



Denizli Deri İhtisas OSB Katı Atıkların Karakterizasyon ve Geri Kazanım Metodları Raporu

Aralık 2015

**Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü
Kaklık Mah. Çimento Yolu 4. Km Honaz / DENİZLİ**

Kep: denizliderihtisas@hs01.kep.tr



Denizli Deri İhtisas OSB Katı Atıkların Karakterizasyon ve Geri Kazanım Metodları Raporu

Aralık 2015

**Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü
Kaklık Mah. Çimento Yolu 4. Km Honaz / DENİZLİ**

Kep: denzlideriiehtisas@hs01.kep.tr



GEKA 2015 DFD kapsamında Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi Katı Atıklarının karakterizasyon analizlerinin yapılması, katı atıkların değerlendirilmesi ve geri kazanım ve geri dönüşüm yöntemlerinin araştırılarak, Organize Sanayi Bölgesine ait en iyi uygulamanın belirlenmesine yönelik fizibilite çalışmasıdır. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın desteklediği "Denizli Deri İhtisas OSB Katı Atıkların Karakterizasyon ve Geri Kazanım Metodlarının Belirlenmesi" projesi kapsamında Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi tarafından rapora yönelik katı atık karakterizasyon analizleri Kavram Kimya Arıtma Çevre Teknolojileri Mühendislik San. Tic. Ltd Şti. 'ne yaptırılmış, rapor Denizli ABİGEM A.Ş.'ne hazırlanmıştır. Denizli Deri İhtisas OSB Katı Atıkların Karakterizasyon ve Geri Kazanım Metodlarının Belirlenmesi Raporunun hazırlanmasına yönelik çalışmalar Ekim, Kasım, Aralık 2015 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.



Proje Ekibi

Mehmet GÜRAN – Proje Koordinatörü
Muhteşem SANLI – Proje Koordinatör Yardımcısı
Uğur GÜN – Proje Teknik Uzmanı



Proje Ekibi

Doç Dr Necip ATAR (Pamukkale Üniversitesi)
Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü
– Rapor Koordinatörü
Sıdıka ARIKAN – Direktör
Enis ERDAL – Proje Uzmanı



Proje Ekibi

Buket GÖK – Çevre Mühendisi
Serkan OLCAY – Arıtma Opr.

© Bu raporun tüm hakları saklıdır ve izinsiz kullanılamaz. Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi'nin yazılı onayları olmadan raporun içeriği kısmen ya da tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya taksir edilemez, dağıtılamaz. İçerik ile ilgili tek sorumluluk Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi ne aittir ve T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın görüşlerini yansıtmaz.

İçindekiler

Tablolar Listesi	iii
Şekiller Listesi	iv
Resimler Listesi	iv
Haritalar Listesi	iv
Kısaltmalar	v
BÖLÜM 1: DENİZLİDE DERİCİLİK VE DENİZLİ DERİ	
ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ HAKKINDA	1
1.1 Geçmişte Denizli'de Dericilik	1
1.2 Günümüzde Denizli'de Dericilik	1
BÖLÜM 2: KATI ATIKLARIN TÜRKİYE'DEKİ DURUMU	4
2.1 Sanayi Sektörleri ve Atıklar	5
2.2 Dericilikten Kaynaklanan Katı Atıklar	7
2.3 Denizli Deri İhtisas OSB Faaliyetleri Sonucu Oluşan Katı Atıklar	8
BÖLÜM3: DENİZLİ DERİ İHTİSAS OSB KATI ATIKLARIN	
KARAKTERİZASYON VE GERİ KAZANIM METODLARININ	
BELİRLENMESİ	9
3.1 Proje Hakkında	9
3.2 Proje Faaliyetleri	9
3.2.1 Katı Atıkların Kontrolünün ve Tasnifinin Sağlanması	9
3.2.2 Tasniflenen Atıkların Günlük Karakter ve Miktar Tablolarının Hazırlanması	10
3.2.3 Yapılacak Karakter Analizi İçin Depolanan Katı Atıklardan Çeşitlerine Göre Günlük Numunelerinin Toplanması	11
3.2.4 Günlük Numunelerin Toplanıp, Kompozit Numunelerin Hazırlanması	11
3.2.5 Kompozit Numunelerin Karakterizasyon Analizlerinin Yapılması	12
3.2.6 Karakter Analiz Raporunun Hazırlanması	12
BÖLÜM 4: DENİZLİ DERİ OSB KATI ATIKLARI VE	
ÖZELLİKLERİ	13
4.1 Et Sıyırma Atığı (Kavelata)	13
4.1.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri	14
4.1.2 Organik İçerik Analizleri	14
4.1.3 İnorganik İçerik Analizleri	15
4.1.4 Bulgular ve Değerlendirme	16
4.2 Et Traş Atığı	17
4.2.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri	18
4.2.2 Organik İçerik Analizleri	18
4.2.3 İnorganik İçerik Analizleri	19
4.2.4 Bulgular ve Değerlendirme	20
4.3 Arıtma Çamuru	22
4.3.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri	22
4.3.2 Örneğin Organik İçerik Analizleri	23

4.3.3 İnorganik İçerik Analizleri	24
4.3.4 Bulgular ve Değerlendirme	25
4.4 <i>Elek Üstü Atığı</i>	26
4.4.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri	26
4.4.2 Organik İçerik Analizleri	28
4.4.3 İnorganik İçerik Analizleri	28
4.4.4 Bulgular ve Değerlendirme	29
BÖLÜM 5: DERİ ATIKLARINDA UYGULANABİLECEK GERİ DÖNÜŞÜM/KAZANIM VE BERTARAF YÖNTEMLERİ	31
5.1 <i>Düzenli Depolama</i>	31
5.2 <i>Yakma</i>	33
5.3 <i>Gazifikasyon</i>	37
5.4 <i>Atıklardan Biyogaz Üretimi</i>	41
5.5 <i>Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Üretimi</i>	42
BÖLÜM 6: DEğERLENDİRME, SONUÇ VE ÖNERİ	45
6.1 <i>Mevcut Durum</i>	45
6.2 <i>Değerlendirme</i>	46
6.2.1 <i>Gazifikasyon</i>	48
6.2.2 <i>Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY)</i>	51
6.3 <i>Sonuç</i>	55
Kaynakça	57

Tablolar Listesi

	Sayfa
Tablo 1 2012 Yılı İmalat Sanayi Atık Göstergeleri _____	6
Tablo 2 2008 Yılı Sanayi Grubuna Göre Atık Miktarları _____	6
Tablo 3 Atık Kodları ve Cinsleri _____	10
Tablo 4 Atık Kodları, Cins ve Miktarları _____	11
Tablo 5 158/1216-1 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri _____	14
Tablo 6 "Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" Örneğinin XRD ile Kalitatif Faz Analizi Sonuçları _____	15
Tablo 7 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg) _____	16
Tablo 8 158/1216-2 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri _____	18
Tablo 9 "Et Traş Atığı" Örneğinin XRD İle Kalitatif Faz Analizi Sonuçları _____	19
Tablo 10 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg) _____	20
Tablo 11 158/1216-3 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri _____	23
Tablo 12 "Aritma Çamuru" Örneğinin XRD İle Kalitatif Faz Analizi Sonuçları _____	24
Tablo 13 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg) _____	25
Tablo 14 "Elek Üstü Atığı" Örneği MAM Kayıt Numarası _____	26
Tablo 15 158/1216-4 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri _____	27
Tablo 16 "Elek Üstü Atığı" Örneğinin XRD İle Kalitatif Faz Analizi Sonuçları _____	28
Tablo 17 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg) _____	29
Tablo 18 AYD Tablo 81 - Türkiye'deki Beraber Yakma Tesisleri _____	34
Tablo 19 ATY Ekipman Listesi _____	43
Tablo 20 EK-3 ATY Özellikleri, ATY Hazırlama Tesislerinde Hazırlanacak Yakıtın Özellikleri _____	44
Tablo 21 Mevcut Koşullarda DDİOSB Faaliyetleri Sonucu Oluşan Atıkların Kodları ve Birim Maliyetleri _____	45
Tablo 22 DDSOB Katı Atık Değerleri _____	46
Tablo 23 Bazı Katı Fosil Yakıtlar ve Atık Çamurlara İlişkin Isıl Değerler _____	47
Tablo 24 Gazifikasyon Tesisinin Kapasite Analizi _____	49
Tablo 25 Gazifikasyon Tesisi Yatırım Geri Dönüş Hesaplaması _____	50
Tablo 26 Katı ATY Tesisleri ile İlgili Yatırım Maliyeti ve İşletme Giderleri _____	52
Tablo 27 Organik Atık İçermeyen Karışık ve Nemli Atıklardan ATY Üretim Tesisinde Kullanılan Ekipmanların Yaklaşık Fiyatları _____	52
Tablo 28 ATY Tesisinin Fiili Durumdaki Yaklaşık İşletme Giderleri _____	53
Tablo 29 Lisanslı Bertaraf Firması Maliyet Bedeli ile Mukayesesi _____	54

Şekiller Listesi

	Sayfa
Şekil 1 Türkiye'deki Toplam Atık Miktarı, 2008 (kton)	4
Şekil 2 Türkiye'de Toplam Atık Arıtma Payları, 2008 (ton)	5
Şekil 3 Türkiye'de Atıkların Sınıflandırılması, 2008 (ton)	5
Şekil 4 Sabit Yataklı Gazlaştırıcı Akış Şeması	39
Şekil 5 Akışkan Yataklı Gazlaştırıcı Akış Şeması.....	39
Şekil 6 Plazma Gazlaştırıcı Akış Şeması.....	40
Şekil 7 DDİOSB Atıkları ve Diğer Yakıtların Isıl Değer Çizelgesi	48

Resimler Listesi

Resim 1 158/1216-1 no'lu "Et Sıyırma Atığı"	13
Resim 2 158/1216-2 no'lu "Et traş Atığı".....	17
Resim 3 158/1216-3 no'lu "Arıtma Çamuru"	22
Resim 4 158/1216-4 no'lu "Elek Üstü Atığı".....	26
Resim 5 Denizli Katı Atık Bertaraf Tesisi Uydu Görüntüsü	32

Haritalar Listesi

	Sayfa
Harita 1Türkiye'deki Mevcut (Lisanslı) Yakma/Beraber Yakma Tesisleri	35
Harita 2 Türkiye'deki Potansiyel Beraber Yakma Tesisleri.....	36

Kısaltmalar

ADDDY	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik
ATY (RDF)	Atıktan Türetilmiş Yakıt (Refuse Derived Fuel)
AYD	Atık Yakma Direktifi
AYY	Atık Yönetimi Yönetmeliği
DDİOSB	Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükte İşletme
MAM	Marmara Araştırma Merkezi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

BÖLÜM 1: DENİZLİDE DERİCİLİK VE DENİZLİ DERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ HAKKINDA

1.1 Geçmişte Denizli’de Dericilik

Denizli, ismini dokumacılık kültürü ile tanıtmış, sanayi ve üretimin hızla yol aldığı bir şehirdir. Ancak Denizli’de dericilik sanatı da dokumacılık sanatı kadar derin bir geçmişe sahiptir. Denizli’de dericilik bu yörenin Selçuklular tarafından 17 Eylül 1176 yılında fethedilmesi ile başlamış ve Honaz kalesinin ele geçirilmesinden sonra burada ilk yöresel Türk dericilik faaliyetinin temeli atılmıştır. Türkmen boylarının Denizli’ye yerleşmesi ile birlikte dericilik daha da gelişmiştir ve tabaklar Denizli merkezinde de faaliyet göstermeye başlamıştır. Bir deri ülkesi olan Türkiye’nin kösele üretim merkezi Denizli’dir. Tabaklık için en önemli ihtiyaç sudur. Denizli merkezi, Honaz, Yeşilyuva Beldesi (Acıpayam), Güney ve Narlıdere Köyü’nde (Buldan) tabaklığın var olması ve gelişmesi bol suya bağlıdır. Bu yerleşim yerlerinde geleneksel tekniklerde sahtiyan ve çığ kösele (gön) imal edilerek çizme ve yemeni yapımında kullanılmıştır (Toker, 1977).

Denizli dericiliğinin gelişmesinde asıl adı Nasıruddin Ebul-Hakayık Mahmud bin Ahmed el Hoy olan Ahi Evran’ın büyük bir katkısı bulunmaktadır. 1171’de Azerbaycan’ın Hoy kasabasında doğan Ahi Evran çocukluğunu ve gençliğini bu ülkede geçirir. 1205 yılında Kayseri’ye gelen Ahi Evran burada bir deri atölyesi kurar. Kayseri’de devletin desteği ile debbağları ve diğer sanatkârları da içine alan büyük bir sanayi sitesinin kurulmasına öncü olur (Elkatmış ve Demirbaş, 2013). Anadolu Ahi Örgütü kurucusu Ahi Evren 1237 yılında Denizli’ye gelerek Kayseri’de başladığı dericilik mesleğinin gelişmesini sağlamış ve Ahilik örgütünün temelini atmıştır (Bozbay, 1995). 17. yüzyılda Evliya Çelebi tarafından yazılmış olan Seyahatname’de Honaz’da iki zaviye ve bir debbağhaneden bahsedilmektedir (Türktaş, 2004).

Ahi Evren debbağların piri ve Anadolu Ahiliği’nin mimarı olurken Denizli tabaklarının ilk ahi temsilcisinin Ahi Sinan olduğu bilinmektedir (Haytoğlu, 2006) Denizli’de bir süre yaşamış olması gerçeği, Denizli’de ticari hayat ve esnaf geleneğinin oluşması ve bu güne kadar izlerini devam ettirmesi açısından oldukça önemlidir (Haytoğlu, 2006,)

1.2 Günümüzde Denizli’de Dericilik

Denizli, günümüzde özellikle kaba kösele alanında uzmanlaşmıştır. Ülke ihtiyacının %70’ini karşılamaktadır. Denizli’de dericilik alanında çok gelişmiş makineler kurulmasa da özellikle kösele üretimi gelişmektedir. Son yıllarda kullanılan kimyasal maddeler, dericilikte üretimi hızlandırmış, kolaylaştırmış ve bu mesleği zorlaştıran etmenlerden birisi olan kötü kokuyu büyük

oranda azaltmıştır (Türktaş, 2004). Bu gelişmelerin bu mesleği yok olmaktan kurtarması ümidi ile Denizli’de deri üretimi devam etmiştir. Ancak birçok sorun ile mücadele eden deri üretim sektörünün sıkıntıları tamamen çözülememiştir.

Türkiye’de 1920’li ve 1930’lu yıllarda her kasabada bir tabakçılık işine rastlanırken, zanaatın zamanla sanayiye dönüşmesi, işin özünde ileri teknolojinin yer alması, rekabet koşulları, çevre kirliliği olgusu dericiliğin belli bölgelerde, giderek de deri organize bölgelerinde yer almasını gerektirmiştir (Özdemir, 2007).

Maliyetleri azaltmak, sektörel rekabeti güçlendirmek amacıyla TR32 bölgesinde kümelenme ve OSB kurma/geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmiştir. GEKA’nın hazırlamış olduğu TR32 Düzey II Bölgesi’nde Kümelenme Yaklaşımı belgesinde Deri ve ilgili ürünlerin imalatı NACE:15 ile sektörün rekabetçi olduğu belirtilerek kümelenmenin önemi vurgulanmıştır. GEKA’nın desteği ile yapılan çalışmalarla Denizli’de faaliyet gösteren tabakhaneler 2014 basında Denizli Deri İhtisas OSB’ne taşınmıştır.

Deri işletmelerinin genellikle 1960 yıllardaki teknolojilere sahip olması, çalışma şartlarının kötü olması ve yeni teknolojik şartların oluşturulması ile rekabet edilebilir bir duruma gelmesini sağlamak üzere Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi’nin (OSB) kurulmasının ardından tüm firmaların taşınıp faaliyete geçmesi gerekiyordu. Ancak maddi imkânsızlıklar nedeni ile taşınamayan firmalar bulunduğu için Güney Ege Kalkınma Ajansı (GEKA) tarafından 2012 yılı proje teklif çağrısı kapsamında deri ve kösele sanayinde faaliyet gösteren işletmelerin Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesine taşınmasını sağlamak için ve toplam bütçesi 3.000.000 TL olan “Mirasımız Dericilik” Mali Destek Programı gerçekleştirilmiştir. “Mirasımız Dericilik” Mali Destek Programının öncelikleri, işletmelerin Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesine taşınması, üretim alanlarının genişletilmesi, üretim kapasitesinin, verimliliğin ve ürün çeşitliliğinin artırılması, işletmelerde çevreye duyarlı üretim süreçlerine ve atık yönetimine geçişin sağlanması olarak belirlenmiştir. Bu projeden derinin tabaklanması ve işlenmesi, kürkün işlenmesi ile boyanması alanında faaliyet gösteren ve KOBİ tanımına uyan işletmeler faydalanmıştır.

Denizli’ye 34 km uzaklıkta Denizli-Ankara karayolu üzerinde bulunan ve Honaz İlçesi-Kaklık Beldesi’ne 4 km tali yol ile bağlı Elmalı Tepesinde bulunan 235 hektarlık alana fabrika binalarının yapılması ile hayat bulan Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi’ndeki işletmeler çalışmalarına başlamışlar ve yıllarca hayata geçmesini bekledikleri faaliyetleri burada sürdürmeye devam etmektedirler. Şehir merkezinde Tabakhane adı ile anılan bölgede bulunan işletmelerin büyük bölümünün üretim için yeni binalara geçtiği Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi; tamamlanan arıtma tesisi, üretim merkezleri ve makine ekipmanları ile Türkiye’nin en modern Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi konumuna gelmiştir. Başta çevreye duyarlı depolama ve arıtma tesislerinin yanı sıra modern teknik altyapısı ile ülkemiz dericilik sektörünün dünya pazarında önemli bir

temsilcisi haline gelmiştir.

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü, sanayicilerimizin faaliyetlerini sağlaması amacı ile kullanma suyu dağıtımı, elektrik enerjisi dağıtımı, atık su altyapı ve atık su arıtma hizmetleri basta olmak üzere birçok hizmeti sağlamaktadır. Günümüzde Denizli de bulunan 16 işletmede 52 kişi istihdam edilmektedir.

AB Uyum Yasaları çerçevesinde, TC Çevre Bakanlığı mevzuatlarına göre, GEKA plan ve çalışmalarında katı atıkların vahşi depolamadan ziyade geri dönüşümü ya da uygun yöntemlerle bertarafının sağlanması gerekmektedir. Bu durum belirli kriterler çerçevesinde kanuni zorunluluk olarak tanımlanmakta, kanuni sınırların ötesinde çevreye duyarlı yaklaşımın benimsenmesi önerilmektedir. Çevre Bakanlığınca önerilen Atık Yönetim Piramidinde, atıkların oluşturulmasının önlenmesi, önlenmesi mümkün değilse geri kazanımı, geri kazanımı mümkün olmadığında ise bertarafı ve böylelikle atığın en aza indirilmesi amaçlanır.

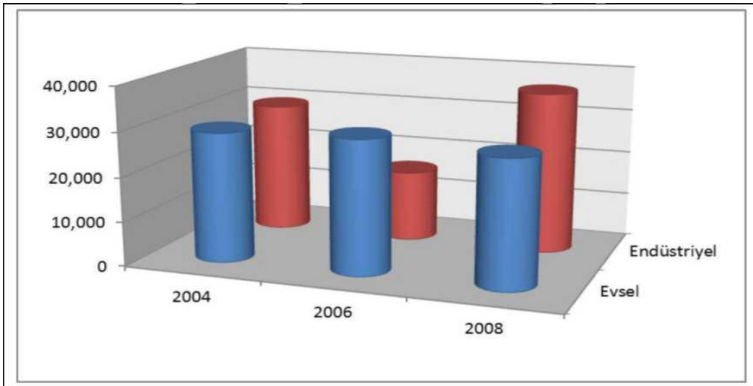
Projemizin özel amacı Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi Katı Atıklarının karakterizasyon analizlerinin yapılması, katı atıkların değerlendirilmesi ve geri kazanım ve geri dönüşüm yöntemlerinin araştırılarak, Organize Sanayi Bölgesine ait en iyi uygulamanın belirlenmesidir.

Deri Sanayi bölgemiz için tarihsel geçmişi olan stratejik bir sektördür. Sektörün zaman içinde kan kaybeden yapısına rağmen dışa bağımlılığı azaltması nedeniyle, ülkemiz ve bölgemizin kalkınmasına sağladığı katkı önemlidir. Ancak, deri sektörünün ülkemizde ve dünyada en önemli problemlerinden biri atıklardır. Atıkların kontrolsüz bir şekilde bertaraf edilmesi çevreye onarılmaz hasarlar verebilmektedir. Bu durumun farkında olan kurumların ve sanayicilerimizin girişimleriyle kurulan Denizli Deri İhtisas Organize Bölgesi'nde arıtma tesisi kurularak bazı önlemler alınmıştır. Ancak oluşan katı atıkların en aza indirgenmesi için katı atıkların geri kazanım yöntemlerinin belirlenmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanması için gerçekleştirilen fizibilite çalışmasında katı atıkların değerlendirilmesi ve geri kazanım ve geri dönüşüm yöntemlerinin araştırılarak, Organize Sanayi Bölgesine ait en iyi uygulamayı belirlemeyi hedeflemektedir.

BÖLÜM 2: KATI ATIKLARIN TÜRKİYE’DEKİ DURUMU

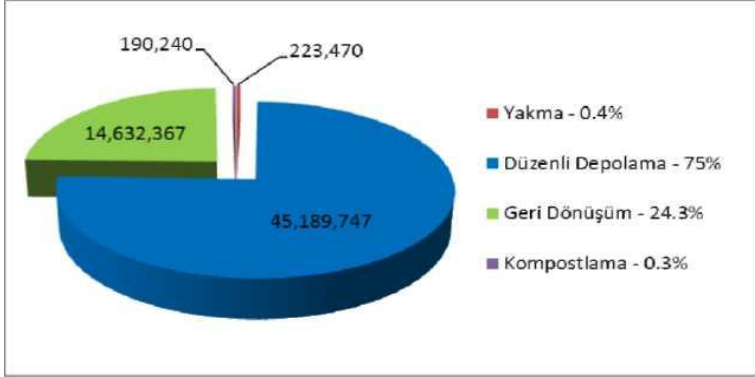
Türkiye’de genel atık yönetimine ilişkin düzenlemeler; atık çeşitliliği ve AB Direktifleri doğrultusunda geliştirilmiş ve ülke şartlarına uygun yönetmelikler yayımlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Bu kapsamda evsel katı atıklar, hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları, atık pil ve akümülatörler, tehlikeli atıklar, bitkisel atık yağlar, tıbbi atıklar, ömrünü tamamlamış lastikler, ambalaj atıkları, poliklorlubifeniller ve poliklorluterfeniller, atık elektrikli ve elektronik eşyalar, atık yağlar, ömrünü tamamlamış araçlar, araçların bakım ve onarımından kaynaklanan parçalar ve atıkların düzenli depolanması konularında uygulamalar devam ettirilmektedir (ÇSB, 2012-1). Türkiye’nin atık yönetim stratejisinin en önemli ilkelerinden birisi atık oluşumunun kaynağında önlenmesi, eğer bu sağlanamıyorsa atığın azaltılması ve atık oluşumunun kaçınılmaz olması durumunda da atıkların geri kazanılmasıdır.

2008 yılında Türkiye genelinde oluşan atık miktarı yaklaşık 65 milyon ton civarında olup, bunun yaklaşık yarısı evsel atıktır. Toplam atık miktarının yaklaşık %75’i; evsel atık miktarının ise yaklaşık % 99’u depolama sahalarına boşaltılmaktadır. Sanayi atık miktarında her ne kadar yıllar arasında dalgalanmalar gözlemlense de, Eurostat verilerine göre 2008 yılında Türkiye’de oluşan toplam atık miktarının çoğu, sanayi faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (bkz. Grafik 1). Sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların (özellikle de tehlikeli atıklar) artılması süreci özel bir titizlik gerektirmektedir. Dolayısıyla, evsel atık yönetiminin yanı sıra endüstriyel atıklarının yönetimine verilmesi gereken önem son yıllarda artış göstermiştir.



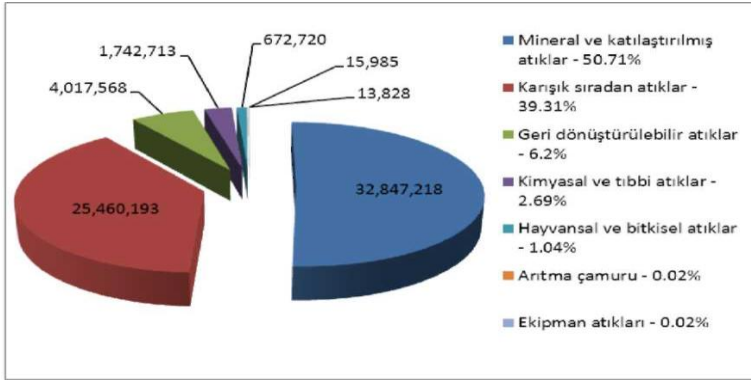
Şekil 1 Türkiye'deki Toplam Atık Miktarı, 2008 (kton)

Kaynak: Atık Yakma Direktifi 2010



Şekil 2 Türkiye'de Toplam Atık Arıtma Payları, 2008 (ton)

Kaynak: Atık Yakma Direktifi 2010



Şekil 3 Türkiye'de Atıkların Sınıflandırılması, 2008 (ton)

Kaynak: Atık Yakma Direktifi 2010

2.1 Sanayi Sektörleri ve Atıklar

2012 yılında imalat sanayi işyerleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri, maden işletmeleri ve sağlık kuruluşları tarafından 985.954 bin ton atık yaratılmıştır. (TÜİK, 2014).

TÜİK'in 2012 yılı verilerine göre imalat sanayi tarafından oluşturulan 14,4 milyon ton atığın %43,32'si tesis dışında geri kazanılmış/yeniden kullanılmış ve %4,97'si tesis bünyesinde geri kazanılmış/yeniden kullanılmış, %51,71'i ise bertaraf edilmiştir. Bertaraf edilen atığın %64,74'ü

düzenli depolama sahalарında bertaraf edilmiş ve %7,34'ü çöplüklere gönderilmiş, %20,87'si işyeri sahasında depolanmış, %2,84'ü dolgu malzemesi olarak kullanılmış, %2,14'ü ko-insinerasyon/yakma tesislerine gönderilmiş ve %2,07'si ise diğer yöntemler ile bertaraf edilmiştir. 2012 yılı imalat sanayi atık göstergelerine ilişkin rakamlar Çizelge 1'de verilmektedir. Ayrıca ülkemizde 2012 yılında imalat sanayi tarafından oluşturulan toplam atığın %5,6'sı tehlikeli atık olup miktarı 806 bin tondur.

Tablo 1 2012 Yılı İmalat Sanayi Atık Göstergeleri

Toplam atık miktarı (bin ton/yıl)	14.420	%100
Tesis bünyesinde geri kazanılan/yeniden kullanılan	717	%4,97
Tesis dışında geri kazanılan/yeniden kullanılan	6.247	%43,32
Bertaraf edilen	7.456	%51,71

Kaynak: TÜİK, 2014

Tablo 2'de ise sanayi kaynaklı atıklar (tehlikeli ve tehlikesiz atıkların toplamı) oluştukları sektörlerе göre sınıflandırılmaktadır. İstatistikler, ana metal sanayi kaynaklı atıkların ilk sırada yer aldığını, bu sektörü sırasıyla gıda ürünleri imalatı, diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı ve kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatının izlediğini göstermektedir.

Tablo 2 2008 Yılı Sanayi Grubuna Göre Atık Miktarları

Sanayi grubu (kodu)	Ton
Ana metal sanayi (24)	6.998.414
Gıda ürünleri imalatı (10)	1.106.449
Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı (23)	1.050.756
Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı (20)	830.039
Tekstil ürünlerinin imalatı (13)	423.935
Kağıt ve kağıt ürünlerinin imalatı (17)	210.421
Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı (21)	112.817
Türkiye İmalat Sanayi Toplamı	12.481.633

Kaynak: TÜİK, 2012

Ayrıca TÜİK'in 2010 yılında sektörel bazda yayımladığı

çalışmasında "düzenli depolama tesislerinde depolanan atıkların atık tipine, bertaraf veya geri kazanım yöntemine göre dağılımı" incelendiğinde yılda 3466 ton tekstil/deri atığının ve 20563 ton yapı/İNŞAAT/YIKIM atığının düzenli depolandığı görülmektedir (TÜİK, 2010). Bu miktarların içerisinde geri dönüşüm potansiyeli olan atıklar da bulunmaktadır.

2.2 Dericilikten Kaynaklanan Katı Atıklar

Son yıllarda verimlilik ve çevre sorunları nedeniyle bu atıkların değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesi büyük önem kazanmıştır. Deri üretiminde atıkların büyük bir kısmı kireçlik ünitesinde meydana gelir.

1. Ham deri atıkları: İslatma ve kireçlik işlemlerini kolaylaştırmak için taze deride veya salamura yapılmış deride budama sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bunlar genellikle; kafa, kuyruk ve diğer gereksiz kısımlardır. İslatma işlemi sırasında etleme yapılıyorsa, ham deri atıkları burada ortaya çıkar. Atık türü alt deri tabakasıdır. Bu tabaka yağ oranı bakımından zengindir, %55-78 oranında yağ içerir.

2. Kireçlik yapılmış deri atıkları: Bu atıklar, kireçlik işleminden sonra yapılan etleme, yarma ve budama sırasında meydana gelir. Etleme atıkları (karnas) ortalama olarak; %35 yağ, %15 mineral madde ve %50 protein (kuru madde üzerinden) ihtiva eder. Yarma ve budama sırasında ortaya çıkan atıklar yüksek oranda protein ihtiva ettiği için karnastan daha değerlidir, ayri olarak muhafaza edilir. Bu atıkların su oranı; %50-88 arasındadır.

3. Sepilenmiş atıklar: Yarma ve traş işleminden önce deriler sıkıldığı için sepiyenmiş atıkların su oranı daha düşüktür. Krom sepiyenmiş bu atıkların su oranı; %40-50 arasındadır. Bitkisel sepiyenmiş atıkların su oranı da bu civardadır. Sepilenmiş atıkların büyük kısmını traşlama işlemi sırasında meydana gelen 'krom talaşları' oluşturur. Miktar olarak 2. sırada, yarma derinin budama atıkları bulunur. Krom sepiyenmiş atıklar, kuru madde üzerinden %1-4 oranında kromoksit ihtiva ederler ve bunun yanında değişik oranlarda nötral tuz bulunur.

4. Kıllar ve yünler: Derinin alt tarafına badana işlemi uygulanmasından ve kılların muhafaza edildiği kireçlik sisteminde, kıllar ve yünler oldukça iyi bir durumda elde edilir. Küçükbaş hayvan derilerinde yünlerin kazanılması, günümüzde ekonomik olmaktadır. İyi kalitede yün ve kıl elde edebilmek için, alkali ve sülfür artıklarının hemen yıkama ve nötralizasyonla keratinden uzaklaştırılması gerekir. Kurutulan yün ve kıllar preslenerek balya yapılır, keçe ve iplik fabrikalarına sevk edilir.

Deri sanayiden gelen atık miktarları her bir işletmedeki çalışma şekline, ham deriye ve üretilen mamul deriye göre değişir. Yarma işleminin, tolada ve krom sepiden sonra yapılmasına göre de atık türü ve miktarı farklılık göstermektedir.

2.3 Denizli Deri İhtisas OSB Faaliyetleri Sonucu Oluşan Katı Atıklar

Deri sanayisinde çok fazla miktarda katı atık üretilir. Bölgemiz ve Sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan başlıca atık türleri:

- 1.) Arıtma Çamuru
- 2.) Deri Traş Atıkları
- 3.) Kavaleta (Etleme Atıkları)
- 4.) Ön Çökeltim Havuzu Atıkları
- 5.) Arıtma Tesisi Elek Üstü Atıkları olarak sınıflandırabiliriz.

Çevre Mevzuatları gereği faaliyetler sonucu oluşan katı atıklar lisanslı firmalar aracılığı ile bertarafının veya geri kazanımının sağlanması zorunludur.

BÖLÜM3: DENİZLİ DERİ İHTİSAS OSB KATI ATIKLARIN KARAKTERİZASYON VE GERİ KAZANIM METODLARININ BELİRLENMESİ

3.1 Proje Hakkında

Deri sanayisinde çok fazla miktarda katı atık üretilir. Deri sanayi katı atıkları içinde çok değişik materyaller bulunmaktadır. Bunlar arasında kıllar, deri parçaları, et, yağ, kan, hayvan gübresi, kir, tuz, kireç, proteinler, sülfürlü bileşikler, aminler, krom tuzları, tanenler, soda külü, seker, nişasta, yüzey aktif maddeler, mineral asitler, boyalar ve çözücüler bulunur. Derinin islenmesi esnasında 1000 kg ham deriden yaklaşık 850 kg katı atık meydana gelir. Bunun ancak 150 kg kadarı mamul deri haline dönüşür.

Denizli Deri İhtisas OSB bünyesinde, sanayicilerin üretim faaliyetleri sonucunda oluşan atıkların geri kazanımının sağlanması gerektiği aşikardır. Deri İhtisas OSB nin ve dolayısıyla GEKA Bölgesinin acil ihtiyaç duyduğu bir faaliyete yönelik stratejik bir planlama yapılması amacıyla geri kazanım metodlarının belirlenmesi üzerine yapılan fizibilite çalışması aşağıda belirtilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile hazırlanmıştır.

- Proje uygulama hazırlık faaliyetleri
- Katı atıkların kontrolünün ve tasnifinin sağlanması
- Tasniflenen atıkların günlük karakter ve miktar tablolarının hazırlanması
- Yapılacak karakter analizi için depolanan katı atıklardan çeşitlerine göre günlük numunelerinin toplanması
- Günlük numunelerin toplanıp, kompozit numunelerin hazırlanması
- Kompozit numunelerin karakterizasyon analizlerinin yapılması
- Karakter analiz raporunun hazırlanması
- Katı atıkların değerlendirilmesi, geri kazanım ve geri dönüşüm yöntemlerinden OSB ye uygun en iyi uygulamanın belirlenmesi ve analizlerle beraber bir rapor halinde sunulması

3.2 Proje Faaliyetleri

3.2.1 Katı Atıkların Kontrolünün ve Tasnifinin Sağlanması

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölge faaliyetleri sonucu oluşan katı atıkların kontrolünün sağlanması amacıyla Katı Atık Geçici Depolama Alanı'na sahiptir. Çevre Mevzuatlarında belirtilen standartlara göre inşası yapılmış olup, yaklaşık 3000 m2 alandan oluşmaktadır. Sanayi kaynaklı endüstriyel katı atıklar bu depolama alanında tasnif edilmektedir.

Sanayi faaliyetleri kaynaklı oluşan evsel katı atıklar Honaz İlçe Belediyesi tarafından; OSB'ye yerleştirilen konteynerler aracılığı ile toplanıp, daha sonra belirli periyotlar(haftada 2 -3 gün) ile taşınması ve bertarafı sağlanmaktadır.

Çevre Kanuna istinaden yürürlüğe konulan Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğe göre Bölgeden kaynaklı atık kodları belirlenmiş olup, aşağıda gösterildiği gibidir.

Tablo 3 Atık Kodları ve Cinsleri

Atık Kodları	Atığın Cinsi
04 01 01	Sıyırma Ve Kireçleme İle Deriden Et Sıyırma İşleminde Kaynaklanan Atıklar
04 01 06	Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içeren çamurlar
04 01 08	Krom içeren tabaklanmış atık deri (çivitli parçalar, tıraşlamalar, kesmeler, parlatma tozu)
19 08 01	Elek Üstü Maddeler (atık su Arıtma Tesisi)

Atıkların belirlenen cinslere göre kontrol ve tasnifleri sağlanarak atıkların düzenli bir şekilde depolanması ve yapılacak olan karakter analizlerde kullanılacak numunelerin sağlıklı bir şekilde hazırlanması amacıyla belirtilen atık kodlarının ve cinslerinin gösterildiği levhalar hazırlanarak katı atık geçici deponi alanında atık bölümlerinin oluşturulması sağlanmış ve Bölge Sanayicileri ile yapılan birebir görüşmeler ile de atıkların mümkün olduğu derecede kendi firmalarında ayrı toplanması talep edilmiştir.

3.2.2 Tasniflenen Atıkların Günlük Karakter ve Miktar Tablolarının Hazırlanması

Atıkların geçici depolama alanına atıkların kabulünden önce atık cins ve miktarları tespit edilmesi amacıyla "Atık Kabul ve Kontrol Formu" oluşturularak, Projede görev alan 1 Çevre Mühendisi ve 1 Teknik Personel tarafından günlük olarak kayıt altına alınmış ve bu faaliyet 30 gün boyunca devam edilmiştir.

Bu faaliyet sayesinde Bölgemiz faaliyetlerinden kaynaklanan endüstriyel katı atıkların bir ay boyunca takibi sağlanmış, miktarları ve çeşitliliği tespit edilmiştir.

Endüstriyel Katı Atıklara ait günlük oluşum miktarı ve atık cinsi aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4 Atık Kodları, Cins ve Miktarları

Atık Kodları	Atığın Cinsi	Atık Miktarı
04 01 01	Sıyırma Ve Kireçleme İle Deriden Et Sıyırma İşleminde Kaynaklanan Atıklar	2.5 TON/GÜN
04 01 06	Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içeren çamurlar	8 TON/GÜN
04 01 08	Krom içeren tabaklanmış atık deri (çivitli parçalar, tıraşlamalar, kesmeler, parlatma tozu)	1.5 TON/GÜN
19 08 01	Elek Üstü Maddeler (atık su Arıtma Tesisi)	0.2 TON/GÜN

Güney Ege Kalkınma Ajansı 2015 Yılı Doğrudan Faaliyet Desteği Kapsamında Desteklenen "Denizli Deri İhtisas OSB Katı Atıkların Karakterizasyon ve Geri Kazanım Metodlarının Belirlenmesi" Başlıklı yürütülen proje faaliyetleri sonucu elde edilen değerlere göre:

- **2304 ton/yıl** Arıtma Çamuru
- **432 ton/yıl** Deri Traş Atıkları
- **720 ton/yıl** Kavaleta (Etleme) Atıkları ve
- **2.4 ton/yıl** Arıtma Tesisi Elek Üstü Atığı

oluşmakta olup, Deri OSB faaliyetleri sonucu oluşan toplamda 12,2 ton/gün yani 3458,4 ton/yıl Endüstriyel Katı Atık meydana gelmektedir.

3.2.3 Yapılacak Karakter Analizi İçin Depolanan Katı Atıklardan Çeşitlerine Göre Günlük Numunelerinin Toplanması

Projede görev alan 1 Çevre Mühendisi ve 1 Teknik Personel tarafından her atık kabul aşamasında atıklardan sabit miktarlarda Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelikte hususlar göz önünde bulundurularak numuneler alınıp, atık cinslerine göre günlük numune kaplarında toplanması sağlanmıştır, OSB atık çeşitliliğini ve özelliklerinin tam olarak tespitini sağlayacak örnekler oluşturulmaya çalışılmıştır.

3.2.4 Günlük Numunelerin Toplanıp, Kompozit Numunelerin Hazırlanması

Her atık cinsine göre toplanan günlük numunelerden; analiz yapılacak olan TÜBİTAK MAM' dan alınan bilgi doğrultusunda gereken miktar göz önünde bulundurularak yine ADDDY de belirtilen koşullara uygun, belirlenen sabit miktarlarda numuneler alınarak, kompozit numune kabında birleştirilip, paçal yapılmış ve bu sayede tek bir örnekle her cins için 1 aylık dönemi kapsayan numunelerle daha doğru tespit yapılması amaçlanmıştır.

OSB'nin Çevre Mevzuatları gereği yerine getirmesi gerekli yükümlülükleri doğrultusunda Bölgemizden kaynaklanan Endüstriyel atıklara ait kompozit numunelerinin Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik AYGİİY EK-3B kapsamında incelenebilmesi için Denizli Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'ne yazılı başvuru yapılarak Denizli Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü Çevre Denetim Şubesi kontrolünde her bir atık için hazırlanan kompozit numunelerin mühürlenerek, analizlerin yapılması için TÜBİTAK MAM Laboratuvarına gönderimi sağlanmıştır.

3.2.5 Kompozit Numunelerin Karakterizasyon Analizlerinin Yapılması

Bölgemizden kaynaklanan Endüstriyel atıklara ait kompozit numunelerinin Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik AYGİİY EK-3B kapsamında incelenebilmesi için gerekli olan kimyasal kompozisyon belirleme çalışmaları katık analizleri konusunda akreditasyona sahip TÜBİTAK MAM laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş olup; nem, katı madde içeriği ve organik/inorganik madde muhtevası/miktarı ile pH, üst/alt ısı değer, kısa ve elementel analiz ve termogravimetrik analizleri yapılmıştır.

3.2.6 Karakter Analiz Raporunun Hazırlanması

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik ve eklerine göre tüm atık cinslerinin detaylı analizlerinin açıklamalı raporlanması TÜBİTAK MAM tarafından yapılmış ve her bir numuneye ait:

- ✓ **Fiziko-Kimyasal Analizleri**
- ✓ **Organik İçerik Analizleri**
- ✓ **İnorganik İçerik Analizleri**
- ✓ **Akut Toksikite Testi (Balıklarda)**
- ✓ **Akut Toksikite Testi (Farelerde)**
- ✓ **Bulgular Ve Değerlendirme**

Bölümlerini içeren analiz raporları hazırlanmıştır. Diğer bölümde atık analiz raporlarına kapsamlı şekilde yer verilmiştir.

BÖLÜM 4: DENİZLİ DERİ OSB KATI ATIKLARI VE ÖZELLİKLERİ

4.1 Et Sıyırma Atığı (Kavelata)

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesinden alındığı için, AYY EK-IV'te verilen Atık Listesinde (04) kodlu "Deri, Kürk Ve Tekstil Endüstrilerinden Kaynaklanan Atıklar" ana başlığında (04 01) "Deri ve Kürk Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar" alt başlığı altında (04 01 01) "Sıyırma ve kireçleme ile deriden et sıyırma işleminden kaynaklanan atıklar" kodsuz olarak yer almakta veya (04 01 99) "Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar" kodsuz olarak yer almakta yer almaktadır.

AYY EK-IV'te (M) işareti ile gösterilen atıklar, EK-3A'da yer alan tehlikeli özelliklerinin belirlenmesi için aynı yönetmeliğin EK-3 B bölümünde verilen eşik konsantrasyon değerlerine bakılarak tehlikeli atık olup olmadığına karar verilmesi gereken atıklar olarak tanımlanmıştır. AYY'de (A) kodu ile tanımlanmış atıklar "Tehlikeli Atık" olarak; (M) veya (A) kodu ile tanımlanmayan atıklar ise "Tehlikesiz Atık" olarak nitelendirilmektedir. Atığın TÜBİTAK-MAM örnek numarası ve görünümü aşağıda verilmiştir.

Örnek Adı	Mühür No-Tutanak Tarihi	TÜBİTAK-MAM Örnek Kayıt No
Et Sıyırma Atığı (Kavelata)	İÇOM20-000321-20/01/2015	158/1216-1



Resim 1 158/1216-1 no'lu "Et Sıyırma Atığı"

4.1.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri

"Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" örneğinde ön tanımlama amacı ile yapılan fiziko-kimyasal testler ve sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5 158/1216-1 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri

Parametre	Sonuç	Analiz Metodu
Görünüm/Koku	Kahverengi/Kötü Kokulu	
pH değeri (Sulu çözelti)	7,66	TS 8753 EN 12176
Nem Miktarı (% ağırlık)	6,38	TS 9546 EN 12880
Katı Madde içeriği (% ağırlık)	93,62	TS 9546 EN 12880
Organik madde miktarı (% ağırlık)	83,43	TS 8336
İnorganik madde miktarı (% ağırlık)	10,19	TS 8336
Üst ısı değeri (kcal/kg)*	7829	ASTM D 5865
Toplam kükürt (% ağırlık)*	NA**	ASTM 4239
Yağ Gres Tayini (mg/kg)	520076 (<%52,01)	ASTM D7066

*105 °C'de kurutulmuş örnekte, **NA= Numunenin yapısından dolayı ölçüm alınamadı.

Tablo 5'te verilen analiz sonuçlarına göre, "Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" örneğinin nötral ve yüksek organik içerikli olduğu tespit edilmiştir. Oldukça yüksek üst ısı değere sahip olması, organik içeriğin olduğunun bir göstergesidir. **Numunedeki yağ konsantrasyonu % 52 olup, eşik değer olan % 1'in çok üstündedir.**

158/1216-1 no'lu örnekte gravimetrik analiz çalışmaları için termal gravimetrik analizler (SII TG/DTA 7200EXSTAR marka TG/DTA cihazı) EN 11352-2 Standart Metoduna göre yapılmak çalışılmış ancak örneğin yapısından dolayı ölçüm alınamamıştır.

4.1.2 Organik İçerik Analizleri

"Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" örneğindeki (158/1216-1) organik madde içeriğinin belirlenmesi amacıyla hekzan ile ekstrakte edilmiş organik fazda ASTM E1252 metoduna uygun olarak yapılan FTIR analizi sonucunda numunenin organik bileşimindeki fonksiyonel gruplar belirlenmeye çalışılmıştır. 1750 cm⁻¹dekarbonil gerilimi ve 2950 cm⁻¹de alkil gerilimi

gözlemlenmiştir. Bu sonuç örnekte mevcut olan organik içerikten kaynaklanmaktadır.

"Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" örneğinden alınan 1 g'lık orijinal kısım, herhangi bir ön işlem yapılmadan headspace şişesine konularak EPA 3810 Metoduna uygun olarak Headspace GC-MS Agilent 5975 MSD-7697HS model GC-MS Cihazı (Kolon boyu: 60m, kolon çapı:0.25 mm, film kalınlığı: 0.25µm) ile uçucu organik analizi yapılmıştır. Head Space vial sıcaklığı 80 °C'dir. EI+ modu ile 18-650 g/mol aralığında tarama yapılmıştır. Bu analiz neticesinde, GC-MS spektrasında uçucu organik içeriğe rastlanılmıştır. Ancak bu bileşiklerin hem nitel hem de nicel içeriğini tespit etmek mümkün değildir.

4.1.3 İnorganik İçerik Analizleri

Örneğin inorganik kısmının yapısının aydınlatılması amacıyla ve örneğin inorganik yapısı içinde bulunabilecek olası ağır metal ve/veya risk faktörü açısından önemli diğer bileşenler sebebi ile Rietveld metoduyla kantitatif faz (minerolojik) analizi gerçekleştirilmek istenmiş ancak matris etkileri sebebi ile yalnızca kalitatif analiz yapılabilmektedir. PANalytical X'Pert Pro MPD model XRD cihazı ile Cu X-Işını tüpü (A=1.5405 Angstrom) kullanılarak yapılan kalitatif faz analiz sonuçları Tablo 6'te verilmiştir.

(XRD analizleri TÜBİTAK-MAM Malzeme Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmiştir.)

Tablo 6 "Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" Örneğinin XRD ile Kalitatif Faz Analizi Sonuçları

Numune Kodu	Bileşik	PDF No	İnorganik Fazdaki İçerik (%)	Numunedeki İçerik (%)
1580001216-1	C	37 - 1497	44,3	4,5
	Kalsit, CaCO ₃	4 - 7- 8659	26,8	2,7
	Sodium Chloride, NaCl	4 - 13- 1689	16,9	1,7
	Periclase, MgO	45 - 946	10,0	1,0
	Hematite, Fe ₂ O ₃	4 - 3 - 2900	1,1	0,1
	Kuvars, SiO ₂	4 - 5 - 4494	0,9	0,1

Tablo 6 değerlendirildiğinde, numunenin içeriğinde %4,5 oranında CaO bileşiği mevcuttur. Bu bileşik için MSDS bilgilerinde R41 kodu bulunmaktadır.

Bu risk kodu için AYY'de sınır değer %10'dur. Bu sınır değer aşılmamaktadır. Numunede olası ağır metallerin belirlenmesi için EPA 6020 A metoduna uygun olarak ICP-MS cihazı ile metal taraması yapılmıştır. Numune önce nitrik asit ve hidroklorik asit karışımında mikrodalga uygulaması ile iyice çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg)

Na	Mg	Al	K	Ca	Cr	Fe
23193	7202	412	193	6201	409	328

Tablo 7'teki sonuçlara göre, örneğin içeriğinde sodyum %2,32, magnezyum %0,72 olarak tespit edilmiş olup diğer metaller daha da düşüktür. Ağır metal kompozisyonu risk içerebilecek bir seviyede değildir. **Bu sonuçlara göre (XRD ve ICP-MS), AYY açısından inorganik içeriğin tehlikesiz olduğu sonucuna varılmıştır.**

4.1.4 Bulgular ve Değerlendirme

158/1216-1 no'lu "Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" örneğinin:

Nötral, yüksek organik içerikli olduğu belirlenmiştir.

Numunedeki yağ konsantrasyonu % 52,01 olup, eşik değer olan % 1'in üstündedir.

Inorganik içerik bakımından AYY'e göre tehlikesiz olduğu tespit edilmiştir.

Balık biyodeny sonuçlarına göre ZSF=4 elde edilmiş olup, sucul ortamlarda yaşayan su canlıları için riskli olduğu sonucuna varılmıştır.

Farelerde yapılan akut toksisite sonuçlarına göre Global Harmonize Sistemine göre kategori 5 (GHS 5) bulunmuştur. LD50 değeri > 5000 mg/kg vücut ağırlığı şeklinde tanımlanmıştır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında 158/1216-1 no'lu "Et Sıyırma Atığı (Kavelata)" örneğinin **"tehlikeli atık olduğu"** sonucuna varılmıştır. AYY'de üretilen atığın mümkünse önce oluşumunun azaltımı, daha sonra geri kazanımı benimsenmektedir. Örneğin yüksek kalorifik değere sahip olduğu için AYY EK-2B'de yer alan R1 işlemi (Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma) gereği teknik şartları sağlamak kaydı ile lisanslı atık yakma tesislerinde enerji geri kazanımı amacıyla kullanımı mümkündür. EK-2A'da verilen "D1 -toprağın altında veya üstünde düzenli depolama örneğin, düzenli depolama ve benzeri" metodu gereği sulu eluatında gerekli analizler yapılarak ilgili sınıf düzenli depolama alanında düzenli depolanarak bertarafı yapılmalıdır. Atığın kodunun (16 03 05) "Tehlikeli maddeler içeren organik atıklar" şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca atık kodu hakkında ve bu rapordan sonra yapılacak her türlü muamelesinde son karar mercii T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığıdır.

4.2 Et Traş Atığı

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesinden alındığı için, AYY EK-IV'te verilen Atık Listesinde verilen Atık Listesinde (04) kodlu "Deri, Kürk Ve Tekstil Endüstrilerinden Kaynaklanan Atıklar" ana başlığında (04 01) "Deri ve Kürk Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar" alt başlığı altında (04 01 01) "Sıyırma ve kireçleme ile deriden et sıyırma işleminden kaynaklanan atıklar" kodsuz olarak yer almakta veya (04 01 99) "Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar" kodsuz olarak yer almakta yer almaktadır.

AYY EK-IV'te (M) işareti ile gösterilen atıklar, EK-3A'da yer alan tehlikeli özelliklerinin belirlenmesi için aynı yönetmeliğin EK-3 B bölümünde verilen eşik konsantrasyon değerlerine bakılarak tehlikeli atık olup olmadığına karar verilmesi gereken atıklar olarak tanımlanmıştır. AYY'de (A) kodu ile tanımlanmış atıklar "Tehlikeli Atık" olarak; (M) veya (A) kodu ile tanımlanmayan atıklar ise "Tehlikesiz Atık" olarak nitelendirilmektedir. Atığın TÜBİTAK-MAM örnek numarası ve görünümü aşağıda verilmiştir.

Örnek Adı	Mühür No-Tutanak Tarihi	TUBİTAK-MAM Örnek Kayıt No
Et Traş Atığı	İÇOM20-00059-	158/1216-2



Resim 2 158/1216-2 no'lu "Et Traş Atığı"

4.2.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri

"Et Traş Atığı" örneğinde ön tanımlama amacı ile yapılan fiziko-kimyasal testler ve sonuçları Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8 158/1216-2 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri

Parametre	Sonuç	Analiz Metodu
Görünüm/Koku	Kahverengi/Kötü Kokulu	
pH değeri (Sulu çözelti)	4,31	TS 8753 EN 12176
Nem Miktarı (% ağırlık)	42,37	TS 9546 EN 12880
Katı Madde içeriği (% ağırlık)	57,63	TS 9546 EN 12880
Organik madde miktarı (% ağırlık)	46,35	TS 8336
İnorganik madde miktarı (% ağırlık)	11,28	TS 8336
Ust ısıl değer (kcal/kg)*	4474	ASTM D 5865
Toplam kükürt (% ağırlık)*	NA**	ASTM 4239
Yağ Gres Tayini (mg/kg)	26168 (%2,62)	ASTM D7066

*105 °C'de kurutulmuş örnekte, **NA= Numunenin yapısından dolayı ölçüm alınamadı.

Tablo 8'de verilen analiz sonuçlarına göre, "Et Traş Atığı" örneğinin asidik ve yüksek organik içerikli olduğu tespit edilmiştir. Yüksek üst ısıl değer içermesi organik içeriğin olduğunun bir göstergesidir. **Numunedeki yağ konsantrasyonu % 2,62 olup, eşik değer olan % 1'in üstündedir.**

158/1216-2 no'lu örnekte gravimetrik analiz çalışmaları için termal gravimetrik analizler (SII TG/DTA 7200 EXSTAR marka TG/DTA cihazı) EN 11352-2 Standart Metoduna göre yapılmıştır.

30-200°C arasında % 18,2 kayıp olduğu (nem içeriğinden kaynaklandığı)

200-550°C arasında % 68,0 kayıp olduğu (organik bileşiklerden kaynaklandığı)

550-850°C arasında kayıp olmadığı (inorganik yapının stabil olduğu) gözlemlenmiştir. TGA analiz sonuçları genel olarak fizikokimyasal analiz sonuçları ile uyumludur.

4.2.2 Organik İçerik Analizleri

"Et Traş Atığı" örneğindeki (158/1216-2) organik madde içeriğinin belirlenmesi amacıyla heksan ile ekstrakte edilmiş organik fazda ASTM E1252 metoduna uygun olarak yapılan FTIR analizi sonucunda numunenin organik bileşimindeki fonksiyonel gruplar belirlenmeye çalışılmıştır. 1750 cm⁻¹ de karbonil gerilimi ve 2950cm⁻¹'de alkil gerilimi gözlemlenmiştir. Bu sonuç örnek de mevcut olan organik içerikten kaynaklanmaktadır.

"Et Traş Atığı" örneğinden alınan 1 g'lık orijinal kısım, herhangi bir ön işlem yapılmadan head space şişesine konularak EPA 3810 Metoduna uygun olarak Headspace GC-MS Agilent 5975 MSD-7697 HS model GC-MS Cihazı (Kolon boyu: 60m, kolon çapı:0.25 mm, film kalınlığı: 0.25µm) ile uçucu organik analizi yapılmıştır. Head Space vial sıcaklığı 80°C'dir. EI+ modu ile 18-650 g/mol aralığında tarama yapılmıştır. Bu analiz neticesinde, GC-MS spektrasında birçok uçucu organik içeriğe rastlanılmıştır. Ancak bu bileşiklerin hem nitel hem de nicel içeriğini tespit etmek mümkün değildir.

4.2.3 İnorganik İçerik Analizleri

Örneğin inorganik kısmının yapısının aydınlatılması amacıyla ve örneğin inorganik yapısı içinde bulunabilecek olası ağır metal ve/veya risk faktörü açısından önemli diğer bileşenler sebebi ile Rietveld metoduyla kantitatif faz (minerolojik) analizi gerçekleştirilmek istenmiş ancak matris etkileri sebebi ile yalnızca kalitatif analiz yapılabilmektedir. PANalytical X'Pert Pro MPD model XRD cihazı ile Cu X-Işını tüpü(A=1.5405 Angstrom) kullanılarak yapılan kalitatif faz analiz sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. (XRD analizleri TÜBİTAK-MAM Malzeme Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmiştir.)

Tablo 9 "Et Traş Atığı" Örneğinin XRD İle Kalitatif Faz Analizi Sonuçları

Numune Kodu	Bileşik	PDF No	İnorganik Fazdaki İçerik (%)	Numunedeki İçerik (%)
1580001216-2	Sodium Chloride, NaCl	4-13-1689	66,5	7,5
	Sodium Sulfate, Na ₂ (SO ₄)	4-10-2456	10,7	1,2
	Calcium Chromate Hydroxide, Ca ₅ (CrO ₄) ₃ (OH)	4-18-4709	7,0	0,8
	Hematite, Fe ₂ O ₃	4-3-2900	6,1	0,7

Anhydrite, CaSO ₄	37-1496	5,3	0,6
Potassium Chloride Oxide, KClO ₃	1-599	2,5	0,3
Eskolaite, Cr ₂ O ₃	4-7-4822	1,9	0,2

Tablo 9 değerlendirildiğinde, numunenin inorganik içeriğinin oldukça düşük oranda olup ağırlıklı olarak risk içermeyen sodyum klorit (NaCl)'den oluşmaktadır. Numunede olası ağır metallerin belirlenmesi için EPA6020 A metoduna uygun olarak ICP-MS cihazı ile metal taraması yapılmıştır. Numune önce nitrik asit ve hidroklorik asit karışımında mikrodalga uygulaması ile iyice çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg)

Na	Mg	Al	K	Ca	Cr	Fe
42903	1917	173	1104	1506	22336	345

Tablo 10'daki sonuçlara göre, örneğin içeriğinde sodyum %4,29, krom %2,24 olarak tespit edilmiş olup diğer metaller daha da düşüktür. Ağır metal kompozisyonu risk içerebilecek bir seviyede değildir. **Bu sonuçlara göre (XRD ve ICP-MS), AYY açısından inorganik içeriğinin tehlikesiz olduğu sonucuna varılmıştır.**

4.2.4 Bulgular ve Değerlendirme

158/1216-2 no'lu "Et Traş Atığı" örneğinin:

Asidik ve yüksek inorganik içerikli olduğu belirlenmiştir.

Numunedeki yağ konsantrasyonu % 2,62 olup, eşik değer olan % 1'in üstündedir. İnorganik içerik bakımından AYY'e göre tehlikesiz olduğu tespit edilmiştir.

Balık biyodeneysel sonuçlarına göre ZSF=4 elde edilmiş olup, sucul ortamlarda yaşayan su canlıları için riskli olduğu sonucuna varılmıştır.

Farelerde yapılan akut toksisite sonuçlarına göre Global Harmonize Sistemine göre kategori 5 (GHS 5) bulunmuştur. LD50 değeri > 5000 mg/kg vücut ağırlığı şeklinde tanımlanmıştır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında 158/1216-2 no'lu "Et Traş Atığı"

örneğin **"tehlikeli atık olduğu"** sonucuna varılmıştır. AYY'de üretilen atığın mümkünse önce oluşumunun azaltımı, daha sonra geri kazanımı benimsenmektedir. Örneğin yüksek kalorifik değere sahip olduğu için AYY EK-2B'de yer alan R1 işlemi (Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma) gereği teknik şartları sağlamak kaydı ile lisanslı atık yakma tesislerinde enerji geri kazanımı amacıyla kullanımı mümkündür. EK- 2A'da verilen "D1 -toprağın altında veya üstünde düzenli depolama örneğin, düzenli depolama ve benzeri" metodu gereği sulu eluatında gerekli analizler yapılarak ilgili sınıf düzenli depolama alanında düzenli depolanarak bertarafı yapılmalıdır. Atığın kodunun (16 03 05) "Tehlikeli maddeler içeren organik atıklar" şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca atık kodu hakkında ve bu rapordan sonra yapılacak her türlü muamelesinde son karar mercii T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığ'dır.

4.3 Arıtma Çamuru

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesinden alındığı için, AYY EK-IV'te verilen Atık Listesinde verilen Atık Listesinde (04) kodlu "Deri, Kürk Ve Tekstil Endüstrilerinden Kaynaklanan Atıklar" ana başlığında (04 01) "Deri ve Kürk Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar" alt başlığı altında (04 01 06) "Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içeren çamurlar" kodsuz olarak yer almakta yer almaktadır. AYY EK-IV'te (M) işareti ile gösterilen atıklar, EK-3A'da yer alan tehlikeli özelliklerinin belirlenmesi için aynı yönetmeliğin EK-3 B bölümünde verilen eşik konsantrasyon değerlerine bakılarak tehlikeli atık olup olmadığına karar verilmesi gereken atıklar olarak tanımlanmıştır. AYY'de (A) kodu ile tanımlanmış atıklar "Tehlikeli Atık" olarak; (M) veya (A) kodu ile tanımlanmayan atıklar ise "Tehlikesiz Atık" olarak nitelendirilmektedir. Atığın TÜBİTAK-MAM örnek numarası görünümü ise aşağıda verilmiştir.

Örnek Adı	Mühür No-Tutanak Tarihi	TÜBİTAK-MAM Örnek Kayıt No
Arıtma Çamuru	İÇOM20-000386 - 20/01/2015	158/1216-3



Resim 3 158/1216-3 no'lu "Arıtma Çamuru"

4.3.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri

"Arıtma Çamuru" örneğinde ön tanımlama amacı ile yapılan fiziko-kimyasal testler ve sonuçları Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11'de verilen analiz sonuçlarına göre, "Arıtma Çamuru" örneğinin hafif bazik, nemli ve organik/inorganik içerikli olduğu tespit edilmiştir.

Nispeten yüksek üst ısıl değer içermesi organik içeriğin olduğunun bir göstergesidir. Numunedeki yağ konsantrasyonu % 0,42 olup, eşik değer olan % 1'in altındadır.

158/1216-3 no'lu örnekte gravimetrik analiz çalışmaları için termal gravimetrik analizler (SII TG/DTA 7200EXSTAR marka TG/DTA cihazı) EN 11352-2 Standart Metoduna göre yapılmıştır.

Tablo 11 158/1216-3 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri

Parametre	Sonuç	Analiz Metodu
Görünüm/Koku	Kahverengi/Kötü Kokulu	
pH değeri (Sulu çözelti)	8,24	TS 8753 EN 12176
Nem Miktarı (% ağırlık)	58,35	TS 9546 EN 12880
Katı Madde içeriği (% ağırlık)	41,65	TS 9546 EN 12880
Organik madde miktarı (% ağırlık)	23,26	TS 8336
İnorganik madde miktarı (% ağırlık)	18,39	TS 8336
Üst ısıl değer (kcal/kg)*	2454	ASTM D 5865
Toplam kükürt (% ağırlık)*	0,61	ASTM 4239
Yağ Gres Tayini (mg/kg)	4152 (%0,42)	ASTM D7066

30-200 °C arasında % 58,6 kayıp olduğu (nem içeriğinden kaynaklandığı)
200-550°C arasında % 18,8 kayıp olduğu (organik bileşiklerden kaynaklandığı)
550-850°C arasında % 6,0 kayıp olduğu (inorganik bileşiklerden kaynaklandığı) gözlemlenmiştir.
TGA analiz sonuçları genel olarak fizikokimyasal analiz sonuçları ile uyumludur.

4.3.2 Örneğin Organik İçerik Analizleri

"Aritma Çamuru" örneğindeki (158/1216-3) organik madde içeriğinin belirlenmesi amacıyla hekzan ile ekstrakte edilmiş organik fazda ASTM E1252 metoduna uygun olarak yapılan FTIR analizi sonucunda numunenin organik bileşimindeki fonksiyonel gruplar belirlenmeye çalışılmıştır. 2940cm⁻¹'de alkil gerilimi gözlemlenmiştir. Bu sonuç örnek de mevcut olan organik içerikten kaynaklanmaktadır. "Aritma Çamuru" örneğinden alınan 1 g'lık orijinal kısım, herhangi bir ön işlem yapılmadan head space şişesine konularak EPA 3810 Metoduna uygun olarak Head space GC-MS Agilent 5975 MSD-7697 HS model GC-MS Cihazı (Kolon boyu: 60m, kolon çapı:0.25 mm, film kalınlığı: 0.25um) ile uçucu organik analizi yapılmıştır. Head Space vial sıcaklığı 80 °C'dir. EI+ modu ile 18-650 g/mol aralığında

tarama yapılmıştır. Bu analiz neticesinde, GC-MS spektrasında nonanal, octanal ve bu bileşikler dışında nitel olarak tanımlanması zor olan birçok uçucu organik içeriğe rastlanılmıştır. Nonanal için MSDS bilgilerinde R38 (tahriş edici) risk kodu bulunmaktadır. Bu risk kodu için AYY'de sınır değer %20'dir. Ancak örnek içerisinde tespit edilmiş organik bileşikler için net bir şekilde nicel tayin yapmak mümkün gözükmemektedir.

4.3.3 İnorganik İçerik Analizleri

Örneğin inorganik kısmının yapısının aydınlatılması amacıyla ve örneğin inorganik yapısı içinde bulunabilecek olası ağır metal ve/veya risk faktörü açısından önemli diğer bileşenler sebebi ile Rietveld metoduyla kantitatif faz (mineralojik) analizi gerçekleştirilmek istenmiş ancak matris etkileri sebebi ile yalnızca kalitatif analiz yapılabilmektedir. PANalytical X'Pert Pro MPD model XRD cihazı ile Cu X-Işını tüpü (A=1.5405 Angstrom) kullanılarak yapılan kalitatif faz analiz sonuçları Tablo 12'te verilmiştir. (XRD analizleri TÜBİTAK-MAM Malzeme Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmiştir.)

Tablo 12 "Aritma Çamuru" Örneğinin XRD İle Kalitatif Faz Analizi Sonuçları

Numune Kodu	Bileşik	PDF No	İnorganik Fazdaki İçerik (%)	Numunedeki İçerik (%)
1580001216-3	Kalsit, CaCO ₃	4-7-8659	78,2	14,4
	Lime, CaO	37-1497	8,6	1,6
	Mayenite, Ca ₁₂ Al ₁₄ O ₃₃	48-1882	4,7	0,9
	Apatite-(CaOH), Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH)	1-80-7128	3,1	0,6
	Anhydrite, CaSO ₄	37-1496	2,4	0,4
	Kuvars, SiO ₂	4-5-4494	2,0	0,4
	Calcium Chromate Hydroxide, Ca ₅ (CrO ₄) ₃ (OH)	4-18-4709	1,0	0,2

Tablo 12 değerlendirildiğinde, numunenin inorganik içeriğin ağırlıklı olarak risk içermeyen kalsit bileşiminden oluşmaktadır. Numunede olası ağır metallerin belirlenmesi için EPA 6020 A metoduna uygun olarak ICP- MS cihazı ile metal taraması yapılmıştır. Numune önce nitrik asit ve hidroklorik asit karışımında mikrodalga uygulaması ile iyice çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg)

Na	Mg	Al	K	Ca	Cr	Fe	Sr
11150	6560	15033	635	35634	9838	1393	201

Tablo 13'teki sonuçlara göre, örneğin içeriğinde kalsiyum %3,56, alüminyum %1,50, sodyum olarak tespit edilmiş olup diğer metaller daha da düşüktür. Ağır metal kompozisyonu risk içerebilecek bir seviyede değildir. Bu sonuçlara göre (XRD ve ICP-MS), AYY açısından inorganik içeriğin tehlikesiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.4 Bulgular ve Değerlendirme

158/1216-3 no'lu "Aritma Çamuru" örneğinin: Hafif bazik, nemli ve organik/inorganik içerikli olduğu belirlenmiştir. Numunedeki yağ konsantrasyonu % 0,42 olup, eşik değer olan % 1'in altındadır. İnorganik içerik bakımından AYY'e göre tehlikesiz olduğu tespit edilmiştir. Balık biyodeneysel sonuçlarına göre ZSF=2 elde edilmiş olup, sucul ortamlarda yaşayan su canlıları için düşük riskli olduğu sonucuna varılmıştır.

Farelerde yapılan akut toksisite sonuçlarına göre Global Harmonize Sistemine göre kategori 5 (GHS 5) bulunmuştur. LD50 değeri > 2000-5000 mg/kg vücut ağırlığı şeklinde tanımlanmıştır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında 158/1216-3 no'lu "**Aritma Çamuru**" örneğinin "**tehlikesiz atık olduğu**" sonucuna varılmıştır. AYY'de üretilen atığın mümkünse önce oluşumunun azaltımı, daha sonra geri kazanımı benimsenmektedir. Örneğin kuru bazda nispeten yüksek kalorifik değere sahip olduğu için AYY EK-2B'de yer alan R1 işlemi (Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma) gereği teknik şartları sağlamak kaydı ile lisanslı atık yakma tesislerinde enerji geri kazanımı amacıyla kullanımı mümkündür. EK-2A'da verilen "D1 - toprağın altında veya üstünde düzenli depolama örneğin, düzenli depolama ve benzeri" metodu gereği sulu eluatında gerekli analizler yapılarak ilgili sınıf düzenli depolama alanında düzenli depolanarak bertarafı yapılmalıdır. Atığın kodunun (04 01 06) "Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içeren çamurlar" veya (04 01 07) "Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içermeyen çamurlar" şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca atık kodu hakkında ve bu rapordan sonra yapılacak her türlü muamelesinde son karar mercii T.C. Çevre Şehircilik Bakanlıdır.

4.4 Elek Üstü Atığı

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesinden alındığı için, AYY EK-IV'te verilen Atık Listesinde (04) kodlu "Deri, Kürk Ve Tekstil Endüstrilerinden Kaynaklanan Atıklar" ana başlığında (04 01) "Deri ve Kürk Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar" alt başlığı altında (04 01 99) "Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar" kodsuz olarak yer almakta yer almaktadır.

AYY EK-IV'te (M) işareti ile gösterilen atıklar, EK-3A'da yer alan tehlikeli özelliklerinin belirlenmesi için aynı yönetmeliğin EK-3 B bölümünde verilen eşik konsantrasyon değerlerine bakılarak tehlikeli atık olup olmadığına karar verilmesi gereken atıklar olarak tanımlanmıştır. AYY'de (A) kodu ile tanımlanmış atıklar "Tehlikeli Atık" olarak; (M) veya (A) kodu ile tanımlanmayan atıklar ise "Tehlikesiz Atık" olarak nitelendirilmektedir. Atığın TÜBİTAK-MAM örnek numarası Tablo 14'de; görünümünü ise Resim 4'te verilmiştir.

Tablo 14 "Elek Üstü Atığı" Örneği MAM Kayıt Numarası

Örnek Adı	Mühür No-Tutanak Tarihi	TÜBİTAK-MAM Örnek Kayıt No
Elek Üstü Atığı	İÇOM20-000379-20/01/2015	158/1216-4



Resim 4 158/1216-4 no'lu "Elek Üstü Atığı"

4.4.1 Fiziko-Kimyasal Analizleri

"Elek Üstü Atığı" örneğinde ön tanımlama amacı ile yapılan fiziko-kimyasal testler ve sonuçları Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo 15 158/1216-4 no'lu Örneğin Fiziksel-Kimyasal Analizleri

Parametre	Sonuç	Analiz Metodu
Görünüm/Koku	Kahverengi/Kötü Kokulu	
pH değeri (Sulu çözelti)	7,89	TS 8753 EN 12176
Nem Miktarı (% ağırlık)	25,12	TS 9546 EN 12880
Katı Madde içeriği (% ağırlık)	74,88	TS 9546 EN 12880
Organik madde miktarı (% ağırlık)	58,48	TS 8336
İnorganik madde miktarı (% ağırlık)	16,40	TS 8336
Üst ısı değer (kcal/kg)*	4282	ASTM D 5865
Toplam kükürt (% ağırlık)*	NA**	ASTM 4239
Yağ Gres Tayini (mg/kg)	36927 (%3,69)	ASTM D7066

*105 °C'de kurutulmuş örnekte, **NA= Numunenin yapısından dolayı ölçüm alınamadı.

Tablo 15'de verilen analiz sonuçlarına göre, "Elek Üstü Atığı" örneğinin nötral ve yüksek organik içerikli olduğu tespit edilmiştir. Yüksek üst ısı değere sahip olması, organik içeriğin olduğunun bir göstergesidir.

Numunedeki yağ konsantrasyonu % 3,69 olup, eşik değer olan % 1'in üstündedir.

158/1216-4 no'lu örnekte gravimetrik analiz çalışmaları için termal gravimetrik analizler (SII TG/DTA 7200 EXSTAR marka TG/DTA cihazı) EN 11352-2 Standart Metoduna göre yapılmıştır.

30-200 °C arasında % 25,5 kayıp olduğu (nem içeriğinden kaynaklandığı)

200-550 °C arasında % 58,6 kayıp olduğu (organik bileşiklerden kaynaklandığı)

550-850 °C arasında % 2,0 kayıp olduğu (inorganik bileşiklerden kaynaklandığı) gözlemlenmiştir.

TGA analiz sonuçları genel olarak fizikokimyasal analiz sonuçları ile uyumludur.

4.4.2 Organik İçerik Analizleri

"Elek Üstü Atığı" örneğindeki (158/1216-4) organik madde içeriğinin belirlenmesi amacıyla heksan ile ekstrakte edilmiş organik fazda ASTM E1252 metoduna uygun olarak yapılan FTIR analizi sonucunda numunenin organik bileşimindeki fonksiyonel gruplar belirlenmeye çalışılmıştır. 1715 cm^{-1} 'de karbonil gerilimi ve 2900 cm^{-1} 'de alkil gerilimi gözlemlenmiştir. Bu sonuç örnek de mevcut olan organik içerikten kaynaklanmaktadır.

"Elek Üstü Atığı" örneğinden alınan 1 g'lık orijinal kısım, herhangi bir ön işlem yapılmadan head space şişesine konularak EPA 3810 Metoduna uygun olarak Head space GC-MS Agilent 5975 MSD-7697 HS model GC-MS Cihazı (Kolon boyu: 60m, kolon çapı:0.25 mm, film kalınlığı: 0.25um) ile uçucu organik analizi yapılmıştır. Head Space vial sıcaklığı 80 °C'dir. EI+ modu ile 18-650 g/mol aralığında tarama yapılmıştır. Bu analiz neticesinde, GC-MS spektrasında $t_r=10-18$ dakika arası niteliği ve niceliği belirlenemeyen yoğun bir şekilde birçok uçucu organik içeriğe ait düşük şiddette piklere rastlanılmıştır. Bu sıklıkta bir pik yoğunlu numunenin bir petrol türevi kirliliği içerdiğini düşündürmektedir.

4.4.3 İnorganik İçerik Analizleri

Örneğin inorganik kısmının yapısının aydınlatılması amacıyla ve örneğin inorganik yapısı içinde bulunabilecek olası ağır metal ve/veya risk faktörü açısından önemli diğer bileşenler sebebi ile Rietveld metoduyla kantitatif faz (minerolojik) analizi gerçekleştirilmek istenmiş ancak matris etkileri sebebi ile yalnızca kalitatif analiz yapılabilmektedir. PANalytical X'Pert Pro MPD model XRD cihazı ile Cu X-Işını tüpü ($A=1.5405$ Angstrom) kullanılarak yapılan kalitatif faz analiz sonuçları Tablo 16'te verilmiştir. (XRD analizleri TÜBİTAK-MAM Malzeme Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmiştir.)

Tablo 16 "Elek Üstü Atığı" Örneğinin XRD İle Kalitatif Faz Analizi Sonuçları

Numune Kodu	Bileşik	PDF No	İnorganik Fazdaki İçerik (%)	Numunedeki İçerik (%)
1580001216-4	Kalsit, CaCO_3	4-7-8659	60,1	9,9
	Periclase, MgO	45-946	12,2	2,0
	Lime, CaO	37-1497	8,5	1,4
	Apatite-(CaOH), $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$	1-80-7128	8,1	1,3
	Anhydrite, CaSO_4	37-1496	7,5	1,2
	Kuvars, SiO_2	4-5-4494	2,1	0,3

Calcium Chromate Hydroxide, Ca ₅ (CrO ₄) ₃ (OH)	4-18-4709	1,5	0,2
---	-----------	-----	-----

Tablo 16 değerlendirildiğinde, numunenin inorganik içeriğın ağırlıklı olarak risk içermeyen kalsitten oluşmaktadır. Numunede olası ağır metallerin belirlenmesi için EPA 6020 A metoduna uygun olarak ICP-MS cihazı ile metal taraması yapılmıştır. Numune önce nitrik asit ve hidroklorik asit karışımında mikrodalga uygulaması ile iyice çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 17'te verilmiştir.

Tablo 17 Numunenin ICP-MS Sonucu (mg/kg)

Na	Mg	Al	K	Ca	Cr	Fe	Zn	Sr
11182	16982	1258	364	23638	11058	1487	117	126

Tablo 17'teki sonuçlara göre, örneğın içeriğında kalsiyum %2,36, magnezyum %1,70, sodyum %1,12, krom %1,11 olarak tespit edilmiş olup diğeri metaller daha da düşüktür. Ağır metal kompozisyonu risk içerebilecek bir seviyede değildir. Bu sonuçlara göre (XRD ve ICP-MS), AYY açısından inorganik içeriğın tehlikesiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.4.4 Bulgular ve Değerlendirme

158/1216-4 no'lu "Elek Üstü Atığı" örneğinin:

Nötral ve yüksek organik içerikli olduğu belirlenmiştir.

Numunedeki yağ konsantrasyonu % 3,69 olup, eşik değeri olan % 1'in üstündedir.

İnorganik içerik bakımından AYY'e göre tehlikesiz olduğu tespit edilmiştir.

Balık biyodeny sonuçlarına göre ZSF=8 elde edilmiş olup, sucul ortamlarda yaşayan su canlıları için riskli olduğu sonucuna varılmıştır.

Farelerde yapılan akut toksisite sonuçlarına göre Global Harmonize Sistemine göre kategori 5 (GHS 5) bulunmuştur. LD50 değeri > 2000-5000 mg/kg vücut ağırlığı şeklinde tanımlanmıştır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında 158/1216-4 no'lu "**Elek Üstü Atığı**" örneğinin "**tehlikeli atık olduğu**" sonucuna varılmıştır. AYY'de üretilen atığın mümkünse önce oluşumunun azaltımı, daha sonra geri kazanımı benimsenmektedir. Örneğın kuru bazda yüksek kalorifik değere sahip olduğu için AYY EK-2B'deyeri alan R1 işlemi (Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma) gereği teknik şartları sağlamak kaydı ile lisanslı atık yakma tesislerinde enerji geri kazanımı amacıyla kullanımı mümkündür. EK-2A'da verilen "D1 -toprağın altında veya üstünde düzenli depolama örneğın, düzenli depolama ve benzeri" metodu gereği sulu eluatında gerekli analizler yapılarak ilgili sınıf düzenli depolama alanında düzenli depolanarak bertarafı yapılmalıdır. Atığın

kodunun (16 03 05) "Tehlikeli maddeler içeren organik atıklar" şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca atık kodu hakkında ve bu rapordan sonra yapılacak her türlü muamelesinde son karar mercii T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığıdır.

BÖLÜM 5: DERİ ATIKLARINDA UYGULANABİLECEK GERİ DÖNÜŞÜM/KAZANIM VE BERTARAF YÖNTEMLERİ

5.1 Düzenli Depolama

Düzenli depolama tesisi: Atıkların oluştuğu tesis içinde geri kazanım, ön işlem veya bertarafa gönderilmek üzere geçici depolandığı birimler, atığın geri kazanım veya ön işleme tabi tutulmak amacıyla üç yıldan daha kısa süreli ara depolandığı tesisler ile atığın bertaraf işlemine tabi tutulmak üzere bir yılı geçmeyecek şekilde ara depolandığı tesisler hariç olmak üzere atıkların yeraltı veya yer üstünde belirli teknik standartlara göre bertaraf edildiği sahalardır.

Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre, ülkemizde, 2009 yılı itibarı ile 41 adet düzenli depolama tesisi bulunmakta ve bir yılda oluşan atığın yaklaşık olarak 12.419.195 tonu bu sahalarda depolanmaktadır. 2010 yılı Temmuz ayı itibarı ile bu sayı 45'e yükselmiştir. Söz konusu sahalanın, 2009 yılı hizmet nüfusu ve bertaraf ettikleri atık miktarı Ek 5'te verilmektedir. TÜİK verilerine göre, 2008 yılı itibarı ile oluşan atığın 143.000 tonu, toplam 551.000 ton/yıl kapasiteye sahip kompost tesislerinde işlenmektedir (TÜİK,2010).

Düzenli depolama tesisleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- a) I. sınıf düzenli depolama tesisi: Tehlikeli atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesis.
- b) II. sınıf düzenli depolama tesisi: Belediye atıkları ile tehlikesiz atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesis.
- c) III. sınıf düzenli depolama tesisi: İnert atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesis.

Tehlikeli atıklar herhangi bir işlem görmeksizin ancak I. Sınıf düzenli depolama tesislerinde depolanabilirler. DDİOSB'deki katı atıkların düzenli depolanabileceği alanlar ve tesisler bu kriterleri taşımamaktadır. Bu atıkların II. Sınıf ve III. Sınıf düzenli depolama tesislerinde depolanabilmesi için solidifikasyon/stabilizasyon veya kimyasal proseslerle inert atık haline getirilmesi gereklidir. Bu yöntemin yüksek maliyet gerektirmesi ve depolama alanının ömrünün sınırlı olması nedeniyle sürdürülebilir olmadığı açıktır.

Düzenli depolama sonucunda oluşması muhtemel ciddi çevresel sorunlar bulunmaktadır. Düzenli depolamadan kaynaklanan iki çıktı olan sızıntı suyu ve çöp gazının toplanması ve işlenmesi gerekmektedir. Sızıntı sularının bir

atık su arıtma tesisine gönderilmesi gerekmektedir. Buna ek olarak, çöp gazının da toplanması ve enerji geri kazanımlı veya kazanımsız bir şekilde yakılması gerekmektedir.

Bu şekilde, düzenli depolama yönteminin, küresel iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkisini en aza indirmek mümkün olabilecektir.

Ne yazık ki Türkiye'deki evsel atık düzenli depolama sahalarının çoğu doğru yöntemlerle ve etkin şekilde işletilmediğinden; ne sızıntı suyu ne de çöp gazı doğru şekilde toplanmamakta ve işlenmemektedir. Çöp gazının ana bileşeni; küresel iklim değişikliğine sebep olma potansiyeli karbon dioksitinkinden 23 kat fazla olan metan gazıdır ve atmosfere salınan insan kaynaklı metan gazının %34'ünü çöp gazı içindeki metan oluşturmaktadır. Atık yönetimi seçenekleri arasındaki en büyük paya sahip olan yöntem düzenli depolamadır. Sera gazı emisyonlarının %66'sı, kontrollü düzenli depolama (2003 yılında 15 Avrupa Birliği devleti arasında); %7'si ise kontrolsüz düzenli depolama faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Buna karşın, yakmadan kaynaklanan emisyonların oranı ise yalnızca %3'e tekabül etmektedir.



Resim 5 Denizli Katı Atık Bertaraf Tesisi Uydur Görüntüsü

5.2 Yakma

Yakma tesisi Direktifte; yanma ısısının geri kazanımı koşulu aranmaksızın atıkların ısı işlem prosesleri için tahsis edilmiş her türlü sabit veya mobil teknik ünite veya donanım olarak tanımlanmaktadır. İşleme sonrasında oluşan maddelerin sonradan yakılması sebebiyle; bu tanım atıkların oksitlenme yöntemi ile yakılması ve piroliz, gazlaştırma veya plazma gibi diğer ısı işlem proseslerini de kapsamaktadır.

Beraber yakma tesisi Atık Yakma Direktifte; temel amacı enerji veya ürün üretimi olan ve atıkları temel veya ilave yakıt olarak kullanan veya atıkların bertaraf amacı ile termal yollarla işlendiği her türlü sabit veya mobil tesis olarak tanımlanmaktadır. Bu tesisler tarafından yakılan başlıca atık sınıfları aşağıdaki gibidir:

- Evsel atıklar (kalıntı atıkları – ön işleme tabi tutulmamış)
- Ön işlemde geçirilmiş evsel atıklar (örneğin seçilmiş fraksiyonlar veya atıktan türetilmiş yakıt)
- Tehlikesiz sanayi atıkları ve ambalaj atıkları
- Tehlikeli atıklar
- Aritma çamuru
- Tıbbi atıklar.

Birçok yakma tesisi bu atık sınıflarının bir kaçını kabul edebilmektedir. Bu atıklar, kaynakları (örneğin evsel, ticari, sanayi, vs), doğaları (örneğin çürüyebilen, tehlikeli, vs.) ve bu atıkların yönetimi için kullanılan yöntemler (örneğin ayrı ayrı toplanmış, geri kazanılmış, vs) gibi birçok farklı şekilde sınıflandırılabilir.

AB Üye Devletlerinde faaliyet göstermekte olan atık yakma tesislerinin toplam sayısı 545; beraber yakma tesislerinin toplam sayısı ise 849'dur. Bu tesislerin kapasiteleri; sırasıyla 60.000 kton/yıl ve 13.000 kton/yıl'dır. Buna karşın, mevcut durumda Türkiye'de faaliyet göstermekte olan 24 beraber yakma ve 5 yakma tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerin kapasiteleri; sırasıyla 330 kton/yıl ve 115 kton/yıl'dır. Türkiye'de faaliyet gösteren lisanslı yakma ve beraber yakma tesislerinin dağılımı gösterilmiştir.(Harita 1,2)

Katı atıkları ayrıştırmadan, topluca gidermek için başvurulabilecek başlıca yöntem yakmadır. DDİOSB Katı Atık kalorifik değerleri, bazı katı fosil yakıtlara yakın olup yüksel ısı değere sahiptirler. Değerlendirme bölümünde yakıt karşılatılmasından ısı değerlerden daha detaylı bahsedilecektir.

Ancak bazı atıkların su içeriği yüksek olduğundan, ısı değerleri oldukça düşüktür. Dolayısıyla kurulacak bir yakma tesisinde tam yanma sağlanabilmesi için ek ısıtma gereklidir. Ayrıca bu tesisler yanma esnasında

oluşan kanserojen dioksin ve furanların parçalanabilmesi için 1600°C gibi çok yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyarlar. İlaveten baca gazlarından çıkan partiküllerin, ağır metallerin ve asitli gazların ayrılması için özel filtre ve ayırıcılarla donatılmalıdırlar. İZAYDAŞ'ın yıllık atık yakma miktarının yaklaşık 22 bin ton olduğu düşünüldüğünde, sadece DDİOSB'deki katı atıkların miktarı buna eşit olduğu için kurulacak bir tesisin fizibil olabileceği söylenebilir. Zira 1993 yılında 3 milyon DM keşif bedeliyle ihale edilen ve 1996'da faaliyete geçen İZAYDAŞ yılda yaklaşık 6 milyon kWh elektrik enerjisi satmakta olup, 20 Krş/kWh'lık fiyat ile bunun yıllık getirisi yaklaşık 1,2 milyon TL'dir.

Tablo 18 AYD Tablo 81 - Türkiye'deki Beraber Yakma Tesisleri

	Tesisin Adı	Şehir
1	ADANA ÇİMENTO SAN.T.A.Ş.	ADANA
2	BAŞTAŞ BAŞKENT ÇİMENTO SAN.VE TIC.A.Ş.	ANKARA
3	LIMAK BATI ÇİMENTO SANAYİ VE TİC. A. Ş.	ANKARA
4	BATISÖKE SÖKE ÇİMENTO SAN. T.A.Ş. SÖKE FABRİKASI	AYDIN
5	BURSA ÇİMENTO FAB.A.Ş.	BURSA
6	DENİZLİ ÇİMENTO SAN.T.A.Ş.	DENİZLİ
7	ÇİMENTAŞ İZMİR ÇİMENTO FAB.TÜRK A.Ş.TRAKYA Ş.B.	EDİRNE
8	ÇİMENTAŞ ELAZIĞ ALTINOVA ÇİMENTO SANAYİ VE	ELAZIG
9	ÇİMSA ÇİMENTO SAN. VE TIC. A.Ş. ESKİŞEHİR ÇİMENTO	ESKİSEHIR
10	LIMAK ÇİMENTO SAN. VE TIC. A.Ş. GAZİANTEP ŞUBESİ	GAZİANTEP
11	PAYMETAL SAN.VE TIC.A.Ş.	HATAY
12	AKÇANSA ÇİMENTO SAN. VE TIC. A.Ş. - BÇM FABRİKA	İSTANBUL
13	ÇİMENTAŞ İZMİR ÇİMENTO FAB.TÜRK A.Ş.	İZMİR
14	ÇİMSA ÇİMENTO SAN. VE TIC. A.Ş. KAYSERİ FABRİKASI	KAYSERİ
15	LIMAK BATI ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET ANONİM	KIRKLARELİ
16	ASLAN ÇİMENTO A.Ş.	KOCAELİ
17	NUH ÇİMENTO SAN.A.Ş.	KOCAELİ
18	KONYA ÇİMENTO SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ	KONYA
19	OYAK ÇİMENTO SAN. VE TIC. A.Ş.- MARDİN	MARDİN
20	ÇİMSA ÇİMENTO SAN.VE TIC.A.Ş. MERSİN FABRİKASI	MERSİN
21	AKÇANSA ÇİMENTO SAN. VE TIC.A.S. SAMSUN LADİK	SAMSUN
22	LIMAK KURTALAN ÇİMENTO SAN.VE TIC.A.Ş.	SIIRT
23	AŞKALE ÇİMENTO SAN.T.A.Ş. VAN ŞUBESİ	VAN
24	YIBITAŞ YOZGAT İŞÇİ BİRLİĞİ İNŞAAT MALZ.TIC.VE	YOZGAT

Kaynak: AYD, 2012

Harita 1 Türkiye'deki Mevcut (Lisanslı) Yakma/Beraber Yakma Tesisleri



Kaynak: Ulusal Atık Yakma Direktifi 2010

Harita 2 Türkiye'deki Potansiyel Beraber Yakma Tesisleri



Kaynak: Ulusal Atık Yakma Direktifi, 2010

5.3 Gazifikasyon

Gazifikasyon karbon içeren bir maddenin su, hava, oksijen ve bunların karışımı gibi gazlı bileşiklerin kullanılması suretiyle termo-kimyasal olarak gazlı bir ürüne dönüştürülmesidir. Gazifikasyon prosesinde katı veya sıvı haldeki maddeler yüksek sıcaklıkta (800-1400 °C) temel gazlı bileşenlerine ayrılır. Bu bileşenlerin hidrojen ve karbon monoksit içeren kısımlarından kimyasallar, buhar, sentetik doğal gaz, güç ve sıvı yakıt elde edilir.

Termal gazifikasyon yüksek sıcaklıkta ve oksijenli ortamda organik atıklardan sentetik gaz üretilmesi prosesidir. Gazifikasyon sonucu üretilen sentetik gazın büyük bir bölümü hidrojen (H₂)ve karbon monoksit (CO), kalan az miktarda kısım ise metan (CH₄), karbondioksit (CO₂) ve diğer gazlardan oluşmaktadır. Termal gazifikasyonda üç teknoloji mevcuttur. Bunlar piroliz, konvansiyonel gazifikasyon ve plazma gazifikasyondur.

Piroliz

Organik maddeler oksijensiz ortamda ısıtılırsa ortaya çıkan termal parçalanma sürecine piroliz adı verilir. Piroliz prosesi serbest oksijenin olmadığı ve genellikle 400-850 °C arasında gerçekleşen prostedir. Oksijensiz ortam, prosesle havanın bağlantısını kesmek suretiyle gerçekleşmektedir.

Konvansiyonel Gazifikasyon

Konvansiyonel gazifikasyon prosesi akım şeması •Konvansiyonel gazifikasyon yöntemi ile organik atıklar, 1000-1300 °C sıcaklık aralığında ve kontrollü oksijen ortamında sentez gaza dönüştürülmektedir. Bu yöntemle atıkların hacmi önemli miktarda azaltılmaktadır. Ayrıca atıktan sentez gaz elde edilmekte ve bu gazlardan elektrik enerjisi üretilmektedir.

Plazma Gazifikasyon

Plazma gazifikasyonun reaktöründe sıcaklık 20000 °C civarındadır. Reaktör atıkla beslendiği zaman atık sıcaklığı 2000 °C 'nin üstüne çıkmaktadır. Plazma gazifikasyonda organik atıklar tümüyle gaza dönüşmektedir. Oluşan hidrojen, karbon monoksit, karbon dioksit ve metan gazları soğutulduktan ve temizlendikten sonra prosese enerji vermek amacıyla gaz türbini ve jeneratör vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Gazifikasyon yakmadan farklı bir prostedir. Yakmada ürün olarak karbondioksit (CO₂) ve su buharı oluşmaktadır. Ayrıca yakma prosesi sırasında dioksin ve furan gibi toksik özellikli bileşikler oluşmaktadır. Termal gazifikasyonda ise dioksin ve furan emisyonu önemli derecede azaltılmaktadır. Dioksin ve furan karbon ve oksijenden oluşan temel molekül yapılarıdır. Dioksinler ve furanlar üzerinde yapılan araştırmaların hemen hemen hepsi klorlanmış türler olan poliklor dibenzo-dioksin

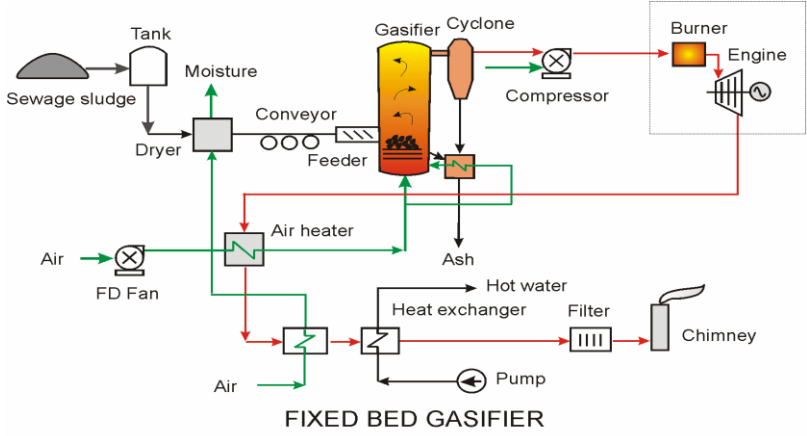
(PCDDler) ve poliklor dibenzo-furan (PCDFler) üzerinde odaklanmıştır. 75 farklı PCDD ve 135 farklı PCDF mevcuttur. Klor ve brom gibi halojenleri içeren reaksiyonlardan dolayı dioksinler ve furanlar toksik özellikler kazanır. Termal gazifikasyon ile elde edilen gazlar metanol üretimi ve elektrik enerji üretimi için kullanılabilir. Ayrıca gazifikasyon yan ürünleri kül, cüruf ve eriyecek malzemeler tekrar kullanıma elverişli materyallerdir.

Toplu bertaraf yöntemleri içinde en uygun olanı atıkların gazlaştırılmasıdır. Bu işlem sonunda gazlaşan kısım yakılarak ısı ve elektrik enerjisi elde edilir. Isı enerjisiyle sıcak su veya buhar üretilerek proseslerde veya ısınma amaçlı yararlanılabilir.

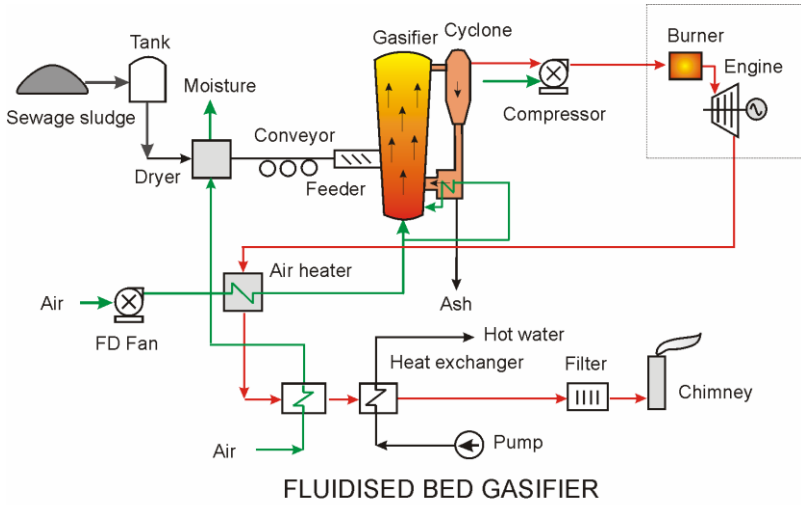
Yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretiminin teşvikini amaçlayan yasa hükümleri gereği biyokütleyle dayalı üretim tesisi için, (çöp gazı dahil) üretilen elektriğe 13.3 sent/kWh alım garantisi getirilmiştir.

31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek YEK destekleme mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için bu fiyat 10 yıl süreyle uygulanacaktır. Başvuru süresinin uzatılması beklenmektedir. Gazlaştırma prosesi uygulandığında, kül ve cüruf içindeki krom stabil hale getirilerek, kimyasal kirlilik oluşturmasının önüne geçilmelidir. Bunun için en uygun teknoloji plazma gazlaştırma prosesi olup, atıktaki tehlikeli kimyasallar vitrifikasyon işlemiyle inert hale getirilir.

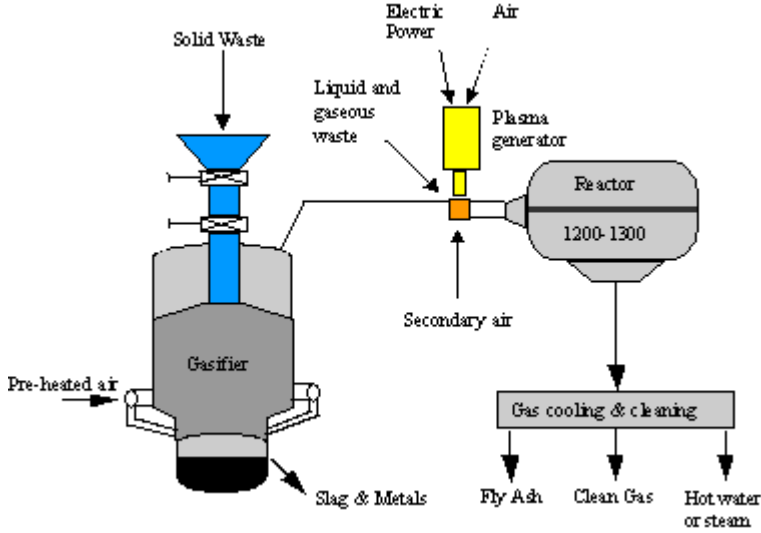
Atıkların organik içeriğinin yüksek olması nedeniyle muhtemel giderme yöntemlerinden biri de gazlaştırmadır. Sadece evsel atık su arıtma çamurunun gazlaştırılmasına yarayan 16 bin ton KM/yıl kapasiteli bir 1 MW'lık gazlaştırıcının tesis maliyeti yaklaşık 3 milyon Avrodur. Böyle bir tesis, ürettiği elektrikle 5 yıl içinde kendini amorti etmektedir. Ancak DDİOSB'deki katı atıkların içerdiği kimyasallar nedeniyle gazlaştırıcıda ek arıtma düzeneklerine ihtiyaç duyulacaktır. Gazlaştırıcıların, sabit yataklı, akışkan yataklı ve püskürtmeli yataklı tipleri mevcuttur. Aşağıdaki şekillerde bu gazlaştırıcı tiplerinin akış şemaları gösterilmiştir.



Şekil 4 Sabit Yataklı Gazlaştırıcı Akış Şeması



Şekil 5 Akışkan Yataklı Gazlaştırıcı Akış Şeması



Şekil 6 Plazma Gazlaştırıcı Akış Şeması

Gazlaştırma prosesinin, klasik yakma ve gazlaştırma tesislerine göre bazı avantajları vardır. Klasik tesisler yılda en az 30 bin ton atık işleyecek büyüklükte kurulur ve buraya beslenecek atıkların ön işlem görmesi veya sınıflandırılması gerekir.

Ayrıca bunların çok iyi atık gaz temizleme üniteleriyle donatılmaları lazımdır. Diğer mahzurları arasında, uçucu kül ve taban külündeki maddelerin çözünmesi, NO_x oluşumu ve dioxin gibi halojenli hidrokarbonların tamamen parçalanmamasıdır.

%70-75 gibi bir hacim azalması sağlansa da, hala %25-30 gibi bir kalıntı bulunmaktadır. Bunun depolamaya gitmesi gerekir. Yakma sonucu oluşan uçucu külün, taban külünün ve cürufun içinde dioxin, halojenli hidrokarbonlar ve ağır metaller bulunduğu için tehlikeli atık sınıfındadır.

Bunların vitrifikasyon işlemiyle inert hale getirilmesi için ilave enerjiye ihtiyaç duyulur. Akışkan yatak teknolojisinde yakma işlemi daha iyi olmakla birlikte kül miktarı, kontamine olmuş kumdan dolayı artış gösterebilir. Plazma Gazifikasyon teknolojisinde ise eritme, vitrifikasyon ve piroлиз işlemleri tek bir ünite de gerçekleştirilmektedir.

5.4 Atıklardan Biyogaz Üretimi

Havasız(anaerobik) şartlarda organik içerikli atıkların mikroorganizmalar yardımıyla parçalanarak(digestion= çürütme) metan ve karbondioksit dönüşürülmesiyle oluşan gazı biyogaz adı verilir. Gazlaştırılmadan geri kalan atık stabilize haldedir ve gübre olarak kullanılabilir. Tabakhane atıklarının krom içeriğinin yüksek olması, parçalamada rol alan mikroorganizmalar için toksik etki yaptığından, bunlar evsel atık su arıtma çamurlarıyla karıştırılarak Cr konsantrasyonu düşürülür ve birlikte "anaerobik co-digestion" işlemine tabi tutulur. Oluşan biyogazdaki metan(CH₄) oranı %50-70, karbondioksit(CO₂) oranı ise %30-50'dir. Bunlar dışında az miktarda hidrojen, karbon monoksit, azot, oksijen ve hidrojen sülfür(H₂S) gazları içerir. 1 m³ biyogazın kombine ısı-elektrik sistemlerinde kullanılmasıyla 1,7 kWh elektrik ve 2,5 kWh ısı enerjisi elde edilir. Bu yöntemle atık miktarı azaltılmış, ısı ve elektrik enerjisi üretilmiş ve geri kalan atıklardan da gübre olarak yararlanılmış olur.

Aile tipi biyogaz tesisleri özellikle Çin'de çok yaygın bir şekilde kullanım yerlerine yakın yerlerde kullanılmaktadır. Aile tipi biyogaz tesisleri dışındaki diğer tesislerin çoğunda biyogazın oluştuğu ortamın (fermantör) ısıtılması optimum biyogaz üretimi için gerekli olmaktadır. Biyogaz üretiminde ortam sıcaklığının 35 °C civarında olması istenir. Biyogaz tesislerinde ısı kontrolünün sağlanması amacıyla güneş enerjisinden yararlanılabileceği gibi en pratik ve yaygın kullanılan sistem, tesisin içine yerleştirilen sıcak sulu serpantinlerden yararlanmaktadır.

Biyogaz Üretiminde Kullanılan Sistemler Genel Olarak Üç Ayrı Grupta Toplanmaktadır.

1. Kesikli (Batch) Fermantasyon

Tesisin fermentörü (üretim tankı) hayvansal ve/veya bitkisel atıklar ile doldurulmakta ve alıkoyma-bekletme süresi kadar bekletilerek biyogazın oluşumu tamamlanmaktadır. Kullanılan organik maddeye ve sistem sıcaklığına bağlı olarak bekleme süresi değişmektedir. Bu süre sonunda tesisin fermentörü (reaktörü) tamamen boşaltılmakta ve yeniden doldurulmaktadır.

2. Beslemeli - Kesikli Fermantasyon

Burada fermentör başlangıçta belirli oranda organik madde ile doldurulmakta ve geri kalan hacim fermantasyon süresine bölünerek günlük miktarlarla tamamlanmaktadır. Belirli fermantasyon süresi sonunda fermentör tamamen boşaltılarak yeniden doldurulmaktadır.

3. Sürekli Fermantasyon

Bu fermantasyon biçiminde fermentörden gaz çıkışı başladığında günlük olarak besleme yapılır. Sisteme aktarılan karışım kadar gazı alınmış çökelti sistemden dışarıya alınır. Organik madde fermentöre her gün belirli miktarlarda verilmekte, alıkoyma süresi kadar bekletilmekte ve aynı oranlarda fermente olmuş materyal günlük olarak fermentörden

alınmaktadır. Böylece günlük beslemelerle sürekli biyogaz üretimi sağlanmaktadır.

Modern Bir Biyogaz Tesisinde Üç Ana Organ Yer Almaktadır:

I. Fermantör - Sindireç (Organik maddenin doldurulduğu tank depo)

Bu kısım hava almayacak şekilde tasarlanan ve içerisinde bir karıştırıcı olan tanktır. Ayrıca tankın içerisine bir ısıtıcı yerleştirilmelidir. Biyogazın üretilmesi için fermantör içerisindeki organik madde bulamacının sıcaklığı 35°C 'den az olmamalıdır. Fermantör sıcaklığı düştükçe gaz üretimi de düşmektedir. Ayrıca yine içeriye hava almayacak şekilde fermantörün bir organik madde giriş ağızı birde çıkış ağızı yerleştirilmelidir.

II. Gaz deposu

Büyük kapasiteli tesislerde oluşan biyogazı, bir yerde toplamak ve gaz basıncının sabit kalmasını sağlamak için kullanılan depodur. Fermantör üzerinden alınan gaz bir boru ile bu depoya taşınır. Buradan da kullanıma gönderilir. Kullanım fazlası depoda kalır.

III. Gübre (organik madde) Deposu

Biyogazın üretilmesi için fermantöre alınacak organik maddenin kuru maddesinin %8'i geçmemesi gerekir. Bunun anlamı, siğir gübresi kullanılacaksa gübrenin bire bir oranında su ile karıştırılması demektir. Bu madde fermantasyon süresi sonunda fermantörden aynı şekilde çıkacaktır. Akışkan duruma gelmiş olan bu bulamaç halindeki gübrenin depolanması için betondan yapılmış havuz şeklinde bir gübre deposuna ihtiyaç vardır. Bu anlatılan 3 ana organın yanı sıra biyogaz üretim sisteminde; hammadde depolama tankı, gaz boruları-valfleri ve bağlantı ekipmanları, ısıtma sistemleri, pompalar, karıştırıcılar, ısı transfer elemanları, ayırma ve filtrasyon elemanları da kullanılmaktadır.

5.5 Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Üretimi

Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY)" terimi evsel atıklar ve ticari atıklar için genel bir terimdir ve İngilizce konuşan ülkelerde, RDF (Refuse Derived Fuel) genellikle, evsel atıkların, ticari atıkların veya endüstri -proseslerinden çıkan tehlikeli ve tehlikesiz atıkların içinden ayrılmış yüksek ısıl değere sahip olan kısmından türetilen yakıtlar için kullanılmaktadır.

ATY üretiminde Kullanılan Atıklar

- A.Evsel Katı Atıklar
- B.Endüstriyel Atıklar
- Plastik ve kağıt/karton atıkları(ticari ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan)
 - ▶ Ambalaj atıkları
 - ▶ Üretim atıkları
- Atık Lastikler,
- Biyokütle atıkları Bitkisel atıklar(sap, saman, kabuk vb),

- ▶ Kontamine olmamış ahşap atıkları
- ▶ Kağıt ve kağıt üretimi atık çamurları
- ▶ Kurutulmuş evsel atık su arıtma çamurları
- ▶ Tekstil atıkları,
- ▶ Hayvansal atıklar
- Araçların parçalanmasından oluşan atıklar (automotive shredder residues - ASR)
- Yüksek kalorifik değere sahip tehlikeli atıklar
 - ▶ Atık yağlar,
 - ▶ Endüstriyel çamurlar,
 - ▶ Emprenye edilmiş ağaç talaşları
 - ▶ Atık solventler
- Halı atıkları ve kırpıntılar
 - Tekstil
 - Çocuk bezi üretim atıkları
 - Anod çamurları

ATY'NİN AVANTAJLARI

- ATY ısı bakımından linyit ile mukayese edilebilir
- ATY teknolojik ve ekolojik olarak işlenebilir
- İlave CO₂ ve CH₄ emisyonuna yol açmaz
- Sera gazlarının etkisinin azaltılmasına katkı sağlar
- Depolama sahalarının daha uzun süre kullanımına imkan verir
- Kaynak kullanımını azaltır
- İlk yatırım ve işletme maliyetlerinde azalmaya imkan verir

Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt Ve Alternatif Hammadde Tebliği ATY Hazırlama Tesisi Teknik Özellikleri

MADDE 7 – (1) ATY hazırlama tesislerinde;

- a) Giriş, depolama ve çalışma kısımları,
- b) Yangın söndürme sistemleri,
- c) Konveyör ve taşıyıcı bantların/sistemleri, hazne ve kapların temizlenmesi için temizleme sistemleri,
- ç) Taşan ve dökülen atıkların toplanması için yeterli absorban,
- d) Nötralizan, bulunur.

(2) Tesise kabul edilecek atık içeriğinde radyoaktif madde bulunup bulunmadığının tespiti maksadıyla tesis girişinde radyasyon ölçüm paneli bulunması gerekliliği getirmiştir.

Tablo 19 ATY Ekipman Listesi

Ekipman	Belediye Atığı (Tehlikesiz Atıklar)	Karışık Atık (Tehlikeli ve/veya Tehlikesiz Atıklar)	Tehlikeli Atıklar
Bunker (iç veya dış karıştırmalı)		X	X

Poşet parçalayıcı döner elek	X	X	X
Kaba Kırıcı 8ön parçalama)	X	X	X
Manyetik Ayırıcı	X	X	X
Ayırıcı (Balistik, Havalı, Eddy akımlı ve benzerleri)	X	X	X
İnce Kırıcı (Son parçalama)	X	X	X
Kurutucu	X	X	X
Konveyör	X	X	X
Vibrasyon cute	X	X	X

Tablo 20 EK-3 ATY Özellikleri, ATY Hazırlama Tesislerinde Hazırlanacak Yakıtın Özellikleri

Parametre	Sınır Değer
Kalorifik değer, kcal/kg	>2500
Tane boyutu, mm	<50 ⁽¹⁾
Nem oranı, %	<35
Klor İçeriği, %	<1 ⁽²⁾
Hg, µg/MJ	<330
Ağır metal toplamı, mg/MJ	<2500
PCB, ppm	<u><50</u>
Solvent içeriği, %	<15

BÖLÜM 6: DEĞERLENDİRME, SONUÇ VE ÖNERİ

6.1 Mevcut Durum

Güney Ege Kalkınma Ajansı 2015 Yılı Doğrudan Faaliyet Desteği Kapsamında Desteklenen "Denizli Deri İhtisas OSB Katı Atıkların Karakterizasyon ve Geri Kazanım Metodlarının Belirlenmesi" Başlıklı yürütülen proje faaliyetleri sonucu elde edilen değerlere göre Denizli Deri İhtisas OSB faaliyetleri sonucu; **2304 ton/yıl** Arıtma Çamuru, **432 ton/yıl** Deri Traş Atıkları, **720 ton/yıl** Kavaleta (Etleme) Atıkları ve **2.4 ton/yıl** Arıtma Tesisi Elek Üstü Atığı olduğu görülmüştür.

Deri OSB faaliyetleri sonucu oluşan atıkların Çevre Mevzuatına uygun bir yöntem ile bertarafının sağlanması amacıyla lisanslı Tehlikeli Atık Ara Depolama ve Bertaraf Hizmeti sunucusu firma ile atık bertarafı konusunda yıllık sözleşme yapılmıştır. Atık sınıflarına göre geri dönüşümü sağlanabilen atıkların dışında kalan atıklar I.Sınıf Atık Depolama alanlarına sevk edilmektedir.

Tablo 21 Mevcut Koşullarda DDİOSB Faaliyetleri Sonucu Oluşan Atıkların Kodları ve Birim Maliyetleri

Atık Türü	Miktarı (ton / yıl)	Birim Bertaraf Maliyeti (TL / ton)	Bertaraf Maliyeti (TL / yıl)
04 01 01 Sıyırma Ve Kireçleme İle Deriden Et Sıyırma İşleminden Kaynaklanan Atıklar	720	500 TL/TON	360.000
04 01 06 Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içeren çamurlar	2304	475	1.094.400
04 01 08 Krom içeren tabaklanmış atık deri (çivitli parçalar, tıraşlamalar, kesmeler, parlatma tozu)	432	500	216.000
19 08 01 Elek Üstü Maddeler (atık su Arıtma Tesisi)	2.4	600	1.440
Toplam Atık Miktarı	3458.4	Toplam Bertaraf Maliyet	1.671.840

DDİOSB faaliyetleri sonucu oluşan toplamda 12,2 ton/gün yani **3458.4**

ton/yıl miktarındaki atıkların yıllık bertaraf maliyeti 1.671.840 TL/YIL olarak gerçekleşmektedir.

DDİOSB' sinde deri ve kösele faaliyeti gösteren sanayicinin şu anki düşük seviyede işleyen sektörel üretim kapasiteleri; bu atık yönetim metodunun yüksek işletme maliyeti sebebiyle yürütülemez hale gelmiştir.

Hammadde ve enerji maliyetlerinin üzerine, çevre politikasına yönelik eklenen maliyetler, sektörün rekabet etme gücünü azalmakta ve üretimde olan firmaların azalması sebebiyle dışa bağımlılığı artırmaktadır.

6.2 Değerlendirme

GEKA-Güney Ege Bölgesi (Aydın-Denizli-Mugla) Yenilenebilir Enerji Çalışma Raporu-2011' de belirtildiği gibi: Türkiye Küresel rekabet edilebilirlik endeksine göre 61. sırada yer almaktadır ve Türkiye'de dış ticaret açığının %41'ini enerji ithalatı oluşturmaktadır.

Ülkede enerji tüketimi batı ülkelerine kıyasla düşük olmasına rağmen artan nüfus ve kentleşmeyle birlikte birincil enerji tüketim oranlarının referans senaryoya göre 2020 yılına kadar ortalama %4 artacağı öngörülmektedir. 2008 yılında ülkemizin toplam birincil enerji tüketimi 106,3 milyon TEP, üretimi ise 29,2 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Bu noktada enerji tüketiminin üretimi aşmasından ötürü Türkiye önemli bir enerji ithalatçısı konumundadır. Yapılan çalışmaları enerji verimliliği ilkelerinin yeterince dikkate alınmadığını göstermektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı enerji verimliliği konusuna dair önemli açıklamalarda bulunmaktadır. Yapılan açıklamada: "Enerjide sürdürülebilirliğin sağlanmasına, dışa bağımlılığın azaltılmasına, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesine ve iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik çalışmalar diğer ülkelerde olduğu gibi Ülkemizde de enerjinin ve enerji kaynaklarının verimli kullanımının önemini artırmıştır.

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesinden kaynaklanan dört endüstriyel atık numunesinin analizlerine göre ısı değerleri oldukça yüksektir (Tablo 22). Kıyaslama yapmak açısından bazı katı fosil yakıt ve atık çamurlara ilişkin ısı değerleri Tablo 23' de verilmiştir:

Tablo 22 DDİSOB Katı Atık Değerleri

Parametre \ Atık Cinsi	KAVALETA	DERİ TRAŞ	ARITMA ÇAMURU	ELEK ÜSTÜ
Görünüm/Koku	Kahverengi/ Kötü Kokulu	Kahverengi/ Kötü Kokulu	Kahverengi/ Kötü Kokulu	Kahverengi/ Kötü Kokulu
pH değeri (Sulu çözelti)	7,66	4,31	8,24	7,89

Nem Miktarı (% ağırlık)	6,38	42,37	58,35	25,12
Katı Madde içeriği (% ağırlık)	93,62	57,63	41,65	74,88
Organik madde miktarı (% ağırlık)	83,43	46,35	23,26	58,48
İnorganik madde miktarı (% ağırlık)	10,19	11,28	18,39	16,40
Üst ısı değeri (kcal/kg)*	7829	4474	2454	4282
Toplam kükürt (% ağırlık)*	NA**	NA**	0,61	NA**
Yağ Gres Tayini (mg/kg)	520076 (<%52,01)	26168 (%2,62)	4152 (%0,42)	36927 (%3,69)
Atık Sınıfı	Tehlikesiz Atık	Tehlikeli Atık	Tehlikesiz Atık	Tehlikeli Atık

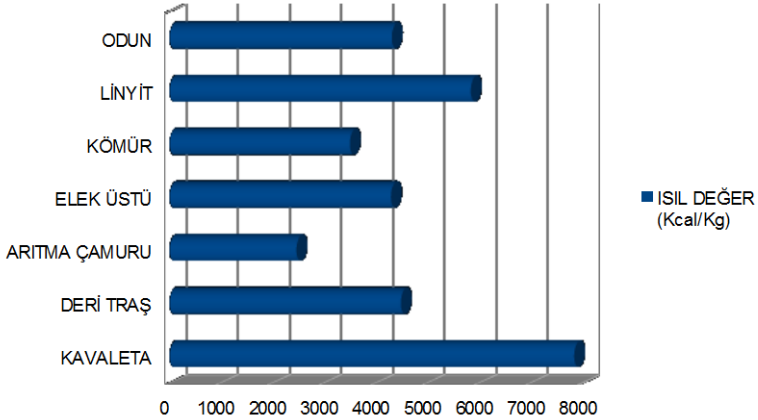
Tablo 23 Bazı Katı Fosil Yakıtlar ve Atık Çamurlara İlişkin Isıl Değerler

Malzeme	Kalorifik değer (kcal/kg)
Kömür	3487 – 6377
Antrasit	8837
Bitüm	6688
Linyit	5828
Odun	3821 – 4776
Petrol çamuru (kuru temel)	10715
API seperator çamuru	5925

Kaynak: Punnaruttanakun ve ark., 2003

Tablo 23’ de verilen yakıtların kalorifik değerleri ile DDOS Bölgesinden kaynaklanan atıklarına ait kalorifik değerler kıyaslandığında sahip olunan kalorifik değerlerin oldukça yüksek olduğu ve bu atıkların yakıt değerinin olduğu görülmektedir. Yakıt değeri olan bu atıkların birbirleri ile karıştırılmak suretiyle peletlenip veya briketlenip katı yakıt (ATY - atıktan türetilmiş yakıt) üretme, Yakma, Beraber Yakma yoluna gidilerek enerji üretimi sağlanabilir. Bu sayede enerjide dışa bağımlılık, düzenli depolamaya göre sera gazı salınımı azaltılmış ve atık bertaraf maliyetinin azalması ve dolayısıyla üretim maliyetinin azalması sektörün rekabet gücünün artması sağlanabilir. Bu işlemler “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik” te belirtilen şartları yerine getirmek suretiyle gerçekleştirilmelidir. Yakıt olarak kullanılmak üzere peletlenecek veya briketlenecek atıkların karışım oranları

yönetmeliklerde belirtilen yakıt ürün kalite değerlerini ve emisyon değerlerini sağlayacak şekilde oluşturulmalıdır.



Şekil 7 DDİOSB Atıkları ve Diğer Yakıtların Isıl Değer Çizelgesi

Denizli Deri İhtisas OSB'den kaynaklı Endüstriyel Katı Atıkların sahip olduğu kalorifik değerden dolayı toplu bertarafı için en uygun yöntemlerden Gazifikasyon ve Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi yöntemlerinin değerlendirilmesi atıkların yüksek ısıl değerleri sebebiyle daha uygun görülmüştür.

6.2.1 Gazifikasyon

Bu işlem sonunda gazlaşan kısım yakılarak ısı ve elektrik enerjisi elde edilir. Isı enerjisiyle sıcak su veya buhar üretilerek proseslerde veya ısınma amaçlı yararlanılabilir. Yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretiminin teşvikini amaçlayan yasa hükümleri gereği biyokütleyle dayalı üretim tesisi için, (çöp gazı dahil) üretilen elektriğe 13.3 dolar sent/kWh alım garantisi getirilmiştir. 31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek YEK destekleme mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için bu fiyat 10 yıl süreyle uygulanacaktır. Gazlaştırma prosesi uygulandığında, kül ve cüruf içindeki krom stabil hale getirilerek, kimyasal kirlilik oluşturmasının önüne geçilmelidir. Bunun için en uygun teknoloji plazma tipi gazlaştırma prosesi olup, atıktaki tehlikeli kimyasallar vitrifikasyon işlemiyle inert hale getirilir. Proje süresince yapılan analizler sonucu elde edilen tüm veriler ışığında Denizli Deri İhtisas OSB Yönetimi Toplu bertaraf yöntemleri içinde en uygun olanı atıkların gazlaştırılmasıdır.

Gazifikasyon Verim ve Yatırım Analizi:

Gazifikasyon tesisinin elektrik üretim geliri, DDİOSB'den kaynaklı mevcut atık miktarına göre hesaplanarak yaklaşık maliyet analizi Tablo 25'te yer almaktadır.

Tablo 24 Gazifikasyon Tesisinin Kapasite Analizi

Kapasite (t/saat)	Kapasite (t/yıl)	Yatırım Maliyeti (Euro)	Elektrik Üretim Gücü (MW)	Elektrik Üretim Kapasitesi (MW/Yıl)
5	16000	6M	1	2304

DDİOSB'den kaynaklı katı atıkların gazifikasyon yöntemi ile bertarafını sağlanabileceği ölçekteki 5 ton / saat katı atık besleme kapasiteli Pyro Arc firmasının gazifikasyon ünitesi seçilmiş olup, gerekli bilgiler Tablo 24'te yer almaktadır.

Tablo 25'te gazifikasyon tesisinin Lisanslı Bertaraf firması maliyet bedeli ile mukayesesi yapılmıştır.

Tablo 25 Gazifikasyon Tesisi Yatırım Geri Dönüş Hesaplaması

Gazifikasyon Yatırım Bedeli(a) (\$)	İşletme Yılı	Elektrik Üretimi Kümülatif Toplam (MW)	Elektrik Üretimi Geliri Bedeli Kümülatif Toplam(b) (\$)	Lisanslı Firma Yıllık Tasarruf Maliyeti Kümülatif toplam(c) (\$)	Genel Kazanç Bedeli Kümülatif toplam d:(b+c) (\$)	Yatırım Kendi Karşılama Oranı(d/a)
6,000,000	1	2,304	306,432	530,000	836,432	13.94%
6,000,000	2	4,608	612,864	1,060,000	1,672,864	27.88%
6,000,000	3	6,912	919,296	1,590,000	2,509,296	41.82%
6,000,000	4	9,216	1,225,728	2,120,000	3,345,728	55.76%
6,000,000	5	11,520	1,532,160	2,650,000	4,182,160	69.70%
6,000,000	6	13,824	1,838,592	3,180,000	5,018,592	83.64%
6,000,000	7	16,128	2,145,024	4,838,400	6,983,424	116.39%
6,000,000	8	18,432	2,451,456	6,635,520	9,086,976	151.45%

DDİOSB faaliyetleri sonucu oluşan atıklar için 5 ton/saat kapasiteli gazifikasyon tesisi yatırım değerleri, lisanslı firma aracılığıyla yıllık bertaraf maliyeti ve enerji üretiminden elde edilen ek gelirle **mukayese edildiğinde yatırım 7. yılında yatırım maliyetini karşılamaktadır.**

Gazifikasyon sonucu tehlikeli atığın oluşmaması ve enerji geliri önemli bir mali etki yaratmasına rağmen tesisin yatırım maliyeti yüksektir. İşletmenin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla dışarıdan atık alımı gerçekleştirileceği zaman, gazifikasyon ünitesinin stabil çalışması için gerekli kalorifik değere sahip atık alımlarında sorunlarla karşılaşılabilir.

Atık kabullerinde atıkların kuruluk oranı %50 ve üstü kalorifik değeri 2500 Kcal/kg'da aşağı değerlerde olması veya homojenizasyonun sağlanamaması durumlarda gazifikasyon verimi düşmekte ve tesisi standartlar içerisinde çalışmayabilmektedir.

Bunun önüne geçilmek için Eysel ve/veya Endüstriyel Arıtma Çamuru üreticisi diğer Organize Sanayi Bölgeleri ve/veya Belediyeleri ile ortak çalışmalar yapılmalıdır.

6.2.2 Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY)

Atıklardan üretilen ATY malzemenin çimento fabrikalarında ek yakıt olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yürütülen çalışmalar sonucunda ATY malzeme beslemesi yapıldığında klinker kalitesinin standartlara uygun olduğu besleme yüzdelerinin tesis teknolojisi ile de yakından alakalı olmak kaydıyla %20 seviyelerine kadar problemsiz bir şekilde ek yakıt olarak kullanılabilirdiği tespit edilmiştir.

Yakma Tesisi Lisansına sahip Denizli Çimento, DDİOSB Bölgesine 1 km mesafede bulunması, bu yöntemin sürdürülebilirliği yönünde en önemli kriterdir. Atıkların çimento fırınlarında kullanılabilmesi için atıkların ön işleminden geçirilmesi gerekmektedir. Gerekli kuruluk oranı, ısıl değer ve v.b kriterlerin sağlanması için ATY tesisinde işlem görmesi gerekmektedir. Denizli Çimento ile yapılacak ortaklık ile üretilen Atıktan Türetilmiş Yakıtın nakliye maliyetlerini çok aşağı seviyede gerçekleşmesi sağlanmış olacaktır. Tesisin işletme maliyetlerini önemli seviyede etkileyecektir.

ATY Verim ve Yatırım Analizi:

DDİOSB'den kaynaklı katı atıkların ATY yöntemi ile bertarafını sağlanabileceği ölçekteki 5 ton / saat katı atık besleme kapasiteli kurulmuş tesisler incelenmiştir. Lisanslı Bertaraf firması maliyet bedeli ile mukayesesi yapılmıştır.

Tablo 26 Katı ATY Tesisleri ile İlgili Yatırım Maliyeti ve İşletme Giderleri

Yatırım&İşletme	Yaklaşık Fiyatlar
ATY tesisi yatırım maliyeti	2.000.000 €
Personel giderleri	9,54 €/t
Su giderleri	0,1 €/t
Koku giderici kimyasal	2,5 €/t
Elektrik gideri	4,40 €/t
Bakım gideri	5,0 €/t
Laboratuvar gideri	1,98 €/t

Kaynak: Nuh Çimento A.Ş., 2010

Tablo 27 Organik Atık İçermeyen Karışık ve Nemli Atıklardan ATY Üretim Tesisinde Kullanılan Ekipmanların Yaklaşık Fiyatları

Kullanılan Ekipmanlar	Kapasite (t/saat)	Yaklaşık Fiyatlar (€)
Kaba kırıcı (ön parçalayıcı)	6-25	240.000 -500.000
Magnetik separatör	5-15	15.000 - 45.000
Balistik separatör	15-25	195.000 -300.000
Son parçalayıcı	6-20	225.000 -500.000
Kurutucu	6-10	500.000 -
Konveyörler		750 m ⁻¹ - 2.000 m ⁻¹
Vibration Cüte	15-25	75.000 - 120.000
Hava sınıflandırıcı	5-10	60.000 - 110.000
Eddy akımlı separatör	5-15	20.000 - 50.000
TOPLAM		1.5 M -2.1M

Kaynak: İSTAÇ A.Ş., 2010

Tablo 28 ATY Tesisinin Fiili Durumdaki Yaklaşık İşletme Giderleri

Ekipman	(a)Kapasite (t/saat)	(b) Amortisman (Euro/saat)	(c) İşletme Gideri (Euro/saat)	Üretim Maliyeti [(b)+(c)]/ (a) (Euro/ton)
Yoğunlaştırıcı (tane küçültücü)	6	4,73	3,62	1,39
Hava separatör	5	0,95	0,87	0,36
Kurutucu	6	7,09	10,12	2,87
Belt konveyör	-	0,35	0,43	-
Çekiçli öğütücü	6	3,55	21,69	4,21
Peletleyici	4	4,73	3,62	2,09
Eddy akımlı separatör	15	1,14	0,48	0,11
Magnetik separatör	15	0,34	0,16	0,03
Ayıklama ünitesi (el ile)			23,65	
Kırıcı (parçalayıcı)	15		3,62	0,44
Yaklaşık Maliyet				12

Kaynak: AYD, 2012

Tablo 29 Lisanslı Bertaraf Firması Maliyet Bedeli ile Mukayesesi

ATY Yatırım Bedeli (€)	İşletme Yılı (€)	İşletme ve Amortisman gideri Kümülatif Toplam (€)	Yatırım ve İşletme Bedeli Toplam (€)	Lisanslı Firma Yıllık Maliyeti Kümülatif toplam (€)	Yatırım Destek Oranı
1,500,000.00	1	138,240.00	1,638,240.00	530,000.00	32.35%
1,500,000.00	2	276,480.00	1,776,480.00	1,060,000.00	59.67%
1,500,000.00	3	414,720.00	1,914,720.00	1,590,000.00	83.04%
1,500,000.00	4	552,960.00	2,052,960.00	2,120,000.00	103.27%
1,500,000.00	5	691,200.00	2,191,200.00	2,650,000.00	120.94%
1,500,000.00	6	829,440.00	2,329,440.00	3,180,000.00	136.51%
1,500,000.00	7	967,680.00	2,467,680.00	4,838,400.00	196.07%
1,500,000.00	8	1,105,920.00	2,605,920.00	6,635,520.00	254.63%

DDİOSB faaliyetleri sonucu oluşan toplamda 12,2 ton/gün yani 3458.4 ton/yıl miktarındaki atıklar için 5 ton/saat kapasiteli ATY tesisi yatırım ve işletme gideri değerleri ile lisanslı firma aracılığıyla yıllık bertaraf maliyeti 1.671.840 TL/YIL gideri mukayese edildiğinde yatırım 4. yılında tam yatırım maliyetine karşılacaktır. Bundan sonraki yıllarda sadece İşletme ve Amortisman gideri ile yaklaşık toplam bertaraf maliyeti % 75 oranında tasarruf sağlanacaktır.

6.3 Sonuç

Geri dönüşüm tesislerinin yapımında ve işletilmesinde yap-işlet veya yap-işlet-devret modelleri aracılığıyla özel sektör teşvik edilmelidir. Özel sektörün çeşitli finansal ve teknik araçlarla bu alanda yatırım yapmaya özendirilmesi ve bu yöndeki düzenlemelerin bir an önce yürürlüğe konulmasını takiben uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir. 15.06.2012 tarihli ve 2012/3305 sayılı "Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar" ile geri dönüşüm yatırımları "Bölgesel Teşvik Uygulamaları" kapsamına dahil edilerek bu konudaki yatırımlara sağlanan devlet destekleri önemli ölçüde arttırılmıştır. Söz konusu düzenleme ile sabit yatırım tutarı 1. ve 2. Bölgelerde 1 milyon TL, diğer bölgelerde 500 bin TL üzerindeki "Atık geri kazanım veya bertaraf tesisleri" yatırımları, yatırımın yapılacağı bölgeye göre değişen süre ve oranlarda, KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti, vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği, faiz desteği, yatırım yeri tahsisi, sigorta primi desteği ve gelir vergisi stopajı desteği gibi destek unsurlarında faydalanabilmektedir.

Sonuç olarak DDİOSB'nin mevcut durumda endüstriyel kaynaklı katı atıkların bertarafının sağlanması amacıyla Lisanslı firma ile yapılan atık bertarafına yönelik sözleşme gereği DDİOSB'nin yıllık 1.500.0000 TL atık bertaraf maliyeti oluşacağı görülmektedir. Bir kaç yıllık bertaraf maliyeti ile yatırım sağlanarak atık üreticiliğinden, atık bertarafı yapan bir kurum haline gelenebilir ve bu sayede atıktan gelir elde edilebilir.

Yapılması öngörülen yatırımın:

Gazifikasyon yönteminin seçilmesi durumunda; yatırım maliyetinin yüksek olmasına rağmen, atığın tamamen(nihai) bertarafının sağlanması, ayrı bir nakliye maliyetinin doğmaması işletme maliyetinin düşük olmasını sağlamakta ve ürün olarak elde edilen sentez gazın enerji dönüşüm veriminin yüksek olması ve YEK'in üretilen enerjiyi sabit fiyattan alım garantisi; enerji gelirin kesintisiz ve yüksek seviyelerde olmasını sağlayarak sistemin sürdürülebilirliğine büyük katkı sağlamış olacaktır.

ATY yönteminin seçilmesi durumunda; yatırım maliyetinin düşük olmasına rağmen, atığın tamamen(nihai) bertarafının sağlanamaması, ayrı bir nakliye maliyetinin doğması işletme maliyetinin yüksek olmasına sebebiyet vermektedir. Ürün olarak elde edilen atıkta türetilmiş yakıtın nihai bertarafının sağlanması için ek yakıt kullanımı lisansı almış çimento v.b.

fabrikaları ile protokol yapılarak ürün alım garantisi altında alınması gerekmektedir. Aksi durumda yatırımın sürdürülebilirliğinin sağlanması zorlaşacaktır. Bu sorunun ortadan kaldırılması için ATY Tesisi yatırımı öncesi bölgedeki yakma ve beraber yakma tesisleri ile ortak çalışması sağlanmalıdır.

Yatırımı düşünülen tesisin kapasitesine göz önünde bulundurularak, hem Denizli Deri İhtisas OSB'nin, hem de TR 32 bölgesinde bulunan diğer atık üreticilerinin katı atık problemi çözümlenmesi sağlanacaktır. Ayrıca elde edilen ek gelir ile OSB altyapı faaliyetleri maliyetlerinin uygun seviye tutulması; OSB ve hizmetlerin sürdürülebilirliğini sağlayacak, ayrıca çevre maliyetlerinin ve altyapı hizmet maliyetlerinin düşmesi ile firmaların rekabet gücüne tam destek sağlanmış olacaktır.

Yapılan fizibilite çalışması göz önünde bulundurularak Denizli Deri İhtisas OSB Atık Yönetimi Planlamasında:

- İlk aşamada gazlaştırma ve/veya atıktan türetilmiş yakıt üretimi yöntemiyle katı atıklar topluca bertaraf edilmeli,
- DDİOSB'de kurulması öngörülen gazlaştırma ve/veya atıktan türetilmiş yakıt üretimi tesisleri ile ilgili yapılacak ikinci bir fizibilite çalışması ile bu fizibilitede elde edilen katı atık karakterine göre tesislerin kapsamı, ekipman ve üniteleri, çalışma şartları ve prensipleri, detaylı yatırım ve işletme maliyeti analizlerinin yapılması ve elde edilen ürünler için(enerji-aty) değerlendirme uygulamaların belirlenmesi sağlanmalıdır.
- Sonraki aşamada katı atığı oluşturan bileşenlerin ayrı ayrı değerlendirme imkanları için ayrıntılı çalışma yapılmalı, Proses suyu kullanımının azaltılması, İşlemlerin birleştirilmesi, Sıcaklık, pH, işlem süresi, reaktif konsantrasyonu gibi proses parametrelerinin optimizasyonu, İşletmede tuz, sülfat ve krom miktarının azaltılması, tabakhane atıklarının her bir tesis bünyesinde en aza indirilmesi ve geri kazanımına yönelik ayrıntılı çalışma yapılmalıdır.

Kaynakça

- 1-GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE DENİZLİ'DE DERİCİLİK FAALİYETLERİ - MERUYERT KOIZHAIGANOVA, AYŞEGÜL KOYUNCU OKCA
- 2-UKOSB'NİN KATI ATIK GERİKAZANIM/BERTARAF BELİRLENMESİNE YÖNELİK FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI - PROF. DR. ZAFER AYVAZ
- 3- KATI ATIK YÖNETİMİ VE AB UYUMLU UYGULAMALARI, PROF. DR. İZZET ÖZTÜRK
- 4- ÇOB 2011 ATIK YÖNETİMİ SEMPOZYUMU ATY ÜRETİMİ KULLANIMI VE ETKİLERİ ATIKTAN TÜRETİLMİŞ YAKIT(ATY) - PROF.DR. KADİR ALP
- 5- SENTEZ GAZI ÜRETİMİNE YÖNELİK KÖMÜR GAZLAŞTIRMA PARAMETRELERİNİN TAYİNİ TOBB ENERJİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ, ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ A. BIYIKOĞLU
- 6- KATI ATIKLARIN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜNDE KULLANILMASI VE GAZLAŞTIRICILAR 4.ULUSAL TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ HAYATİ OLGUN, MURAT DOĞRU, COLİN R. HOWARTH
- 7- PYROARC GASİFİCATION AND PYROLYSİS TREATMENT OF HAZARDOUS WASTE GENEL TANITIM KİTAPÇIĞI
- 8- WESTINGHOUSE PLASMA GAZLAŞTIRICI TEKNOLOJİSİ GENEL TANITIM KİTAPÇIĞI
- 9- BİYOKÜTLENİN ALTIN ÇAĞI - DELOİTTE TÜRKİYE
- 10- ATIKTAN TÜRETİLMİŞ YAKIT, EK YAKIT VE ALTERNATİF HAMMADDE TEBLİĞİ
- 11- EVSEL KATI ATIKLARIN ÇİMENTO FIRINLARINDA EK YAKIT OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI ŞENOL YILDIZ, VOLKAN ENÇ, FATİH SALTABAŞ İSTAÇ A.Ş, İSTANBUL, TÜRKİYE - MUSTAFA KARA, ESİN GÜNAY TÜBİTAK MAM, GEBZE, KOCAELİ, TÜRKİYE
- 12- KATI ATIK GERİ DÖNÜŞÜM VE ARITMA TEKNOLOJİLERİ 2015 - PROF. DR. İZZET ÖZTÜRK, DOÇ. DR. A. OSMAN ARIKAN
- 13- ATIK YAKMA DİREKTİFİ (2000/76/EC)2012 ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
- 14- ULUSAL GERİ DÖNÜŞÜM STRATEJİ BELGESİ VE EYLEM PLANI 2014-2017 BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI
- 15- ATIK SEKTÖRÜ MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ RAPORU - PROF. DR. İZZET ÖZTÜRK,T.C. ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
- 16- ATIKLARIN DÜZENLİ DEPOLANMASINA DAİR YÖNETMELİK - ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
- 17- ATIKTAN TÜRETİLMİŞ YAKIT, EK YAKIT VE ALTERNATİF HAMMADDE TEBLİĞİ- ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
- 18- ENERJİ KAYNAKLARININ VE ENERJİNİN KULLANIMINDA VERİMLİLİĞİN ARTIRILMASINA DAİR YÖNETMELİK - ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI

- 19- ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ - ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
20- BÜYÜK YAKMA TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ - ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
21- ATIKLARIN YAKILMASINA İLİŞKİN YÖNETMELİK - ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
22- ATIKLARIN DÜZENLİ DEPOLANMASINA DAİR YÖNETMELİK - ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
23- TEHLİKELİ ATIKLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ - ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
24- KATI ATIKLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ - ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİ BAKANLIĞI
25- TÜRKİYE'DE SANAYİDEN KAYNAKLANAN TEHLİKELİ ATIKLARIN YÖNETİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ DERİ SEKTÖRÜ - ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Denizli Deri İhtisas Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü
Kaklık Mah. Çimento Yolu 4. Km Honaz / DENİZLİ

Kep: denizliderihtisas@hs01.kep.tr