



I. ULUSAL ARITMA ÇAMURLARI SEMPOZYUMU, AÇS2005
23-25 Mart 2005, İzmir

ARITMA ÇAMURLARININ BERTARAFINDA KİREÇ KULLANIMI

Adnan Akyarlı, Hüseyin Şahin
Egebiyoteknoloji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
Şehit Nevres Bulvarı No:3/7, Alsancak, 35210, İzmir
E-posta: adnanakyarli@egebiyoteknoloji.com, huseyinsahin@egebiyoteknoloji.com

ÖZET

Atıksuların arıtım işleminden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan ham çamurların alıcı ortamlara verilebilmeleri için stabilize edilmeleri gerekmektedir. Ham çamurların stabilize edildikten sonraki aldığı isim biyokatıdır. "Biyokatı" tanımı, "arıtma çamuru" ve "işlenmiş arıtma çamuru" ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Biyokatıların arazide kullanımlarına izin verilmeden önce stabilizasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanmalıdır. Arıtma çamurları patojenleri azaltmak veya gidermek; istenmeyen kokuları gidermek; potansiyel organik bozunmayı azaltmak, engellemek veya bu riskten kurtulmak amacıyla stabilize edilirler. Kireç, çamurun suyunu verme özelliklerini geliştirmek için kullanıldığı gibi, çamur stabilizasyonu amacıyla da kullanılmaktadır. Bu yöntemde çamura, pH değerini 12 veya daha yukarı çıkaracak miktarda kireç ilave edilir. Yüksek pH, mikroorganizmalar için uygun olmayan bir ortam oluşturur. Bunun sonucu olarak da çamur ayrışmaz, koku kaybolur ve sağlık riskleri oluşmaz. Avrupa Birliği arıtılmış çamurun arazide geri kullanımını önermektedir. Bu bağlamda, kireç ile ileri arıtma, arıtma çamurlarının, güvenli ve çevreyle dost değerli bir gübre ve toprak düzenleyici olmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arıtma çamuru, Biyokatı, Stabilizasyon, Kireç

LIME IN SEWAGE SLUDGE TREATMENT

ABSTRACT

Raw sludge, which consists of non-dissolved residual partition that remains after waste water treatment, must be stabilized before being discharged into the receiving media. Stabilized raw sludge is named as "bio-solids". The term "bio-solid" is used in place of "treatment sludge" or processed treatment sludge". Biosolids must be stabilized and disinfected before they are allowed to be used in agriculture. Treatment sludges are stabilized to reduce pathogenic organisms and disturbing odor and to reduce, prevent or avoid the risk of organic dissimilation. Lime is used both to reduce water content and stabilize sludge. In this method, necessary amount of lime to increase pH of sludge up to 12 or above is added into the sludge. High pH constitutes a non-suitable environment for microorganisms. As a result of this, sludge does not decompose, odor reduces and hygienic risks are avoided. The European Union suggests re-use of treatment sludges in agriculture. In this means, advanced treatment using lime, transforms treatment sludges into a reliable and environment-friendly fertilizer and soil conditioner.

Keywords: Sewage Sludge, Biosolid, Stabilization, Lime

GİRİŞ

Giderek yaygınlaşan atık su arıtma tesislerinden çıkan ve organik kökenli bir gübre olarak kullanılabilir biyokatıların elden çıkarılması gereken bir atık değil de toprağı ıslah eden, üretimi arttıran ve erozyonu da önleyebilen bir kaynak olduğu bilinci, sürdürülebilirlik kavramı için bir örnek oluşturmaktadır.

Çamur çevre için bir yük, çevreye atılacak bir malzeme olmaktan çıkartılarak çevredeki yaşam döngüsünün içine dahil edilmiş bir malzeme haline dönüştürülmektedir.

BİYOKATI KAVRAMI

Atık suların arıtım işleminden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan ham çamurların alıcı ortamlara verilebilmeleri için stabilize edilmeleri gerekmektedir. Ham çamurların stabilize edildikten sonraki aldığı isim biyokatıdır. "Biyokatı" tanımı, "arıtma çamuru" ve "işlenmiş arıtma çamuru" ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (Bilgin vd., 2002).

Avantajları:

- Biokatılar bünyelerinde dirençli organik bileşikleri ve bitki gelişimi için gerekli makro ve mikro besin elementlerini bulundurmaktadırlar.
- Azot ve fosfor içerikleri biyokatıların gübre değerini ortaya koymakta, organik madde değeri de bu maddenin toprak ıslah etme açısından ayrı bir önem taşıdığını göstermektedir.
- Toprağın su tutma kapasitesi artar.
- Gözenekli ve geçirgen toprak yüzeyi oluşur ve bu da filtrasyonu arttırarak yüzey akışını azaltır. Kurak alanlarda sulama sıklığı azaltılarak, toprağın daha fazla su tutması sağlanır.
- Toprak erozyonu azalır.
- Katyon değişim kapasitesi artar.

Dezavantajları:

Çevreye zararlı olabilecek potansiyel toksik elementleri, patojen mikroorganizmaları ve patojenik mikroorganizmaların yumurtalarını içerebilmektedir. Yüksek miktarda potansiyel toksik element içerebilen biyokatıların gübre olarak tarım arazilerinde kullanılmaları kısıtlanmaktadır. Ayrıca patojenleri giderilmemiş biyokatıların kullanımı ile, halk sağlığı açısından olası risklerin görülmesi söz konusu olabilir.

NEDEN ÇAMUR STABİLİZASYONU ?

Biyokatıların arazide kullanımlarına izin verilmeden önce stabilizasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanmalıdır. Arıtma çamurları patojenleri azaltmak veya gidermek; istenmeyen kokuları gidermek; potansiyel organik bozunmayı azaltmak, engellemek veya bu riskten kurtulmak amacıyla stabilize edilirler.

ÇAMUR STABİLİZASYON YÖNTEMLERİ

1. Anaerobik Çürütme

Organik maddenin oksijensiz ortamda mineralize olması (bozunması) işlemi olarak tanımlanır. İki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada organik maddeler organik asitlere, ikinci aşamada ise organik asitler metan ve karbondioksite dönüştürülerek biyogaz oluşmaktadır. Oluşan biyogaz, tesisin işletilmesi için gerekli ısı ve elektrik enerjisini sağlamada kullanılmaktadır.

2. Aerobik Çürütme

Oluşan çamurların, yeterli oksijenin sağlandığı koşullarda biyolojik stabilizasyonu için kullanılan bir yöntemdir. Aerobik proseslerin işletilmesinde; sıcaklık, bekleme süresi, oksijen gereksinimi, karıştırma ve ortam pH'ı gibi faktörler denetim altında tutulmalıdır.

3. Kompostlama

Aerobik bir işlemdir. İyi işletilen bir sistemde organik maddenin bozunması sırasında sıcaklık 70 °C' ye çıkartılarak, patojen bakterilerin yok olması sağlanabilir.

4. Kurutma

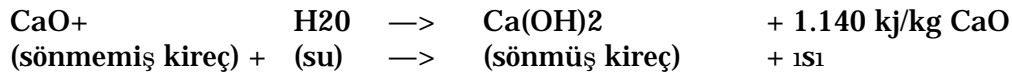
Biyokatı içerisindeki suyun buharlaştırılması ve nem içeriğinin azaltılması dışında patojen gideriminin sağlanması avantajı ile termal kurutma yöntemi son yıllarda önem kazanmıştır. Termal kurutma; çamurun nem içeriğini % 10 veya daha altına indirmek için doğrudan veya dolaylı olarak ısı kaynağı ile teması olarak tanımlanır. Hem çamur taneceklerinin, hem de kurutucudan çıkan gazın sıcaklığı 80 °C' yi aşmaktadır

5. Kireç İle Stabilizasyon

Kireç, çamurun suyunu verme özelliklerini geliştirmenin yanı sıra çamur stabilizasyonu amacıyla da kullanılmaktadır. Bu yöntemde çamura, pH değerini 12 veya daha yukarı çıkaracak miktarda kireç ilave edilir. Yüksek pH değeri, mikroorganizmalar için uygun olmayan bir ortam oluşturur. Bunun sonucu olarak da çamur ayrılmaz, koku kaybolur ve sağlık riskleri oluşmaz (Filibeli, 2002).

İşlemden sönmüş kireç kullanılabileceği gibi, sönmemiş kireç de kullanılabilir ve bu durumda, açığa çıkacak ısıdan yararlanılarak kısmi bir kurutma ve etkili bir pastörizasyon işlemi de gerçekleştirilebilir.

Kireç sönmesi egzotermik (ısı veren) bir reaksiyondur



ve bu işlem sonucunda 1 kg CaO, 0,607 kg (OH)⁻ alkalitesi meydana getirmektedir

Çamur ve sönmemiş kirecin homojen karışımı sırasında sönmemiş kireç çamurun bünyesindeki su ile tepkimeye girmektedir. Sönmemiş kireç kendi ağırlığının %32' si kadar su alarak sönmüş kireç formuna dönüşmekte; bunun sonucunda önemli ölçüde kurutma etkisi gerçekleşmekte ve sıcaklık yükselmektedir.

Uluslararası bilimsel araştırmalar kireç ile stabilizasyon sürecinin, birçok bakteri, virüs ve hatta dirençli parazitleri (askarit yumurtaları gibi) ihmal edilebilir seviyelerin altına düşürdüğünü kanıtlamıştır.

Araştırma sonuçları, kireç/çamur reaksiyonu sonucu oluşan yüksek pH veya yüksek sıcaklık etkilerine dayandırılmıştır. Son dönemdeki laboratuvar ve endüstriyel ölçekteki araştırmalar da, sönmemiş kirecin çamur ile reaksiyonu sonucu oluşan yüksek pH ve yüksek sıcaklığın etkilerine yönelmiştir (EULA, ...).

Arıtma çamurlarının kireç ile stabilizasyonunda üç yöntem kullanılmaktadır:

1. Susuzlaştırmadan önce çamura kireç ilavesi (kireç ile ön arıtma)
2. Susuzlaştırmadan sonra çamura kireç ilavesi (kireç ile son arıtma)
3. İleri kireç stabilizasyon teknolojileri

Susuzlaştırmadan Önce Çamura Kireç İlavesi

Hem sıvı çamurun doğrudan araziye verilerek bertarafı; hem de çamur yoğunlaştırma ve stabilizasyon proseslerinin beraberce kullanılarak susuzlaştırmayı kolaylaştırması açısından bu yöntem kullanılmaktadır. İlk durum için, çamur hacminin yüksek olması deponi alanlarında bertaraf maliyetini yükseltir. Bu da kirecin susuzlaştırmadan önce kullanılmasını sadece küçük ölçekli arıtma tesisleri için uygun kılmaktadır.

Susuzlaştırmadan Sonra Çamura Kireç İlavesi

Bu işlemde, sönmüş veya sönmemiş kireç suyu alınmış çamur ile pedallı karıştırıcıda veya bantlı konveyörde ortam pH'ını yükseltmek için karıştırılır. Genellikle sönmemiş kireç tercih edilmektedir. Çünkü; sönmemiş kireç ve suyun tepkimesi ekzotermiktir ve açığa çıkan ısı etkisi ile karışımın sıcaklığı 50 °C' nin üzerine çıkar. Bu sıcaklık da mikroorganizmaların inaktive olması için yeterli bir sıcaklıktır. Uygun karıştırma bu sistem için çok kritiktir.

İleri Kireç Stabilizasyon Teknolojileri

Bu bağlamda geliştirilen yöntemlerin esası: pH değerinin öngörülen belirli bir süre için 12 değerinin üstünde tutulması ve /veya çamur sıcaklığının belirli bir değere ulaşmasının sağlanmasıdır.

İleri arıtma için öngörülen koşullar şu şekilde verilmektedir:

- 75 dakika boyunca 55 °C ve 12 pH dan büyük değerler için kuru maddenin 50-90 % kadar sönmemiş kireç eklemek
- Çamur kuru maddesinin 20-40 % kadar sönmemiş kireç veya eşdeğerinde sönmüş kireci 3 ay boyunca pH 12 den büyük olacak şekilde eklemek

N-Viro:

N-viro prosesi, çamur ve çimento fırını tozunun (cement kiln dust: CKD) harmanlanması ile A sınıfı biyokatı elde etmek için geliştirilmiş patentli bir prosestir. Çimento fırını tozu, çimento sanayinin bir yan ürünüdür ve içerdiği kalsiyum, çamur içerisindeki su ile tepkimeye girerek karışımın pH ve sıcaklığını yükseltir. Çamur ve CKD yaklaşık 1:2 oranında karıştırılır. Bu oran bertaraf edilmesi gereken biyokatı miktarını iki katına çıkarır.

En-vessel Pastörizasyonu (RDP) :

Bu proseste kireç ilavesinin yanı sıra ısıtma işlemi de yapılarak çamurun A sınıfı biyokatı kriterlerine ulaşmasını sağlayan pH ve sıcaklık değerlerine ulaşılması esastır. Bu amaçla: susuzlaştırılmış çamur keki kireç ile termal bir karıştırıcıda harmanlanarak ısıtılır. Daha sonra ise, sıcaklık 70 C' ye çıkarılarak pastörizasyon işlemi gerçekleştirilir. Pastörizasyon ünitesi, yavaş hareket eden, ısıtılmış ve kapalı bir konveyorden oluşmaktadır.

Biofix:

Biofix prosesi; çamurun pH değerini kireç ilave ederek, sıcaklığını ise sulfamik asit ekleyerek yükselten patentli bir stabilizasyon prosesidir. İstenilen sonuçlar en az 2-3 bar basınç altında karışımın hazırlanması ile elde edilir. %50 kireç ile az miktarda sulfamik asit çamur ile karıştırılır ve daha sonra bekleme tankına pompalanır. Burada stabilizasyon için gerekli bekleme zamanı sağlanır.

Kireç ile Stabilizasyonun Avantajları:

- Kullanıma açık ve satılabilir ürün oluşumu sağlar .
- Stabilize edilmiş çamurda yeniden patojen oluşma riski yoktur.
- Koku giderilir, sinek oluşumunu azaltır.
- Düşük yatırım maliyeti, küçük alan gereksinimi vardır.
- Güvenilir operasyon için basit teknoloji ve az beceri yeterlidir.
- İnşası kolay, parçaları kolayca elde edilebilir.
- Katı madde içeriği artar, yapıyı geliştirir işleme ve yayma özelliklerini geliştirir.
- Kalsiyum hidroksit ve organik madde toprak yapısını geliştirir, bitki büyüme potansiyeli artar.

Kireç ile Stabilizasyonun Dezavantajları:

- Elde edilen ürün her toprak için kullanıma uygun olmayabilir.
- Diğer stabilizasyon yöntemlerine kıyasla, (örneğin çürütme) taşınması gereken biokatı hacmi %15 ile %50 arasında artar ve bu da daha fazla taşıma maliyetine neden olur.
- Koku oluşum riski hem proses sırasında hem de arazide uygulanması sırasında vardır.
- Toz oluşum potansiyeli vardır.
- Eğer son ürün kullanılmadan önce saklanırsa ve pH değeri 9.5'in altına düşerse tekrar patojen oluşma riski söz konusudur.

Dizayn Kriterleri:

- Beslenen çamurun katı madde içeriği
- İstenen sonuçlar (A veya B sınıfı), karışma süresini ve gerekli kireç miktarını belirler.
- Tesiste koku kontrol ekipmanı
- Depolama için gerekli alan şeklindedir.

Gerekli Ekipmanlar:

- Çamur besleme yada taşıma mekanizması
- Kireç deposu
- Kireç transfer konveyörü
- Koku ve toz azaltımı için emisyon kontrol mekanizmasıdır

Tablo 1. B sınıfı biokatı eldesi için genel dizayn parametreleri (Kaynak: National Lime Association)

Parametre	Dizayn kriteri
Kireç dozu	Katı madde içeriği % 20 olan 1 kg çamur için 0.25 kg kireç.
Karıştırıcıda alıkonma süresi	1 dakika
Bekleme tankında Alıkonma süresi	30 dakika

Tablo 2. B sınıfı Biokatı stabilizasyon proseslerinin, yatırım ve işletme maliyetleri açısından karşılaştırılması (0,22 L/s genişleme olan bir tesiste,)(Kaynak: National Lime Association)

Tanımlama	Aerobik Çürütme	Anaerobik Çürütme	Kireç Stabilizasyonu
Ekipman	608.300 \$	658.400 \$	327.200 \$
Yapılar	1.129.600 \$	947.300 \$	92.300 \$
Toplam	1.737.900 \$	1.605.700 \$	419.500 \$
KDV (%20)	348.000 \$	321.000 \$	84.000 \$
Yatırım ara toplamı	2.085.900 \$	1.929.700 \$	503.500 \$
Müteahhit, işletme, kar (%8)	167.000 \$	154.000 \$	40.000 \$
Mühendislik (%15)	313.000 \$	289.000 \$	76.000 \$
Toplam yatırım	2.565.900 \$	2.369.700 \$	619.500 \$
Yıllık işletme maliyeti	62.500 \$	131.500 \$	77.500 \$
Yatırımın yıllık maliyet eşdeğeri	662.000 \$	1.393.000 \$	821.000 \$
Toplam değer	3.227.900 \$	3.762.700 \$	1.440.500 \$
Yıllık ekipman artış (\$/ton kuru madde)	88 \$	103 \$	39 \$

Tablo 3. B sınıfı Biokatı stabilizasyon proseslerinin işletme şartlarına göre karşılaştırılması (Kaynak: National Lime Association)

	Aerobik Çürütme	Anaerobik Çürütme	Çamur Stabilizasyonu
İşletme Koşulları	Kompleks bir sistemdir; köpük problemi vardır; soğuk hava koşulları verimi düşürebilir	Yeterli performans sağlayabilmek için operatör müdahalesi şarttır; çıkış gazının korozyon etkisi vardır; çok fazla bakım gerektirir; metan gazı yakıt olarak kullanılabilir	Basit bir sistemdir, bu nedenle değişiklik yapmak kolaydır; uygun kireç kullanımı
Alan İhtiyacı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Arıtılmış Çamur Hacmi	%35-50 uçucu katı azalması	%45-50 uçucu katı azalması	%15-20 kütle artışı
Arıtılmış Çamur Karakteristiği	Anaerobik çürütülmüş çamura göre daha stabildir, mekanik susuzlaştırma uygulaması zordur	Düzensiz susuzlaştırma karakteristiği gösterir; koku problemi vardır	Patojen üremesi gerçekleşebilir; alkali çamur, metalleri immobilize eder ve bitki bünyesine geçmesini engeller; toprağa kireç takviyesi amacıyla kullanılabilir
Proses ve Çamur Koku Özelliği	Az kokulu	Çok kokuludur; H ₂ S ve NH ₄ yan ürünleri oluşur	Az kokulu; NH ₄ oluşumu gözlenebilir
İlave Arıtma Prosesine Uygunluk	Düşük, termofilik sitemlerin dizaynı gereksinimleri farklıdır	Düşük, termofilik sitemlerin dizaynı gereksinimleri farklıdır	Yüksek, ilave ekipman ihtiyacı yoktur – genellikle daha fazla kireç ilavesi ve daha uzun bekleme süresi yeterlidir

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNDEKİ DURUM

Avrupa Birliği arıtılmış çamurun arazide geri kullanımını önermektedir. Stabilizasyon performansı, parazitlerin (Askarit yumurtaları) ve bakterilerin (Salmonella) ihmal edilebilir seviyelerin altına düşmesi ile geçerli olmaktadır. Bu bağlamda, kireç ile ileri arıtma, arıtma çamurlarının, güvenli ve çevreyle dost değerli bir gübre ve toprak düzenleyici olmasını sağlamaktadır.

Tablo 4. Avrupa Birliği ülkelerinde toplam çamur üretimi ve tarım alanlarında kullanım miktarları

Üye Devletler	Çamur üretimi (ton kuru madde)			tarımda kullanılan çamur miktarı ton kuru madde						arazi kaplamada hektar			
	1998	1999	2000	1998	%	1999	%	2000	%	1998	1999	2000	
Avusturya	399 188	406 696	401 867	43 518	11	38 698	10	40 455	10				
Belçika	Wallonia Bölgesi	15 836	17 967	18 228	13 042	82	9 504	53	10 733	59	-	-	-
	Flemish Bölgesi	63 919	76 699	80 708	16 006	25	5 410	7	0	0			
Almanya	2 228 029	2 263 843	2 297 460	842 497	38	861 631	38	858 801	37	-	-	-	
Danimarka	153 780	155 621	-	96 200	62	95 500	61	-		23 649	22 920	-	
İspanya	716 145	784 882	853 482	353 986	49	413 738	53	454 251	53				
Yunanistan	59 320	60 135	66 335	0		0		0					
Fransa	858 000	855 000	-	554 000	65	552 000	65	-		176 000	176 000	-	
Finlandiya	158 000	160 000	160 000	23 000	14	23 000	14	19 000	12	-	-	-	
İtalya	717 776	728 280	779 220	194 811	27	164 698	23	217 805	28	12 977	5 167	15 711	
İrlanda	37 595	38 551	35 039	5 238	14	8734	23	14 109	40	-	-	-	
Lüksemburg	-	7 000	-	-		5600	80	-		-	1 870		
Hollanda	220	242	-	34	15	36	15	45	-				
Portekiz	121 138	374 147	238 680	41 413	34	65 547	18	37 176	16	-	-	-	
İsveç	221 000	221 000	220 000	26 000	25	56 000	25	35 000	16	13 000	13 000	8 000	
İngiltere	1 045 150	1 105 918	1 066 176	502 200	48	224 924	50	584 233	55	-	-	-	

Tablo 5. Avrupa Birliği ülkelerinde arıtma çamurlarının arazide kullanılmasından önce uygulanan stabilizasyon yöntemleri

	Anaerobik stabilizasyon	Aerobik stabilizasyon	Kireç stabilizasyonu	Kurutma	Kompost	Susuzlaştırma
Avusturya	X	x	x	x		
Belçika	X	x	x	x		
Danimarka	X	x	x		x	
Yunanistan						
Finlandiya	X		x		x	
Fransa	X	x	x	x	x	
Almanya	X	x	x			
İtalya	X	x	x	x		x
İrlanda	X					x
Lüksemburg			x			x
Hollanda	X	x	x	x		
Portekiz						x
İspanya	X				x	
İsveç	X	x	x	x	x	x
İngiltere	X		x	x		x

BİYOKATILAR İÇİN YASAL DÜZENLEMELER

Patojen Seviyeleri

Amerika'da Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından ortaya konan yönetmelik biyokatılları A sınıfı (doğrudan temas için güvenli) ve B sınıfı (arazide bitkisel üretimde kısıtlı kullanıma uygun) olmak üzere iki kategoriye ayırmıştır. EPA tarafından biyokatıllar için öngörülen kural; fekal koliform veya salmonella için konulan üst sınırlarla tanımlanmıştır. Buna göre:

1) A sınıfı biyokatıllarda; <1000 EMS (en muhtemel sayı) fekal koliform / 4 gram (kuru ağırlık) veya <3 salmonella / 4 gram (kuru ağırlık) seviyelerinde bakteri varlığına izin verilmektedir.

2) B sınıfı biyokatıllarda ise fekal koliform sayısının geometrik ortalamasının 2.000.000 EMS/gram (kuru ağırlık) den daha az olması istenmektedir.

Avrupa Birliği ülkeleri tarafından hazırlanmış olan taslak yönetmelikte de, çamura uygulanan stabilizasyon yöntemlerine göre biyokatıllar iki gruba ayrılmıştır. Dezenfeksiyonun sağlanabileceği stabilizasyon yöntemlerinin uygulandığı biyokatıllar "yüksek standart", diğer yöntemler ile stabilize edilen biyokatıllar "geleneksel standart" olarak değerlendirilmektedir.

Yüksek standart biyokatıllarda salmonella spp' nin 50 gram (yas ağırlık) da bulunmaması ve E. koli. değerinin < 500 KOB (koloni oluşum birimi/gram) olması koşulu aranmaktadır.

Ağır Metaller (potansiyel toksik elementler)

Tablo 6. Toprağa uygulanabilecek biyokatıllarda izin verilen ağır metal içerikleri (ppm-kuru madde)

Element	Türkiye T.K.K.Y	AB 86/278/EC	AB Taslak Yönetmelik 2000			Amerika (EPA, 1993)	
	-	-	Önerilen Limit	Orta Vadede Limit (2015)	Uzun Vadede Limit (2025)	Önerilen Limit	Tavan Limit
Kadmiyum(Cd)	40	20-40	10	5	2	39	85
Bakır(Cu)	1750	1000-1750	1000	800	600	1500	4300
Nikel (Ni)	400	300-400	300	200	100	420	420
Kurşun (Pb)	1200	750-1200	750	500	200	300	840
Çinko (Zn)	4000	2500-4000	2500	2000	1500	2800	7500
Krom (Cr)	1200	-	1000	800	600	1200	3000
Civa(Hg)	25	16-25	10	5	2	17	57
Selenyum (Se)						36	100
Arsenik (As)						41	75
Molibden (Mo)						18	75

Haşere üremesi (sadece ABD yönetmeliklerinde var)

Kurutma işlemi uygulandığında çamurun uçucu katı madde içeriği en az %38 oranında azalırsa haşere üremesi engellenmiş olur

Buna karşılık kireç ile stabilizasyonda eklenen kireç aşağıdaki koşulları sağlıyorsa, haşere üremesi engellenmiş demektir

1. pH en az 12 değerine yükselmeli
2. 2 saat boyunca pH değeri en az 12 civarında, daha fazla kireç eklenmeden tutulmalı
3. Daha sonraki 22 saat boyunca pH değeri en az 11.5 olacak şekilde korunmalı

Toksik Organik Bileşikler (sadece AB direktifinde bulunmakta)

Tablo 7. Araziye Uygulanacak Biyokatılarda İzin Verilen Deterjan ve Toksik organik Bileşik Miktarları (ppm-kuru madde)

PCB (poliklorlu bifeniller)	0,8
PAH (polisilik aromatik hidrokarbonlar)	6
AOX(halojenli organik bileşikler)	500
LAS (linear alkil benzen sülfanat)	2600
DEHP (di-ethylhexy phthalate)	100
NPE (nonylphenols ve nonylphenoethoxy)	50

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Gün geçtikçe, “Sürdürülebilir bir kalkınma ve yaşanabilir bir çevre” için ekolojik dengenin korunması adına arıtma tesisi sayısı artmaktadır. Arıtma tesisi sayısı arttıkça oluşacak çamurun, sağlıklı, ekonomik bir şekilde bertarafı ve değerlendirilmesi ön plana çıkmaktadır.

Genelde Dünya’da ve özelde Türkiye’de, oluşan arıtma çamurlarının kökenleri ve özellikleri hakkında sayısal veriler verebilmek oldukça güçtür. Bununla birlikte çığ gibi büyümesi söz konusu olan bir potansiyel vardır ve artış hızı, yerleşim yerlerindeki kanalizasyon şebeklerinin tamamlanmasına ve bunların bir arıtma tesisine bağlanması sürecine bağlıdır.

Arıtma çamurlarına yalnızca kurtulunması gereken bir sorun olarak bakılması çağdaş çevresel anlayışlara uygun olmayan bir yaklaşımdır. Bunun yerine , yüksek organik madde içeriklerine sahip olan bu maddeyi, “*geri değerlendirilebilir katı atık*” olarak algılamak gerekir.

Bugün birçok ülkede biokatıların bir daha kullanılmamak üzere bertarafını öngören yaklaşımlar yerine, sürdürülebilir ve faydalı bir şekilde arazide kullanımına olanak veren uygulamalar yapılmaktadır.

Biyokatıların arazide kullanımlarına izin verilmeden önce stabilizasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanmalıdır. Arıtma çamurları patojenleri azaltmak veya gidermek; istenmeyen kokuları gidermek; potansiyel organik bozunmayı azaltmak, engellemek veya bu riskten kurtulmak amacıyla stabilize edilirler.

Kireç, çamurun suyunu verme özelliklerini geliştirmek için kullanıldığı gibi çamur stabilizasyonu amacıyla da kullanılmaktadır. Bu yöntemde çamura, pH değerini 12 veya daha yukarı çıkaracak miktarda kireç ilave edilir. Yüksek pH mikroorganizmalar için uygun olmayan bir ortam oluşturur. Bunun sonucu olarak da çamur ayrışmaz, koku kaybolur ve sağlık riskleri oluşmaz.

Eşiğinde bulunduğumuz Avrupa Birliği, konuya ilişkin olarak, arıtılmış çamurun arazide değerlendirilmesini önermekte; arıtma çamurlarının güvenli ve çevreyle dost değerli bir gübre ve toprak düzenleyici olmasını sağlayan kireç ile ileri arıtma seçeneğini de, uygulanabilir bir seçenek olarak kabul etmektedir.

Yatırım maliyetleri ve arazide kullanımındaki kolaylık ve sağladığı yararları açısından bakıldığında: arıtma çamurlarının kireç ile stabilizasyonu, ülkemiz koşullarında da öncelikli olarak göz önünde bulundurulması gereken bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Yöntemin basit ekipmanlarla ve yerli know-how kullanılarak uygulanması ve gereken kimyasal maddenin - kireç gibi - öz kaynaklarımızdan üretilen yerli bir kimyasal olması, dışa bağımlılığı ortadan kaldırmakta ve bu bakımdan da diğer seçeneklere kıyasla üstünlükler sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Bilgin, N., Eyüpoğlu, H., Üstün, H. (2002) Biyokatıların Arazide Kullanımı, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Filibeli, A. (2002) Arıtma Çamurlarının İşlenmesi, DEÜ, İZMİR
- National Lime Association (1998) Biosolid Treatment: Comparing Add-On Stabilization Processes, Bulletin 335, Arlington, VA
- European Lime Association (...) Liming: an advanced treatment for sewage sludge applied to land, Brochure, 4 p.