



Research Article / Araştırma Makalesi
INTERRELATION BETWEEN LEACHATE AND ELUATE

Günay KOCASOY* , Zeynep Melda MURAT

Bogaaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Bebek-İSTANBUL

Received/Geliş: 31.08.2009 Accepted/Kabul: 09.07.2010

ABSTRACT

Leachate is one of the most important environmental problems generated at open dumps and sanitary landfills all over the world. Leaching of various pollutants within the solid waste body results in the pollution of the ground and surface waters. Therefore the leachate must be treated before discharged into the environment.

In order to determine the most appropriate method of treatment, the amount and the characteristics of the leachate to be treated must be known. The most efficient data is the one collected after the leachate starts leaching out at the open dumps and sanitary landfills, which is obviously a late determination for deciding on the treatment method; because during this period the damage on the environment will already be in effect. To overcome this data problem, the characteristics of the eluates, representing the leachate characteristics, which are obtained from the same wastes to be landfilled, can be used as the data source.

In the research conducted, the interrelation between the leachate and eluates obtained by different methods was determined. The purpose of this research was to determine the optimum method yielding the eluates resembling the leachate generated from the same solid waste. Two reactors filled with solid waste, simulating to a certain extent the sanitary landfill conditions, were used for the generation of leachate. Eluates from the same solid waste, that was filled in the reactors, were produced by different methods - Standard Leaching Test (SLT), International Unit Conversion System (IUCS) 48 Hours Shaking Test, Minnesota Test and DIN 38414-S4 Test. Then both the leachate generated in the reactors and the eluates obtained were analyzed for pH, biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), 11 metals and inorganic elements and the results obtained were compared.

The results showed that the SLT third day eluation yields the eluate having the closest values to the characteristics of the leachate generated at the reactors.

Keywords: DIN 38414-S4 test, eluate, IUCS 48 hours shaking test, leachate, minnesota test, SLT test.

SIZINTI SUYU – ELUAT İLİŞKİSİ

ÖZET

Katı Atık depolama alanlarında oluşan sızıntı suları uygun bir şekilde arıtılmadığı takdirde yüzeysel ve yeraltı sularını kirleterek önemli çevre sorunları yaratmakta, dolayısıyla halk sağlığını tehdit etmektedir. Sızıntı sularının arıtılma yöntemlerinin belirlenmesi ve arıtma tesisinin tasarımının doğru olarak yapılması için sızıntı sularının özelliklerinin ve miktarının bilinmesi gerekmektedir. Bu veriler ise katı atık depolama alanında sızıntı sularının oluşmasından sonra elde edilmekte, bu süre içinde çevre, yeraltı ve yüzeysel sular kirlenmiş olmaktadır.

Yapılan araştırmada sızıntı suyu ile değişik yöntemlerle elde edilen eluat-yapay sızıntı suyu arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve sızıntı suyu özelliklerine en yakın özelliklere sahip olan ve aynı katı atıklardan elde edilen eluatın hangi yöntemle elde edildiğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Sızıntı suyunun elde edilmesi için düzenli depolama alanını simüle eden katı atıklarla doldurulmuş iki reaktör kullanılmıştır. Reaktörlere doldurulmuş olan aynı katı atıklardan değişik yöntemlerle eluat elde edilmiştir. Eluat elde etmek için kullanılan yöntemler Standart Sızdırma Testi (SLT), Uluslararası Birim Çevirme Sistemi (IUCS) 48 Saat Çalkalama Testi, Minnesota Testi, DIN 38414-S4 Testi'dir. Reaktörlerde oluşan sızıntı suları ve elde edilen eluatların analizi yapılarak pH, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve 11 metal ile inorganik madde değerleri tesbit edilmiş, elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın sonuçları, reaktörlerde oluşan sızıntı sularının özelliklerine en yakın özellikleri olan eluatın SLT üçüncü elüsyon testi ile elde edilen eluat olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: DIN 38414-S4 testi, eluat, IUCS 48 saat çalkalama testi, minnesota testi, sızıntı suyu, SLT testi.

* Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: kocasoy@boun.edu.tr, tel: (212) 359 44 76

1. GİRİŞ

Tüm dünyada vahşi depolama veya düzenli depolama alanlarında bertaraf edilen atıklar önemli çevre sorunları yaratmaktadır. Bu atıklardan sızan çeşitli kirleticiler yüzeysel ve yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır [1-3]. Atıklardan oluşan sızıntı suyunda biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) çok yüksek olup, içinde halk sağlığı ve çevre için tehlikeli olan birçok madde de bulunmaktadır [4, 5]. Bu nedenle de, oluşan sızıntı suyu herhangi bir alıcı ortama verilmeden önce arıtılmalıdır.

Sızıntı sularının, özellikle sızıntı sularında bulunan ağır metallerin arıtılması için oksidasyon, oksidasyon-redüksiyon, çöktürme gibi değişik yöntemler kullanılmaktadır. Sızıntı suyunun arıtılması için en uygun arıtma yöntemini tespit edebilmek için sızıntı suyunun miktarını ve özelliklerini bilmek gerekmektedir. Bu veriler ise atıkların gömülmesi ve sızıntı suyunun oluşmasından sonra elde edilmektedir ki, bu geçen süre içinde çevre kirlenmiş olmaktadır. Literatürdeki veriler ise ancak atık karakterinin aynı olduğu durumlarda kullanılabilir.

Veri probleminin çözümü için ABD ve Avrupa Birliği herhangi bir atığın uzaklaştırılmadan önce tehlikeli olup olmadığını belirlemek için eluat-yapay sızıntı sularını kullanmaktadırlar. Eluat, bertaraf edilecek katı atıklardan yapay olarak hazırlanmış sızıntı suyu olarak tanımlanabilir. Eluat genel olarak bir miktar atığın saf su veya özel sızdırma çözeltisi ile birlikte belli bir süre çalkalanması ile elde edilir. ABD Çevre Ajansı (US EPA) eluatların Standart Sızdırma Testi (SLT), Uluslararası Birim Çevirme Sistemi (IUCS) - 48 saat çalkalama testi ve Minnesota Testi olmak üzere üç testle hazırlanmasını önermektedir. Avrupa Birliği (EU) ise eluatın hazırlanması için "Düzenli Depolama Alanı Taslak Direktifi"nde "DIN 38414-S4" adıyla bir test önermektedir. Birçok araştırmacı, uygun arıtma yöntemini tespit etmek için doğal olarak oluşacak sızıntı suyunun özelliklerine en yakın özelliklere sahip eluatın hangi yöntemle elde edildiğini tespit etmek için değişik zamanlarda araştırmalar yürütmüştür. Eluatın sızıntı suyunun arıtılması için uygun yöntemin tespit edilmesinde kullanılabilmesi için sızıntı suyunun özelliklerine benzer özellikte olması gerekmektedir [6, 7].

Sızıntı suyu ile ilgili verilerin elde edilmesindeki diğer bir sorun ise düzenli depolama alanlarına getirilen atıkların bozunma sürecinde birçok fazdan geçmesidir. Bu aşamaların önemi ve özellikleri iklim şartlarına, işletme değişkenlerine, yönetim opsiyonlarına ve kontrol faktörlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu fazlar atıkların stabilizasyonu/dengeye gelmeleri için gerekmektedir. Her bir fazın süresi nemin birikme miktarına/hızına, besi maddelerinin miktarına, katı atıkların özelliklerine ve yöre şartlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu fazlardan ilki aerobik faz olup genellikle katı atıkların depolandığı üst tabakada bulunmaktadır. Bu faz genel olarak çok kısa olup, bu sürede herhangi bir sızıntı suyu oluşmamaktadır.

Ekonomik olarak gelişmekte olan ülkelerde katı atıkların nem oranı çok fazla olduğu için sızıntı suyu katı atıkların taşınması sırasında oluşmaya başlar ve düzenli depolama alanına dökülür dökülmez sızıntı suyu oluşması devam eder [8-9]. Daha sonra, aerobik fazdan hemen sonra, ikinci faz olan anaerobik faz oluşur ve sızıntı suyu oluşması bu sürede de devam eder. Fermentasyon ve asidojenik bakterilerin faaliyetleri sonucu uçucu yağ asitleri, karbon dioksit, hidrojen ve Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ gibi inorganik iyonlar ve yavaş yavaş metanojenik bakteriler oluşmaya başlar. Üçüncü fazda ise metan gazının konsantrasyonu artar, CO_2 , H_2 , sülfat ve uçucu yağ asitlerinin konsantrasyonu azalır.

Yağ asitlerinin dönüşümü sonunda pH ve alkalinite değerleri artar, kalsiyum, demir, mangan ve ağır metallerin çözünürlükleri azalır. Metan fazı diye de adlandırılan faz 4'te pH hemen hemen nötr olup, uçucu asitlerin ve çözünmüş katı maddelerin konsantrasyonu çok düşüktür. Bu fazda oluşan sızıntı suyunun BOİ'si ve BOİ/KOİ oranı düşüktür [10].

En son faz olan faz 5'te refraktör atıktaki organik karbon sabit kalmışken metan oluşumu azalır. Bu fazda sızıntı suyunda biyolojik olarak ayrışması zor olan hümik ve fülvik asitler mevcuttur.

Yapılan araştırmanın amacı hangi yöntemle evsel atıklardan oluşturulan eluatın aynı atıktan oluşan gerçek sızıntı suyu özelliklerine daha yakın olduğunu tesbit etmek ve daha sonra tesbit edilen yöntemle elde edilen eluatı kullanarak gerçek sızıntı suyuna uygulanacak arıtma yöntemini bulmaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Deney Düzenegi

Araştırmada, düzenli depolama alanını simüle eden, Şekil 1'de gösterilen reaktörlerden ikisi kullanılmıştır. Reaktörler 3 mm kalınlıktaki çelik plakalardan yapılmış olup, evsel katı atıkla doldurulmuş ve düzenli depolama alanı şartlarında çalıştırılmıştır. Reaktörlerin yüksekliği 4,8 metre, çapı 1 metre ve hacmi 3,8 m³'tür. Reaktörlerin üst kısmında katı atıkların reaktörlere doldurulabilmesi için 60x60 sm ebadında kapaklar vardır. Ayrıca reaktörlerin yan yüzlerinde reaktörlerin içinden, değişik seviyelerden örnek alınabilmesi için 30x30 sm'lik kapaklar vardır. Kapakların etrafı elastik kauçuk bantlarla ve izolasyon malzemeleriyle kaplanarak sızıntı suyunun ve gazın sızması önlenmiştir.



Şekil 1. Araştırmada kullanılan reaktörler

Reaktörlerin iç çeperleri epoksi boya ile boyanmış, vanaların tıkanmasını önlemek için iki santimetrelük delikleri olan çelik ızgara reaktörlerin alt kısmına yerleştirilmiştir. Reaktörlerin alt ve üst kısmına 0,5 inç çaplı dairesel vanalar konarak sızıntı suyu ve gaz deşarjları kontrol altına alınmıştır. Reaktörlerin üst kısmına, reaktörlerin içindeki sisteme boru ile bağlanan konik bir huni yerleştirilerek sızıntı suyunun ve yağmur sularının rahatlıkla geri dönüştürülmesi sağlanmıştır. Atılacak katı atıkların alınabilmesi için reaktörlerin ön cephesine 150x80 sm'lik bir kapak yerleştirilmiştir. Reaktörlerin etrafındaki çelik plaka emniyet açısından 90 sm'lik çelik çitle çevrilmiştir.

Katı atıklar reaktörlere vinçle doldurulmuştur.

2.2. Kullanılan Malzemeler

Araştırmada İstanbul'da Beşiktaş yöresinden toplanan evsel atıklar kullanılmıştır. Düzenli depolama alanını temsil eden reaktörler değişik tarihlerde bu atıklarla doldurulmuştur. Kullanılan

atıkların özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de verilen özellikler, başka araştırmacıların yaptıkları araştırmalarda tespit ettikleri katı atık kompozisyonları ile uyumludur [11, 12].

Çizelge 1. Birinci ve ikinci dolumda reaktörlere yerleştirilen katı atıkların kompozisyonu

Bileşenler	Birinci dolum (%)	İkinci dolum (%)
Nem	59,00	71,00
Yemek artıkları	82,78	81,60
Kâğıt ve karton	8,22	7,20
Plastik ve naylon	6,56	7,30
Cam	0,22	0,10
Tekstil	0,72	1,30
Metal	1,50	2,50

Birinci ve ikinci dolumlarda kullanılan atıkların nem oranlarındaki farklılık, ikinci dolum için kullanılan atıkların toplanmasından bir gece önce yağın şiddetli yağmurdan kaynaklanmaktadır. Katı atıklardaki yüksek nem oranı reaktörde atıkların doldurulmasından hemen sonra çok miktarda sızıntı suyu oluşmasına neden olmuştur.

Araştırmada eluat hazırlanmasında sentetik sızdırma çözeltisi kullanılmıştır (0,008 m pirogalol, 0,024 m demir sülfat, 0,15 m sodyum asetat, 0,050 m gliserin, pH=4,5). Birçok araştırmacı yaptıkları araştırmalarda eluat hazırlanmasında gerçek sızıntı suyu yerine sentetik sızdırma çözeltisi kullandıkları için bu araştırmada da aynı yöntem uygulanmıştır.

2.3. Yöntem

Beşiktaş yöresinden toplanmış katı atıklar doğrudan Boğaziçi Üniversitesi'nin bahçesine getirilerek araştırma için ayrılmış alana dökülmüş, atıkların içindeki plastik torba, metal kutu gibi atıklar ayıklandıktan sonra atıkların kompozisyonunu belirlemek için beş torbaya 2-5 kilo atık doldurularak laboratuvara analizlerinin yapılması için getirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Geri kalan katı atıklar vinç yardımı ile reaktörlere doldurulmuş, hiçbir sıkıştırma yapılmamıştır. Reaktörler birincisi sonbahar, ikincisi kışın olmak üzere iki kez doldurulmuştur. Birinci dolumda Reaktör 1 (R-1) yarısına kadar doldurulmuş ve üzeri 10 sm toprakla örtülmüştür. Reaktör 2 (R-2) kapatılmış düzenli deponi alanını temsilen tamamen atıklarla doldurulmuştur. Birinci dolum sonbaharda yapılmış, ikinci dolum ise birinci dolumdan 166 gün sonra kış ortasında gerçekleştirilmiştir. İkinci dolumda yarıya kadar doldurulmuş olan R-1, tamamen atıklarla doldurulmuş ve üzeri 10 sm toprakla örtülmüştür. Araştırma 230 gün devam etmiştir.

Birinci ve ikinci dolumdan sonra reaktörlerde oluşan sızıntı suyu alınarak hacimleri ölçülmüştür. Sızıntı suyu örneklerinden ikişer litre alınarak analizi yapılmış, BOİ, KOİ, pH ve 11 metal ile inorganik madde miktarları tesbit edilmiştir. Sızıntı suyu analizleri "Standard Methods for the Water and Wastewater Analyses"de verilen yöntemlere göre yapılmıştır [13].

Analiz için gerekli olan sızıntı suyu örneği alındıktan sonra geriye kalan sızıntı suyu pompa ile reaktörlere geri dönüştürülmüştür. Yağmur yağmasından sonra da reaktörlerin üstündeki konik hunide toplanmış olan yağmur suları da reaktörlerin içine akıtılmıştır.

Reaktörlere doldurulan aynı katı atıklardan örnekler alınarak ABD Çevre Ajansı'nın önerdiği SLT, IUCS 48 saat çalkalama testi, Minnesota testi ve Avrupa Birliği'nin önerdiği DIN 38414-S4 testi ile eluatlar hazırlanmıştır [6-8,14-15]. Eluat hazırlama yöntemleri Çizelge 2'de özetlenmiştir. Elde edilen eluatlarda BOİ, KOİ, pH ve 11 metal ile inorganik madde analizleri yapılmış, elde edilen sonuçlar reaktörlerde oluşan sızıntı suyunun analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2. Eluat testlerinin özeti

	SLT Testi	IUCS 48 Saat Çalkalama Testi	Minnesota Testi	DIN 38414-S4 Testi
Sızıntı solüsyonu	Yapay sızıntı suyu veya distile, deiyonize su	Distile su	Distile su veya asetik tampon çözeltisi pH=4.5	Distile su
Katı/sıvı oranı	Değişken	1/4	1/4	1/10
Elüsyon periyodu	24 saat	48 saat	24 saat	24 saat
Elüsyon sayısı	3	4	1	1
Sıcaklık	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Çalkalama tekniği	Yavaş döndürme	Öne arkaya çalkalama	60 sn. çalkalama, 24 saat bekleme, 60 sn. çalkalama	Sürekli yavaş karıştırma (2 litrelik beherde)

3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

3.1. Sızıntı Suyu Özellikleri

Reaktörlerde oluşan sızıntı sularının belli aralıklarla hacmi ölçülerek, özelliklerinin tespiti için analizi yapılmıştır. R-1 ve R-2'de oluşan sızıntı sularının hacmi ve analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 3 ile Şekil 2 ve 3'te sunulmuştur. R-1 ve R-2'de oluşan sızıntı sularındaki metal ve inorganik madde konsantrasyonları ise sırasıyla Şekil 4 ve 5'te verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiği zaman her iki reaktörde oluşan sızıntı suyunun hacminde önceleri belirli bir düşüş olduğu, daha sonra belli bir süre sabit kaldığı ve sonradan araştırmanın 167'nci gününden sonra tekrar artmaya başladığı görülmektedir. R-1'de oluşan sızıntı suyunun hacmi araştırmanın sonuna kadar artmaya devam etmiş, R-2'de oluşan sızıntı suyunun hacmi ise 230'uncu günden sonra azalmaya başlamıştır.

Sızıntı sularının hacimlerinin belli bir süre (11'inci gün – 156'ncı gün arası) sabit kalmasının nedeni hava sıcaklığının düşük olmasından dolayı katı atıkların dekompozisyonunun yavaşlamasıdır. 167'nci günden sonra yağın şiddetli yağmur sonucu yağmur sularının reaktörlerin içine girmesi her iki reaktörde oluşan sızıntı sularının hacminin artmasına neden olmuştur. 167'nci günden sonra artan hava sıcaklığı ile R-1'e doldurulan yeni katı atıkların dekompozisyonu sonucu sızıntı suyu hacminde sürekli artış gözlenmiştir. İkinci reaktöre (R-2) yeni katı atık doldurulmadığı ve reaktördeki katı atıkların dekompozisyonu kararlı duruma geldiğinden dolayı bu reaktörün sızıntı suyunun hacminde azalma görülmemiştir.

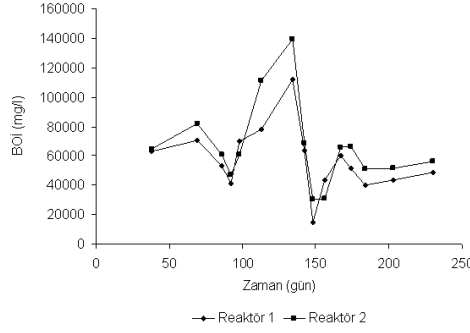
Diğer bir gözlem ise reaktörlerin ikinci dolumuna kadar, reaktörlerde oluşan sızıntı sularının hacminde hemen hemen aynı şekilde değişim oluştuğudur.

Araştırmanın 167'nci günü reaktör 2'ye yağmur sularının girmesi ile katı atık miktarı aynı kalmasına rağmen, sızıntı suyu hacminin birim ağırlık katı atık miktarına olan oranı artmıştır. Zamanla, bozunan katı atıkların aşağıya doğru süzülen sızıntı sularını absorplaması neticesi sızıntı suyu hacminde belli bir azalma olmuştur.

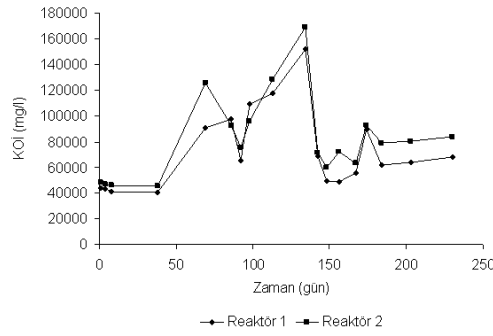
Çizelge 3'teki veriler incelendiği zaman, her iki reaktörde oluşan sızıntı sularının pH değerlerinin 2,55-6,13 arasında olup paralellik gösterdiği görülmektedir. Her iki reaktörün BOİ ve KOİ değerlerinde de aynı eğilim olduğu Şekil 2 ve 3'te görülmektedir.

Çizelge 3. Reaktör 1 ve 2'de oluşan sızıntı sularının hacmi ve analiz sonuçları

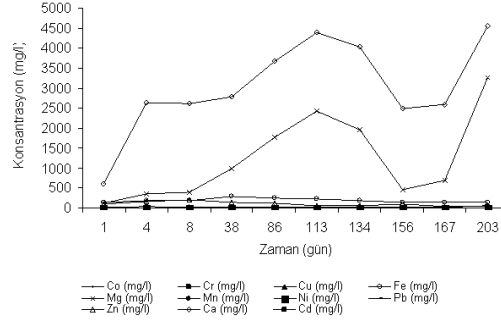
Gün	Hacim (l)		pH		BOİ (mg/l)		KOİ (mg/l)	
	R-1	R-2	R-1	R-2	R-1	R-2	R-1	R-2
1	45	82	2,55	3,03	<11850	<11850	43670	47970
4	50	85	2,60	4,01	<11850	<11850	43000	46820
8	52	85	3,25	4,90	<11850	<11850	41120	46100
38	53	87	5,18	5,01	62833	64833	40713	45619
69	53	87	6,17	6,11	70667	82167	90388	125411
86	50	81	6,15	6,09	53333	60750	97528	92772
92	46	76	5,84	5,80	41167	47250	65211	75578
98	40	70	5,90	5,80	69833	61000	109136	96311
113	40	70	5,78	5,72	77750	111333	117411	128400
134	40	68	5,77	5,75	111667	139333	151842	168700
142	40	68	5,66	5,70	63667	69000	68763	71227
148	40	65	5,98	5,71	15000	30250	49485	59837
156	40	65	5,94	5,70	43833	30750	48838	71904
167	50	80	5,68	5,72	60167	66167	55521	63004
174	50	85	5,82	6,13	51833	66500	89273	92414
184	50	85	5,32	-	40167	50833	61773	79265
203	55	82	5,52	6,02	43867	51462	63805	80249
230	60	77	5,60	5,93	49000	56167	67997	83534



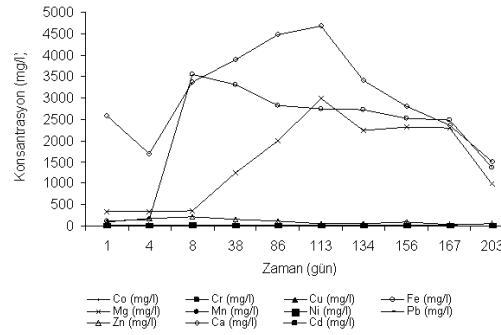
Şekil 2. Reaktör 1 ve 2'de oluşan sızıntı suyunun BOİ değerleri



Şekil 3. Reaktör 1 ve 2'de oluşan sızıntı suyunun KOİ değerleri



Şekil 4. Reaktör 1'de oluşan sızıntı suyundaki metal ve inorganik maddelerdeki konsantrasyon değişimi



Şekil 5. Reaktör 2'de oluşan sızıntı suyundaki metal ve inorganik maddelerdeki konsantrasyon değişimi

Sızıntı sularının metal analiz sonuçları Şekil 4 ve 5'te verilmiştir. Bu şekiller incelendiği zaman her iki reaktörün sızıntı sularındaki hâkim elementlerin Ca, Fe, Mg, Zn ve Mn olduğu görülmektedir. Konsantrasyonlardaki değişiklikler incelendiğinde zamanla bu elementlerin konsantrasyonlarının azaldığı, ancak R-1'in sızıntı suyunda ikinci dolumdan sonra metal konsantrasyonlarında biraz artış olduğu görülmektedir. Her iki reaktörün sızıntı sularındaki Fe konsantrasyonundaki farklılık ise R-2'nin epoksi boyasının bozulmasından ileri gelmektedir.

3.2. Eluatların Özellikleri

Dört metotla hazırlanan eluatlardan örnekler alınarak, analizleri yapılmış, BOİ, KOİ, pH ve 11 metal ile inorganik madde değerleri belirlenmiştir. Eluat analizlerinin sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Her yöntemde bir kaç elüsyon alınmış, eluatın kaçınıcı elüsyon olduğu yöntemin yanındaki rakamla belirtilmiştir.

Çizelge 4'teki veriler incelendiği zaman, SLT 3'üncü elüsyonun BOİ değerlerinin diğer eluatlarından daha yüksek olduğu, SLT 2'nci elüsyonun ise KOİ değerlerinin diğerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bütün eluatların pH değerleri birbirine çok yakın olmakla beraber, en yüksek pH değeri Minnesota Testi ile elde edilen eluata aittir.

Çizelge 4. Eluatların pH, BOİ ve KOİ konsantrasyonları

Test	Birinci dolun			İkinci dolun		
	pH	BOİ (mg/l)	KOİ (mg/l)	pH	BOİ (mg/l)	KOİ (mg/l)
Minnesota Testi	5,56	43666	47726	5,56	26500	29837
DIN 38414-S4	5,09	28166	33540	5,09	35333	42681
IUCS-Test 1	5,01	10500	13211	4,91	34667	43675
IUCS-Test 2	4,91	17083	29563	5,02	47167	59025
IUCS-Test 3	5,32	14333	23941	5,20	14833	17827
IUCS-Test 4	5,20	13875	16273	5,32	7000	9865
SLT Test 1	5,21	48218	52310	5,22	35500	37589
SLT Test 2	5,22	55426	56320	5,15	42500	45868
SLT Test 3	-	63198	65715	4,67	59667	64350

Eluatlardaki hâkim metal ve inorganik maddeler sızıntı sularında da olduğu gibi Ca, Fe, Mg, Mn ve Zn'dir. Minnesota Testi ile elde edilen eluatların Co ve Ni konsantrasyonları ise sızıntı suyu değerlerine oldukça yakındır.

DIN 38414-S4 yöntemiyle elde edilen eluatların Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mg ve Ni konsantrasyonları sızıntı suyu değerlerinden daha yüksektir. IUCS 48 saat çalkalama yöntemi ile elde edilen ikinci elüsyondaki Cd, Cr, Mg ve Ni değerleri sızıntı suyu değerlerine diğer eluatlarından daha yakındır. SLT testi ile elde edilen eluatların Ca, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn değerleri ise sızıntı suyu değerlerine çok yakındır.

Sayfa kısıtlamasından dolayı sızıntı suyu ve eluatların tablo ve grafikleriyle detaylı karşılaştırılması bu tebliğde verilememiştir.

4. SONUÇ

Araştırma sonuçları, reaktörlerde oluşan sızıntı sularının BOİ, KOİ ve Ca, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn değerlerine en yakın değerlere sahip olan eluat SLT-3 testi ile elde edilen eluatır. Bu sonuç aynı alanda yapılan araştırmalarla da uyumludur [6,14-15]. Minnesota, IUCS 48 Saat Çalkalama ve DIN 38414-S4 Testleri ile elde edilen eluatların ise sadece birkaç parametreleri sızıntı suyuna benzerlik göstermektedir.

Araştırmanın sonuçları eluatların, özellikle SLT-3 testi ile elde edilen eluatın kullanılarak sızıntı suyu arıtma tesisi tasarımının yapılabileceğini göstermiştir. Elde edilen eluatın verileri güvenli olup, bu verilerle arıtma tesisinin tasarlanması ve inşa edilmesi sonucu önemli bir çevre sorunu ortadan kaldırılmış olacak, çevre ve su kaynakları korunacaktır.

Acknowledgement / Teşekkür

Yazarlar Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na (Proje No: 95Y0046) ve TÜBİTAK'a projenin gerçekleşmesi için vermiş oldukları katkıdan dolayı teşekkür ederler.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Kylefors K., Andeas L., Lagerkvist A., "A comparison of small-scale, pilot-scale and large-scale tests for predicting leaching behavior of landfilled wastes", Waste Management, 23, 45-59, 2003.
- [2] Öman C.B., Junestedt C., "Chemical characterization of landfill leachates-400 parameters and compounds", Waste Management, 28(10), 1876-1891, 2008.

- [3] Canziani R., Cossu R., "Landfill hydrology and leachate production", in: Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact, Christensen T.H., Cossu R., Stegmann R., Eds., Academic Press Ltd., London, 1989.
- [4] Andreottola G., Cannas P., "Chemical and biological characteristics of landfill leachate", in: Landfilling of Waste: Leachate; Christensen T.H., Cossu R., Stegmann R., Eds., Elsevier Science Pub. Ltd., Northern Ireland, 1992, 65-87.
- [5] Christensen T.H., Kjeldsen P., Bjerg P.L., et.al., "Review, biogeochemistry of landfill leachate plumes", Applied Geochemistry, 16, 659-718, 2001.
- [6] Ham R.K., Anderson M.A., Stegmenn R., et.al., "Comparison of three waste leaching tests; Executive Summary", Wisconsin University, Medison Dept. of Civil and Environmental Engineering, EPA/600/8-79/001, May 1979.
- [7] Ham R.K., Anderson M.A., Stegmenn R., et.al., "Background study on the development of a standard leaching test", Wisconsin University, Medison Dept. of Civil and Environmental Engineering, EPA/600/2-79/109, May 1979.
- [8] Sezer U., "Treatability study of the leachate of İzmir Harmandalı Sanitary Landfill", Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, 1994.
- [9] Laine-Ylijoki J., Syrja J.J., Wahlstrom M., "Biodegradability: testing of the municipal solid waste reject", Nordtest VTT. Processes, Espoo, 2004.
- [10] Watson-Craik I.A., Sinclair K.J., James A.G., et.al., "Studies of the refuse methanogenic fermentation by use of laboratory systems", Water Science and Technology, 27(2), 15-24, 1993.
- [11] Özkaya B., Demir A., Baştürk A., ve diğerleri, "Investigation of leachate circulation effects in Istanbul Odayeri Sanitary Landfill", Journal of Environmental Science and Health - Part A, 39(4), 873-883, 2004.
- [12] Curi K., Ekinci E., Kocasoy G., "Katı Atıkların ve Tıbbi Atıkların Yönetimi", Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, 1998, Ankara.
- [13] APHA, AWWA, WPCF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20th edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA, 1998.
- [14] Lowenbach W., "Compilation and evaluation of leaching test methods", Mitre Corp., Mclean, VA, EPA/600/2-78/095, May 1978.
- [15] Svensson B.M., Martensson L., Mathiasson L., et.al., "Leachability testing of the metallic wastes", Waste Management and Research, 23(5), 457-467, 2005.