

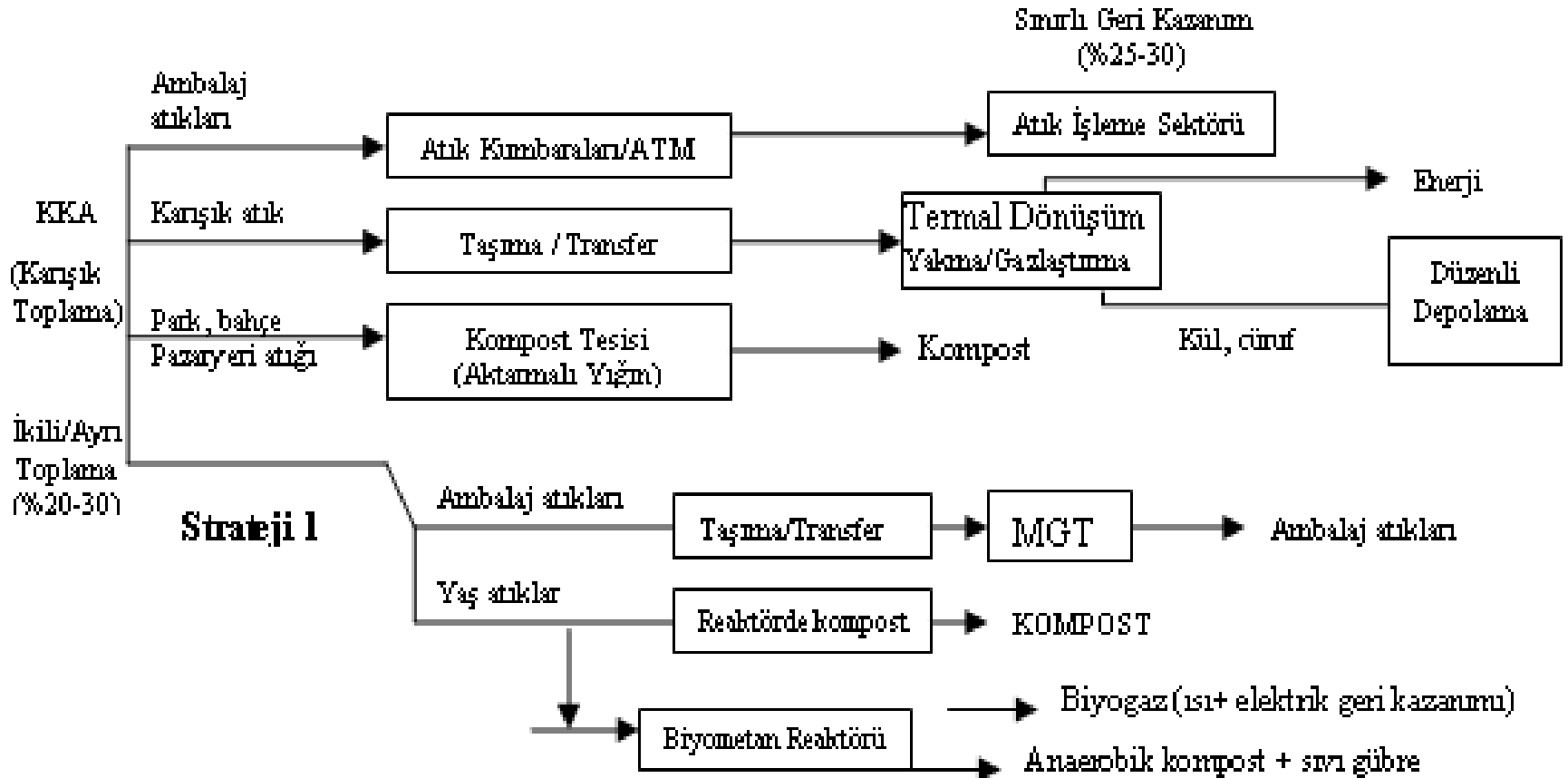
Katı Atıkların ve Arıtma Çamurlarının Termal Bertarafı ile ilgili Yaklaşımlar



Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK
İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü
ozturkiz@itu.edu.tr

AB ile Uyumlu Katı Atık Yönetimi

Büyük Şehirler için;

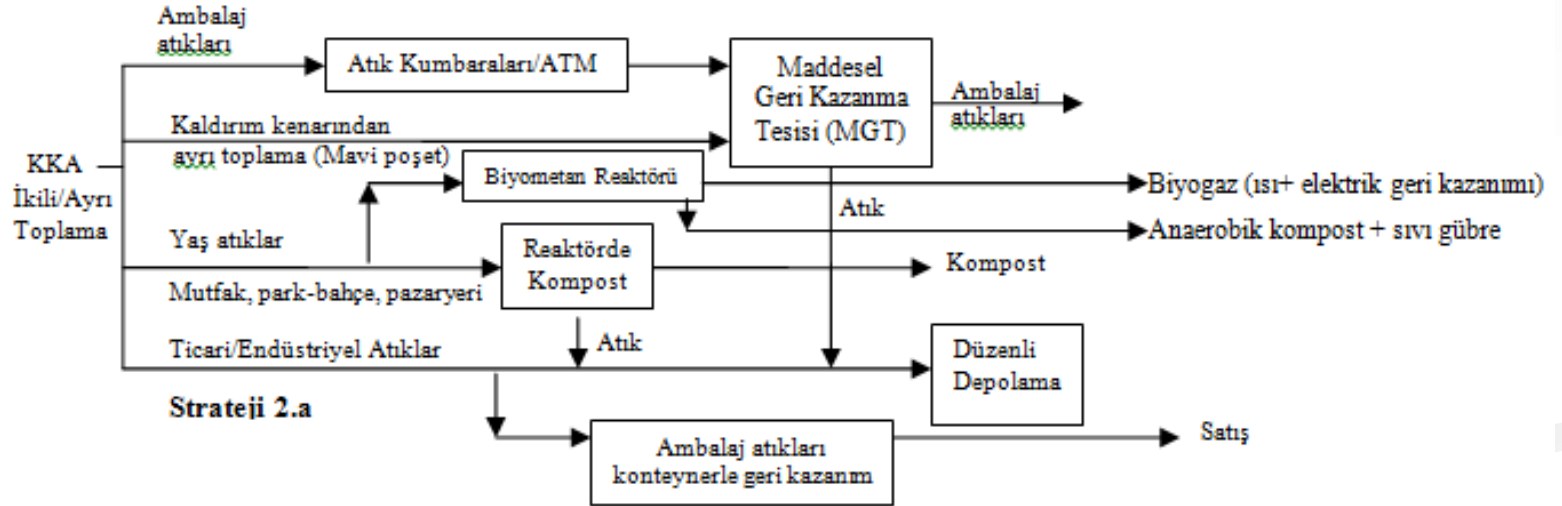


AB ile Uyumlu Katı Atık Yönetimi

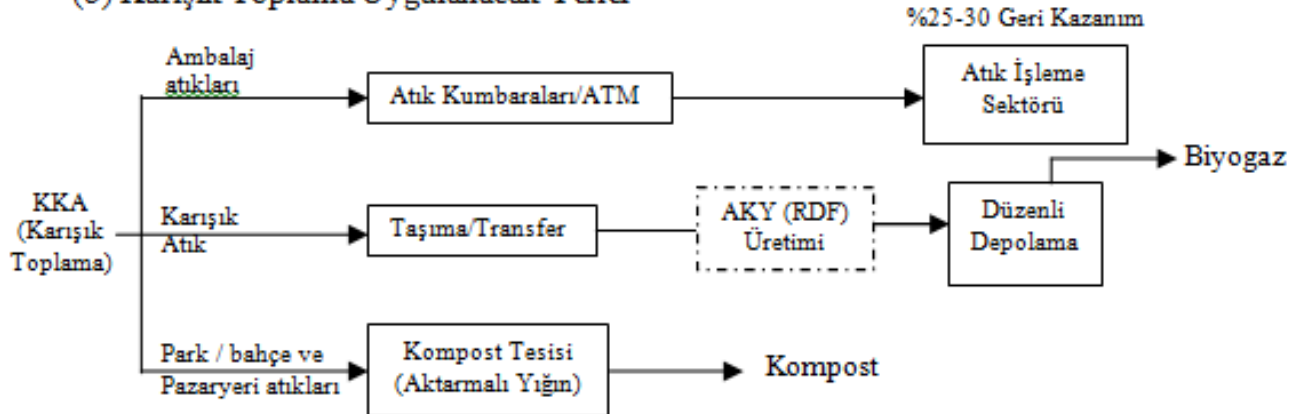
Diğer Şehirler için;

Diğer Şehirler:

(a) İkili Toplama Uygulanacak Yerler



(b) Karışık Toplama Uygulanacak Yerler



Strateji 2.b

Türkiye için AB ile Uyumlu Atık Yönetimi Planlaması Zaman Çizelgesi (EHCIP, 2005)

Bölge	Tanımlama	İkili toplama/ kompostlama (kent alanı)	Geri dönüşüm merkezleri/ atık kumbaraları		Yakma	Düzenli depolama	İ&Y geri dönüşüm / Biyogazlaştırma
			Kent alanı	Kırsal alan			
1a	İstanbul, İzmir (Büyükşehirler)	2010 (20%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2013 / 2017	2008 / 2009	2008 / 2011
1b	Diğer Büyükşehir Belediyeleri	2015 (30%)	2010 / 2015	2015 / 2020	2022	2011 / 2016	2011 / 2016
1c	Diğer belediyeler (Orta/küçük)	2015 (100%)	2015 / 2020	-	-	2016 / 2020	2014 / 2020
2a	Ankara (Büyükşehir)	2012 (20%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2018	2008 / 2009	2008 / 2011
2b	Antalya/İçel (Turizm Şehirleri)	2012 (30%)	2008 / 2010	2010 / 2015	2019	2011	2009 / 2011
2c	Diğer Büyükşehir Belediyeleri	2015 (20%)	2010 / 2015	2015 / 2020	2022 / 2023	2011 / 2016	2012 / 2016
2d	Diğer Bel. – Karadeniz Bölgesi	2015 (64%) ^[1]	2015 / 2020	-	2021 (4 tesis.) ^[2]	2016 / 2020	2016 / 2020
2e	Diğer Bel. - Akdeniz / İç Anadolu Bölgesi	2015 (50%)	2010 / 2015	2015 / 2020	-	2011 / 2016	2012 / 2016
3a	Gaziantep (Büyükşehir)	2013 (20%)	2008 / 2010	2015 / 2020	2019	2012	2008 / 2011
3b	Diğer Büyükşehir Belediyeleri	2014 (100%)	2010 / 2015	2015 / 2020	-	2011 / 2016	2012 / 2016
3c	Diğer Belediyeler (Orta/küçük)	2020 (24%) ^[3]	2015 / 2020	-	-	2016 / 2020	2017 / 2020

Çamur Yönetimi ile ilgili Yasal Çerçeve ve Türkiye'de Yapılan Planlama Çalışmaları

➤ Planlama Çalışmaları

EHCIP Projesi, Arıtma Çamurunun Tarımda Kullanılması Halinde Çevrenin ve Özellikle Toprağın Korunmasına İlişkin Konsey Direktifi'ne Özgü Yatırım Planı (ENVEST, 2005)

- Türkiye'de arıtma çamurlarının tarımda kullanım oranı yaklaşık %5-10 düzeyinde olup, bu şekilde bertaraf edilen çamur miktarı 50.000-100.000 ton/yıl civarındadır. AB Komisyonu'nun Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi'nin uygulanmasına ilişkin 1999 tarihli raporunda yer alan verilere göre bu değer AB üyelerine kıyasla düşüktür.

Çamur Yönetimi ile ilgili Yasal Çerçeve ve Türkiye'de Yapılan Planlama Çalışmaları

■ Planlama Çalışmaları

Marmara Çevre Master Planı ve Yatırım Stratejisi Nihai Raporu (MEMPIS Projesi, 2007)

- Arıtma çamurunun düzenli depolanması olasılığı, sadece kısa vadeli bir seçenek olarak düşünülmektedir. Bunun temel sebebi, AB düzenli Depolama Direktifi'nde belirtildiği üzere organik maddelerin düzenli depolanan atık içerisinde ayrılması konusundaki ihtiyaç ve kısıtlardır. Bu seçeneğin uygulanabileceği süre içerisinde alternatif arıtma metotları geliştirilmelidir. Düzenli depolamaya alternatif teşkil edecek teknolojiler şunlardır:
 - Çamurun arazi uygulamalarında kullanılması
 - Arazi uygulamalarında veya katı atık formuna dönüştürmek üzere çamurun kurutulması
 - Çamurun yakılması

Çamur Yönetimi ile ilgili Yasal Çerçeve ve Türkiye'de Yapılan Planlama Çalışmaları

➤ Planlama Çalışmaları

Marmara Çevre Master Planı ve Yatırım Stratejisi Nihai Raporu (MEMPIS Projesi, 2007)

- Araziye uygulamada dikkate alınması gereken iki önemli parametre; patojen organizmalar ve ağır metallerin giderimi yönünden stabilize çamurun kalitesi ile çamurun gübre değeri ve toprak yapısını iyileştirmesi yönünden çiftçiler tarafından kabul görmesidir.
- Çamurun kurutulması veya yakılması uygulamalarında ise, atıksu çamurunun yüksek miktarlarda olduğu Büyükşehirlerde, atıksu arıtımına dair Master Planlarda söz konusu stratejiler ortaya konmaktadır.

Çamur Yönetimi ile ilgili Yasal Çerçeve ve Türkiye'de Yapılan Planlama Çalışmaları

● Planlama Çalışmaları

Havza Koruma Eylem Planları (TÜBİTAK, 2010)

- Türkiye'nin coğrafi, iklimsel ve arazi kullanım durumu dikkate alınarak, özellikle <100.000 nüfuslu yerleşimlerin stabilize olmuş arıtma çamurlarının, ilgili mevzuata uygun olarak, doğrudan araziye uygulanması düşünülmelidir. Bu yolla bertaraf edilebilecek çamur miktarının toplam çamur üretiminin %30-40'ı düzeyine ulaşması beklenmektedir.
- Arıtma çamurlarının toprakta kullanımı konusunda daha iyi değerlendirmeler yapılabilmesi için, Çevre ve Orman Bakanlığının desteklediği, endüstrinin de katılım sağlayacağı ilave araştırmalar yapılmalıdır.

Çamur Yönetimi ile ilgili Yasal Çerçeve ve Türkiye'de Yapılan Planlama Çalışmaları

■ Planlama Çalışmaları

Havza Koruma Eylem Planları (TÜBİTAK, 2010)

- Büyükşehirlerde ($N > 500.000$), doğrudan veya organik katı atıklarla birlikte anaerobik çürütme sonrası mekanik susuzlaştırma ve kurutma yoluyla hijyenizasyon sağlandıktan sonra, arıtma çamurları düzenli depolama alanlarında günlük örtü veya ilgili yönetmelikler çerçevesinde toprak şartlandırıcısı olarak kullanılabilir.
- Stabilize olmamış kentsel AAT çamurları, mekanik susuzlaştırma sonrası atık yakma lisanslı çimento fabrikalarında yakılabilir, bölgesel atık yakma tesislerinde tek başına veya diğer atıklarla birlikte yakılıp enerji geri kazanılabilir. Yakma uygulanacaksa çamur stabilizasyonu yapılmaması esastır.

Çamur Yönetimi ile ilgili Yasal Çerçeve ve Türkiye'de Yapılan Planlama Çalışmaları

➤ Planlama Çalışmaları

Havza Koruma Eylem Planları (TÜBİTAK, 2010)

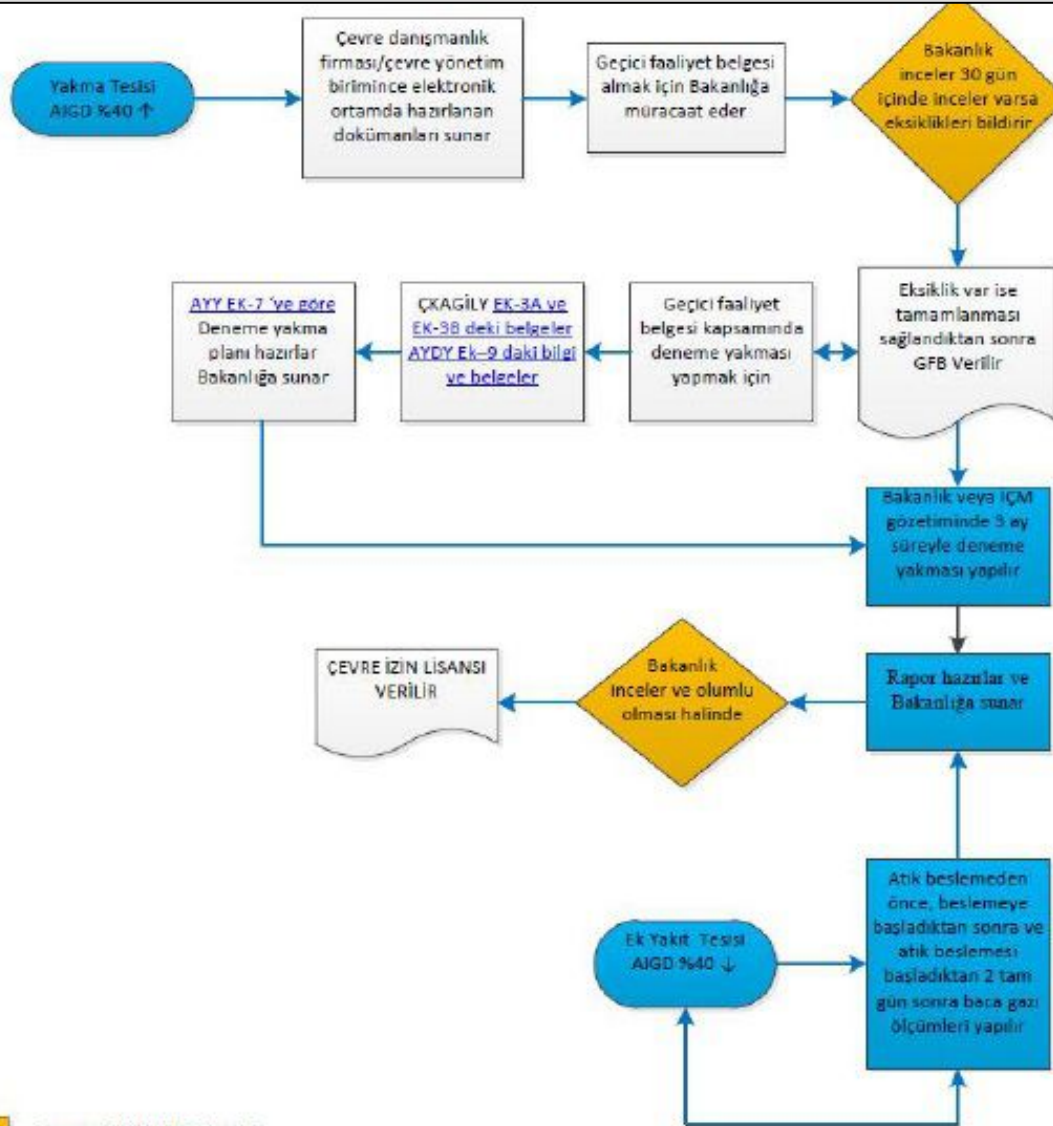
- Stabilize olmamış arıtma çamuru keklerinin ($KM \geq \%35$) organik katı atıklarla birlikte veya ayrı olarak kompostlaştırılarak stabilize edildikten sonra toprak şartlandırıcısı ya da düzenli depolama alanlarında günlük örtü olarak kullanımı da diğer bir seçenektir.
- Eşdeğer Nüfusu 100.000'den az olan AAT'ler için kurutma yatakları veya çamur lagünlerinde depolama sonrası araziye uygulama da duruma göre başvurulabilecek sürdürülebilir yönetim seçeneğidir.
- Özellikle Büyükşehirdeki çamur yönetimi, BB Su Kanalizasyon İdareleri'nce hazırlatılacak Atıksu Yönetimi Master Planı'nın bir unsuru olarak yerel şartlar da dikkate alınarak bir Fizibilite çalışmasına dayalı biçimde planlanıp uygulanmalıdır

Yasal ereve



Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik

İş Akış Şeması



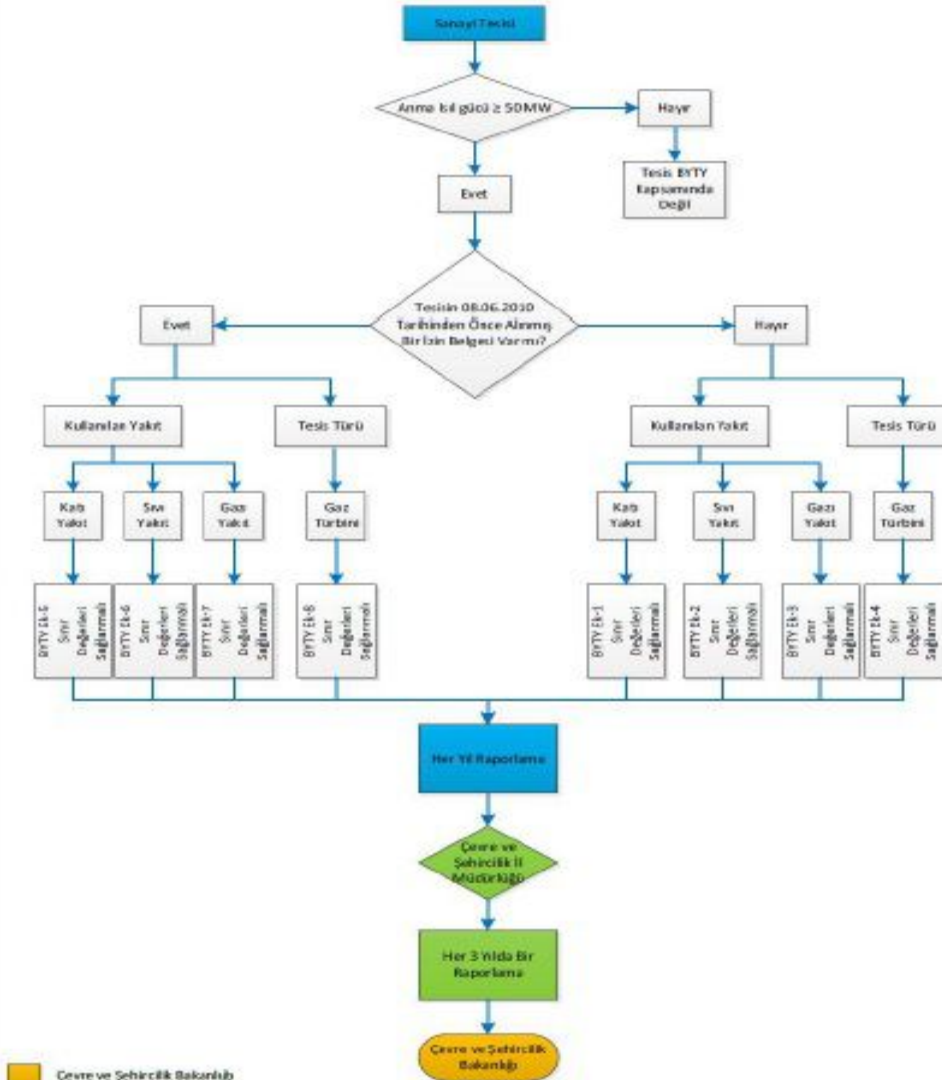
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
Faaliyet Sahibi

Resmi Gazete Tarihi:
06.10.2010
Resmi Gazete Sayısı:
27721

Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği

Resmi Gazete Tarihi:
08.06.2010
Resmi Gazete Sayısı:
27605

Akım Şeması



- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
- Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
- Faaliyet Sahibi (Sanayi Tesisi/İşletmecisi)

Katı Atıkların Termal Bertarafı



Yanabilir Atıklar

- Atığın organik madde içeriği ne kadar fazla ise yanmaya o derece elverişlidir. Bu şartı sağlayan başlıca atıklar:
 - Evsel katı atık
 - Ticari atık (alışveriş merkezleri, ofisler)
 - Endüstriyel atık
 - Atıksu arıtma tesisi çamurları
 - Tehlikeli atıklar
 - Organik atıklarla kirlenmiş toprak
- Yakma, aşağıdaki atıkları, ısıl proseslerle zararsız hale getirmek ve enerji geri kazanmak üzere kullanılabilir:
 - Katı atıklar,
 - Arıtma çamurları,
 - Sıvı atıklar ve
 - Gazlar

Örnek Isıl Değerler

KKA Bileşenlerinin tipik ısı değerleri

Bileşen	Isıl değer, kJ/kg kuru ağırlık
Gıda atıkları	4.640
Kağıt	16.704
Karton	16.240
Plastikler	32.480
Tekstil atıkları	17.400
Kauçuk	23.200
Deri	17.400
Bahçe atıkları	6.496
Tahta	18.560
Cam	139
Demir içermeyen metaller	696
Demir içeren metaller	696
Toz, kül ve benzer yapıda diğer atıklar	6.960

Atıkların Yakılması

- Atık yakma/gazlaştırma (termal dönüşüm), yanabilir atıkların yüksek sıcaklıklarda inert bir kalıntıya (kül, cüruf) dönüştürülmesi prosesidir. Atık yakma ile atığın ağırlığı ve hacmi azaltılarak insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkileri en aza indirilmiş olur.
- Modern atık yakma tesislerinde:
1 ton KKA'nın termal yöntemle bertarafı sonunda;
 - ~700 kg baca gazı (% 70),
 - 230-270 kg taban külü (% 24),
 - 30 kg hurda demir (% 3,2),
 - 20-30 kg filtre (uçucu) külü (% 2,2)
 - 1-2 kg baca gazı arıtma çamuru oluşur.



Atıkların Yakılması

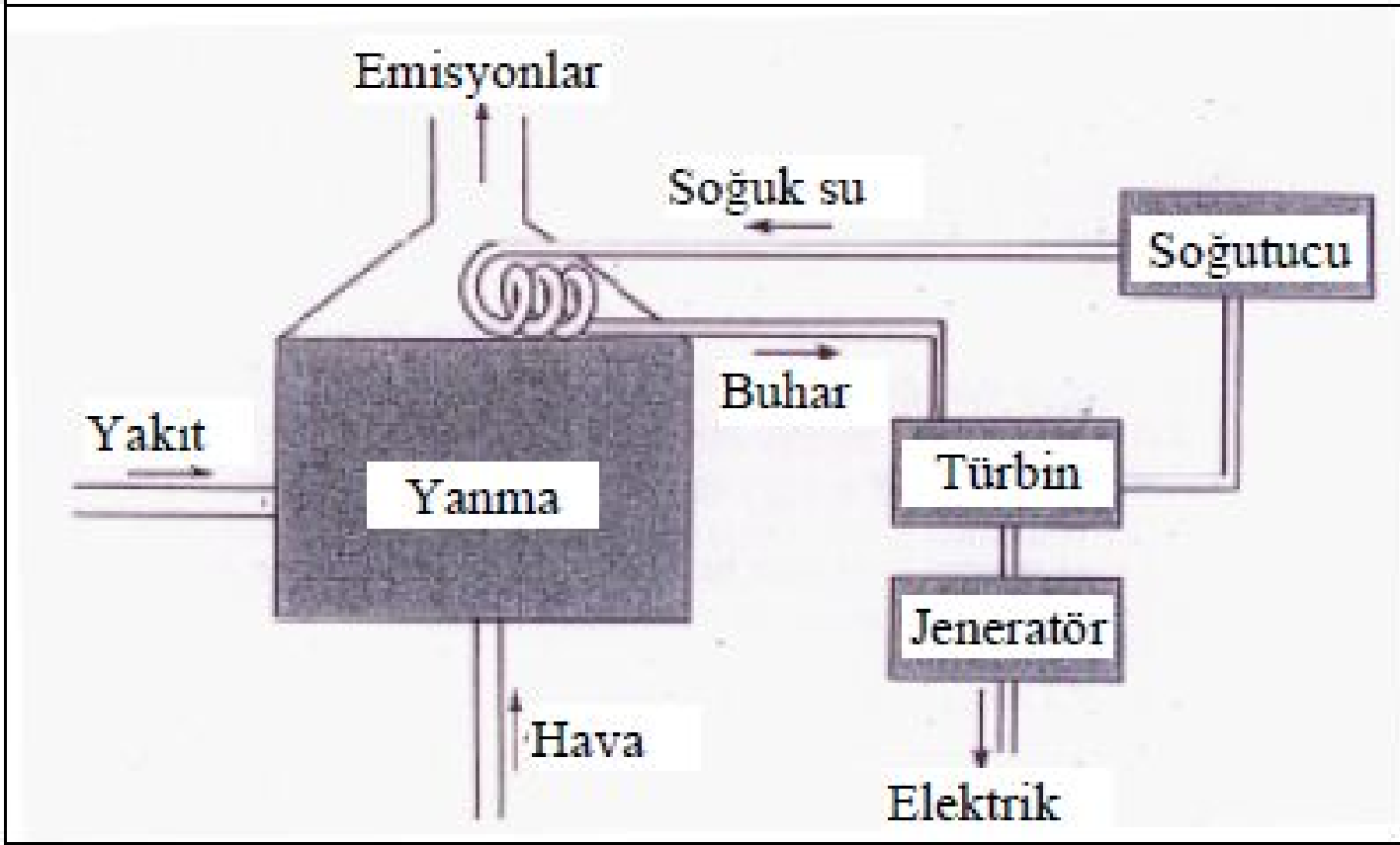
- Katı atık yönetiminde, bir arıtma seçeneği olan yakma ile enerji geri kazanımı da sağlanır.
- Yakma işleminde atık iki şekilde yakılır;
 - Doğrudan yakma
 - Ön işlemden geçirerek yakma
- Teorik olarak, üretilen kentsel katı atığın yakılması ile kentin elektrik ihtiyacının yaklaşık % 20'si karşılanabilir.
- Ayrıca ülke geneli itibarıyla da KKA'ların tamamı termal yöntemlerle enerji geri kazanımlı olarak işlendiğinde toplam enerji ihtiyacının % 5-10'u aralığında bir yenilenebilir enerji geri kazanımı mümkün olabilmektedir.
- **1000 ton KKA/gün kapasiteli tesis ~20 MW kurulu güç**

Yakma Sistemleri



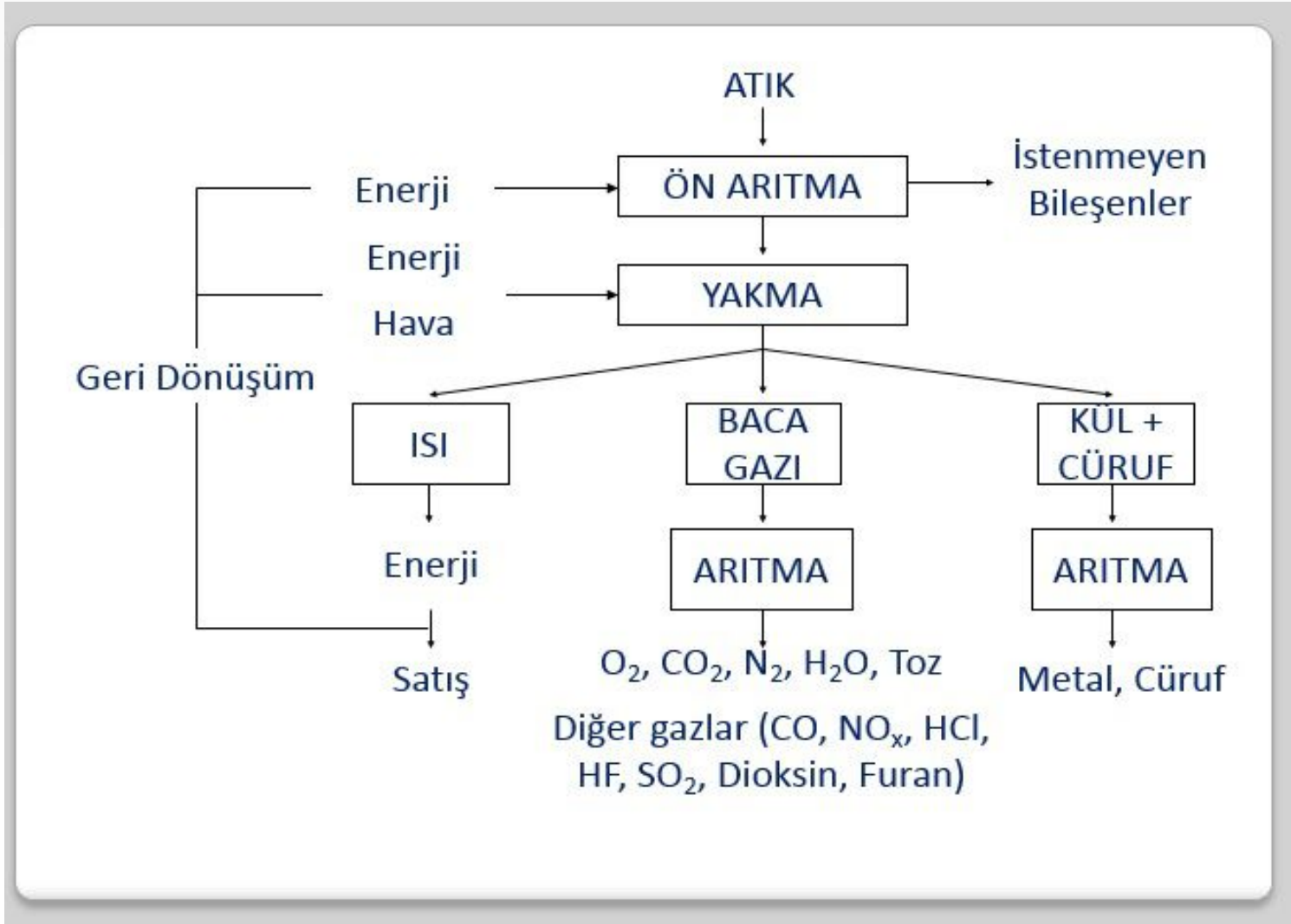
- Kütlesel yakma tesislerine beslenen katı atık, herhangi bir işleme tabii tutulmadan doğrudan yakma ünitesine verilir.
- Atık kaynaklı yakıt (AKY) işleyen tesislerde katı ayık içerisindeki inert maddeler, yakma tesisine beslenmeden önce ayıklanır ve daha yüksek ısı değere sahip yakıt üretilmiş olur.
- Piroliz kuru damıtma veya oksijensiz ortamda yakmadır.
- Gazlaştırma pirolizin bir türevi olup sisteme sınırlı miktarda oksijen veya hava verilir.

Yakma Prosesi



Katı yakıtlı termik santral (yakma tesisi) işletme şeması

Yakma Prosesi

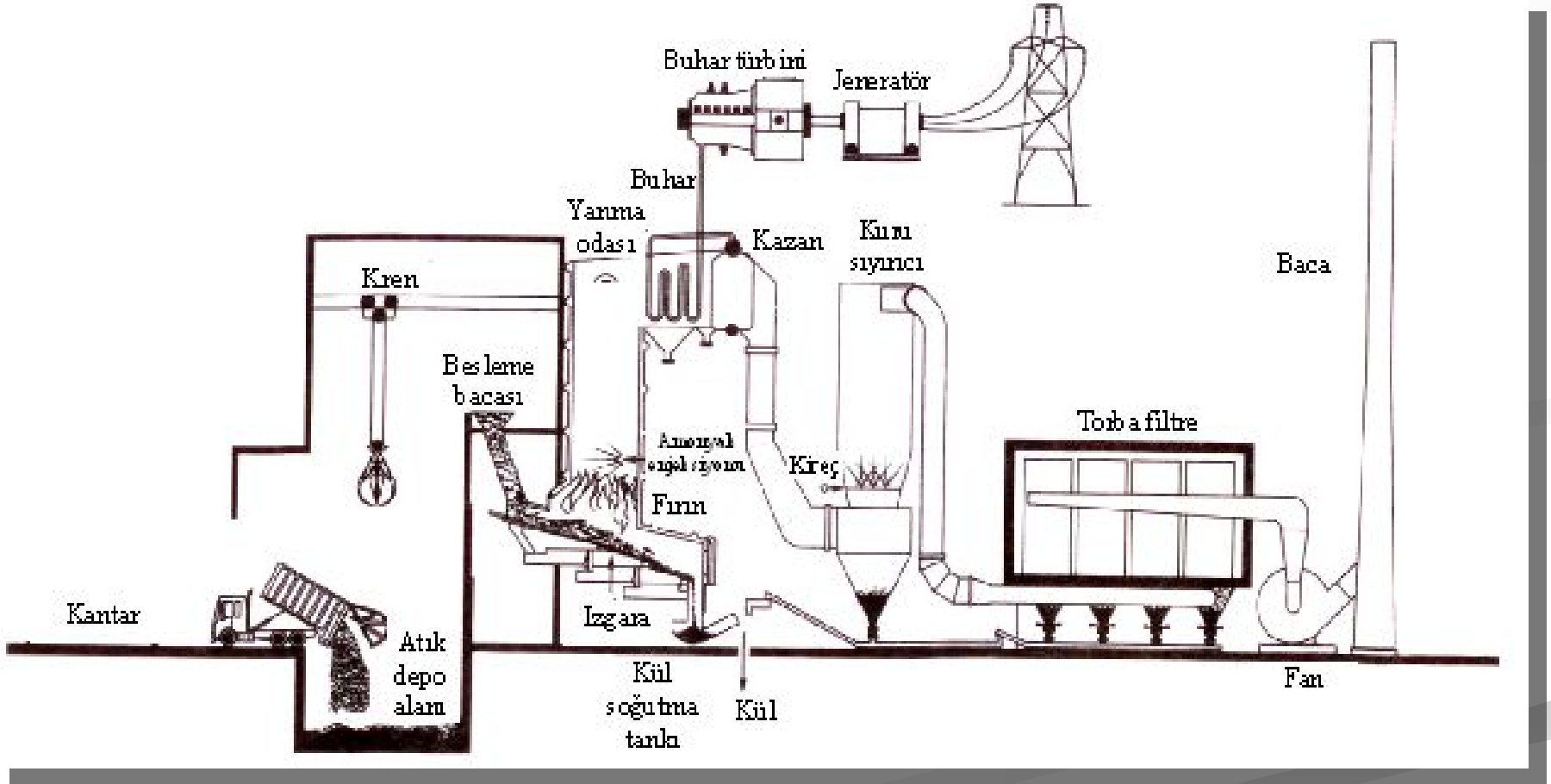


Yakma prosesinin şematik bir gösterimi

Kütlesel Atık Yakma Prosesi

- Atık yakma teknolojisi (termal arıtma prosesi) kademeleri;
 - Yakma
 - Baca gazı arıtma
 - Atıksu arıtma
- Enerji geri kazanımlı kütlesel yakma için kentsel atığın ortalama ısı değeri 1.600 kcal/kg civarında olmalıdır.
- Zengin ülkelerde evsel atığın ısı değeri 2.400 kcal/kg düzeyindedir.
- KKA (Kentsel Katı Atık) gibi heterojen bir yakıt genellikle kütlesel yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılır.

Kütlesel Atık Yakma Tesisi



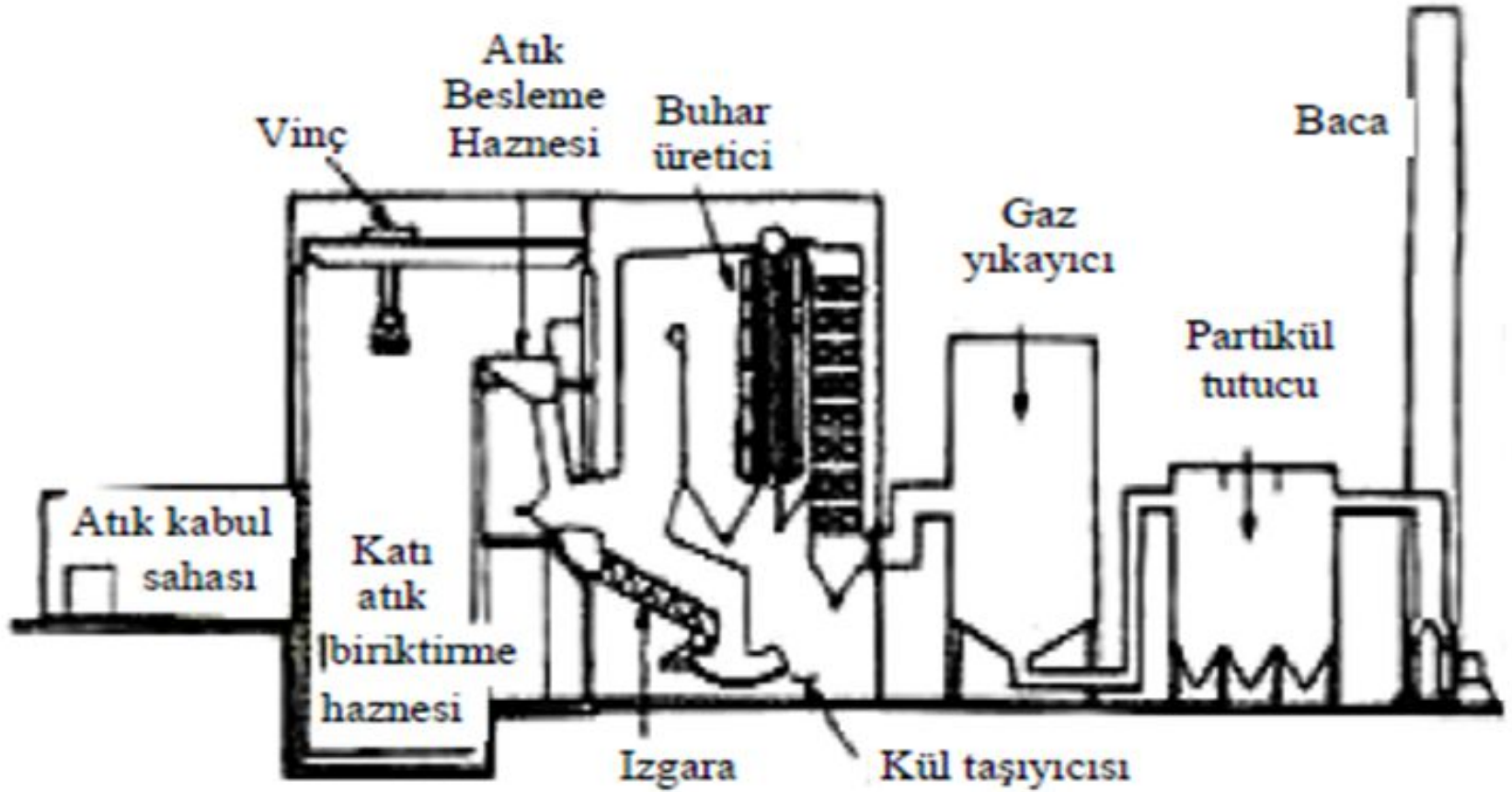
KKA'tan enerji üretimi için kullanılan sürekli beslemeli kütleli yakma prosesi

Evsel Katı Atık Yakma Tesisleri

Sağlanması gereken şartlar:

- İyi planlanmış ve oturmuş bir entegre atık yönetim sisteminin varlığı
- Atıkların iyi işletilen düzenli depolama tesislerinde depolanmakta olması
- Yanabilir özellikte asgari 50.000 t/yıl miktarında kentsel atığın sürekli temin garantisi
- Yakılacak atığın ortalama ısı değeri asgari 1.600 kcal/kg civarında olması ve hiçbir şekilde 1.400 kcal/kg altına düşmemesi
- Halkın, yakma dolayısıyla artacak atık bertaraf tariflerini ödeme kapasite ve isteğinin varlığı
- Yakma tesislerini işletecek kalifiye teknik personelinin bulunabilmesi
- Yakma tesisi projeleri ile ilgili asgari 15 yıl ve üzerinde bir dönem için master planlama yapılabilmesi.

Izgaralı Yakma Tesisi



Izgaralı tip evsel kati atık yakma tesisi tipik görüntüsü

Yakma Tesisi Atıklarının Arıtımı

Katı Atıkların Arıtımı

- Atıkların yakılması ve yanma gazlarının arıtılmasından oluşan katı atık miktarları ile ilgili olarak aşağıdaki değerler esas alınabilir.
- Cüruf (taban külü) : 250-300 kg/ton atık
- Toz (uçucu kül) : 10-40 kg/ton atık
- Hurda demir : 25-35 kg/ton atık
- Susuzlaştırılmış arıtma çamuru : 5-12 kg/ton atık

Türkiye’de Termal Yöntemlerle Bertaraf Edilebilecek Atık Potansiyeli

Türkiye’de büyükşehirler için potansiyel atık yakma tesisi kapasiteleri ve ısı değerleri

İller	Atık Miktarı (ton)					Tahmini alt ısı değerleri (kkal/kg)	
	2013	2015	2020	2025	2030	2013-2022	2023-2032
İstanbul, İzmir	7.083.831	7.695.117	9.251.252	11.063.179	13.393.364	1.700	2.000
Bursa, Kocaeli, Sakarya	1.924.857	2.074.941	2.460.152	2.928.548	3.520.550	1.700	2.000
Ankara	1.969.809	2.140.002	2.573.337	3.077.952	3.548.580	1.700	2.000
Antalya, Mersin	1.388.063	1.487.418	1.762.550	2.081.057	2.417.818	1.700	2.000
Adana, Eskişehir, Kayseri, Konya, Samsun	2.705.226	2.888.399	3.434.180	4.071.234	4.775.200	1.400	1.700
Artvin, Giresun, Ordu, Rize, Trabzon	741.769	794.716	941.425	1.118.017	1.338.676	1.400	1.700
Gaziantep	663.382	715.387	916.876	1.089.208	1.285.731	1.700	2.000
Toplam	16.476.938	17.795.979	21.339.772	25.429.195	30.279.919	-	-

Geri Kazanılabilir Enerji Potansiyeli

- Türkiye'nin AB ile uyumlu KKA Yönetimi Stratejik Planı'nda Diyarbakır ve Erzurum hariç 14 Büyükşehir ile Ordu + Giresun + Trabzon + Rize (+ Artvin)'de oluşan KKA'ların % 70-80 oranında termal yöntemlerle bertarafı önerilmektedir.

Türkiye'de KKA'dan termal yöntemlerle yenilebilir enerji geri kazanım potansiyeli

	Yıllar		
	2010	2020	2020
Termal bertaraf uygulanacak nüfus (milyon kişi)	21,0	26,4	32,2
Yakılacak/ gazlaştırılacak KKA (1000 ton/gün)	23,1	35,4	52,6
Üretilebilecek elektrik enerjisi (MW/gün)	11.550	17.700	26.300
Üretilebilecek ısı enerjisi (MWh _{ısı} /gün)	15.000	23.000	34.000
Gerekli termik santral kurulu gücü	~480	~740	~1.100

Geri Kazanılabilir Enerji Potansiyeli

- Potansiyel termik santral gücü:
 - 2010 yılı için ~500 MW
 - 2030 yılı için ~1.100 MW
- Gerekli ek bedel:
 - 2010 yılı için ~130 x 10⁶ \$/yıl
 - 2030 yılı için ~200 x 10⁶ \$/yıl
- Türkiye'de KKA termal bertarafı dolayısıyla geri kazanılabilir yenilebilir enerji potansiyeli 11.550~26.300 MWh/gün ve gerekli santral kapasitesi (gücü) 480~1.100 MW arasında değişmektedir.
- KKA'ların termal bertarafı yoluyla gerekli termik santrallerden üretilecek enerjiye %50 oranında biyokütle bazlı yenilebilir enerji teşviki uygulanması koşuluyla, 23.100~35.400 ton/gün KKA'nın AB standartlarında bertarafı sağlanabilecektir.

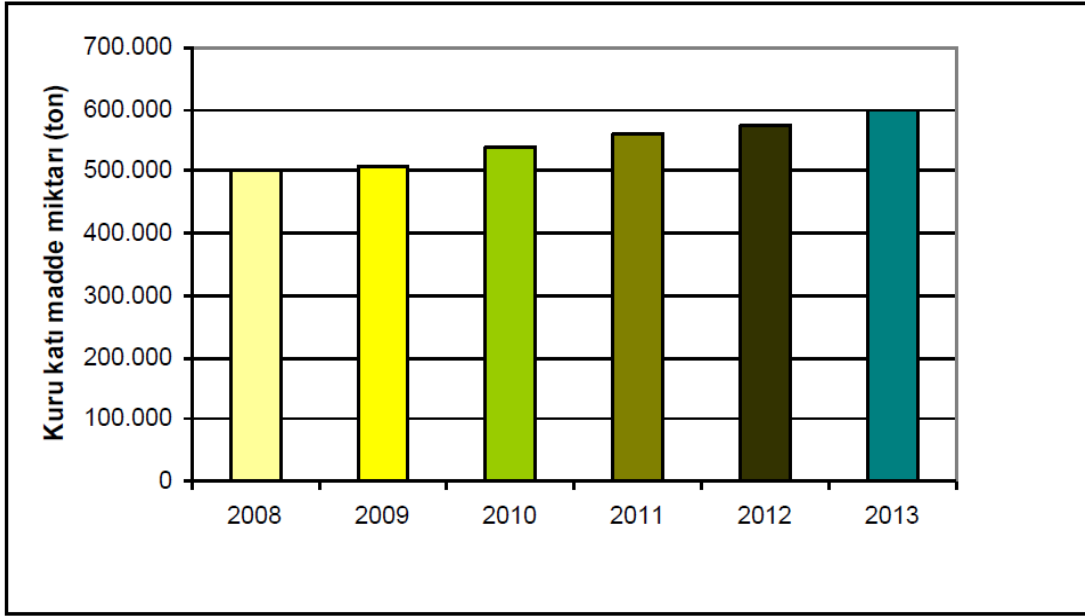
Geri Kazanılabilir Enerji Potansiyeli

- Türkiye'de termal yöntemlerle karışık KKA bertarafı maliyeti güncel fiyatlar ile **80~120 \$/ton-atık** aralığında değişmektedir. Bu denli yüksek bedellerle atık bertarafının ekonomik ve sosyal olarak sürdürülebilmesi mümkün değildir.
- Bünyesinde yanabilir kısmının **%70-90** oranında (mutfak atığı, kağıt-karton, pamuk, tekstil, odun vb.) ihtiva eden KKA'nın büyük oranda biyokütle esaslı olduğu dikkate alınarak, bu atıklardan kütleli yakma ve/veya gazlaştırma yoluyla üretilecek elektrik ve ısı enerjisine, yenilenebilir enerji teşviği uygulaması isabetli olacaktır.
- Yenilenebilir enerji teşviği ile atık yakma/Gazlaştırma tarifelerinde **%20 (~20 \$/ton)** oranında bir azalma sağlanarak, bu tür tesislerin özel sektör öncülüğünde (YİD vb. finansman modelleri aracılığıyla) kurdurulup işletilmesi sağlanmış olacaktır.

Aritma amurlarının Termal Bertarafı

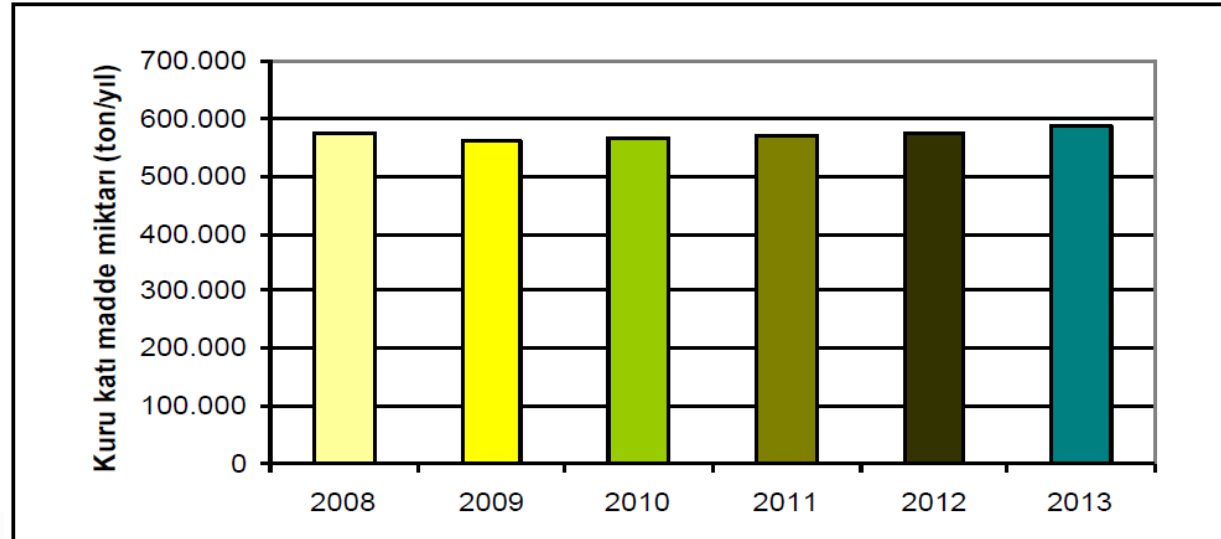


Türkiye'deki Arıtma Çamurları Miktarları (Belediyeler)



Erdoğan (2013)

Türkiye'deki Arıtma Çamurları Miktarları (Sanayi Kaynaklı)



Aritma Çamuru Yakma Kriterleri

- **Sıcaklık, Kuru Madde, Uçucu Katı Maddeler, Kalorifik Değer**
Yakma işleminin ekonomisi dış kaynaklı yakıt ihtiyacına önemli ölçüde bağlıdır. Bu nedenle yukarıda sıralanan parametreler yanmanın kendiliğinden devam edip etmeyeceği konusunda önemli rol oynamaktadır.
- **Reolojik (Akışkanlık) Özellikleri**
Çamurun reolojik (akışkanlık) özellikleri yakma tesislerindeki besleme sistemi için önem taşımaktadır.
- **Ağır Metaller, Organik Mikro-Kirleticiler**
Yakma tesislerinde ortaya çıkan emisyonların toksik özellikleri (gaz, sıvı, katı) kaynak olarak kullanılan yakıtta bulunan ağır metal ve organik mikro-kirleticilerin varlığına ve / veya işletme hatalarına bağlıdır.

Arıtma Çamurunun Ek Yakıt Olarak Kullanılması

- Ön çökeltim çamurları, aktif çamur ve biyolojik filtre çamurları sırasıyla, 25000 kJ/kg, 21000 kJ/kg, 20000 kJ/kg gibi tipik ısı değerine sahiptir.
- Arıtma çamurları sahip oldukları ısı değeri ve kaliteye bağlı olarak farklı amaçlar için ek yakıt olarak kullanılabilir.
- Özellikle son dönemlerde, arıtma çamurlarının çimento fabrikalarında ek yakıt olarak kullanılması söz konusudur.
- Atık yağlar, plastikler, atık lastikler ve arıtma çamurları, çimento fabrikalarında kullanılan sıvı yakıt ve kömüre alternatif olarak gösterilen materyaller arasında yer almaktadır.

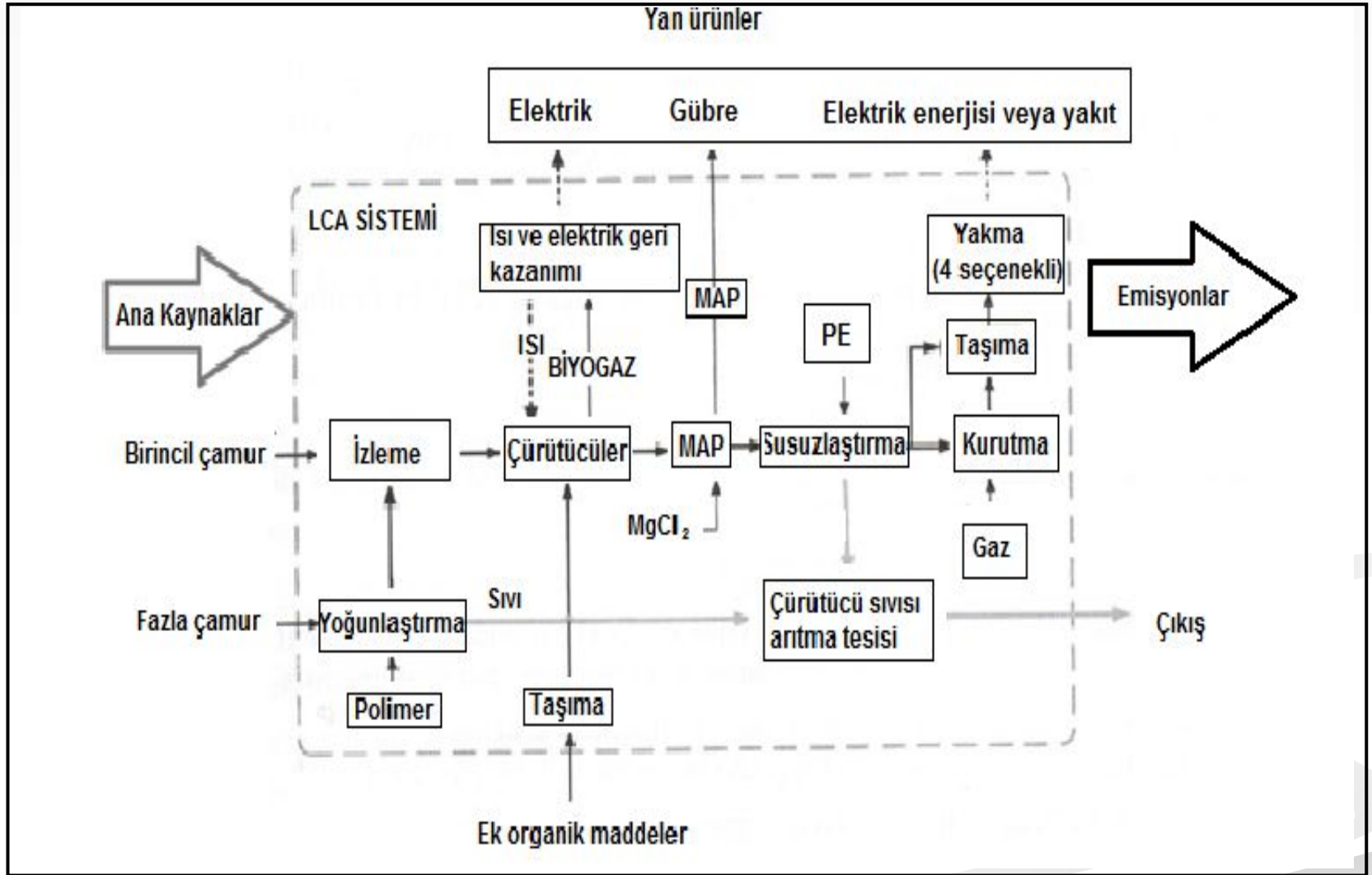
Termal Bertaraf Seçenekleri

Berlin AAT Örneği

- Arıtma çamurları atıksu arıtımının pek istenmeyen bir ürünü olmakla birlikte enerji üretimi için değerli bir hammadde olarak kullanılabilir.
- Eşdeğer nüfusu ~1.500.000 olan Berlin Merkezi AAT Çamur Yönetim İşlemleri için yapılan Çevresel Hayat Döngüsü Değerlendirmesi (HDD) ile toplam enerji ihtiyacı (eşdeğeri) (TEİ) ve sera gazı emisyonu (SGE)/karbon ayak izi cinsinden hesaplanmıştır.

Birincil ve fazla biyolojik çamur özellikleri – Berlin AAT

	<i>Birincil çamur (%5 KM)</i>	<i>Fazla biyolojik çamur (%1.2 KM)</i>	<i>Dışarıdan gelen yağ tutucu atıkları (%5 KM)</i>
<i>Hacim</i>	246	1,178	24
<i>TK</i>	12.2	14.4	1.2
<i>Organik madde</i>	10.1	11.4	1.1
<i>KOİ</i>	14.2	16	1.6
<i>N</i>	0.43	1	0.02
<i>P</i>	0.15	0.53	0.02



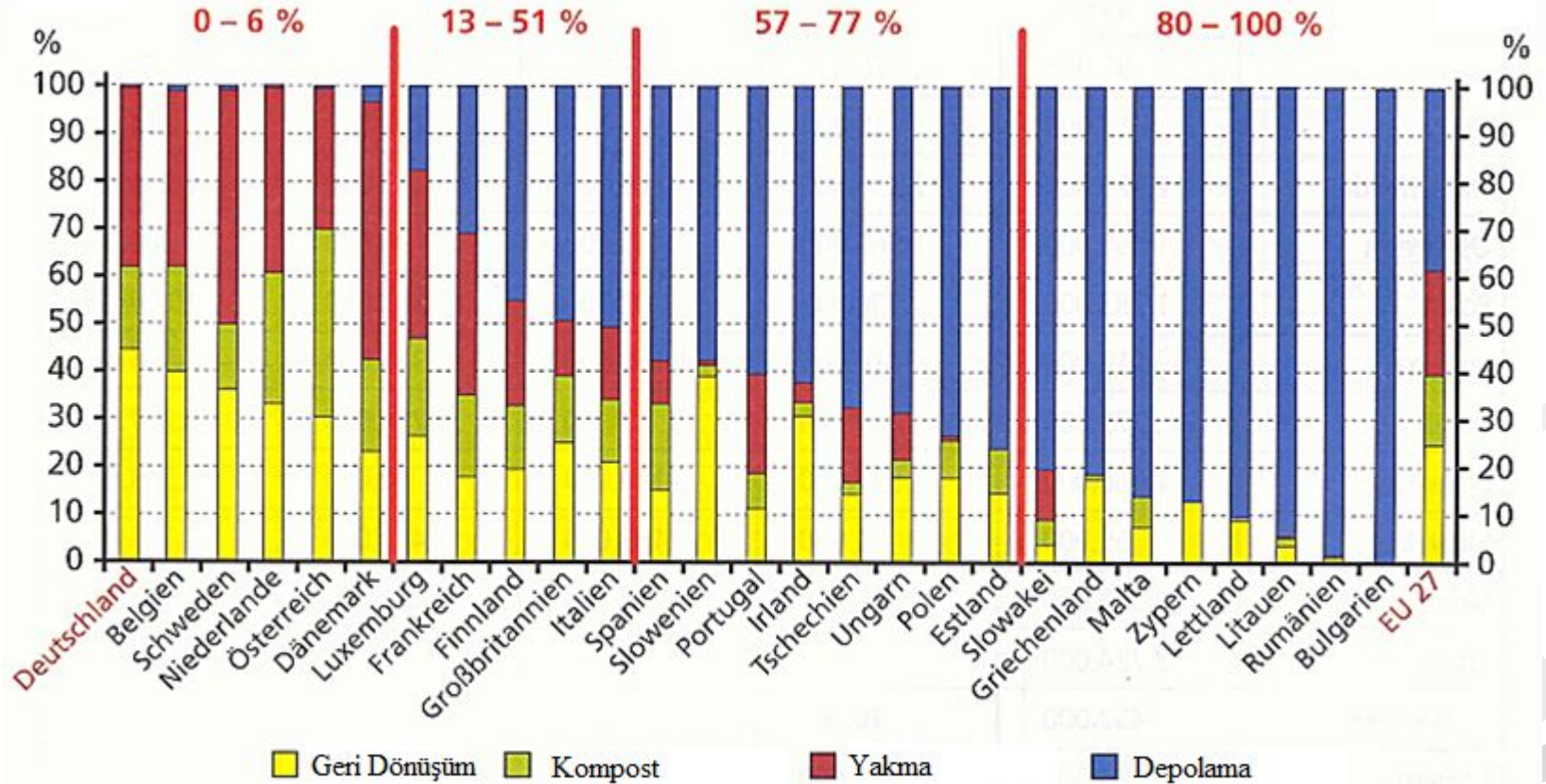
Şekil. HDD sistemi sınırlarının şematik gösterimi

- Yapılan çalışmada sürdürülebilir çamur yönetimi kapsamında aşağıdaki hususların dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir:
 - Çamur çürütücülere dışarıdan organik atık alınarak biyogaz üretimi artırılmalıdır.
 - Çürütücü sıvısındaki yüksek azot, AAT'ye bağlantı öncesi düşük enerji maliyetli yeni proseslerle (Anammox prosesi vb.) ayrıca giderilmelidir
 - Tesiste oluşan anaerobik olarak stabilize edilmiş biyolojik çamurların mekanik susuzlaştırma ve/veya termal kurutma sonrası katı yakıtlı termik santrallerde veya lisanslı çimento fabrikalarında ek yakıt olarak kullanılması seçenekleri öncelikle değerlendirilmelidir. AAT bünyesinde, dışarıdan ek enerji (doğalgazla kojenerasyon) ile termal kurutma önerilmemektedir.

KASKİ- Kayseri AAT için Uygulama (Gömeç vd., 2013)

Management Alternative	Upstream				Transportation	Down-stream	TOTAL GWP (kg CO ₂ -eq/yr)	GWP (kg CO ₂ -eq/person .yr)
	Sludge Disposal			Co-combustion		Energy Recovery		
	Uncontrolled Landfill	Composting- (land use)	Composting- (peat subs.)					
Without Kitchen Waste Mesophilic*	340,701				35	-8,217	332,520	416
With Kitchen Waste Mesophilic	492,124				50	-8,935	483,238	604
		12,190			-	-8,935	3,255	4
			-49,630		-	-8,935	-58,566	-73
				-205,661	746	-8,935	-213,850	-267
With Kitchen Waste Thermophilic	429,616				44	-22,249	407,410	509
		10,642			-	-22,249	-11,607	-15
			-43,326		-	-22,249	-65,575	-82
				-179,539	653	-22,249	-201,135	-251

AB Ülkelerinde (2010 yılı itibariyle) Atık Yönetimi Durumu



Kranert (2013)

Arıtma Çamurlarının Nihai Bertaraf Seçenekleri

- Mekanik yöntemlerle yoğunlaştırılmış çürümüş ve stabilize fazla biyolojik çamurun lagünlerde depolanması
- Santrifüjle susuzlaştırılmış arıtma çamurlarının kompostlaştırılması
- Santrifüjle susuzlaştırma ve sönmemiş kireçle ilave kurutma sonrasında ~%50 KM ile araziye uygulama
- Santrifüjle susuzlaştırılmış kekin yakındaki çimento fabrikalarında ücreti karşılığı bertarafı
- Santrifüjle susuzlaştırma ve sönmemiş kireçle ilave kurutma sonrasında ~%50 KM ile düzenli depolama alanında kentsel atıklarla birlikte depolama
- Termal kurutma sonrası araziye uygulama

Örnek; Kayseri AAT için çamur bertarafı seçenekleri

	Termal kurutma sonrası araziye uygulama	Sönmemiş kireçle ilave kurutma sonrasında araziye uygulama	Sönmemiş kireçle ilave kurutma sonrasında düzenli depolama alanında kentsel atıklarla birlikte depolama	Mekanik yöntemlerle yoğunlaştırılmış çamurun lagünlerde depolanması	Santrifüjle susuzlaştırılmış kekin yakındaki çimento fabrikalarında ücreti karşılığı bertarafı	Kompostlaştırma		
						Aktarmalı yığın	Havalandırmalı statik yığın	Kapalı-reaktör
Kapasite, kuru ton çamur/gün	45	45	45	45	45	45	45	45
Kapasite, ton/gün (%30 KM)	150	150	150	150	150	150	150	150
İlk yatırım maliyeti, \$	14,1 x 10 ⁶	7,1 x 10 ⁶	11,7 x 10 ⁶	1,7 x 10 ^{6*}	-	2,3 x 10 ⁶	2,93 x 10 ⁶	4,1 x 10⁶
Yıllık yatırım maliyeti, \$ / yıl	2,0 x 10 ⁶	1,0 x 10 ⁶	1,4 x 10 ⁶	0,2 x 10 ⁶	-	0,29 x 10 ⁶	0,37 x 10 ⁶	0,5 x 10⁶
İşletme maliyeti, \$/yıl	4,4 x 10 ⁶	2,2 x 10 ⁶	2,8 x 10 ⁶	0,08 x 10 ⁶	-	1,64 x 10 ⁶	2,1 x 10 ⁶	2,5 x 10⁶
Toplam yıllık maliyet, \$/yıl	6,4 x 10⁶	3,2 x 10⁶	4,2 x 10⁶	0,28 x 10⁶	-	1,93 x 10⁶	2,47 x 10⁶	3,0 x 10⁶

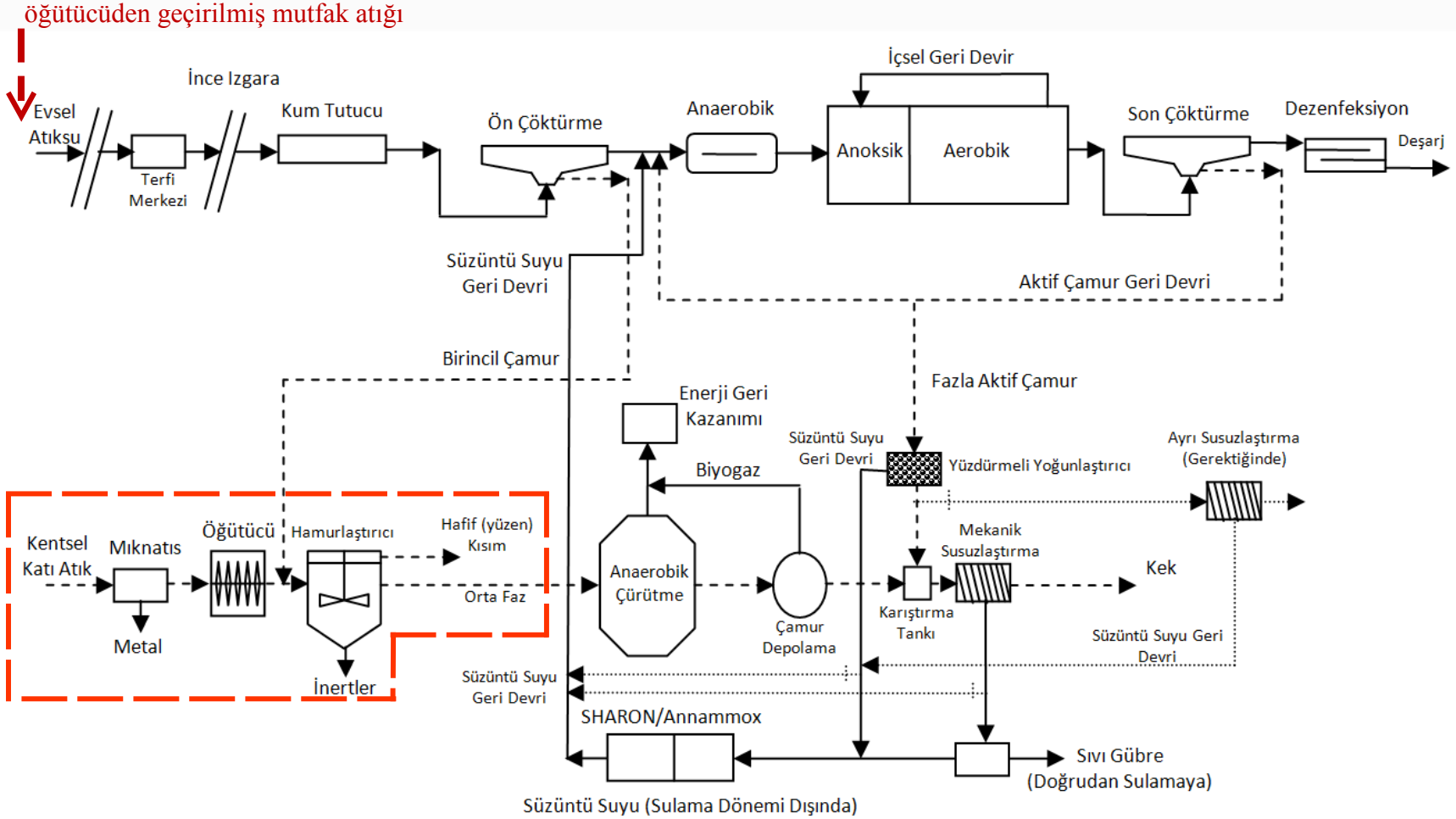
Örnek; Kayseri AAT için çamur bertarafı seçenekleri (Tablonun devamı)

	Termal kurutma sonrası araziye uygulama	Sönmemiş kireçle ilave kurutma sonrasında araziye uygulama	Sönmemiş kireçle ilave kurutma sonrasında düzenli depolama alanında kentsel atıklarla birlikte depolama	Mekanik yöntemlerle yoğunlaştırılmış çamurun lagünlerde depolanması	Santrifüjle susuzlaştırılmış kekin yakındaki çimento fabrikalarında ücreti karşılığı bertarafı	Kompostlaştırma		
Islak ton başına toplam yıllık maliyet, \$/ton (%30 KM)	117	59	77	5	60	36	46	55
Kuru ton başına toplam yıllık maliyet, \$/kuru ton	390	195	256	17	200	118	150	182

Kentsel Katı Atık ile Atıksu/Arıtma Çamurunun Entegre Yönetimi



Kentsel Organik Atık ve Atıksu/Arıtma Çamuru Entegre Arıtma Tesisi



Sonuç ve Öneriler

- **Kentsel katı atıkların termal bertarafı** ortalama alt ısı değeri 1.600 kcal/kg civarında olan büyükşehirler için düşünülmelidir.
- Kütlesel atık yakma tesislerinde elektrik+ısı geri kazanımı birlikte planlanmalıdır.
- Tam maliyet esaslı bir tarife yapısı oluşturulmalıdır.
- Kentsel atığın organik kısmından üretilen enerji yenilenebilir enerji teşviği kapsamına alınmalıdır.

Aritma çamurlarının termal bertarafındaki öncelik sırası;

- Tercihen anaerobik çürütme uygulanmış arıtma çamurları katı yakıtlı termik santraller ve çimento fabrikalarında ek yakıt olarak değerlendirilmesi
- (varsa) mevcut kütlelesel atık yakma tesislerinde birlikte yakılması.
- Ayrı çamur yakma tesislerinde bertarafı olarak önerilebilir.

TEŞEKKÜRLER

