



ARITMA ÇAMURLARININ YÖNETİMİ



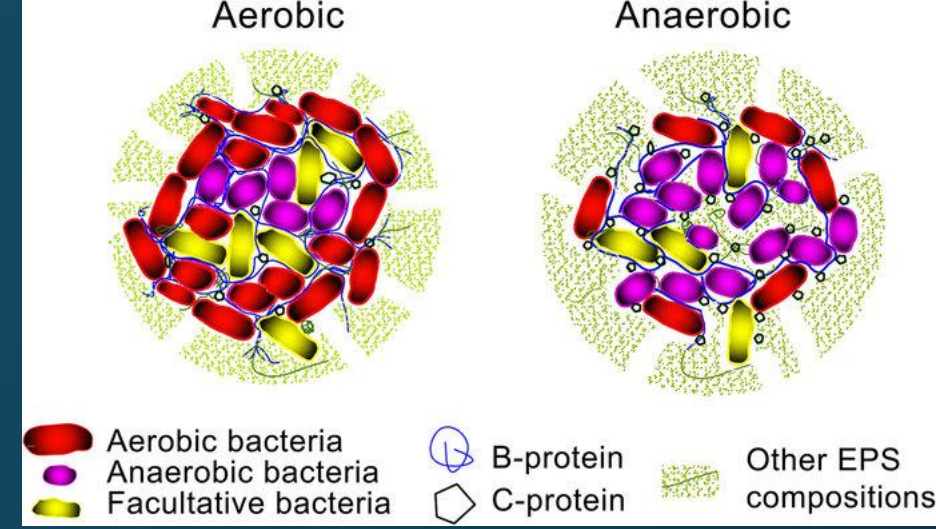
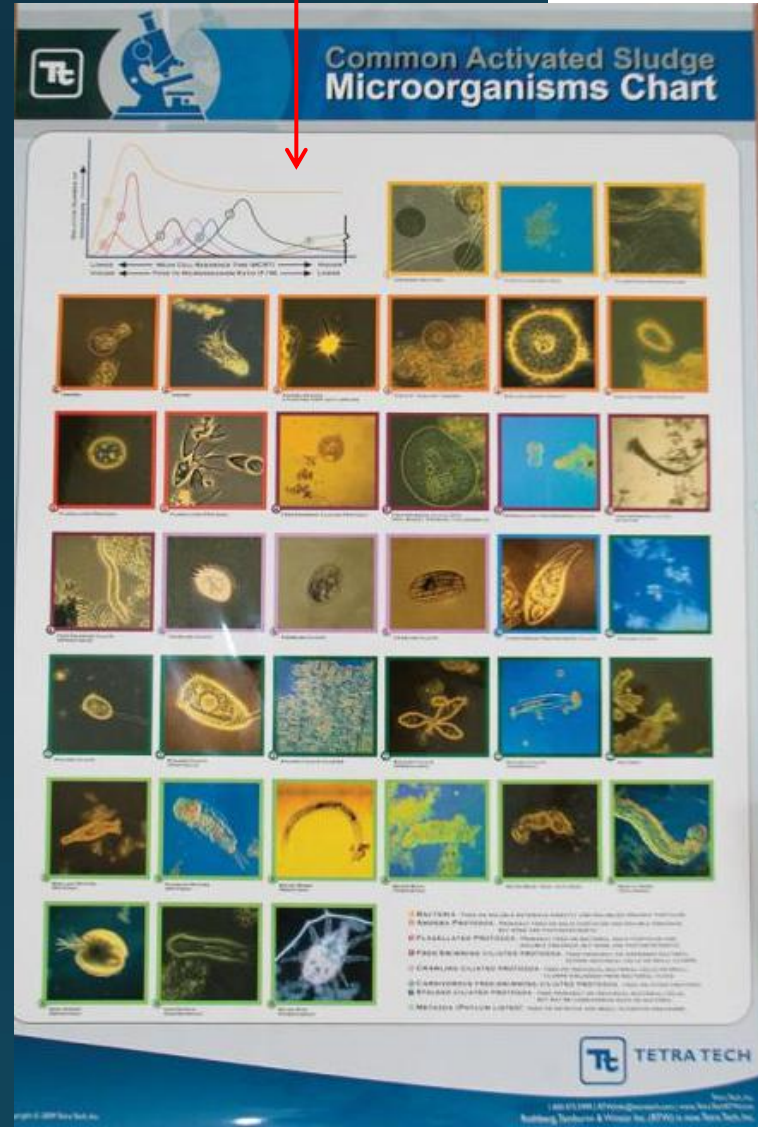
Doç. Dr. N. Kamil SALİHOĞLU

Uludağ Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü

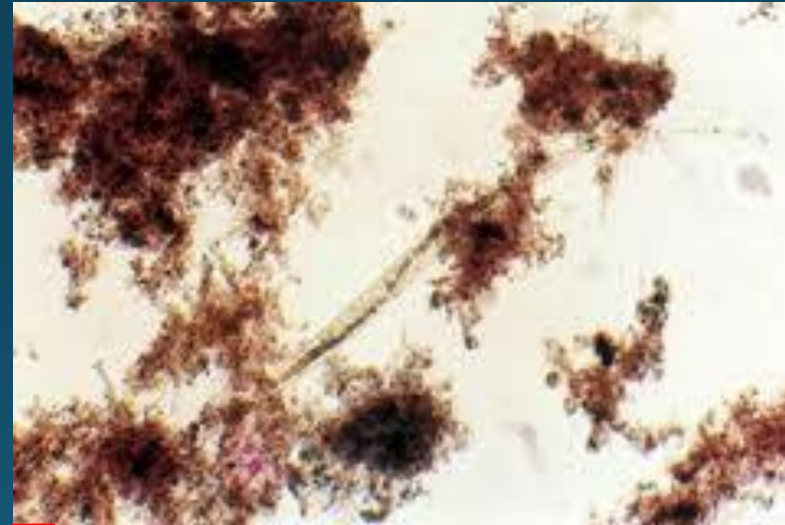
Bursa, Mayıs 2016

Aktif Çamur İçerisindeki Mikroorganizmalar

Courtesy of Auralene Glymph,
Microbiologist



<http://www.nature.com/articles/srep12041>



A. Rabiee et al.:
Rev Chem Eng 2015; 31(3): 239-261

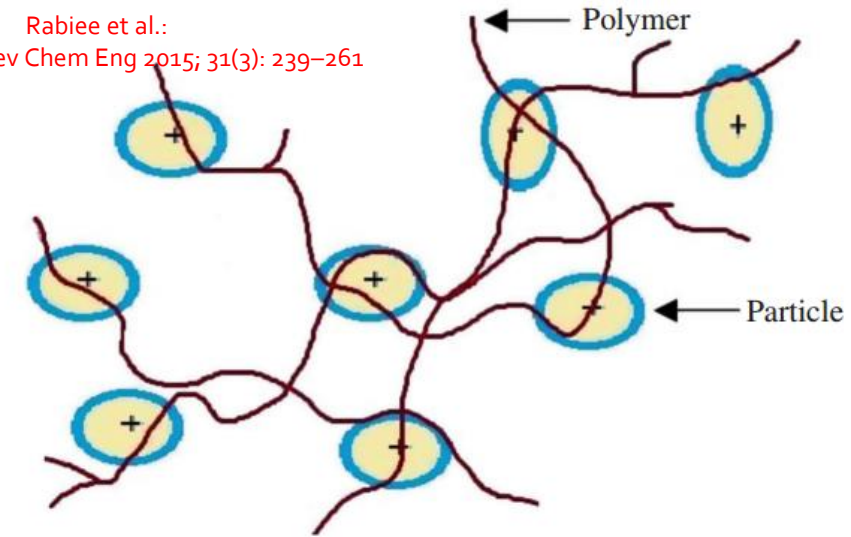


Figure 5: Polymer bridging and destabilization of particles (aggregation).

Çamurun Mikroskop Görünümü

Bu yapı, doğal olarak bulunan hücre dışı polimerik maddeler ve sonradan ilave ettiğimiz polimerik maddelerle birbirine bağlı mikroorganizma gruplarından oluşuyor.

Çamur



MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

.....
c) Ham çamur:

- 1) Evsel ya da kentsel atıksuları işleyen arıtma tesislerinden, **evsel ve kentsel atıksulara benzeyen bileşimdeki atık suları arıtan diğer arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurlarını,**
- 2) Fosseptik tanklarından ve diğer benzer arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurlarını,
- 3) (1) ve (2) numaralı alt bentlerde sayılanlar dışındaki diğer arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurlarını,

EVSEL VE KENTSEL ARITMA CAMURLARININ TOPRAKTA KULLANILMASINA DAİR YONETMELİK

Çevre ve Orman Bakanlığında:

2 Nisan 2015 PERŞEMBE

Resmî Gazete

Sayı : 29314

YÖNETMELİK

Çevre ve Şehircilik Bakanlığında:

ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ

19 08 11*	Endüstriyel atıksuyun biyolojik arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 08 12	19 08 11 dışındaki endüstriyel atıksuyun biyolojik arıtılmasından kaynaklanan çamurlar	
19 08 13*	Endüstriyel atıksuyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 08 14	19 08 13 dışındaki endüstriyel atıksuyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan çamurlar	



ARITMA ÇAMURU YÖNETİM PLANI

ARITMA TESİSİNİZDE BÖYLE BİR YÖNETİM PLANI VAR MI?

ÇAMURDA YÖNETİMİNDE GENEL YAKLAŞIM NE OLMALIDIR?



Atık Yönetim Hiyerarşisi Nedir?

Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive)

Waste legislation and policy of the EU Member States shall apply as a priority order the following waste management hierarchy:



The Directive introduces the "polluter pays principle" .

ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ

Tanımlar MADDE 4

k) Atık yönetimi: Atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerini,

ee) Kirleten öder ilkesi:

Bölgesel

Çamur Yönetimi Geliştirilmesini Etkileyen Faktörler

(Spinosa ve Matarrese, 2009):

- Yasa ve Yönetmelikler
- Çamur Miktarının ve Kalitesinin Kontrolü
- Çamurdan Madde Geri Kazanımı
- Çamurdan Enerji Geri Kazanımı
- İşletme ve Bakım Konuları



Bölgesel Çamur Yönetimi Geliştirilmesini Etkileyen Faktörler

- **Atıksu arıtma tesisinde çamur miktarının azaltılmasını sağlayacak stratejilerin benimsenmesi,**
- **Yönetimini kolaylaştırmak için çamurun içerik, biyolojik stabilite ve katı madde konsantrasyonu bakımından daha iyi kaliteye çıkarılmasının sağlanması,**

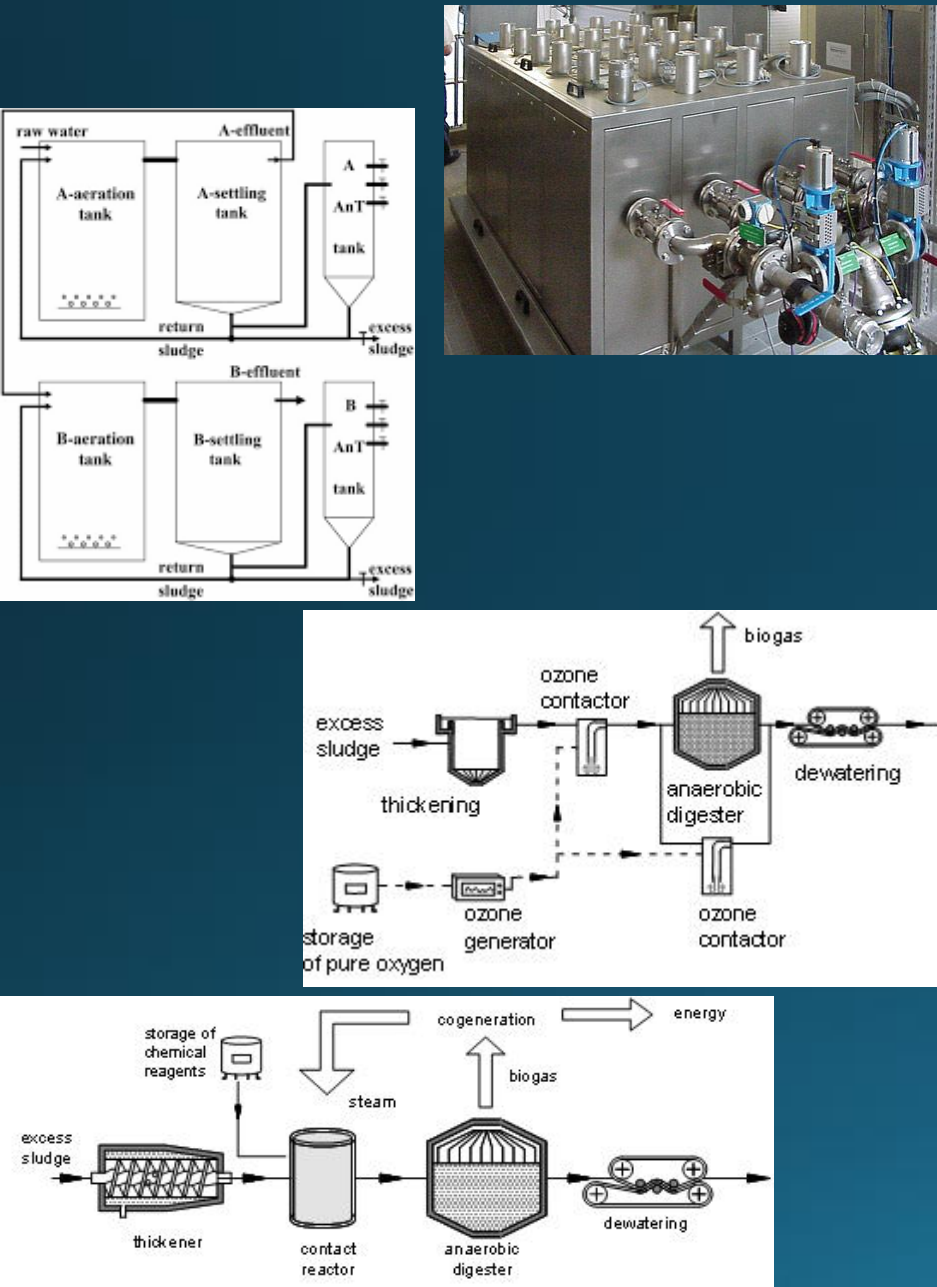
• Atıksu kaynaklarının debi ve kirlilik değerlerini sürekli izliyor musunuz?



• İşletmeleriniz atıksu kullanımlarının azaltılması için hangi uygulamaları yapıyorlar?



Çamura Kaynağında Azaltma Yöntemlerinden Birini Uyguluyor musunuz?



- **Chemical treatment:** Ozonation; H_2O_2 ; ClO_2 ; Chlorination
- **Physical treatment:** Ultrasound;
- **treatment-combined activated sludge process (ASP)**
- **Alkaline-thermal treatment-combined ASP**

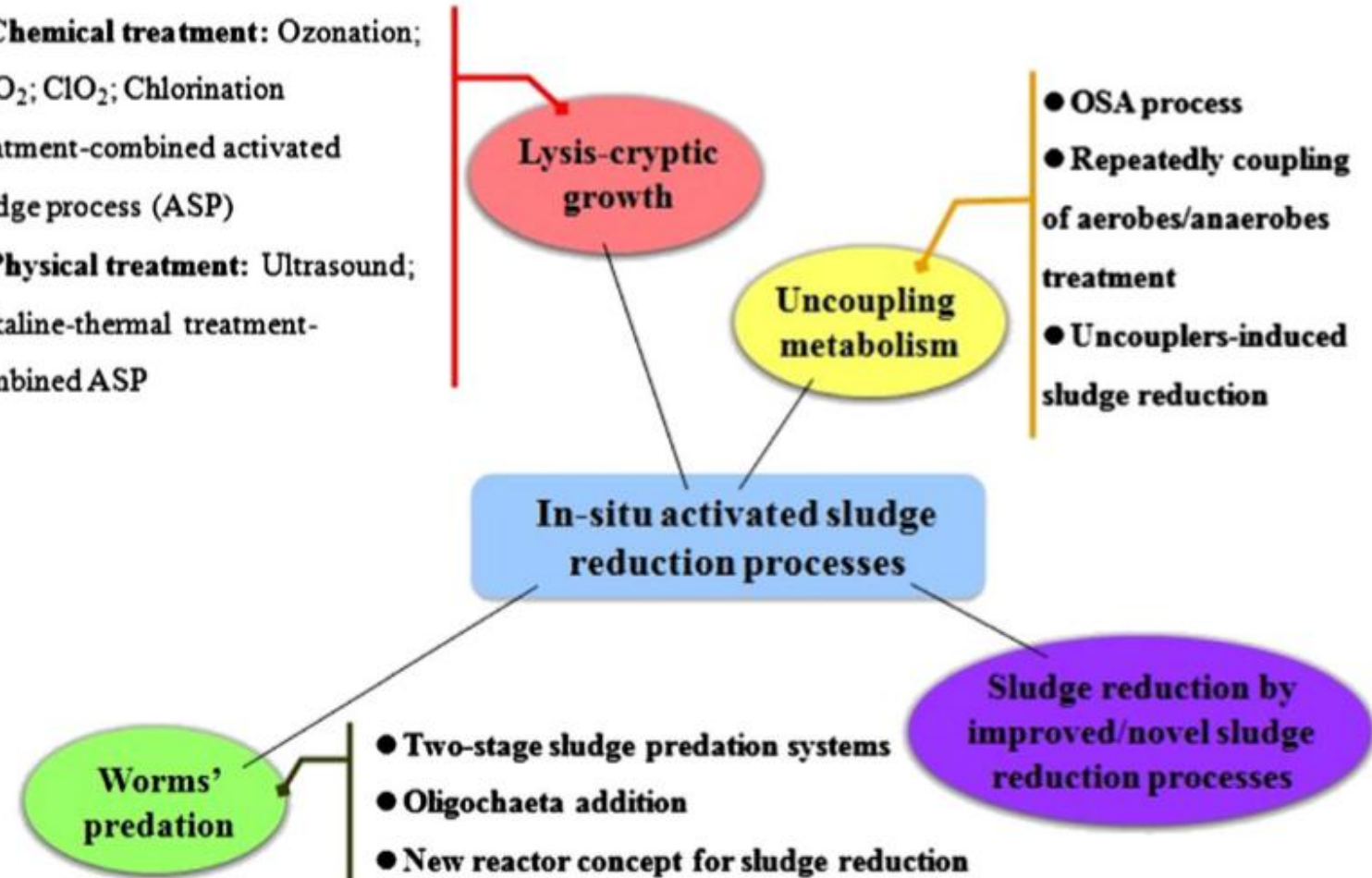


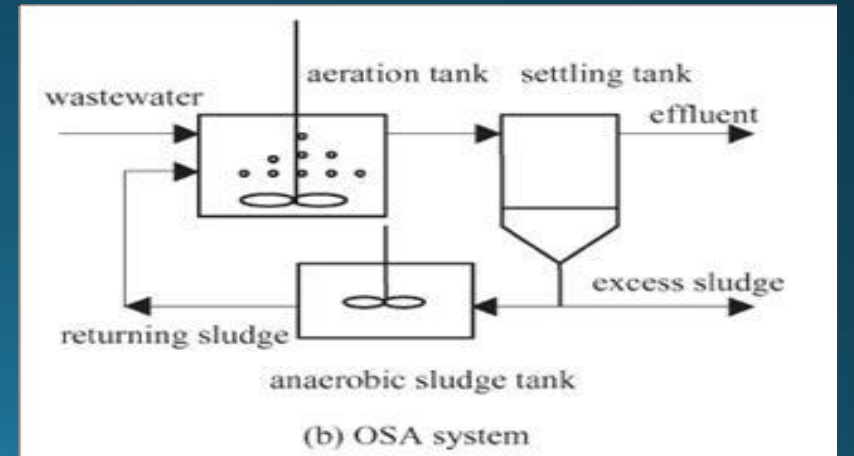
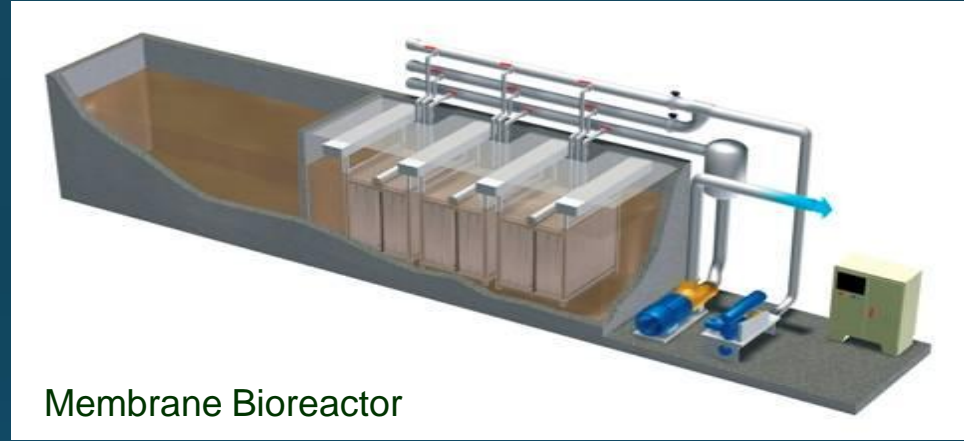
Fig. 1. Outline of in-situ activated sludge reduction technologies.

Çamurun kaynağında oluşmasını engellemek veya azaltmak için;

2. Biyolojik çamurun oluşumunun azaltılması için

a) Biyolojik Atıksu Arıtımı Prosesinde Kullanılan Yöntemler

Kimyasal Oksidasyon
Kimyasal ve Isıl Arıtım Bileşimi
Enzimatik Reaksiyonlar
Membran Biyoreaktör
Kimyasal Çözücü
Oksik-Çökeltme-Anaerobik (OSA)
İki Kademeli Sistem
Oligochaete (solucan)
Anaerobik/Aerobik Sistemler



Çamurun kaynağında oluşmasını engellemek veya azaltmak için;

b) Anaerobik çamur çürütmeyle ilgili çalışmalar

Kavitasyon
Isıl işlem
Mekanik
Radyasyon
Asit veya Alkali Hidroliz
Ozonla Ön Arıtım
Isıl İşlem, Negatif Basınçlandırma ve Kesme Kuvvetleri
Kimyasalla Desteklenmiş Isıl Hidroliz
İki Kademe Anaerobik Çürütme
Sıcaklık Fazlı Anaerobik Çürütme
Anoksik Gaz Flotasyonu



Ozon-UV



Ultrasound



Two Stage Anaerobic Digester



High Pressure Homogenizer



Çamurun kaynağında oluşmasını engellemek veya azaltmak için;

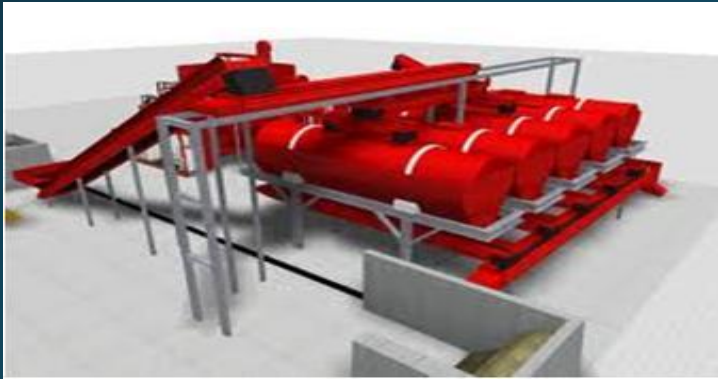
c) Çamur nihai bertaraf alternatifleri



Piroliz



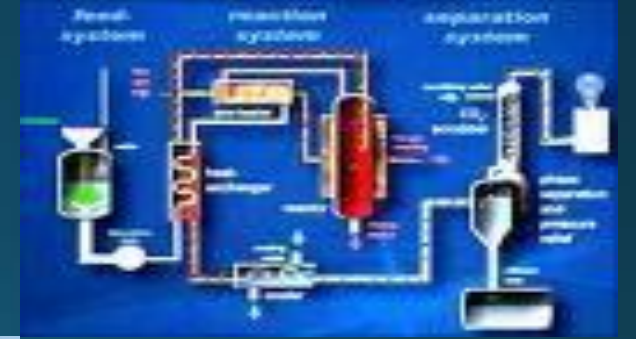
Yakma



Kompostlama



Biyokurutma



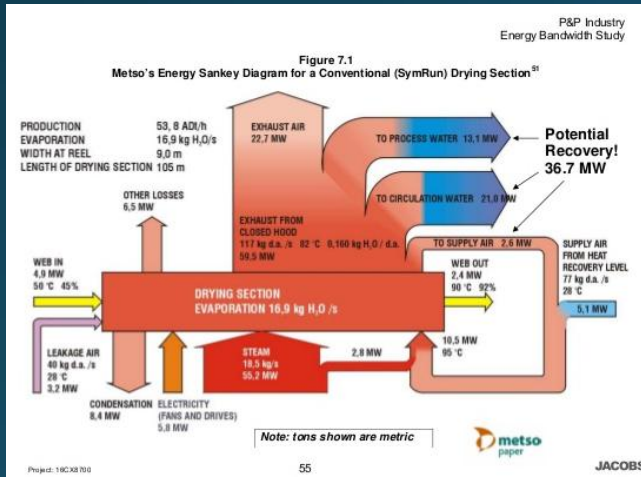
Supercritical Water Oxidation

Bölgesel Çamur Yönetimi Geliştirilmesini Etkileyen Faktörler

- Bölgesel teknik ve ekonomik şartlar dikkate alınarak madde ve enerji geri kazanım alternatifinin seçilmesi,



- Etkin ve sürdürülebilir bir yönetim sisteminin oluşması için enerji giderleri ve taşımayı da içeren maliyetlerle bir bütün olarak tüm prosesi ifade etmek üzere enerji dengesi ve maliyet hesaplarının yapılması,



Bölgesel Çamur Yönetimi Geliştirilmesini Etkileyen Faktörler

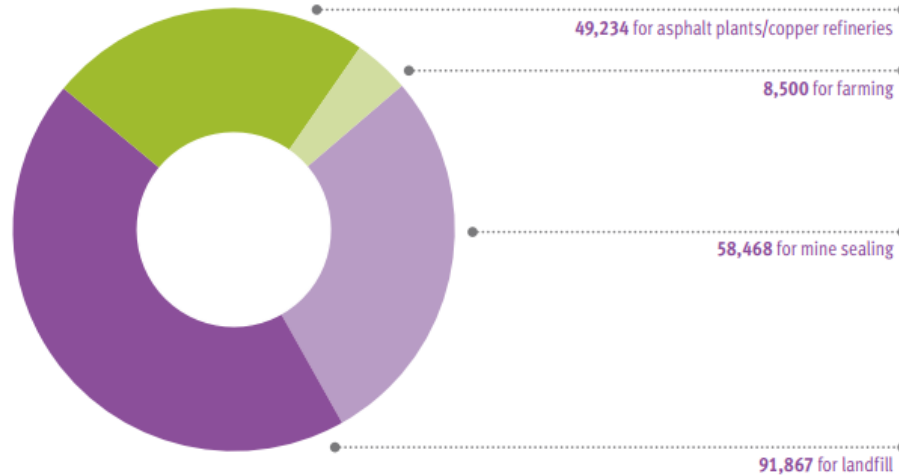
- Diğer atıklarla çamur ve atıksu bertarafı sistemlerinin koordine ve entegre edilmesi,



- Çamurdan geri kazanılan ürünün potansiyel pazarlarının dikkatli değerlendirilmesi



Figure 7: Disposal paths of sewage sludge ash from 18 mono-incineration plants in 2009 [proprietary data]



Sewage Sludge In Germany, Umweltbundesamt (UBA)

Bölgesel Çamur Yönetimi Geliştirilmesini Etkileyen Faktörler

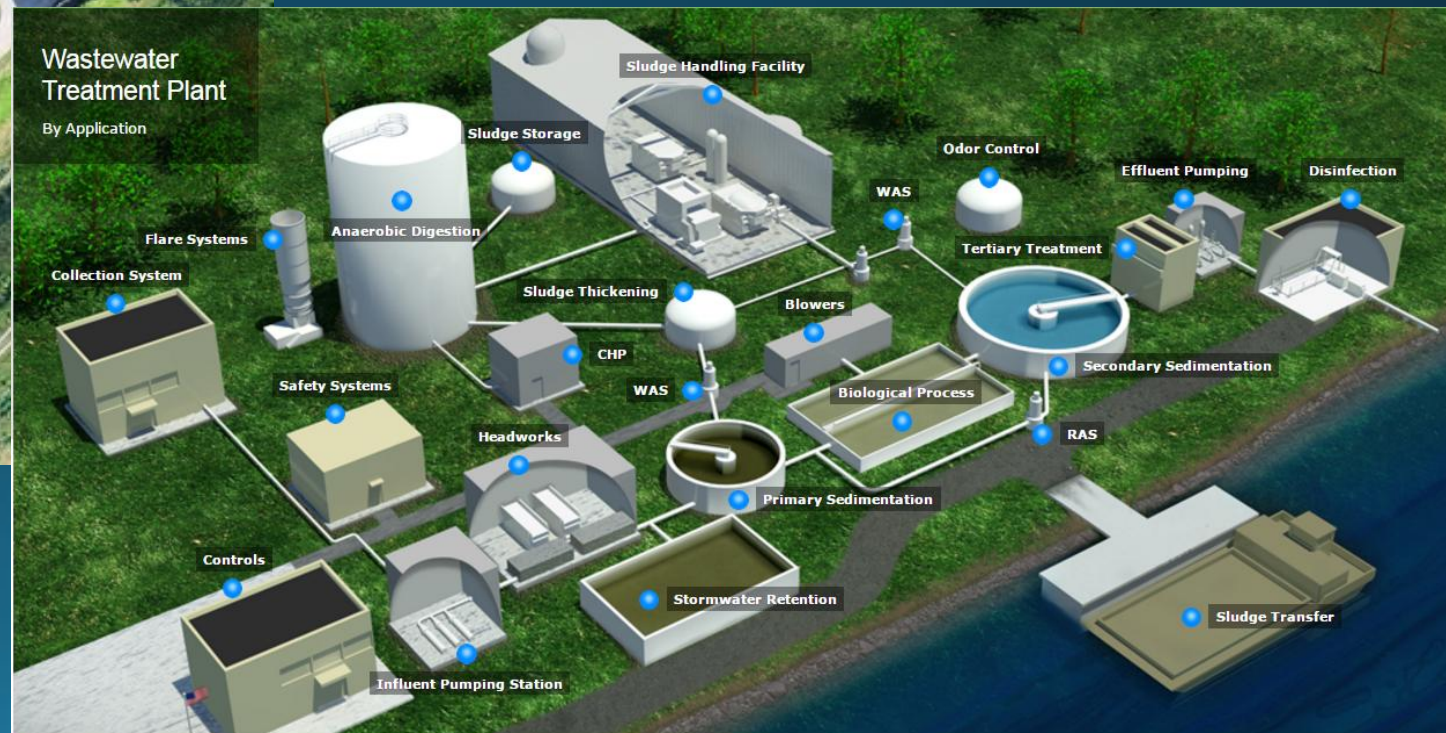
- Standardize edilmiş prosedür ve yöntemlerle karakterize edilmiş çamur için gerçekçi ve zorlayıcı yönetmeliklerin uygulanması,



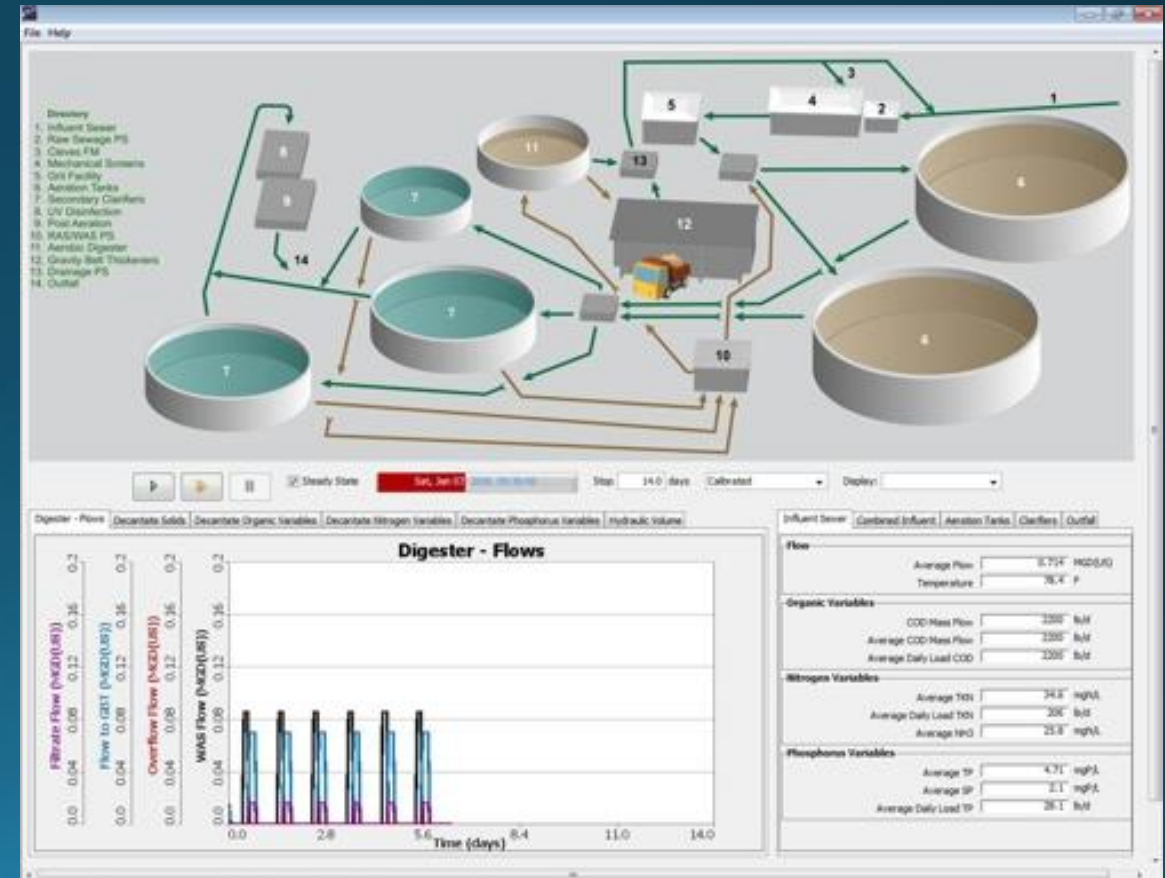
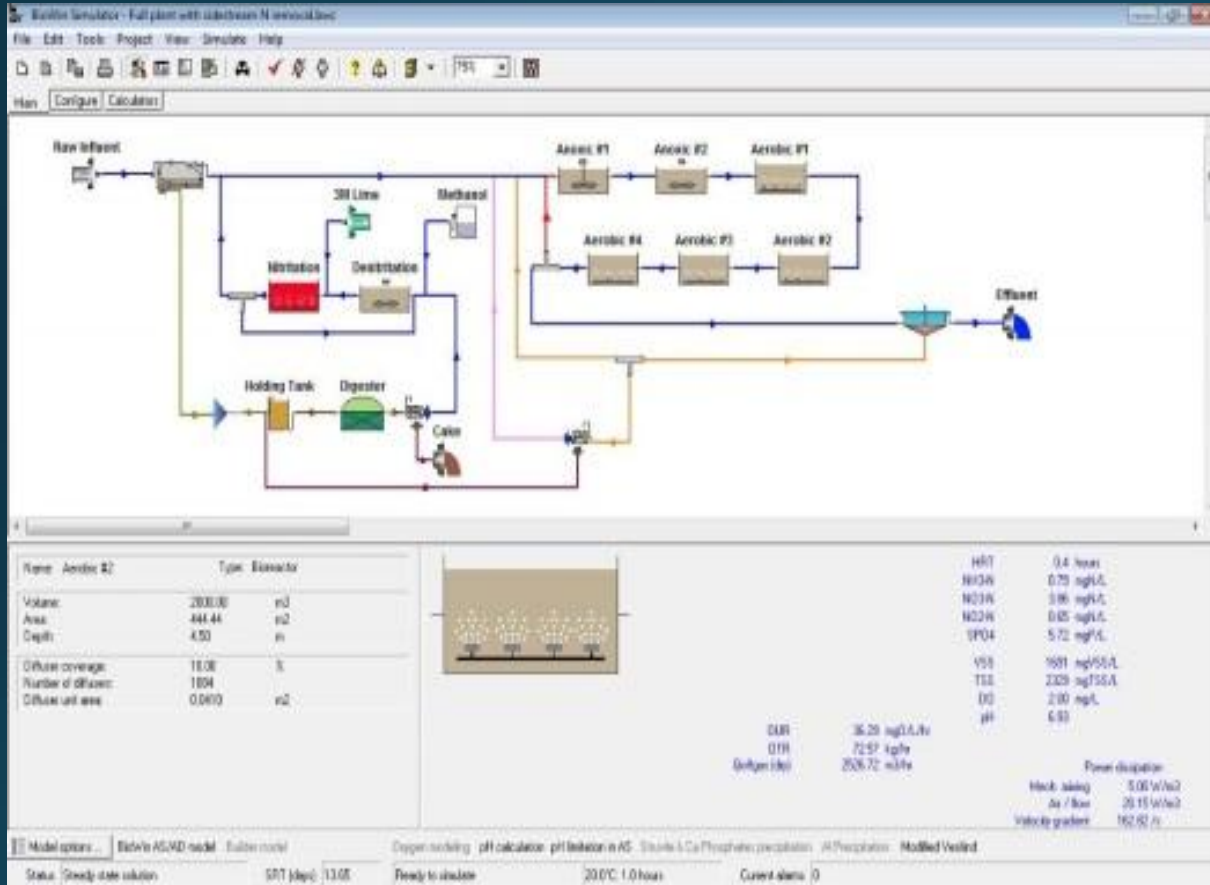
- Uygun iletişim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.



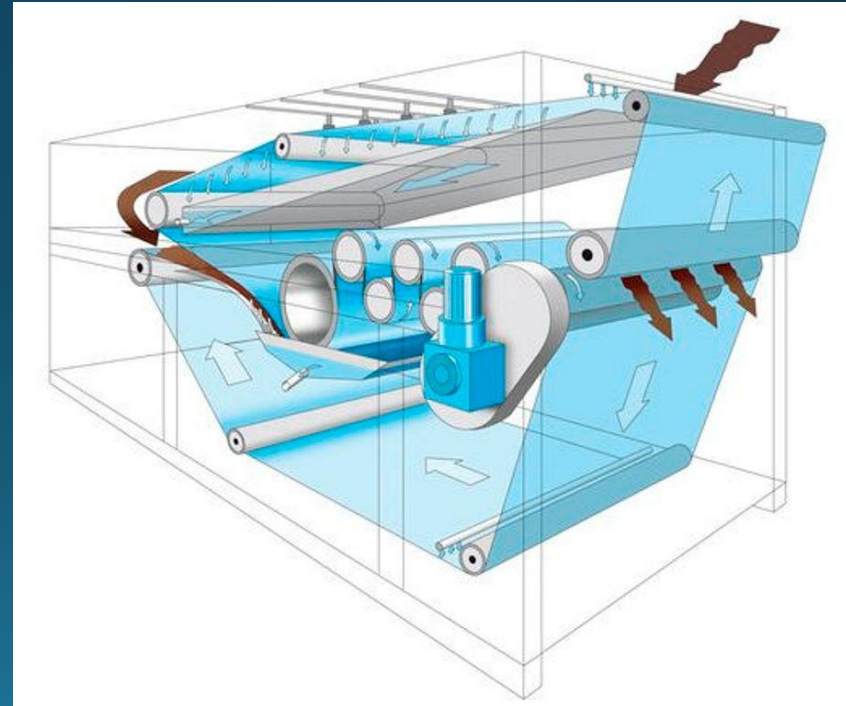
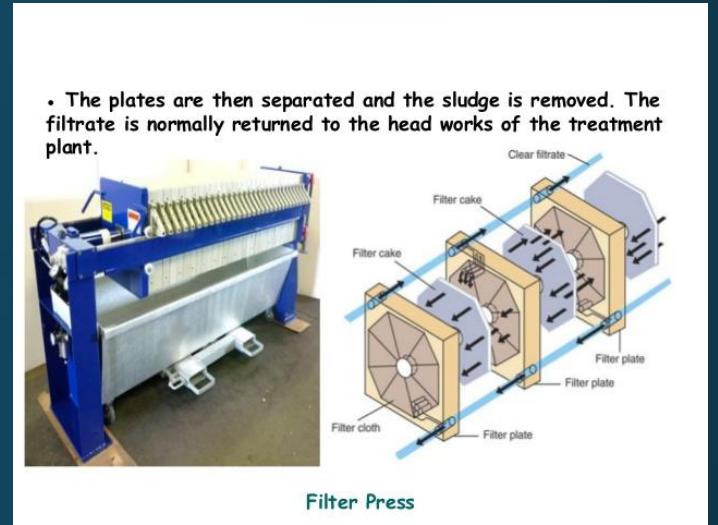
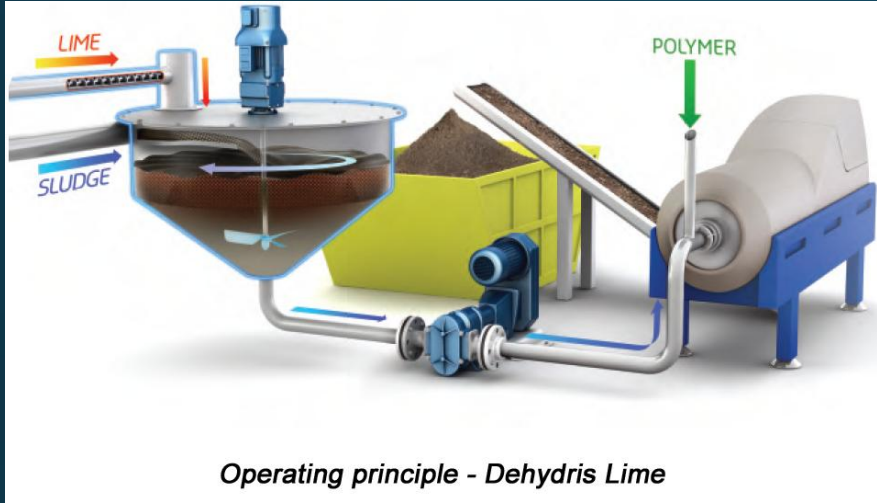
Arıtma Teknolojiniz Doğru Seçilmiş mi?



Arıtma Tesisiniz En Uygun Şartlarda İşletiliyor mu?

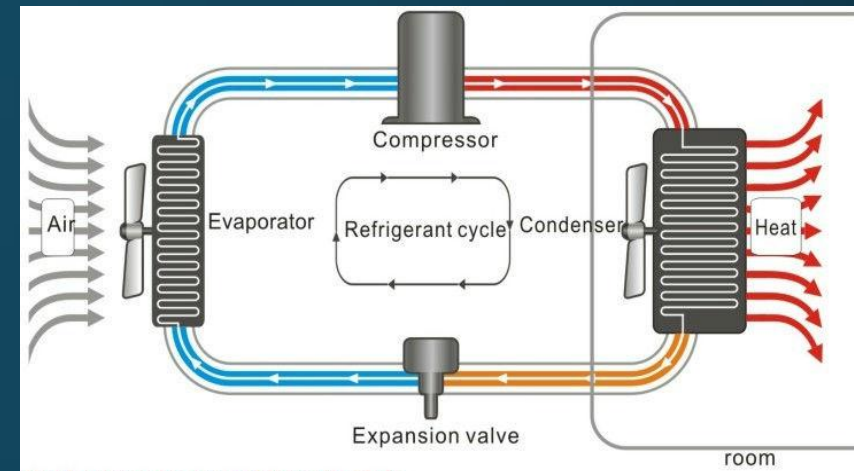
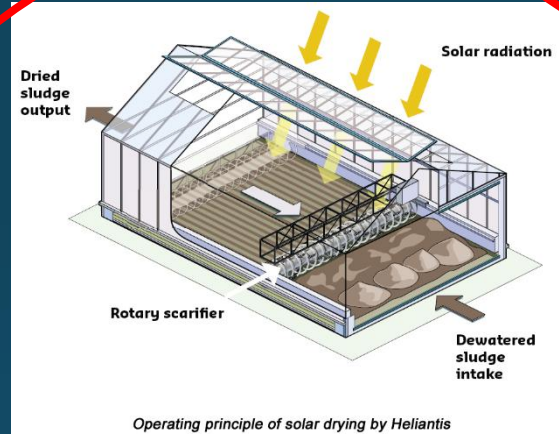


Çamur Susuzlaştırma Yönteminiz Uygun mu?



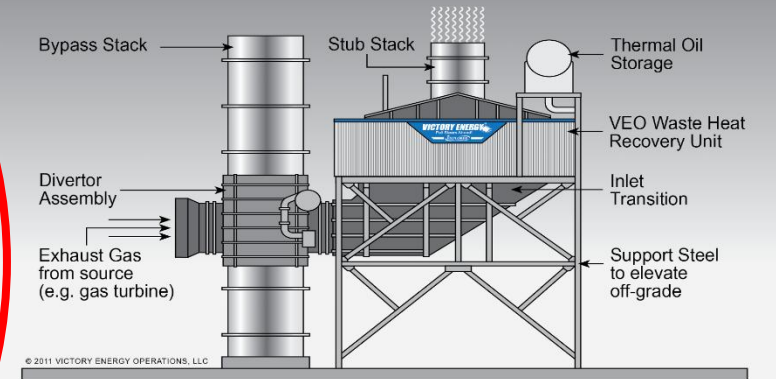
Çamurunuzu Kurutabilir misiniz?

Isı Kaynağınız?

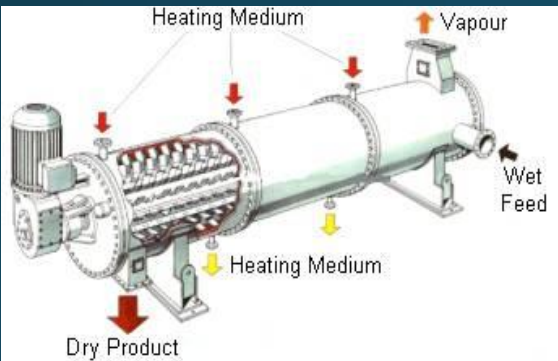


Heat pump dryer working principle

TYPICAL WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM



© 2011 VICTORY ENERGY OPERATIONS, LLC



Çamurumu Hangi Yöntemlerle Bertaraf Edebilirsiniz?



Çimento
Fabrikası



Çamur Yakma /
Birlikte Yakma



Çamur Kurutma



Depolama

Hangi Teknolojiyi Seelim?

I.Yap - Souder (1993)

- Ticari ve Teknik başarının belirsizliği
- Teknolojinin mali yapısı
- Teknolojiyi geliřtirmek için kaynak ihtiyacı
- Teknolojinin beklenen hedeflere ulařtırma derecesi
- Teknolojinin mevcut yařam döngüsündeki yeri

III.Rippo - Tuominen (1990)

- Teknolojinin kapasitesi
- İşletme stratejileri
- Risk
- Fayda
- Maliyet

II.Fahrni - Spätig (1990)

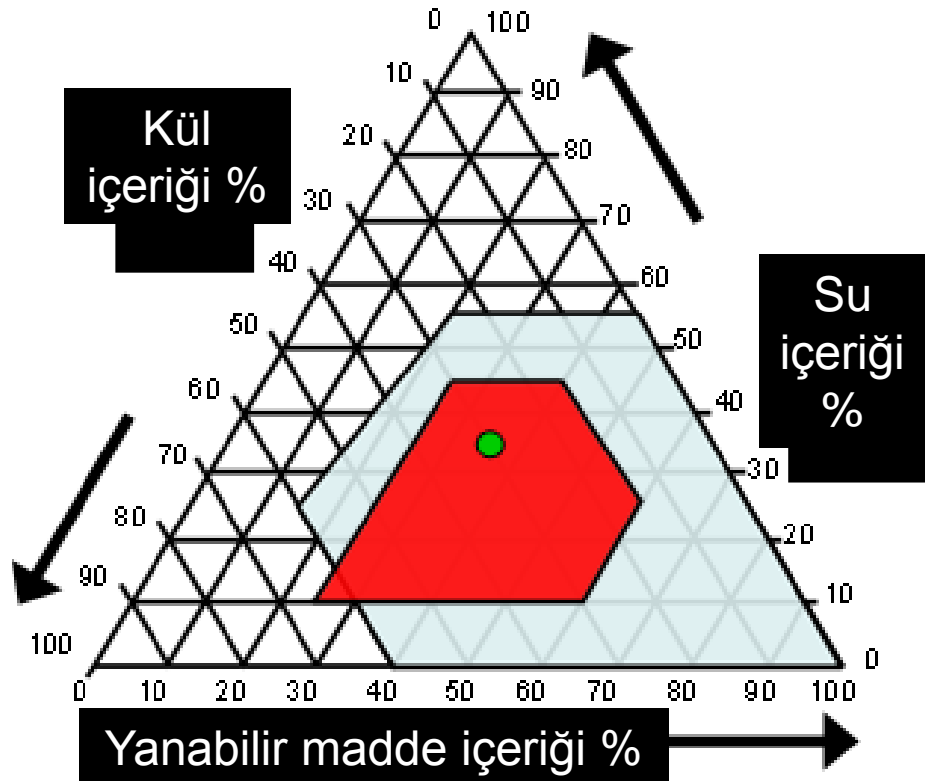
- Teknolojinin mevcut en kritik probleme yönelimi
- Teknolojinin uygunluđunun ölçülebilme derecesi
- Teknolojiler arası uyumun derecesi
- Teknolojinin bir ya da daha çok amaca uygunluđu
- Risk derecesi

IV.Currie (1990)

- Yatırımın hızlı dönüşü
- Kaynakların etkin kullanımı
- Gereкли teknolojilere yatırım yapılması

Atık Yakma

Atığın yanma aşamalarından geçiş hızı, atık kompozisyonu ve ısıl değerine bağlı olarak farklılık gösterir. Tanner üçgeninde atığın ilave yakıt ihtiyacı olmadan yakılabilmesi için gereken kompozisyon grafiksel olarak gösterilmektedir. Avrupa'daki atığın ortalama %35 yakılabilir madde, %30 kül ve %35 su içerdiği belirtilmektedir. Isıl değerinin 6.0 MJ/kg olduğu belirtilmektedir (Bilitewski ve ark., 1997)



Bu bölgede ek yakıt olmadan yanma mümkün

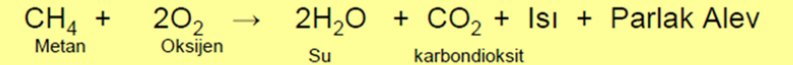
Avrupa Atığı

Ortalama Değer

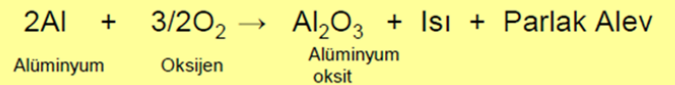
Yakma, maddenin oksijen ile (havadaki oksitler, ısı ve parlak alevler oluşturarak oksitlenmesidir.

Basit örnekler:

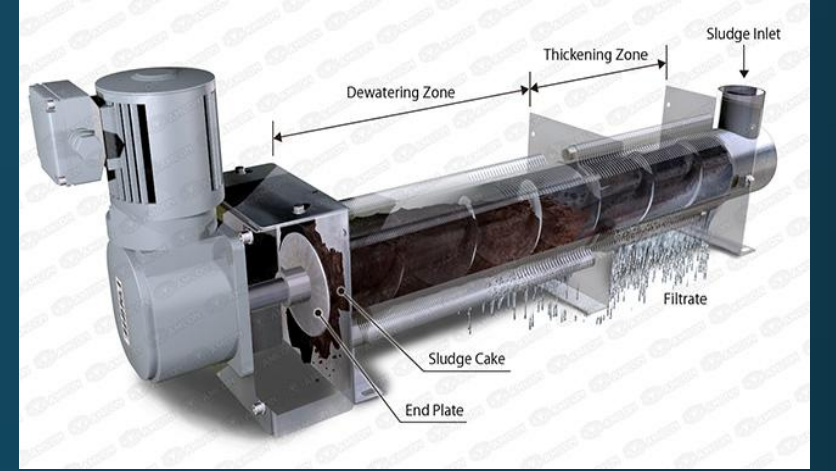
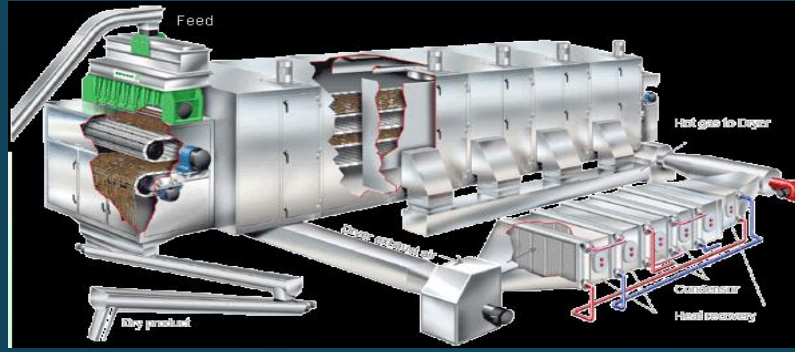
Organik maddelerin yanması:



İnorganik maddelerin yanması:



Termal çamur kurutma sistemlerinin ilk yatırım ve işletme maliyetleri, önemli miktarda enerji ihtiyacı nedeniyle yüksektir. (AÇP, 2012)



Sadece ekipman maliyeti
(20-100 ton KM/gün kapasiteli bir tesis için)

bina vb. tüm bileşenlerle birlikte toplam maliyet
170.000-230.000 Euro/ton KM-gün tutarında olmaktadır. (WEF, 2004).



İşletme bakım maliyeti (Yakıt %25-55), 140-230 Euro/ton KM civarındadır. (WEF, 2004).

100 % termal



solar-termal
20-80 % solar



100 % solar



ayarlanabilir

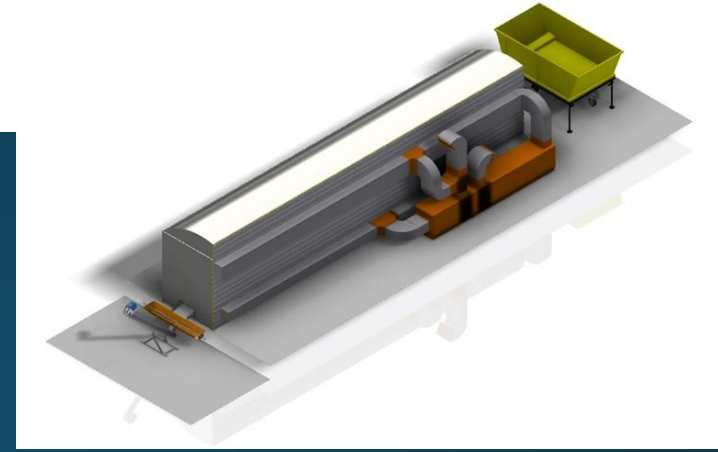
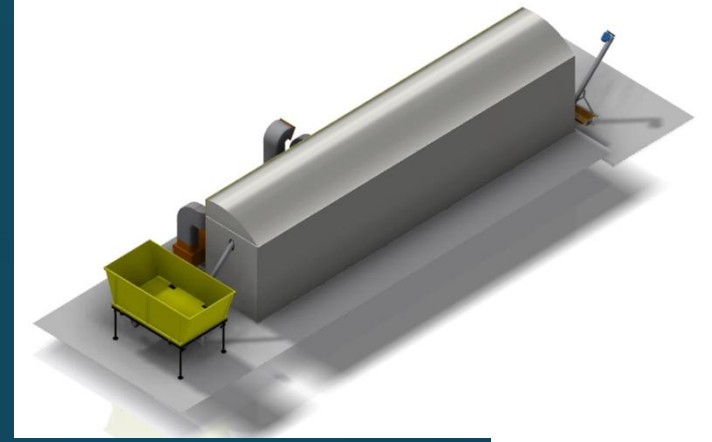
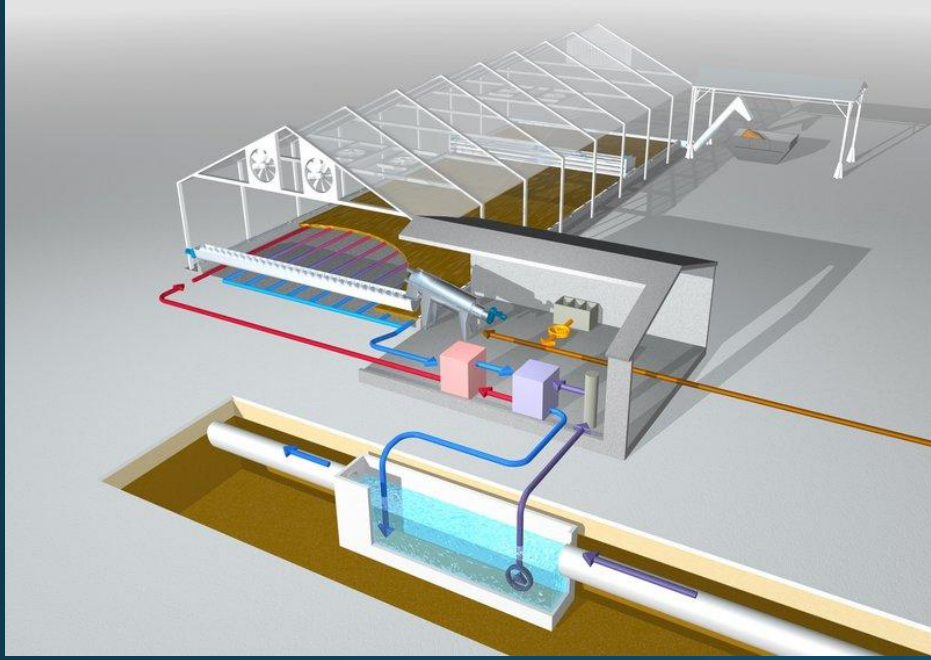
Alan gereksinimi: düşük
Yakıt gereksinimi: 850 kWh/t H₂O
Elek. Enerji: 70-100 kWh_{el}/t H₂O

Alan gereksinimi: yüksek
Yakıt gereksinimi: yok!
Elek. Enerji: 25-35 kWh_{el}/t H₂O

Kurt vd. tarafından 2015'te 37 farklı arıtma tesisi verisine dayanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada, istenilen nihai ürün katı maddesi %70 olduğunda en düşük toplam maliyetin güneş paneli destekli güneşle çamur kurutma serası olduğu belirlenmiştir.



Güneşle Çamur Kurutma Yaklaşımları



+

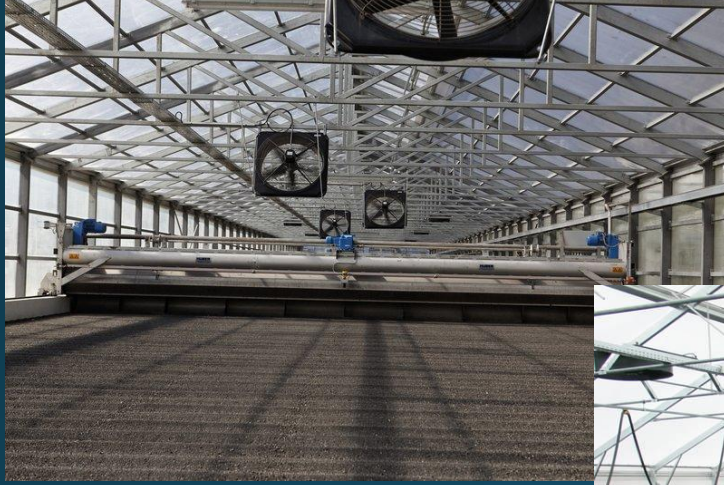


Güneşle çamur kurutma çamurun kompost olarak kullanımını için avantaj sağlamaktadır.



Chen ve ark. 2014 yılında güneşle çamur kurutmanın çamurun gübre değeri üzerine etkisine ilişkin gerçekleştirdikleri bir çalışmada, güneş reaktörünün kompost parçalanma prosesini iyileştirdiği, son ürünlerdeki TOC değerini azalttığı ve olgunlaşma periyodunu kısalttığı ifade edilmiştir. (Chen vd., 2014)

Bu çalışmada, ülkemizde gerçekleştirilmesi düşünülen 12m.x120m. ölçülerinde bir, beş ve on adet sera kapasiteli olacak **3 farklı güneşle çamur kurutma tesisi** için dünyada bu konuda uzman **3 yabancı firmadan** alınan ticari teklifler değerlendirilmiştir.



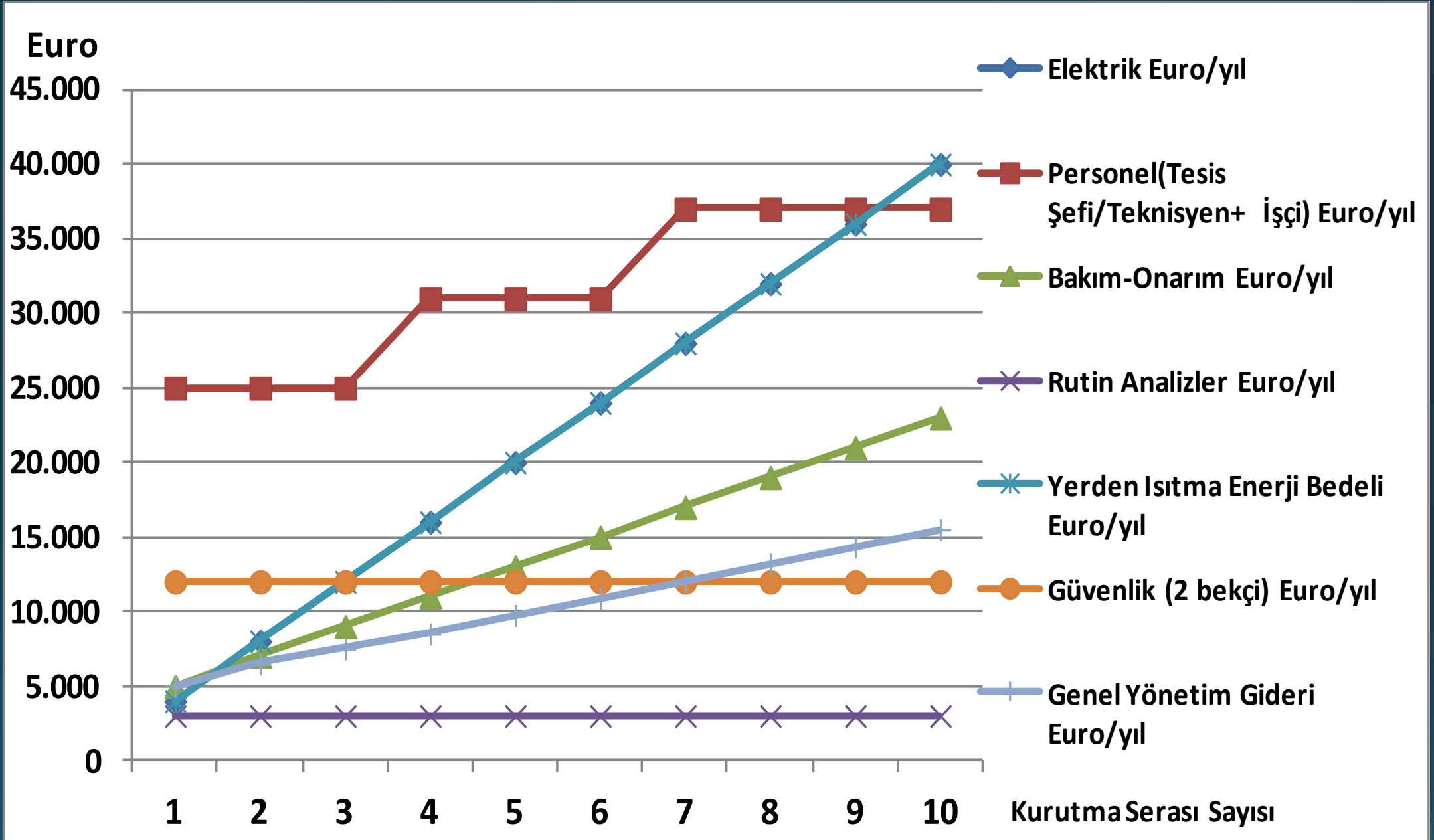
Çizelge : Tesis İlk Yatırım Maliyeti (± %10)

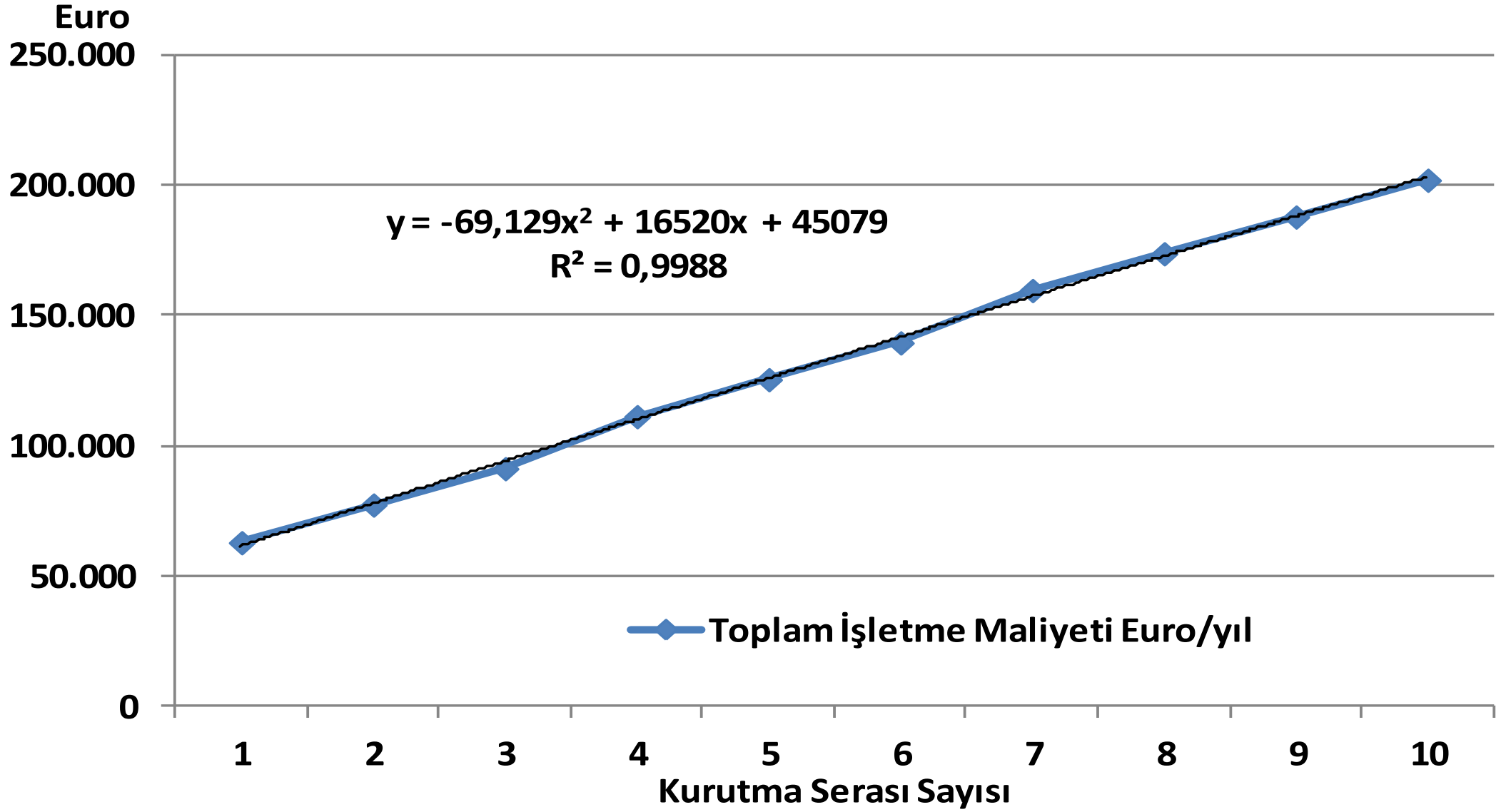
Çamur Kurutma Serası Adedi	Çamur Kurutma Serası Yatırım Bedeli (Euro)	İlave Yatırım Bedeli (Euro)	Toplam Yatırım Bedeli (Euro)	Kurutma Serası Alan ihtiyacı (m ²)
1	473800	111000	584800	1440
2	947600	111000	1058600	2880
3	1421400	111000	1532400	4320
4	1895200	111000	2006200	5760
5	2369000	111000	2480000	7200
6	2842800	111000	2953800	8640
7	3316600	111000	3427600	10080
8	3790400	111000	3901400	11520
9	4264200	111000	4375200	12960
10	4738000	111000	4849000	14400

Çizelge : İlave Yatırım Kalemleri (± %10)

İlave Yatırım Kalemleri	Yatırım Bedeli (Euro)
Meteorolojik Veri Ölçme Sistemi (ısı,nem,rüzgar vb)	6.000
Makine Ekipman İşletmeye Alma/Eğitim	15.000
Trafo ve Binası	25.000
İdari binalar, yollar, çevre çiti	45.000
İzin ve Lisans	20.000
Toplam	111.000

Şekil : Toplam Tesis İşletme Maliyeti Kalemleri





Şekil : Toplam İşletme Maliyeti

YÖNETMELİK

Çevre ve Şehircilik Bakanlığından:

**ATIKLARIN DÜZENLİ DEPOLANMASINA DAİR YÖNETMELİKTE
DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR YÖNETMELİK**

MADDE 1 – 26/3/2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliđin geçici 4 üncü maddesi aşığıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“GEÇİCİ MADDE 4 – (1) Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliđin ek-IV’ünde **tehlikesiz olarak sınıflandırılan arıtma çamurlarının, ek-2’de verilen diğer tüm parametreleri sağlaması, ağırlıkça en az %30 kuru madde ihtiva etmesi ve kötü kokunun giderilmesi kaydıyla II. sınıf düzenli depolama alanında ayrı bir lotta depolanmasında 1/1/2020 tarihine kadar Çözünmüş Organik Karbon (ÇOK) limit değerine uygunluk aranmaz.**

(2) Bu maddenin birinci fıkrasına ilave olarak, aşığıdaki sınır değerler de karşılanmak zorundadır:

a) Ek-2 Atık Kabul Kriterleri, 2-A) İnert Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri III. sınıf depolama tesisleri için sınır değerler altında yer alan TOK (Toplam organik karbon) değerı, arıtma çamurları için; ilave sınır değer arttırımı yapılmaksızın 1/1/2020 yılına kadar azami 250.000 mg/kg alınır.

b) Ek-2 Atık Kabul Kriterleri, 2-B) Tehlikesiz Atıkların Düzenli Depolanabilme Kriterleri, reaktif olmayan ve kararlı tehlikeli atıkların II. sınıf depolama tesislerine kabul edilebilmesi için sınır değerler altında yer alan TOK (Toplam organik karbon) değerı, arıtma çamurları için; ilave sınır değer arttırımı yapılmaksızın 1/1/2020 yılına kadar azami %25 alınır.”

MADDE 2 – Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

MADDE 3 – Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre ve Şehircilik Bakanı yürütür.

Ülkemizde arıtma çamurları travmatik bir hal almıştır. Kübler-Ross travma modeli 5 aşamayı içermektedir.

1. İnkâr (*Denial*)

- Bizim tesisten arıtma çamuru çıkmıyor.
- Bizim çamur derdimiz yok.

2. Kızgınlık (*Anger*)

- Bu kadar çamuru ne yapalım?
- Neden hep **bizim** tesis sorun oluyor, denetleniyor?

3. Pazarlık (*Bargaining*)

- Çamuru sorununu kolayca çözecek proses, kimyasal var mı?
- Bizim çamuru hangi kamyoncuya etrafa boşalttıralım?

4. Depresyon (*Depression*)

- Bu çamur işi hallolmaz.
- Çamuru hemen yakalım.

5. Kabullenme (*Acceptance*)

- Bu konuyu nasıl çözebiliriz?
- Doğru model hangisi?

TEŞEKKÜRLER