



Sızıntı Suyunun Biyolojik Arıtımı Esnasında Uçan Amonyak Miktarının Hesaplanması

Adile Evren TUĞTAŞ^{1*}, Korkut KAŞIKÇI², Barış ÇALLI¹

¹ Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34722, Göztepe / İSTANBUL

² Sistem Yapı İnşaat San. Ve Tic. A.Ş., Str Gabriel Georgescu Nr 101, Satu Mar / ROMANYA

Özet

Türkiye’de 2010 yılı itibari ile mevcut 38 adet katı atık depolama sahası bulunmaktadır. Katı atık depolama sahaslarında oluşan sızıntı suyunun arıtımı, içerdiği kirlilik seviyesi sebebi ile ciddi çevre kirliliği problemleri oluşturmaktadır. Bursa Hamitler Katı Atık depolama sahasında oluşan sızıntı suyunun ön arıtımı için, 2004 yılında 500 m³/gün kapasiteli bir tesis kurulmuştur. Bu arıtma tesisinde bulunan aerobik lagün, fakültatif lagün ve ardışık kesikli reaktörlerin 32 ay süre ile incelenmesi sonucunda elde edilen veriler kullanılarak havalandırma sırasında uçan amonyak miktarı hesaplanmıştır. Hesaplanan miktar ile tesis giriş ve çıkışında ölçülen toplam amonyak değerleri karşılaştırılmış ve sızıntı suyu arıtma tesisinde amonyağın en fazla %21’inin hava ile uçtuğu tespit edilmiştir, bu da hava ile uçan amonyağın baskın bir amonyak giderim şekli olmadığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar hava ile uçan amonyak miktarının, tesis içindeki sızıntı suyunun pH ve sıcaklığına ve biyolojik arıtma ünitelerinde kullanılan hava miktarına bağlı olduğunu ve mevsimsel olarak önemli farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Amonyak, Katı Atık, Nitrifikasyon, Sızıntı Suyu

Calculation of the Amount of Ammonia Volatilization During Biological Leachate Treatment

Abstract

There are 38 operational landfill sites in Turkey as of 2010. Management of leachate produced in landfills poses a significant problem due to its pollution level. In order to pre-treat the leachate generated in Bursa Hamitler Landfill, a leachate treatment plant was established in 2004 with a capacity of 500 m³/day. Aerobic and facultative lagoons and sequencing batch reactors of this treatment plant was investigated for a period of 32 months and the collected data was used to calculate the ammonia removal efficiency through volatilization. The results of the calculation was compared to the ammonia concentrations measured in the influent and effluent of the treatment plant and it was found that maximum 21% of ammonia was removed via volatilization. Calculation results revealed that the ammonia volatilization due to aeration was related to pH, temperature and the amount of air supplied to the biological treatment units.

Keywords: Ammonia, Leachate, Nitrification, Solid waste

Kısaltmalar

C_e : Çıkış serbest amonyak mol oranı (mol NH ₃ /mol sızıntı suyu)	Q : Sızıntı suyu debisi (m ³ /gün)
C_o : Giriş serbest amonyak mol oranı (mol NH ₃ /mol sızıntı suyu)	Q_{hava} : Günlük hava debisi (Nm ³ /gün)
G/L : Hava/sıvı oranı (mol hava/mol sızıntı suyu)	$Sp.O_2Giriş$: Özgül O ₂ girişi (kg O ₂ /kW.sa)
H : Henry yasası sabiti (mol H ₂ O/mol hava)	T : İşletme saati (saat/gün)
NH_3-N : Serbest amonyak azotu konsantrasyonu (mg/L)	T_c : Sıcaklık (°C)
n_{NH_3} : Amonyak mol sayısı	TNH_3-N : Toplam amonyak azotu konsantrasyonu (mg/L)
$n_{sızıntı\ suyu}$: Sızıntı suyu mol sayısı	y_e : Hava ile uçan amonyağın havadaki mol oranı (mol NH ₃ /mol hava)
P_T : Toplam basınç (atm)	δ : Havanın özağırlığı (1.225 kg/m ³)
P : Toplam güç (kW)	Ω : Havadaki O ₂ yüzdesi (%21)
pKa : Amonyak iyonizasyon sabiti	

Giriş

Türkiye’de kişi başı ortalama 380 kg/yıl kentsel katı atık üretildiği rapor edilmiştir [1]. Nüfusun artmasına paralel olarak katı atık miktarında ciddi artışlar olmaktadır. Kentsel katı atıkların bertarafı için kullanılan yöntemler arasında basit ve ekonomik olması sebebi ile en çok tercih edilen yöntem düzenli depolamadır [2]. Dünya genelinde, katı atıkların %95’i depolanarak bertaraf edilmektedir [3]. Fakat katı atık depolama sahalarında oluşan sızıntı suyunun bertarafı ve kontrolü; ihtiva ettiği yüksek organik madde, ağır metaller, amonyak, klorlu organik bileşikler, hümik maddeler sebebi ile önemli bir husus haline gelmiştir. Sızıntı suyu genel olarak; saha içinde süzülen yağmur suyu, depolama sahasında gerçekleşen biyokimyasal prosesler ve atıkların muhteva ettikleri sıvılardan kaynaklanmaktadır [2].

Türkiye’de evsel katı atıkların bertarafı için son 15 yıl içinde birçok ilde düzenli katı atık depolama sahaları yapılmıştır. Bursa’da evsel katı atıklar Mayıs 1996’dan itibaren şehrin kuzeybatısında 77 hektar alan üzerine toplam 20 milyon ton nihai depolama kapasitesiyle kurulan Hamitler Katı Atık Depolama Sahası’nda bertaraf edilmektedir. Oluşan sızıntı suyunun biyolojik arıtımı için 2004 yılında 500 m³/gün kapasiteli, aerobik ve fakültatif lagün ve ardışık kesikli aktif çamur sistemlerinden oluşan 3 kademeli bir ön-arıtma tesisi inşa edilmiştir. Bu tesis çeşitli parametreler göz önünde bulundurularak 36 ay boyunca incelenmiş ve Kaşıkçı ve Çallı (2009) tarafından rapor edilmiştir.

Sızıntı suyunda bulunan kirleticilerden biri amonyaktır. pH ve sıcaklığa bağlı olarak serbest amonyak ve amonyum iyonu sıvı fazda denge halinde bulunur (pKa 9,41, 20°C) [4]. Amonyak giderimi çeşitli biyolojik (nitrifikasyon), fiziksel (hava ile uçma, adsorpsiyon vb.) ve kimyasal (Struvit çöktürmesi) yöntemler kullanılarak sağlanabilir [5; 6]. Serbest halde bulunan amonyak biyolojik sistemlerde inhibisyona sebep olur [7]. Aynı zamanda hava ile uçan amonyak da serbest amonyaktır. Bu maksatla tasarlanmamakla birlikte Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi’nde (SSAT) özellikle yaz aylarında biyolojik yollarla ve/veya hava ile uçarak önemli miktarda amonyağın giderildiği düşünülmektedir.

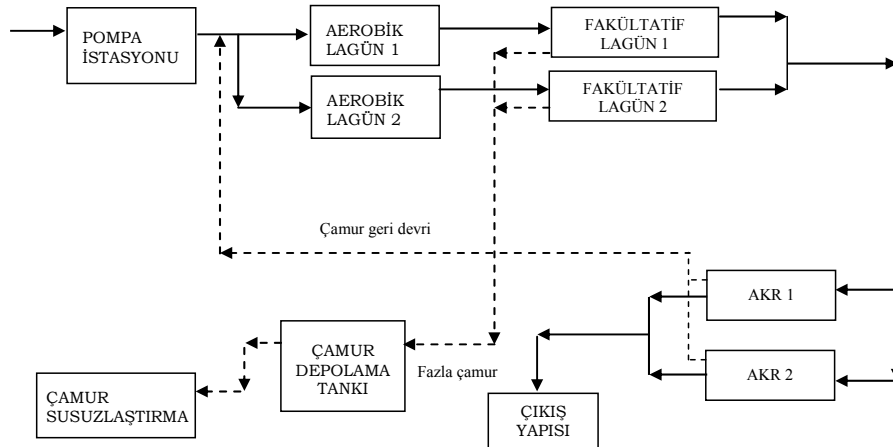
Bu çalışmada, biyolojik sızıntı suyu arıtımı için tasarlanan Hamitler SSAT’nin giriş ve çıkışında 32 ay boyunca ölçülen amonyak miktarı, pH, sıcaklık, aerobik/fakültatif lagünler ve ardışık kesikli reaktörlerde kullanılan hava miktarı gibi parametreler kullanılarak ne kadar

amonyağın uçabileceği hesaplanmıştır. Aynı zamanda bu tesiste sızıntı suyundaki amonyağın uçarak azalmasına etki eden parametreler belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Deneysel Çalışma

Bu çalışmada, sızıntı suyunun biyolojik arıtımı için tasarlanan Bursa Hamitler SSAT'den Ocak 2007 ve Ağustos 2009 tarihleri arasında elde edilen veriler kullanılmıştır [8]. Numune alma ve analiz yöntemleri ayrıntılı olarak Kaşıkçı ve Çallı (2009) tarafından açıklanmıştır. Arıtma tesisi 500 m³/gün tasarım kapasiteli, aerobik ve fakültatif lagün ve ardışık kesikli aktif çamur sistemlerinin bulunduğu paralel 2 hattan oluşan 3 kademeli bir ön-arıtma tesisi olarak inşa edilmiştir (Şekil 1). Pompa istasyonundan gelen sızıntı suyu önce tam karışimli aerobik lagünlere ve peşinden üst kısmı aerobik, alt kısmı anaerobik koşullarda çalışan fakültatif lagünlere alınır. Sızıntı suyu daha sonra cazibe ile ardışık kesikli reaktörlere (AKR) beslenir. Sırasıyla dolum, havalandırma, çöktürme, üst faz ve çamur deşarjı fazlarında çalıştırılan AKR'lerde aerobik olarak arıtılan sızıntı suyu deşarj edilir. Aerobik ve fakültatif lagünlerin amacı sızıntı suyundaki biyolojik olarak arıtılabilir organik maddelerin giderimi ve oluşan fazla çamurun anaerobik stabilizasyonudur. AKR'lerde aerobik ve fakültatif lagünlerde giderilemeyen organik maddeler nihai olarak arıtılır.



Şekil 1. Bursa Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi Akım Şeması. ([8]'den alınmıştır.)

Tesisin 2 no'lu hattı sızıntı suyundaki düşük organik yük dikkate alınarak bu çalışma devam ederken Haziran 2008'de kapatılmış, gelen sızıntı suyunun tamamı 1 no'lu hatta alınmıştır. Dolayısıyla tesisteki toplam hava tüketimi yarıya düşmüştür.

Havalandırma ile Uçan Amonyak Miktarının Hesaplanması

Tesis girişine kıyasla genellikle çıkışta oldukça düşük amonyak değerleri ölçülen Hamitler SSAT'de biyolojik olarak nitrifikasyon/denitrifikasyon ve/veya fiziksel olarak hava ile uçarak amonyak giderimi olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada, hava ile uçan amonyak miktarı, serbest amonyak, pH, sıcaklık ve kullanılan hava miktarına bağlı olarak hesaplanmış ve sızıntı suyu arıtma tesisinde giderilen toplam amonyak miktarı ile kıyaslanmıştır. Çamur geri devrinin tesisteki amonyak miktarına olan etkisi ihmal edilmiştir.

Havalandırma ile amonyak uçuşması için gaz haldeki serbest amonyağın sıvı fazdan gaz faza transferi gerekmektedir. Bu transferin gerçekleşmesi için, içerisinde serbest amonyak bulunan sıvı faz ve gaz faz temas halinde olmalıdır [4]. Amonyak, pH ve sıcaklığa bağlı olarak suda serbest amonyak veya amonyum iyonu halinde bulunur [7]. Havalandırma ile uçan amonyak miktarını belirlemek için ilk önce sızıntı suyundaki serbest amonyak ve pKa değerleri Tablo 1’de verilen 1 ve 2 no’lu denklemler kullanılarak hesaplanmıştır.

Hamitler SSAT’de amonyak değeri sadece tesis giriş ve çıkışında ölçülmüş ara kademelerde ölçülmemiştir. Bu sebeple tesiste toplam ne kadar amonyak uçtuğu ilk ünite olan aerobik lagünlerden başlayarak kademeli bir şekilde hesaplanmıştır. Bu yaklaşımla sıcaklık, pH ve hava miktarına bağlı olarak hesaplanan uçan amonyak miktarı diğer ünitenin giriş amonyak değerini belirlemede kullanılmıştır. Bu hesaplama yöntemi ile nitrifikasyon gibi diğer amonyak giderim yöntemleri ihmal edilerek her ünite girişinde olabilecek en yüksek amonyak miktarı belirlenmiştir. Bu sayede tesiste uçarak giderilen amonyağın maksimum miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 1. Amonyak sıyırma prosesinin modellenmesinde kullanılan denklemler

No.	Denklem	Açıklama
1	$NH_3 - N = \frac{TNH_3 - N}{1 + 10^{(pKa - pH)}}$	Serbest amonyak konsantrasyonu (mg/L)
2	$pKa = 0.09018 + \frac{2729.92}{T_e + 273}$	Amonyak iyonizasyon sabiti
3a	$\frac{G}{L} = \frac{C_o - C_e}{y_e}$	Hava/sıvı oranı
3b	$\frac{G}{L} = \text{Özgül hava debisi} \times \frac{0.018}{24.1}$	Hava/sıvı oranı
4	$O_2 \text{ Girişi} = Sp. O_2 \text{ Giriş} \times T \times P$	Oksijen girişi (kg O ₂ /gün)
5	$Q_{hava} = \frac{O_2 \text{ Girişi}}{\square \times \delta}$	Günlük hava debisi (Nm ³ /gün)
6	$\text{Özgül hava debisi} = \frac{Q_{hava}}{Q}$	Özgül hava debisi (m ³ hava/m ³ sızıntı suyu)
7	$C_o = \frac{n_{NH_3}}{n_{sızıntı suyu} + n_{NH_3}}$	Amonyak mol oranı (mol/mol)
8	$y_e = \frac{H}{P_T} \times C_o$	Hava ile uçan amonyağın havadaki mol oranı (mol/mol)
9	$H = 10^{\left(\frac{-1887.12}{(T_e + 273.15)} + 6.315\right)}$	Henry yasası sabiti (mol/mol)

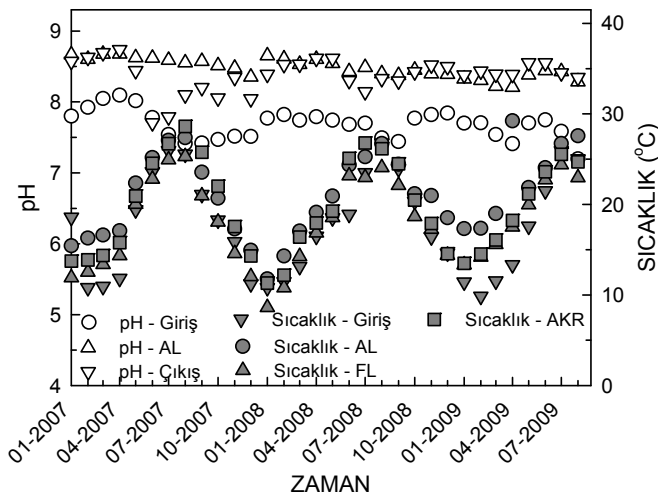
Her bir ünite için hava/sızıntı suyu (G/L) oranının hesaplanmasını temel alan bir model geliştirilmiştir. Uygulanan hava ile ne kadar amonyağın uçabileceğini gösteren G/L oranı Tablo 1’deki 3b denklemine göre hesaplanmış, bulunan değer 3a denkleminde kullanılarak ünite çıkışındaki kalan amonyak miktarı belirlenmiştir [4].

Aerobik lagünlerin her birinde 37 kW ve 2,28 kg O₂/kW.sa kapasiteli günde 22 saat çalışan üç adet yüzeysel havalandırıcı bulunmaktadır. Havalandırıcıların sisteme sağladığı hava miktarı, günlük hava debisi ve özgül hava debisi sırasıyla Tablo 1'deki 4, 5 ve 6 no'lu denklemler ile hesaplanmıştır. Tablo 1'deki 3b denklemine göre G/L oranı hesaplanırken 1 mol suyun 0,018 L ve 1 mol havanın 20°C'de 24,1 L olduğu dikkate alınmıştır [4]. Serbest amonyağın sızıntı suyundaki mol oranı (C_o) ve uçan amonyağın havadaki mol oranı (y_e) 7 ve 8 no'lu denklemlere (Tablo 1) göre hesaplanmıştır. Uçan amonyağın havadaki mol oranını (y_e) hesaplamak için Tablo 1'deki 9 no'lu denklem ile her bir ünite için sıcaklığa göre değişen bir Henry sabiti hesaplanmıştır [4]. Ünitelerin çıkışındaki serbest amonyak mol oranı, hesaplanan C_o, y_e ve G/L değerleri kullanılarak Tablo 1'deki 3a denklemleri ile çıkış suyundaki toplam amonyak değerleri de 1 ve 2 no'lu denklemler ile belirlenmiştir.

Aerobik lagün için yapılan hesaplamalar ile bulunan çıkış toplam amonyak miktarı, fakültatif lagün giriş değeri olarak alınmıştır. Fakültatif lagünlerin her birinde 7,5 kW ve 2,4 kg O₂/kW.sa kapasiteli günde 18 saat çalışan 6 adet yüzeysel havalandırıcı kullanılmaktadır. AKR'lerde uçan amonyağın miktarı hesaplanırken, fakültatif lagünlerin çıkışındaki toplam amonyak miktarı, AKR'nin giriş amonyak değeri olarak kabul edilmiştir. Hesaplamalar, AKR'lerde ölçülen sıcaklık ve tesis çıkışında ölçülen pH değerleri kullanılarak yapılmıştır. AKR'lerde havalandırma için 1075 Nm³/h kapasiteli ve günde 8 saat çalıştırılan 3 adet hava pompası kullanılmaktadır. Haziran 2008'de tesisin 1 no'lu hattı kapatıldığı için hesaplamalar o tarihten itibaren sadece 2 no'lu hat üzerinden yapılmıştır. Aerobik ve fakültatif lagünler ve AKR'lerde hava ile uçan amonyak miktarı aynı şekilde hesaplanmıştır.

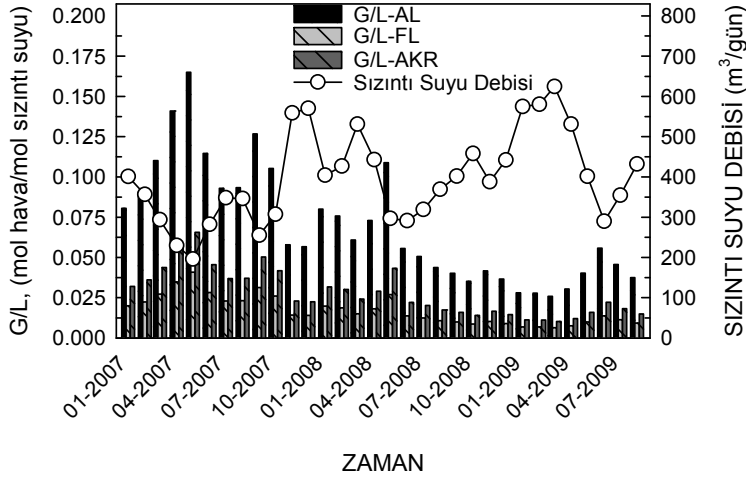
Sonuçlar ve Değerlendirme

Ocak 2007 ve Ağustos 2009 tarihleri arasında 32 ay boyunca Bursa Hamitler SSAT'de pH değerleri tesis girişinde 7,2 ile 8,1; aerobik lagünlerde 8,2 ile 8,7 ve tesis çıkışında 7,7 ile 8,7 arasında değişmiştir (Şekil 2). Sızıntı suyu sıcaklığı mevsimsel değişikliklerden etkilenmiş fakat üniteler arasında önemli bir sıcaklık farkı görülmemiştir (Şekil 2). Tüm hesaplamalar 1 ve 2 no'lu hatlarda ölçülen ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak yapılmıştır. Haziran 2008'de 1 no'lu hattın kapatılmasından sonra sadece 2 no'lu hatta ölçülen sıcaklık değerleri kullanılmıştır.



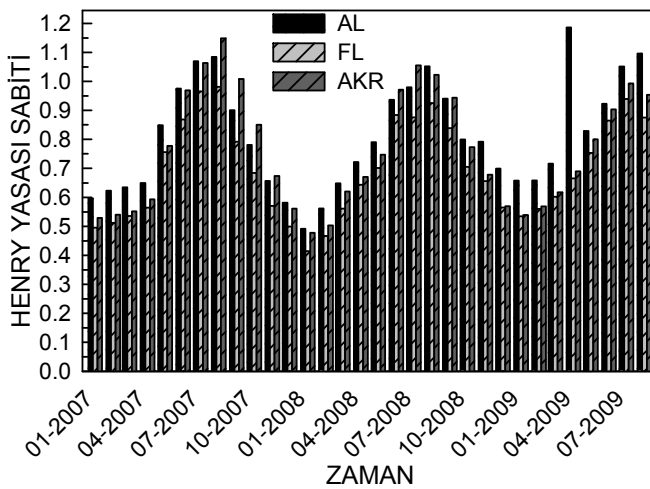
Şekil 2. Sızıntı suyu arıtma tesisinde izlenen pH ve sıcaklık değerleri. AL: Aerobik Lagün, FL: Fakültatif Lagün, AKR: Ardışık Kesikli Reaktör

Aerobik lagün, fakültatif lagün ve AKR'ler için hesaplanan G/L değerleri ile tesise giren sızıntı suyu debisi Şekil 2'de verilmektedir. Tesisin 1 no'lu hattının Haziran 2008'de kapatılması ile sızıntı suyunun tamamı 2 no'lu hatta beslenmiş ve havalandırma miktarı tüm ünitelerde yarıya düşmüştür. Bu sebeple G/L değerleri Haziran 2008'den sonra azalmıştır (Şekil 3). Sızıntı suyu debisinin ortalama 625 m³/gün olarak ölçüldüğü Mart 2009'da en düşük G/L değeri hesap edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Aerobik lagün (AL), fakültatif lagün (FL), ve ardışık kesikli reaktör için hesaplanan hava/sıvı (G/L) oranı ile tesisin girişindeki sızıntı suyu debisi.

Hesaplanan Henry sabitinin artan sıcaklık ile beraber yaz aylarında yükseldiği, fakat arıtma üniteleri arasında önemli bir sıcaklık farkı olmadığı için üniteler arasında fazla değişmediği tespit edilmiştir (Şekil 2 ve 4). Henry sabiti aerobik lagün, fakültatif lagün ve ardışık kesikli reaktörlerde 32 aylık çalışma döneminde sırasıyla 0,5-1,2, 0,4-1,0 ve 0,5-1,1 değerleri arasında değişmiştir (Şekil 4).



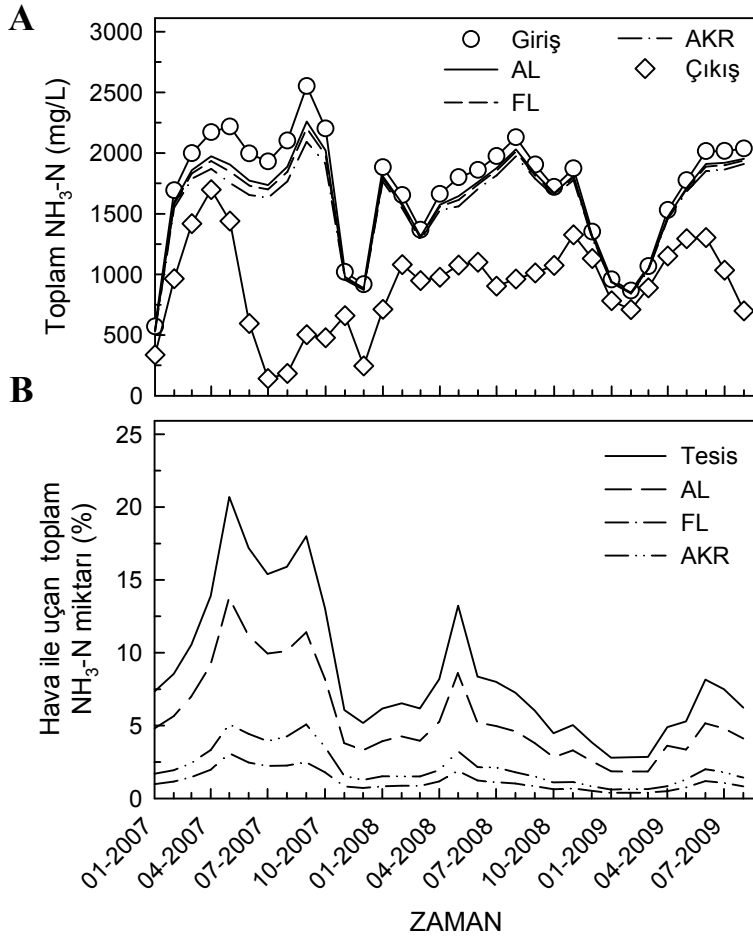
Şekil 4. Aerobik lagün (AL), fakültatif lagün (FL) ve ardışık kesikli reaktör (AKR) için hesaplanan Henry yasası sabiti. Hesaplamalarda tesiste ölçülen ortalama sıcaklıklar kullanılmıştır.

Aerobik ve fakültatif lagünler ve AKR'lerde hava ile uçan amonyak miktarı hesaplanarak tesis girişinde ölçülen toplam amonyak değerinden çıkarılmış ve elde edilen değer tesis çıkışında ölçülen toplam amonyak değeri ile karşılaştırılmıştır. Hava ile uçan amonyak miktarının tespiti için yapılan hesaplamalara göre aerobik lagün çıkışında toplam amonyak değeri 543 ve 2260 mg/L arasında bulunmuştur (Şekil 5A). Buna göre aerobik lagünlerde en fazla % 13,7 amonyağın hava ile uçabileceği tespit edilmiş ve bu giderimin G/L değerinin en yüksek olduğu Mayıs 2007'de gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 3 ve 5B). Tesisin 1 no'lu hattının kapatılması ile uçan amonyak miktarında ciddi düşüş olduğu hesaplanmış, bunun sebebi olarak yarıya düşürülen toplam hava miktarı gösterilmiştir (Şekil 5A ve 5B). Ocak 2009'da sıcaklığın düşmesi ve tesise gelen sızıntı suyu debisinin artması ile girişteki amonyağın sadece % 1,8'inin uçarak azaldığı hesaplanmıştır (Şekil 2, 3 ve 5B). 32 aylık ortalamaya bakıldığında ise, aerobik lagünlerde havalandırma ile amonyağın ancak %5,6'sının uçtuğu bulunmuştur. Literatürdeki çalışmalar, uzun hidrolik bekleme süreli (>12 gün) aerobik lagünlerde hava ile uçan amonyak miktarının ancak yüksek pH (>10) ve sıcaklık şartları altında diğer prosesler ile giderilen miktardan fazla olabileceğini göstermektedir. [9]. Mehmood ve diğ. (2009), sıcaklığı 16,7°C ve pH'ı 8,5 olan sızıntı suyundaki amonyağın % 37'sinin hava ile uçarak giderilebileceği öne sürmüştür. Bu çalışmada aerobik lagünlerde pH'ın 8,6, sıcaklığın 22°C olduğu Mayıs 2007'de hava ile en fazla %13,7'lik amonyak giderimi olduğu hesaplanmıştır. Benzer koşullar olmasına rağmen bu değer Mehmood ve diğ (2009) tarafından rapor edilen giderim değerinden düşük olması, Hamitler SSAT'de birim hacim sızıntı suyu başına daha az hava kullanıldığını gösterir.

Fakültatif lagünler ve AKR'ler için hesaplanan uçan amonyak miktarı, aerobik lagünlerde olduğu gibi sıcaklık, pH ve havalandırmaya bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Fakültatif lagünler ve AKR'ler için bulunan en yüksek uçarak amonyak giderim değerleri sırasıyla %3,1 ve %5,1'dir (Şekil 5A ve 5B). Aerobik lagünlerde olduğu gibi tesiste kullanılan hava miktarına bağlı G/L değerinin ve sıcaklığın en yüksek olduğu Mayıs 2007 için hesaplanmıştır (Şekil 2,3 ve 5B). Ocak 2009'da uçarak giderilen amonyak fakültatif lagünlerde % 0,4, AKR'lerde ise % 0,6 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5B).

Hamitler SSAT'nin incelendiği 32 aylık sürede fakültatif lagünlerde ve AKR'lerde hava ile amonyak giderimi sırasıyla ortalama % 1,2 ve % 2.1 olarak bulunmuştur. Hamitler SSAT'de 32 aylık süreçte ortalama toplam amonyak gideriminin % 45 olduğu değerlendirildiğinde, hava ile uçan ortalama %8,6'lık kısmın toplam giderim üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını görülmektedir. Aynı şekilde fakültatif lagünlerde yapılan başka çalışmalarda, pH 8,5'dan küçük olduğunda hava ile amonyak gideriminin %0,5'den az olacağı ve diğer amonyak giderim proseslerinin yanında ihmal edilebilir olacağı belirtilmiştir [10; 11].

Yapılan hesaplar, Hamitler SSAT'de havalandırma ile girişteki amonyağın en fazla %21'nin uçacağını göstermiştir. Özellikle yaz aylarında tesis çıkışında sadece havayla uçuş ile ulaşamayacak kadar düşük toplam amonyak değerleri ölçülmüştür (Şekil 5A ve 5B). Amonyak gideriminin %92 olduğu Temmuz 2007'de, tesis çıkışında nitrat değerinin arttığı gözlenmiş, bu da önemli miktarda amonyağın nitrifikasyon ile giderildiğini göstermiştir [8]. Tesis çıkışında ölçülen nitratın bir kısmının az miktarda çözünmüş oksijen bulunan fakültatif lagünlerde denitrifikasyon ile tüketilmiş olma ihtimali de oldukça yüksektir [8]. Bu sebeple tesis çıkışındaki nitrat değerini kullanarak hesap edilebilecek miktardan fazla amonyak biyolojik olarak nitrifikasyon ile giderilmiş olabilir. Tesisin incelendiği 32 aylık sürede giderilen toplam amonyak, hava ile uçurulan amonyak miktarından yaklaşık 5,8 kat fazladır (Şekil 5A).



Şekil 5. (A) Sızıntı suyu arıtma tesisi toplam amonyak azotu değerleri, **(B)** tesis ve ünitelerde uçan toplam amonyak miktarı yüzdesi. AL: Aerobik Lagün, FL: Fakultatif Lagün, AKR: Ardişik Kesikli Reaktör

Yaz aylarında, düşen sızıntı suyu pH'ına rağmen, artan sıcaklığa bağlı olarak serbest amonyak miktarı artmakta ve 400 mg/l'ye kadar yükselmektedir. 50-150 mg/l seviyesinde nitrifikasyonu inhibe ettiği bilinen [7; 12] amonyağın toksik serbest formu aynı zamanda uçucu olduğu için havalandırma ile uzaklaşır ve bu sayede nitrifikasyon üzerindeki inhibisyon etkisi azalır [13]. Yaz aylarında yüksek serbest amonyak değerlerine rağmen %92'ye varan amonyak giderimi bu şekilde açıklanabilir (Şekil 5A).

Bu çalışma ile biyolojik sızıntı suyu arıtımı için tasarlanmış tesiste sıcaklık, pH ve havalandırma miktarına göre aerobik ve fakültatif lagün ve AKR'lerde farklı oranlarda amonyağın hava ile uçabileceği tespit edilmiştir. Fakat tesiste hava ile uçan amonyak miktarının diğer amonyak giderim yöntemlerine göre düşük seviyede olduğu anlaşılmıştır. Toksik serbest amonyağın hava ile uçmasının nitrifikasyon verimini arttıracığı düşünülmektedir. Bu sebeple sıcaklığın yükseldiği yaz aylarında hem hava ile uçurulan hem de nitrifikasyon ile giderilen amonyak miktarında önemli artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar biyolojik sızıntı suyu arıtımı için boyutlandırılan bu tesiste hava ile uçan amonyak miktarının yetersiz düzeyde olacağını fakat pH, sıcaklık ve havalandırma miktarına bağlı olarak optimize edilebileceğini göstermektedir.

Teşekkür

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

Kaynaklar

- [1] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (2006). Katı Atık Ana Planı Nihai Rapor Cilt I. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Daire Başkanlığı , İstanbul
- [2] 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.
- [3] Scott, J.,Beydoun, D.,Amal, R.,Low, G.,Cattle, J.(2005). Landfill management, leachate generation, and leach testing of solid wastes in Australia and overseas. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 35, 239-332.
- [4] Tchobanoglous, G.,Burton, F.,Stensel, H. (2003). Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse. 4th Ed. McGraw-Hill. NewYork, USA
- [5] Guo, J.S.,Abbas, A.A.,Chen, Y.P.,Liu, Z.P.,Fang, F.,Chen, P.(2010). Treatment of landfill leachate using a combined stripping, Fenton, SBR, and coagulation process. *Journal of Hazardous Materials*, 178, 699-705.
- [6] Uludag-Demirer, S.,Demirer, G.N.,Chen, S.(2005). Ammonia removal from anaerobically digested dairy manure by struvite precipitation. *Process Biochemistry*, 40, 3667-3674.
- [7] Hansen, K.H.,Angelidaki, I.,Ahring, B.K.(1998). Anaerobic digestion of swine manure: Inhibition by ammonia. *Water Research*, 32, 5-12.
- [8] Kaşıkçı, K.,Çallı, B. 2009. Bursa Hamitler Sızıntı Suyu Arıtma Tesisinin İncelenmesi. *Türkiyede Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, YTÜ, İstanbul, 15-17 Haziran 2009*. İstanbul 271-278.
- [9] Mehmood, M.K.,Adetutu, E.,Nedwell, D.B.,Ball, A.S.(2009). In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons. *Bioresour. Technol.*, 100, 2741-2744.
- [10] Frascari, D.,Bronzini, F.,Giordano, G.,Tedioli, G.,Nocentini, M.(2004). Long-term characterization, lagoon treatment and migration potential of landfill leachate: a case study in an active Italian landfill. *Chemosphere*, 54, 335-343.
- [11] Aneja, V.P., Bunton, B.,Walker, J.T.,Malik, B.P.(2001). Measurement and analysis of atmospheric ammonia emissions from anaerobic lagoons. *Atmospheric Environment*, 35, 1949-1958.
- [12] Calli, B.,Mertoglu, B.,Inanc, B.(2005). Landfill leachate management in Istanbul: applications and alternatives. *Chemosphere*, 59, 819-829.
- [13] De la Rubia, M.A.,Walker, M.,Heaven, S.,Banks, C.J.,Borja, R.(2010). Preliminary trials of in situ ammonia stripping from source segregated domestic food waste digestate using biogas: Effect of temperature and flow rate. *Bioresource Technology*, 101, 9486-9492.