

Evsel Nitelikli Arıtma Çamurlarının Stabilizasyonla Bertaraf Alternatifleri: İstanbul Örneği

Şenol Yıldız, Elif Yılmaz, Esra Ölmez

İstaç A.Ş., Piyalepaşa Bulvarı No.74, Şişli,34379,İstanbul.

Özet

İstanbulda oluşan çamurların büyük bir kısmı İstanbul'un Şile İlçesinde bulunan "Kömürcüoda Düzenli Depolama Sahası"na gönderilerek bertaraf edilmektedir. Depolama sırasında, çamur rutubeti dolayısı ile akma yaşanmakta, koku ve sinek oluşumu gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin önlenmesi amacıyla ilk olarak İSTAÇ A.Ş. - İTU tarafından ortak bir proje yürütülmüştür. Projede, depolama sahasına gelen Tuzla(TBAT) ve Paşaköy (PŞKBAT) Biyolojik Arıtma tesislerinin atık çamurlarının orijinal halde kuruma sürelerinin belirlenmesi ve bu çamurların farklı oranlarda kil ve toprak ile karıştırılmaları durumunda kuruma davranışlarındaki değişimler araştırılmıştır. Yapılan diğer bir çalışma ise "Çamur Alkali Stabilizasyon Sistemi Tesisi" deneme çalışmasıdır. Yaklaşık bir ay boyunca Kömürcüoda Düzenli Depolama Sahasında farklı çamur türleri ile çalıştırılan tesisin giriş ve çıkışından numuneler alınarak analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar esas alınarak, çamurun bertarafına yönelik maliyet, işletme, verimlilik vb. konular değerlendirilmiştir. Arıtma çamurları ile ilgili yapılan diğer bir çalışma ise; İstanbul Deri Organize Sanayi Bölgesinden(IDOSB) kaynaklanan arıtma çamurları ile kirlenmiş çamur döküm sahasının tekniğine uygun ve en ekonomik şekilde stabilize edilerek rehabilitasyonunun sağlanması projesidir. Çalışma kapsamında, çamurlar, zeolit, kil, kireç, termik santral külü gibi farklı metaryallerle değişik oranlarda karıştırılarak stabilizasyon ve katılaşma oranları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arıtma çamuru, stabilizasyon, bertaraf

Stabilization of Domestic Treatment Sludge: Instance of Istanbul

Abstract

The major part of the treatment sludge is disposed in Şile Kömürcüoda district of İstanbul. During of the storing of the sludge in the landfill area, it is occurred some problems like flowing of sludge, odour and fly. Solving of the problems, İSTAÇ A.Ş. managed a lot of project. One of the project is executed with İTU including the drying time of the sludge from Tuzla(TBAT) and Paşaköy(PŞKBAT) and behaviour of the sludge mixed clay and soil at different ratio. The second project is workout of the "Sludge Alkali Stabilization System". The project was completed approximately in one month. At the end of the study; cost, efficiency and operation of the sludge was been determined. Other project is rehabilitation of sludge sourcing leather industrial zone. In the scope of the study, sludge was been mixed zeolit, clay, lime and ash of the thermal power plant in different ratio and solidification ratio was examined.

Keywords: Treatment Sludge, Stabilization, disposal

1. Giriş

Globalleşen dünyaya ayak uydurma noktasında, hızla gelişmekte olan teknoloji ve nüfus artışı çeşitli çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Canlıların vazgeçilmez hayat kaynağı olan içme sularının, insan ve endüstriyel kaynaklı atıksuların arıtılması sonucunda oluşan her türlü arıtma çamurunun biriktirilmesi, toplanması, taşınması ve bertarafı aslında büyük bir sorundur.

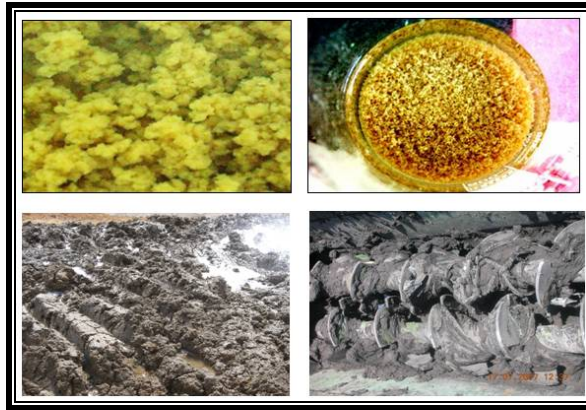
Arıtma işlemi sonunda çıkan çamur genellikle sıvı veya katı formda olup kullanılan prosese ve işletmeye bağlı olarak % 25-12 oranında katı içermektedir. Çıkan çamur hacimce büyük olup, işlenmesi ve bertarafı atıksu arıtma alanında oldukça karmaşık bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle biyolojik arıtma işleminden oluşan arıtma çamurlarının organik madde içeriği çok yüksek olduğu için bu tip çamurlar bozunma ve kokuşma eğilimindedir. Çamur probleminin karmaşık olmasının başlıca sebepleri; arıtılmış atıksu içindeki önemli miktarlarla koku veren maddelerin olması, biyolojik arıtmada oluşan ve uzaklaştırılması gereken çamurun, ham atıksu içerisindeki organik maddelerden farklı bir yapıda, bozunma ve kokuşma eğiliminde olması, çamurun sadece küçük bir kısmının katı madde, büyük bir kısmının ise sudan oluşması, bu yüzden büyük hacimler işgal etmesi, akıcılığının yüksek olması sebebiyle sahada tutulamayıp diğer alanlara yayılması olarak özetlenebilir.

Arıtma çamurlarının nihai bertaraf şekline bağlı olarak arıtma teknolojileri ve de arıtma maliyetleri farklılıklar göstermektedir. Bu çalışma, atıksu arıtma çamurları için en uygun bertaraf yönteminin tespit edilerek uygulamaya geçilmesini sağlamak ve de gelecekte İstanbul için oluşturulacak “Çamur Yönetim Planı”na bir altlık oluşturabilmek amacıyla yapılmıştır.

2. Arıtma Çamuru Hakkında Genel Bilgiler

2.1. Arıtma Çamuru Nedir?

İçmesuyu ve atıksulara fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemleri uygulanması sonucunda çökebilir veya yüzebilir hale getirilen katı maddeler çamur olarak tariflenebilir. Su ve atık suların arıtımında ortaya çıkan, taşıdıkları özelliklerden dolayı kendilerinin de ayrıca arıtılmaları gereken, arıtılmadan çevreye verildiklerinde çevrede hasar oluşturabilecek, katı ve sıvı karışımından oluşan maddelerdir. Yüksek miktarlarda organik madde, besin maddeleri, patojen mikroorganizmalar ve çok miktarda su içerdiklerinden arıtılmaları gerekmektedir. Şekil 1’de çeşitli arıtma çamuru örnekleri görülmektedir.



Şekil 1. Değişik Özellikte Arıtma Çamurları

Çamur bertaraf etme işlemleri arıtma tesisinin toplam yatırım masrafının %20-30’unu, işletme masrafının ise %50’sini oluşturmaktadır. Arıtılan suyun niteliğine

ve uygulanan arıtma işlemlerine bağlı olarak arıtma çamurlarının özellikleri değişmektedir. Genel olarak arıtma çamurları, sıvı ya da yarı katı halde, kokulu, %0,25 ile %12 arasında katı madde içeren atıklardır. Atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamur, stabilizasyon işlemlerinden önce %50-70 C, %6,5-7,3 H, %21-24 O, %15-18 N, %1-1,5 P ve %0-2,4 S içermektedir.

2.2. Arıtma Çamuru Kaynakları

Genel olarak çamur 3 ana kategoriden kaynaklanmaktadır. Bunlar ;

- İçme suyu arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurları
- Atıksu Arıtma Tesislerinden gelen arıtma çamurları
- Endüstriyel Atıksu Arıtma tesislerinden kaynaklanan arıtma çamurlarıdır.

Arıtma tipine ve amacına göre arıtma çamurlarının cinsleri farklılık göstermektedir. Bunlar;

- Çökebilen katı maddelerin oluşturduğu ön çökeltim çamurları,
- Kimyasal arıtma ve koagülasyon sonucu oluşan kimyasal çamurlar,
- Biyolojik arıtma işlemleri sonucu oluşan biyolojik çamur,
- İleri Arıtma Çamuru

2.3. Arıtma Çamurlarının Özellikleri

Çamur özellikleri çamur işleme ve bertaraf etme ünitelerinin tasarımı ve işletilmesi için kullanılmaktadır. Bu parametreler, çamurun organik madde içeriği, kimyasal özellikleri, çökebilme, su verme gibi fiziksel özellikleri ve ısı değeri hakkında bilgi vermektedir. Çamur karakterizasyonunda kullanılan ana parametreler; Özgül Ağırlık, Katı Madde İçeriği, Çamurda Su Dağılımı, Akışkanlık Özelliği, Isıl Değer, Gübre Değeri, Partiküllerinin Elektriksel Yükleri, Biyolojik Özellikler, Ağır Metal İçeriği, Çamurun Depolanabilirliği, Çamurun Pompalanabilirliği ve susuzlaşabilme Özellikleri'dir

3. Arıtma Çamurlarının Arıtımı

Arıtılmamış atıksu içindeki önemli miktarlarda koku veren maddelerin olması, biyolojik arıtmada oluşan ve uzaklaştırılması gereken çamurun, ham atıksu içerisindeki organik maddelerden farklı bir yapıda, bozunma ve kokuşma eğiliminde olması, çamurun sadece küçük bir kısmının katı madde, büyük bir kısmının ise sudan oluşması, bu yüzden büyük hacimler işgal etmesi ve de içerisinde patojen mikroorganizma olmasından dolayı bertarafa verilmeden önce mutlaka arıtılmaları gerekmektedir.

Atık bünyesindeki kirleticileri üç grup altında toplamak mümkündür. Bunlar; çökebilen katı maddeler, askıda katı maddeler ve çözülmüş katı maddelerdir.

Arıtma tesislerinde oluşan arıtma çamurlarının nihai bertarafından önce arıtılması gereklidir. Atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamurun arıtılması ve depolanması için seçilecek yöntem, atıksu karakterizasyonuna, arıtmada kullanılan kimyasal maddelere, ilgili mevzuata bağlıdır. Arıtma çamurunun bertarafı işlemi de ayrı bir gider kalemi olacağından, atıksu arıtma tesisi kurulurken bu husus göz önüne alınmalı ve projelendirme bu hususa göre yapılmalıdır. Maliyetler yerel şartlara ve işleme tesisinin büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Arıtma çamurunun işlenmesi ve bertarafı ile ilgili değişik seçeneklerin doğru bir karşılaştırmasını yapabilmek için öncelikle yıllık yatırım maliyeti, işletme maliyeti ve son ürünün tekrar kullanımına bağlı olarak oluşacak üç maliyet kaleminin dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir.

Avrupa Birliği atık politikasının da yönetim öncelikleri şöyle sıralanmaktadır;

- Minimizasyon
- Geri kazanım

- Enerjiyi tekrar kazanarak yakma
- Düzenli depolama

Genel olarak atıksu arıtma çamurları yoğunlaştırma, stabilizasyon, çürütme, kompostlaştırma, şartlandırma, dezenfeksiyon, çamur kurutma, zirai kullanım, düzenli depolama ve yakma ile bertaraf edilebilir. Ayrıca yağ oksidasyon, piroliz ve çamurdan yağ üretim prosesi, çamurdan türetilmiş yakıt ve gazlaştırma ve kombine prosesler de termal bertaraf yöntemi olarak kullanılabilir.

4. Arıtma Çamuru Stabilizasyonu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

4.1. İSKİ Tuzla ve Paşaköy Arıtma Tesisi Çamurlarının Düzenli Depolama Şartlarının Araştırılması Projesi

Şile İlçesinde bulunan Kömürcüoda Düzenli Depolama Sahasında bertaraf edilen arıtma çamurlarının sahada depolanması sırasında çamur rutubeti dolayısı ile akma yaşanmakta, koku ve sinek oluşumu gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin önlenmesi amacıyla İSTAÇ A.Ş – İTÜ tarafından ortak bir proje yürütülmüştür. Projede depolama sahasına gelen arıtma çamurlarının büyük bir kısmını oluşturan Tuzla(TBAT) ve Paşaköy (PŞKBAT) Biyolojik Arıtma tesislerinin atık çamurları kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında, bu çamurların orijinal halde kuruma süresinin belirlenmesi ve Şile Bölgesinden temin edilen kil ve toprak numuneleri ile farklı oranlarda karıştırılmaları durumunda kuruma davranışlarındaki değişimler araştırılmıştır. Çalışma ile ilgili yürütülen deneylerin ilk aşamasında; her iki ham çamur numunesi üzerinde herhangi bir katkı maddesi eklenmeden nem kaybının zamana göre değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla çamurun katkılı ve katkısız formlarında farklı geometri ve yüzey alanlarına sahip bloklar halinde kurumasına ait değişimler araştırılmıştır. Bunun için değişik hacimlere sahip cam ve alüminyum kaplarda doluluk oranı değiştirilerek farklı yüzey alanı/kütle oranları sağlanmış ve bunların davranışları incelenmiştir.

Depolanmış çamurlarda genel olarak sadece tek bir yüzey serbest olup buharlaşma bu yüzeyden gerçekleşmektedir. Kuruma süresinin artmasıyla malzemeden nem kaybına bağlı olarak çatlaklar artmakta ve hacim küçülmesi gerçekleşmektedir. Buna bağlı olarak da serbest yüzey miktarı değişmektedir. Ancak kurutma işleminin gerçekleştiği ortam şartları büyük ölçüde sabit tutulduğu için deneyler genellikle “sabit kurutma koşullarında” sürdürülmüştür. Deneyler laboratuvar ortamında 86 gün sürdürülmüştür. Belirli zamanlarda tartım alınarak nem kaybı belirlenmeye çalışılmıştır. Nem kaybı, çamurdaki toplam nemin zamana karşı ve kuru madde bazında değişimini gösterecek şekilde ifade edilmiştir.

Orijinal çamurların kurumasına ait deneyler silindirik yapıdaki beherlerde(dolu, yarı dolu) ve düz levha halindeki alüminyum kaplarda gerçekleştirilmiştir. Ham çamur numuneleri ile yapılan çalışmalar Tablo 1’ de özetlenmiştir. Deneylerin ikinci aşamasında; çamur kuruma süresini azaltmak, çamurun depolanma sırasında sahip olması gereken mukavemet özelliklerini iyileştirmek, kuruma sırasında oluşabilecek sinek ve kokuları engellemek için çamur içine çeşitli katkı malzemeleri eklenmiştir. Bu kapsamda Şile Kömürcüoda bölgesinden temin edilen kil ve toprak zemin malzemeleri kullanılmıştır. Kil zemin ile yapılan kuruma deneylerinde; 600-1000 ml’lik beherler kullanılmıştır. 600 ml’lik beherlerde yapılan deneylerde Tuzla BAT çamuru ile kil karışım oranları ağırlıkça 100/100, Paşaköy BAT çamuru ve kil karışım oranları ise ağırlıkça 100/75 alınmıştır. 1000 ml’lik beherlerde sürdürülen deneylerde ise Çamur ve kil ağırlıkça 200/100 oranlarında karıştırılmış ve kurumaya bırakılmışlardır. Toprak zemin ile yapılan kuruma deneylerinde ise çamur + toprak zemin karışımları ağırlıkça 50/100-100/200 oranlarında hazırlanmış ve 150 ml hacimdeki beherlerde kurutma deneyine

alınmışlardır(Tablo2). Çalışmanın üçüncü bölümünde ise çamur karışımlarının mukavemetlerinin değerlendirilmesi için "Kıvam Limit Deneyle" yürütülmüştür.

Tablo 1. Çamur Tabakası Kalınlıkları ve %50 Rutubete Kadar Kuruma Süreleri

Çamur Numuneleri	Çamur Tabakası Kalınlığı,cm	L _s /A değeri, gr kuru madde/cm ²	%50 Rutubet için Kuruma Süresi,gün
Tuzla,250 ml dolu	9,0	1,063	59
Tuzla,250 ml,yarı dolu	4,5	0,540	34
Tuzla,Alüm. kap, dolu	3,0	0,634	22
Tuzla,Alüm. kap, yarı dolu	1,5	0,325	14
PSK,250 ml, dolu	9,0	1,988	37
PSK,250 ml, yarı dolu	4,5	0,989	28,5
PSK,Alüm. kap, dolu	3,0	0,899	16
PSK,Alüm. kap, yarı dolu	1,5	0,467	9

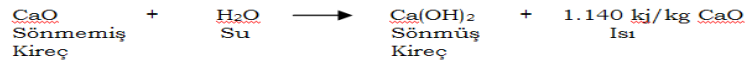
Tablo 2. Çamur Tabakası Kalınlıkları ve % 25 Rutubete Kadar Kuruma Süreleri

Çamur Numuneleri	Çamur Zemin Karışım Oranları Ağırlık/ağırlık	Başlangıç Rutubet Oranları, %	%25 Rutubet oranı için kuruma Süresi gün
Tuzla + Kil,600 ml	100/100	49	>86
Tuzla + Kil,1000 ml	200/100	50	40
PSK + Kil,600 ml	100/75	40	17
PSK + Kil,1000 ml	200/100	55	>86
Tuzla + Toprak,150 ml	50/100	32	9
Tuzla + Toprak,150 ml	75/100	39	17
Tuzla + Toprak,150 ml	100/100	44	19
PSK + Toprak,150 ml	50/100	30	7
PSK + Toprak,150 ml	75/100	35	14
PSK + Toprak,150 ml	100/200	38	7
PSK + Toprak,400 ml	100/100	39	12

4.2. Çamur Alkali Stabilizasyon Sistemi Çalışması

Kömürcüoda Depolama Sahasına getirilen ve depolama esnasında işletme sorunlarına yol açan arıtma çamurlarının stabilizasyonuna yönelik gerçekleştirilen diğer bir çalışma ise "Çamur Alkali Stabilizasyon Sistemi Tesisi" deneme çalışmasıdır. Alkali stabilizasyonun temeli kireçle muamele esasına dayanır. Bu yöntemde çamura, Ph değerini 12 veya daha yukarı çıkaracak miktarda kireç ilave edilerek mikroorganizmalar için uygun olmayan bir ortam oluşturulmuştur. Ph'ın 12 seviyesine gelmesi ile birlikte sisteme verilen sülfamik asit ilavesi ile dışarıdan her hangi bir enerji verilmeksizin ekzotermik reaksiyonla sıcaklığın 70°C üzerine getirilmesi sağlanmıştır.

Kireç sönmesi ekzotermik bir reaksiyondur:



Şekil 3 . Çamur Alkali Stabilizasyon Sistemi Tesisi

Yaklaşık bir ay boyunca Kömürcüoda Düzenli Depolama Sahasında farklı çamur türleri ile çalıştırılan tesisin giriş ve çıkışından numuneler alınarak analizler

yapılmıştır. Kimyasal numune analizleri İstaç laboratuvarında, bakteriyolojik analizler ise İ.T.Ü Mobgam’da yapılmıştır. Kömürçüoda Depolama sahasına kurulan alkali stabilizasyon plot tesisi 130 ton/gün kapasiteye sahip, 24 saat çalışabilen ve ortalama %22 oranında katı madde muhtevasına sahip arıtma çamurlarını işleyebilen bir sistemdir. Tesiste çamurun muhteviyatına bağlı olarak ortalama % 15 oranında kireç, ve %0,15 oranında sülfamik asit kullanılmıştır.

İşlenmiş çamurun araörtü ve üst örtüde kullanılması halinde göstereceği davranışın tespit edilmesi maksadıyla depolama sahasına serilen 3 farklı çamur üzerine 4-5 gün süreyle sulama çalışması yapılmıştır.

Çalışma sonrasında elde edilen sonuçlar esas alınarak, çamurun alkali stabilizasyon sistemiyle bertarafına yönelik maliyet, işletme, verimlilik vb. konular değerlendirilmiştir.

4.3. Deri Organize Sanyî Bölgesi Çamurlarının Rehabilitasyonu Çalışması

Arıtma çamurları ile ilgili yapılan diğer bir çalışma ise; İstanbul Deri Organize Sanayi Bölgesinden(IDOSB) kaynaklanan arıtma çamurları ile kirlenmiş çamur döküm sahasının tekniğine uygun ve en ekonomik şekilde stabilize edilerek rehabilitasyonunun sağlanması projesidir. Çalışma kapsamında, İDOSB’ de depolanan katı atıklarla arıtma çamurlarının mevcut durumunu incelemek ve bulunduğu yerde ve ya nihai olarak depolanacağı yerde yasal mevzuata uygun bir konuma getirilmek maksadıyla laboratuvar ölçeğinde bir dizi çalışma yapılmıştır. İDOSB tesislerinde uzun zamandan beri depolanan atık çamurlar, zeolit, kil, kireç, termik santral külü gibi farklı metaryallerle değişik oranlarda karıştırılarak stabilizasyon ve katılaşma oranları incelenmiştir.

Bu çalışma kapsamında öncelikle arıtma çamuru sahalarının sahip olduğu geçirimsizlik özelliklerinin ortaya konulması maksadıyla, bölge topografik ve jeolojik açıdan incelenmiştir. Arıtma çamurları ile kirlenmiş alanın 8 farklı noktasında iki ayrı tarihte ve değişen derinliklerde mekanik sondaj çalışmaları yapılmıştır. Sondaj için açık bırakılan gözlem kuyularında da belirli aralıklarla yer altı suyu seviyesi ölçülmüş ve analizler yapılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde, arıtma çamuru sahasının stabilizasyonu farklı metotlarla ele alınmış olup, bunların içinde mümkün olan en kısa sürede çevresel açıdan kabul edilebilir ve ekonomik olarak sürdürülebilir tarzda bir metot seçilmiştir.

İlk alınan numunelere ait çalışmalarının sonuçları Tablo 3’de, ikinci alınan çamur numunelere ait analiz sonuçları Tablo 4’ de verilmektedir.

Tablo 3. . İDOSB Tesisindeki katı atık ve atık çamur depolanan arazide açılan sekiz adet sondaj kuyusundan ilk alınan numunelerin analiz sonuçları

Kuyu No	pH	İletkenlik, mS	Alkal., mg CaCO ₃ /l	AKM, mg/l	TKM, mg/l	TUKM, mg/l
1	6,54	3500	310	1540	4432	702
2	5,83	1200	170	4800	5950	276
3	5,52	10100	185	536	8276	1356
4	7,06	1400	105	45695	46528	2648
5	6,69	8000	250	4915	7300	280
6	6,66	7500	1090	480	4886	716
7	6,93	2100	75	1558	3376	694
8	6,85	1500	205	445	1866	430

Kuyu No	NH ₃ -N, mg/l	KOI	Fenol	T.Cr	Klorür	Sülfat	Nitrat
1	0,7	326	0,01	0,35	671	624	62
2	0,7	96	0,025	<0,25	142,7	184,1	85,5
3	0,6	74	0,03	<0,25	3411,7	127,5	90,0
4	0,8	14	0,065	<0,25	556,2	257,7	46,5
5	0,3	44	0,06	<0,25	358,2	288,4	63,2
6	19,2	22	0,02	<0,25	1842,5	578,0	135,5
7	0,8	135	0,07	<0,25	586,1	435,5	166,0
8	0,7	13	0,04	<0,25	365,9	189,3	97,4

Tablo 4 İDOSB Tesisindeki katı atık ve atık çamur depolanan arazide açılan sekiz adet sondaj kuyusundan ikinci alınan numunelerin analiz sonuçları

Kuyu No	pH	İletkenlik mS	Alkal., mg CaCO ₃ /l	AKM, mg/l	TKM, Mg/l
1	6,61	4000	136	1260	3925
2	6,43	1460	138	62035	64000
3	5,74	11300	236	19070	26880
4	7,02	1500	238	150455	156200
5	6,79	900	278	4444	5105
6	6,7	6800	988	1110	4550
7	7	2100	92	3320	5345
8	6,79	810	128	830	1470

Kuyu No	TUKM, Mg1	KOİ	T.Cr	Klorür	Sülfat	Nitrat
1	532	241	<0,25	803,6	530,8	11,8
2	3890	19	<0,25	203,5	268,8	12,4
3	3785	390	<0,25	3247,6	76,4	13,6
4	6715	37	<0,25	366,4	224,8	13,7
5	370	9,3	<0,25	89,0	87,8	12,1
6	540	139	<0,25	1249,3	267,2	12,2
7	765	56	<0,25	721,3	540,7	153,2
8	155	19	<0,25	206,5	288,3	62,7

Atık çamurun alındığı koşullara bağlı olarak katı madde ve organik madde miktarı(KOİ eşdeğeri olarak) analiz sonuçları aşağıda Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5 Atık çamur özellikleri

Parametreler	Değerler
pH	8,05
Toplam Katı Madde (103 °C)	246,65 gr/kg orijinal çamur
550 °C de yanma kaybı	419,95 gr/kg orijinal çamur
750 °C de yanma kaybı	438,7 gr/kg orijinal çamur
KOİ	148,55gKOİ/kg orijinal çamur
KOİ	594,17 gKOİ/kg kuru çamur
T.Cr	-
Eluatta Klorür	715 mg/l
Eluatta KOİ	286 mg/l
Eluatta pH	8,16

Tablo 5'den görüldüğü gibi alınan orijinal çamurun katı madde miktarı oldukça yüksektir(ağırlıkça % 24,67). Atık çamurun depolandığı hacimdeki genel çamur karakteri ile ilişkisi dikkatle değerlendirilmelidir. Ortalama katı madde oranının daha düşük olabileceği tahmin edilebilir.

5. Değerlendirme ve Sonuçlar

İSKİ Tuzla ve Paşaköy Arıtma Tesisi Çamurlarının sahadan elde edilen Kil ve toprak numuneleri ile farklı oranlarda karıştırılarak kuruma davranışlarındaki değişimlerinin araştırıldığı ilk çalışma sonucunda arıtma çamurları için optimum karışım oranları belirlenmiştir. Uygulamada iki seçenek mevcuttur. İlkinde çamurun akma probleminin azaltılması veya ortadan kaldırılması için en çok %50 rutubet oranı olacak şekilde çamur + zemin karışımlarının oluşturulması ve bu karışımların olduğu gibi depolanmasıdır. Bunun için toprak zemin ile en düşük 1/1 ve tercihan 1/1,5 oranlarında karışımlar tercih edilebilir. Bu uygulama kuruma için ilave bir süre beklenilmesine gerek bırakmamaktadır. Diğer seçenek ise % 50 rutubet oranında hazırlanacak çamur + toprak karışımlarının uygun kalınlıkta serilerek 5-10 gün arasında kurumaya bırakılması rutubet oranını akma problemi için yeteri kadar güvenli rutubet oranlarına yaklaşık %30-40) çekmeye imkân verilmesini amaçlamaktadır. Bu işlemin zeminde açılacak geniş hendeklerde yapılması işlem kolaylığı bakımından tercih edilebilir.

Çamur alkali stabilizasyon tesisi giriş ve çıkışından numuneler alınarak bakteriyolojik ölçümler yapılmıştır. Ölçümler sonucunda tesise giren çamurda sayılamayacak kadar salmonella olmasına rağmen çıkışta bu bakteri türüne

rastlanmadığı görülmüştür. Ayrıca tesisten çıkan işleniş çamurlarının ağır metal içerikleri ve özellikle klorürde problem olduğu tespit edilmiştir. Tesise gelen bazı çamur numuneleri içinde deri parçaları ve benzeri katı atıkların olması ve çok fazla kum içermesinden dolayı *Çamur Stabilizasyon Tesisinde İşlenmemiştir*.

Deri Organize Sanayi Bölgesindeki arıtma çamurları ile kirlenmiş sahanın stabilizasyonun sağlanarak rehabilite edilmesi kapsamında, sahadan alınan arıtma çamurları, kil, zeolit, kireç ve termik santral külü ile farklı oranlarda karıştırılarak stabilizasyon ve katılaşma için bir dizi analizler yapılmıştır. Çalışma sonuçları Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği(TAKY) EK 11 A da verilen limitlerle mukayese edilerek tehlikesiz atık grubuna girenler, tehlikeli atık grubuna girenler ve inert olanlar tasniflenmiştir. Bu çalışma neticesinde zeolit sonuçları genel olarak tehlikesiz atık grubuna girerken, kilde %30 ve %50 lik oranlar tehlikesiz atık, diğerleri ise tehlikeli atık grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Kireç genel olarak uygun sonuç vermemiştir. Termik santral külü de %50 konsantrasyon dışındakiler tehlikeli atık grubunda yer almıştır. Sonuç olarak ekonomik faktörlerde göz önüne alınarak stabilizasyon için kaolinli kil olmak kaydıyla %30 kil karışımının yeterli olduğu kanaatine varılmıştır.

İstanbul Deri Organize Sanayi Bölgesi sınırları içinde katı atık ve arıtma çamurlarıyla kirletilmiş olan saha için rehabilitasyon metodları ayrı ayrı ele alınmıştır. Bunların içinde mümkün olan en kısa sürede, çevresel açıdan kabul edilebilir ve ekonomik olarak sürdürülebilir tarzda olan metod seçilmeye özen gösterilmiştir. Arıtma çamuru havuzunda öncelikle asgari %30 oranında kil ile karıştırılıp stabilize edilmek suretiyle tehlikesiz atık vasfına getirilmesi sağlanıp sonra çamur havuzunun yüzeyi belirli oranda katılaştıktan sonra üzeri nihai örtü tabakası ile kapatılması planlanmıştır. Nihai örtü tabakası, en altta sıkıştırılmış kil (50 cm), üzerinde drenaj tabakası, onun üzerinde kompost karışımı bitkisel toprak (80 cm) katmanlarından oluşacaktır. Ayrıca saha etrafına yüzeysel suyun uzaklaştırılması için bir drenaj sistemi ve biyolojik bozulmadan kaynaklanabilecek gazın pasif gaz toplama bacaları ile tahliye edilmesi planlanmıştır.

İstanbul’da üretilen arıtma çamurlarının stabilizasyonuna yönelik yapılan bu kapsamlı çalışmalar ve tecrübeler neticesinde, Kömürçüoda düzenli depolama sahasına getirilen çamurlar stabilize edilerek başarılı bir şekilde bertaraf edilmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Akça L., "Arıtma Çamurlarının Düzenli Depolama Tesislerinde Bertarafı", Katı Atık Düzenli Depolama Sistemleri Eğitimi, 09-12 Mayıs 2005, İstanbul
- [2]. Arıtma Tesislerinden Kaynaklanan Arıtma Çamurlarının Karakterizasyonu, Bertaraf Teknolojileri ve Bertaraf Teknolojilerinin Maliyet Analizi, İSTAÇ A.Ş. Proje Etüt Müdürlüğü, 2006.
- [3]. İstanbul İli Arıtma Çamuru Master Planı Ön Değerlendirme Taslak Raporu, İSTAÇ A.Ş. Proje Etüt Müdürlüğü, 2009
- [4]. Sanin D., "Atıksu Çamurlarının Arıtımı ve Uzaklaştırılması", Çevre ve Orman Balığı., 7 Mart 2007
- [5]. Spinosa L., "Status and Perspectives of Sludge Management"., c/o CNR, Via De Blasio 5, 701123 Bari, I