve AKR-2'de sırasıyla %65, %28 ve %3'tür. Mayıs 2008'de Hat-1'in kapatılmasının ardından Hat-2'nin tek başına çalıştığı dönemde AKR-2 dışındaki ünitelerin KOİ giderim verimlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Bu dönemde ortalama giriş KOİ değeri 4961 mg/l ölçülmüş, Aerobik Lagün-2 çıkışında %23 giderimle 3802 mg/l'ye düşmüştür. KOİ değeri Fakültatif Lagün-2 çıkışında %27 giderimle ortalama 2791 mg/l'ye ve AKR-2 çıkışında da %7 giderimle ortalama 2598 mg/l'ye düşmüştür (Şekil 4b).



Şekil 4. Giriş, aerobik ve fakültatif lagünler ve AKR KOİ çıkış değerleri; (a) Hat-1 (b) Hat-2

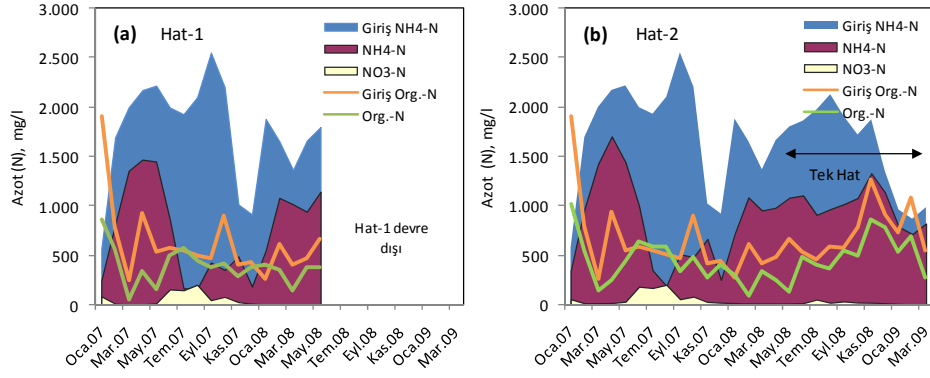
BOİ<sub>5</sub> çıkış değerleri Şekil 5' te verilmektedir. Hat-1 ve Hat 2' de Haziran 2008' e kadar ortalama giderim verimleri aerobik ve fakültatif lagünlerde ve AKR' lerde sırasıyla %75, %44 ve %55' dir. Hat-1 kapatıldıktan sonra Hat-2' nin verimi sırasıyla %33, %40 ve %22 olmuştur. Hat-1 kapatıldıktan sonra Hat-2' deki KOİ ve BOİ giderim verimlerinin düşmesi, hidrolik yükteki artış ve dolayısıyla HBS'deki düşüş ile açıklanabilir.



Şekil 5. Giriş, aerobik ve fakültatif lagünler ve AKR BOİ<sub>5</sub> çıkış değerleri; (a) Hat-1 (b) Hat-2

Sızıntı suyu arıtma tesisinin giriş ve çıkışında ölçülen amonyak azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N), organik azot ve nitrat azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) değerleri Şekil 6'da verilmektedir. Tesisin giriş ve çıkışında ölçülen organik azot değerlerinin önemli bir farklılık göstermemesi sızıntı suyundaki organik azotun arıtma tesisinde yeteri kadar hidroliz olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte 2007 yılı yaz aylarında her iki hat da devrede iken çıkış NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N değeri 160 mg/l'ye kadar inmiştir (Şekil 6). Ağustos 2007'de sızıntı suyu sıcaklığının 29°C'ye yükseldiği dönemde %91 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N ve %72 toplam azot giderimi tespit edilmiştir.





Şekil 6. Giriş ve çıkış  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve Organik N, çıkış  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri; (a) Hat-1 (b) Hat-2

Aynı dönemde tesis çıkışında 200 mg/l civarında ölçülen  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değeri önemli oranda  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'in nitrifikasyon ile biyolojik olarak oksitlendiğini göstermektedir (Şekil 6a). Oluşan nitratın bir kısmının düşük çözünmüş oksijen değerlerinin bulunduğu fakültatif lagünlerde denitrifikasyon ile tüketilmiş olması ve bu sebeple tesis çıkışında olduğundan düşük ölçülmesi de muhtemeldir. Biyolojik azot giderimini destekleyebilecek diğer bir sebep ise yaz aylarında sıcaklık ve organik yüke paralel olarak artan aerobik lagünlerdeki biyokütle (AKM) miktarıdır. Hat-2'nin tek hat olarak işletildiği 2008 yılının yaz aylarında tesisi çıkışı  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri en yüksek 50 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 6b). Bu dönemde, yüksek hidrolik yükleme ve düşük HBS'nin (12 gün) nitrifikasyonu etkilediği düşünülmektedir.

Yaz aylarında düşen pH değerine rağmen, artan sıcaklığa paralel olarak arıtma tesisinde serbest amonyak değeri 400 mg/l'ye ulaşmaktadır. Serbest amonyak 50-150 mg/l aralığında nitrifikasyonu inhibe edebilir [13,14, 15]. Ancak hava ile uçurularak giderilen azot formu da serbest amonyaktır [13]. Bu şartlar altında, tesiste, nitrifikasyona ilave olarak muhtemelen hava ile uçurularak da amonyak giderimi gerçekleşmektedir.

#### Acknowledgments / Teşekkür

Bu çalışma FEN-C-YLP-300609-0222 no'lu Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

#### REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Aydoğan N., Güngördü A, Kaya C. "BUSKİ Genel Müdürlüğü Merkez İlçeler Atıksu Arıtma Tesisleri" 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, İzmir, 24-27 Ekim 2007, 27-33.
- [2] Calli, B., Mertoglu, B., Inanc, B., "Landfill leachate management in İstanbul: applications", Chemosphere, 59, 819 - 829, 2005.
- [3] Renou, S., Givaudan, J.G., Poulain, S., Dirassouyan, F., Moulin, P. (2008) Landfill leachate treatment: Review and opportunity. Journal of Hazardous Materials, 150, 468-493.
- [4] Kurniawan TA., Lo W-H (2009) Removal of refractory compounds from stabilized landfill leachate using an integrated  $\text{H}_2\text{O}_2$  oxidation and granular activated carbon (GAC) adsorption treatment. Water Research 43, 4079-7091.

- [5] Li F., Wichmann K., Heine W. (2009) Treatment of the methanogenic landfill leachate with thin open channel reverse osmosis membrane modules. *Waste Management* 29, 960–964.
- [6] Ahn DH., Yun-Chu C., Won-Seok C. (2002) Use of coagulation and zeolite to enhance the biological treatment efficiency of high ammonia leachate. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 37(2), 163-173.
- [7] Calli, B., Mertoglu, B., Roest, K. and Inanc, B. (2006) Comparison of long-term performances and final microbial compositions of anaerobic reactors treating landfill leachate. *Bioresource Technology* 97, 641-647.
- [8] Bohdziewicz J., Neczaj E., Kwarciak A. (2008) Landfill leachate treatment by means of anaerobic membrane bioreactor, *Desalination* 221, 559–565.
- [9] Mehmood MK., Adetutu E., Nedwell DB., Ball AS. (2009) In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons, *Bioresource Technology* 100, 2741–2744.
- [10] APHA, AWWA, WEF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20th Edition, 1999.
- [11] Inanc, B., Calli, B., Saatci, A., "Characterization and anaerobic treatment of sanitary landfill leachate in Istanbul", *Water Sci. Technol.*, 41, 223 - 230, 2000.
- [12] Johannessen L.M., "Guidance Note on Leachate Management for Municipal Solid Waste Landfills", The World Bank, Washington, 1999, 3 - 9.
- [13] U.S. Environmental Protection Agency, "Nitrogen Control Manual", EPA/625/R-93/010, Section 3.3.5., September 1993.
- [14] Calli B., Tas N., Mertoglu B., Inanc B., Ozturk, I. (2003) Molecular analysis of microbial communities in nitrification and denitrification reactors treating high ammonia leachate. *Journal of Environmental Science and Health Part A* 38(10), 1997-2007.
- [15] Yusof N., Hassan MA., Phang LY., Tabatabaei M., Othman MR., Mori M., Wakisaka M, Sakai K., Shirai Y. (2010) Nitrification of ammonium-rich sanitary landfill leachate. *Waste Management*, 30, Pages 100-109.