

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATIKSU ARITMA ÇAMURLARININ BERTARAFINDA SOLAR KURUTMA
SİSTEMİNİN KULLANIMI**

Mesut Şükrü EKİNCİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATIKSU ARITMA ÇAMURLARININ BERTARAFINDA SOLAR KURUTMA
SİSTEMİNİN KULLANIMI**

Mesut Şükrü EKİNCİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Prof. Dr. Sinan UYANIK danışmanlığında, Mesut Şükrü EKİNCİ'nin hazırladığı “**Atıksu Arıtma Çamurlarının Bertarafında Solar Kurutma Sisteminin Kullanımı**” konulu bu çalışma 26/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Sinan UYANIK

Üye: Doç. Dr. Deniz UÇAR

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Adem YURTSEVER

Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Arıtma Çamurlarının Genel Özellikleri	1
1.1.1. Genel bilgiler	1
1.1.2. Çamur kaynakları	2
1.1.2.1. Evsel atıksulardan kaynaklanan çamurlar	2
1.1.2.2. Sanayi atıksulardan kaynaklanan çamurlar	2
1.1.3. Arıtma çamurunun özellikleri	4
1.1.3.1. Özkütle ağırlığı	5
1.1.3.2. Çamurun kuruluk miktarı	5
1.1.3.3. Askıda katı madde oranı (akm)	5
1.1.3.4. Uçucu askıda katı madde	5
1.1.3.5. Çamur hacim indeksi	6
1.1.3.6. Çamur içerisindeki su dağılımı	6
1.1.3.7. Çamurun hareketliliği	6
1.1.3.8. Çamurdaki partiküllerin boyutsal dağılımı	7
1.1.3.9. Çamur partiküllerinin elektriksel yükleri	7
1.1.3.10. Çamurdaki kalorifik değer	7
1.1.3.11. Gübre değeri	7
1.1.3.12. Çamurun biyolojik özellikleri	8
1.1.3.13. Çamurdaki ağır metal muhtevası	9
1.1.3.14. Çamurun depolanması	9
1.1.3.15. Çamurun pompalanması	9
1.1.3.16. Çamurun su verme özellikleri	10
1.1.4. Çamur stabilizasyonu yöntemleri	11
1.1.4.1. Anaerobik çürütme	11
1.1.4.2. Aerobik çürütme	11
1.1.4.3. Kompostlaştırma	11
1.1.4.4. Kireç ile stabilizasyon	11
1.1.4.5. Kurutma	12
1.1.4.5.1. Solar kurutma nedir	12
1.1.4.5.2. Solar kurutmanın çalışma prensibi	13
1.1.4.5.3. Avantajları	16
1.1.4.5.4. Dezavantajları	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	20
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	38
4.1. Çamurun Aşamaları ve Solar İle Kurutulması Yöntemi	38
4.2. Solardan Çıkan Arıtma Çamurlarının Kullanım Alanları	41
4.2.1. Solar atıksu çamurlarının tarımda kullanımı	42
4.2.2. Solar arıtma çamurlarının ıslah amaçlı kullanımı	42
4.2.3. Solar çamurunun park ve bahçelerde uygulanması	42
4.2.4. Solar çamurlarının ağaçlandırma alanlarında kullanımı	42
4.3. Solar Çamurlarının Bertaraf Yöntemleri	43
4.3.1. Düzenli depolama	43
4.3.2. Yakma ve yakıt olarak kullanımı	43
4.4. Arıtma Çamuru ile İlgili Yasal Düzenlemeler	44
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	48

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATIKSU ARITMA ÇAMURLARININ BERTARAFINDA SOLAR KURUTMA SİSTEMİNİN KULLANIMI

Mesut Şükrü EKİNCİ

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Bölümü**

Danışman: Prof. Dr. Sinan UYANIK

Yıl: 2019, Sayfa: 47

Ülkemizde; artan biyolojik atıksu arıtma tesisleri, önemli bir takım sorunu da beraberinde getirmektedir. Atıksu arıtma tesislerinin işletimi sırasında meydana gelen çamur büyük bir problem teşkil etmektedir. Bundan dolayı arıtma çamurlarının bertarafı ayrı bir önem taşımaktadır. Bu bertaraf yöntemlerinden biri solar kurutma yataklarıdır. Solar kurutma yataklarına serilen çamur istenilen kuruluk oranına geldiğinde hacimsel olarak dörtte bir oranında azalmış olmaktadır. Çamurun solar kurutmalarda kurutulduktan sonra gübre olarak ve çimento fabrikalarında yakıt olarak değerlendirilmesi de avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada varılmak istenen ana hedeflerden biri; yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre yatırımlarında kullanılma imkânlarının ortaya konulmasıdır. Son yıllarda artan arıtma tesisleri, çamur bertaraf maliyetlerini de gündeme getirmektedir. Hangi nihai bertaraf metodu seçilirse seçilsin çamur hacminin azaltılmasında yüksek enerji talebi olan mekanik susuzlaştırma ve kurutma prosesleri ön plana çıkmaktadır. Bu proseslerin işletme maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla özellikle küçük ve orta büyüklükteki arıtma tesisleri için, yeterli alanın mevcut olması durumunda, güneş enerjisiyle çamur kurutma ülkemiz için dikkate alınması gereken yöntemlerden biridir.

ANAHTAR KELİMELEER: Atıksu arıtma tesisi çamuru, solar kurutma, çamur bertarafı

ABSTRACT

MSc Thesis

USE OF SOLAR DRYING SYSTEM FOR DISPOSAL OF WASTEWATER TREATMENT SLUDES

Mesut Şükrü EKİNCİ

**Harran Universty
Institute of Science andTechnology
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Sinan UYANIK

Year: 2019, Page: 47

In our country; increasing biological wastewater treatment plants bring with it a number of important problems. The sludge generated during the operation of wastewater treatment plants is a major problem. Therefore, the disposal of treatment sludge is of particular importance. One of these disposal methods is solar drying beds. When the sludge laid in the solar drying beds reaches the desired dryness rate, it decreases by one quarter in volume. It is also advantageous to use the sludge after drying in solar drying as fertilizer and as a fuel in cement plants. In this study, one of the main objectives; renewable energy resources to be used in environmental investments. Treatment plants, which have been increasing in recent years, also bring sludge disposal costs to the agenda. No matter which final disposal method is chosen, mechanical dewatering and drying processes with high energy demand come to the fore in reducing sludge volume. In order to reduce the operating costs of these processes, especially for small and medium-sized treatment plants, solar energy sludge drying is one of the methods that should be considered in our country if sufficient space is available.

KEY WORDS: Wastewater treatment plant sludge, solar drying, sludge disposal.

TEŞEKKÜR

Bu konu hakkında çalıőmamı sağlayan sayın Prof. Dr. Sinan UYANIK hocama, Anneme, Babama ve Kurumumuzda bana desteklerini esirgemeyen iő arkadaőım Y.Selim BOYACI 'ya teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Atıksu tesisleri içerisinde uygulanan aşamalar	3
Şekil 1.2. Çamur çıkış noktaları ve en çok tercih edilen arıtma metodu	4
Şekil 1.3. Solarda serilmiş çamur	13
Şekil 1.4. Karıştırma ekipmanı	15
Şekil 3.1. Şanlıurfa merkez atıksu arıtma tesisi	22
Şekil 3.2. Graviteli yoğunlaştırma	24
Şekil 3.3. Fazla çamur pompaları	25
Şekil 3.4. Mekanik yoğunlaştırıcılar	26
Şekil 3.5. Anaerobik çürütücüler	28
Şekil 3.6. Çamur depo tankları	29
Şekil 3.7. Dekantör	31
Şekil 3.8. Solar kurutma holünün iç görünümü	33
Şekil 3.9. Solar holü çizimi.	34
Şekil 3.10. Solar holü dış görünümü	35
Şekil 3.11. Kurutma fırını	37
Şekil 4.1. Solar kurutmaya giden çamur	39
Şekil 4.2. Solarda kurutulan çamurun aylara göre kuruluk grafiği	40
Şekil 4.3. Solar kurutmada kurutulan çamur	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Şanlıurfa ortalama sıcaklık ve güneş radyasyon verileri	32
Çizelge 4.1. Şanlıurfa merkez atıksu arıtma tesisinde çamur aşamaları(KM %)	39
Çizelge 4.2. Şanlıurfa atıksu arıtma tesisinin solar kurutma çamurunun günlere ve aylara göre kuru madde oranı değişimi(KM %).....	40



1.GİRİŞ**1.1. Arıtma Çamurlarının Genel Özellikleri****1.1.1. Genel bilgiler**

Atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi sonucu ortaya çıkan bir ürün olan arıtma çamurları, Türkiye geneli arıtma tesisi işletmelerinde çamurun bertarafı bakımından büyük sorun teşkil etmektedir.

Tesisten çıkan bu çamurların içeriğinde çok fazla sıvı bulunmaktadır. Bundan dolayı bazı işlemlerden geçirilerek belli bir kuruluk oranına getirilmelidir. Atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamurların içinde mikroorganizmalar bulunması nedeni ile çeşitli tepkimeler sonucu koku problemi oluşmaktadır. Atıksu çamurunun biyolojik içeriğinden dolayı, uzaklaştırılması veya geri kullanılması işletmeler açısından sorun teşkil etmektedir.

Arıtma çamurları ya evsel kaynaklı veya endüstriyel kaynaklıdır. Kentsel atıksulardan kaynaklanan çamurların özellikleri diğer evsel atıksulardan çıkan çamurlar ile benzerlik yaşarken, endüstriyel atıksu çamur özellikleri daha çok farklılık oluşturmaktadır (Filibeli,2009).

1.1.2. Çamur kaynakları**1.1.2.1.Evsel atıksulardan kaynaklanan çamurlar**

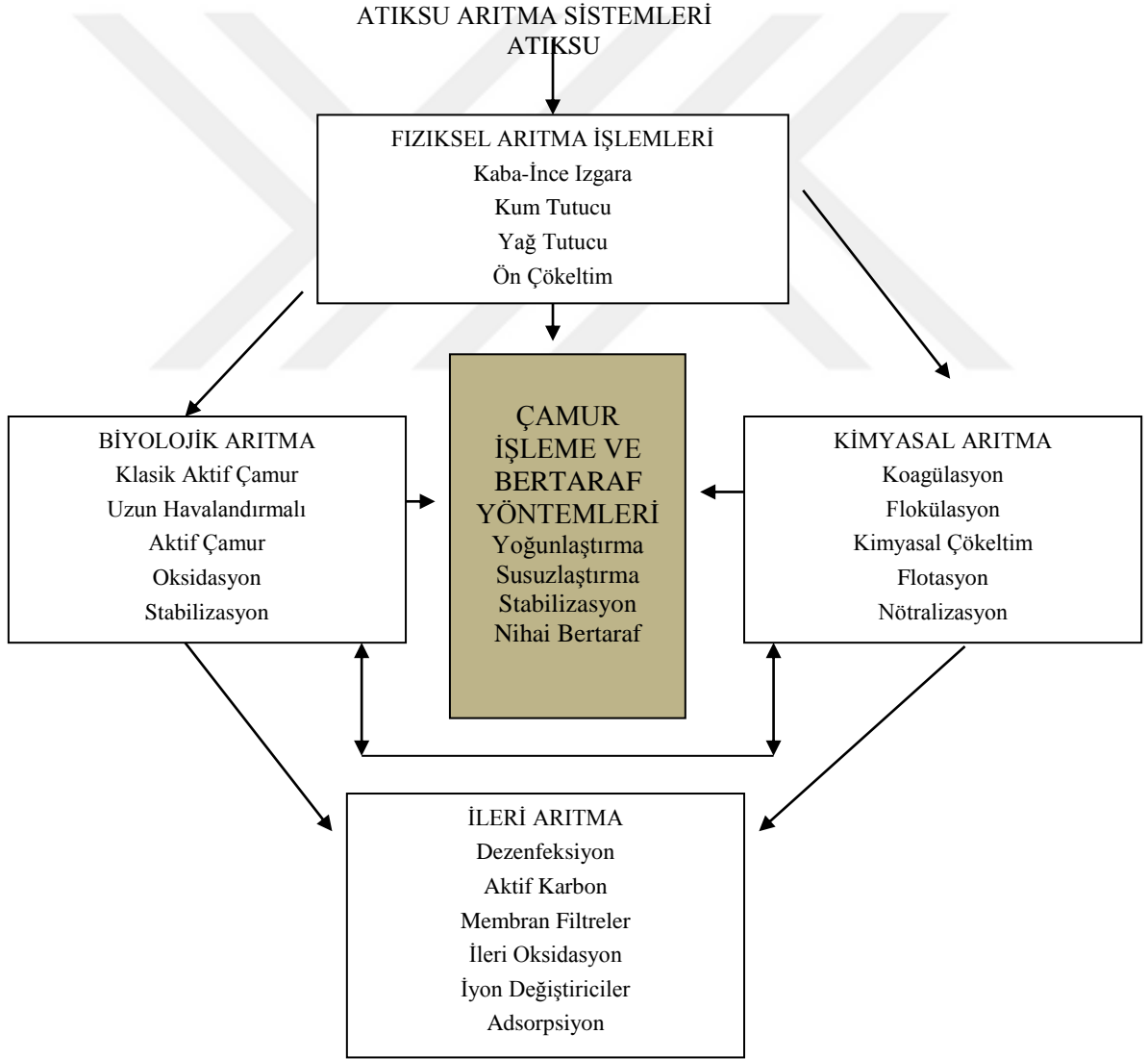
Evsel atıksuların içerisinde yer alan kirletici çeşitleri; bitkiler, hayvanlar, virüsler,bakteriler, fungi, protozoa, ve algler gibi mikroorganizmalardır. Bu atıksulardaki bakteriler hem insan hem de hayvanlar açısından hastalık yapıcı risk taşımaktadır. Algler tat ve koku problemlerine yol açarken diğer organizmalar ise kirliliğin bir göstergesidir. Atıksuda arıtım işlemi bakteriler tarafından sağlanmaktadır (Uzun ve Bilgili, 2011).

1.1.2.2. Sanayi atıksulardan kaynaklanan çamurlar

Sanayi atık suları kirlilik yükü bakımından KOİ oranı oldukça yüksek olan atık sularıdır. Atıksu tesislerine gelen suyun çeşidine göre oluşan çamurun özelliği de farklılık göstermektedir. (Uzun ve Bilgili, 2011)

Endüstriyel atıksulardan kaynaklanan çamurların içerisinde ağır metaller ve çeşitli inorganik maddeler bulunduğundan dolayı hem bertarafı zor olmakta hem de gübre olarak kullanılamamaktadır.

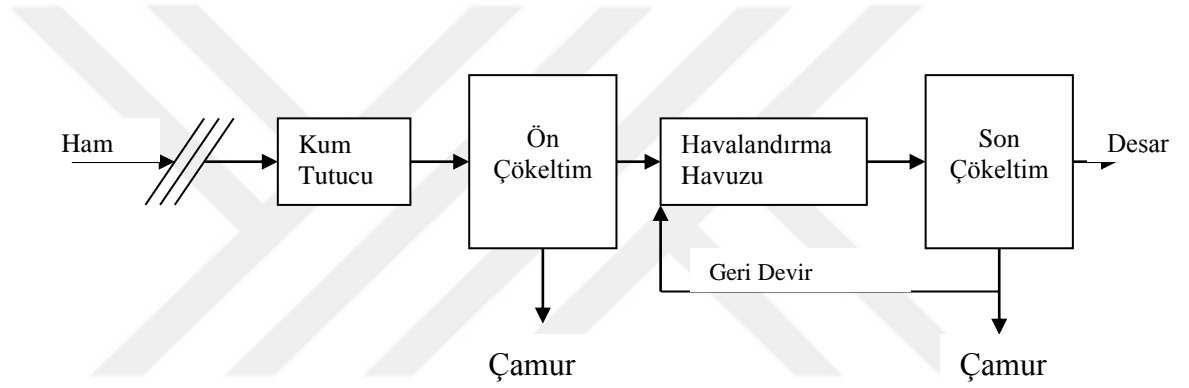
Atıksu arıtma tesislerinin değişik kademe ve çamur kaynakları Şekil 1'dedir.



Şekil 1.1. Atıksu tesisleri içerisinde uygulanan aşamalar

Ön çökeltim içerisindeki çamur, kendi kendine havuzun dibine yönelen katı maddeleri içermektedir. Etrafa koku veren bu çamurun genellikle kuru madde oranı yüzde 2-2,5 civarındadır.

Atıksu çamuru içerik bakımından tesiste kullanılan prosese göre değişiklik göstermektedir. Aktif çamur prosesi en çok kullanılan yöntemdir. Bu proses içinde havalandırma ve çöktürme hazneleri bulunmaktadır.



Şekil 1.2. Klasik aktif çamur prosesi çamur çıkış noktaları

1.1.3. Arıtma çamurunun özellikleri

Atıksu arıtma çamuru, bulunduğu sanayinin türüne göre içeriğinde; alkaliler, oksitleyiciler, inorganik olmayan bileşikler, fenoller, asitler, boyalar, sülfatlar, metal tuzları, hidrokarbonlar, yağlar, organik fosfor ve azot gibi maddeleri bulundurmaktadır.

Solar kurutmada kurutulan bu ürünün tarımda gübre olarak kullanılması çamurun içerisindeki pH, tuz, bitkide gelişim sağlama, ağır metal ve içerdiği özellikler açısından laboratuvar analizlerinin yapılması gerekmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010).

Çevrenin korunması açısından arıtma çamurunun kapsamlı ve kalıcı bir şekilde çevreye zararsız ve faydalı hale getirilmesi gerekmektedir. Endüstriyel tesislerden ve evsel atık sular sonucu ortaya çıkan arıtılmış su ve çamur, sulama suyu ve gübre olarak kullanıldığında çok faydalı olmaktadır.

1.1.3.1. Özkütle ağırlığı

Bir birim hacim içerisindeki maddenin ağırlığının birim hacim içerisindeki sıvı ağırlığına oranlanması ile bulunmaktadır. Bu oran bir civarındadır.

1.1.3.2. Çamurun kuruluk miktarı

Çamur içerisindeki kuruluk (%KM) ile gösterilmektedir. Bu miktar % ile ifade edilmektedir.

$$KM(\%) = 100 - \% \text{ Sıvı Oranı} \quad (1.1)$$

Çamur içindeki kuruluk oranı arıtma tesisi içerisindeki çıkış noktasına göre değişiklik göstermektedir. Mesela; ilk çöktürme haznesinde meydana gelen çamur kuruluk miktarı ortalama % 2 – 2.5, havalandırma havuzu sonrasında geri devirden çıkan fazla çamurun kuruluk miktarı % 0.5 – 2 oranındadır.

1.1.3.3. Askıda katı madde oranı(akm)

AKM filtre kâğıdı üzerinde fırında 103 °C’de kurutularak bulunur. Bu işlem hafif sıcaklık ile yapıldığı için bu malzemeler ateş almaz ve istenen süre sonunda sonuç tartılarak alınır.

1.1.3.4. Uçucu askıda katı madde

UAKM askıda katı madde miktarı hesaplandıktan sonra, geri kalan kuru çamur miktarı, daha yüksek sıcaklıkta bir fırın içerisinde bekletilerek bulunur. UAKM,

atıksu arıtma çamuru içerisindeki organik madde muhtevası için önem arz etmektedir.

1.1.3.5. Çamur hacim indeksi

Atıksu arıtma tesisi havalandırma havuzları ve son çökeltim havuzlarındaki geri devirden alınan çamurun laboratuvar ortamında yarım saat bekletilerek ölçüldüğü değerdir. ÇHİ 100 mg/l'den fazla olduğu vakit bu çamuru çöktürmek sıkıntı yaratmaktadır.

1.1.3.6. Çamur içerisindeki su dağılımı

Atıksu arıtma çamuru içerisinde 4 sınıf su bulunmaktadır (Filibeli,1996);

- Serbest su: Serbest olarak çamur içerisinde bulunan ve yerçekimi ile çöken çamurdan ayrılabilen sudur.
- Flok suyu: Çamur içerisinde yumak yumak olmuş maddeler içerisinde bulunur.
- Kapiler su: Çamur içerisinde belli bağlar ile bağlanmış sudur.
- Kimyasal bağlı su: Yumaklar içerisinde kimyasal bağlar oluşturarak bağlanan sulardır (Filibeli,2009) .

1.1.3.7. Çamurun hareketliliği

Çamurun hareketliliği “reoloji bilimi” olarak ta bilinmektedir. Reoloji; malzemenin hareketliliğini ve deformasyonunu araştıran bir ilimdir. Çamur içerisinde bulunan hareketliliği etkileyen özellik viskozitedir. Viskozite, hareketliliğin kayma olayına gösterdiği tepkidir (Filibeli,2009).

1.1.3.8. Çamurdaki partiküllerin boyutsal dağılımı

Atıksu arıtma çamurunun daha kararlı hale getirilerek ve sıvı bırakma özelliğinin ortaya çıkması için, arıtma çamurunun geçirdiği süreçlerde içerisinde yer alan partiküllerin büyüklüklerinin belirlenmesidir.

1.1.3.9. Çamur partiküllerinin elektriksel yükleri

Parçacıklar üzerinde yer alan elektrik yükünün değeri “zeta potansiyeli” tarafından belirlenmektedir. Zeta potansiyeline sahip kolloidal durumundaki sıvı olmayan materyal ve denetleme açısından uygulanan elektrokinetik bir etkidir (Filibeli,1996).

1.1.3.10. Çamurdaki kalorifik değer

Atıksu arıtma çamurunun kalorifik değeri UKM içeriğine göre değişiklik göstermektedir. Arıtılmayan ilk çöktürme çamurundaki kalorifik değer, çamur içerisindeki yağlı ve akışkan maddelerin oranına bağlıdır. İşlenmemiş çamurun kalorifik değeri daha yüksektir. Arıtma çamurlarının kalorifik değeri ortalama 6000-7000 civarındadır (Filibeli,1996).

1.1.3.11. Gübre değeri

1940’lardan önce, kimyasal gübreler yaygınlaşmadan evvel, daha çok canlıların atıkları sonucu oluşan gübreler tarlalarda bitkilere uygulanmaktaydı. Bu gübrelerin içeriğinde, su içerisinde hemen eriyebilen azot, fosfor ve potasyum bulunmaktadır. Azot, fosfor ve potasyum bitkilerin gelişimi açısından son derece önem arz etmektedir.

Atıksu arıtma çamurunun gübresel önemi; N, P ve K içeriğine göre değer kazanmaktadır. Kimyasal gübrelere göre genellikle bu çamurlarda; azot, fosfor ve potasyum daha az yer almaktadır.

Sanayi olmayan yerleşimlerden kaynaklanan atıksuların arıtımı sonucu meydana gelen arıtma çamurları genellikle tarımsal gübre olarak daha kullanışlıdır. Çünkü bu atıksulardan meydana gelen çamur içerisinde ağır metal bulunma olasılığı daha az olduğundan, bunun sonucunda oluşan çamur içerisinde ağır metal olmayacağı için, tarımda gübre olarak kullanılması daha az risk taşımaktadır (Filibeli,2009).

1.1.3.12. Çamurun biyolojik özellikleri

Atıksu çamuru, öncelikle mikroorganizmaların karışık kültürlerinden oluştuğu için, atıksu arıtma işlemleri sırasında etkilerini belirlemek için tipik hücrelerin kullandığı hücresel fizyoloji ve mekanizmalar incelenmelidir. Atıksuları metabolize etmek için kullanılan mikroorganizmalar, arıtılacak atık suların karakteristiğidir. İkincil sisteme sokulan hücreler, atık suda çözünmüş tipik atıkları metabolize edebilen baskın mikroorganizmalar üretir. Her atıksu benzersiz olabileceğinden, her atıksudan benzersiz bir çamur üretilebilir. Bu nedenle, istisnalar her zaman belirtilebileceğinden, türler bazında bir çamuru karakterize etmek gerekli değildir. Bu nedenle çamurların fizyolojik durumlarında ve mekanizmalarında bazı karakteristik, geliştirilmiş mikroorganizmalarla tanımlanabilecektir.

1.1.3.13. Çamurdaki ağır metal muhtevası

Evsel yerleşimlerden kaynaklanan sulardan meydana gelen çamurlar ağır metal açısından genellikle problem teşkil etmemektedir. Atıksu arıtma çamurları içerisindeki ağır metallerin bulunma miktarı ilgili yönetmelikteki sınır değerlerini aşmamalıdır (Çevre ve Orman Bakanlığı,2010).

1.1.3.14. Çamurun depolanması

Çamur ancak belli aşamalardan geçtikten sonra depolanabilir. Düzenli depolanma sahalarına verilecek çamurun doğal veya mekanik yöntemler kullanılarak susuzlaştırılması gerekmektedir. 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik” Ek-2 kısmındaki değerlere göre kabul edilmektedir. Avrupa Birliğinde, yaygın olarak kullanılan bir uygulama; tarımda veya peyzajda kullanılmayan çamuru çöp alanlarına atmak olmuştur. Depolama alanları ayrıca, belirli bir depolama alanı son yüksekliğine ulaştığında ve çamur bu amaç için uygun bir malzeme olduğunda çevre düzenlemesi gerektirmektedir. Çamurlu çevre düzenlemelerinin tek kalite şartı, herhangi bir sıvı malzemenin çöp alanlarına atılmasıyla ilgili genel kısıtlamalara karşılık gelen, sıvı

halde olmamasıdır. Biyolojik olarak bozunabilir malzemenin çöp alanlarına atılmasına ilişkin son sınırlamalar veya yasaklar, çamurun çöp alanlarına atılmasını ve uzun vadede peyzaj malzemesi olarak kompostlanmış çamur kullanımını sınırlayacaktır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,2010).

1.1.3.15. Çamurun pompalanması

Arıtma çamurlarının pompalanması ile ilgili sıkıntıların önemli bir kısmı, pompalanan çamurun boru hatlarından sızıntı yapmasıdır. Hızdaki artış, hem laminer hem de türbülanslı bölgelerde görünür viskoziteyi, gerçek viskoziteye yaklaşıncaya kadar azaltır. Kaba partiküllerin boyutunun düşürülmesi viskoziteyi azaltır ve bir boru hattında ekonomik çamur pompalamak için etkili bir grit giderme gereklidir. Hızlar türbülanslı bölgedeyken, cam veya çimento astar ya da cam elyaf takviyeli epoksi boru kullanıldığında ve düşük katılı aktif çamur pompalandığında, yağ birikimi düşüktür. Türbülanslı bölgenin alt kısmındaki hızlarda maksimum pompalama ekonomisine ulaşılmaktadır (Filibeli,2009).

1.1.3.16. Çamur su verme özellikleri

Çamur yan ürünleri, genellikle bir metalin yüzeyinde sulanırken homojen olarak adsorbe edilmez ve ısı eşanjörü yüzeylerini tıkayarak aşırı ısınma, tehlikeli köpüklenme ve bazen de yangınlara neden olur.

Çalışma sıcaklığı, akma noktası ve parlama noktası dahil olmak üzere kısa bir süre seçerken göz önünde bulundurulmuş bazı ikincil özellikler de vardır. Bu değişkenleri yukarıda listelenenlerle birleştirirken, metalurjistler söndürme mükemmelliğini ve ardından ne işliyorlarsa onun için sevimli özellikleri başarabilirler. Bunu seçerken her değişken eşit olarak düşünülmemelidir ve her sıvı eldeki iş için doğru olmayacaktır.

1.1.4. Çamur stabilizasyonu yöntemleri

1.1.4.1. Anaerobik çürütme

O₂ olmadan maddelerin çürütmesi işlemidir. İki adımı vardır. İlk adımda maddeler organik asitlere, ikinci olarak da organik asitler biyogaza dönüşmektedir. Meydana gelen gaz kojenerasyon ünitesinde elektrik enerjisine çevrilmektedir.

1.1.4.2. Aerobik çürütme

Gerekli oksijen sağlanarak oluşturulan ortamda çamuru biyolojik olarak stabilize etmektedir. Aerobik süreçlerin işletilmesinde; ortam pH'ı, O₂ ihtiyacı, sıcaklık, karıştırma ve bekleme süresi kontrollü bir şekilde denetlenmelidir.

1.1.4.3. Kompostlaştırma

Oksijensiz bir ortamda organik maddenin bozunması ve ortam sıcaklığı 70°C'ye çıkartılarak, zararlı mikroorganizmaların yok edilmesi sağlanmaktadır.

1.1.4.4. Kireç ile stabilizasyon

Kireç, çamur içinde bulunan sıvının dışarı çıkmasına yardımcı olmaktadır. pH belli bir değere gelene kadar kireç çamur ile karıştırılır. Bu durumda çamur içindeki canlılık yok olmakta ve bundan dolayı kötü kokular giderilerek daha zararsız hale gelmektedir (Filibeli, 1996).

Hem sönmüş kireç hem de sönmemiş kireç kullanılabilir.

Kireç atıksu çamurlarında üç şekilde yapılmaktadır:

1. Kireç ile ilk arıtma(susuzlaştırma yapmadan önce)
2. Kireç ile nihai arıtma(susuzlaştırma yaptıktan sonra)
3. İleri teknoloji ile (Akyarlı ve Şahin, 2005).

1.1.4.5. Kurutma

Atıksu çamuru içerisinde bulunan sıvının buhar yolu ile alınması işlemidir. Çamur kurutma yöntemleri şunlardır; Çamur kurutma yatakları, Termal kurutma(ısı ile ısıtılarak), Flaş kurutucular, Akışkan yataklı kurutucular, Ters yataklı kurutucular ve Solar kurutma yataklarıdır. Günümüz teknolojisinde solar kurutma yöntemi hızla yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmamızda; solar kurutma yönteminin nasıl çalıştığı, faydaları, dezavantajlarının neler olduğu üzerinde durulacaktır.

1.1.4.5.1. Solar kurutma nedir

Arıtma çamurunun güneş enerjisiyle kurutulması işlemidir. Bu işlemde çamur bir sera konstrüksiyonu içinde dağıtılmakta ve güneş ışınımı sayesinde kurutulmaktadır.

Çamurun kurutulmasının nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

- ▶ Kütlenin azaltılması
- ▶ İmha işleminin güvenlik altına alınması
- ▶ Kullanım ve depolama işlemlerinin basitleştirilmesi

Solar kurutma çok düşük işletme maliyetine sahiptir, çünkü buharlaşmayı sağlayan enerji güneş enerjisidir. Ayrıca işletme personeli ihtiyacı fazla değildir.



Şekil 1.3. Solarda Serilmiş Çamur

1.1.4.5.2. Solar kurutmanın çalışma prensibi

Yöntemimizde özel olan döndürme (alt üst etme) tertibatıdır. Bu tertibat çamuru yayma, granül haline getirme ve aynı zamanda alt üst etme ve karıştırma işlevlerini üstlenmektedir. Çamur gözenekleri açık hale getirilmekte ve buharlaşma için sürekli olarak yeni temas yüzeyleri oluşturulmaktadır. SRT-yöntemi sürekli bir işletimi mümkün kılmaktadır. Çamur bir termik kılıf içinden nakledilmektedir: uç kısımdan düzenli olarak susuzlaştırılmış çamur iletilirken karşı uçta kurutulmuş granül ürün oluşmaktadır. Kumanda yardımıyla çamur yatağı yüksekliği değiştirilebilir; kurutma performansındaki oynamalar kısmen dengelenebilir. Döndürme tertibatı çamurun geri karıştırılmasını sağlamaktadır: daha doldurma alanında açık gözenekli ve yalnızca sınırlı miktarda nemli bir çamur yatağı oluşmaktadır. Çamurun içindeki su böylece daha başlangıçta, koku oluşturan biyolojik parçalanma süreçleri engellenecek biçimde azaltılmaktadır. Çamur yatağı uzun hatlar boyunca, havaya çok miktarda su verecek ve yine döndürme ve karıştırma işlemlerinin mekanik zorlaması esnasında toz oluşmayacak biçimde tutulmalıdır.

Döndürme-karıştırma birimi -yönteminin kalbi döndürme - karıştırma birimidir. Bu birim bir çift kürekte oluşmaktadır. Çift kürek şasiye yerleştirilmiştir. Çift küreğin iki işlevi vardır:

Döndürme (alt üst etme): Çift kürek dönerken ve şasi eş zamanlı olarak ileri doğru hareket ederken, çamur karıştırılmakta, parçalara ayrılmakta, havalandırılmakta ve iletilmektedir. Komple çamur yatağı yarım saat içinde tam olarak alt üst edilmektedir. Derinlemesine bir kurutma işlemi ve kokudan kaçınmak için en iyi ön koşullar hazırlanmış olmaktadır.

Geri karıştırma: Döndürme-karıştırma birimi belli bir yerden çamuru bir kürek ile almakta ve bunu hedeflenmiş yere götürmektedir. Ayarlanabilir "Geri karıştırma" işlevi sayesinde kurutulmuş çamur geriye doğru iletilmekte ve doldurulan nemli çamur ile karıştırılmaktadır. Böylece daha başlangıçta kurutma prosesi için ideal bir çamur yatağı oluşmaktadır. Kürekler içinde çamurun iletilmesi kurutulmuş granül ürünün boşaltılmasını ve nemli çamurun tesisin aynı ön kısmından doldurulmasını mümkün kılmaktadır. Doldurma ve boşaltma işlemi için seçim yapma olanağı projelendirme için özgürlükler sunmaktadır. Böylece arıtma tesisinin sınırlarına kadar inşaat yapmak ve yollardan tasarruf etmek mümkündür. Döndürme-karıştırma birimi tamamen korozyona karşı dayanıklı paslanmaz çelikten üretilmiştir. Birim alçak duvarlar üzerinde hareket etmektedir. Bu bağlamda kurutma yatağı bakımından gölgeli bölgeler oluşmamaktadır. Yine bu bağlamda makine kapalı alan içinde zincirler yardımıyla çekilmekte ve bunların gerilmesiyle güvenli bir şekilde iletilmektedir. Sensörler sürekli olarak önemli parametrelerinin güncel ölçüm değerlerini kaydetmektedirler.

Döndürme-karıştırma birimi döner kürek ile çamuru almakta ve onun granül yapıcı levha önüne sürüklemektedir. Döndürücü eş zamanlı olarak ileri doğru hareket etmekte ve böylece çamuru taşımaktadır



Şekil 1.4 Karıştırma Ekipmanı

İklim kontrolü doğru zamanda havalandırma ve çamur yüzeyi üzerinde yeterli anaforlanmalar oluşturmak için her tesise bir dizi iklim sondası ve vantilatör ve yine havalandırma klapeleri yerleştirilmiştir. Düzenleme için sürekli olarak dış ve iç ortama havasının su kabul potansiyeli tespit edilmekte ve aynı şekilde oluşan yoğunlaşma suyu sınırlandırılmaktadır. Eğer çamur henüz yeni alt üst edilmiş ise, vantilatörler kurutma işlemi için uygun havayı çamur yatağı üzerine iletmektedirler. Kontrol süreci içine kuramsal hesaplamaları yanı sıra işletmeden ve ölçümlerden alınan deneyimler de dahil edilmektedir.

Buharlaşma optimizasyonu kurutma performansı doğrudan iklime bağlı olduğu için, soğuk mevsimlerde buharlaşma sıcak mevsimlere göre daha az olabilir. Fakat normal olarak çamur sürekli oluşmaktadır. Aşağıda açıklanan stratejiler veya bunların bir kombinasyonu bu soruna çare olabilir:

- Kış mevsiminde çamuru muhafaza eden ve yazın boş çalıştırılan mevcut ince çamur depolarından yararlanmak
- Dalgalanan miktarlardaki kuru artık maddeleri kabul etmek

- ▶ Kurutma yatağında çamurun biriktirilmesi
- ▶ Soğuk mevsimlerde de yeterli buharlaşma için daha fazla alanın öngörülmesi
- ▶ Kış mevsiminde güneşten gelen eksik ısının ilave ısıyla desteklenmesi
- ▶ İlave ısı

İlave olarak enerji hazırlanmasına yönelik çevre dostu bir yöntem bir ısı pompasının kullanılmasıdır. Isı pompası yardımıyla arıtma tesisi süreci içindeki mevcut ısı enerjisi, daha yüksek ve böylece de çamur kurutması kullanılabilir seviyeye çıkarılmaktadır. Eğer başkaca ısı kaynakları (örneğin atık ısı) varsa, bunlardan da faydalanılabilir.

Yüksek performanslı zeminden ısıtma sistemi yardımıyla ilave ısı enerjisinin getirilmesiyle düşük kayıplarla maksimum ısı aktarımı sağlanmaktadır. Bu daha verimli buharlaşma oranları yerden tasarruf sağlayan bir konstrüksiyonu mümkün kılmaktadır sağlanabilir.

1.1.4.5.3. Avantajları

Dünyanın her yerinde atık çamurları artık kurutma işlemine tabi tutularak, son arıtma işlemindeki maliyet düşürülmektedir. Bu kurutma işlemi güneş ışığı kullanılarak yapılabildiği gibi daha organize ve teknolojik şekilde solar çamur kurutma işlemiyle de gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle solar çamur kurutmanın faydalarını incelendiğinde, neden bu denli önemli olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

Sera etkisiyle kullanıcı kontrolü sağlanarak yapılan kurutma işlemine verilen ad olan solar kurutma, ısıtması yapılan kapalı alanlarda, son teknoloji ürünü ekipmanların yardımıyla çamura ısı verilerek kurutulması işlemine denmektedir. Solar çamur kurutma faydaları listesi oluşturulacak olursa, en başta işletme giderlerinin düşük olması gelecektir.

İşletme, hem enerjiden, hem bakımdan, hem atıkların nakliyesi veya bertaraf edilmesi işleminden kar edecektir. Bu da sektöre yapılacak yatırımlarda, masrafların

düşürülmesini sağlayarak, işletmeciye kazanç sağlar. Solar çamur kurutma işlemi, kapalı mekânlarda küçük bir alan kullanılarak yapılabilir. Ayrıca kurutulmuş çamurun satılabildiği durumlar da oluşmaktadır.

1.1.4.5.4. Dezavantajları

Solar kurutma yataklarının en büyük dezavantajı geniş alan ihtiyacıdır diyebiliriz. Diğer bir dezavantaj ise güneşsiz günlerdir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemizde atıksu arıtma çamurlarıyla ilgili en yaygın bertaraf yöntemi depolamadır. Mekanik susuzlaştırma ekipmanlarıyla %20-30 Katı Madde (KM) içeriğine ulaştırılan atık çamurlar doğrudan veya kireç ilavesinden sonra düzensiz veya düzenli depolama sahalarına depolanmaktadır. Bu çalışmada atıksu arıtma çamurlarının güneş enerjisiyle kapalı yataklarda kurutulması incelenmiştir. Ülkemizin güneş enerjisi potansiyelinden yararlanmak ve çevre yatırımlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması bu çalışmaya temel oluşturmuştur. Kurutma, atık su çamur yönetimi için, ürünün kütlesini ve hacmini ve dolayısıyla depolama ve taşıma maliyetini azaltacağı için önemli bir işlemdir. Sabit çalışma koşulları sırasında, çamurun kurutma kinetiği temel olarak göstermiştir: sabit bir kuruma hızı, bir veya iki düşme oranı periyodu ve ürünün fiziksel özelliklerinde büzülme ve çatlakların ortaya çıkmasıdır. Güneş enerjili kurutma, güneş enerjisinin kullanılması, işlemin maliyetini azaltmaktadır. Öte yandan, Çevre Koruma Ajansı (EPA) tavsiyelerine göre patojen azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çalışılan bazı durumlarda, fekal koliform için EPA Sınıf A patojen ihtiyacını temsil eden 1000 CFU g – 1 DS değerine ulaşıldı. Kullanılan güneş enerjili kurutucuların genel tasarımı şunlardan oluşmuştur: şeffaf malzemedan yapılmış bir sera ve ürünün kalın katmanlarda bölündüğü bir zemin. Ayrıca, nemlendirilmiş havanın taze hava ile değiştirilmesiyle sera içindeki havanın homojen dağılımına sahip olmak için fanlar ve havalandırmalar kullanılabilir. Ürünün otomatik veya sap karışımı günde bir veya birkaç kez kullanımıdır. Kurutma sisteminin performansını artırmak için, zemini güneş enerjili su ısıtıcısı kullanarak ısıtmak, kızılötesi lambalar, ısı pompaları kullanmak veya termal enerji depolama sistemleri eklemek gibi diğer yöntemler de test edilmiştir. Kapalı solar kurutma, açık solar kurutmadan daha iyi sonuç vermiştir. Bununla birlikte, atık su çamurunun özellikleri, elde edilen sonuçları etkilemiştir. Alternatif olarak, modelleme kurutma sistemleri, hava ve kurutulmuş ürün için uygulanan ısı ve kütle dengeleri kullanılarak gerçekleştirildi. Atık su çamurunun güneşte kurutulması tatmin edici sonuçlar verdi. Pilot tesisin verimi, çamur KM değişimi, kurutma

süresi, patojen mikroorganizma giderimi dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,2010).

Güneş enerjisi ile çamuru kurutma

Su içeren çamurlar ancak mekanik olarak belli bir seviyeye kadar susuzlaştırılabilir. Bu seviyenin üzerine çıkabilmek için, ısı işlemlerle nem giderimi sağlanmaktadır. Kandern-Hammerstein'deki belediye kanalizasyon arıtma tesisinde, IST Anlagenbau GmbH, Aralık 1994'ten bu yana kendi atıksu çamurları için güneş enerjisi kurutucusunu gerçekleştirmiştir. Atık ısının geri dönüşümü, toprak plakının ısıtılmasını sağlayarak kurutma performansını ikiye katlar veya üçe katlar. Ünite bir PLC kontrol sistemi ile tam otomatik olarak çalışır. Endüstriyel bir kurutma ünitesine kıyasla çok daha fazla zemin alanı gerekli olmasına rağmen, güneş kurutma sisteminin işletim maliyetleri rekabetçidir, çoğu zaman oldukça düşüktür. Bu arada, ikinci bir kurutma tesisi Ağustos 1997'den bu yana Baden yakınlarında faaliyet göstermektedir. Tasarımın detaylarında birçok iyileştirme yapılmıştır. Prensip olarak, işlem su içeren tüm malzemeler için uygulanabilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın konusu; Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü bünyesinde işletilen Merkez Atıksu Arıtma Tesisinde bulunan ön çökeltim havuzlarından ve son çökeltim havuzlarından çekilen çamur üzerinde olacaktır. Bu tesisteki atıksu arıtma çamuru mix tankında toplanarak karıştırılan çamur digester’da çürütüldükten sonra dekantör vasıtasıyla kuruluk oranı % 25’e yükseltilerek solar kurutma yataklarına gönderilir. Solar kurutma yatakları sızdırmaz, beton tabanlı olarak ve çamurun kuru katı içeriğini arttırmak, çamurun sterilize edilmesi ve nihai bertaraf işleminden önce çamurun hacmi azaltılarak depolama kapasitesinin artırılması için tasarlanmıştır.



Şekil 3.1 Şanlıurfa merkez atıksu arıtma tesisi

Ön Çökeltim Çamuru için Graviteli Çamur Yoğunlaştırıcı

Ön çökeltim çamurunun yoğunlaştırılarak, çamurun kuru katı içeriğini en az % 5 KM'ye çıkarmak için graviteli yoğunlaştırıcı kullanılmaktadır. Yoğunlaştırıcı, merkezi karıştırıcı ile donatılmıştır.

Yoğunlaştırıcı sayısı: 2 adet

Maksimum yüzey yükleme oranı: $\leq 6 \text{ kg SS / m}^2 \cdot \text{h}$

Yoğunlaştırıcının yüzey alanı, birincil çamur pompalarının (yani, birincil çamur pompaları ile saatlik olarak transfer edilen katı miktarı; kg SS / h)

Yoğunlaştırıcı çamur pompaları ile yerçekimi kalınlaştırıcılarından sonra yoğunlaşan çamur pompalanacaktır. Pompaların kapasitesi, aşağıda tanımlanan şartlara göre seçilecektir.

Pompalar için çalışma saatleri, tasarım 16 saat / gün

Asgari kalınlaştırılmış çamur pompası sayısı 1 görev + 1 bekleme



Şekil 3.2. Graviteli yoğunlaştırıcılar

Fazla Çamur Pompa İstasyonu

Fazla çamur bu pompalar ile doğrudan mekanik yoğunlaştırıcılara beslenmektedir. Mekanik kalınlaştırıcıyı besleyen her pompa, frekans dönüştürücü vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Fazla çamur pompalarının çalışma saati tasarımı: 16 saat / gün Normal pompanın yanında bir adet bekleme pompası bulunmaktadır.



Şekil 3.3. Fazla çamur hattı

Fazla Çamur Mekanik Yoğunlaştırıcıları

Fazla çamurun kuru katı içeriğini en az % 4 KM'ye çıkarmak için mekanik yoğunlaştırıcılar kullanılmaktadır. Fazla çamurun yoğunlaştırması için tambur modeli kullanılmaktadır. Koku kontrolü için üniteler tamamen kapalı olması gerekmektedir. Ünitelerden çıkan kirli hava, koku giderme ünitesine aktarılmaktadır. Mekanik yoğunlaştırıcılar, çamur besleme pompaları, polimer hazırlama ünitesi, dozajlama ve diğer ilgili tesisler donma önleyici bir binada bulunmaktadır.

Çamurun yumaklaşması için polimer kullanılmaktadır. Polimer üretim ünitesi bağımsız bir birim ve yerel bir kontrol paneli tarafından kontrol edilmektedir. Polimer, frekans konvertörleri tarafından kontrol edilen eksantrik vidalı tip pompalar vasıtasıyla dozlanmaktadır.

Çamur dışarı: \geq % 4 DS

Çalışma saatleri, tasarım: 16 saat / gün

Minimum mekanik kalınlaştırıcı sayısı: 3 görev + 1 bekleme

Polimer hazırlama ünitesi: 2 görev + 1 bekleme

Minimum polimer dozlama pompası sayısı: 3 görev + 1 bekleme



Şekil 3.4. Mekanik yoğunlaştırıcılar

Anaerobik digester besleyici pompaları

Yoğunlaştırılmış karışık çamur kalınlaştırılmış fazla ve kalınlaştırılmış birincil çamur digestera besleme pompaları ile transfer edilmektedir. Ayrıca bir bekleme pompası ve yatıştırıcı da bulunmaktadır. Hızlandırıcı ve pompaların kapasitesi aşağıdaki gibidir.

Boşluk veya eksantrik ilerleyen digester besleme pompası tipi

Çalışma saatleri, tasarım 16 saat / gün

Satır içi yükleme türü

Malzeme (Eksantrik ve kutunun tüm parçaları için) EN 1.4301

Anaerobik çamur sindirici

Birincil çökeltme çamuru ve fazla çamurdaki organik madde, anaerobik sindirim işleminde biyolojik olarak dönüştürülür. Çamurun arıtılmasında kullanılan anaerobik işlem, çamurun yaklaşık 35 ° C'ye ısıtıldığı yerlerde mezofilik, tamamen karışık sindirim olmaktadır.

Çamur ile temas eden tüm parçalar 1.4404 paslanmaz çeliktir. Etkin karıştırma, tepeye monte edilen karıştırıcılar kullanılarak veya gaz kompresörleri ve gaz enjeksiyon boruları kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Basınç, kabul edilemez sınır değerine yükselirse, gazın dışarı atılmasına izin veren bir emniyet cihazı bulunmaktadır. Ek olarak, gaz kubbesi cıvatalı bir kapak, gözetleme camı ve seviye anahtarları ile donatılmıştır.

Her sindirici bir birinden bağımsız hatlarla sağlanmaktadır; diğer bir deyişle, her bir santrifüj için ayrı bir ısı eşanjörü, minimum bir adet tek vidalı santrifüj pompa ve yeniden dolaşım, ayrı besleme, devridaim ve deşarj boruları için bir adet yedek pompaya sahiptir. Bununla birlikte, boru hattı, çaprazlama işlemi mümkün olacak şekilde bağlanmıştır.

Çamurun ısıtılması için ısı eşanjörleri kullanılmaktadır. Çift borulu şekilde olan ısı eşanjörleri 1.4404 paslanmaz çelikten yapılmıştır.

Tüm operasyon odaları, gürültü, koku kontrolü ve çalışma güvenliği için tüm gereklilikleri yerine getirecek şekilde tasarlanmıştır. Makinelere, pompalara ve bileşenlere (vanalar ve yerel kontrol panelleri gibi) erişim güvenli ve engelsiz olmaktadır.

Digesterlerin üstüne ulaşmak için merdivenlere ek olarak bir asansör sistemi bulunmaktadır. Asansör, kişi ve malları gerektiği gibi taşıyabilecektir. Asansörün kapasitesi en az 3 tondur.

Minimum sayıda çürütücü sayısı: 3 adet

Minimum tutulma süresi: 20 gün



Şekil 3.5. Anaerobik çürütücüler

Susuzlaştırma için Çamur Depolama Tankı

Anaerobik sindirim işleminden elde edilen çürütülmüş çamur depolama tankında toplanır. Tank betonarme tank olarak inşa edilmiştir.

Tank, katıların çökmesini önlemek için bir dalgıç karıştırıcı ile donatılmıştır.

Minimum tank sayısı: 2 adet

Minimum bekleme süresi: 8 saat

Alıkonma süresi, örneğin 16 saat / gün çalışma koşullarına bağlı olarak dijitten saat başı çıkışına göre hesaplanacaktır.



Şekil 3.6. Çamur depo tankları

Susuzlaştırma

Su giderme santrifüjleri, polimer üretim ünitelerini, çürütülmüş çamur pompalarını, polimer dozaj pompalarını, karıştırıcıları ve çamur konveyörlerini içermektedir. Bütün bu ekipmanlar donma önleyici bir binada bulunmaktadır.

Çamur, çamur beslemesi için frekans kontrollü eksantrik vidalı pompalarla pompalanmaktadır.

Polimer, bir polimer üretim biriminde hazırlanmaktadır. Polimer üretim birimi, ya sıvı ya da toz polimerinin önceden tanımlanmış bir konsantrasyona seyreltilmesi / çözünmesi ve otomatik olarak karıştırılması ve olgunlaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Polimer üretim ünitesi bağımsız bir birimdir ve yerel bir kontrol paneli tarafından yerel olarak kontrol edilmektedir.

Polimer, frekans konvertörleri tarafından kontrol edilen eksantrik vidalı tip pompalar vasıtasıyla dozlanmaktadır.

Çamur, şaftsız vidalı konveyörler tarafından, bir seviyeye ve çamurun, atıksu çamuru için ayrılmış alana boşaltılmasına izin veren bir pozisyona taşınmaktadır.

Tüm susuzlaştırma tesisleri, SCADA sistemi üzerinde yerel ve otomatik olarak kontrol edilmekte ve izlenmektedir.

Minimum santrifüj sayısı: 3 (2 görev + 1 bekleme) birimi

Minimum besleme pompası sayısı: 3 (2 görev + 1 bekleme) birimi

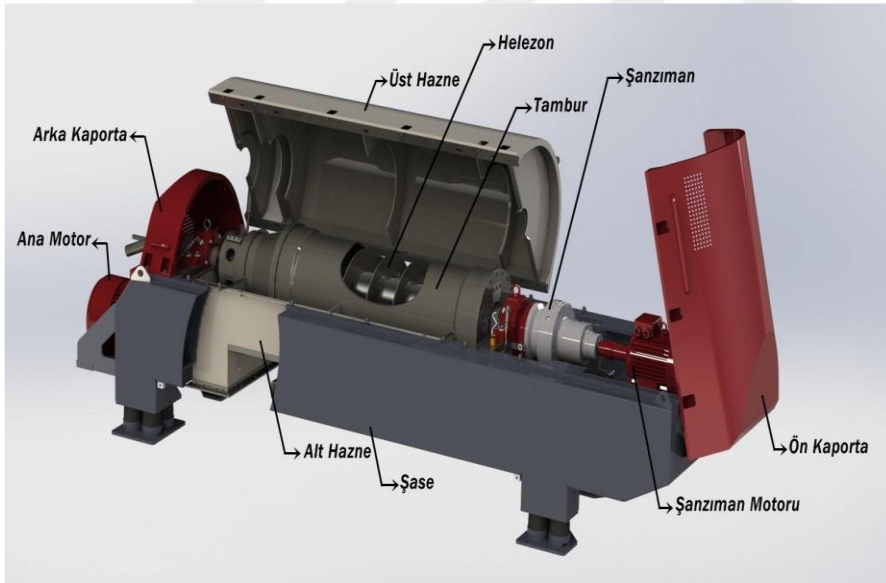
Maksimum günlük çalışma süresi: 16 saat / gün

Haftalık çalışma süresi: 7 gün / hafta

Sulu çamurun minimum kuru katı içeriği: % 25 DS

Minimum polielektrolit hazırlama sistemi sayısı: 2 (1 görev + 1 bekleme) ünitesi

Minimum sayı dozajlama pompası: 2 (1 görev + 1 bekleme) ünite



Şekil 3.7. Dekantör

Solar Kurutma

Şanlıurfa'nın “Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü”nden alınan güneş radyasyonu verileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Şanlıurfa Ortalama Sıcaklık ve Güneş Radyasyon Verileri

Aylar	T _{ort} (°C)	I (KWh/m ² .gün)	Güneşlenme Saati
Ocak	5,8	1,95	4,7
Şubat	6,8	2,47	5,6
Mart	10,6	4,09	6,9
Nisan	16,5	5,06	8,1
Mayıs	22,5	6,16	10,0
Haziran	28,0	6,82	12,2
Temmuz	31,9	6,55	12,4
Ağustos	31,5	5,93	11,7
Eylül	27,3	5,00	10,1
Ekim	20,4	3,79	7,7
Kasım	12,8	2,44	5,9
Aralık	7,4	1,80	4,4
Yıllık Ort.	18,4	4,34	

Güneş ışımalarının kullanımını maksimize etmek için kapalı bir sera alanıdır. Alanın zemini, tekerlekli bir yükleyici veya benzeri bir araç ile sürülmeye uygun betonarmedir. Alanın yan ve üst kısmındaki döşeme tasarımında, canlı yük min. 10 kN / m². Bölgeler için belirlenen TS 498 Tasarım Yüklerine göre belirlenen kar yüküne ve rüzgâr yüküne bağlı olarak, çift cidarlı polikarbonat malzeme min. 4 mm kalınlık, maks. 4.2 W / m²K ısı transfer katsayısı ve min. Kaplama malzemesi olarak % 80 ışık geçirgenliği sağlamaktadır. Polikarbonat malzeme ayrıca UV korumalı ve çığ dayanıklıdır. Sızdırmazlıkta kullanılan malzeme solvent içermez. Poli levhaların çerçevelerinin inşaatı hesaplanan uygun kesitlerde sıcak daldırma galvaniz çelikten yapılmıştır. Çelik çerçeveler sıcak daldırma galvanizli St37 çelikten yapılmıştır. Galvaniz sonrası gerekli diğer bağlantılar EN 1.4301 paslanmaz çelikten imal edilmiş cıvata ve somunlarla yapılmıştır. Betona sabitleme, EN 1.4301 paslanmaz çelikten

imal edilmiş çelik dübel ile yapılmıştır. Bina / kurutma alanının büyüklüğü, Aşama 1 - 2030'da üretilen maksimum çamur baz alınarak hesaplandı. Yıllık çamur miktarının hesaplanması için, günlük maksimum çamur miktarı 365 gün ile çarpılacaktır.

Solar Çamur Kurutma Sistemleri

İşletmelerin arıtma tesislerinde oluşan çamur, temizlenmek, tahliye edilmek, taşınmak, depolanmak veya yakılmak istendiğinde, ortaya çıkan maliyet işletme giderlerine yük bindirmektedir. Bunun yerine en orijinal çözüm olarak oluşturulan solar çamur kurutma sistemleri, çağımızın en dinamik ve modern sistemlerinden biridir.

Çalışma prensibine gelince; kapalı bir serada yere serilen çamura, ortamın ısısı artırılarak sıcaklık uygulandığında çamurun üst kısmındaki su buharlaşır. Makineler aracılığıyla yere en fazla 30 cm kalınlığında olacak şekilde serilen çamur karıştırılarak alt-üst edilir. Böylece alttaki nemli kısım üst tarafa, üstteki kurumuş kısım alt tarafa alınmış olur. Aynı sıcaklık çamurun tümü kuruyana kadar uygulanır ve böylece az bir maliyetle kuru bir çamur elde edilmiş olur. Tamamı kuruduğu görülen çamur konveyör kullanarak sistemden uzaklaştırılır. Bu kuru çamur ticari bir ürün şekline çevrilerek, kurutma giderleri azaltılabilir.

Modern bir solar çamur kurutma sisteminde; çamur yatağı sirkülasyon fanları, taze hava giriş menfezi, SRT karıştırıcısı, yoğun hava transfer fanları, doymuş havayı dışarı atan egzoz fanları, yaş çamur yatağı, ana kurutma alanı ve yüksek kurutma alanı bulunmaktadır.

Kurulacak seranın kaplama malzemesi polikarbondur. Çelik konstrüksiyona oturtulan sera, çeşitli hava koşullarına dayanıklı olmalıdır. Yenilenebilir enerji kapsamında değerlendirilen bu seraların işlevi ve doğaya sağladığı katma değer oldukça yüksektir.

Solar Aktif Kurutucu

Sektörde kısaca SRT olarak bilinen solar aktif kurutucu, çamuru taşıyıp periyodik olarak döndürme, ara vermeden kurutma, çamuru eşit dağıtma, kuruyanın yerine yenisini serme, çamuru bütünüyle düzenli olarak çevirirken kokuyu önleme işlemlerini gerçekleştirmektedir. Solar çamur kurutma sistemlerinin tüm özellikleri solar aktif kurutucu bünyesinde yer almaktadır.

Çamur sera içinde anlık olarak kurutulmakta, özel sistem ile yayılmakta, karışmakta ve kuruduğu an diğer yana taşınmaktadır. Kuruyan çamur konteynıra veya istenen bir depolama yerine taşınabilir. Böylece çamur sudan arındırılmış olur ve solar çamur kurutma işlemi tamamlanmış olur. Özelliğine göre kurutulan çamur ticari olarak da değerlendirilebilir.

Solar çamur kurutma sistemleri diğer kurutma yöntemlerine göre daha az enerji harcamaktadır. Kolay kurulmakta ve çalıştırılmaktadır. Yüksek oranda verim alınmaktadır. İklim şartları gözetilerek 12 ay kullanılabilir. İşletilmesi oldukça düşük maliyetlidir. Tamamen otomatik olması nedeniyle oldukça az bir insan gücüne gereksinim duyulur.

Otomasyon olarak harika bir işleve sahip olan solar çamur kurutma sistemleri, insan eli değmeden sağladığı hizmet ile iş, güç, enerji denklemini tam olarak karşılamaktadır. Kuruttuğu çamur hem hacim hem de kütle olarak azaldığı için işletmecinin yükünü bir hayli azaltmaktadır.

- Elektrik kullanımının az olması
- Solar enerjisinin kullanılması
- Oluşturma ve işletme kolaylığı
- Kuruluk oranının yüksek olması
- Yılın hemen her ayında kullanılabilmesi
- Uygun işletim imkânı
- Çalışan personelin azlığı
- Otomatik olduğu için gözetimi ve denetiminin rahat olması

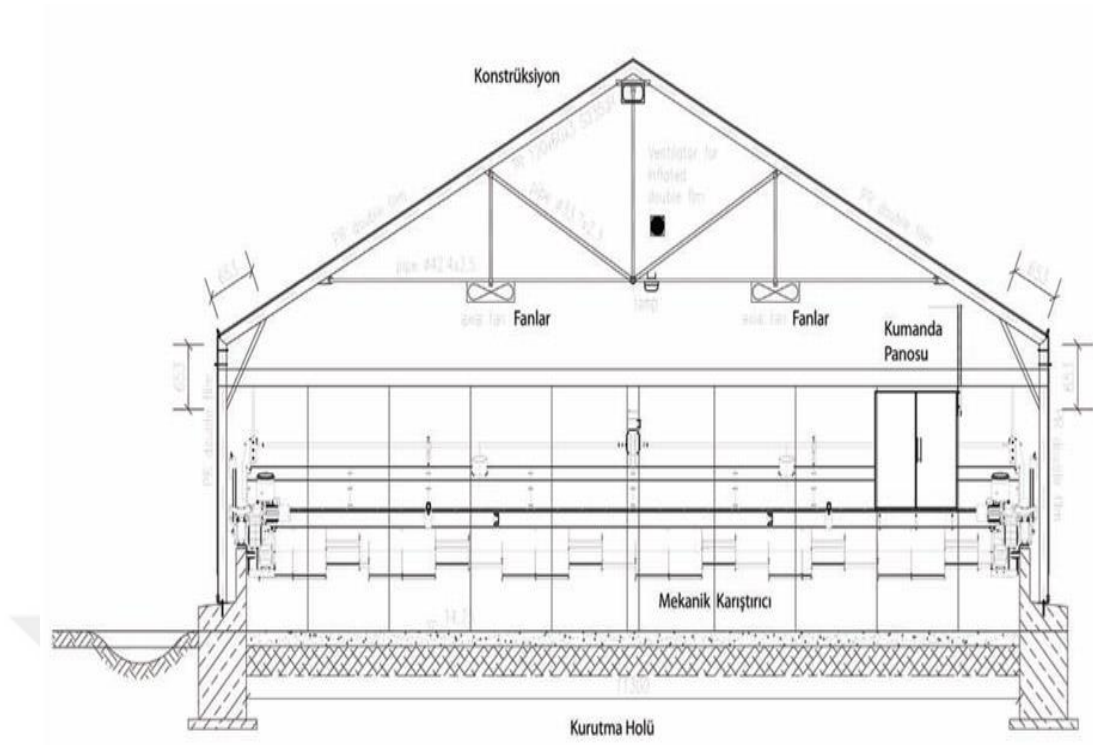


Şekil 3.8. Solar kurutma holünün iç görünümü

Mekanik Ekipman

Karıştırma Cihazı

Her bireysel kurutma şeridi bir karıştırma ve tornalama tertibatı ile donatılmıştır. Cihazın çalışması otomatik olacak ve giriş çamuru koşullarının kuru olarak değişmesi doğrultusunda operatör tarafından ayarlanabilir. Çamur ile temas eden parçalar, EN 1.4404 paslanmaz çelikten imal edilmiştir.



Şekil 3.9 Solar holü çizimi

Çıkış Hava Fanları

Nemli hava, her çamur şeridinde bulunan fanlar ile çıkarılacaktır. Çıkış hava fanlarının sayısı ve kapasitesi, en kötü durum senaryosuna göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.10. Solar holü dış görünümü

Havalandırma fanları

Temiz hava havalandırma fanlarının tanıtılması sağlanacaktır. Her bir şeritte yeterli miktarda temiz hava sağlamak ve operatörlerin kulvarındaki ortam koşullarını iyileştirmek için fanların sayısını ve kapasitesini hesaplanarak seçilmiştir.

İklim kontrolü

Gerekli kuru ve çamur karakteristiği seviyelerine ulaşmak için tüm kurutma işlemi sırasında ideal ortam koşullarının sağlanması için iklim kontrol sistemi sağlanacaktır. En az diğerleri arasında; Çamur karıştırma oranı, çamur sıcaklığı, bina içindeki hava sıcaklığı ve nemi, çamurun yüzeyindeki hava hızı otomatik olarak ölçülür / hesaplanır ve kontrol edilir. Her bir şerit, iklim kontrol sistemi tarafından bağımsız olarak ölçülmeli / kontrol edilmelidir.

Ek Isı Kaynağı

Çamur kurutma tesisi, işletme maliyetlerini en aza indirmek için enerji kurutma kaynağı olarak mevcut olan maksimum güneş ışınımını kullanacaktır. Ancak, kurutma işlemi için güneş radyasyonu yeterli olmadığında, ek ısıtma devreye girer. Bu amaçla, anaerobik sindirim süreci sırasında üretilen biyogazlar kullanılacaktır. Ayrıca, CHP üniteleri elektrik enerjisinin yanı sıra termal enerji ürettiğinden, bu enerji kaynağı, CHP üniteleri tarafından üretilen termal enerjinin yeterli olması durumunda kullanılabilir. Sıcak su boru sistemi veya ısıtılmış hava ile yerden ısıtma kullanılacaktır. Bu ek ısı kaynağını kurutma tesisine pompalar, boru işleri, vana ve kontrol sistemi, ısı eşanjörleri, hava fanları vb. Dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere yedekleme sistemi olarak tanıtmak için gerekli tüm ekipman ve cihazları tasarlayacak, temin edecek ve kuracaktır. Şuan sadece 2 adet kurutma yatağında denecektir.

Laboratuvar ve analitik ekipman

Yüklenici atıksu ve çamurun analizi için laboratuvar tesisleri sağlayacaktır. Laboratuvar, tesiste alınan atık su ve çamur numunelerinin test edilmesini gerçekleştirmek için gerekli olan analitik aletler, mobilyalar ve ekipmanlarla donatılacaktır. Laboratuvar, asgari olarak, askıda katı, COD, BOD5, amonyak-N, nitrate-N, toplam-N, Orto-P, toplam-P, pH ve alkaliniteyi test edebilecek ve askıya alınabilecektir. Katı maddeler ve toplam katı maddeler, SSVI'nın caydırılması ve çamur için mikroskobik değerlendirmeler.

Kurutma fırını

- Mikroişlemci kontrollü
- Isıtma aralığı 50 ila 250 ± 1oC
- Minimum hacim 120 litre



Şekil 3.11. Kurutma fırını

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Çamurun Aşamaları ve Solar İle Kurutulması Yöntemi

Atıksu arıtma tesisine gelen atıksu, arıtma proseslerinden geçerken iki noktada çamur meydana gelmektedir. İlk olarak ön çökeltim havuzlarında primer çamur, diğeri ise son çökeltim havuzlarından elde edilen fazla çamurdur. Tesiste oluşan çamurlar esas olarak aşağıdaki işlem adımlarını içerir:

- Önçökeltim çamurun gravite ile yoğunlaştırılması,
- Fazla çamurun mekanik yoğunlaştırılması,
- Çamur karıştırma tankı(mix),
- Anaerobik çamur çürütücüleri,
- Susuzlaştırma için çamur depolama tankı,
- Dekantör ile çamur susuzlaştırma işlemi,
- Solar çamuru kurutma ünitesi,

Tesiste bulunan dikdörtgen yapılı ön çökeltim havuzundan çamurun katı madde oranı % 2,24 olarak elde edilen önçökeltim çamur pompalar vasıtasıyla graviteli yoğunlaştırma tanklarına pompalanır. Pompalana bu çamur öncelikle tankların üst kısmında bulunan ve lif, üstübü, kulak çöpleri vb. maddeleri tutmaya yarayan ayırıcıdan geçirildikten sonra tanklara aktarılır. Burada tankların orta kısmında bulunan pervaneler vasıtasıyla sürekli karıştırılarak 5 günlük bekletme süresi sonunda kuru madde içeriği % 5,72 olarak mix haznesine pompalanmaktadır.

İkinci olarak oluşan % 1,27 kuru madde oranına sahip fazla çamur pompalar vasıtasıyla öncelikle mekanik yoğunlaştırıcılara gönderilir. Burada kimyasal polimer eklenecek tambur yoğunlaştırıcılar sayesinde kuru madde oranı % 5,5'a çıkartılarak mix haznesine boşaltılır.

Tesiste oluşan iki noktadaki bu çamurlar mix tankında karıştırılarak tam homojen hale getirilerek ısıtılmak için eşanşörlere oradan da digesterlere gönderilir.

Çamur karıştırma tankından sonra, karıştırılmış yoğunlaştırılmış primer ve fazla çamur, anaerobik stabilizasyon için digesterde pompalanmaktadır. Digesterde metan bakterileri için optimum işlem koşullarının yaratılması için etkili bir karışım sağlanmaktadır. Karıştırıcı sistem ile tam karıştırma sağlanarak ve böylece yüzen çamur tabakaları ve altındaki çamur tortulmasından kaçınılmaktadır.

Anaerobik çürütücülerden çıkan çamur, susuzlaştırma için çamur depolama tankına gönderilmektedir. İki adet çamur depolama tankı bulunmaktadır. Karıştırma işlemi yüksek hızlı karıştırıcı ile gerçekleştirilmektedir

Santrifüj dekantörleri, çamur susuzlaştırma tesisi için kullanılmaktadır. Depolama tanklarından % 3,5 kuru madde oranı ile dekantöre gelen çamur, buradaki işlemlerden sonra çamurun kuruluk oranı % 26.7 olarak aşağıdaki gibi çıkmaktadır.



Şekil.4.1. Solar kurutmaya giden çamur

Çizelge 4.1. Şanlıurfa Merkez Atıksu Arıtma Tesisinde çamur aşamaları(KM %)

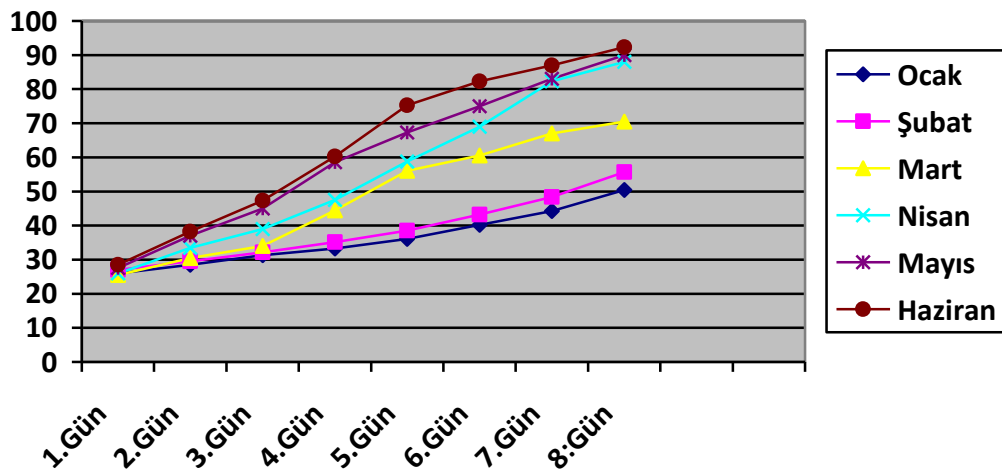
Çamurun Çıkış Noktası	Geri Devir Çıkışı	Tamburlu (Drum) Mekanik Yoğunlaştırıcılar	Ön Çökeltim	Gravityli Yoğunlaştırma	Mixer Tankı(iki çamur karışımı)	Digester	Depo Tankı	Dekantör	Solar Kurutma çıkışı
Birincil Çamur(KM%)			2,24	5,72					
Fazla Çamur(KM%)	1,27	5,5			5,61	2,6	3,5	26,7	90,5

Çamurun Solar Kurutma ile Kurutulması

Dekantörlerden alınan çamur traktörler vasıtasıyla solar hollerin içine boşaltıldıktan sonra serme ve yayma işlemi karıştırıcı ekipmanlar ile yapılmaktadır. Burada kurutulan çamurun kuruluk oranı % 90 olmaktadır.

Çizelge 4.2. Şanlıurfa atıksu arıtma tesisinin solar kurutma çamurunun günlere ve aylara göre kuru madde oranı değişimi(KM %)

AYLAR	1.Gün (%KM)	2.Gün (%KM)	3.Gün (%KM)	4.Gün (%KM)	5.Gün (%KM)	6.Gün (%KM)	7.Gün (%KM)	8.Gün (%KM)
OCAK	26	28,5	31,28	33,25	36,12	40,25	44,23	50,45
ŞUBAT	27	29,5	32,15	35,14	38,5	43,25	48,35	55,65
MART	25,5	30,5	34	44,4	56	60,5	67	70,5
NİSAN	26	33,5	39	47,5	58,8	69	82,3	85
MAYIS	27,6	37	45	58,53	67,3	75	83	88
HAZİRAN	28,5	38,25	47,35	60,30	75,25	82,30	87	90



Şekil 4.1. Solarda kurutulan çamurun aylara göre kuruluk grafiği



Şekil.4.3. Solar kurutmada kurutulmuş çamur

4.2. Solardan Çıkan Arıtma Çamurlarının Kullanım Alanları

4.2.1. Solar atıksu çamurlarının tarımda kullanışı

Stabilize edilmiş ve kurutulmuş atıksu arıtma çamuru içinde birçok faydalı madde bulundururken aynı zamanda zararsız bir hale gelmektedir. Gübre değeri oldukça yüksek olan evsel atıksu çamurlarının tarımsal gübre olarak kullanılması büyük önem arz etmektedir.

Bu çamurun tarlalarda kullanılması belli kriterlere göre yapılmalıdır. Özellikle tarlanın toprak cinsi, azot içeriği, ağır metal konsantrasyonları gibi değerlendirmeler sonucu bu çamur gübre olarak uygulanmalıdır.

Uygulanacak olan çamur tarlaya ekilen tohumla ters etki etmeyecek şekilde karıştırılmalı ve havalandırılmalıdır (Filibeli,1996).

Gübre değeri taşıyan atıksu arıtma çamurunun hangi miktarda ve hangi hava koşullarına göre serpileceği önceden incelenmelidir. Özellikle çamurun ve toprağın N ve P içeriği kontrol edilmelidir (Nisanoğlu,1998).

Arıtma çamuru içerisindeki N ve P oranları belli bir seviyenin üzerinde ise buna çok dikkate etmek gerekir. Çünkü bu durumda yer altı sularının kirlenmesine neden olabilmektedir (Aksu,2008).

Çamur karıştırılacak arazi, geçirimsizliği normal (1,5-15 cm/ha), su geçirgenliği yüksek olmalıdır, ağır metalin çözünürlüğünü kontrol etmek için nötr veya alkali olmalı derin olmalı, yüksek nem ve besin maddesi kapasitesini sağlamak için ince yapıya sahip olmalıdır. Arazi hem bitkinin gelişmesine müsait hem de gübrenin geçirgenliği, tutulması ve özümsemesi bakımından da uygun olmalıdır. Arazinin gübreyi alma miktarı toprağın kimyasal ve fiziksel durumuna bağlıdır (Filibeli,1996).

4.2.2. Solar arıtma çamurlarının ıslah amaçlı kullanımı

Üzerinde yapılan çalışmalar sonucu kullanılamaz hale gelen araziler, yeraltı kaynakları için yapılan kazılar ve doğal afetler sonucu yaşanan toprak kaymalarının neticesinde arazinin düzenlenmesi ve tesviye edilerek bitkisel canlılığını artırmada bu arıtma çamuru kullanılabilir.

Atıksu arıtma çamuru bu alanlara serilmeden önce ne gibi avantaj ve dezavantajının olabileceği göz önünde bulundurularak ve mevcut yönetmelik hükümlerine göre yapılmalıdır.

Eğer bu alanlarda depolanma yapılacaksa bunun herhangi bir çevresel probleme neden olup olmayacağı araştırılmalıdır.

Arazinin ıslahı için yapılacak olan çalışmanın ne zaman yapılacağı da iyi tahlil edilmelidir.

4.2.3. Solar çamurunun park ve bahçelerde uygulanması

Özellikle insanların kullandığı parklardaki yeşil alanların kullanımında daha dikkatli olunması gerekmektedir. Çünkü buralarda direkt temas söz konusu olduğu için sağlık açısından problem teşkil edebilir. Ancak mezarlıklar, yolların orta refüjleri, havaalanları, oyun sahaları gibi yerlerde çok fazla sıkıntı yaratmamaktadır.

4.2.4 Solar çamurlarının ağaçlandırma alanlarında kullanımı

Arıtma çamurlarını ağaçlarda kullanmak çok faydalı olmaktadır. Sağlık açısından da herhangi bir probleme neden olma ihtimali de çok zayıftır. Çünkü bu çamurun ağacın köküne dökülmesi gerekmektedir. Bu insan sağlığı açısından faydalı olsa da bu işlem ekstra maliyet gerektirdiği için çamurun ağaçların kullanımındaki oranını düşürmektedir.

Ancak yeraltı sularının kirletilmesini önleyecek tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu kirlilik çamurdan suya geçme ihtimali olan N ve ağır metaldir.

4.3. Solar Çamurlarının Bertaraf Yöntemleri

Solardan çıkan % 90 kuruluktaki çamuru gübre ve arazide ıslah olarak kullanılmadığı takdirde çeşitli yöntemler ile bertarafı mümkündür.

Solar çamurun bertaraf yöntemleri şunlardır; Düzenli depolama, kompostlaştırma, termik yöntemler yakma ve yakıt olarak kullanımı, çamur lagünlerinde toplama.

4.3.1. Düzenli depolama

Solardan çıkan çamurun şehirden uzak ve orada yaşayanların sağlığını tehdit etmeyecek şekilde ilgili yönetmeliğin hükümlerine göre yer altı sularına sızmayacak şekilde depolanması işlemidir. Solardan çıkan çamur suyu alındığı için hacmi yeterince azaltılmış ve stabilize edildiği için taşıma maliyeti de düşmüş olmaktadır.

4.3.2. Yakma ve yakıt olarak kullanımı

Buradaki amaç tesisten çıkan atıksu arıtma çamurunu hacimsel olarak olabilecek en düşük orana düşürmek ve bu işlem sırasında enerji üretmektir. Yakma işlemi sadece atıksu çamuru ile olduğu gibi yakma işlemini daha iyi yapmak için kalorifik değeri yüksek yakıtlar da eklenebilmektedir (Filibeli,1996).

4.4. Arıtma Çamuru ile İlgili Yasal Düzenlemeler

Türkiye’de atıksu çamuru ile ilgili yasal mevzuatlar şunlardır; Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, Atık Yönetimi Yönetmeliği ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelikte yer almaktadır. Bu yönetmelikte atıksu çamurlarının kuru madde oranı %30’in üstünde bir kuruluğa sahip olması gerekmektedir.

Avrupa ülkeleri ve diğer dünya ülkelerinde atıksu çamurları çiftçiler tarafından çok kullanılmaktadır. Bu ülkelerin yasaları da bu işin önünü açmaktadır ancak ülkemizde bu çamurun gübre olarak kullanılması yasal olarak çok zorlaştırılmıştır. Bu çamurun gübre olarak kullanılmasını tartışmaya dahi gerek yoktur (Taşatar,1997)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemiz genelinde büyük bir problem teşkil etmekte olan atıksu arıtma çamurlarının susuzlaştırma işleminden sonra, kurutma işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Çünkü katı madde oranı %25-30 civarı olan çamur, bertaraf konusunda problem oluşturmaktadır. Bundan dolayı, çamurun kuruluk oranını artırmak için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden biri de solar kurutma yöntemidir. Solar kurutma yönteminin uygulanması için geniş alanlara ihtiyaç duyulmasına karşın işletilmesi kolay olan bir yöntemdir.

Bu çalışmada çamurun solar kurutma ile ne kadar sürede istenilen kuruluk oranına ulaştığı üzerinde durulmuştur. Solar kurutma işleminden çıkan çamurun kuruluk oranı ocak ayında sekiz günde %50,45 ve bu oran haziran ayında aynı süre içinde %90 olmaktadır. Bu kuruluk oranına gelen çamur aynı zamanda anaerobik çürütüldüğü için hem stabil olmakta hem de hacimsel olarak azalmaktadır. Böylece çamurun taşıma maliyeti de azalmış olmaktadır. Haziran ayında solar kurutma yataklarına toplamda 822,4 ton çamur serilmiş olup kuruduktan sonra 205,6 tona düştüğü tespit edilmiştir.

Bu çalışmada varılmak istenen ana hedeflerden biri; yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre yatırımlarında kullanılma imkânlarının ortaya konulmasıdır. Son yıllarda artmakta olan atıksu arıtma tesisi sayısı, çamur bertaraf maliyetlerini de gündeme getirmektedir. Çamurun bertarafında çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Hangi nihai bertaraf metodu seçilirse seçilsin çamur hacminin azaltılmasında yüksek enerji ihtiyacı ön plana çıkmaktadır. Bu proseslerin işletme maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla, özellikle küçük ve orta büyüklükteki arıtma tesisleri için, yeterli alanın mevcut olması durumunda, güneş enerjisiyle çamur kurutma ülkemiz için dikkate alınması gereken yöntemlerden birisidir. Ayrıca; çamurun, solar kurutmalarda kurutulduktan sonra, gübre olarak ve çimento fabrikalarında yakıt olarak değerlendirilmesi daha kolay olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı çamur bertarafında seçilennihai bertaraf yöntemi önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- FİLİBELİ, PROF.DR. AYŞE. 2009.Aritma çamurlarının genel özellikleri. İzmir, 1-15s.
- PERVİN UZUN ve UĞUR BİLGİLİ, 2011. Aritma çamurlarının tarımda kullanılma olanakları, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Bursa, s. 135-146.
- EDDY and METCALF,1992. Wastewater engineering. treatment, disposal, Reuse., 200s.
- FİLİBELİ, PROF.DR.AYŞE.1996. Aritma çamurlarının işlenmesi. İzmir : Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları 255s
- ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI. 2010.“Evsel ve kentsel arıtma çamurlarının toprakta kullanılmasına dair yönetmelik". Ankara : Resmi Gazete, 27661 sayılı Resmi Gazete.
- ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI.2010. Atıkların düzenli depolanmasına dair yönetmelik. Ankara : Resmi Gazete,27533 sayılı Resmi Gazete.
- KEMAL YAMAN, EMİNE OLHAN, 2011. Aritma çamuru kullanımının buğdayın verim, fiziki girdi ve maliyetleri üzerindeki etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 25s.
- HÜLYA AKAT, GÜLBİN ÇETINKALE DEMIRKAN,İBRAHİM YOKAŞ, 2015. Atık su arıtma çamurlarının süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanımı.İzmir U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 52: 107-114.
- M.A.ÖZYAZICI,G.ÖZYAZICI,B.BAYRAKLI,2012.Aritmaçamuru uygulamalarının toprağın ekstrakte edilebilir demir, bakır, çinko ve mangan kapsamı üzerine etkileri. samsun : Toprak Su Dergisi. 2: s.110-118.
- B.TAŞATAR. 1997.“Endüstriyel nitelikli arıtma çamurlarının bazı toprak özelliklerine etkileri”, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara 159s.
- G.NİSANOĞLU.1998. Atık su arıtma sistemlerinin ve bu sistemlerden elde edilen çamurların tarım olanaklarında kullanılması olanakları” Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri. Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 51s.
- A.AKARLI, H.ŞAHİN, 2005.Aritma Çamurlarının Bertarafında Kireç Kullanımı; I.Ulusal Aritma Çamurları Sempozyumu,İzmir, 10s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mesut Şükrü EKİNCİ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Viranşehir-1982
Telefon : 0542 450 96 90
e-mail : m.s.ekinci63@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Bitirme Yılı
Lise	Sayısal	Şanlıurfa Lisesi	2000
Üniversite	Çevre Mühendisliği	Çukurova Üniversitesi	2006
Yüksek Lisans	Çevre Mühendisliği	Harran üniversitesi	2019

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007-2009	Ş.Urfa Bld.	Çevre Müh.
2009-2011	Ankara Büyükşehir Bld.	Çevre Müh.
2011-2014	Şanlıurfa İl Özel İdaresi	Çevre Müh.
2014 -2014	Şanlıurfa Valiliği YİKOB	Çevre Müh.
2014- ...	Şanlıurfa Büyükşehir Bld. ŞUSKİ Genel Md.	Çevre Müh.

UZMANLIK ALANI: Arıtma Tesislerinin İşletilmesi

YABANCI DİLLER: İngilizce