



**Research Article / Araştırma Makalesi**  
**THE INVESTIGATION OF REMOVAL NH<sub>3</sub>-N FROM LANDFILL LEACHATE**  
**USING ZEOLITE WITH CONTINUOUSLY SYSTEM**

**Fulya AYDIN\***, **Ayşe KULEYİN**

*Öndokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kurupelit-SAMSUN*

**Received/Geliş: 31.08.2009 Revised/Düzeltilme: 22.06.2010 Accepted/Kabul: 26.07.2010**

---

**ABSTRACT**

The aim of this study is to investigate ammonium removal from Yılanlıdere landfill leachate by using zeolite supplied from Gordes (Manisa) region in Turkey. A series of adsorption experiments was conducted in ion-exchange columns. The breakthrough curves were constructed by plotting the effluent lead concentration normalized with respect to the influent lead concentration ( $C_e/C_0$ ) versus bed volumes ( $BV$ ). For this aim, it is firstly investigated effect of flow rate on removal efficiency at the continuously system. The best usage of column flow rate was determined 0.0043 cm/sec. in column system where it was implemented at three different flow rate, 0.0043, 0.0087 and 0.0173 cm/sec., respectively. At the other stage, effect of particul sizes which were -10+20 mesh and -35+45 mesh was examined in the column, fed by peristaltic pump at a constant flow rate of 0.0043 cm/sec. particul size of -35+45 mesh established that were the more economical and increased the capacity of removal. At the last stage, feasibility of regeneration was controlled and then after column operation, it was dissect interaction between rain water and waste zeolites.

**Keywords:** Zeolite, adsorption, ammonia-nitrogen.

**SÜREKLİ SİSTEMDE KATI ATIK SIZINTI SULARINDAN ZEOLİT KULLANILARAK NH<sub>3</sub>-N GİDERİMİNİN İNCELENMESİ**

**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı; Samsun ili Yılanlıdere Katı Atık Deponi alanından temin edilen sızıntı suyundan NH<sub>3</sub>-N'nu uzaklaştırmak için doğal Manisa-Gordes zeolitinin kapasitesini araştırmaktır. Adsorpsiyon denemeleri iyon değiştirme kolonunda gerçekleştirilmiştir. Çıkış suyu konsantrasyonun giriş konsantrasyonuna oranına ( $C_e/C_0$ ) karşılık yatak hacmi (YH) grafiğe geçirilerek kırılma (breakthrough) eğrisi çizilmiştir. Bu amaç için sürekli sistemde yürütülen çalışmalarda öncelikle akış hızının giderim verimine etkisi araştırılmıştır. 0.0043, 0.0087 ve 0.0173 cm/sn olmak üzere üç farklı akış hızında gerçekleştirilen sürekli sistem denemelerinde kapasitenin en iyi kullanıldığı akış hızı olarak 0.0043 cm/sn belirlenmiştir. Bir diğer aşamada -10+20 mesh ve -35+45 mesh olmak üzere iki farklı partikül boyunun etkisi 0.0043 cm/sn sabit akış oranında peristaltik pompa ile beslenen kolonda incelenmiştir. Küçük partikül boyutunun (-35+45 mesh) giderim kapasitesini arttırdığı ve kolonun daha ekonomik kullanıldığı belirlenmiştir. Son aşamada rejenerasyonun uygulanabilirliği kontrol edilmiş ve işlem sonrası kullanılan zeolit numunelerinin yağmur suyu ile etkileşimi incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Zeolit, adsorpsiyon, amonyum-azot.

---

\* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: fulyaa@omu.edu.tr, tel: (362) 312 19 19 / 1536

## 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, sanayileşme, düzensiz şehirleşme, bölgesel ölçekte aşırı nüfus artışı ve bilinçsiz bir şekilde tüketimin gerçekleşmesi, tarımda kontrolsüz mekanizasyon ve modernizasyon çevre sorunlarının belirgin bir artışına sebep olmuştur.

Tüm bu kapsamda meydana gelen çevre sorunlarından biri olan katı atıklar, toplanmasından depolanmasına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi konularına kadar büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda gelişmekte olan ülkemiz için de bu sorun büyük önem taşımakta, kurulacak katı atık bertaraf tesislerinde teknolojinin ve yönetmeliğin öngördüğü şartların yerine getirilmesini gerektirmektedir.

Ülkemizdeki büyük şehirlerin çoğu, düzensiz depolama alanlarında katı atıkların ayrışması sonucu oluşan kontrolsüz sızıntı suları nedeniyle su kirlenmesi sorunu ile karşı karşıyadır [9]. Sızıntı sularının kirlilik açısından oluşturduğu en önemli risk, yüzeysel sularına, yeraltı sularına ve denizlere karışarak kirlenme potansiyeline sahip olmalarıdır. Başta ötrofikasyon olmak üzere, sebep olduğu çeşitli sorunlara bağlı olarak; sızıntı suyu gibi azot içeren atık sular öncelikle ele alınması gereken sulardır [4]. Atık sularda toplam azot parametresini oluşturan en önemli bileşen NH<sub>3</sub>-N'dur. Katı atık depolama sahalarından oluşan sızıntı suları ise yüksek konsantrasyonlarda NH<sub>3</sub>-N içermektedir. Sızıntı sularının alıcı ortama deşarjından önce ekosisteme oldukça fazla zararlı etkisi bulunan NH<sub>3</sub>-N iyonlarını gidermek zorunludur. Özellikle sızıntı sularından kaynaklanan NH<sub>3</sub>-N giderimi sızıntı suyu arıtımı işlemleri için büyük bir sorun oluşturmaktadır.

NH<sub>3</sub>-N gideriminde uygulanan başlıca yöntemler; iyon değiştirme, adsorpsiyon, nitrifikasyon-denitrifikasyon, kırılma noktası klorlaması ve hava ile amonyak sıyırmasıdır. Mevcut yöntemler içinde uygulanabilirliği ve verimi oldukça yüksek olan "iyon değiştirme" NH<sub>3</sub>-N iyonlarının atık sudan uzaklaştırılmasında önemli bir yer tutmaktadır [10].

Doğada bol miktarda bulunan zeolit mineralinin adsorpsiyon ve iyon değiştirici özellikleri kullanılarak, alıcı sularda önemli derecede kirliliğe sebep olan ağır metallerin giderilebileceği, son yıllarda yapılan çok sayıda araştırma ile ortaya konmuştur [2, 5]. Ülkemizde de özellikle Balıkesir - Bigadiç yöresinde yaklaşık 500 milyon ton zeolit rezervi bulunmaktadır. Türkiye'de detaylı etüt çalışması yapılmış tek zeolit sahası ise Manisa-Gördes civarındaki MTA ruhsatlı sahadır. Bu bölgede 18 milyon ton görünür zeolit rezervi ve 20 milyon ton zeolitik tüf rezervi tespit edilmiştir. Bugüne kadar yapılan son derece kısıtlı gözlemlere göre Türkiye'de toplam 50 milyar ton civarında zeolit rezervinin bulunabileceği belirtilmektedir [6].

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Sızıntı Suyu

Deneyel çalışmalar için sızıntı suyu örnekleri Samsun ilinde 1983 yılında Büyükşehir Belediyesi tarafından işletmeye başlatılan Yılanlıdere çöp istasyonundan temin edilmiştir. 24 saat hizmet veren sahaya yaklaşık olarak günde 400 ton katı atık gelmektedir. Yılanlıdere çöp istasyonunda oluşan sızıntı suları sahanın altından geçen dereye karışmakta oradan da Samsun ili merkezinde bulunan ve Karadeniz'e dökülen bir akarsu olan Mert Irmağına ulaşmaktadır. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında sızıntı suyu numunelerinin içeriğinin belirlenmesi amacıyla bölgeden farklı zamanlarda numuneler alınmış ve Standart Metotlara uygun olarak yapılan analizlerin maksimum, minimum ve ortalama sonuçları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yılanlıdere Katı Atık Deponi Alanı Sızıntı Suyunun Karakteristik Özellikleri

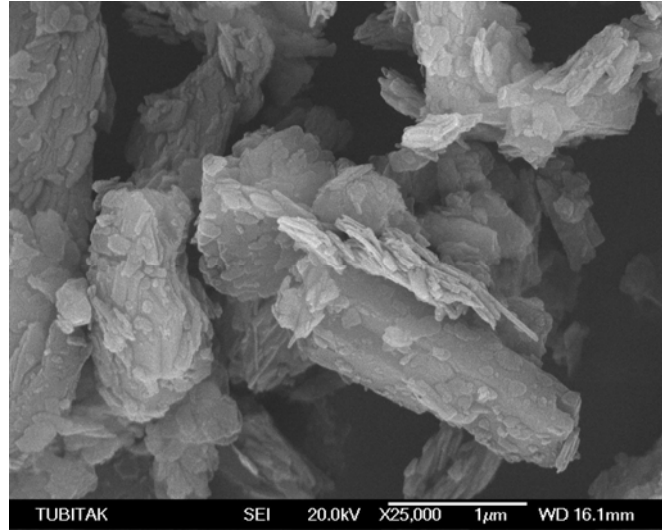
Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama (mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup> )
pH	6.50	8.62	7.95
KOI	5000	16000	11000
NH <sub>3</sub> -N	1078	1596	1247
BOI <sub>5</sub>	3000	10000	6400
Toplam katı madde	9060	13800	10856
Fosfat	9.80	42	23.37
Sülfat	872	2013	2279
Nitrat	9.50	32	21.10
Klor	500	1350	1092
Zn	0.11	0.28	0.21
Ni	0.16	0.21	0.19
Mn	0.11	0.43	0.27
Cr	0.08	0.16	0.12
Pb	0.07	0.20	0.14
Cu	0.03	0.09	0.06
Fe	0.60	2.45	1.44
İletkenlik (mS/cm)	16.50	19.47	18.56

## 2.2. Zeolit

Çalışmada adsorplayıcı madde olarak Manisa-Gördes yöresinden Türkiye'nin en büyük doğal zeolit üreticisi olan Rota Madencilik tarafından sağlanan doğal zeolitler kullanılmıştır. Zeolit oldukça uygun yüzey alanı ve olağanüstü yüksek seçici iyon değiştirme kapasitesine sahip olduğundan adsorban olarak seçilmiştir. Gördes zeoliti şu özelliklere sahiptir: katyon değiştirme kapasitesi 1.9-2.2 meq/g, gözenek çapı 4Å, saflığı %92, yatak porozitesi %40, yoğunluğu 2.15 g/ml, açık yoğunluğu 1.30 g/ml, süspansiyon pH'sı 7.5-7.8, yüzey alanı 11.80 m<sup>2</sup>/g [1]. Manisa-Gördes bölgesi zeolitlerinin kimyasal kompozisyonu Tübitak tarafından incelenmiş olup sonuçlar Çizelge 2.2'de SEM mikrografı Şekil 2.1'de verilmiştir.

**Çizelge 2.2.** Manisa Gördes Bölgesi Klinoptilolitlerinin % Kimyasal Bileşimi

Bileşik	% Kons.	Element	% Kons.
$Na_2O$	0.817	Al	6.769
$MgO$	0.232	K	2.719
$Al_2O_3$	12.789	O	50.432
$SiO_2$	80.736	Si	37.739
$K_2O$	3.275	Na	0.606
$CaO$	0.927	Mg	0.140
$Fe_2O_3$	0.699	Ca	0.663

**Şekil 2.1.** Manisa-Gördes zeolitinin SEM mikrogramı

Manisa-Gördes bölgesinden sağlanan zeolit örnekleri denemeler öncesinde kuru eleme sistemi kullanılarak -10+20 mesh, -35+45 mesh tane boyutlarına elenmiş, gerekli ön işlemlerden geçirilmiş ve 2 N NaCl ile şartlandırma işlemine tabi tutulmuştur.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

#### 3.1. Sürekli Sistemde Sızıntı Suyundan $NH_3-N$ Giderimi:

Deneylerde kullanılacak olan kentsel katı atık deponi sızıntı suyu örnekleri içerisindeki kolloid katı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla cam yününden geçirilerek filtre edilmiştir. Filtre çıkışı ortalama  $NH_3-N$  konsantrasyonu 1300 mg/l olan sızıntı suyu numunesi adsorpsiyon kolonuna 5 l'lik besleme kabından peristaltik pompa yardımı ile aşağı akışlı olarak işletilmiştir. Kolon düzeneğine ait bilgiler Çizelge 3.1.'de verilmektedir.

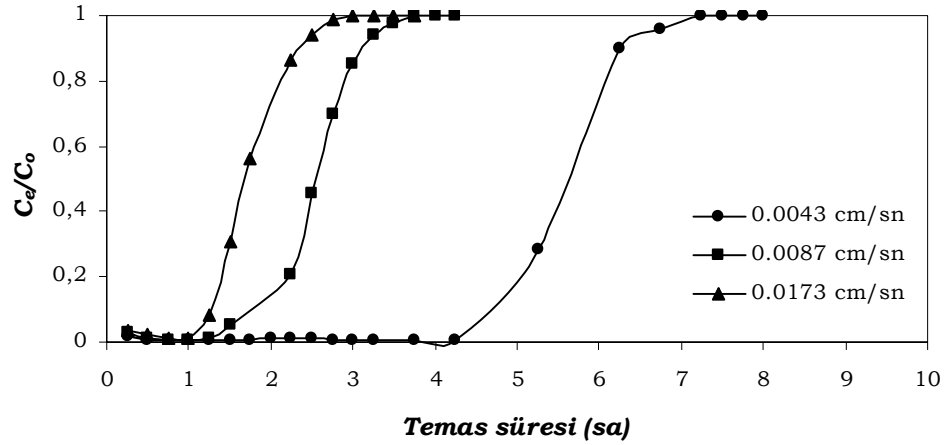
Çizelge 3.1. Kolon Düzenliğinin Özellikleri

Yatak Malzemesi	Manisa Gördes Zeoliti
Yatak Yüksekliği	18,00 cm
Yükseklik	33,00 cm
Dış Çap	4,00 cm
İç Çap	3,50 cm
Kesit Alanı	9.62 cm <sup>2</sup>
Yatak Hacmi	173.09 cm <sup>3</sup>
Kolon Malzemesi	Cam
Pompa Türü	Peristaltik Pompa, Masterflex L/S (model 7318-10)

Sürekli sistem çalışmalarında, farklı akış hızlarında kolon içerisine aktarılan sızıntı suyu içerisindeki NH<sub>3</sub>-N'nun adsorplanma kapasitesini belirlemek ve belirlenen en uygun akış hızında tane boyutu analizi yapmak üzere iki farklı deneme gerçekleştirilmiştir.

### 3.1.1. Farklı Akış Hızlarının Sızıntı Suyundan NH<sub>3</sub>-N Giderimine Etkisi;

Çalışmada -35+45 mesh tane boyutlu zeolit ile 0.0043 cm/sn, 0.0087 cm/sn ve 0.0173 cm/sn akış hızlarında sızıntı suyu kolon içerisine aktararak NH<sub>3</sub>-N'nun giderimi üzerine hızın etkisi incelenmiştir. Şekil 3.1.'de sürekli sistem akış hızı analizlerinin kırılma noktası eğrileri gösterilmektedir.



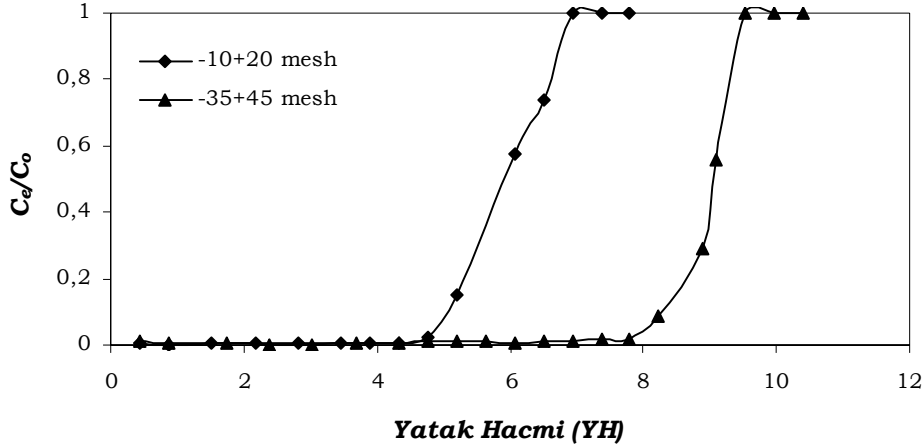
Şekil 3.1. Sürekli Sistem Akış Hızı Analizlerinde Kırılma Noktası (Breakthrough) Eğrileri

Şekilde görüldüğü gibi NH<sub>3</sub>-N kırılma kapasitesi 0.0043 cm/sn akış hızında kırılma noktası 5.25 saat ve 4.55 yatak hacminde, 0.0087 cm/sn akış hızında 2.75 saat ve 4.77 yatak hacminde ve 0.0173 cm/sn akış hızında ise bu süre 1.5 saat ve 5.19 yatak hacmi olarak tespit edilmiştir. 0.0043 cm/sn akış hızıyla yapılan çalışmada ilk 15 dakikada giderim verimi % 98 iken 5.25. saate kadar giderim veriminin % 99 olduğu ve bunu takip eden zamanlarda kademeli olarak giderim veriminin azaldığı ve 7.25 saatte kolon sisteminin % 0'lık giderim verimiyle doygunluğa ulaştığı tespit edilmiştir. 0.0087 cm/sn akış hızında NH<sub>3</sub>-N iyonlarının giderim verimleri ilk 15 dakikada % 97 iken 1 saate kadar artarak % 99 değerine ulaşmış ve takip eden zamanlarda kademeli olarak azalarak 3.75 saatte giderim verim % 0 olarak kolon sistemi doygunluğa ulaşmıştır. 0.0173 cm/sn hızında gerçekleştirilen kolon çalışmaları sonuçlarında ise ilk 15 dakika

içerisinde  $NH_3-N$  iyonlarının giderim verimi % 96,5 iken 1 saat sonunda bu değer % 98'e yükselmiş, 1.25 saatte % 91'e düşmüş ve bunu takiben kademeli olarak azalan giderim verimi 3 saat sonunda % 0 olmuştur.

### 3.1.2. Farklı Tane Boyutlarının Sızıntı Suyundan $NH_3-N$ Giderimine Etkisi:

Çalışmada -10+20 mesh, -35+45 mesh tane boyutundaki 150 g zeolit ile doldurulan kolon içerisinden 0.0043 cm/sn akış hızında sızıntı suyu geçirilerek  $NH_3-N$ 'nin uzaklaştırılması üzerine tane boyutunun etkisi incelenmiştir. Solüsyonda kalan son  $NH_3-N$  konsantrasyonu analizler sonucu belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 3.2 verilmiştir.



Şekil 3.2. Sürekli Sistem Tane Boyutu Analizlerinde Kırılma Noktası (Breakthrough) Eğrileri

-10+20 mesh'lik zeolit ile yapılan çalışmada ilk 30 dakika 0.43 YH'de giderim verimi % 99,5 iken 330. dakika 4.77 YH'de % 97,6'a düştüğü ve bunu takip eden zamanlarda kademeli olarak giderim veriminin azaldığı ve 480. dakika 6.93 YH'de kolon sisteminin % 0'lık giderim verimiyle doygunluğa ulaştığı tespit edilmiştir. -35+45 mesh'lik zeolit ile yapılan denemelerde  $NH_3-N$  iyonlarının giderim verimleri ilk 30 dakika 0.43 YH'de % 99 iken 165.dakika 2.38 YH sonunda %99,76'ya ulaşmış, 570. dakika 8.23 YH'de % 91,5 ile giderim azalmaya başlayarak bu düşüş 660. dakika 9,53 YH sonunda tamamlanarak % 0'lık giderim verimiyle sistem doygunluğa ulaşmıştır. Bu dakikadan sonra kolon sisteminden çıkan  $NH_3-N$  iyonu konsantrasyonu ile sisteme giren  $NH_3-N$  iyonu konsantrasyonu arasındaki oran  $C_e / C_0 = 1$  olmuştur.

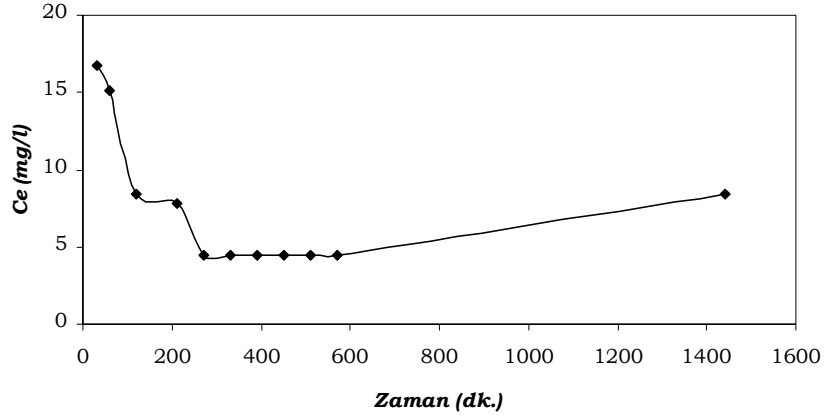
Tane boyutları birbirine yakın olsa da nispeten küçük tane boyutunun (-35+45 mesh) yerleştirildiği adsorpsiyon kolonunun daha ekonomik bir şekilde kullanıldığı gözlenmiştir.

### 3.2. Sürekli Akışlı Sistemde Doygunluğa Ulaşmış Zeolitin Yağmur Suyu İle Yıkınması

Bu çalışmada, sürekli akış çalışması sonunda 1384 mg/l  $NH_3-N$  içeren sızıntı suyu ile muamele edilmiş olan -10+20 mesh tane boyutundaki zeolit örnekleri pH'sı 7.23 olan yağmur suyu ile yıkınarak  $NH_3-N$ 'un geri salınımı incelenmiştir.

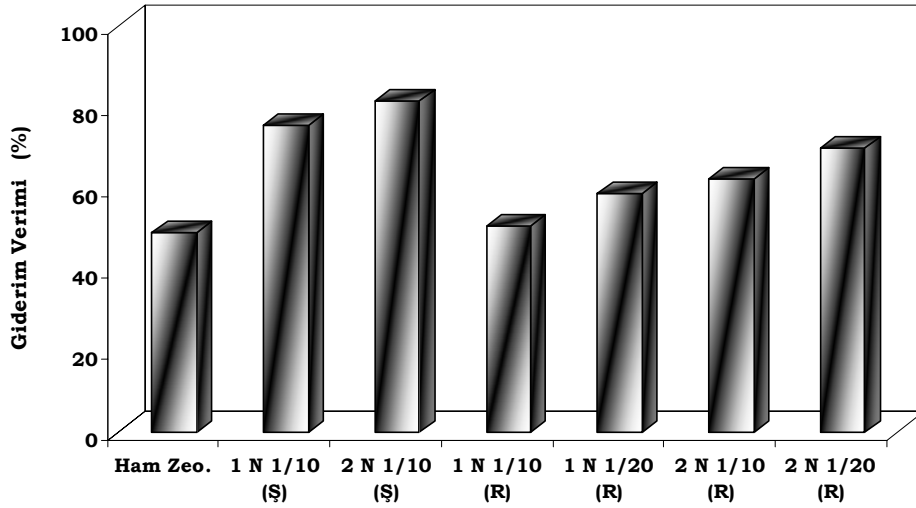
Şekil 3.3'den de görüldüğü gibi yağmur suyu ile doymuş zeolit örneklerinin yıkınması işleminde ilk 60 dakika içerisinde zeolitin dış yüzeyinde tutunmuş olan  $NH_3-N$  iyonları ortama geri verilmiş ve bu süre içerisinde kolondan çıkan yağmur suyunun renginde de değişim gözlenmiştir. Devam eden temas süresiyle  $NH_3-N$  iyonlarının salınımında azalma görülmüş ve bir

süre dengede kalarak 570. dakika sonunda 4.48 mg/l değerine ulaşmıştır. Ancak 24 saat süre sonunda ise  $\text{NH}_3\text{-N}$  iyonları salınımında bir miktar artış olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.3. Yağmur Suyu İle Zeolitlerin Yıkanması

### 3.3. Rejenerasyon İşlemi



(Ş) :Şartlandırılmış Zeolit  
(R) : Rejenere Edilmiş Zeolit

Şekil 3.4. Rejenerasyon Sonucunda  $\text{NH}_3\text{-N}$  Giderim Verimi Yüzdeleri

Katı atık deponi sızıntı suyu ile yapılan sürekli akışlı kolon denemeleri sonucunda 1384,4 mg/l  $\text{NH}_3\text{-N}$  içeren sızıntı suyu ile % 100 doygunluğa ulaşmış olan zeolit örneklerine rejenerasyon işlemi uygulanmıştır. Daha sonra rejenere edilmiş zeolitleri  $\text{NH}_3\text{-N}$  konsantrasyonu 1204 mg/l olan sızıntı suyu ile muamele ederek giderim verimindeki değişme incelenmiştir.

-10+20 mesh tane boyutlu zeolit örnekleri ile yapılan bu çalışmada karşılaştırma yapmak amacıyla aynı tane boyutunda ham zeolit, 1 N ve 2 N NaCl ile 1/10 oranında şartlandırılmış zeolit örnekleri de rejenerasyon uygulanmış zeolit örnekleri ile aynı koşullarda adsorpsiyon işlemine tabi tutulmuştur. Ham zeolit ile giderim verimi % 49 civarında iken 1 N ve 2 N NaCl ile şartlı zeolitlerde verim sırasıyla % 75 ve % 81 civarındadır. 1 N ve 2 N NaCl ile 1/10 rejenerasyon zeolitlerinin NH<sub>3</sub>-N iyonları tutma kapasitesi ise sırasıyla % 50 ve % 62'ye düşmüştür.

#### 4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bölüm 3.1.1 anlatıldığı ve Şekil 3.1'den de görüldüğü gibi akış hızının düşmesiyle kolonun NH<sub>3</sub>-N iyonlarını arttırma verimi arttırılmıştır. Bu nedenle takip eden çalışmalarda 0.0043 cm/sn'lik akış hızı kullanılmıştır. Du v.dğ., (2005) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada sentetik çözeltiden zeolitlerle sürekli sistemlerin NH<sub>3</sub>-N uzaklaştırma verimi incelenmiş ve üç farklı akış hızı denenmiştir. Çalışmada, akış hızının yükselmesiyle düşük kırılma (breakthrough) kapasitesinin olduğu, akış hızının artmasıyla hidrolik alıkonma süresinin azaldığı, sonuç olarak da zeolit tarafından uzaklaştırılan NH<sub>3</sub>-N miktarının ise daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Dahası, kolon çalışmalarında zeolit kapasitesinin kesikli çalışmalardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir [3]. Benzer bir çalışmada kentsel atık suların NH<sub>3</sub>-N iyonlarını uzaklaştırma için Doğantepe zeolitleri kullanılmış ve dört farklı akış hızında sürekli akış sağlanmıştır. Akış hızının azalmasıyla NH<sub>3</sub>-N giderim kapasitesi arttığı ifade edilirken kolon sistemleri tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametrenin akış hızı olduğu belirtilmiştir [8].

Akış hızı analizlerini takiben planlanan tane boyutu analizi 0.0043 cm/sn akış hızı ile iki farklı tane boyutu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tane boyutunun artmasıyla orantılı olarak partiküller arasındaki boşlukların da artmasıyla kolonun içerisindeki zeolitlerin NH<sub>3</sub>-N iyonlarını adsorplama kapasitesi de azalmıştır. Tane boyutunun küçülmesi ile de kolonun kullanım verimi artmıştır. Pınar A., (2002) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada iki farklı tane boyutu incelenmiş ve tane boyutunun artmasıyla giderim kapasitesi süresi artmış aynı zamanda giderim verimi de artmıştır [7].

Bu sonuçlarda etkin olan unsurlar; kolona yerleştirilen zeolit hacmi ve ağırlığı, zeolit tane boyutu, sızıntı suyunda bulunan NH<sub>3</sub>-N derişimi ve zeolitler arasında kalan boşluklardan kaynaklanan aktif hacim olduğu sonucuna varılmıştır. Kolon çalışmaları sonucunda bir ileri adım yöntemi olan adsorpsiyon işlemi sonucunda oluşan atığı yani NH<sub>3</sub>-N iyonlarını adsorbe etmiş zeolit örneklerinin yeniden kullanılması ya da doğrudan katı atık depolama sahasına bırakılması konusu göz önünde bulundurularak rejenerasyon ve yağmur suyu ile yıkama işlemleri planlanmıştır.

% 100 doygunluğa ulaşmış zeolit örneklerinin rejenerasyon işlemi sonucunda giderim verimindeki değişimleri Bölüm 3.3'de verilmiştir. Şekil 3.4'den de görüldüğü gibi NH<sub>3</sub>-N iyonları giderim veriminin yaklaşık % 20 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Sarioğlu M., (2004) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada rejenerasyondan sonra adsorpsiyon kapasitesinde % 32.52'lik bir düşüş olduğu ifade edilmiştir [8]. Zeolit materyalinin ucuz bir materyal olması, rejenerasyon işleminin ek maliyeti ve rejenerasyon işlemi sonucunda açığa çıkacak olan NH<sub>3</sub>-N iyonlarının zengin atık su da göz önüne alındığında rejenerasyon işlemi yerine zeolitlerin katı atık olarak bertaraf edilmesi bir seçenek olarak düşünülmüştür.

Ancak NH<sub>3</sub>-N iyonlarının doygunluğa ulaşmış zeolitlerin deponi alanında yağmur suyunun da etkisiyle adsorpladığı NH<sub>3</sub>-N iyonlarını bulunduğu ortama verip vermeyeceğini incelemek amacıyla yağmur suyu ile 0.0043 cm/sn akış hızıyla kolon sistemi tasarlanmış ve yağmur suyu ile doymuş zeolitler yıkanmıştır. Yağmur suyunun zeolitler arasından geçtiği ilk dakikalarda çıkış suyunun renginin değiştiği ve NH<sub>3</sub>-N salınımının gerçekleştiği tespit edilmiştir. Zeolit örneklerinin dış yüzeylerinde tutunan NH<sub>3</sub>-N ve zeolitler renk giderimde de aktif oldukları için sızıntı suyunun dış yüzeyde tutunan rengi yağmur suyuna karışmıştır. Artan temas süresiyle NH<sub>3</sub>-N salınımının azaldığı, 570. dakikaya kadar 4.48 mg/l ile sabit kaldığı kaydedilirken 24



saatlik süresi sonunda tekrar bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni yağmur sularında bulunması muhtemel  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  gibi iyonların  $\text{NH}_3\text{-N}$  ile yer değiştirmesi olabileceği düşünülmektedir. Geri salınan miktarın 24 saat sonunda giriş konsantrasyonuna göre çok düşük bir miktarda olmasına rağmen yine de zeolitlerin alıcı ortama atılmadan önce sızdırmaz bir tabaka içerisinde hapsedilerek bertaraf edilmesi önerilmektedir.

Ülkemizde Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde katı atık depolama alanlarından kaynaklanan atık su deşarj standartlarında  $\text{NH}_3\text{-N}$  için henüz bir standart değer belirlenmemiştir. Ancak alıcı ortamda olumsuz etkilere sebep olacak  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'nin uygun yöntemlerle atık sudan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için bu çalışmada doğal bir materyal olan Manisa-Gördes zeolitinin etkinliği test edilmiş ve ucuz bir adsorban olduğu dikkate alınarak, adsorpsiyon yöntemiyle  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'nu katı atık deponi sızıntı suyundan uzaklaştırmak uygun bulunmuştur ve önerilmektedir.

#### REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Armağan, B., Turan, M., Çelik, M.S. (2004) Equilibrium studies on the adsorption of reactive azo dyes into zeolite, *Desalination*, 170, 33-39.
- [2] Çalış N., 2003. Manisa-Gördes Bölgesi Zeolitlerinin Zenginleştirilmesinde Yapısal Özelliklerin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 84s.
- [3] Du Q., Lui S., Cao Z. ve Wang Y., 2005. Ammonia Removal From Aqueous Solution Using Natural Chinese Clinoptilolite Separation And Purification Technology, 44/229-234.
- [4] Günay A., 2002. Çöp Depo Sahası Sızıntı Sularının Anaerobik Arıtımı ve  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Çökeltmesi İle Amonyum Giderimi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 122s.
- [5] İnan Z., 2002. Klinoptilolit Bakımından Zengin Doğal Batı Anadolu Zeolitlerinin Toryum, Kadmiyum ve Krom Sorpsiyonunun İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 128s.
- [6] Öter Ö., 2002. Zeolitin Asit – Baz Modifikasyonu Ve Modifiye Zeolitin Çevre Koruma Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 125s.
- [7] Pınar A., 2002. Çöp Deponi Alanlarında Oluşan Sızıntı Sularında Bulunan Amonyumun Doğal Zeolitle Arıtımının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri, Ankara, 82s.
- [8] Sarıoğlu M., 2004. Removal Of Ammonium From Municipal Wastewater Using Natural Turkish (Dogantepe) Zeolite. Separation and Purification Technology
- [9] Şahin A., 2002. Eskişehir Katı Atık Depolama Sahası Sızıntı Suyunun Karakterizasyonu ve Fiziksel Kimyasal Özelliklerinin Farklı Analiz Teknikleriyle Belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 173s.
- [10] Yıldız Ş., 2000. Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarında Oluşan Çöp Sızıntı Suları ve Arıtılması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 157s.