



T.C. AHİLER KALKINMA AJANSI (AHİKA)
Cevher Dudayev Mah. Vatan Cad. No:42 Nevşehir/TÜRKİYE
T: 0384 214 36 66 F: 0384 214 00 46
www.ahika.gov.tr

AKSARAY ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ'NDE
ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI PROJESİ
ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARI RAPORU

©2018, AHİKA Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu uyarınca kullanılmadan önce hak sahibinden 52. Maddeye uygun yazılı izin alınmadıkça, hiçbir şekilde ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak, çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak, kiralanmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak, telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik yöntemlerle iletilmek suretiyle kullanılamaz.

Hazırlanmış olan çalışmanın tüm hakları Ahiler Kalkınma Ajansı'na aittir. Ahiler Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanan işbu çalışmadan kaynak gösterilmek suretiyle alıntı yapılabilir.

Basım Yılı
2019



İçindekiler

Kısaltma Listesi	6
Giriş	7
Yönetici Özeti	8
1. Aksaray İli Genel İçin Değerlendirme	9
1.1. KOBİ Ölçeğindeki Firmalar	12
1.2. Çevresel Durum	13
1.2.1. Ambalaj Atıkları	15
1.2.2. Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi	15
1.2.3. Tehlikeli Atıklar	15
1.2.4. Atık Madeni Yağlar	18
1.2.5. Bitkisel Atık Yağlar	19
1.2.6. Ömrünü Tamamlamış Lastikler	19
1.2.7. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar	20
1.2.8. Ömrünü Tamamlamış (Hurda) Araçlar	20
1.2.9. Tehlikesiz Atıklar	21
1.2.10. Atık Su Arıtma Tesisi Çamurları	22
1.2.11. Tıbbi Atıklar	22
1.3. Diğer Bulgular	23
2. Aksaray OSB İçin Değerlendirme	24
2.1. Sektörel Profil	25
2.2. Aksaray OSB İle İlgili Genel Bilgiler	25
2.3. Çevresel Durum	28
2.3.1. Endüstriyel Atık Su	28
2.4. Diğer Bulgular	29
3. Öne Çıkan Sektörlerdeki Endüstriyel Simbiyoz Olanakları	30
3.1. Metal İşleme ve Makine Sektörleri	32

3.2. Gıda Sektörü	34
3.3. İnşaat, Yıkım ve Yapı Malzemeleri Sektörü	37
3.4. Otomotiv Sektörü	39
3.5. Plastik ve Kauçuk Sektörü	41
3.6. Tekstil Sektörü	44
3.7. Mobilya İmalatı	46
3.8. Maden ve Mermer Sektörü	48
3.9. Cam Sektörü	50
3.10. Yem Sektörü	51
3.11. Kağıt Sektörü	52
4. Sinerji Çalıştayı Çıktılarının Değerlendirilmesi	53
5. Aksaray Bölgesi için Öncelikli Olarak Belirlenen Konularda Fizibilite Konsept Notları	55
5.1. Patates Cipsi Üretiminden Kaynaklanan Atıksudan Nişasta Geri Kazanımı ve Nişastanın Farklı Sektörlerde Değerlendirilme Olanğı	56
5.2. Aksaray Bölgesinde Bulunan Uygun Atıklar Kullanılarak Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Üretimi	62
5.3. Metallerin Kesilmesi Sonucunda Ortaya Çıkan Atık Parçaların Metal İşleyen Diğer Firmalarda Değerlendirilmesi	72
5.4. Atık Mermer Parçalarının Tozlarının ve Çamurunun Karo/Parke Taşı İmalatında Kullanılması	78
5.5. Metalden Diğer Tank, Rezervuar ve Konteynerler İmalatı Esnasında Oluşan Demir Oksit Atıklarının Biyogaz Üretim Tesislerinde Kullanılması	84
EK-1: Atık Kodları ve İlgili Kodların Açıklamaları	91
Atık Listesi	

kısaltma listesi

AAC	: Autoclaved Aerated Concrete
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKM	: Askıda Katı Madde
ARD	: Agro-industrie Recherches et D�veloppementes
ASR	: Alkali Silika Reaksiyonu
AT	: Avrupa Topluluđu
ATY	: Atıktan Türetilmiş Yakıt
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
DFF	: 2,5-Dimetilfuran
DMF	: Dimetilfuran Biyoyakıtı
ECO-INNOVERA	: Eko-inovasyon konusunda Avrupa araştırma alanı ağı
EWC	: Avrupa Atık Kataloğu
FDCA	: 2,5-Furandikabsilik Asit
GFB	: Geçici Faaliyet Belgesi
HDPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
HMF	: Hidroksimetilfurfural
ISIC	: International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
KOBİ	: Küçük veya Orta �lekli İşletme
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KWh	: Kilo watt saat
LDPE	: Düşük Yoğunluklu Polietilen
MWh	: Mega watt saat
NACE	: Avrupa Endüstriyel Standart Sınıflandırma Sistemi
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
�TA	: Ömrünü Tamamlamış Araç
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
PCDF	: Poliklorlu Dibenzofuran
PEF	: Polyethylene Furanoate
PET	: Polyethylene Terephthalate
PP	: Polipropilen
PS	: Polistiren
PVC	: Polivinil Klorür
SPI+	: Belçika'da Ekonomik Kalkınma İçin Faaliyet Gösteren Ajans
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TR71 Düzey 2 Bölgesi	: Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir ve Niğde'yi Kapsayan Bölge
UNFCCC	: Uluslararası İklim Değişikliği Paneli
VOC	: Uçucu Organik Bileşikler
WPC	: Ahşap-plastik Kompozit

giriş

Endüstriyel simbiyoz yaklaşımı, Ahiler Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanan TR71 Bölge Planı'nda (2014-2023) belirlenmiş öncelikli konular içinde sanayide kümelenme ve küresel üretim modelleri ile uyumlu, yüksek katma değerli mal/hizmet üretiminin gerçekleştirilmesine ek olarak "yaşanabilir ve sürdürülebilir etkin çevre yönetiminin geliştirilmesi" amacına hizmet etmektedir.

"Aksaray Organize Sanayi Bölgesi'nde (OSB) Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının Araştırılması" projesi ile Aksaray OSB işletmeleri başta olmak üzere TR71 Düzey 2 Bölgesi (Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir ve Niğde) içindeki firmaların ortak fayda sağlayabileceği işbirliği potansiyellerinin araştırılması ve bu işbirliğinin gerçekleştirilmesi halinde sağlanacak kazanımlar belirlenmiştir. OSB'de yer alan firmalar ile uygulanma potansiyeli bulunan endüstriyel simbiyoz olanaklarının belirlenmesi amacıyla yürütülmekte olan proje kapsamında, bölge içinden veya dışından firmalar ile kurulacak çeşitli işbirliği imkânları değerlendirilmiştir. Kurulacak ortaklıklar ile firmaların çevresel etkilerini (kaynak kullanımı, atık üretimi, karbon salımı vb.) azaltmalarına ve rekabet avantajı sağlamalarına imkân tanıyacak her türlü "Endüstriyel Simbiyoz" yaklaşımı (atık alışverişi, ortak lojistik, ortak acil durum eylem planları vb.) araştırılmıştır.

Bu rapor kapsamında gerçekleştirilen ve aşağıda sunulan çalışmalar çerçevesinde, Aksaray bölgesinde önemli bir ekonomik değere (firma sayısı, ciro, istihdam vb.) sahip ve/veya önemli çevresel etkiler (kaynak kullanımı, atık üretimi, karbon salımı vb.) yaratan sektörler belirlenmiştir. Aksaray ili ve OSB için ayrı bölümler halinde hazırlanan bu değerlendirmede internetten ulaşılan kaynaklara (sektörel raporlar, bölge planları, çevre durum raporu, vb.) ek olarak Aksaray OSB, Aksaray Ticaret ve Sanayi Odası ve Aksaray İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'ne gerçekleştirilen ziyaretlerde edinilen veriler de kullanılmıştır. Daha sonra raporun ilerleyen bölümlerinde (Bölüm 3) Aksaray ili geneli ve Aksaray OSB için öne çıkan sektörler için yapılan literatür taraması sonucu örnek teşkil edebilecek çeşitli endüstriyel simbiyoz olanakları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Raporun son bölümlerinde ise belirlenen öncelikli sektörlerde faaliyet gösteren firmalara gerçekleştirilen teknik ziyaretler ve sinerji çalıştay sonrasında gerçekleştirilen değerlendirmelere dayanarak hazırlanan fizibilite konsept notlarına yer verilmiştir.¹

¹ Firma gizliliğini ihlal etmemek amacıyla, temin edilen verilerin bir kısmı anonimleştirilmiş, bir kısmına ise bu raporda yer verilmemiştir.



yönetici özeti

Modern üretim yöntemlerinin uygulandığı günümüz endüstri ortamı, tekil endüstri yaklaşımını terk ederek birbiriyle daha çok iş ilişkisi içinde olan ve iletişim kuran firmaları içeren çoğul endüstri yaklaşımına doğru evrilmektedir. Uluslararası rekabet koşullarının her geçen gün daha da ağırlaştığı gerçeği, çok ölçütlü karar verme yöntemlerini ve işletmeler arasında daha fazla etkileşim kurma zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. İşletmeler arasında ilişkinin sadece hammadde, yarı mamul, mamul alışverişini içeren basit tedarik zincirinden ibaret olmadığı, bir firmanın üretim süreci sonunda ortaya çıkan atığının başka bir firma için yan ürün ya da hammadde olabileceği, ortak lojistik ve tersine lojistik ağlarının kullanılabileceği yönünde yeni yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır.

Bu yaklaşımlardan bir tanesi son yıllarda Dünyada ve ülkemizde uygulaması giderek artan endüstriyel simbiyoz yaklaşımıdır. Atık, enerji, doğal kaynaklar, lojistik, insan gücü gibi kaynakların verimli yönetimi yoluyla daha sürdürülebilir ve yenilikçi kaynak kullanımına odaklanan bu yaklaşımın bölgemizde uygulanabilirliğini araştırmak için, Ajansımızın İmalat Sanayisinde Verimliliğin Artırılması Sonuç Odaklı Programı kapsamında, 28 Aralık 2017 tarihinde “Aksaray OSB’de Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının Araştırılması Projesi” çalışmaları başlatılmıştır. Yeni sanayileşen bir bölge olmanın bilinciyle, yürütülen çeşitli faaliyetlerle üretim altyapısının daha çevreci ve sürdürülebilir temellerde yükselmesi amaçlanmaktadır.

Projenin temel motivasyonu, öncelikle Aksaray ilinde endüstriyel simbiyoz uygulamalarının hayata geçirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik farkındalığın sağlanmasıdır. Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının atık yönetimi, atıkların çevresel etkilerinin azaltılması ve ekonomik olarak rekabet avantajı sağlayacak getirilerinin olması gibi pek çok açıdan yaratacağı olumlu etkiler, kaynakların verimli kullanılması gibi ulvi bir amaca hizmet etmektedir.

Bu doğrultuda Aksaray OSB’de ve OSB dışında veriler sahada birebir görüşmelerle toplanarak sektörel analizler yapılmış, literatür taraması gerçekleştirilmiş, paydaş analizi yapılmış, sinerji çalıştay düzenlenmiş, mevcut endüstriyel simbiyoz potansiyeli ve stratejisi belirlenmiş, fizibilite bilgi notları hazırlanmış, veri tabanı oluşturulmuş ve potansiyel simbiyoz firma ağı kurgulanmıştır. Adım adım takip edilen bu süreçlerin sonunda Endüstriyel Simbiyoz Olanakları Raporu hazırlanmıştır.

Projenin bundan sonraki bölümünde Ajansımız tarafından, kurgulanan firma ağının üretim aşamasına geçirilmesine yönelik gerekli koordinasyon çalışmalarının gerçekleştirilmesi, Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi ve çalışmanın diğer bölge illerine de yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Bu projenin başarıyla tamamlanması ve bu raporun oluşturulması sürecinde desteklerini esirgemeyen Aksaray Valiliği’ne, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi (OSB) Müdürlüğü’ne, Aksaray Ticaret ve Sanayi Odası’na, Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü’ne, Aksaray Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü’ne ve çalışmaya katılım sağlayan firmalara Ajansım ve şahsım adına teşekkür ederim.

Aksaray İli Geneli İçin **Değerlendirme**

1. Aksaray İli İçin Genel Değerlendirme

Aksaray ilinde bulunan sanayi işletmelerinin sektörel dağılımı göz önüne alındığında ilk üç sektör sırasıyla metal eşya (45 işletme), gıda sektörü (26 işletme) ve inşaat, mermer ve yapı malzemesi sektörüdür (26 işletme).²

Aksaray'dan 2017 yılında gerçekleştirilen ihracat verileri değerlendirildiğinde, gıda, içecek ve tütün işleyen makineler, tank, sarnıç ve metal muhafazalar, maden, taşocağı ve inşaat makineleri, halı ve kilim, plastik ürünleri ve başka yerde sınıflandırılmamış ulaşım araçları ilk sıralarda yer almaktadır. En fazla ihraç edilen ilk on ürün kategorisi ise Tablo 1.1'de sunulmaktadır.

Tablo 1.1 - Aksaray, İhracatı En Yüksek İlk 10 Sektör Kategorisi, 2017³



YIL	ISIC	ISIC ADI	İHRACAT (\$)
2017	2925	Gıda, içecek ve tütün işleyen makineler	29.925.246
	2812	Tank, sarnıç ve metal muhafazalar	24.327.363
	2924	Maden, taşocağı ve inşaat makineleri	10.396.152
	1722	Halı ve kilim	3.973.851
	2520	Plastik ürünleri	3.288.972
	3599	Başka yerde sınıflandırılmamış ulaşım araçları	2.936.025
	2915	Kaldırma ve taşıma teçhizatları	2.815.310
	1520	Süt ürünleri	2.616.970
	2899	Başka yerde sınıflandırılmamış metal eşya	2.236.108
	2411	Ana kimyasal maddeler (kimyasal gübre ve azotlu bileşikler hariç)	1.840.763
TOPLAM			84.356.760



² Aksaray Yatırım Destek Ofisi, 2017 a. Aksaray Ekonomi Göstergeleri, Ahiler Kalkınma Ajansı, http://ahika.gov.tr/assets/ilgili_dosyalar/AHIKA_EKONOMI_GOSTERGERELERI_AKSARAY_27EYLUL.pdf.

³ Ahiler Kalkınma Ajansı (2018) Aksaray ilinde faaliyet gösteren sektörlerin ihracat verileri, Proje kapsamında veri temini

Aksaray'da işletme başına en çok istihdam sağlayan sektörler göz önüne alındığında ise, sadece bir işletmenin bulunduğu sektörler bir kenara bırakılırsa; tekstil, otomotiv ve gıda sektörleri öne çıkmaktadır. En çok istihdam sağlayan sektörler Tablo 1.2'de sunulmaktadır.



Tablo 1.2 - Aksaray İmalat Sanayiinde İstihdam Sağlayan Sektörler, 2017⁴

NACE KODU	SEKTÖR	İSTİHDAM
13-14	Tekstil	3.235
29	Otomotiv	3.068
10	Gıda	2.925
24-25	Metal	2.059
23	İnşaat	757
22	Plastik	737
28	Makina	636
08	Maden	405
31	Mobilya	312
16-17	Ağaç, Kağıt	232
20	Kimyasal	157
38	Geri Dönüşüm	84
35	Elektrik	41
	Diğer	315
	TOPLAM	14.963



⁴Ahiler Kalkınma Ajansı (2018) Aksaray ilinde faaliyet gösteren sektörlerin istihdam verileri, Proje kapsamında veri temini

1.1. KOBİ Ölçeğindeki Firmalar

Aksaray ilinde faaliyet gösteren KOBİ ölçeğindeki firmalar arasında yer alan ve kurulacak endüstriyel simbiyoz ilişki ağında yer alması muhtemel olan sektörler, firma sayılarına göre sıralanmış halde Tablo 1.3'te sunulmaktadır.

Tablo 1.3 - Seçilmiş Bazı Sektörlerde Faaliyet Gösteren KOBİ Sayıları⁵



SEKTÖRLER (NACE)	FİRMA SAYISI
İMALAT	
Gıda ürünlerinin imalatı	182
Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (Makine ve teçhizat hariç)	119
Giyim eşyalarının imalatı	101
Mobilya imalatı	100
Tekstil ürünlerinin imalatı	73
Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı (mobilya hariç), saz, saman ve benzeri malzemelerden örülerek yapılan eşyaların imalatı	67
Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı	62
Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	52
Diğer imalatlar	51
Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	45
Makine ve ekipmanların kurulumu ve onarımı	35
Ana metal sanayi	32
Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	27
Elektrikli teçhizat imalatı	24
Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması	23
Deri ve ilgili ürünlerin imalatı	20
Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	15
Kağıt ve kağıt ürünlerinin imalatı	12
Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	10
Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı	4
Diğer ulaşım araçlarının imalatı	4
Kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı	3
İçeceklerin imalatı	1
İNŞAAT	
Bina inşaatı	251
Özel inşaat faaliyetleri	222
Bina dışı yapıların inşaatı	30
MADENCİLİK VE TAŞ OCAKÇILIĞI	
Diğer madencilik ve taş ocakçılığı	13
Madencilik destekleyici hizmet faaliyetleri	6
Metal cevherleri madencilik	2
Kömür ve linyit çıkartılması	1
ELEKTRİK, GAZ, BUHAR VE İKLİMLENDİRME ÜRETİMİ VE DAĞITIMI	
Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtımı	21
SU TEMİNİ, KANALİZASYON, ATIK YÖNETİMİ VE İYİLEŞTİRME FAALİYETLERİ	
Atığın toplanması, ıslahı ve bertarafı faaliyetleri; maddelerin geri kazanımı	13
Suyun toplanması, arıtılması ve dağıtılması	5
Kanalizasyon	1
İyileştirme faaliyetleri ve diğer atık yönetimi hizmetleri	1
GENEL TOPLAM	1628

⁵ KOSGEB Aksaray İl Müdürlüğü (2018), Aksaray ilinde faaliyet gösteren KOBİ ölçeğindeki firmaların sayısı, Proje kapsamında veri temini

1.2. Çevresel Durum

Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Aksaray ili 2016 yılı Çevre Durum Raporu'nda Aksaray'ın öncelikli çevre sorunları belirlenmiştir. Buna göre imalat sanayi işletmeleri, evsel ısınmadan sonra Aksaray'da hava kirliliğine neden olan 2. en önemli kaynaktır. Sanayi kaynaklı atık boşaltımı, Aksaray'da toprak kirliliğinin ise en önemli nedeni olarak gösterildiği gibi, yeraltı suyu kirliliği nedenlerinden de birisidir.⁶

Bütün bunlar göz önüne alındığında, Aksaray ilinin çevresel durumuna etki eden en önemli faktörlerden birisi, alandaki tesislerin atık yönetimidir. Bu bölümde Aksaray'daki atık yönetimi ile ilgili derlenmiş nitel ve nicel veriler sunulmaktadır. Aksaray ilinde Çevre İzin/Lisans ve Geçici Faaliyet Belgesi (GFB) sahibi sektörlerin listesi Tablo 1.4'te verilmiştir.



Tablo 1.4 - Çevre İzin/Lisans ve GFB Sahibi Tesislerin Sektörel Dağılımı⁷

SEKTÖR (NACE KODU BAZINDA)	TOPLAM
OSB Dışında Yer Alan Tesisler	
23 Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	16
10 Gıda ürünlerinin imalatı	7
38 Atığın toplanması, ıslahı ve bertarafı faaliyetleri; maddelerin geri kazanımı	4
37 Kanalizasyon	3
42 Bina dışı yapıların inşaatı	3
08 Diğer madencilik ve taş ocaklığı	2
35 Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtımı	2
25 Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	2
29 Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	2
27 Elektrikli teçhizat imalatı	1
46 Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç)	1
TOPLAM	43
OSB İçinde Yer Alan Tesisler	
38 Atığın toplanması, ıslahı ve bertarafı faaliyetleri; maddelerin geri kazanımı	21
23 Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	7
29 Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	5
10 Gıda ürünlerinin imalatı	4
22 Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı	3
20 Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	3
28 Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	2
25 Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	2
13 Tekstil ürünlerinin imalatı	1
37 Kanalizasyon	1
TOPLAM	49

⁶ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Aksaray İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdasya.csb.gov.tr/db/icerikler/aksaray_2016_cevre_durum_raporu_enon-20180122082236.pdf

⁷ Aksaray İl Çevre Müdürlüğü (2018) Aksaray Çevre İzin/Lisans ve Geçici Faaliyet Belgesi Sahibi Tesislerin Listesi, Proje kapsamında veri temini

Tablo 1.4'te yer alan 38 NACE kodlu toplam 25 adet geri dönüşüm tesisinin, sahip oldukları lisanslar dahilinde ne tür atıkların geri dönüşümünü gerçekleştirebildiklerinin bilgisi ise Tablo 1.5'te sunulmaktadır.

Tablo 1.5 - İlgili Atık Bazında Çevre İzin/Lisans ve GFB Sahibi Geri Dönüşüm Tesisi Sayısı



TESİSLERİN ALABİLECEĞİ ATIKLAR		İLGİLİ ATIĞI ALMA İZİN OLAN TESİS SAYISI
150102	Plastik ambalaj	18
150101	Kağıt ve karton ambalaj	14
150105	Kompozit ambalaj	13
150106	Karışık ambalaj	13
150107	Cam ambalaj	13
150104	Metalik ambalaj	11
150103	Ahşap ambalaj	10
170203	Plastik	6
150109	Tekstil ambalaj	6
120105	Plastik yongalar ve çapaklar	6
191204	Plastik ve lastik	6
070213	Atık plastik	5
020104	Atık plastikler (ambalajlar hariç)	5
160119	Plastik	5
200139	Plastikler	5
120121	12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	2
170403	Kurşun	2
160216	16 02 15 dışındaki ıskarta ekipmanlardan çıkartılmış parçalar	2
040209	Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)	2
100404*	Baca gazı tozu	2
040221	İşlenmemiş tekstil elyaf atıkları	2
150110*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	2
040222	İşlenmiş tekstil elyaf atıkları	2
160601*	Kurşunlu piller	2
100401*	Birincil ve ikincil üretim cürufırları	2
191201	Kağıt ve karton	2
100402*	Birincil ve ikincil üretimden kaynaklanan cüruf ve köpükler	2
200101	Kağıt ve karton	2

Tabloda ** işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

1.2.1. Ambalaj Atıkları

Aksaray ilinde üretilen ve geri kazanılan ambalaj atıklarının türleri ve miktarları Tablo 1.6'da sunulmaktadır. İlde faaliyette olan toplam 5 adet "Lisanslı Ambalaj Atığı Toplama Ayırma Tesisi", 7 adet de "Geri Dönüşüm Tesisi" bulunmaktadır. Aksaray Belediyesi tarafından 2012 yılında toplamda 71.929 ton metal, kağıt, cam, karton ve plastik atık toplanarak geri dönüşümleri sağlanmıştır.⁸ Bunların yanı sıra, Aksaray Belediyesi'ne ait bir ambalaj atık yönetim planı mevcuttur.⁹

Tablo 1.6 - Aksaray İlinde 2016 Yılı Ambalaj ve Atıkları İstatistik Sonuçları⁸



AMBALAJ CİNSİ	ÜRETİLEN AMBALAJ MİKTARI (KG)	PİYASAYA SÜRÜLEN AMBALAJ MİKTARI (KG)	GERİ KAZANILAN MİKTAR (KG)
Plastik	151.478	260.433	22.950
Metal	0	0	0
Kompozit	0	9.535	0
Kağıt-Karton	609.869	925.981	0
Cam-Ahşap	0	0	20.000
TOPLAM	761.347	1.195.949	42.950

1.2.2. Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi

Aksaray'da yalnız bir adet katı atık düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. 108.000 m²'lik alanda 910.000 m³'lük katı atık depolama kapasitesi ile faaliyet göstermek üzere inşa edilmiş olan bu tesis, Mahalli İdareler Hizmet Birliği tarafından işletilmektedir. Toplanan katı atık miktarı yaz aylarında ortalama 247 ton/gün, kış aylarında ise 213 ton/gündür. Ayrıca, katı atık tesisi içerisinde oluşan deponi gazından elektrik üretimi yapılmaktadır.⁸

1.2.3. Tehlikeli Atıklar

Aksaray'da lisans almış 2 adet ve GFB almış 1 adet olmak üzere toplam 3 adet tehlikeli atık geri dönüşüm tesisi bulunmaktadır. 2017 yılı verilerine göre Aksaray'da geri kazanım, bertaraf ve stok durumlarında toplam 5.907 ton tehlikeli atık bulunmaktadır. Tehlikeli Atık Beyan Sistemi'ne kayıtlı tesislerden elde edilen atık yönetimi verileri Tablo 1.7'de sunulmaktadır.⁸



Tablo 1.7 - Aksaray Atık Yönetim Uygulaması Verilerine Göre Tehlikeli Atık Yönetimi⁸

YIL	GERİ KAZANIM (KG/YIL)	BERTARAF (KG/YIL)	TESİS İÇİ (KG/YIL)	STOK (KG/YIL)	İHRACAT (KG/YIL)	TOPLAM (KG/YIL)
2015	1.634.051	260.803	271.037	30.167	6.900	2.202.958
2016	2.159.023	3.705.682	0*	32.453	10.250	5.907.408

⁸ Ahiler Kalkınma Ajansı, 2013. TR71 Düzey 2 Bölgesi Çevre ve Altyapı Araştırma-Analiz Raporu, <http://ahika.gov.tr/assets/ligilidosyalar/TR71-Bolgesi-Cevre-ve-Altyapi-Arastirma-Analiz-Raporu.pdf>.

⁹ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Aksaray İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/icerikler/aksaray_2016_cevre_durum_raporu_enon-20180122082236.pdf.



Yukarıdaki tabloda görülebileceği üzere tehlikeli atık miktarında 2016 yılında 2015 yılına göre yaklaşık %168'lik önemli bir artış meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra, aynı dönemde tehlikeli atık bertaraf miktarının yaklaşık 14,2 katına çıktığı, geri kazanım miktarının ise %32 oranında arttığı gözlemlenmektedir.

Tablo 1.8'de, Tehlikeli Atık Beyan Sistemi'ne kayıtlı tesislerden elde edilen atık işleme yöntemleri ve işlenen atıkların miktarları ile ilgili veriler sunulmaktadır.

Tablo 1.8 - Aksaray İlinde Atık İşleme ve Miktarı¹⁰



ATIK İŞLEME YÖNTEMİ KODU (R/D)	ATIK İŞLEME YÖNTEMİNİN ADI	MİKTAR (KG)
R1	Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekilde kullanma	39.873
R2	Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi	10.905
R4	Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü	119.731
R5	Diğer anorganik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü	2.150
R9	Kullanılmış yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer tekrar kullanımları	166.487
R12	Atıkların R1 ile R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi	1.260.620
R13	R1 ile R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların stoklanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)	559.256
R_ATM	Atık minimizasyonu	1
D5	Özel mühendislik gerektiren toprağın altında veya üstünde düzenli depolama	26.151
D9	D1 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri ile bertaraf edilen nihai bileşiklere veya karışımlara uygulanan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen fiziksel-kimyasal işlemler	3.676.610
D10	Yakma (karada)	2.921

Aksaray ilinde tehlikeli atık beyanında bulunan firmaların sektörel dağılımları ve beyan edilen atık miktarları Tablo 1.9'da sunulmaktadır.

¹⁰ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Aksaray İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/icerikler/aksaray_2016_cevre_durum_raporu_enson-20180122082236.pdf.

Tablo 1.9'da görülebileceği üzere, tehlikeli atık beyan edilen sektörler arasında en büyük paya sahip olan sektör, toplam atığın %73'e yakını beyan eden Ana Metal Sanayi sektörünün 24.33.01 NACE kodlu alt sektörü olmuştur.

Beyan edilen bu tehlikeli atıkların EWC kodlarına göre dağılımları ise Tablo 1.10'da gösterilmektedir. Tablodan da görülebileceği gibi, bu atıklar arasında en büyük paya sahip olan atık türü, %75'lik oranla "15 01 10 - Tehlikeli maddelerin kalıntıları içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar" olmuştur.

Tablo 1.9 - Tehlikeli Atık Beyanında Bulunan Firmaların Sektörel Dağılımları ve Beyan Edilen Atık Miktarları¹¹

SEKTÖRLER (NACE)	TOPLAM TEHLİKELİ ATIK BEYANI (TON/YIL)
24 24.33.01 Ana metal sanayii Açık profillerin, nervürlü levhaların ve sandviç panellerin soğuk şekillendirme veya katlama yöntemiyle imalatı	4.007
29 29.10.01 Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı Kamyonet, kamyon, yarı römorklar için çekiciler, tankerler vb. karayolu taşıtlarının imalatı	882
25 25.29.02 Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç) Metalden rezervuarlar, tanklar, fıçılar ve benzeri kapasitesi > 300 litre olan konteynerlerin imalatı (sıkıştırılmış veya sıvılaştırılmamış gazlar için olanlar ile mekanik veya termal ekipmanlı olanlar hariç)	129
45 45.20.07 Motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin toptan ve perakende ticareti ile onarımı Motorlu kara taşıtlarının genel bakım ve onarım hizmetleri (aynı işletmede mekanik, elektrik sistemi, kaporta, boya, fren sistemi, cam, pencere vb. bakım ve onarımının yapılması)	118
29 29.32.21 Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı Motorlu kara taşıtları için karoser, kabin ve kupalara ait parça ve aksesuarların imalatı (tamponlar, koltuk emniyet kemerleri, hava yastıkları, kapılar vb. dahil)	96
10 10.31.02 Gıda ürünlerinin imalatı Patates cipsi, patates çerezi, patates unu ve kaba unlarının imalatı	48
Diğer	240
GENEL TOPLAM	5.524



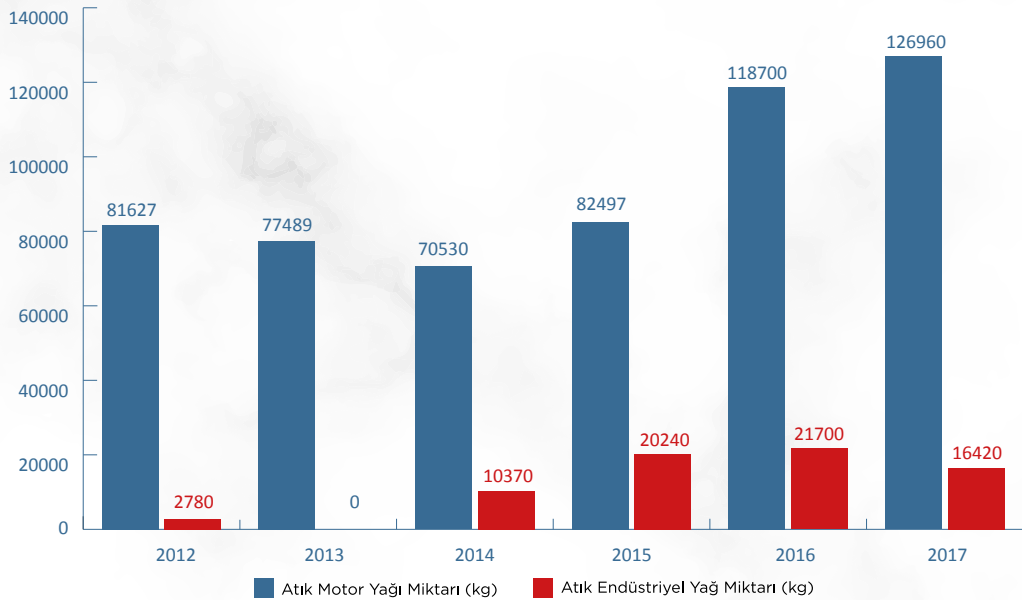
¹¹ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray ilinde tehlikeli atık beyanı gerçekleştiren firmaların bilgileri, Proje kapsamında veri temini

Tablo 1.10 - Beyan Edilen Tehlikeli Atıkların Dağılımları¹²

Tehlikeli Atıklar (EWC Kodları)	TOPLAM (Ton/Yıl)
15 01 10 Tehlikeli maddelerin kalıntıları içerir ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	4.164
19 08 13 Endüstriyel atıksuyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	218
08 01 13 Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları	212
08 01 17 Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar	171
15 02 02 Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	142
16 06 01 Kurşunlu piller ve akümülatörler	140
12 01 20 Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	129
13 02 08 Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	116
18 01 03 Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar	47
20 01 26/25 Dışındaki sıvı ve katı yağlar	45
08 01 11 Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	33
19 02 05 Fiziksel ve kimyasal işlemlerden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	23
Diğer	81
GENEL TOPLAM	5.524

1.2.4. Atık Madeni Yağlar

Aksaray ilinde 2012-2017 yılları arasında toplanan atık madeni yağ miktarları Şekil 1.1'de gösterilmektedir. İlde hiçbir atık madeni yağ geri kazanım tesisi bulunmamaktadır.¹³

Şekil 1.1 Aksaray ilinde Toplanan Atık Madeni Yağ Miktarları¹⁴

¹² Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2018) Aksaray ilinde tehlikeli atık beyanı gerçekleştiren firmaların bilgileri, Proje kapsamında veri temini

¹³ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_-cdr2017-20181005134717.pdf

¹⁴ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_-cdr2017-20181005134717.pdf

Aksaray ilinde iki tane akü geri kazanım tesisi bulunmaktadır. Tablo 1.11'de, ilde 2017 yılında toplanan ve geri kazanılan atık akümülatörlere ilişkin bilgiler sunulmaktadır.¹³

Tablo 1.11 - Aksaray İlinde 2017 Yılında Toplanan ve Geri Kazanılan Atık Akümülatörler¹³

ATIK AKÜMÜLATÖRLER						
ATIK AKÜMÜLATÖR GEÇİCİ DEPOLAMA İZİNİ VERİLEN		TOPLANAN ATIK AKÜMÜLATÖR MİKTARI (TON)	İLDEKİ ATIK AKÜMÜLATÖR GERİ KAZANIM TESİSLERİ		GERİ KAZANIM TESİSLERİNDE İŞLENEN ATIK AKÜMÜLATÖR MİKTARI	
Depo Sayısı	Kapasitesi (ton)		Sayı	Kapasite (ton/yıl)	Miktarı (ton)	%
2	-	5.338	2	11.925	5.834	99,9



1.2.5. Bitkisel Atık Yağlar

Yapılan araştırmalar sonucunda, Aksaray'da bitkisel atık yağlara ilişkin herhangi bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. İlde bitkisel atık yağ geri kazanım tesisi veya bitkisel atık yağ taşıma lisansı almış araç bulunmamaktadır.¹⁵

1.2.6. Ömrünü Tamamlamış Lastikler

Aksaray'da Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında bir adet geçici depolama alanı mevcuttur. İlde 2017 yılında oluşan ömrünü tamamlamış lastikler ile ilgili veriler Tablo 1.12'de sunulmaktadır.¹³

Tablo 1.12 - Aksaray İlinde 2017 Yılında Oluşan Ömrünü Tamamlamış Lastikler İle İlgili Veriler¹⁴

ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ LASTİKLER (ÖTL)								
ÖTL GEÇİCİ DEPOLAMA ALANI		GEÇİCİ DEPOLAMA ALANLARINDAKİ ÖTL MİKTARI (TON)	ÖTL GERİ KAZANIM TESİSİ		GERİ KAZANILAN ÖTL MİKTARI (TON)	ÖTL BERTARAF TESİSİ		BERTARAF EDİLEN ÖTL MİKTARI (TON)
Sayısı	Hacmi (m³)		Sayısı	Kapasite (ton/yıl)		Sayısı	Kapasite (ton/yıl)	
2	-	26.680	1	-	-	-	-	-

¹³ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İl 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_-cdr2017-20181005134717.pdf

¹⁴ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İl 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_-cdr2017-20181005134717.pdf

¹⁵ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İl 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_-cdr2017-20181005134717.pdf



1.2.7. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar

Aksaray'da Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında faaliyet gösteren herhangi bir tesis bulunmamaktadır. Buna ek olarak, atık elektrikli ve elektronik eşya toplama miktarı konusunda bugüne dek herhangi bir çalışma yapılmadığı görülmüştür.¹⁴



1.2.8. Ömrünü Tamamlamış (Hurda) Araçlar

Aksaray'da ömrünü tamamlamış hurda araç (ÖTA) geri kazanım tesisi bulunmamakla birlikte, 2017 yılında hurdaya ayrılan toplam ÖTA sayısı 680 olarak kayda geçmiştir.¹⁴

¹⁴ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/icerikler/aksaray_-cdr2017-20181005134717.pdf

1.2.9. Tehlikesiz Atıklar

Aksaray ilinde 2016 yılında sanayi tesislerinde oluşan tehlikesiz atıkların toplanma, taşınma ve bertaraf edilmesi ile ilgili derlenmiş veriler Tablo 1.13'te gösterilmektedir.¹⁴

Tablo 1.13 - Aksaray İlinde 2016 Yılında Sanayi Tesislerinde Oluşan Tehlikesiz Atıkların Toplanma, Taşınma ve Bertaraf Edilmesi ile İlgili Veriler

ATIK KODU*	ATIK MİKTARI (TON/YIL)	GERİ KAZANIM MİKTARI (TON/YIL)	GERİ KAZANIM %'Sİ	BERTARAF MİKTARI (TON/YIL)	BERTARAF %'Sİ
020106	72.380	72.380	100	0	0
020202	26.439	26.439	100	0	0
020304	67.606	57.319	85	0	0
020501	106	106	100	0	0
020502	180	80	44	0	0
040209	345	184	53	196	57
040222	14	14	100	0	0
070213	584	5	1	544	93
101112	367	593	162	0	0
120102	1.324	0	0	1.324	100
120105	1.989	1.988	100	0	0
150101	12.294	1.147	9	10.910	89
150102	15.603	16.128	103	1.536	10
150103	9.183	8.942	97	355	4
150104	853	853	100	0	0
150106	3.284	0	0	3.206	98
150107	10.327	12.209	118	3.861	37
160103	0	133	-	0	-
160117	12.664	258	2	11.154	88
160118	68	0	0	68	99
160119	320	287	89	21	7
160120	4.939	5.963	121	0	0
160304	165	147	89	0	0
170202	2.719	2.355	87	0	0
191001	0	0	-	18	-
191204	382	11	3	182	48
191212	0	0	-	221	-
200101	4.365	4.217	97	148	3
200102	384	360	94	9	2
200111	4.912	3.323	68	83	2
200139	1.613	662	41	951	59
200140	74	0	0	70	94

* Bu raporun Ek-1'i olarak atık kodları ve kodların açıklamaları sunulmuştur.

¹⁴ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_-cdr2017-20181005134717.pdf

Aksaray ilinde 2016 yılında sanayi tesislerinde oluşan ve bertaraf edilen atıklar miktarlarına göre sıralanarak Tablo 1.14'te gösterilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere 2016 yılında en yüksek miktarda bertaraf edilen atık türü, 16 01 17 EWC kodlu demir metaller olmuştur.

Tablo 1.14 Aksaray İlinde 2016 Yılında Sanayi Tesislerinde Oluşan ve Bertaraf Edilen Atık Miktarları

TEHLİKESİZ ATIKLAR (EWC KODLARI)		BERTARAF MİKTARI (TON/YIL)
16 01 17	Demir metaller	11154
15 01 01	Kağıt ve karton ambalaj	10910
15 01 07	Cam ambalaj	3861
15 01 06	Karışık ambalaj	3206
15 01 02	Plastik ambalaj	1536
12 01 02	Demir metal toz ve parçacıklar	1324
20 01 39	Plastikler	951
07 02 13	Atık plastik	544
15 01 03	Ahşap ambalaj	355
19 12 12/11	Dışında atıkların mekanik işlenmesinden kaynaklanan diğer atıklar (karışık malzemeler dahil)	221
04 02 09	Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)	196
19 12 04	Plastik ve lastik	182
20 01 01	Kağıt ve karton	148
	Diğer	269
GENEL TOPLAM		34857

1.2.10. Atık Su Arıtma Tesisi Çamurları

Aksaray'daki sanayi kuruluşlarının atık su arıtma tesislerinden kaynaklanan arıtma çamurları, lisanslı bertaraf tesislerinde bertaraf edilmekte olup, belediyenin evsel/kentsel atık su arıtma tesislerinden kaynaklanan arıtma çamuru bulunmamaktadır.¹⁶

1.2.11. Tıbbi Atıklar

Aksaray ilinde tıbbi atık miktarının 2012-2016 yılları arasındaki değişimi Tablo 1.15'te verilmiştir. Tıbbi atık miktarında her sene bir önceki seneye göre 6 ila 12 ton arasında belirli bir artış olduğu gözlenmiş, ancak önemli seviyede bir artış söz konusu olmamıştır.

Tablo 1.15 - Aksaray İlinde Tıbbi Atık Miktarının Yıllara Göre Değişimi¹⁷

YILLAR	2012	2013	2014	2015	2016	2017
TIBBİ ATIK MİKTARI (TON)	192	198	214	224	236	280

¹⁶ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Aksaray İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_2016_cvre_durum_raporu_enson-20180122082236.pdf.

¹⁷ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Aksaray İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_cdr2017-20181005134717.pdf.

1.3. Diğer Bulgular

Aksaray ilinde toplam işletme sayısı, ihracatı en yüksek ilk 10 ürün, en çok istihdam sağlayan ilk 10 sektör ve en yüksek miktarda tehlikeli atık üretimi bazında ilk üç sektör Tablo 1.16'da verilmiştir. Bu sektörler hem kaynak kullanımı hem de tehlikeli atık üretimi bazında Aksaray'da en öncelikli sektörler olduğundan, bu sektörler için endüstriyel simbiyoz olanaklarının araştırılması gereklidir.

Tablo 1.16 - Aksaray'da Belirli Ekonomik ve Çevresel Parametrelere Göre İlk Üçe Giren Sektörler

SEKTÖR	İşletme Sayısına Göre Sıralama	İhracatı En Yüksek İlk 10 Ürüne Göre Sıralama	En Çok İstihdam Sağlayan İlk 10 Sektöre Göre Sıralama	Tehlikeli Atık Miktarına Göre Sıralama
Metal eşya sanayi	1	2		1
Gıda sektörü	2			
İnşaat, mermer ve yapı malzemesi	3			
Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve teçhizat		1		
Motorlu kara taşıtı ve römorklar		3		2
İç giyim eşyası imalatı			1	
Motor ve türbin imalatı; uçak, motorlu taşıt ve motosiklet motorları hariç			2	
Süthane işletmeciliği ve peynir imalatı			3	
Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)				3

Tehlikeli atık beyanında bulunan firmaların beyan ettikleri atıkları değerlendirildiğinde, kontamine olmuş ambalajlar, arıtma ile boya ve vernik çamurları, organik çözücü içeren atıklar, kurşunlu piller ve akümülatörler, öğütme parçaları ile yağlı atıkların en yüksek düzeyde üretilen tehlikeli atıklar olduğu görülmektedir.

Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nün yayınladığı "Aksaray İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu"ndan elde edilen verilere göre Aksaray'da bertaraf edilen tehlikeli atık miktarı 2015 yılında 260.803 kg iken, 2016 yılında 262.047 kg'a, 2017 yılında da 301.486 kg'a yükselmiştir.

Aksaray'da üretilen tehlikesiz atıklar bertaraf edilen miktarları bazında değerlendirildiğinde demir ve metaller, kâğıt ve karton, cam, karışık ve plastik ambalaj ile demir metal toz ve parçacıkların öne çıktığı görülmektedir. Yine tehlikesiz atıklar geri kazanım oranları bazında değerlendirildiğinde demir metaller, kâğıt ve karton ambalaj, karışık ambalaj, demir metal toz ve parçacıklar, plastikler,

atık plastik ve kompozit malzeme atıklarının oldukça sınırlı düzeylerde geri kazanılabildiği görülmektedir.

Aksaray'da bulunan 25 geri dönüşüm tesisinde çeşitli ambalaj, atık plastik, kâğıt, karton vb. geri dönüşümü daha yaygın olan atıkların yanı sıra öğütme parçaları ve öğütme maddeleri, tekstil atıkları, baca gazı tozu, kurşun, cüruf vb. daha özel atıkların da geri dönüşümü yapılmaktadır. Bu kapasite endüstriyel simbiyoz çalışmaları için önemli bir potansiyele karşılık gelmektedir.



Aksaray OSB İçin Değerlendirme

2. Aksaray OSB İçin Değerlendirme

2.1. Sektörel Profil

Aksaray'da yer alan en büyük firmalar arasında Mercedes-Benz, Süttaş, Doğu Çay, Eroğlu, Kaya Giyim, Borsan Panel Radyatör, Keskinkılıç Özel Şeker Fabrikası, Polytech Plastik, Çift Kartal, İmer L&T ve Tarım Kredi Fabrikası yer almaktadır. Bununla birlikte, 135 Hektarlık bir alanda kurulumu devam etmekte olan Brisa Lastik Fabrikası faaliyete geçtiğinde yıllık 4.200.000 adet lastik üretmesi ve ilgili taşıeron firmalarla birlikte toplamda 3.000 kişiye istihdam sağlaması öngörülmektedir.

1.800 çalışanı ile yıllık üretim kapasitesi 20.000 araç olan Mercedes-Benz Türk A.Ş. Aksaray Kamyon Fabrikası'nın 1986'dan bu yana Aksaray'da faaliyette olması ve bölgesel teşvik kapsamında Aksaray'ın sunmuş olduğu fırsatların varlığından ötürü, otomotiv yan sanayi sektörü Aksaray'da önemli bir üretim düzeyine ulaşmıştır. Aksaray'daki otomotiv yan sanayi sektöründe üretilen ürünler Tablo 2.1'de yer almaktadır.¹⁸

Tablo 2.1 - Aksaray Otomotiv Yan Sanayide Üretilen Ürünler¹⁹

• Oto döşeme imalatı • Oto yan sanayi ürünleri imalatı • Panel radyatör • Treyler, tanker, dorse • Plastik - kompozit - metal boyama • Karoser parçaları • Kataforez kaplama • Forklift imalatı	• Galvaniz kaplama • Oto aynası • Damper - römork imalatı • Transmikser • Fren hortum setleri, yakıt hortum setleri • CNC kesim, büküm, kaynak, parça imalat • Beton pompası, konveyör bantlı mikser
---	--



2.2. Aksaray OSB İle İlgili Genel Bilgiler²⁰

Aksaray OSB, yerli ve yabancı olmak üzere toplamda 204 adet faal firma ile 17 farklı sektörde üretim yapmakta ve yaklaşık 11.600 kişiye istihdam sağlamaktadır. OSB ayrıca, kısa vadede üretime geçmeye hazır 52 fabrika ile yapımı ve projesi devam eden 58 fabrikanın da üretime geçmesi ile birlikte bölgedeki istihdam sayısını 16.000 kişiye ulaştırmayı amaçlamaktadır. Yakın bir zamanda tahsis aşamasına gelecek olan 495 hektarlık 3. genişleme alanı üzerinde yer alacak fabrikaların da üretime geçmesiyle birlikte, bölgedeki istihdamın uzun vadede 25.000 kişiye ulaştırılması hedeflenmektedir.

¹⁸ Aksaray Yatırım Destek Ofisi, 2017b. Aksaray 2017 yılı yatırım destek ve tanıtım stratejisi, Ahiler Kalkınma Ajansı, http://ahika.gov.tr/assets/ilgili-dosyalar/ahika_ydts_aksaray_final_27eylul.pdf.

¹⁹ Aksaray Yatırım Destek Ofisi, 2017a. Ekonomi Göstergeleri Aksaray, Ahiler Kalkınma Ajansı, http://ahika.gov.tr/assets/ilgili-dosyalar/ahika_ekonomi_gostergeleri_aksaray_27eylul.pdf.

²⁰ Aksaray Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü (2018), Aksaray OSB ile ilgili genel bilgiler, Proje kapsamında veri temini

OSB'nin Kısa Tarihçesi ve Kanunu

1987 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından kuruluşu kabul edilen ve 1991 yılında Bölge Müdürlüğü oluşturulan Aksaray OSB, 12.04.2000 tarihinde yayınlanan Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu hükümlerine göre tüzel kişilik kazanmıştır.

Aksaray, 1998 yılı içerisinde “Kalkınmada 1. Derecede Öncelikli İller” arasında yer alarak bu önceliklerin vermiş olduğu avantajları elinde tutmanın yanı sıra, 5084 sayılı Teşvik Kanunu ile birlikte cazibe merkezi bir kent olarak sanayi ve ekonomisiyle birlikte gelecek yıllara hazırlanmaktadır. Aksaray OSB parsellerine olan yoğun ilgiden dolayı 3. genişleme alanı çalışmaları devam etmektedir. Bu çalışmalar kapsamında yer seçimi kesinleşmiş olup, imar planı çalışmaları sürdürülmektedir.

Aksaray OSB, E-90 Karayolu üzerinde yer almaktadır. Bölgeye ulaşım imkânları çok rahat olup Aksaray'dan geçen bölünmüş yollar tamamlanmıştır. Aksaray OSB Mersin Limanı'na 260 km, Ankara'ya 220 km, Konya ve Kayseri illerine ise 150 km mesafededir.

OSB ile İlgili Bazı Sayısal Veriler

Aksaray OSB ile ilgili temel bazı fiziksel ve çevresel veriler aşağıda Tablo 2.2'de sunulmaktadır.

Tablo 2.2 - Aksaray OSB ile İlgili Temel Sayısal Veriler

Toplam Yerleşke Alanı (m ²)	1.298.000
Doluluk Oranı (%)	61
Parsel Sayısı	321
Firma Sayısı	314
OSB Geneli Yıllık Doğalgaz Tüketim (m ³)	29.388.000
OSB Geneli Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	158.374.677,1
OSB Geneli Yıllık Su Tüketimi (m ³)	453.958
OSB Geneli Yıllık Toplam Evsel Atık Miktarı (ton)	3.000 ton/yıl

OSB'de Öne Çıkan Sektör ve Firmalar

Aksaray OSB'de öne çıkan sektörler gıda, metal, inşaat, tekstil ve otomotiv yan sanayi olmakla birlikte otomotiv, tarım alet makineleri ve plastik sanayi sektörlerinde de faaliyet gösteren ve birçok ülkeye ihracat yapan firmalar mevcuttur.



OSB'deki Sektörlerin Analizi

Aksaray OSB'de faaliyet gösterilen sektörler, 5 ayrı kategoride sıralanmış ve ilk 10'a girenler belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda, her kategoride 1-5. sıralarda yer alan sektörler ve 6-10. sıralarda yer alan sektörler ayrı renklerle gösterilmiştir.



Tablo 2.3 - OSB'deki Sektörlerin Analizi ve Sıralandırılması

Sektör	Çalışan Sayısı	Firma Sayısı	Yatırım Tutarı (TL)	Toplam Alan (m ²)	Toplam Kapalı Alan (m ²)
Otomotiv	1893	15	756,225,000	1,208,244	355,324
Metal	1974	44	76,634,420	619,279	209,650
Gıda	2657	21	142,068,941	439,366	172,724
İnşaat	1085	35	93,440,652	472,143	108,960
Plastik	624	20	66,441,000	319,799	78,875
Mobilya	380	19	30,535,250	155,167	64,254
Makine	345	16	31,344,000	170,016	53,525
Maden	193	5	31,000,000	199,876	52,037
Tekstil	2800	13	22,852,634	185,461	43,827
Cam	50	3	2,947,188	35,221	11,995
Lojistik	40	1	5,946,700	21,733	11,800
Kağıt	75	1	12,000,000	47,170	10,000
Mobilya-İnşaat	25	1	551,400	9,987	4,030
Yem	208	2	11,291,876	131,374	3,200
Gübre	6	1	950,000	19,261	2,500
Kimya	20	2	2,117,500	15,365	2,360
Kargo	30	1	1,500,000	7,590	2,000
El Aletleri	30	1	800,000	9,899	1,860
Orman	45	1	1,000,000	10,000	1,235
Metal-Plastik	10	1	610,000	5,089	1,200
GENEL TOPLAM	12490	203	1,290,256,561	4,082,041	1,191,356

■ Her kategoride 1-5. sıralar arasında yer alan sektörler.

■ Her kategoride 6-10. sıralar arasında yer alan sektörler.

OSB'nin Altyapı Bilgileri

OSB'de fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma ve çamur susuzlaştırma ünitelerinden oluşan, 1.500 m³/gün kapasiteli merkezi atık su arıtma tesisinin inşaatı tamamlanmış olup, hâlihazırda hizmet vermektedir.²¹ Tesisin kapasitesinin 24.000 m³/gün kapasiteye çıkarılması için halen proje çalışmaları devam etmektedir. OSB'ye ait bu merkezi atık su arıtma tesisinin iç izlemesi ve bölge içerisindeki firmalardan denetim amaçlı alınan atık suların analizlerinin yapılmasında, OSB yönetiminin laboratuvarı kullanılmaktadır. OSB'ye ait bir Enerji Yönetim Birimi bulunmakta iken, Çevre Yönetim Birimi bulunmamaktadır.

Bölge içerisinde kullanma suyu altyapı-üstyapı hatları %100 oranında tamamlanmış olup bölgede kullanılan su, yer altı kuyularından temin edilmektedir. OSB'ye ait günlük su tüketimi yaklaşık 2.000 m³ olarak belirtilmektedir.

OSB İçerisindeki Enerji Santralleri

Aksaray OSB içerisinde faaliyet gösteren toplam 3 adet enerji santrali bulunmaktadır. Bu santrallerden ikisi, 850'şer kWh kapasiteli doğalgazdan elektrik enerjisi üretimi santralleri olup, biri de 4 MWh kapasiteli biyogaz santralidir.

2.3. Çevresel Durum

2.3.1. Endüstriyel Atık Su

Aksaray OSB'nin içme ve kullanma suyu, Aksaray Belediyesi Bağlıköy su kaynaklarından sağlanmaktadır. Ayrıca, su tüketimi çok olan bazı sanayi kuruluşları su ihtiyaçları dahilinde yer altı suyu kuyusu işletmektedir. İl genelinde sanayinin kullandığı suyun kaynaklara göre

dağılımının yüzdelik oranları konusunda bir çalışma yapılmamış olup, endüstriyel su temin miktarı ölçülmemektedir.

OSB'den deşarj edilen yüksek düzeyde ağır metal, toksik ve tehlikeli maddeler içeren endüstriyel atık sular, bölgedeki akarsuların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır.

Aksaray ilinin nüfusu 205.000 olup bu nüfusun %98'i kanalizasyon sistemine bağlıdır. Aksaray'da atık su arıtma tesisi bulunmamaktadır ancak arazi tahsisi tamamlanmış olup ÇED süreci devam etmektedir. ÇED olumlu raporunun ardından İlbank aracılığı ile projelendirilmesine geçilecektir.

Aksaray ilinde Eski Belediyesi'ne ait atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. Atık su arıtma tesisi arıtma çamuru analiz sonuçları sınır değerleri aşmadığı için katı atık düzenli depolama sahasında bertaraf edilmektedir.²² Aksaray'da atık su geri kazanımı işlemi yapılmamakta olup, atık suların geri kazanılması ile ilgili olarak herhangi bir çalışma da yapılmamıştır.



²¹ Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Aksaray İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_2016_cvre_durum_raporu_enon-20180122082236.pdf.

²² Aksaray Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017. Aksaray İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aksaray_2016_cvre_durum_raporu_enon-20180122082236.pdf.

2.4. Diğer Bulgular



Metal eşya sanayi, gıda ürünleri ve içecek, inşaat, mermer ve yapı malzemeleri sanayi, otomotiv, karoser ve yan sanayi, plastik ve kauçuk sanayi, tekstil ve dokuma ürünleri sanayi ve mobilya imalat sanayi Aksaray OSB'de en fazla işletme ve/veya en fazla çalışan sayısına sahip sektörlerdir.

OSB'nin kendi işlettiği arıtma tesisi dışında beş büyük firmanın da arıtma tesisi olmasına karşın, OSB'den deşarj edilen yüksek düzeyde ağır metal, toksik ve tehlikeli maddeler içeren endüstriyel atık sular, bölgedeki akarsuların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır.

Merkezi atık su arıtma tesisi kapasitesinin 1.500 m³/günden 24.000 m³/gün kapasiteye çıkarılması için devam eden proje çalışmaları tamamlanıp, inşaat aşamasına geçilmeden temiz üretim ve endüstriyel simbiyoz ile sağlanabilecek atık azaltım, atık su yeniden kullanım vb. potansiyeli değerlendirilmelidir.

Öne Çıkan Sektörlerdeki Endüstriyel Simbiyoz Olanakları

3. Öne Çıkan Sektörlerdeki Endüstriyel Simbiyoz Olanakları

Çalışma kapsamında Aksaray OSB'de öne çıkan sektörler belirlenmiş, ardından bu sektörlerdeki endüstriyel simbiyoz olanakları araştırılmış ve literatürden dünyadaki uygulamalar derlenmiştir.

Aksaray OSB'den temin edilen veriler ışığında üretimde olan tesisler arasından;

- İlgili sektörde faal tesis sayısı,
- İstihdam edilen kişi sayısı,
- Toplam yatırım tutarı,
- Toplam parsel büyüklüğü ve
- Toplam kapalı alan

kriterleri dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışma sonrası Aksaray OSB'de öne çıkan sektörler, öncelik sırasına göre aşağıdaki gibi listelenmiştir:

Tablo 3.1 - Aksaray OSB'de Öncelik Sırasına Göre Öne Çıkan Sektörler

Öncelik Sırası	Sektör
1	Otomotiv
2	Metal/Makine
3	Gıda
4	İnşaat
5	Plastik
6	Mobilya
7	Maden
8	Tekstil
9	Cam
10	Kağıt
11	Yem



Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda öne çıkan sektörlerle yönelik endüstriyel simbiyoz olanakları, bu bölümde her bir sektör için ayrı bir başlık altında sunulmaktadır.



3.1. Metal İşleme ve Makine Sektörleri

Metal işleme, makine ve eşya sektörü, endüstriyel simbiyoz olanakları araştırılırken sektörün hammadde ihtiyacı ve atık üretimi göz önüne alındığında taşıdığı simbiyoz potansiyeli bakımından ön plana çıkmaktadır.

Literatür taraması ışığında belirlenen yaklaşımlardan ilki termik santraller ve metal atıkları üzerinedir. Kömür ile işletilen termik güç santrallerinden kaynaklanan uçucu küllerin seramik sektöründe hammadde olarak değerlendirilmesi bilinen bir yaklaşımdır. Çalışmalar, uçucu kül bileşimine metal eklendiğinde sinterleşme (yapışma, topaklaşma) prosesinin ciddi oranda değişime uğradığını göstermektedir. Ayrıca metal atıkları, arıtma çamurlarının depolama sahalarına gönderilmesini güçleştirmektedir. Yapılan çalışmalar termik santrallerden kaynaklanan ve seramik sektöründe değerlendirilen uçucu küle metal sektörden kaynaklanan atıkların eklenmesiyle daha inert bir seramik malzeme üretiminin sağlanabileceğini göstermektedir.²³

Yapılan çalışmada üç farklı metal atığının uçucu kül içeriğine beslenerek, seramik ürünlerin sinterleşme sıcaklığının düşürülüp en yüksek malzeme yoğunluğuna ulaşması sağlanmıştır. Bu süreçte metal atıklardan en çok fosfat banyosu proseslerinden çıkan çamur türü etkili olmuştur. Bu atık çamurun %10'luk oranda uçucu kül bileşimine eklenmesi ile sinterleşme sıcaklığı 75 °C düşürülmüş ve maksimum yoğunluk/minimum su

emilimi noktasına ulaşılmıştır. Ayrıca yapılan sızdırmazlık testlerinde tehlikeli atık kategorisindeki Arsenik (As) sızıntısını önlediği de görülmektedir. Bu yönleri ile metal atıkların uçucu kül bileşimine eklendiği seramik üretim proseslerinde hem düşük sıcaklık ihtiyacı nedeniyle enerji tasarrufu hem de tehlikeli atıkların sızdırmaz bir yapı ile sinterleşmesi sonucunda depolanma sorununa önemli ekonomik ve çevresel faydalar sağlanmaktadır.

Bir başka çalışma atık motor yağlarının dizel yakıt üretimine hammadde girdisi olarak kullanımını araştırmıştır. Çalışma, atık motor yağlarının iki yöntemle değerlendirilmesini incelemiştir. Birincisi atık motor yağlarının baz motor yağı olarak geri kazanımı, ikincisi ise atık motor yağlarından dizel yakıt elde edilmesidir. İşlem sırasında dizel yakıt ve benzinin farklı distilasyon sıcaklığı gereksinimlerinden faydalanılmıştır. Benzin 40-190 °C kaynama aralığında elde edilirken dizel yakıt 250-330 °C kaynama aralığında elde edilir. Piroлиз işleminden sonra soğumaya bırakılan üründe %20 oranında benzin türevi hafif yağ eldesi sağlanır ve gerekli katkıları ile 90-93 oktan benzin eldesi sağlanabilir. Geriye kalan yaklaşık %80 oranındaki üründe, gerekli katkıların eklenmesi ile uygun kalitede dizel yakıt eldesi sağlanmış olur. Elde edilen yakıtın evsel veya endüstriyel olarak kullanılabilirliği ve ham petrol bazlı üretilen muadillerinden farksızlığı, ürünü bu anlamda çevresel ve ekonomik olarak elverişli ve kullanışlı kılmaktadır.²⁴

²³ R. Little, M & Adell, V & Boccaccini, Aldo & Cheeseman, C.R.. (2008). Production of novel ceramic materials from coal fly ash and metal finishing wastes. Resources Conservation and Recycling – Resour. Conserv. Recycl. 52. 1329-1335. 10.1016/j.resconrec.2008.07.017.

²⁴ YANGJIANG. (n.d.). Retrieved March, 2018, from http://www.motoroilrecycle.com/product_27_WasteOilToDieselOilPyrolysisMachine.html

Atık motor yağlarının ayrıştırılması prosesinde katalizlenen gaz-sıvı karışımının uygun basınç ile distilasyonu aşağıdaki nitelikleri sağlar:

1) En yüksek kalitede ürün eldesi için en güncel katı katalizörlerin kullanıldığı Katalitik Piroliz işlemi uygun bir işlemdir. Bu işlemde sıvı fazında kullanılan katalizör ve gaz fazında çalışan katalizörler bir arada çalışarak en yüksek kalitede ve miktarda ürünün elde edilmesini sağlar. Sıvı fazda öncül bir ayrıştırma sağlayan sistem, ağırlıklı olarak koku giderimi sağlar. Gaz fazında çalışan katalizörler ise büyük molekül zincirlerinin maksimum oranda kırılmasını sağlayarak sistemin verimliliğini büyük oranda artırır. Sistem yaklaşık %90 geri kazanım oranı ile verimliliği oldukça yüksek bir modeldir.

2) Ürünün tek basamakta toplanması için ikincil bir distilasyon işlemine ihtiyaç duyulmaz. Proses sonucunda elde edilen ürünün kalitesi yüksek olurken aynı zamanda diğer proseslere oranla miktar artışı da sağlanır.

3) Yeni nesil dengeleyici ajanlar ve koku gidericiler kullanılarak elde edilen ürünün renk ve koku kalitesi artırılır. Ayrıca uygun fiziksel ve kimyasal işlemler sayesinde mevcut ürünün rahatsız edici kokusu giderilmiş olur.

4) Katalitik piroliz işlemi diğer işlemlere oranla ekonomik ve çevresel açıdan daha uygundur. Ayrıca proses sonucunda ikinci bir çevresel yük oluşturmaz.



Geri kazanım prosesinde aşağıdaki yöntem izlenir:

- Kullanılmış (atık) motor yağları ve katalizör distilasyon kolonuna yüksek sıcaklık pompası vasıtasıyla gönderilir ve devir daim sağlanır.

Termal ısıtıcı akışkanlar ve soğutma suyu aracılığı ile sıcaklık ve devir daim sabit tutulur. Proses sonucunda çıkan distile su ise deşarj vanası aracılığı ile sistemden alınır.



- 120 °C'de tümüyle buharlaştırılan su sonrasında sistemde kalan distile edilmiş ürün soğutma ünitesine ve katalizörle birleşmek üzere ayrı bir tanka alınır. Sıcaklık 150 °C üstüne çıktığında distilasyona devam edilir ve besleme kesilir. Sonrasında sıcaklık 300 °C üstüne çıktığında ise aspiratör pompa çalıştırılarak sıvılaşmayan hidrokarbon bazlı bileşiklerin yakılmak üzere toplanması sağlanır ve atmosfere salınımı önlenir.

- Ayrı bir tankta depolanan distile yakıt bu noktadan sonra ince filtrasyon ve renksizleştirme işlemlerine tabi tutulur ve kullanım için hazırdır.

- Distilasyon kolonunda oluşacak cürufun periyodik olarak çekilmesi gereklidir.

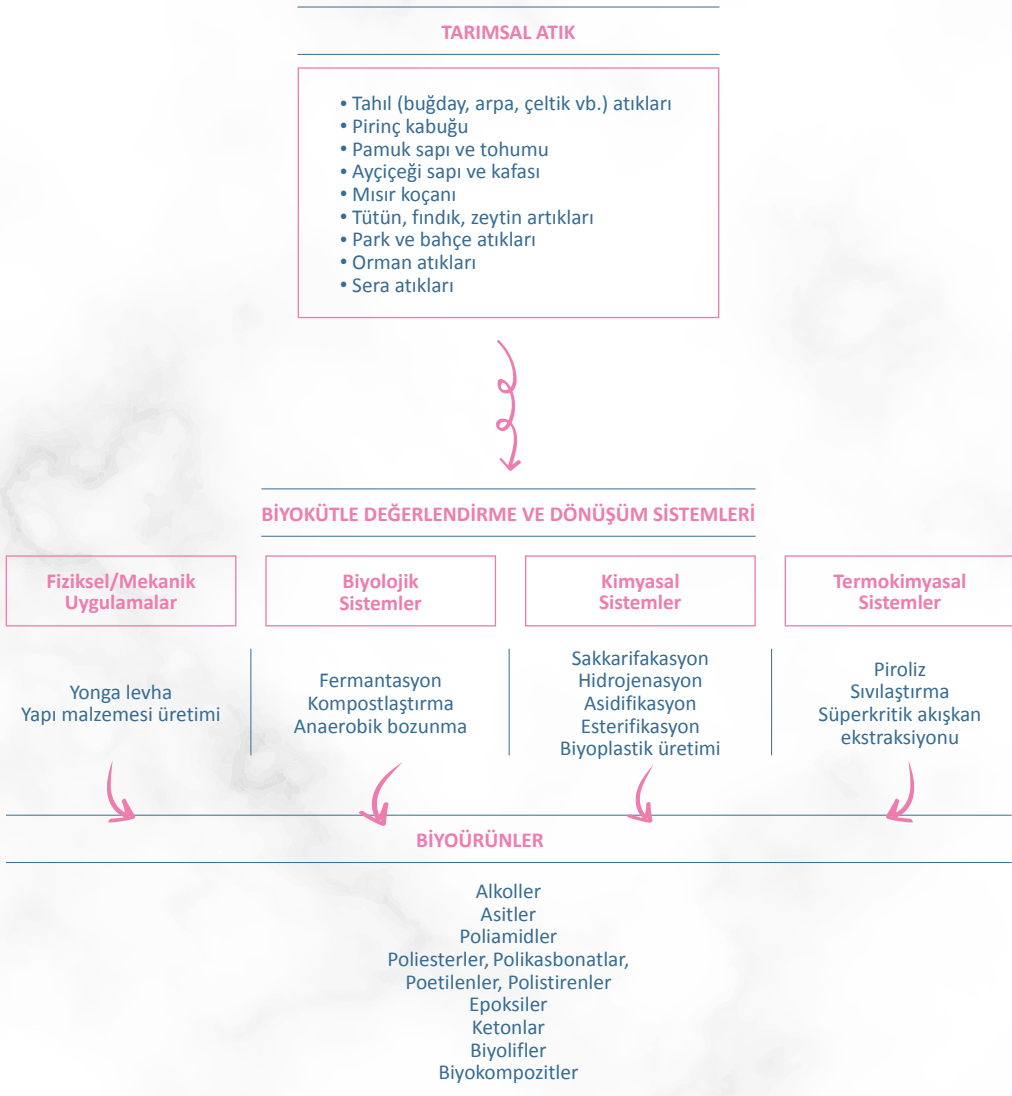
Bir başka çalışma demir çelik endüstrisi kaynaklı atık demir tozunun biyogaz üretim tesislerinde kullanımı üzerinedir. Çalışma, lazer kesim makinelerinin işlemleri sırasında oluşan atık demir tozunun toplanıp ayrılarak biyogaz üretimi yapılan reaktörlere eklenmesini araştırır. Toplanan atık içeriğindeki manyetit oranı yaklaşık %85 civarındadır. Demir tozları, gübre ile karıştırıldığında ciddi miktarda hidrojen sülfür bileşenini nötralize eder. Diğer bir açıdan demir tozları sistemde doğal olarak var olan yoğun hidrojen sülfür konsantrasyonunu yaklaşık %90 oranında azaltırken biyogaz oluşumuna da herhangi bir etki yapmamaktadır. Yapılan çalışmalar ölçeğinde demir tozu besleme oranının 1,0 – 2,0 g/L aralığında tutulması önerilmiştir. Sistemde oluşan demir sülfat bileşenlerinin ise ayrıca değerlendirilmesi önerilmektedir.²⁵

²⁵ Andriamanohiarisoamanana, F. J., Shirai, T., Yamashiro, T., Yasui, S., Iwasaki, M., Ihara, I., Umetsu, K. (2018). Valorizing waste iron powder in biogas production: Hydrogen sulfide control and process performances. *Journal of Environmental Management*, 208, 134-141.

3.2. Gıda Sektörü

Aksaray Organize Sanayi Bölgesi içerisindeki endüstriyel simbiyoz olanakları araştırılırken öne çıkan seçeneklerden biri de gıda sektörü olmuştur. Gıda sektöründe endüstriyel simbiyoz olanakları olarak gıda atıklarından (meyve, sebze, süt ve et ürünleri gibi) değerli bileşen üretimi ve şeker sektöründe tarımsal atıklardan biyoyakıt üretimi, tarımsal atıkların lignoselülozik ve lif yapılarından faydalanarak kompozit üretimi gibi konuların üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Öncelikle tarımsal atıklardan elde edilecek biyokütle sayesinde yüksek katma değerli malzeme/ürün elde etmek için pek çok teknoloji bulunmaktadır. Çalışma prensiplerine göre bu teknolojiler dörde ayrılmaktadır. Şekil 3.1’de bu teknolojiler ve ürünler gösterilmektedir.²⁶



Şekil 3.1 - Biyokütle Değerlendirme ve Dönüşüm Sistemleri (Yakıt Dışı)²⁷

Yukarıda bahsedilen biyokütle dönüşüm sistemi olarak kullanılan birçok teknoloji bulunmaktadır. Ancak yukarıda verilmiş olan teknolojiler en çok kullanılan teknolojilerdir. Herhangi bir biyokütlenin

²⁶ Sektörel İnceleme Çalışmaları -1 İleri Teknoloji Projeleri (İTEP) Destek Programı. (2011). Ankara: TTGV.

²⁷ R. Little, M & Adell, V & Boccaccini, Aldo & Cheeseman, C.R.. (2008). Production of novel ceramic materials from coal fly ash and metal finishing wastes. Resources Conservation and Recycling – Resour. Conserv. Recycl. 52. 1329-1335. 10.1016/j.resconrec.2008.07.017.

dönüşümü için yukarıdaki her bir teknolojinin pozitif ve negatif yönleri vardır ve bu teknolojileri birbirleri ile değerlendirebilmek için ciddi kaynakla birlikte detaylı değerlendirme ve fizibilite çalışmaları gerekmektedir. Tarımsal atıkların dönüştürülmesi için teknoloji seçiminde karşılaşılan diğer zorluk ise tarımsal atığın kimyasal içeriği, miktarı, atıktan üretilcek ürünün çeşidi, ürünün piyasa değeri, teknolojinin karmaşıklık düzeyi vb. kriterlerdir. Bu etkenin yanı sıra proses seçimi de önemli bir kriterdir.²⁸

Bahsi geçen teknolojilerden karmaşıklık düzeyi en az olan fiziksel/mechanik sistemlerdir. Bu kategorideki teknolojiler ile tarımsal atıkların lignoselülozik ve lif yapılarından yararlanarak malzemenin mukavemet gücünü artırma prensibine dayanan bu sistemlerle yonga levha ve yapı malzemelerinin yanı sıra bazı kompozit malzemeler üretilmektedir. Bu ürünler daha çok mobilya ve inşaat gibi sektörlerde kullanıldığından, üretilen atığın yerel olarak kullanımına olanak tanımaktadır.²⁹

Ancak günümüzde biyokütle dönüşüm teknolojiler çoğunlukla biyoyakıt (biyoetanol, biyodizel, biyogaz, sentez gazı vb.) üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Bu sebeple bahsedilen teknolojilerden en yaygın kullanılanları gazlaştırma ve piroliz sistemleridir. Enerji üretimi önceliği ile geliştirilmiş bu termokimyasal sistemler işletme koşulları ve biyokütle çeşidinde yapılacak değişiklikler ile hedeflenen yakıt dışı ürünlerin üretimi için kullanılabilir. Bu yönüyle gazlaştırma, piroliz ve sıvılaştırma teknolojileri biyolojik ve kimyasal sistemlere oranla daha bilinen yaygın kullanımlardır.²⁹

Bu teknolojilerden en az bilgiye sahip olunanlar biyolojik ve kimyasal sistemlerdir. Özellikle biyolojik sistemlerdeki mikro organizmaların kontrollü yetiştirilmesi ve kimyasal sistemlerde bir dizi reaksiyonun art arda farklı reaktörlerde gerçekleşmesi gerekliliği sebebi ile ileri teknoloji içeren çalışmalar gerektirmektedir.²⁹ Bu teknolojilerin belirli bölümünü bir arada kullanarak biyokütleden farklı ürünler elde etmek mümkündür. Proses olarak rafinasyona benzediğinden bu sisteme biyorafinasyon denilmektedir. Biyorafinasyon sayesinde biyokütleden maksimum düzeyde faydalanılmakta ve ara ürünler de kullanarak katma değeri yüksek ürünler çok az miktarda atıkla üretilmektedir.²⁹

Bir diğer çalışmada ise eko-inovasyon konusunda Avrupa Araştırma Alanı Ağı (ERA-NET ECO-INNOVERA) çerçevesinde yürütülmekte ve araştırma, yenilik ve çevre politikası yapıcılarını, araştırma ve geliştirme, ekonomi ve toplumda eko-inovasyonun uygulanmasının nasıl artırılacağı konusunda tavsiyelerde bulunmayı amaçlayan "Uluslararası Eko-Inovasyon Parkları Araştırması"nda ekolojik kriterler kullanılarak uluslararası anket amaçlanmıştır. Bu anketler sayesinde,

- Eko-inovasyon deneyimleri hakkında detaylı bir genel bakış
- Eko-inovasyon parklarının oluşturulması ve yönetimi için başarı faktörlerini belirleme
- Mekânsal konumlandırılmış eko-inovasyon girişimlerinin etkili bir şekilde geliştirilmesi ve yönetilmesi ile ilgili kilit konuları tanımlanmıştır.³⁰



²⁸ R. Little, M & Adell, V & Boccaccini, Aldo & Cheeseman, C.R.. (2008). Production of novel ceramic materials from coal fly ash and metal finishing wastes. Resources Conservation and Recycling – Resour. Conserv. Recycl. 52. 1329-1335. 10.1016/j.resconrec.2008.07.017.

²⁹ Yangjiang, (n.d.). Retrieved March, 2018, from http://www.motoroilrecycle.com/product_27_WasteOilToDieselOilPyrolysisMachine.html

³⁰ Massard G., Jacquot O., Zürcher D. 2014: International survey on ecoinnovation parks. Learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation. Federal Office for the Environment and the Eranet Eco-Innova, Bern. Environmental studies no. 1402

Bu araştırmada geçen 26 no'lu Les Sohettes Bio rafineri, yerli tarım ile uğraşan kişilerin girişimi sonucu ortaya çıkmıştır. İlk yerleşen firma çiftçi kooperatifinin kurduğu şeker rafinerisi olan Cristal Union'dır. Bir yıl boyunca kullanılan bu kooperatif projenin finansman kaynağıdır. Bir hububat grubu olan Chamtor, buğdaydan tahıl nişastası ve glikoz bazı ürünler üretmektedir. Bu parktaki endüstriyel ekosistem, pancar ve buğdaydan etanol üreten bir firmanın yerleşmesi ile tamamlanmıştır. Şeker rafinerisinin yanına ARD araştırma ve geliştirme merkezi (Agro-industrie Recherches et Développements)'nin yerleşmesi ile katılımcıların motivasyonları artmış ve ARD bölgeye prestijli üniversiteleri ve kozmetik sektöründeki Amyris gibi eko-inovatif firmaları getirmiştir.³¹



Bu yerleşim alanı, biyokütle üretimine başvuran ve gıda, kozmetik, enerji ve sağlık sektörlerine yönelik geniş bir ürün yelpazesine dönüşen yeni biyo-ekonomiye yönelik bir semboldür. Bazancourt-Pomacle, tüm bitkisel tesisin değerini belirleyen entegre biyo-rafineri alanında lider bir şirket olmayı hedeflemektedir. Enerji kazanımını ve yeraltı suyu çıkartmayı limitleyen geri kazanım kondensatları, karşılıklı buhar çıkışı, atık su arıtma havuzu, buğday ve pancar yan ürünlerinden bio-etanol üretimi ve biyokütle kojenerasyon tesisi ile enerji üretiminin ortak projesi gibi sinerjiler şimdiden ilerlemektedir. Araştırma programı aslında tarım işletmeleri ve ARD'nin hissedarları ile işbirliği içinde tasarlanmıştır. Araştırma kapsamında sunulan 26 no'lu eko inovasyon parkı Şekil 2'de gösterilmektedir.³²

Son olarak gıda atıklarının endüstriyel simbiyoz olanaklarının değerlendirilmesi konusunda literatürde gıda atıklarının geri dönüşümü ve

endüstriyel simbiyozu hakkında örnekler ve pilot deneylerle karşılaşmıştır. Bazı örneklerde ise gerçek boyuttaki ekonomik ve teknik fizibilite (bir şirketin ürettiği gıda atıklarının özellikleri ve miktarı, bu atıklardan yararlanabilecek diğer şirketlerin coğrafi dağılımı vb.) incelenmiştir. Mirabella vd. (2014) çalışmasında 111 çalışma incelemiş ve gıda atıklarını sektör ve tiplerine göre ayırmıştır. En umut verici değerli bileşen kaynaklarının meyve ve sebzelerden geldiğini belirtmiştir. Özellikle zeytin, egzotik meyveler ve domatesten farklı değerli bileşenler sağlanabilmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, araştırmacılar genel olarak yüksek uygulama olanakları ve potansiyelleri sebebiyle antioksidanlar, lif, fenoller, polifenoller ve karotenoidler üzerine yoğunlaşmışlardır. Et ve türev proteinleri en çok ekstrakte edilen maddeler olması nedeniyle süt yan ürünlerinden esas olarak laktik asit, proteinler ve peptitler elde edilir.³²

Gıda endüstrisindeki endüstriyel simbiyozun teşvik edilmesinin, sadece mevcut teknolojilerin ve materyal potansiyelinin kalite ve miktar açısından değerlendirilmesi ile mümkün olduğu açıktır. Şirketler arasında endüstriyel bir simbiyoz geliştirebilmek için fizibilite çalışmaları, atıkların türünü ve miktarını sınıflandırmak, hangi sanayi sektörünün / faaliyetlerinin bunları dönüştürüp kullanabileceğini, nasıl işlemlerden geçmesi gerektiğini ve üreticilerin, kullanıcıların ve potansiyel alıcıların coğrafi dağılımını belirlemek için gereklidir. Öte yandan, bu çalışmalar önerilen tüm iyileştirme sürecinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek, çevresel bir bölmeden diğerine kayma riskini önlemek için gereklidir. Örneğin, sunulan bileşiklerin ekstraksiyon prosedürleri, çözücüler veya katkı maddeleri gibi potansiyel kirlenici kimyasalların kullanımını içerebilir. Yeniden kullanım ve geri kazanımın faydaları, yeni üretim süreçlerinin neden olduğu çevresel etkiler nedeniyle zarar görmemelidir. Bu nedenle, manipülasyonlar olmaksızın doğrudan yeniden kullanım uygulamalarının teşvik edilmesi ya da ürünün yaşam döngüsünün tamamını kapsayan çevresel değerlendirme metodolojilerini benimseyen biyo-arıtma işlemlerinin değerlendirilmesi (örneğin yaşam döngüsü değerlendirmesi) tercih edilir. Aşırı manipülasyonlar ve gıdaların modifikasyon riskinin bazı durumlarda kritik olabileceği dikkate değerdir.³³

³¹ Yangjiang, (n.d.). Retrieved March, 2018, from http://www.motoroilrecycle.com/product_27_WasteOilToDieselOilPyrolysisMachine.html

³² Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. *Journal of Cleaner Production*, 28-41.

³³ Andriamanohiarisoamanana, F. J., Shirai, T., Yamashiro, T., Yasui, S., Iwasaki, M., Ihara, I., Umetsu, K. (2018). Valorizing waste iron powder in biogas production: Hydrogen sulfide control and process performances. *Journal of Environmental Management*, 208, 134-141.



3.3. İnşaat, Yıkım ve Yapı Malzemeleri Sektörü

Avrupa Atık Kataloğuna (2000/532/AT) göre inşaat ve yıkım atıkları geniş bir malzeme içeriğine sahiptir. Bu mineral içeriğiyle inşaat ve yıkım atıkları, geri dönüşüm uygulandığında doğal hammadde yerine kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Üretim süreçleri göz önüne alındığında inşaat ve yıkım atıkları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- **İnşaat Atıkları:** Binaların ve/veya altyapı tesislerinin yapım süreçlerinde oluşan atıklar
- **Yıkım Atıkları:** Binaların ve/veya altyapı tesislerinin tam veya kısmi olarak yıkım süreçlerinden kaynaklanan atıklar
- **Yol Yapım ve Bakım Atıkları:** Yolların yapımı ve bakım süreçlerinde meydana gelen atıklar
- **Toprak, Taş ve Bitki Örtüsü Atıkları:** Arazi tesviyesi, yapı işleri ve temel kazma/dolgu işlemleri sırasında oluşan atıklar

İnşaat sektöründe yapım ve yıkım işlemleri birçok biçimde yürütülebilir. Binaların, altyapı tesislerinin veya yolların yapım, yıkım, yenileme ve bakım/onarım süreçlerinde açığa çıkan atıklar bu bağlamda değerlendirilebilir.

İnşaat yapım ve yıkım süreçlerinde oluşan atığın geri dönüşümünü sağlamak için bu süreçlerde oluşan atığın içeriğine göre belirlenen kısımlarının ayrıştırılması önem taşımaktadır. Yıkım işlemleri sırasında oluşan atığın kaynağında ayrıştırma yaklaşımıyla toplanması ile yüksek kalitede ve yeniden yapı malzemesi olarak kullanılacak nitelikte malzeme eldesi sağlanmaktadır. Bazı Avrupa Birliği üyesi ülkelerde yapım ve yıkım atıklarının kaynağında ayrıştırılması ilgili mevzuatlarla zorunlu tutulmaktadır.

Avrupa'da yaklaşık olarak toplam atık miktarının yüzde 30'u geri dönüşüme uğramaktadır. Çoğu Avrupa ülkesinde genel bir yaklaşım olarak ayrıştırılan atığın geri kazanımından elde edilen malzeme, üretim sürecinde hammaddeye denk görülmekte ve buna göre değerlendirilmektedir. Geri dönüşüm oranları göz önüne alındığında inşaat yapım ve yıkım atıkları taşıdığı potansiyel bakımından diğer atık türleri arasında önemli bir yere sahiptir. Bu durum göz önüne alındığında, AB üyesi devletler tarafından yürütülen pilot çalışmalarda geri dönüşüm seviyelerinin %80'lerin üzerine çıktığı görülmektedir.



İnşaat yapım ve yıkım süreçlerinde oluşan atığın geri dönüşümüne dair edinilen yeni bilgiler oldukça çarpıcıdır. Örneğin, geri kazanım ve yeniden kullanım oranları açısından Hollanda %95, Danimarka %93, Belçika %92 ve Almanya %91 seviyelerinde olduklarını beyan etmişlerdir. Benzer şekilde Avusturya, Estonya ve Polonya %75 seviyesinde geri kazanım oranına ulaşmıştır.

İnşaat yapım ve yıkım işlemleri ile ortaya çıkan inert atıkların geri kazanım yaklaşımlarıyla değerlendirilmesi aşağıdaki uygulamalarla sağlanabilir:

- Çeşitli peyzaj uygulamalarında dolgu malzemesi olarak kullanımı
- Ses yalıtımı için gürültü önleyici bariyer olarak değerlendirilmesi
- Yol yapımında kirilemeye ek olarak temel tabakası veya tabana uygulanması
- Aşınmaz yüzey kaplamaları olarak uygulanması
- Üst-yapı kaplaması olarak değerlendirilmesi
- Çeşitli uygulamalara dolgu malzemesi olarak eklenmesi

İnce öğütülmüş porselen, seramik içeriği bakımından çevre dostu bir yapıdır. Bu türdeki malzemelerin Portland çimento ikamesi olarak sektörde kullanımı uzun zamandır bilinmektedir. Çimento içinde yardımcı bir yapıştırıcı görevi üstlenen seramik malzeme bu açıdan birçok muadiline (ör: uçucu kül) eşdeğer bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Yapılan çalışmalarda seramik bazlı atıkların (puzolan) farklı oranlarda Portland çimento ikamesi olarak kullanımı için bazı parametreler araştırılmıştır. Bazı fiziksel özelliklerin yanı sıra mekanik ve termal özellikleri incelenmiştir ve sonuçları sunulmuştur. Aynı zamanda puzolan beslemesi olmaksızın üretilen Portland çimento

da aynı parametrelerle değerlendirilmiştir. Çalışmada %10 ila %60 oranında değişen atık puzolan beslemesi ile üretilen Portland çimento malzemesi değerlendirilmiş ve sonucunda uygun incelikte öğütülmüş puzolan atığının beklenen ikame performansını yansıttığı görülmüştür.³⁴

Bir başka çalışmada seramik karoların üretiminde erişilen 900 °C fırın sıcaklığının malzemenin puzolan yapısını aktif ettiği görülmüştür.³⁵ Bu yönüyle atığa dönüşen puzolan malzeme, sonrasında çimento üretiminde değerlendirilebilir hale gelmektedir. Ayrıca çalışma %11-14 oranında atık puzolan beslemesi ile üretilen çimento malzeme her hangi bir yapısal farklılığa rastlanmadığını göstermektedir. Benzer şekilde bir başka çalışmada atık seramik karoların puzolan yapısı itibarıyla %35'e kadar çimento içeriğine ikame olarak dahil edilebileceği belirtilmiştir.³⁶

Atık seramik malzemenin çimento üretiminde geri kazanımı ekonomik ve çevresel açıdan pozitif etkiler yaratmaktadır. Ayrıca seramik karoların yapısı itibarıyla çimento içeriğinde alkali-silika reaksiyonlarına katılmadığı için üretilen çimentonun alk ali-silika reaktif potansiyelini düşürmektedir. Ayrıca atık seramik beslemesi ile üretilen çimentonun kuruma ve çekme potansiyeli artmaktadır.³⁷⁻³⁸

Ayrıca geleneksel çimentonun haricinde, AAC (Autoclaved Aerated Concrete) veya gaz beton üretiminde seramik atıklar, uçucu kül ve kireç taşı beslemesi kullanılmakta ve hem çevresel hem de ekonomik açıdan katma değer yaratmaktadır.³⁹

Benzer şekilde atık uçucu kül bazlı üretilen tuğla yapı sektöründe önemli bir yer tutmaktadır. Hem üretim hem de tüketim aşamalarında çeşitli avantajlar sağlayan ürün, bu yönüyle pazarda kayda değer bir pay almaktadır. Yüksek kalite ile üretimi yapılan ürünün sağladığı çeşitli avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yüksek sıkıştırma oranına ve direncine sahip,
- Benzerlerine oranla daha hafif ve güvenli,
- Isı geçirgenliği daha düşük olduğundan izolasyon kapasitesi yüksek,
- Uzun ömürlü ve dayanıklı,
- Çevre dostu ve ekonomik katma değeri yüksek.



³⁴ Vejmelková, E., Kulovaná, T., Keppert, M., Konvalinka, P., Ondráček, M., Sedlmajer, M., and Černý, R., 2012. Application of Waste Ceramics as Active Pozzolana in Concrete Production. 2012 IACSIT Coimbatore Conferences IPCSIT 28 IACSIT Press, Singapore.

³⁵ Zimbili, O., Salim, W., Ndambuki, M., 2014. A review on the usage of ceramic wastes in concrete production.

³⁶ Ay, N., Unal, M., 2000. The use of waste ground ceramic in cement production. Cem. Concr. Res. 30, 497-499.

³⁷ Debieb, F., Kenai, S., 2008. The use of coarse and fine crushed bricks as aggregate in concrete. Constr. Build. Mater. 22, 886-893.

³⁸ Topcu, I.B., Billir, T., 2010. Experimental investigation of drying shrinkage cracking of composite mortars incorporating crushed tile fine aggregate. Mater. Des. 31, 4088-4097.

³⁹ Xu, Z., Wei, J., Li, F., Gao, P., Chen, Y., Yu, Q., 2013. Utilizing ceramic waste for autoclaved aerated concrete. New Building Materials



3.4. Otomotiv Sektörü

Otomotiv sektöründen kaynaklanan atıkların miktarı ve atığın karmaşık içeriği nedeniyle geri kazanımı oldukça önemlidir. Bu yapı itibarıyla geri kazanım ve yeniden kullanım süreçlerinin dikkatle tasarlanması ve işletilmesi gerekmektedir.

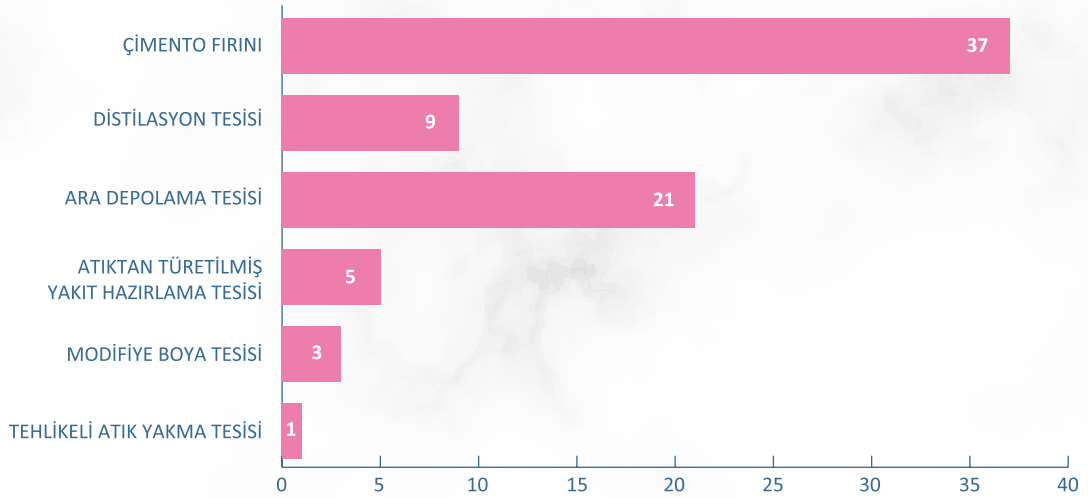
Otomotiv sektöründen kaynaklanan plastik atıklar, öğütüldükten sonra hafif yapıda agrega üretimi için kil içeriğine eklenebilir. Yapılan çalışmalarda bu yöntemle üretilen agreganın fiziksel özellikleri (yoğunluk, porozite, su absorplama kapasitesi) araştırılmıştır. Bu noktada plastik atığın agrega içeriğine beslenmesi ile ürünün gözenekli yapısının artışı gözlenmiştir. Ağırlıkça %2’lik plastik beslemesi agrega üründe yaklaşık %30 yoğunluk azalışının yanı sıra %40 porozite artışı gözlenmiştir. Bu yöntemle elde edilen süper-hafif ve gözenekli agreganın, izolasyon malzemesi olarak kullanım potansiyelinin yanında ürün topraksız kültür yetiştiriciliği için de uygun bir malzeme olarak öne çıkmaktadır. Bu yenilikçi yaklaşım yapı sektörüne önemli bir malzeme girdisi sağlarken otomotiv atıklarının depolanmasının da azaltımını sağlamaktadır.⁴⁰

Başka bir çalışma otomotiv boyama işlemlerinden kaynaklanan atıklar üzerinedir. Boya işlemleri sonucunda çıkan atık çamur tehlikeli içeriği ve üretim miktarı bakımından çevresel ve ekonomik olarak önem taşımaktadır. Proses sonucunda üretilen atık boya çamuru, toplam tehlikeli atık miktarının %35’ini oluşturmanın yanı sıra toplam arıtma/bertaraf maliyetinin de %58’ini oluşturmaktadır. İçerdiği tehlikeli solvent malzeme, düşük alevlenme noktası ve boya pigmentlerinin içerdiği ağır-metaller sonucunda yanıcı, toksik ve tehlikeli olarak sınıflandırılan çamurun ancak özel depolama alanlarına bertarafı mümkündür.⁴¹

Ülkemizde bu tür boya çamurları lisanslı çimento fabrikalarının uygun fırınlarında enerji kaynağı olarak yakılabilmektedir. Bu bağlamda toplam 66 çimento üretim tesisinin 37 tanesi bu tür atıkları yakıt olarak kabul edebilecek biçimde lisanslanmışlardır. Boya bazlı atıklara bir diğer yaklaşım da distilasyon yöntemi ile boyanın geri kazanımı veya uygun tehlikeli atık yakma ünitelerinde enerji üretimi için kullanılmalarıdır. Boya çamurlarını kabul eden lisanslı firmalara ait grafik Şekil 3.2’de görülmektedir.

⁴⁰ Liu, P., Farzana, R., Rajarao, R., & Sahajwalla, V. (2017). Lightweight expanded aggregates from the mixture of waste automotive plastics and clay. *Construction and Building Materials*, 145, 283-291.

⁴¹ Salihoglu G., Salihoglu N. K. (2016). A review on paint sludge from automotive industries: Generation, characteristics and management, *Journal of Environmental Management*, Volume 169, Pages 223-235.



Şekil 3.2 - Türkiye’de Atık Boya Çamuru Kabul Eden Lisanslı Tesis Verileri

Enerji kaynağı olarak yakma veya distilasyon ile geri kazanım dışında bir diğer yaklaşım da boya çamurunun uygun proseslerle çeşitli yan ürünlere dönüştürülmesidir. Yapılan çalışmalar boya çamurunun çeşitli prosesler sonrasında yapı malzemesi, seramik ürünler, aktif-karbon benzeri adsorplayıcı malzemeler ve güçlendirilmiş plastik üretiminde kullanılabileceğini göstermektedir.

Otomotiv sektörü ele alındığında diğer bir önemli yaklaşım da “Ters Tedarik Zinciri” ve “Yeniden Üretim”, diğer bir deyişle “Tersine Lojistik”tir. Tersine lojistik, değer zincirinde üretim ve tüketim süreçlerinde planlama, uygulama, kontrol, hammaddenin maliyet etkisi, envanter süreçleri, nihai ürünler ve ilgili bilgilerin tüketim noktasından başlangıç noktasına tekrar değer kazanması ve uygun bir şekilde yeniden kullanımı olarak tanımlanabilir. Bu bakımdan tersine lojistik geri dönüşüm, yeniden kullanım, atık bertarafı ve lojistik süreçleri de içerir.⁴²

Yeniden üretim bu çerçeve içinde önemli bir yere sahiptir. Enerji ve hammadde ihtiyacını azaltan yeniden üretim yaklaşımında ürünlerin tekrar işlenmesi ve üst modele uygulanması sonucunda çevresel ve ekonomik olarak önemli bir katma değer yaratılmaktadır. Dünyada otomotiv parçaları (motor, debriyaj, elektronik kontrol birimleri ve fren sistemleri), toner ve mürekkep kartuşları, fotokopi cihazları, cep telefonları, büro mobilyaları, elektronik bileşenler ve

tek kullanımlık fotoğraf makineleri en yaygın olarak yeniden üretimi gerçekleştirilen ürünlerdir.

Tersine lojistiğin önemi ve etkisi uygulandığı sektöre ve firmanın dağıtım kanalının yapısına göre değişiklik göstermektedir. Otomotiv sektörü bu anlamda tüm dünyada kuvvetli bir biçimde ön plana çıkmaktadır. Yeniden üretilen otomotiv parça endüstrisi Amerika pazarında yaklaşık 36 milyon dolar olarak öngörülmektedir. Tüm marş ve alternatörlerin yaklaşık %95’i yeniden üretilmektedir.⁴³

Mercedes-Benz, bu noktada dünyada önemli bir örnek teşkil etmektedir. Firma, yeniden üretim yaklaşımlarıyla oluşturduğu değer zincirinde %50’ye varan maliyet azaltımları sağladığını açıklamaktadır.⁴⁴



⁴² Gelmez E. (2013). Ters Tedarik Zinciri Yönetimi Bağlamında Yeniden Üretim Uygulamaları: Konya Otomotiv Yan Sanayi Örneği (Tez), İşletme Ana Bilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, Selçuk Üniversitesi

⁴³ Şengül Ü. (2011). Tersine Lojistik Kavramı Ve Tersine Lojistik Ağ Tasarımı, İİBF Dergisi, Cilt:25, Atatürk Üniversitesi

⁴⁴ What are Remanufactured GenuineParts? (n.d.). Retrieved March 27, 2018, from https://www.mercedes-benz.co.uk/content/unitedkingdom/mpc/mpc_unitedkingdom_website/en/home_mpc/truck/home/after_sales_2011/after_sales_homepage/owner_driver/mercedes-benz_genuineparts/reman_parts/quality.html



3.5. Plastik ve Kauçuk Sektörü

Plastikler, birçok açıdan bio-bazlı kaynaklar aracılığı ile sentezlenecek çekici ürünler olarak görünmektedir ve buna ek olarak son yıllarda fosil hammadde kaynaklı polimerler yerine daha sürdürülebilir ve yenilenebilir alternatiflerin kullanılması baskıları arttığından, bio-bazlı kaynak kullanımı büyük ilgi görmektedir.⁴⁵

Gıda atıklarından elde edilen önemli yüksek katma değerli bileşen örneklerinden bir tanesi fruktozdur. Fruktoz, hidroksimetilfurfural (HMF) üretiminde öncü olarak hizmet eden bir monosakkarittir. HMF sadece dimetil furan biyoyakıtı (DMF), levulinik asit, 2,5-furandikabasilik asit (FDCA), 2,5-dimetilfuran (DFF), dihidroksimetilfuran ve 5-hidroksi-4-keto-2-pentenoik asit sentezinde ara ürün olmayıp, aynı zamanda plastik şişe üretiminde kullanılan PET, PEF gibi yaygın olarak kullanılan polyesterlerin sentezinde prekürsördür. HMF sentezinde, HMF’ye dehidrasyonundaki yüksek reaksiyon oranlarına ve glikoz gibi diğer şekerlere göre daha seçiciliğe sahip olması sebebi ile fruktoz avantajlı konumdadır. Fruktoz aynı zamanda laktik asit fermentasyonunda karbon kaynağı işlevini görmek ve sonrasında polimerleşerek paketlenmede kullanılan

biyoçözünür biyoplastik olan PLA’ya dönüşmektedir.⁴⁶

Son zamanlarda, şekerden türetilen HMF ve furan türevlerinden biyo-bazlı polyesterlerin sentezi konusu araştırmacılar tarafından ele alınmaktadır. Bu projelerden birisinde Tayvan’daki Endüstriyel Teknoloji Araştırma Enstitüsü’ndeki araştırmacılar bir ara ürün olarak FDCA üretmek için HMF’nin büyük ölçekli oksidasyonu ve ardından glikoz ve nişastanın dönüştürülmesi yoluyla HMF’nin 200-L’lik bir üretim prosesini geliştirdi. Diğer bir raporda, biyokütleden türetilen fruktozdan hazırlanan dikarboksilit asit manomeri (5,5’-[oksibis(metilen)]bis[2- furankarboksilik asit]) ve bu maddenin, polyesterlerin diollerle birlikte yüksek verimli sentezi içerisinde kullanılabilirliği gösterilmiştir. Bir diğer raporda ise, bitki bazlı şekerlerle üretilen PEF de dahil, biyoplastik şişelerin imalatı için yenilenebilir plastiklerin üretim prosesinin Alman asıllı bir firma olan Avantium tarafından geliştirildiğinden bahsedilmiştir. Halen laboratuvar çalışmaları devam eden araştırmada ise bozulmuş yiyeceklerin ve meşrubat atıklarının biyoplastiklere dönüşümüne odaklanılmıştır.⁴⁷

⁴⁵ G. Kaur, K. Uisan, K.L. Ong, C.S. Ki Lin, *Recent Trends in Green and Sustainable Chemistry & Waste Valorisation: Rethinking Plastics in a Circular Economy*, Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry (2017), doi: 10.1016/j.cogsc.2017.11.003.

⁴⁶ R. Little, M & Adell, V & Boccacini, Aldo & Cheeseman, C.R., (2008). Production of novel ceramic materials from coal fly ash and metal finishing wastes. *Resources Conservation and Recycling – Resour. Conserv. Recycl.* 52. 1329-1335. 10.1016/j.resconrec.2008.07.017.

⁴⁷ G. Kaur, K. Uisan, K.L. Ong, C.S. Ki Lin, *Recent Trends in Green and Sustainable Chemistry & Waste Valorisation: Rethinking Plastics in a Circular Economy*, Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry (2017), doi: 10.1016/j.cogsc.2017.11.003.

Yukarıda bahsedilen örnekler pahalı olmayan ve yenilenebilir şekerlerden biyo-bazlı yüksek katma değerli polyester üretimine odaklanan çalışmalardır. Ortaya çıkan polyesterler, sentezlemede giren diğer bileşenlerin özelliklerine göre, tamamen ya da kısmen biyo-bazlıdır. Örneğin, Biyoetanol türevi biyo-etilenen üretilmiş biyo-bazlı PET sadece %30 oranında biyo-bazlıdır. %100 biyo-bazlı PET üretebilmek için biyo-bazlı p-ksilen hammaddeli p-tereftalik asit gerekmektedir. Bu, daha sonra Prins reaksiyonu üzerinde mevcut teknoloji kullanılarak biyo-bazlı p-ksilene dönüştürülen biyo-izobütanolden başlayan Gevo tarafından yapılmıştır. Döngüsel ekonomi açısından, üretim süreci de önem taşımaktadır ve mutlaka dikkate alınmalıdır. Örneğin, reaksiyon adımları ve/veya genel sentez için E-faktör gibi yeşil kimya ölçü bilimleri ve atom ekonomisi hesaplanmalıdır.⁴⁸

Yukarıdaki çalışmaların yanı sıra artan plastik üretimi sonucu artan yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ve naylon gibi plastik katı atıklarının geri dönüştürülmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bazı araştırmacılar, katı atık yönetimindeki farklı geri dönüştürme metodlarından bahsetmektedir.

Birincil, ikincil ve üçüncül tekniklerle plastik katı atıklar bir dizi geri dönüşüm döngüsünden sonra malzeme özelliklerini kaybetmeye başlamaktadır. Atıkları atmanın tek yolu düzenli depolama sahalarına göndermektir. Ancak bu işlem yeryüzünün kirlenmesine yol açmaktadır. Atıkların bertaraf edilmesinin

daha etkili yolları, malzemelerin veya atıkların dörtlü geri dönüşümünden geçer. Yeni yakma tesislerinin verimliliğinin artması nedeniyle, kentsel katı atıkların yakılarak bertarafı artmaktadır. Dörtlü geri dönüşümde atık malzeme, yakma yoluyla enerjiyi geri kazanmak için işlenir. Aynı zamanda atık miktarında azalmaya yol açar ve sadece kalanları düzenli atık depolama sahalarına gönderilir.⁴⁹

Plastik atıkların enerji geri kazanım yöntemiyle geri dönüşümü, yalnızca kısıtlamalar nedeniyle atıkların geri dönüşümü mümkün olmadığında mantıklıdır. Plastik malzemelerin ham petrolden elde edildiği ve çok yüksek kalorifik değere sahip olduğu bilinmektedir. Tablo 3.2’de, petrol ve petrolle kıyaslandığında farklı plastik polimerler için kalorifik değerleri gösterilmektedir. CO₂, NO_x ve SO_x gibi belirli hava kirleticilerinin emisyonlarını içeren plastik katı atıkların yakılmasıyla ilişkili bazı çevresel kaygılar bulunmaktadır. Plastik katı atıklarının yanmasıyla, uçucu organik bileşiklerin (VOC’ler), dumanın (parçacıklı madde), partikül-bağlı ağır metallerin, polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH), poliklorlu dibenzofuranların (PCDF’ler) ve dioksinlerin de ortaya çıktığı bilinmektedir. Yanma sırasında, zararlı ve çevreyi kirlen gazların emisyonu önemli bir konudur. Bu, farklı yöntemler ile kontrol edilebilir.⁴⁹

- Aktif karbon ilavesi
- Baca gazı soğutması
- Asit nötralizasyonu
- Yanma odasına amonyak ilavesi
- Filtrasyon

Tablo 3.2 - Farklı Plastik Polimerler İçin Kalorifik Değerler⁵⁰

Malzeme	Kalorifik Değeri (MJ kg ⁻¹)
Polietilen	43,30 - 46,50
Polipropilen	46,50
Polistiren	41,90
Kerosen	46,50
Gaz yağı	45,20
Ağır petrol	42,20
Petrol	42,30
Ev tipi plastik katı atık karışımı	31,80

⁴⁸ Singh, N., Hui, D., Singh, R., Ahuja, I., Feo, L., & Fraternali, F. (2017). Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications. *Composites Part B: Engineering*, 115, 409-422. doi:10.1016/j.compositesb.2016.09.013

⁴⁹ YANGJIANG. (n.d.). Retrieved March, 2018, from http://www.motoroilrecycle.com/product_27_WasteOilToDieselOilPyrolysisMachine.html

⁵⁰ Singh, N., Hui, D., Singh, R., Ahuja, I., Feo, L., & Fraternali, F. (2017). Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications. *Composites Part B: Engineering*, 115, 409-422. doi:10.1016/j.compositesb.2016.09.013

Araştırmacılar tarafından dikkat çeken bir diğer çalışma ise plastik atıkların pirolizidir. Piroliz ile plastik atıklar sıvı yakıtla dönüşerek fosil yakıtların tüketiminin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Çalışmalar öncelikle farklı tipteki plastiklerden üretilen sıvı yakıtların sıvı kalitesini yükseltmek için katalizör kullanımına kadar karakteristik özelliklerinin analizi ile başlamaktadır. Miktar bakımından, çoğu araştırmacı, genel olarak ahşap bazlı biyokütlenin pirolizinden daha yüksek olan bireysel plastiğin pirolizinde %80’den fazla sıvı veriminin üretilbildiğini bildirmiştir. Kalite dikkate alındığında ise, elde edilen sıvı yaklaşık 40 MJ/kg kadar yüksek kalorifik değere sahiptir ve katalizör ilavesiyle, plastik atıkta bulunan safsızlıklar giderilebilmekte, bunun yanında sıvı yakıttaki su içeriği azaltılabilmektedir.⁵¹

Bu çalışmada, Malezya’da tüketici sonrası polimer atık akışından elde edilen PET, PVC, HDPE, LDPE, polipropilen (PP) ve polistiren (PS) gibi plastik örnekleri kullanılmıştır. Plastiklerin pirolizinden üretilen yakıtın, geleneksel dizel ile karşılaştırılabilir olan ahşap bazlı yakıtlara göre daha yüksek kalorifik değeri olduğu bilinmektedir. Plastiklerin pirolizi üzerine birçok çalışma yapılmış olsa da, bu çalışmaların bulguları henüz plastik atıkların gerçek kısmına göre uygulanmamış ve rapor edilmemiştir. Mevcut olan plastik atık miktarı esas olarak geri dönüştürülmemiş plastiklerden elde edilir. Geri dönüştürülmemiş plastikler, belirli kısıtlamalardan dolayı işlenemeyen geri dönüşüm merkezlerinde kalan plastik atık olarak tanımlanmaktadır. Günlük uygulamalara göre, her ülke için geri dönüştürülmemiş plastik miktarı değişmektedir. Bu çalışmada farklı kimyasal madde bileşimlerine dayalı olarak, sıvı yakıtın potansiyel üretimini araştırmak için Malezya, ABD, İngiltere ve diğer ülkelerdeki geri dönüştürülmemiş plastik verileri kullanılmıştır. Piroliz, 30 dakika reaksiyon süresi için 200 ml/dk azot akışı ile 500 °C’de sabit yataklı bir reaktörde gerçekleştirilmiştir. Sıvı kalitesinin gelişmesini değerlendirmek için polistirenin geri dönüştürülmemiş plastik bileşimine eklenmesi de incelenmiştir.⁵²

Bu çalışma, piroliz teknolojisinin geri dönüştürülmemiş plastiği alternatif enerji kaynaklarına dönüştürmede kullanılabileceğini kanıtlamıştır. Plastik tipler

arasında, PET ve PVC’nin pirolizden önce geri dönüştürülmemiş plastik karışımından uzaklaştırılması önerilmiştir. Sıvı, gaz ve zift olan geri dönüştürülmemiş plastiğin pirolizinden elde edilen tüm ürünler, yüksek enerji içeriğine sahiptir ve sonuç olarak yakıt olarak kullanıma potansiyeli yüksektir. Malezya’nın geri dönüştürülmemiş plastiğinden elde edilen sıvı ürünün enerji içeriği 39,7 MJ/kg, maksimum %8 metan gazı üretimi ve katran için enerji içeriği kömürden daha yüksek olan 53,47 MJ/kg’dır.⁵³



⁵¹ Sharuddin, S. D., Abnisa, F., Daud, W. M., & Aroua, M. K. (2017). Energy recovery from pyrolysis of plastic waste: Study on non-recycled plastics (NRP) data as the real measure of plastic waste. *Energy Conversion and Management*, 148, 925-934. doi:10.1016/j.enconman.2017.06.046

⁵² Andriamanohiarisoamanana, F. J., Shirai, T., Yamashiro, T., Yasui, S., Iwasaki, M., Ihara, I., . . . Umetsu, K. (2018). Valorizing waste iron powder in biogas production: Hydrogen sulfide control and process performances. *Journal of Environmental Management*, 208, 134-141.

⁵³ Sharuddin, S. D., Abnisa, F., Daud, W. M., & Aroua, M. K. (2017). Energy recovery from pyrolysis of plastic waste: Study on non-recycled plastics (NRP) data as the real measure of plastic waste. *Energy Conversion and Management*, 148, 925-934. doi:10.1016/j.enconman.2017.06.046



3.6. Tekstil Sektörü

Günümüzde, tasarım endüstrisi içinde yenilikçi bir geri kazanım eğilimi gözlenmektedir. Tüketim alışkanlıkları, üretim süreçlerinde ihtiyaç duyulan doğal kaynak/enerji ihtiyacı ve atık malzemelerin bertaraf maliyetleri göz önüne alındığında geri dönüşebilir malzemeler; örneğin kereste, plastik ve taş atıklar, tasarımcıların elinde yeniden üretime dönüşmektedir. Geri kazanılmış malzemelerin tasarım sektöründe yer bulması çevre dostu, ekonomik ve kullanıma hazır yapıları ile tercih sebebi olmaktadır. Bu konuda öne çıkan kurumlardan biri de Danimarka firması olan Really'dir.⁵⁴

Really, döngüsel ekonomi prensipleriyle günümüzün en önemli ihtiyaçlarından biri olan atık yönetimine tekstil atıklarının yüksek kalitede geri dönüşümü ile yenilikçi bir yaklaşım getirmiştir. Bu bağlamda sert tekstil panosu ve akustik keçe kumaşı, Really'nin yüksek mühendislik teknikleriyle tamamen atıklardan ürettiği iki önemli ürünüdür. Üretim aşamalarında herhangi

bir boyama ve yıkama işlemi gerektirmeyen malzeme tüketim sonrasında da geri dönüşebilir bir yapıdadır. Bu açıdan ürün defalarca geri dönüşüm işlemine uğrayarak hem çevresel hem de ekonomik katma değer yaratmaktadır.

Sert tekstil panosu uygulama alanına göre çok değişik amaçla değerlendirilebilmektedir. Mobilya ve mimari uygulamalarda mekanik özellikleri göz önüne alındığında ahşap ve kompozit malzemelerle ikame edilebilir niteliktedir. Bu anlamda dokunurluğu ve estetik yapısı da hesaba katılınca oldukça dekoratif bir seçenek olarak ahşap, taş, kartonpiyer ve oyma taş yerine kullanımı öne çıkmaktadır.

Akustik keçe kumaşı ise sesi emici yapısının yanında oldukça dekoratif bir niteliğe sahiptir. Sert tekstil panosu üretim metodu ile aynı biçimde üretilen malzeme panoya göre dokunulabilirliği yüksek, estetik ve yumuşak dokulu bir malzeme olarak öne çıkmaktadır.



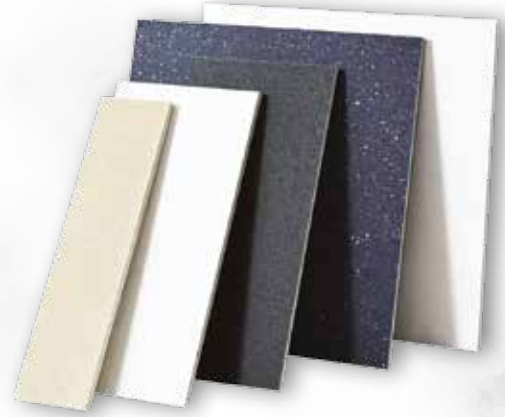
⁵⁴5 innovative new materials made from waste. (2017, June 28). Retrieved April, 2018, from <https://edition.cnn.com/style/article/innovative-recycled-materials/index.html>

Yumuşak dokusunun yanında dayanıklı yapısı ürünü tasarım için tercih edilir yapmaktadır. Bu yönüyle akustik keçe kumaşı, ses emici özelliği olan muadili birçok ürünün yerine kullanılabilecek niteliktedir. Fiziksel yapısı itibarıyla çok fazla işleminden geçmesine gerek olmadan uygulanabilir ve kullanım sonrasında da yeniden geri dönüşüm döngüsüne girebilir özelliktedir.

Tekstil sektörü geri kazanım faaliyetleri içinde yapılmış bir çalışmada atık kumaşlardan polimer matrisli kompozit yapıların eldesi incelenmiştir. Çalışmada, pamuk ve poliester düz dokuma kumaşlarına matris malzemesi olarak doymamış poliester reçine eklenmiş ve kompozit malzeme baskı kalıplama yöntemi ile plakalar üretilmiştir. Üretilen örnek plakalar darbe ve çekme deneylerine sokulmuş ve saf reçine ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak üretilen numunelerin darbe dayanımlarının ve uzama miktarlarının daha fazla olduğu görülmüştür.⁵⁵



Başka bir çalışmada dokusuz yüzeyli (nonwoven) kumaş atıklarından çocuk yuvalarında uygulanmak üzere kompozit bir duvar kaplaması üretimi incelenmiştir. Çalışmanın amacı, çocukların duvara çarpmaları esnasında gerçekleşebilecek darbeyi önlemektir. Ayrıca bu geri kazanım yaklaşımıyla da dokusuz yüzeyli kumaşlar için yeni bir kullanım alanı oluşmaktadır. Duvar kaplaması üç katlı bir yapıda olup yine üç farklı dokusuz yüzeyli kumaş türünden meydana gelmektedir. Seçilen malzemeler kopma, yanma, basma dayanımı ve yırtılma gibi testlere tabi tutulmuş ve en uygun kombinasyon belirlenmiştir. Buna göre birinci kat sert keçe, orta kat akrilik/yün/pamuk/polipropilen ve en üst kat spunbond tela olarak seçilmiştir.⁵⁶



Şekil 3.3 - Sert Tekstil Panosu ve Akustik Keçe Kumaşı

Bir diğer çalışma ise tekstil atıklarından endüstriyel arıtım malzemesi olan aktif karbon üretimidir. Aktif karbon malzemesi yüzey alanının çok yüksek olması dolayısı ile önemli bir adsorpsiyon ürünüdür. Piyasa değeri yüksek olan aktif karbon malzemesi, karbon içeriği yüksek birçok farklı üründen elde edilebilmektedir. Çalışmada aktif karbon üretimi, akrilik tekstil atıklarının geri kazanımı ile sağlanmaktadır. Piroliz yöntemi ile üretilen aktif karbonun, proses sıcaklığına bağlı olarak üretim verimliliği değişiklik göstermektedir. Çalışma sonuçları, akrilik atıkların uygun proses sıcaklığı ile oldukça verimli bir aktif karbon ürünü olarak geri kazanılabileceğini göstermektedir.⁵⁷

⁵⁵ Aral, N., Aydemir, K., Berkalp, Ö. B., Bakkal, M., Gök Sadıkoğlu, T. (2009) "Atık Kumaş Takviyeli Polimer Matrisli Kompozitlerin Darbe ve Çekme Davranışlarının İncelenmesi"

⁵⁶ Can, M. U., Gök Sadıkoğlu, T. (2009) "Anakulları için koruyucu kompozit duvar kaplaması tasarımı"

⁵⁷ Nahil, Mohamad & T. Williams, Paul. (2010). Activated carbons from acrylic textile waste. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis - J ANAL APPL PYROL. 89. 51-59.



3.7. Mobilya İmalatı

Eko-inovasyon konusunda Avrupa Araştırma Alanı Ağı (ERA-NET ECO-INNOVERA) çerçevesinde yürütülmekte ve araştırma, yenilik ve çevre politikası yapıcılarını, araştırma ve geliştirme, ekonomi ve toplumda eko-inovasyonun uygulanmasının nasıl artırılacağı konusunda tavsiyelerde bulunmayı amaçlayan “Uluslararası Eko-inovasyon Parkları Araştırması”nda ekolojik kriterler kullanılarak uluslararası anket amaçlanmıştır.

Bu anketler sayesinde,

- Eko-inovasyon deneyimleri hakkında detaylı bir genel bakış,
- Eko-inovasyon parklarının oluşturulması ve yönetimi için başarı faktörlerini belirleme,
- Mekansal konumlandırılmış eko-inovasyon girişimlerinin etkili bir şekilde geliştirilmesi ve yönetilmesi ile ilgili kilit konular tanımlanmıştır.⁵⁸

Bu araştırmada geçen 8 numaralı Kaiserbaracke Endüstri Park’ın başlangıçta jeneratörleri dışında gaz ya da elektrik bağlantısı yoktur. 2004-2005 yılları arasında artan fuel oil fiyatları ile ahşap ve kojenerasyon konularında uzman dört firma önceki enerji kaynaklarını alternatif çözümlerle değiştirmeye karar vermiştir. 2006 yılı sonundan beri, ahşap atıklarını yakan kolektif bir kojenerasyon tesisi şirketlere ısı ve elektrik sağlamaktadır. 2009’dan beri ise ikinci bir ahşap kazanı ve sebze yağını kullanan bir acil durum dizel kazanı enerji kaynağını güvenceye almaktadır. Başlangıçta bu proje özel girişim olsa da, şimdi ekonomik kalkınma için kurumlar arası ajans olan SPI+ tarafından teşvik edilmektedir.⁵⁹

⁵⁸ Massard G., Jacquot O., Zürcher D. 2014: International survey on ecoinnovation parks. Learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation. Federal Office for the Environment and the Eranet Eco-Innova, Bern. Environmental studies no. 1402

⁵⁹ BFM Ltd. (2003). Wood waste recycling in furniture manufacturing – a good practice guide[Brochure]. Oxon, Banbury.

Kaiserbaracke’de belirli bir malzeme akış ağı bulunmaktadır. Holz Niessen ahşabı sınıflandırır ve yarısını Belwood kereste fabrikasına satar. Kereste fabrikası bitmiş ve yarı mamul ürünlerin imalatı için ahşabın %50’sini işlemektedir. Diğer yarısı ise kabuk ve talaşta oluşmaktadır. Bu talaş daha sonra Delhez Bois şirketine gönderilir ve orada peletlere dönüştürülür. Kirletilmemiş odun yan ürünler Renogen tarafından işletilen ahşap kazanına beslenilmektedir. Bu sayede üretilen ısı Belwood panoları ve Delhez talaşlarını kurutmaktadır. Yerel tüketicilere elektriğin doğrudan satışı yasak olduğundan, kojenerasyon santrali tarafından üretilen elektrik, kamu elektrik şebekesi aracılığıyla satılmaktadır ve son olarak ortaya çıkan küller çimento sektöründe ikame malzemesi olarak kullanılmaktadır.⁶⁰

18 numaralı Rantasalmi Eko-Endüstri Parkı ise mekanik ahşap işleme endüstrilerinden oluşan bir kümeden oluşmaktadır. Bunların arasında yaklaşık 100 çalışanı olan ağaç ev üreticisi Rantasalmi o bölgedeki en büyük şirkettir. Hem park endüstrileri hem de bölge sakinleri için ısıtma ve elektrik kaynağı atık odunun geri kazanılması ile sağlanır. Buna ek olarak, park sözleşmeleri, daha iyi bir çevre yönetimi için (örneğin atık ve emisyonları azaltmak, malzeme ve enerji verimliliğini artırmak) kiracılar arasında yan ürün alışverişini ve işbirliğini teşvik etmektedir.⁶⁰

Mobilya imalatı sektöründe endüstriyel simbiyozun gerçekleştirilebileceği diğer alanlar ise malç ve kaplama ürünleri, odun kömürü üretimi ve ahşap-plastik kompozit üretimi olarak sınıflandırılabilir.⁵⁹

Malç ve kaplama ürünleri:

Malç, yabani otların kontrol altına alınmasına yardımcı olmak, bitki köklerini sıcaklık dalgalanmalarından korumak, topraktaki su kaybını azaltmak ve çekici görünmek için toprağın üstüne yerleştirilmiş tabakalardır. Ahşap atık malzemeleri tüm hava durumu galonları ve orman yollarının oluşturulmasına ilişkin yüzey kaplama ürünleri gibi diğer kullanım türlerine sahiptir. Çocuklara yönelik güvenli bir oyun alanı sağlamak için daha fazla kalınlıkta kullanılabilir. Bazı şirketler, ürüne değer katmak için renkli malç eklerler. Bunlar ABD’de her yıl hane başına yaklaşık 15

m²’lik bir alanın dekoratif amaçla kullanıldığı ürünlerdir.⁶¹

Malç ve yüzey ürünleri üretmek için masif ahşap kesimler gerekmektedir. Yongalama işlemi, odun yakma kancaları gibi makineler tarafından tipik olarak üretilen yongalardan daha esnek olan nispeten uzun elyaflı yongalar üretmeye çalışmaktadır.

Tracey Timber Geri Dönüşüm Ltd., panel pano endüstrisi için olduğu kadar malçlık için de çips üreten Glasgow merkezli bir ahşap atık geri dönüşüm işletmesidir. Malç ürünleri üretme süreci, odunu yaklaşık 25 mm uzunluğundaki talaşlara indiren bir boru değirmeninin kullanımına dayanmaktadır. Malzeme torbalanmadan önce gerekirse bir renk odasından geçirilebilir. Ana müşteriler; yerel yetkililer ve ulusal distribütörlerdir.⁶²

Odun kömürü üretimi:

Odun kömürü, odunun tamamlanmamış yanması ile üretilmektedir. Bu işlem odunu yetersiz oksijen ile bir atmosferde ısıtmayı içermektedir. Odun kömürü sert ağaçtan üretilmektedir. Parçalar arasındaki iyi hava sirkülasyonu ile daha iyi yanması sebebiyle bu ürün geniş, oldukça eşit boyutlu parçalar içermelidir. Bu nedenle odun kesimleri 10 cm’den küçük olmamalıdır. Ahşap tozu odun kömürü üretmek için kullanılabilir, ancak önce briketlere sıkıştırılmalıdır.⁶²

Ahşap-plastik kompozit üretimi:

Ahşap-plastik kompozitler (WPC), ince ahşap tozunun plastik ve bir bağlayıcı madde ile birleştirilmesiyle elde edilen malzemelerdir. Birleştirilen malzeme, istenen şekle ekstrüde edilmesini sağlayan hamur benzeri bir kıvama getirilmektedir. Malzemenin saf ahşap veya plastiğe göre daha fazla yararı vardır. Odun tozu, plastikten daha ucuzdur ve bir kez ahşap-plastik kompozite dönüştürüldüğünde, rijitlik ve mukavemet özelliklerini geliştirir. Bitmiş ürün suya son derece dayanıklıdır. Bu nedenle bahçe ve banyo gibi açık veya ıslak uygulamalarda saf ahşaba göre çok daha dayanıklıdır. Bu kompozit genellikle hacme göre %50 ila %70 odun içermektedir. Bu sayede testere, yönlendirici ve matkap gibi geleneksel aletlerle çalışılabilir. Çalışma sırasında oluşan herhangi bir hurda malzeme tekrar kullanılabilir.⁶²

⁶⁰ BFM Ltd. (2003). Wood waste recycling in furniture manufacturing – a good practice guide [Brochure]. Oxon, Banbury.

⁶¹ BFM Ltd. (2003). Wood waste recycling in furniture manufacturing – a good practice guide [Brochure]. Oxon, Banbury.

⁶² European Commission, 2001. Recycling of waste originated in the process of cutting natural stone: ReWoStone Project, http://cordis.europa.eu/result/rcn/26633_en.html



3.8. Maden ve Mermer Sektörü

Maden ve mermer sektörü işlemleri sonucunda açığa çıkan atık çamurlar içeriği dikkate alındığında önemli bir geri kazanım potansiyeline sahiptir. Doğal taş çamurlarıyla benzer yapıda olmalarından dolayı mikronize mineral dolgular farklı endüstriler tarafından talep görmektedir. Yapılan laboratuvar ölçekli çalışmalarda bu çamurların muadili olan diğer doğal hammaddeler yerine kullanılmasının mümkün ve ekonomik yönden değerli olduğu görülmüştür. Doğal taş çamuru içeriğinde bulunan ciddi miktardaki kalsiyum karbonat, endüstriyel kireç taşı üretimini azaltabilecek önemli bir alternatiftir. Aşağıdaki tabloda görüleceği üzere doğal taş çamurları çeşitli uygulamalara sahiptir.⁶³

Mermer üretiminde oluşan atık çamuru inceleyen çalışmada bu çamurun seramik üretiminde geri kazanım imkânları değerlendirilmiştir. Mermer, ağırlıklı olarak kalsiyum karbonat (kalsit), feldispat ve kuvarstan oluşmaktadır. Seramik endüstrisinde kullanılan kil malzemeleri, endüstriyel atıkları da içeren geniş bir yelpazeye sahiptir. Bazı atık çamurlarının doğal hammaddelere yüksek oranda benzerliği bu atıkların geri kazanım potansiyelleri açısından değerlendirilmesini olanaklı kılmaktadır. Mermer çamurunun bu bağlamda seramik üretiminde kullanılması önemli bir geri kazanım yaklaşımıdır.

Avrupa Komisyonu tarafından desteklenen “Taş kesim işlemlerinden kaynaklanan atıkların geri kazanımı: ReWaStone” projesi çalışmalarında doğal taş işlemleri sonucunda oluşan tüm atıkların geri kazanım potansiyelleri araştırılmış ve mermer çamurunun seramik yapı malzemesi olarak kullanımının hem teknik hem de ekonomik olarak oldukça elverişli olduğu raporlanmıştır. Çalışma, ayrıca mermer çamurunun seramik yapı malzemelerinin üretiminde kullanılması sonucunda oluşan ürünlerin neme bağlı genleşme (kabarma) kapasitelerinin de düştüğünü göstermiştir. Çalışmanın diğer bir ilgi çekici sonucu ise mermer çamurunun kalsiyum karbonat (kalsit kil) ikamesi olarak seramik üretim proseslerine eklendiğinde dış yüzey seramik yapılarında çokça talep edilen somon rengi ürünlerin üretilmesini olanaklı kılmıştır.⁶⁴

Başka bir çalışma ise mermer çamuru beslemesi ile üretilen seramik yapı malzemelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini muadili ürünlerle karşılaştırmıştır. Kalsiyum karbonat, feldispat ve kaolin içeriğinin kısmi olarak atık mermer çamuru ile beslenmesi sonucunda ürünün yapışma kapasitesinde kısmi bir azalma göze çarpmıştır. Diğer yandan mermer çamurunun bentonit ile tam ikamesi sonucunda oluşan seramik ürünün fiziksel ve mekanik özelliklerinde

⁶³ Cevalor, Aidico, Aitemin and Imm Carrara. 2013. Deliverable: European Best Practices Guidelines Regarding Reutilization of Slurries and Slurries Dumps. Life+ Recyclurry Project.

⁶⁴ European Commission, 2001. Recycling of waste originated in the process of cutting natural stone: ReWaStone Project, http://cordis.europa.eu/result/rcn/26633_en.html

önemli bir değişiklik ölçülenmemiştir. Çalışmanın sonuçları, açığa çıkan mermer çamurunun seramik yapı malzemelerinin üretiminde başarıyla kullanılabilceği, bu geri

kazanım yaklaşımı sayesinde hem çevresel hem de ekonomik olarak önemli bir katma değer üretilerek sürdürülebilirliğinin sağlanabileceği açıkça belirtmiştir.⁶⁵



Tablo 3.3 - Doğal Taş Çamurlarının Kullanım Alanları

Kullanım Alanı	% Kullanım
İnşaat dolgusu, zemin ıslahı ve yol yapım-onarım işlemleri	10-15
Çimento	10-12
Agrega	2-5
Tuğla, kalıp ve karo	11-13
Boya, astar ve siva	2-5
Beton çatı plakaları	5-10
Seramik ürünler	10-12
Yonga levha ve panolar	10-12

⁶⁵ Al-Hamaiedh, H. 2010. Reuse of Marble Sludge Slime in Ceramic Industry. Jordan Journal of Civil Engineering. 4 (3), 264-271



3.9. Cam Sektörü

2018 yılında Avrupa'da üretilen cam atıkların %74'ü geri dönüştürülmektedir.⁶⁶ İsveç'te ise 195.000 ton izole renkli ve 44.000 ton karışık renkli atık cam üretilmiştir. İzole renkli atıklar için geri dönüştürme oranı %93 olarak belirlenmiş ve geri dönüştürülen camlar şişe ve saklama kabı camı üretiminde kullanılmıştır.⁶⁷

İlk çalışmada beton üretmek için çimento yerine kısmi olarak değiştirilebilen atık camın optimum yüzdesini araştırmak için farklı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda atık cam tozunun partikül boyutu dağılımı Portland çimentosuna göre kısmen büyüktür. Sonuç olarak optimum eklenebilecek atık cam tozu yüzdesi basınç dayanımı test sonuçlarına göre %10 olarak bulunmuştur. Yapılan deneylerde atık cam eklendiğinde betonun dayanıklılığının düştüğü gözlemlenmiştir. Atık cam tozunun oranı arttıkça alkali silika reaksiyonu (ASR) genleşme testleri sonucuna göre ASR genleşmesinin düştüğü gözlemlenmiştir. Bunun sebebi cam tozunun Puzolanik reaksiyonun, alkali hidroksit konsantrasyonunu ve beton karışımındaki kalsiyum hidroksit konsantrasyonunu tüketmesidir. Araştırmacılar ASR genleşmesini %0,1'in altına indirebilmek için çimentonun %30'unun atık cam ile yer değiştirmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.⁶⁸

İkinci çalışmada ise basınç dayanımı sonuçları %15 ve %20 oranında atık cam değişimi ile

betonun atık camsız betona kıyasla daha yüksek bir basınç dayanımı gösterdiğini ortaya koymuştur. Çimentonun %23'ünün cam atıkla değiştirildiği beton ile atık camsız betonun aynı basınç dayanımı sonuçlarına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Eğilme dayanımı analiz sonuçları da basınç dayanımı sonuçları ile aynı davranışı göstermektedir. Yapılan deneyler sonrası aşınma direncinin betonun içindeki atık cam miktarının artması ile arttığı ama sadece %23 oranında atık cama sahip betonun, atık camsız betonla aynı değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. 2 yıl süren testlerden sonra iki farklı saha projesindeki atık cam karışımı betonlar kontrol edildiğinde zararlı ASR genleşmesi olmadan çok iyi performans sergiledikleri gözlemlenmiştir. Bu çalışma sonucu çimento yerine kısmi olarak yer değiştirilebilecek optimum atık cam yüzdesi %20 olarak belirlenmiştir. Birinci ve ikinci çalışmaların sonuçlarındaki en büyük farklılık atık camın optimum yüzdesinde olmuştur.⁴⁵

İncelenen çalışmalar, atık camın çimento ve betonda kullanılabileceğini ancak cam atıkların partikül büyüklüğünün ASR yıkıcı reaksiyonunda ve betonun performansında hayati bir rol oynadığını göstermiştir. Camın puzolanik özellikleri, partikül büyüklüklerinin 100 µm altında azalması ile artmaktadır. Tüm deneysel sonuçlar, atık cam agregasının yüzdesini arttırarak beton bakımını düşürmektedir.⁶⁹

⁶⁶ <http://feve.org/recyclingstats2018/>

⁶⁷ Jani Yahya, Hagland William, Waste glass in the production of cement and concrete – A review, *Journal of Environmental Chemical Engineering* (2014), doi: 10.1016/j.jece.2014.03.016

⁶⁸ R. Little, M & Adell, V & Boccacini, Aldo & Cheeseman, C.R., (2008). Production of novel ceramic materials from coal fly ash and metal finishing wastes. *Resources Conservation and Recycling - Resour. Conserv. Recycl.* 52: 1329-1335. 10.1016/j.resconrec.2008.07.017.

⁶⁹ R. Little, M & Adell, V & Boccacini, Aldo & Cheeseman, C.R., (2008). Production of novel ceramic materials from coal fly ash and metal finishing wastes. *Resources Conservation and Recycling - RESOUR CONSERV RECYCL.* 52: 1329-1335. 10.1016/j.resconrec.2008.07.017.



3.10. Yem Sektörü

Et entegre tesislerinde etin kesilmesi ve işlenmesi sonrası ortaya çıkan tüy, deri, kemik gibi atıklar oluşmaktadır. Türkiye’de faaliyet gösteren bir hindi üreticisi ile yapılan görüşmede, atık miktarlarının kesilen canlı hayvan ağırlığının üçte biri olduğu ve basit bir hesaplama yılda ortalama 5.300 ton atık oluştuğu, bu atıkların gömülerek ya da yakılarak bertarafının uygun olmadığı ve yem katkı maddesi üreten firmalara bedelsiz verilmekte olduğu öğrenilmiştir.⁷⁰

Bir firmanın projesine göre bu atıkların geri kazanımı için 1,3 milyon ABD doları bütçe ile faaliyete geçirdiği sistem, pişirme ve kurutma işlemlerini de içeren bir dizi prosesi barındırmaktadır. Ardışık prosesler sayesinde farklı özelliklerde hayvansal yağlar ve protein unları elde edilen tesis sayesinde yıllık üretilen atık katma değerli ürünlere dönüştürülmüştür. Aynı zamanda bu tesis ile sıhhi açıdan dikkat edilmesi gereken atık depolama ve nakliye işlemlerindeki tehlike ortadan kaldırılmıştır.

Depolama ve nakliye ihtiyacının ortadan kalkması ile de malzemelerin zamanla bakteriyolojik aktivite nedeniyle bozulması ve değer kaybetmesi engellenmiştir.⁷¹

Bu projenin artılarından bir diğeri ise enerji geri kazanımı ve karbon salımlarında kaydedilen azaltımdır. Proje kapsamında benzer tesislerde örneğine pek rastlanmayan atık ısı geri kazanım ünitesi de kurulmuştur. Bu ünite sayesinde pişirme sonrasında ortaya çıkan çürük buhar eşanjörlerde kullanılarak sıcak su üretimi gerçekleştirilmektedir. Çürük buharın kullanılmasında ortaya çıkabilecek kötü kokular, sızdırmazlık tasarımlı bir bina ve koku önleyici kimyasallar ile engellenmektedir. İşletmenin ihtiyacı olan sıcak su miktarı (75 m³) su bu sayede ortaya çıkmakta ve yaklaşık 4 milyon kcal değerinde enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ve ek olarak, nakliye gereksinimine de ihtiyaç duyulmadığından akaryakıt kullanımı kaynaklı karbon salınımlarının önüne geçilmektedir.⁷¹

⁷⁰ TTGV. (2014). EKOSKOP - Sürdürülebilir Rekabetçilik İçin Temiz Üretim. Ankara.

⁷¹ Li, J., Pan, S., Kim, H., Linn, J. H., & Chiang, P. (2015). Building green supply chains in eco-industrial parks towards a green economy: Barriers and strategies. *Journal of Environmental Management*, 162, 158-170. doi:10.1016/j.jenvman.2015.07.030



3.11. Kağıt Sektörü

Cheng Loong Kurumu, Da-Yuan Endüstri Parkında yeşil tedarik zinciri inşa etmeyi amaç edinmiştir. Kağıt yapımındaki entegrasyonunda stok hazırlama sisteminden gelen proses atıkları, 2009'dan beri atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretimi için biyokütle enerji sisteminde kullanılmaktadır.⁷¹

ATY, organik çamur ve belediye katı atıkları gibi biyokatıların termal işlemlerle parçalanması ve dehidre edilmesi ile üretilmektedir. Örneğin, biyokatılar oksijensiz ortamda ve atmosferik basınçta yaklaşık 500 °C'de pirolize edilebilmektedirler. ATY uygulaması ile Cheng Loong Kurumunda kömür tüketimi ayda 6.852 ton düşürülebilmektedir ve bu CO₂ emisyonunun 15.400 ton azaltımına denk gelmektedir. Dahası, 19.800 ton atık bertarafı önlenebilmekte ve bu sayede 1,5

milyon ABD dolarlık bir ekonomik fayda sağlanabilmektedir.⁷²

Ek olarak, atık su arıtma tesisinden gelen organik çamur, bir kojenerasyon sisteminde saflaştırılarak biyogaz üretiminde kullanılmıştır. Yüksek kimyasal oksijen ihtiyacına sahip atık su konsantrasyonu, atık su arıtma tesisinde yukarı yatay akışlı anaerobik çamur yataklı reaktörlerde anaerobik arıtma prosesi ile biyogaz yani metan üretilmiştir. Üretilen metan gazı 65.000 ppm civarında H₂S gazı ile karışık olduğundan, biyogaz kazan içerisinden yakıt olarak kullanılmadan önce scrubber (yıkama) kulelerinde saflaştırılmalıdır. Ayrıca, kombine ısı ve güç tabanlı bölgesel merkezi ısınma sistemi ile entegre edilen singaz üretimi için biyokütlenin gazlaştırılmasının teknik ve ekonomik olarak uygun olduğu belirtilmektedir.⁷³

⁷¹ Li, J., Pan, S., Kim, H., Linn, J. H., & Chiang, P. (2015). Building green supply chains in eco-industrial parks towards a green economy: Barriers and strategies. *Journal of Environmental Management*, 162, 158-170. doi:10.1016/j.jenvman.2015.0

⁷² R. Little, M & Adell, V & Boccaccini, Aldo & Cheeseman, C.R. (2008). Production of novel ceramic materials from coal fly ash and metal finishing wastes. *Resources Conservation and Recycling – Resour. Conserv. Recycl.* 52, 1329-1335. 10.1016/j.resconrec.2008.07.017.

⁷³ Özdemir P. ve Malayoğlu H.M. (2017). Patates İşleme Endüstrisi Yan Ürünleri ve Hayvan Beslemede Değerlendirilmesi, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1): 93-97, 2017

Sinerji Çalıştayı Çıktılarının Değerlendirilmesi

4. Sinerji Çalıştayı Çıktılarının Değerlendirilmesi

Firmaların endüstriyel simbiyoz olanakları ile ilgili görüş alışverişinde bulunmaları ve ilk iletişimlerini sağlamak amacıyla 3 Temmuz 2018 tarihinde Aksaray'da sinerji çalıştayı gerçekleştirilmiştir. Aksaray TSO ve Aksaray OSB Müdürlüğü'nün desteklediği çalıştaya, OSB içinden ve dışından firmaların yanı sıra projeye katkı sunabilecek kamu kurumlarının Aksaray ili düzeyindeki birimlerinden de katılım olmuştur.

Açılış konuşmaları Ahiler Kalkınma Ajansı ve Aksaray OSB Müdürlüğü tarafından yapılan etkinlikte, Ahiler Kalkınma Ajansı ve danışman firma tarafından sunumlar gerçekleştirilmiştir. Sunumları takiben endüstriyel simbiyoz olanaklarının firmalar tarafından değerlendirilmesi için grup çalışmalarına geçilmiştir. Bu bölümde sanayi sektöründen olan katılımcılar simbiyoz potansiyelleri göz önüne alınarak iki gruba ayrılmış, üçüncü bir grupta ise kamu kurumu temsilcileri bir araya gelerek değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Çalıştayda firmaların paylaştığı bilgiler, toplantı raporu haline getirilmiş ve potansiyel endüstriyel simbiyoz ağı oluşturulurken dikkate alınmıştır.

Aksaray Bölgesi İçin **Öncelikli Olarak** **Belirlenen Konularda** **Fizibilite Konsept Notları**

5. Aksaray Bölgesi İçin Öncelikli Olarak Belirlenen Konularda Fizibilite Konsept Notları

5.1. Patates Cipsi Üretiminden Kaynaklanan Atıksudan Nişasta Geri Kazanımı ve Nişastanın Farklı Sektörlerde Değerlendirilme Olanağı

Çalışmanın Arka Planı

Türkiye’de patates cipsi üretimi ilgili veriler incelendiğinde, 2004 yılında yaklaşık 233 milyon dolarlık büyüklüğe sahip olan Türkiye cips pazarının 2012 yılında 1,1 milyar dolarlık ciro ve 90 bin tonluk satış hacmine ulaştığı görülmektedir. %300’ün üzerinde bir büyümeye karşılık gelen bu gelişmeyi takiben 2013’te ise bu pazarın 1,3 milyar USD ciro ve 105 bin tonluk satış hacmine ulaştığı görülmektedir. Artan üretimle birlikte 2004 yılında kişi başına 400 gr olan cips tüketimi 2012 itibarıyla yaklaşık 1 kg’a yükselmiştir. Cips üretimindeki ve tüketimindeki artış yanında Türkiye’de 200 bin ton dondurulmuş parmak patates üretim kapasitesine sahip yedi adet tesisle dondurulmuş patates üretiminde de artış olmuştur.⁷⁴

Tüm dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde patatesin taze olarak tüketimi azalmış çabuk yemek (fast food), atıştırılabilir ve hazır gıda ürünü olarak tüketimi artmıştır. Patates işleme endüstrisinde işlemeye uygun olmayan patates, kabuk, posa ve atık su gibi yan ürünler elde edilir. Bu yan ürünlerin etil alkol, tek hücre proteini, mikrobiyal enzim, laktik asit, organik gübre ve biyoetanol üretiminde değerlendirilmesi söz konusudur. Bununla

birlikte patates işleme endüstrisinde çeşitli prosesler (yıkama, kesim, dilimleme vb.) nedeniyle değerlendirilemeyen nişasta atıkları atık sulara karışmakta ve ekonomik değer kaybı yaşanmaktadır.

Ülkemizde yaygın olarak mısır ve buğday nişastası üretimi söz konusu olmakla birlikte bir yandan da son yıllarda patates nişastası üretimi amacıyla yatırımlar yapılmaktadır. Bu amaçla da patates ekim alanlarında artış hedeflenmiştir. Patatesin nişasta üretimi amacıyla işlenmesinden elde edilen posa dahil nişasta içeren pek çok atık veya yan ürün hayvan besleme başta olmak üzere pek çok alanda değerlendirilebilecek potansiyele sahiptir. Son yıllarda ise patates kabuğunun içermiş olduğu biyoaktif bileşikler (klorojenik, kafeik, galik, protokateşik asitler) ile antioksidan ve antimikrobiyal etkileri üzerinde yoğun olarak durulmuştur. Patates işleme endüstrisi yan ürünlerinin katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ekonomik açıdan önem taşımaktadır.

Günümüzde Türkiye ve AB ülkelerinde rendering ürünlerin kullanımında geline son durum alternatif protein kaynakları

⁷⁴ Özdemir P. ve Malayoğlu H.M. (2017). Patates İşleme Endüstrisi Yan Ürünleri ve Hayvan Beslemede Değerlendirilmesi, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(1): 93-97, 2017



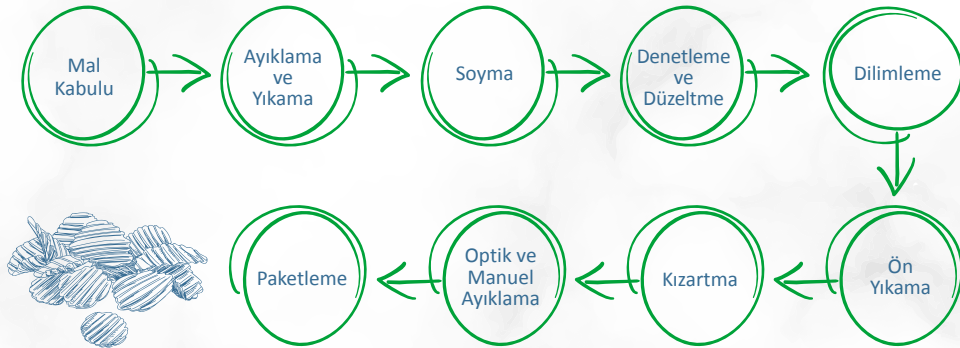
arayışını daha da önemli kılmaktadır. Bu amaçla alternatif protein kaynağı olarak tek hücre proteinlerinin üretiminde artış olabileceği bildirilmektedir.⁷⁵ Dolayısıyla birçok agro-endüstriyel yan ürünlerin (selüloz, tahıl ve sebze nişastası, şeker içeren yan ürünler gibi) tek hücre proteini üretiminde değerlendirilmesi yine gündemdedir. Özellikle patatesin işlenmesi sırasında açığa çıkan atık suyun ve diğer yan ürünlerin bu amaçla

değerlendirilmesi mümkündür. Nitekim Liu vd. (2014)⁷⁶ tarafından nişasta üretimi sırasında açığa çıkan yan ürünler tek hücre proteini üretiminde değerlendirilerek hayvan beslemede kullanılmak üzere alternatif protein kaynağı üretilmiş ve böylece büyük ölçekli endüstriyel dönüşümler için potansiyel bir uygulamaya dikkat çekilmiştir.⁷⁷

Aksaray OSB içerisinde yer alan önemli sektörlerden bir tanesi patates işleme endüstrisidir. OSB içerisinde yer alan firmalara gerçekleştirilen ziyaretler göstermiştir ki, patates işleyerek cips üretimi gerçekleştiren tesislerin hali hazırda üretim proseslerinden kaynaklanan atık sularında önemli miktarda nişasta atıkları mevcuttur. Bu atıkların bir bölümü tesislerin fiziksel ön işlem (ör: doğal baz ayırıştırması) ile ayırıştırarak daha sonra lisanslı firmalar ile bertarafa gönderilen nişasta çamurlarıdır. Bir kısım nişasta ise atık su ile birlikte atık su arıtma tesislerine iletilmektedir. Nişasta çamurunun bertarafı için firmalar çok düşük bir gelir (ör: 35 TL/ton) karşılığı bu atıklarını tesislerinden uzaklaştırmakta buna ek olarak nişasta içeren atıksu arıtımı için de çeşitli maliyetlere katlanmaktadır. Tüm bu açılardan değerlendirildiğinde nişastanın mümkün olan maliyet etkin yöntemler ile atık sudan ayrıştırılarak geri kazanımı bu sektörde faaliyet gösteren firmaların atık problemlerinin önüne geçerek katma değerli bir ürün olan nişasta üretimine olanak sağlayabilecektir.

Teknik Açıdan Değerlendirmeler

Patates cipsi üretimi aşağıdaki üretim aşamalarını içermektedir:



Şekil 5.1 - Patates Cipsi Üretim Akış Şeması

⁷⁵ Adedayo MR, Ajiboye EA, Akintunde JK and Odaibo A. 2011. Single cell proteins: As nutritional enhancer. *Advances in Applied Science Research*, 2 (5):396-409.

⁷⁶ Liu B, Li Y, Song J, Zhang L, Dong J and Yang Q. 2014. Production of single-cell protein with two-step fermentation for treatment of potato starch processing waste. *Cellulose*, 21 (5): 3637-3645

⁷⁷ Özdemir P. ve Malayoğlu H.M. (2017). Patates İşleme Endüstrisi Yan Ürünleri ve Hayvan Beslemede Değerlendirilmesi, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1): 93-97, 2017

Mal Kabulü: Üretim için gelen patates yumrularının özgül ağırlıklarının ve kuru madde (toplam katı) içeriklerinin yüksek olması istenmektedir. Bu nedenle mal kabulü yaparken bu parametreler analiz edilerek kalite prosedürlerine uygun patatesler tesise alınmaktadır.



Ayıklama/Yıkama: Küçük patatesler, kir, toz vb. gibi yabancı maddelerin ayrılması, yıkama tamburundan geçen patateslerin önce kirli sonra da temiz yıkama olmak üzere iki zamanlı yıkanması, taş ayırıcı siklonunda su ile oluşan girdapta taşların ve yüksek yoğunluktaki maddelerin suyun dibine çökmesi sağlanmaktadır.

Soyma: Bu proseste amaç, patateslerin en az %95 oranında soyulması (kabuk soyucular, silindir ve çeperleri zımpara taşı şeklindedir), kabuk parçalarının basınçlı su sayesinde patateslerin üstünden ve silindirin çeperlerinden temizlenmesidir.

Denetleme ve Düzeltme: Bantta görevli kişiler tarafından patateslerin dilimlenmeye girebilecek boyuta indirgenmesi ve bozuk patates varsa banttan ayrılması amacıyla denetleme yapılmaktadır.

Dilimleme: Patateslerin kesicilere girdiklerinde merkez kaç kuvvetiyle karşılaşarak bıçakların yüzeylerini sıyırarak geçmeleri sağlanmaktadır (Dilimleme işlemi sırasında çıkacak olan nişastanın geri kazanılması için dilimlenen patates ve bıçakların üzerine su gönderilir. Su düzenli gönderilmektedir çünkü bıçaklar üzerinde nişasta birikirse dilim kalınlığı ve ürün kalitesi bozulur. Buna bağlı olarak yağa batırıldıktan sonra kızarmış veya yanmış cipslerle karşılaşılabılır.)

Ön Yıkama – Yıkama: Her dilimden nişastanın uzaklaştırılması için ön yıkama yapılmaktadır (Nişastanın jelatinizasyonu sonucunda dilimlerin her iki yüzeyi de yapışkanimsi bir tabaka ile kaplanır. Bu yapışkanimsi film daha sonra kızartıcıda dilimlerin yapışıp kümelenmesine neden olur. Dilimler birbirlerine yapıştıklarında düzenli ve homojen bir pişirme olamaz. Pişen cipslerde yumuşak merkezler ve aşırı pişmiş bölümler oluşur. Yağ emişi artar). Dilimleri kızartmaya hazırlamak için nemin hava üflenmesiyle ve kurutmayla uzaklaştırılması ile bu işlem sona erer.

Kızartma: Kızartma aşamasında yağın sıcaklığı sürekli sabit tutulur. Filtre yardımıyla yağda bulunması istenmeyen artık maddeler uzaklaştırılır. Yağ emilimi sırasında dilimlerdeki nemin toplanarak bir baca yardımıyla dışarı aktarılması ve son olarak bir konveyörle cipslerin tanktan taşınması ile bu aşama sona erer. Bu proseste cipte kaybolan nem ile yağ yer değiştirir.

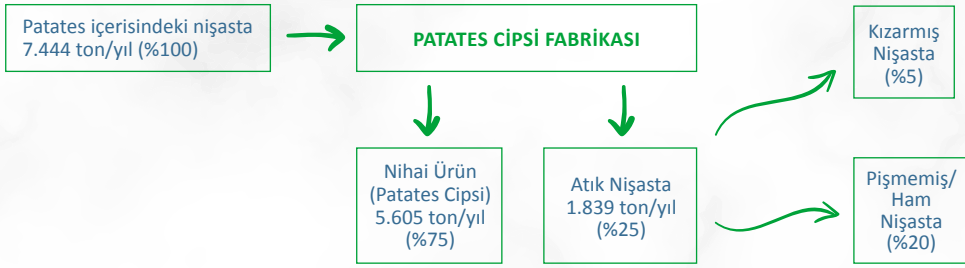
Optik ve Manuel Ayıklama: Optik ayıklama ünitesi tarafından patateslerin otomatik nem ve yağ oranlarının okunup, bozuk gözükenden hattan ayrılması amacıyla bu proses bulunmaktadır.

Kaplama: Gelen cips ağırlığının ölçülüp, uygun oranda tatlandırıcı püskürtülmesi ile paketleme aşamasına geçilmektedir.

Paketleme: Ürünün raf ömrü boyunca korunmasını sağlayacak materyalle ambalajlanması sonucunda ürünler sevkiate hazır hale gelmektedir.

Yukarıda bahsi geçen proseslerin bir bölümünden kaynaklanan nişasta atıkları atıksu vasıtasıyla patates cipsi üretim tesisinden uzaklaştırılmaktadır. 2009 yılında Catariona vd. tarafından patates cipsi üretim endüstrisinde eko-verimlilik uygulamaları yapılmasına yönelik gerçekleştirilen bir analiz göstermektedir ki üretim tesisine patates içerisinde gelen nişastanın ancak %75'i bitmiş ürünün içerisinde yer almaktadır. Oysa nişastanın %25 gibi önemli bir bölümü atıksu veya katı atık formunda tesisten uzaklaştırılmaktadır (Şekil 5.2).⁷⁸

⁷⁸ Catarina, J., Mendonça, E., Picado, A., Partidário, P. and da Costa, J.N. (2009), Eco-Efficiency in a Crispy Chips Industry, Global Science Books - Food



Şekil 5.2 - Portekiz'de Faaliyet Gösteren Bir Patates Cipsi Üretim Tesisinde Nişasta Kütle Denkliği

Öztürk vd. tarafından 2003 yılında patates işleme tesisi atık sularının arıtılabilirliği üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir.⁷⁹ Yılda 4.435 ton patates cipsi üretimi gerçekleştiren bir tesiste yürütülen bu çalışmanın elde ettiği bulgulardan bir tanesi 1 kg patates cipsi üretimi gerçekleştirebilmek için 23.4 l. su tüketildiği bilgisidir. Yukarıdaki bölümde bahsedildiği gibi bu denli yüksek su tüketimine ihtiyaç duyan sektörün aynı zamanda yoğun miktarda nişasta içermesi ilgili atıksuların organik madde yükünün yüksek olmasına ve arıtılması için gerekli girdilerin enerji, kimyasal vb. aynı oranda yüksek olmasına yol açmaktadır.

Oysa patates cipsi üretiminden kaynaklanan patates nişastası başta gıda sektörü olmak üzere, çeşitli sektörlerde kalınlaştırıcı, yapıştırıcı, yapı düzenleyici ve bağlayıcı olarak kullanılabilir.⁸⁰

Doğal Patates Nişastası Uygulama Alanları:

- 1. Gıda Sektörü:** Unlu mamuller ve pastacılık, et ürünleri, kuruyemiş ve çerezler, çorbalar, soslar ve ekmek mayası üretimi.
- 2. Tekstil Sektörü:** Patates nişastası tekstil sektöründe ağırlıklı olarak haşıl uygulamalarında kullanılır.
- 3. Kâğıt Sektörü:** Patates nişastası, kâğıt üretiminde kullanılan temel maddelerden biridir.
- 4. Diğer Sektörler:** Yem sektörü, madencilik sektörü, su arıtma, inşaat, tutkal, kozmetik ve petrol sektörleri de patates nişastasının çeşitli uygulama alanlarının olduğu sektörlerdendir.

Distribütörlüğünü yerli firmaların yaptığı çeşitli kimyasal üreticileri nişasta ve nişasta bazlı ürünleri Türkiye pazarında hali hazırda

piyasaya sunmaktadır. Gıda ve gıda dışı sektörlerle yönelik nişasta kullanımı olan ülkemizde nişastanın kullanıldığı bir diğer sektör ise yapı kimyasalları sektörüdür. Yapı kimyasallarında nişastanın kullanıldığı yerler, alçı bazlı kartonpiyer, macun, çimento esaslı fayans yapıştırıcılar, harçlar, emülsiyon bazlı boyalar ve betondur (Şekil 5.3). Yapı kimyasalları sektöründe en çok tercih edilen, yüksek performansı ile viskoziteyi artırarak özellikle fayans ve seramik yapıştırıcılarında harcın kıvamını ayarlayarak kaymasını önlemesi sebebiyle patates bazlı nişasta eteridir. Aynı zamanda harçlarda çalışabilirliği geliştirirler. Selüloz eterlerle birlikte kullanılırlar. Nişasta, nihai ürün formülüne, selüloz eterin %25'i kadar girerek selüloz eter kullanımını da azaltmaya yardımcı olur. Sıvalarda ve mantoloma yapıştırıcılarında, akma ve sarkmayı önleme etkilerinin yüksek olması nedeniyle tercih edilirler.⁸¹



Şekil 5.3 - Nişasta ve Nişasta Bazlı Ürünlerin Yapı Malzemeleri Üretiminde Kullanım Örneği

⁷⁹ Öztürk İ., Gençsoy E.B., Aydın A.F., Kırmızı Y. ve Eker Z., (2003) Patates İşleme Endüstrisi Atıksularının İki Kademeli Biyolojik Arıtımı SKKD Cilt 13 Sayı 1 Sh. 1-9

⁸⁰ <http://patatesler.blogspot.com/2010/01/patates-nisastas.html>

⁸¹ <http://www.turkchem.net/yapi-kimyasallarinda-kullanilan-nisasta-eterleri.html>

Ülkemizdeki iyi uygulama örneklerinden bir tanesi olarak Frito-Lay firmasının İzmit'te yer alan patates cipsi üretim tesislerinde nişasta ve su ayrılarak geri kazanılabilmektedir. Bu sayede saatte 100 kg nişasta elde edilirken ve 10 m³ suyun tasarruf edildiği bilgisine ulaşılmıştır.⁸²

Patates işleme endüstrisi atıksularından nişasta ve suyun geri kazanımı için kullanılan yöntemlerden en yaygını dekantör santrifüj uygulamalarıdır. Dekantör santrifüj katı-sıvı veya katı-sıvı-sıvı karışımların birbirinden ayrılmasında kullanılır. Makine, yüksek hızda dönen tambur ve tamburla aynı eksenle farklı hızda dönen helezon, hız farkını ayarlayan tahrik grubu ile dönen elemanları taşıyan

gövdeden meydana gelir. Ayrılacak olan ürün dekantöre ait dönerli besleme haznesine besleme borusuyla girer. Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle hamur helezon besleme haznesinden tambura girer ve tambur yüzeyine doğru özgül ağırlıklar farkıyla katmanlaşır. Çöken çamur helezon vasıtasıyla konik kısımdan dışarıya taşınırken, ayrılan katı ve su tamburun silindirik bölümünün bitiminden seviyesi ayarlanabilir plakalardan boşalır.⁸³

Dekantör santrifüjler yardımıyla bir patates cipsi üretim tesisinde işlenen her 100 ton patates karşılığında %60 kuru madde içeriğine sahip 2-3 ton nişasta elde edilebildiği ifade edilmektedir.⁸⁴

Ekonomik Açıdan Değerlendirme

Türkiye her yıl yaklaşık 30.000 ton patates nişastası ithalatı yapmaktadır ve bu ithalat karşılığı yaklaşık 45 milyon ABD doları döviz sarf edilmektedir. Bu bilgi göstermektedir ki patates nişastası, 1 tonu 1.500 ABD doları gibi oldukça yüksek fiyatlı bir üründür. Mamul ürün piyasalarındaki dalgalanmalarda bu harcama daha da artmakta ve fiyatların yüksek olduğu yıllarda patates nişastasının girdi olarak kullanıldığı ürünlerin fiyatları da yükselmektedir.⁸⁵ Patates nişastasının cips üretim tesislerinden geri kazanılıp piyasaya sürülmesi ile bu ithalatın belirli bir bölümünün önüne geçmek mümkündür. Geri kazanılan nişastanın ekonomik değeri, nişastayı geri kazanan firmalara oldukça önemli bir gelir kaynağı olabilmektedir.

Portekiz'de yer alan ve yaklaşık 400 çalışanı bulunan bir patates cipsi üretim fabrikasında gerçekleştirilen bir uygulama ile atıksudan nişasta ve su geri kazanımı gerçekleştirilmiş ve kâğıt sektöründe kullanımı sağlanmıştır. Uygulama sonrasında gerçekleştirilen analizler göstermiştir ki nişasta satışının yanı sıra su tüketimindeki ve atıksu arıtma maliyetlerindeki azalma sonucu üretilen her 1 ton cips için 2 Euro'luk gelir elde edilmiştir. Yine aynı analizler göstermiştir ki 1 ton cips üretimi sonucu 51 kg nişasta üretmek mümkündür.⁸⁶ Toplam 450.000 Euro yatırım ile kurulan nişasta ve su geri kazanım tesisinin cips üreticisine yıllık getirisi 202.270 Euro seviyelerinde olmuştur. Bu veriler göstermektedir ki nişasta geri kazanımı tesisi kendisini 2,2 yıl gibi kısa bir sürede amorti etmiştir.⁸⁷

Çevresel Açıdan Değerlendirmeler

Patates işleme endüstrisi atık suları; katı madde, protein ve nişasta içerikleri fazla olduğundan, kirlilik yükü yüksek atık sular olarak nitelendirilmektedir. Patates işleme endüstrisi atık sularında organik madde, azot ve fosfor içeriği fazladır. Klasik arıtma sonucunda azot ve fosfor giderimi fazla sağlanamadığından arıtılmış suyun deşarj edildiği ortamda bu maddelerin konsantrasyonları artmaktadır.⁸⁸

Atık sudan nişastanın geri kazanımı atık suyun kirlilik göstergesi olan parametrelerin (AKM, KOİ, BOİ vb.) konsantrasyonlarını azaltacağı için patates cipsi üretim tesisinden çıkan atık suyun arıtılabilirliğini yükseltecektir. Bunun yanı sıra geri kazanılan suyun farklı proseslerde (yüzdürme, yıkama, kesme vb.) farklı amaçlarla yeniden kullanımı sayesinde tesisin su gibi önemli bir doğal kaynağı kullanımında verimlilik artışı sağlanacak, yıllık toplam su tüketimi düşecektir.

⁸² http://benkoltd.com/suyupo/Kutuphone/basariilar_detay.asp?ID=7

⁸³ <http://www.haus.com.tr/haustr/urunler.php?group=1&id=2>

⁸⁴ https://cms.esi.info/Media/Documents/Mobil_potatoindustry_ML.pdf

⁸⁵ <https://www.haberler.com/konya-seker-patates-nisastasi-uretimine-basladi-5427942-haber/>

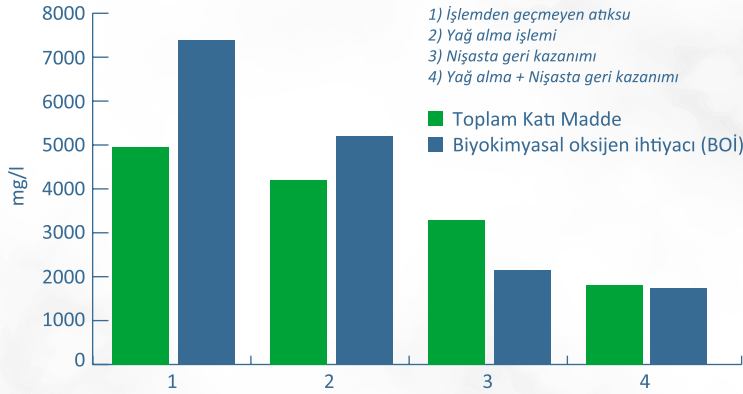
⁸⁶ Catarino, J., Mendonça, E., Picado, A., Anselmo, A., da Costa, J.N. and Partidário, P., (2007). Getting value from wastewater: by-products recovery in a potato chips industry. *Journal of Cleaner Production*, 15(10), pp.927-931.

⁸⁷ Catarino, J., Mendonça, E., Picado, A., Partidário, P. and da Costa, J.N. (2009). *Eco-Efficiency in a Crispy Chips Industry*, Global Science Books - Food

⁸⁸ Öztürk İ., Gençsoy E.B., Aydın A.F., Kırmızı Y. ve Eker Z., (2003) Patates İşleme Endüstrisi Atıksularının İki Kademeli Biyolojik Arıtımı SKKD Cilt 13 Sayı 1 Sh. 1-9

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi Portekiz'de faaliyet gösteren bir patates cipsi üretim tesisinde gerçekleştirilen nişasta geri kazanımı uygulaması sayesinde, farklı işletme koşulları (ör: yağ giderimi dahil/hariç) çerçevesinde elde edilen sonuçlar Şekil 4'te özetlenmiştir.⁸⁹ Şekil 5.4'te özet olarak sunulan bilgilere göre sadece nişastanın geri kazanıldığı durumda atık suyun katı

madde oranı yaklaşık %35 azalmaktadır. Buna karşılık biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) miktarı yaklaşık %70 gibi oldukça önemli oranda azalmaktadır. Patates cipsi üretimi endüstrisinin atıksularından nişastanın geri kazanımı sonucu atıksudan organik madde gideriminin çok yüksek oranlarda sağlanabildiği başka uluslararası araştırmalarda da ortaya koyulmuştur.⁹⁰



Şekil 5.4 - Nişasta Geri Kazanımı Sisteminin Atık Su Kirliliğine Etkisi

Mevzuat ve Standartlar Açısından Değerlendirmeler

Patates işleme proseslerinden kaynaklanan atık sular patates yıkama, soyma, kesme gibi proseslerden kaynaklandığı için içerdikleri organik madde miktarı çok yüksektir. Örneğin atık suda %0,7 oranında protein ve %1,66 oranında nişasta bulunur. Bu gıda üretimi amaçlı hijyenik koşullarda gerçekleştirilen bu aşamalarda herhangi bir mikrobiyal kontaminasyon beklenmediği için nişasta atık suyunun oluştuğu ve diğer atık sular ile karışmadığı bu aşamalarda genelde çok az koliform bakteriye rastlanmaktadır. Salmonella, Bacillus cereus veya Staphylococci gibi patojen mikroorganizmalara ise rastlanmamaktadır.⁹¹

Yemlerin piyasaya Arzı ve Kullanımı Hakkında Yönetmeliğin 23 üncü maddesinin birinci fıkrasına dayanılarak ve Avrupa Birliği Komisyonu'nun 68/2013 Sayılı Yem Maddeleri Kataloğu Regülasyonu'na uyumlu olarak Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 2016 yılında "Yem Maddeleri Kataloğu" hazırlanmıştır.⁹²

Yemlerin Piyasaya Arzı ve Kullanımı Hakkında Yönetmelik'in beşinci maddesinde belirtilen yem güvenilirliği ve piyasaya arz ile ilgili hükümleri uygulanmak kaydıyla bu "Yem Maddeleri Kataloğu"nın Bölüm C'sinde yer alan bir yem maddesi hayvan beslemede kullanılabilmektedir. Aşağıda kodları ile birlikte listelenen patates işleme kaynaklı çeşitli atık ve yan ürünler Bölüm C içerisinde listelenmiş ve kullanıma uygun olduğu ifade edilmiştir:

• 13.1.10 - Patates işleme endüstrisinden elde edilen ürünler

Açıklama: Patateslerin işlenmesi sırasında elde edilen üründür. Kurutulmuş veya dondurulmuş olabilir.

• 13.1.12 - Çerez endüstrisinden elde edilen ürünler ve yan ürünler

Açıklama: Çerezlerin – patates cipsi, patates ve/veya tahıl bazlı çerezler (direkt ekstrüde, hamur bazlı veya pelet haline getirilmiş çerezler) ve yemişlerin üretimi sırasında elde edilen çerez endüstrisi ürünleri ve yan ürünleri.

⁸⁹ Catarino, J., Mendonça, E., Picado, A., Partidário, P. and da Costa, J.N. (2009), Eco-Efficiency in a Crispy Chips Industry, Global Science Books - Food

⁹⁰ Mironescu, M. and Blog, L., (2011). Investigations on wastewaters at potato processing and starch recovery and characterisation. Journal of agroalimentary processes and technologies, 17(2).

⁹¹ Mironescu, M. and Blog, L., (2011). Investigations on wastewaters at potato processing and starch recovery and characterisation. Journal of agroalimentary processes and technologies, 17(2).

⁹² Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2016) Yem Maddeleri Kataloğu, İnternet Adresi: https://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/G%C4%B1da%20ve%20Yem%20Hizmetleri/yem_hizmetleri/yem_maddeleri_katalogu_son.pdf

Sonuçlar/Öneriler ve İleriye Dönük Adımlar

Patates işleme endüstrisi ülkemizde hızlı şekilde büyüyen sektörlerden bir tanesidir. Özellikle 2004 yılından bu yana cips vb. patates ürünlerinin üretim ve tüketiminde oldukça hızlı bir seyir izlenmiştir. Artan üretimle birlikte 2004 yılında kişi başına 400 g olan cips tüketimi 2012 itibarıyla yaklaşık 1 kg'a yükselmiştir.

Patates işleme endüstrisi gelişirken bir yandan da ülkemizde patates nişastasına olan talep artmaktadır. Türkiye her yıl yaklaşık 30.000 ton patates nişastası ithalatı yapmaktadır ve bu ithalat karşılığı yaklaşık 45 milyon ABD doları döviz sarf edilmektedir. Bu bilgi göstermektedir ki patates nişastası, 1 tonu 1.500 ABD doları gibi oldukça yüksek fiyatlı bir üründür. Oysa ülkemizde patates endüstrisi kaynaklı pek çok nişasta bazlı atık ve atık sular vardır. Gelişmiş ülkelerde patates endüstrisinin bu tarz nişasta bazlı atıkları değerlendirilerek katma değerli ürünlere dönüştürüldüğü bilinmektedir. Zira patates nişastasının başta gıda sektörü olmak üzere, tekstil, kâğıt, yem, yapı malzemeleri ve tutkal üretimi gibi pek çok alanda yoğun bir kullanımı vardır. Ülkemizde de çok kısıtlı olmakla birlikte bazı patates cipsi üreticilerinin (ör: FritoLay) patates nişastasını geri kazanıp farklı amaçlarla (ör: gübre üretimi) değerlendirdiklerine yönelik bilgilere ulaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen araştırmalar göstermiştir ki patates işleme atık suyu kaynaklı nişastaların geri kazanımı için kullanılabilecek sistem ve ekipmanlar (ör: santrifüj dekantör) ülkemizde çeşitli ekipman tedarikçileri/üreticileri tarafından piyasaya sürülmektedir. Yerli ve yabancı bu ürünlerin tanıtım dokümanlarında da patates nişastası üretimi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Öte yandan çeşitli kılavuz ve standartlarda (ör: Yem Maddeleri Kataloğu), ülkemizde patates işleme endüstrisi kaynaklı yan ürün ve atık gibi malzemelerin ürün olarak değerlendirilmesine yönelik ifadeler yer verilmiştir.

Yukarıdaki bu bilgilere dayanarak Aksaray OSB içerisinde yer alan cips üreticisi firmaların nişasta bazlı atıklarını geri kazanması ve katma değerli ürün olarak pazara sunması için teknik, ekonomik ve mevzuat açısından gerekli koşulların bulunduğunu söylemek mümkündür. Aksaray OSB içerisinde ve dışarısında yer alan firmaların sektörel dağılımları göz önüne alındığında, tekstil, kâğıt, yem ve yapı malzemeleri sektörleri üretilecek nişastanın müşterisi konumunda yer alabilecektir. Özellikle yem sektörü firmaları ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda bu sektörden nişasta bazlı ürünlerin kullanımı konusunda bir ilgi ve talep olabileceği anlaşılmaktadır.

5.2. Aksaray Bölgesinde Bulunan Uygun Atıklar Kullanılarak Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Üretimi

Çalışmanın Arka Planı

Aksaray bölgesi atık geri dönüşüm sektörü açısından ülkemiz ve özellikle İç Anadolu Bölgesi için önemli bir yer teşkil etmektedir. Aksaray bölgesinde plastik, kâğıt, cam, metal vb. ambalaj başta olmak üzere pek çok atık türünün geri kazanımını yapmak üzere atık geri dönüşüm tesisleri kurulmuş ve kurulmaya devam etmektedir. Aksaray ilinde

faaliyet gösteren ve 2018 yılında Çevre İzin/Lisans ve Geçici Faaliyet Belgesi (GFB) sahibi tesisleri incelendiğinde toplam 49 tesisin 25 tanesinin atık geri dönüşümü tesisi olduğu görülmektedir. Bu tesislerin sahip oldukları lisanslar dâhilinde ne tür atıkların geri dönüşümünü gerçekleştirebildiklerinin bilgisi ise Tablo 5.1'de sunulmaktadır.

Tablo 5.1 - İlgili Atık Bazında Çevre İzin/Lisans ve GFB Sahibi Geri Dönüşüm Tesisi Sayısı

TESİSLERİN ALABİLECEĞİ ATIKLAR		TOPLAM TESİS SAYISI
150102	Plastik ambalaj	18
150101	Kağıt ve karton ambalaj	14
150105	Kompozit ambalaj	13
150106	Karışık ambalaj	13
150107	Cam ambalaj	13
150104	Metalik ambalaj	11
150103	Ahşap ambalaj	10
170203	Plastik	6
150109	Tekstil ambalaj	6
120105	Plastik yongalar ve çapaklar	6
191204	Plastik ve lastik	6
070213	Atık plastik	5
020104	Atık plastikler (ambalajlar hariç)	5
160119	Plastik	5
200139	Plastikler	5
120121/20	Dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	2
170403	Kurşun	2
160216/15	Dışındaki iskarta ekipmandan çıkartılmış parçalar	2
040209	Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)	2
100404*	Baca gazı tozu	2
040221	İşlenmemiş tekstil elyafı atıkları	2
150110*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	2
040222	İşlenmiş tekstil elyafı atıkları	2
160601*	Kurşunlu piller	2
100401*	Birincil ve ikincil üretim cürufları	2
191201	Kâğıt ve karton	2
100402*	Birincil ve ikincil üretimden kaynaklanan cüruf ve köpükler	2
200101	Kâğıt ve karton	2

Tablodaki “*” işareti tehlikeli atıkları ifade etmek için kullanılmıştır.

Aksaray OSB’de gerçekleştirilen tesis ziyaretleri ve firmalar ile yapılan toplantılara ek olarak Aksaray katı atık düzenli depolama sahasına ziyaret gerçekleştirilmiş ve Aksaray bölgesinde mevcut durumda geri dönüşümü mümkün olmayan atıklar ile ilgili bilgiler alınmıştır. Bir geri dönüşüm tesisinde yapılan

saha çalışmalarında mevcut durumda tesise geri kazanılmak üzere getirilen kâğıt, cam, plastik, ambalaj vb. malzemelerin %25’lik bölümünün geri kazanıma uygun olmadığı için tesisten atık olarak bertaraf edilerek Aksaray katı atık düzenli depolama sahasına gönderildiği öğrenilmiştir.

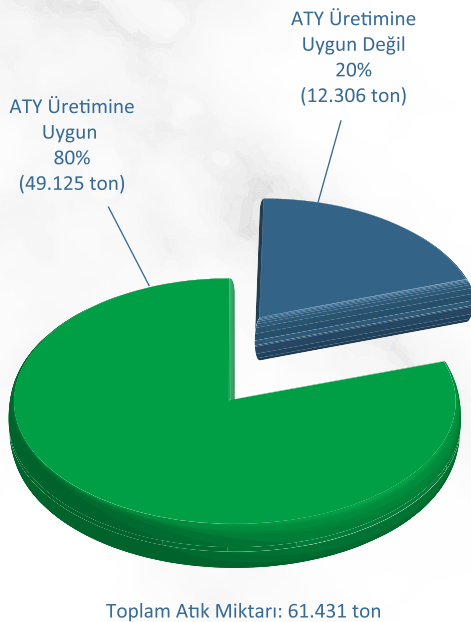
Şekil 5.5 - Geri Kazanım Tesislerinde Atık Olarak Bertaraf Edilen Malzemeler



Geri kazanıma uygun olmadığı için bertaraf edilen atıkların fotoğrafı Şekil 5.5'de sunulmuştur.

Ülkemizde geri dönüşümü mümkün olmayan ambalaj atıkları, endüstriyel atıklar, arıtma çamurları, yüksek kalorifik değere sahip tehlikeli atıklar, atık yağlar, atık solventler gibi farklı atıkların değerlendirilerek ekonomiye yeniden kazandırılması amacıyla gerçekleştirilen uygulamalardan bir tanesi atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretimidir. Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY), her ülkede farklı anlam taşımakla beraber, evsel veya endüstriyel atıkların belirli işlemlerden sonra tehlikeli ve tehlikesiz olarak ayrılmış, yüksek ısı değere sahip olan kısmından türetilen yakıtlar anlamına gelmektedir. Çimento sanayii başta olmak üzere petro-kok gibi fosil yakıtlara alternatif olarak çeşitli sektörlerde kullanım alanı bulunan ATY ile enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olmakla birlikte çevrenin korunmasına da katkı sağlamak hedeflenmektedir.⁹³

Bu çalışmada Aksaray İl Çevre Müdürlüğü'nün 2017 atık beyanlarından elde edilen veriler analiz edilerek atıktan türetilmiş yakıtlar için uygunlukları açısından değerlendirilmiştir. Bu sayede Aksaray OSB içerisinde kurulacak bir atıktan türetilmiş yakıt (ATY) tesisinin bölgeden hangi tür atıkları ne kadarlık miktarda temin edebileceğine yönelik değerlendirmelere yer verilmiştir.



2017 verilerine göre Aksaray İl Çevre Müdürlüğü'ne 87 farklı kod ile atık beyanı gerçekleştirilmiştir. Bu atıkların toplam miktarı yıllık 61.431 tondur. Hem tehlikeli hem de tehlikesiz atıkları içeren bu miktar atık içerisinde ATY üretimine uygun olan ve uygun olmayan atıklara ilişkin grafik aşağıda sunulmuştur (Şekil 5.6).

Yandaki özet grafikten görülebileceği gibi Aksaray bölgesinde üretilen atıkların yaklaşık %80'i (49.125 ton/yıl) ATY üretimi için uygundur. Toplam 87 farklı atık tipi (atık kodlarına göre) içerisinde aşağıda yer alan 40 atık kodu ATY üretimi için uygundur (Tablo 5.2.).

Şekil 5.6 - Aksaray Bölgesinde Üretilen Atıkların ATY Üretimine Uygunluğu

⁹³<http://www.istac.istanbul.tr/temiz-istanbul/evsel-atiklar/atiktan-turetilmis-yakit-uretimi>
<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.19804&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=ATIKTAN>

Tablo 5.2 - Aksaray Bölgesinde Üretilen Atıklardan ATY Üretimine Uygun Bulunanların Kodları

ATIK KODU	AÇIKLAMA	ATIK KODU	AÇIKLAMA
020106	Ayrı toplanmış ve saha dışında işlem görecektir hayvan dışkı, idrar ve tezek (ve bunlara temas etmiş saman), akan sızılar	080111	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler
150103	Ahşap ambalaj	150105	Kompozit ambalaj
020304	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler	190205	Fiziksel ve kimyasal işlemlerden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar
150101	Kağıt ve karton ambalaj	080121	Boya ya da vernik sökücü atıkları
020103	Bitki dokusu atıkları	040220	040219 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
040222	İşlenmiş tekstil elyafı atıkları	070214	Tehlikeli maddeler içeren katkı maddelerinin atıkları
020502	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	101103	Cam elyaf atıkları
150102	Plastik ambalaj	070213	Atık plastik
030307	Atık kâğıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ıskartalar	070208	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları
150106	Karışık ambalaj	070216	Zararlı silikonlar içeren atıklar
080113	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları	120109	Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları
150110	Tehlikeli maddelerin kalıntıları içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	080410	080409 dışındaki atık yapışkanlar ve dolgu macunları
190813	Endüstriyel atıksuyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	160107	Yağ filtreleri
191204	Plastik ve lastik	160119	Plastik
080117	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar	120107	Halojen içermeyen madeni bazzlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)
150202	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	061302	Kullanılmış aktif karbon (060702 hariç)
200139	Plastikler	170203	Plastik
170204	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	080317	Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri
040209	Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)	030105	030104 dışındaki talaş, yonga, kıymık, ahşap, kontrplak ve kaplamalar
200126	200125 dışındaki sıvı ve katı yağlar	050109	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli madde içeren çamurlar

Yukarıda listelenen ve ATY üretimi için uygun olan bu atıkların miktar açısından değerlendirmesi yapıldığında ise aşağıda listelenen ve 16 farklı kod ile beyan edilen atıkların ön plana çıktığı görülmektedir (Tablo 5.3). Tablo 5.3'de listelenen bu atıklar miktar olarak Aksaray bölgesinde oluşan ve ATY üretimi için uygun bulunan tüm atıkların %99'udur (48.659 ton/yıl). Bu nedenle

ATY üretimi odaklı gerçekleştirilmesi planlanan herhangi bir yatırım öncesi aşağıda listelenen atıkların Aksaray bölgesindeki mevcut durumunun öncelikli olarak ele alınması ve bu atıklar ile ilgili daha fazla bilgi edinilmesi önerilmektedir. Özellikle bu atıkların mevcut durumda ne kadarının geri dönüşüme tabi tutulamadığı, kalorifik değerlerinin ve nem içeriği gibi özelliklerinin hangi seviyede olduğu detaylı bir şekilde analiz edilmelidir.

Tablo 5.3 - ATY Üretimine Uygun Bulunan Atıkların Yıllık Miktarları

ATIK KODU	AÇIKLAMA	MİKTAR (TON/YIL)
020106	Ayrı toplanmış ve saha dışında işlem görecekt hayvan dışkısı, idrar ve tezek (ve bunlarla temas etmiş saman dâhil), akan sızılar	36.425.480
150103	Ahşap ambalaj	3.980.230
020304	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler	2.106.500
150101	Kâğıt ve karton ambalaj	1.247.467
020103	Bitki dokusu atıkları	1.018.920
040222	İşlenmiş tekstil elyafı atıkları	813.325
020502	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	591.500
150102	Plastik ambalaj	490.618
030307	Atık kâğıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan iskartalar	436.070
150106	Karışık ambalaj	291.150
080113	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları	266.610
150110	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	235.304
190813	Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	219.180
191204	Plastik ve lastik	214.150
080117	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar	171.018
150202	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	152.082
TOPLAM		48.659.604



Teknik Açıdan Değerlendirmeler

Çok sayıda endüstriyel atık, ikame yakıt veya ikincil yakıt olarak Avrupa ülkelerinde ATY üretiminde kullanılmaktadır.

Bunlar;

- Ticari ve endüstriyel faaliyetlerden gelen kâğıt/karton ve plastikler
- Ambalaj atıkları veya standart dışı ürünler
- Atık lastikler
- Biokütle atıkları (Sap ve saman, kontamine olmamış ahşap atıkları, kurutulmuş arıtma çamurları)
- Tekstil atıkları
- Eski araç sökümünden elde edilen atıklar ve
- Tehlikeli atıklar (yüksek ısı değere sahip)

Atık yağlar

Endüstriyel çamurlar

Atık emdirilmiş ağaç talaşları ve

Atık solventler

ATY üretimi iki farklı şekilde gerçekleşir.

I. Evsel Atıklardan ATY Üretimi

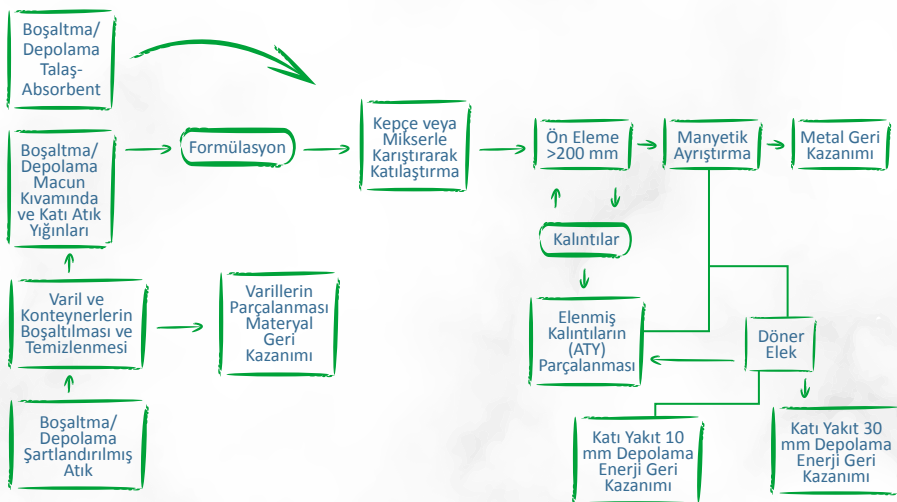
II. Endüstriyel Atıklardan ATY Üretimi

ATY hazırlama tesislerinde;

- Giriş, depolama ve çalışma kısımları,
- Yangın söndürme sistemleri,
- Konveyör ve taşıyıcı bantların/sistemleri, hazne ve kapların temizlenmesi için temizleme sistemleri,
- Taşan ve dökülen atıkların toplanması için yeterli absorban ve
- Nötralizen bulunur.



Tesise kabul edilecek atık içeriğinde radyoaktif madde bulunup bulunmadığının tespiti maksadıyla tesis girişinde radyasyon ölçüm paneli bulunur. Herhangi bir kaza halinde derhal müdahale edilebilmesi için bunkerler (depolar) hariç olmak üzere ünitelerin yer üstüne tesisi zorunludur. Sızıntı suyu kaçağının olabileceği tesis bölgelerinde, sızıntı suyunun yer altına sızması ve etrafındaki toprağı kirletmemesi için gerekli sızdırmazlık tedbirleri alınır. Atıklar öncelikle kaba kırıcıda istenen küçük boyutlara getirilmekte, sonrasında metal ve organik maddelerin ayrıştırılması sağlanmaktadır. İnce kırıcı ünitesinde daha da küçültülerek istenilen boyutlara getirilen atıklar alternatif yakıt olarak kullanılmak üzere sevk edilmektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 - Sıvı ve Yarı Sıvı Tehlikeli Atıklardan Katı Yakıtın Hazırlanması Örnek Üretim Şeması⁹⁴

⁹⁴ Alp, K.,(2011) Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Çevre ve Orman Bakanlığı, Atık Yönetimi Sempozyumu

ATY üretiminde kullanılan atık türüne göre belirli kalitede ATY üretmek üzere kurulacak tesislerde standart ünitelerin yer alması gerekmektedir. ATY üretim sisteminde kullanılan temel ekipman; kaba kırıcı, manyetik ayıklama, ağır malzeme ayıklama, ince kırıcı ve konveyörlerdir. Ayrıca malzeme özelliğine göre manyetik olmayan metal ayıklama (eddy-current) ve klor ayıklamak için optik ayıklama sistemi kullanılabilir.⁹⁵

ATY üretimi hedeflenen atıkların analizinde aşağıdaki kimyasal içerikleri ve fiziksel özellikleri dikkate alınarak analizler yapılması önerilmektedir.

- Atığın kaynağı ve atık kodu
- Atığın net kalori değeri
- Kül miktarı
- Su miktarı
- Biyokütle miktarı
- Kimyasal bileşimi özelliklerle (C, H, O, N, S, P, Cl, F, Al, K, Na)
- İnorganik kirleticilerin konsantrasyonu
- Organik kirleticilerin konsantrasyonu
- Uçucu madde miktarı

Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliğinin EK-3 kısmında ATY özellikleri aşağıda tablo olarak verilmiştir.

Tablo 5.4 - ATY Hazırlama Tesislerinde Hazırlanacak Yakıtın Özellikleri

PARAMETRE	SINIR 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	<5
Solvent İçeriği, %	<15

⁽¹⁾ Tane boyutu parametresi ATY kullanacak tesislerde kullanılan teknolojilerin Bakanlıkça uygun bulunması halinde artırılabilir.

⁽²⁾ Klor by-pass hattı bulunan tesisler için parametre üç katına kadar Bakanlıkça uygun bulunması halinde artırılabilir.

Tebliğin EK-2'sinde yer alan ATY tesislerinin atık özelliğine göre düzenlenmiş ekipman listesi aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.5 - Ekipman Listesi

EKİPMAN	Belediye Atığı (Tehlikesiz Atıklar)	Karışık Atık (Belediye + Endüstriden Kaynaklanan Tehlikeli ve/veya Tehlikesiz Atıklar)	Tehlikeli Atıklar
Bunker (iç veya dış karıştırmalı)		X	X
Poşet parçalayıcı döner elek	X	X ⁽¹⁾	
Kaba kırıcı (Ön parçalama)	X	X	X
Manyetik ayırıcı	X	X	X
Ayırıcı (Balistik, Havalı veya Eddy akımlı vb.)	X	X	X
İnce Kırıcı (Son parçalama)	X	X	X
Kurutucu	X ^{(1) (2)}	X ^{(1) (2)}	X ^{(1) (2)}
Konveyör	X	X	X
Vibrasyon cute	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	

⁽¹⁾ İhtiyaç duyulması halinde kullanılır.

⁽²⁾ Atığın %65'ten fazla sulu/nemli olması halinde tesiste bulunması zorunludur.

Ortalama bir tesisin hammadde (atık) işleme kapasitesi 10 ton/saat olarak kabul edildiğinde, hammadde ihtiyacı 1 vardiya için (300 gün x 8 saat/gün x 10 ton/saat) 24.000 ton/yıl, çift vardiya için (300 gün x 16saat/gün x 10 ton/saat) 48.000 ton/yıl, üç vardiya (300 gün x 24saat/gün x 10 ton/saat) 72.000 ton/yıl olacağı düşünülmektedir.

Belirtilen özelliklerdeki atıkların atık üreticisi kurum ve kuruluşlardan alınan bilgiye göre bölgede yapılması hedeflenen ATY tesisinin kurulması halinde sürekliliği sağlanacaktır. Bertaraf maliyetinin yanı sıra bölgede tesis yokluğundan dolayı uzak bölgelerdeki tesislere gönderme mecburiyeti ve bunun getirdiği nakliye masraflarının azalacağı düşünüldüğünden atık

teminlerinin düzenli yapılacağı belirtilmiştir.

Hali hazırda işletilen diğer tesislerden ve yapılan çeşitli araştırmaların sonucuna göre söz konusu atıklar yakıt özelliği katıldığından ilgili tesislerde (özellikle çimento) deneme yakmalarına gerek duyulmadan kullanılmaktadır. Tesislerin proses özelliklerinin farklılığından dolayı önlem amaçlı deneme yakmaları önerilmektedir.

ATY Tesislerinde değişime uğrayan atıklar mevcut durumdaki yakma proseslerinde kullanılacaktır. Bir bakımdan atık kullanıcıların tam verimle kullanacağı forma kazandırılması hedeflenmektedir. Bu açıdan atık kullanıcıların proses/teknoloji değişikliği yapmasına gerek bulunmamaktadır.

Çevresel Açıdan Değerlendirme

Aksaray bölgesinde değerlendirilemeyen atıkların ATY'ye dönüştürülmesi çevre ve insan sağlığı açısından önemli yararlar sağlayacaktır. Atıkların yakıt olarak değerlendirilmesi ile hem sürdürülebilir bir atık yönetim sistemi oluşturulmakta, hem de çevreye doğrudan ve/veya dolaylı etkisi olan atıkların uygun şekilde imhası ile çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.



Atıktan Türetilmiş Yakıt olarak kullanılan atıklar sayesinde doğal kaynakların kullanımı azaltılmaktadır. Atıkların işlenerek belirli bir kalorifik değerde atıktan türetilmiş yakıt elde edilmesiyle birlikte, birincil yakıt olan doğal kaynaklar ve madenlerin yerine kullanılması sonucu doğal kaynak ve maden kullanımı azalmaktadır. Doğal kaynakların kullanımında azaltıma gidilmesi doğal güzelliklerin, coğrafi özelliklerin korunması gibi çevresel açıdan önemli faydalar sağlamakta ve ekonomik değerlerin korunması açısından da büyük önem arz etmektedir. Kullanılan her atık kalorifik değeri kadar fosil yakıt kullanımını

engellediği için yeni atık oluşumu ve kaynak kullanımında azalma görülmektedir.⁹⁶

ATY tesisleri atıkların geri kazanımının gerçekleştirileceği üretim alanları olacağı için bu alanların yaratacağı çevresel etkilerin de planlama aşamasından itibaren en aza indirgenmesi gerekmektedir. Genel olarak ATY tesisleri değerlendirildiğinde ATY'nin üretimi, en az iki farklı tipte çevresel etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır:

- Süreçte kullanılan enerjinin tüketiminden ortaya çıkan yükler (çoğunlukla elektrik veya tesiste ya da şantiyede buhar üretimi),
- Prosesten ortaya çıkan atıkların havaya atılması (mekanik işlemlerden dolayı ortaya çıkan partiküller, kurutma veya presleme proseslerinden ortaya çıkan buharlar) veya prosesten çıkan atık suların (yıkama veya sıyırma işlemleri gibi su içeren prosesler) alıcı ortama boşaltılmasıdır.

Koku ve hijyen problemlerinden dolayı ortaya çıkan olumsuz etkiler (mikrobiyolojik kirleticiler) atık maddelerinin işlendiği her safhada meydana gelebilir. Bu etki, hızlı biyolojik parçalanmaya tabi tutulan organik maddelerin oranının bir fonksiyonudur.

Atıkların ön işlemeye tabi tutulmasından kaynaklanan hava emisyonları, işlenen atık tipine ve kullanılan süreçlere bağlıdır.

⁹⁶ http://istac.com.tr/contents/44/cevre-makaleleri_131473422034297503.pdf

Emisyon izleme ve raporlama işlemi, ulusal mevzuat çerçevesinde gerçekleştirilir. VOC, koku ve toz emisyonları için azaltma teknikleri gerektiğinde uygulanır. Toz genellikle torba filtrelerle azaltılır. Ses ve koku için karşı önlemler değerlendirilmelidir. VOC'yu azaltma teknikleri, diğer tekniklerin yanı sıra biyolojik işlemleri, aktif karbonu ve termal işlemleri içerir. Manyetik separatörler ile ayrılan metaller ilgili yönetmelik gereklerine uygun şekilde bertaraf edilmelidir. Taşımada kullanılan varil vb.

metal kaplar öncelikle lisanslı varil yıkama/ geri dönüşüm tesislerine gönderilmelidir. Bunun tercih edilmediği durumda lisanslı bertaraf tesisine gönderilmesi esastır. ATY hazırlama tesislerinden kaynaklanan her türlü atık sular ilgili mevzuat çerçevesinde deşarj edilmelidir. ATY hazırlama tesislerinin atık kabul ve depolama ünitelerinden yağmur suyu ile oluşacak atıksuların toplanması ve ilgili mevzuat çerçevesinde arıtılması esastır. Aşağıdaki tabloda yakıtların CO₂ Salım Katsayılarına yer verilmiştir.

Tablo 5.6 - Yakıt Türlerine Göre CO₂ Salım Katsayıları⁹⁷

YAKIT	kg CO2 / GJ	
Fosil Yakıtlar	Kömür	96
	Petrol Koku	92,8
	Linyit	101
	Atık Yağ	74
Alternatif Yakıtlar	Ömrünü Tamamlamış Lastik	85
	Karışık Endüstriyel Atık	83
	Kurutulmuş Arıtma Çamuru	-110

Ekonomik Açıdan Değerlendirme

ATY üretiminde kullanılacak teknolojiler ve bunların yaklaşık maliyetleri aşağıdaki tabloda ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 5.7 - ATY Üretiminde Kullanılacak Teknolojiler ve Maliyetleri⁹⁸

KULLANILAN EKİPMANLAR	KAPASİTE (TON/SAAT)	YAKLAŞIK FİYATLAR
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 - 2.000 €/m
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 € - €

* Belirtilen fiyata elektrik ve panolar, mekanik ve elektrik montajı, nakliye ve işletmeye alma hizmetleri ile tesisin yapılacağı arazi ve tesisin inşaat giderleri dâhil değildir.

⁹⁷ AYAN S., İMSAD Sürdürülebilirlik Komitesi Paylaşım Günleri Toplantısı, ÇİMSA
⁹⁸ İSTAÇ A.Ş., 2010

Tablo 5.8 - ATY Üretim Tesisi Yatırım Maliyeti ve İşletme Giderleri⁹⁹

Yatırım ve 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

Tablo 5.9 - ATY Tesisinin Fiili Durumdaki Yaklaşık İşletme Giderleri

EKİPMAN	(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	2,96	3,62	0,44

Mevzuat ve Standartlar Açısından Değerlendirmeler

Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) hazırlama faaliyeti kapsamında, 20/06/2014 tarihli ve 29036 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Atıktan Türetilmiş Yakıt, 13/04/2017 tarihli ve 30037 sayılı Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliği’nde tanımlı atık kodlarına sahip tehlikeli ve tehlikesiz atıklar, alternatif yakıt olarak kullanılmak üzere ön işleme tabi tutulurlar. Tebliğin amacı, atıkların alternatif hammadde olarak kullanılması, atıktan türetilmiş yakıt hazırlanması ve bu hazırlama tesislerinde bulunması gereken asgari şartlara ilişkin teknik, idari ve uyulması

gereken genel kurallar ile atıktan türetilmiş yakıt kullanımı ve beraber yakma tesislerinde ek yakıt olarak kullanılacak atıklara ilişkin esasları belirlemektir.

Türkiye’de Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği ve Atık Yakma Direktiflerinin açıklama getirdiği bir lisans süreci olup 3 yıllık süreyle atık yakıt kullanımına izin verilmektedir. Lisans süresince atık yakıt kullanan çimento fabrikaları kontrol ölçümlerini yaptırarak raporlama yapmakta ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı nezaretinde atık yakıt kullanımı gerçekleştirilmektedir.

⁹⁹ Nuh Çimento A.Ş., 2010

Sonuçlar/Öneriler ve İleriye Dönük Adımlar

Günümüzde kalorifik değeri yüksek atıklar enerji kaynağı olarak görülmekte ve üretilen enerji ile hem çevre kirliliğinin ve bertaraf maliyetlerinin önüne geçilerek hem de kullanıma ihtiyacımız olan enerji üretilmektedir. Böylelikle ihtiyacımız olan enerji eldesi için doğal kaynak kullanımı azalarak millî ekonomiyeye katkı sağlanmaktadır. Her türlü üretim ve tüketim faaliyetlerinin sonucu oluşan atıkların geri dönüşüm ve geri kazanımları ile hem ekonomik anlamda kazanç hem de sürdürülebilir çevre anlamında katkı sağlayacağı unutulmamalıdır. Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan rapora göre, atıktan türetilmiş yakıtlar termik enerji santralleri, kâğıt endüstrisi, çimento sektörü ve yüksek fırınlarda kullanılabilir. ¹⁰⁰

Yukarıdaki bölümlerde sunulan tüm değerlendirmeler ışığında Aksaray bölgesinde geri kazanımı mümkün olmayan ve kalorifik değere sahip atıkların ATY Tesislerinde ön işleme tabi tutularak katma değerinin artırılabilir.

yakıtla dönüştürülmesine yönelik ES olanağı gerçekçi/uygulanabilir gözükmemektedir. ¹⁰⁰ Bununla birlikte ATY tesisleri genel olarak sadece kuruldukları ile değil ilgili bölgeye hizmet ettikleri için Aksaray ili dışından da atık temin etme potansiyeli bulunmaktadır.

Proje bölgesinde oluşan atık miktarı ve buna ek olarak çevre illerden atık temin etme potansiyeli düşünüldüğünde Aksaray OSB içerisinde kurulacak bir ATY tesisinin ihtiyacını karşılayacak düzeyde olacağını söylemek mümkündür. Aksaray OSB'de hali hazırda faaliyet göstermekte olan geri dönüşüm firmalarına gerçekleştirilen ziyaretler ve teknik değerlendirmeler göstermektedir ki bu tarz bir ATY üretim tesisinin işletilebilmesi için teknik bilgi ve beceri Aksaray OSB içerisinde mevcuttur. İlgili geri dönüşüm firmaları ile irtibata geçilerek bu tarz bir yatırım konusunda kendilerini teşvik edecek bilgi ve bulguların paylaşılması faydalı olacaktır.

5.3. Metallerin Kesilmesi Sonucunda Ortaya Çıkan Atık Parçaların Metal İşleyen Diğer Firmalarda Değerlendirilmesi

Çalışmanın Arka Planı

Türkiye'de en büyük metal yatırımları başta otomotiv sanayi olmak üzere ağır makine sanayileri tarafından yapılmaktadır. Türkiye bulunduğu coğrafya göz önüne alındığında ileri düzeyde bir otomotiv sanayii kurmuş tek ülke olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle otomotiv yan sanayii hem ülke açısından hem de ülkede yatırım yapacak firmalar açısından stratejik önem taşımaktadır. Aksaray OSB'de ise, ilin sanayileşmesinde büyük rol sahibi olan otomotiv sektörünün ileri gelen firmalarından Mercedes Benz'e malzeme tedarikinde de bulunan otomotiv yan sanayii firmaları bulunmakta ve öne çıkmaktadır.

2017 verilerine göre Aksaray ilinde gerçekleştirilen 84,3 milyon dolarlık ihracatın 6,5 milyon doları otomotiv sektörüne aittir.

Firmalar arasında atık alışverişi sağlanması atığın bertaraf edilmeden başka bir firma tarafından tekrar kullanılmasına olanak vererek hem çevresel ayak izini azaltacak, hem ekonomik değer yaratacak, hem de mevcut durumda bölge firmalarının atık yönetim maliyetini azaltmış olacaktır. Bu anlamda, metallerin kesilmesi sonucunda ortaya çıkan atık parçaların, metal işleyen diğer firmalarda değerlendirilmesi olanağı öne çıkan seçenekler arasındadır. Metal işleyen firmalarda değerlendirilebilecek

¹⁰⁰ ALP K., Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Refuse Derived Fuel (RDF) Solid Recovered Fuel (SRF) http://www.tehlikeliatik.com/public/dosyalar/Sunumlar/tehlikeli_atiklar/aty-rdf.pdf

olan atık metal parçalar, Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde de yer alan aşağıda kodları ve açıklamaları birlikte sunulan atıklardır:

- 16 01 17 koduyla belirtilen demir ve metaller
- 17 04 05 kodlu demir ve çelik atıklar.

Bu atıkların kaynaklandığı firmaların ait olduğu otomotiv sanayi hem sahip olduğu işletmelerin hacmi hem de çalışan sayısı bakımından Aksaray OSB'deki en önemli sektörlerdendir. Ayrıca, 16 01 17 kodlu demir metaller, 11154 ton/yıl miktarı ile (toplam bertaraf edilen atığın yaklaşık %32'si) 2016 yılında Aksaray ilinde sanayi tesislerinden en yüksek miktarda bertaraf edilen atık türü olmuştur. Ancak atıkların geri kazanım oranlarına bakıldığında diğer tehlikesiz atık türlerinin yanı sıra demir/çelik metalinin de oldukça sınırlı düzeylerde geri kazanılabildiği görülmektedir. 2016 yılı verilerine göre demir metal atıkların yalnızca %2'lik bir kısmının geri kazanımının sağlanabildiği görülmektedir. Dolayısıyla, bu atıklar üzerinden kurulacak bir endüstriyel simbiyoz olanağının değerlendirilmesi yerinde olacaktır. Araştırılan endüstriyel simbiyoz olanağı çerçevesinde değerlendirilen metal atıklarının miktarı, kalitesi ve mevcut durumdaki yönetimi bu olanağın detaylı araştırılmasını gerekli kılmıştır. Bu noktada metal atıklar özelinde oluşturulacak bir simbiyoz ağı ile bu atıkların geri dönüşüme

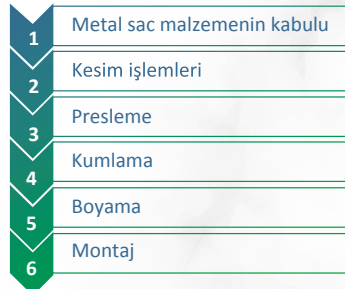
uğramadan mevcut kalitesini koruyarak bir başka firmaya hammadde girdisi olabilmesi ve bu sayede ekonomik anlamda önemli bir katma değer yaratılacağı düşünülmektedir.

Aksaray OSB içinde firmaların atık olarak ürettiği metal parçalar mevcut durumda ağırlıklı olarak geri dönüşüm firmaları aracılığıyla yeniden üretim tesislerine gönderilmekte ya da bu atıklar için diğer bertaraf yöntemleri değerlendirilmektedir. Bu noktada oluşan metal atığının geri kazanım tesisine taşınması, ergitme ve yeniden üretim süreçlerinden geçmesi, uygun kalitedeki geri kazanılmış malzemenin yeniden üretim proseslerine taşınması gibi çevresel etkiyi ve maliyeti artıran birçok işlemten geçmesi gerekmektedir. Geri kazanım prosesine göre de yeniden üretilen atığın kalitesinde değişimler meydana gelebilmektedir. Tüm bunlar göz önüne alındığında oluşturulacak bir endüstriyel simbiyoz ağı ile sözü geçen çevresel etkilerin ve ekonomik kayıpların önlenebileceği öngörülmektedir. Bölgenin atıklarla ilgili genel durumunda hatırı sayılır ölçüde iyileştirme sağlayacak olan ve atık yönetimi konusunda yararlı bir alternatif sunan söz konusu simbiyoz olanağı aşağıda sunulan bölümlerde teknik, çevresel, ekonomik, mevzuat ve standartlar açılarından değerlendirilmiştir.

Teknik Açıdan Değerlendirmeler

Aksaray OSB metal işleme ve otomotiv sektörü açısından üretim hacmi ve niteliği bakımından öne çıkmaktadır. OSB içinde metal sektörü, hem farklı ölçeklerde üretim yapan firmaların varlığı hem de ürünlerin çeşitliliği bakımından üretim proseslerinden çıkan uygun kalitedeki atıkların aynı sektördeki diğer firmalarla bir endüstriyel simbiyoz ağı oluşturarak ortak değerlendirilmesini olanaklı kılmaktadır.

Genel olarak metal işleme prosesleri aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır:



Şekil 5.8 - Metal Kesim ve İşleme Proseslerinin Genel Akım Şeması

• **Metal sac malzemenin kabulü:** Bu aşamada üretim öncesi gelen metal sac malzemenin kabulü, ön incelemesi ve proseslere uygunluğu değerlendirilir. Hammaddenin üretim, bekleme ve dağıtım aşamalarında oluşmuş olası hatalar değerlendirilir ve üretim prosesleri için gereken uygun kalitede malzemenin seçimi gerçekleştirilir.

• **Kesim işlemleri:** Bu basamakta ön incelemesi tamamlanmış metal malzemenin kesim prosesine alınarak presleme öncesi uygun formu kazanması sağlanır.

• **Presleme:** Bu aşamada kesimi gerçekleştiren metal malzeme uygun presler aracılığıyla en son formunu almak üzere işlemde geçirilir.

• **Kumlama:** Bu basamakta preslenen ürünlerde boyama öncesi olası yüzey pürüzleri giderilir. Oldukça küçük hacimli metal bilyeler (kumlama kumu) preslenmiş ürünün tüm yüzeylerine belirli sürelerde sürekli püskürtülerek üretilen parçanın boyama öncesi pürüzsüzleşmesi sağlanır.

• **Boyama:** Üretilen parçanın montajına uygun biçimde seçilen boya malzemesi ve boyama metodu (püskürtme, fırınlama, kaplama vb.) ile bu aşama tamamlanır ve ürün kalitesi bakımından incelenir.

• **Montaj:** Bu aşama üretilen metal parçanın uygun prosesler (tam otomasyonlu veya manuel) aracılığıyla birleştirilmesi, nihai ürüne dönüşmesini içerir.

Metal kesiminden kaynaklanan atıklar, farklı ebatlarda presleme ve boyama işlemleri öncesi sacın kesim aşamalarında oluşmaktadır. Aksaray OSB dâhilinde faaliyet gösteren metal kesim ve işleme prosesleri farklı ebatlarda metal ürünler oluşturduğundan farklı ebatlarda atık parçalar oluşmaktadır. Bu açıdan bakıldığında özellikle büyük ebatlı metal atıkların daha küçük ölçekte çalışan firmalarda değerlendirilmesi mümkün olmaktadır.

Özellikle kesim işlemlerinden çıkan uygun atık parçaların bir başka firmanın üretim proseslerinde değerlendirilmesinin öncelikle hammaddenin çevresel açıdan etkin değerlendirilmesinin önünü açacağı, bu açıdan toplam çevresel ayak izinin azaltılabileceği düşünülmektedir. Örneğin, değerlendirilen bir firmanın metal kesiminden kaynaklı atık parçaların üretim miktarları göz önüne alındığında öngörülen endüstriyel simbiyoz ağı neticesinde aylık 400 ton hammaddenin geri kazanımı mümkün olmaktadır. Üretim miktarının yanı sıra oluşan metal parça atığının kalitesinin de yüksek oluşu malzemenin geri dönüşüme uğramadan başka bir firmada kullanılmasını önemli kılmaktadır. Oluşturulacak bir endüstriyel simbiyoz ağı içinde bu atık, mevcut yüksek kalitesini koruyarak başka bir firmada kaliteli bir girdi olabilecek ve hem çevresel hem de ekonomik olarak değer yaratacaktır.



Şekil 5.9 - Kesim İşlemleri Sonrası Oluşan Farklı Ebatlardaki Metal Atıklar

Ekonomik Açıdan Değerlendirme

Atıkların endüstriyel simbiyoz yaklaşımlarıyla değerlendirilmesi çevresel etkinin azaltılması ve hammaddenin etkin kullanımının sağlanmasının yanı sıra ekonomik açıdan da önemli bir katma değer oluşturmaktadır. Özellikle metal atıkların ekonomik değerleri piyasa açısından göz önüne alındığında bu katma değer daha da önem kazanmaktadır.

Çeşitli atıklar bakımından geri dönüşüm firmalarının açıkladığı ortalama alış fiyatları aşağıdaki gibidir:¹⁰¹



Alüminyum	8,50 TL/kg
Makina	1,50 TL/kg
Motor	2,80 TL/kg
Kurşun	8,40 TL/kg
Kâğıt	0,50 TL/kg
Pet şişe	1,30 TL/kg
Bakır	31,0 TL/kg
Demir	1,60 TL/kg

Atık birim fiyatları göz önüne alınırsa metal atıkların ekonomik değeri daha çok öne çıkmaktadır. Aksaray OSB’de metal sektörü üretim hacmiyle öne çıkan sektörlerden biridir. Bu yönüyle üretim arttıkça hammadde tüketimi

ve atık oluşumu beraberinde artmaktadır. Metal sektöründe oluşturulacak endüstriyel simbiyoz ağı neticesinde hammadde tüketiminin azaltılmasının yanı sıra oluşacak atıkların bertaraf maliyetlerinin ortadan kalkmasının yanı sıra atık ürünlerin başka firmalara uygun fiyatlarla satışının sağlanması hedeflenmektedir. Tüm bu içsel ve dışsal faktörler değerlendirildiğinde aylık 400 ton atıktan önemli bir ekonomik katma değer oluşturulması hedeflenmektedir. Yine bir başka firmada yüksek kalitede sac kesiminden üretilen uygun ebatlarda aylık 300 ton civarında metal atık olduğu değerlendirilmiştir. Bu atıkların daha küçük ebatlarda aynı malzemeyi kullanan diğer firmalarda hammadde olarak değerlendirilmesi mümkündür.

Piyasada “ST 37” ya da “ST 52” gibi yüksek kalitede çelik sac hammaddeler bugünün değeriyle ortalama 650 USD/ton olarak fiyatlanmaktadır.¹⁰² Bu noktada, yalnızca kesim işlemlerinden kaynaklanan yüksek kalitedeki atık malzeme, oluşturulacak bir endüstriyel simbiyoz ağı içerisinde geri dönüşüm proseslerine (taşınma, ergitme, yeniden üretim vs.) girmeyeceğinden bu işlemler süresince ortaya çıkan ekonomik kayıpların ve yeniden üretim sonucunda elde edilen kalitenin düşük olmasının önüne geçilebilecektir.

Çevresel Açıdan Değerlendirmeler

Atıkların geri dönüştürülmesi ve yeniden kazanılması atık hiyerarşisinde atıkların önlenmesi ve azaltılmasından sonra gelen basamaktır. Metallerin kesilmesi sonucunda ortaya çıkan parçaların metal işleyen diğer firmalarda değerlendirilmesi enerji ve hammadde ihtiyacını azaltacak, atıkların işlenerek üst modele uygulanması sonucunda ekonomik alanda olduğu kadar çevresel anlamda da önemli bir katma değer yaratacaktır.

Aksaray OSB’den çıkan toplam metal hurda atık miktarı, atık miktarlarının aylara ve/veya mevsimlere göre değişmediği varsayılırsa ortalama 950 ton/aydır. Gerçekleştirilen tesis ziyaretleri esnasında ise atık metal parça

teminini sağlayabilecek olan firmadan aylık 400 ton hurda çıktığı bilgisi elde edilmiştir. Bu hurda atıkların elden çıkarılması için hurda bedeli ödendiği ve hâlihazırda bir hurdacı ile çalışıldığı da edinilen bilgiler arasında olmasına rağmen, tesisten çıkan aylık 400 ton hurda bilgisi atık bilgi formlarında beyan edilen veri ile uyuşmamaktadır. Bu da hatırı sayılır miktarda atığın vahşi depolama alanlarına bertaraf ediliyor olabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla ortaya çıkan atık metal parçaların metal işleyen başka firmalarda değerlendirilmesi hem ciddi miktarlarda bertaraf edilen katı atık miktarını hatırı sayılır ölçüde azaltacak hem de diğer firmaların hammadde kullanımını azaltmış olacaktır. Ayrıca, metal işlemesi için

¹⁰¹ <http://www.hurdafiyatlari.org/Kategoriler>

¹⁰² <http://www.lme.com.tr/levha-sac-fiyat-listesi.html>

doğadan hammadde kullanımı yerine başka firmaların atık metal parçalarının kullanılması enerji tasarrufu da sağlayacaktır. Metallerin geri kazanımında, yeniden kullanımında kullanılan enerji, metallerin madenden çıkartılarak hammadde olarak kullanılabilir hale getirilmeleri için kullanılan enerjiden daha azdır. Demir-çelik bileşenlerinin geri

kazanılması için gereken enerji bu metalin doğal kaynaklardan elde edilmesi için gereken enerjinin %19'u kadardır.¹⁰³ Aynı şekilde, ABD'de yapılan çalışmalarla geri kazanım yolu ile CO₂ emisyonlarının %58 oranında azaltıldığı,¹⁰⁴ %40 daha az su tüketildiği ve %97 daha az maden atığı oluşturulduğu gösterilmiştir.¹⁰⁵

Mevzuat ve Standartlar Açısından Değerlendirmeler

Sunulan simbiyoz olanağının uygulanabileceği otomotiv yan sanayii firmaları, sektörün önde gelen firmalarından olan Mercedes Benz'e de malzeme üretiminde bulunduğu için malzeme kalitesi yüksek ürünler üretmektedir. Atık metal parça temini sağlayacak firmanın proseslerinde St37 ve St52 kodlu, üretim standartlarına uygun sac levha kullandıkları bilgisi edinilmiştir. Bu durum firmadan çıkan parça metal atıkların kalitesinin de yüksek olmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla bu atık metal parçaların başka firmalar tarafından yeniden kullanılacak olması durumunda atık metal parçaları kullanacak olan firmalara hammadde standartlarına uygun malzeme sağlanabilmiş olacaktır.

Metallerin kesilmesi sonucunda ortaya çıkan atık parçaların metal işleyen diğer firmalarda girdi olarak kullanılması çevre mevzuatı açısından değerlendirildiğinde Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin incelenmesi ve dikkate alınması gerekmektedir.

Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin genel ilkeleri arasında atık üretiminin kaçınılmaz olduğu durumlarda atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve ikincil hammadde elde etme amaçlı diğer işlemlerle geri kazanılması, ayrıca doğal kaynak ve enerji kullanımının azaltılmasına yönelik olarak geri kazanılmış ürünlerin kullanımının özendirilmesi esas prensipleri yer almaktadır. Bu bağlamda, önerilen simbiyoz olanağı Atık Yönetimi Yönetmeliği ile uyum içerisinde olacaktır.

Ayrıca firmalar arasında atık alışverişi ile sağlanacak olan bu simbiyoz olanağı, hem sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştıracak, hem çevrenin korunmasını sağlayacak, hem de ilgili sektörde rekabetçiliğin artırılması açısından potansiyel



sağlayabilecek bir eko-verimlilik yaklaşımı olması bakımından 02 Temmuz 2013 tarihinde onaylanan Onuncu Kalkınma Planı kapsamına da uygun düşmektedir.

Sunulan simbiyoz olanağı uluslararası mevzuat çerçevesinde değerlendirildiğinde, Atık Çerçeve Direktifinin (2008/98/EC) dikkate alınması yerinde olacaktır. Bu direktifin 6. maddesi, bir malzemenin "atık olma durumunun sona ermesi" hususunda düzenleme getirmektedir.

Buna göre maddenin/malzemenin;

- Belirli amaçlar için yaygın kullanım alanı olması ve sıklıkla kullanılması,
- Bir pazarı ve/veya talebinin olması,
- Belirli amaçlar özelinde teknik şartları sağlamaları ve ürünler için geçerli olan mevzuat ve standartları karşılaması,
- Kullanımının çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin olmaması şart ve özellikleri sağlandığında maddelerin/malzemelerin atık olma durumları sona ermektedir.

Metal hurdalar atık olma durumunun sona ermesi konusunda önemli potansiyeli olan malzeme türleri arasında yer almaktadır. Demir hurdaların atık olma durumlarının sona ermesi konusundaki gereklilik ve kriterler ise bu hususta yayınlanmış Hurda Metaller için Komisyon Yönetmeliği'nde (333/2011) ortaya konmaktadır.

¹⁰³ Karağözoğlu M.B v.dğr, "Katı Atıkların Yeniden Kazanımı ve Önemi", Türkiye'de Katı Atık Yönetim Sempozyumu (TÜRKAY), 2009.

¹⁰⁴ "The Scrap Recycling Industry: Iron and Steel, Institute of Scrap Recycling Industries (ISRI), 2006. Erişim adresi: <http://www.isri.org/docs/default-source/recycling-industry/fact-sheet--iron-and-steel.pdf?sfvrsn=16>

¹⁰⁵ "Benefits of Recycling", National Institutes of Health. Erişim adresi: <https://nems.nih.gov/environmental-programs/Pages/Benefits-of-Recycling.aspx>

Sonuçlar/Öneriler ve İleriye Dönük Adımlar

Aksaray OSB, bünyesindeki hem firmaların büyüklüğü hem de üretim hacmi göz önüne alındığında metal işleme ve otomotiv sektörü içinde önemli bir yere sahiptir. OSB ayrıca hem sektörel çeşitliliği hem de konum avantajı nedeniyle hızla gelişmektedir. Sektörün en büyük firmaları arasında yer alan Mercedes-Benz, Siloport, Altuntaş Grup ve benzeri firmalar oldukça yüksek bir kapasitede ve kalitede üretim yapmaktadır. Benzer şekilde diğer firmaların da üretim hacimleri, çalışan sayıları ve ekonomik hacimleri göz önüne alındığında metal işleme ve otomotiv sektörü Aksaray OSB içinde ilk üç sektördedir. Bu noktada OSB içinde en yüksek üretim hacmine sahip metal işleme ve otomotiv sektöründen kaynaklanan önemli miktarda metal kaynaklı atık üretimi olmaktadır. Gerek hammadde ve enerjinin etkin ve sürdürülebilir kullanılması gerekse ekonomik kayıpların önüne geçmek ve mevcut yapıya ekonomik bir katma değer oluşturabilmek adına endüstriyel simbiyoz yaklaşımları gerekli bir uygulama olarak düşünülmektedir.

Metal işleme ve otomotiv sektörü doğası itibarıyla demir-çelik sektörü ile yakından ilişkilidir. Üretim için gereken hammadde ağırlıklı olarak demir-çelik sektöründen sağlanmakla birlikte Aksaray OSB içindeki firmalar hem yerli hem de ithal hammadde kullandıklarını bildirmişlerdir. Tüm dünyada olduğu gibi demir çelik sektörü ülkemizin de en önemli sektörlerindendir. Üretim miktarları, ithalat ve ihracat hacmi göz önüne alındığında sektörün hem iç pazarda hem de dış pazarda önemli bir rolü vardır. Dünyada demir çelik alanında önemli üreticiler arasında yer alan Türkiye, sektörde yer alan diğer önemli ülkeler gibi küresel dengelerden önemli ölçüde etkilenmektedir. 2008 yılında yaşanan küresel finans krizi neticesinde Türkiye diğer ülkelerle birlikte önemli bir üretim gerilemesi yaşamıştır. Bu açıdan önemli üretimlerinden olan demir ve çelik malzemelerin etkin ve verimli kullanımı öne çıkmıştır.¹⁰⁶

Ekonomik gerekliliklerin yanı sıra çevresel açıdan da metal işleme ve otomotiv sektörü

etkin, verimli ve sürdürülebilir yaklaşımlar ile iyileştirilmeye ihtiyaç duymaktadır. Sürdürülebilirlik bu noktada hem temiz üretim, bilinçli tüketim ve atık yönetimi ile öncelikli olarak planlanmalı ve bu noktada devamlılığı sağlanacak şekilde izlenmelidir. Ekonomik ve çevresel kayıt dışılığı önleyecek ve yine hem ekonomik hem de çevresel iyileştirme gerçekleştirilebilecek yaklaşımlardan biri endüstriyel simbiyoz ağlarının işler hale getirilmesidir.

Metal atıklarının miktar ve kalitesi göz önüne alındığında Aksaray OSB önemli bir endüstriyel simbiyoz olanağına sahiptir. Bu başlıkta değerlendirilen özellikle kesim sonrası oluşan atık metal parçalar, uygun alıcı firmalar ile ortak çalışarak kayda değer bir çevresel etki azaltımı, etkin hammadde kullanımı ve bertaraf kolaylığı sağlarken aynı zamanda simbiyoz ağı içindeki firmalara ekonomik açıdan önemli bir katma değer sağlayabilecektir. Değerlendirdiğimiz veriler ışığında metal işleme ve otomotiv sektöründe yer alan bazı firmaların atıklarını bertaraf etmek yerine diğer firmalarda değerlendirilmesine olanak tanımları hem OSB hem de Aksaray ili açısından kayda değer bir fayda sağlama potansiyeli taşımaktadır.

Dünyada endüstriyel simbiyoz ve benzer yaklaşımlar yıllardır uygulanmakta, hem uygulayan ülkeler hem de küresel anlamda gözle görünür bir fayda sağlanmaktadır. Küresel sürdürülebilirlik hedeflerinin yanı sıra ulusal strateji ve hedefler de hem üretim hem de tüketim ve tüketim sonrası basamaklarının öncelikle çevresel ve ekonomik açıdan iyileştirilmesi gerektiğini öngörmektedir.

Tüm bu veriler ışığında metal kesim işlemlerinden kaynaklanan atıkların bir endüstriyel simbiyoz ağı içinde yeniden yapılandırılması çevre açısından, hammadde verimliliği, enerji etkin üretim, kaynak verimliliği, atıkların yeniden kullanımı gibi konularda katkı sağlamakta ve ekonomik açıdan da bertaraf maliyetlerinin ve üretim maliyetlerinin azaltılmasını sağlayabileceği düşünülmektedir.

¹⁰⁶ <http://celik.org.tr/demir-celik-sektoru/>

5.4. Atık Mermer Parçalarının Tozlarının ve Çamurunun Karo/Parke Taşı İmalatında Kullanılması

Çalışmanın Arka Planı



Aksaray ili ve yakın çevresi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün bölgedeki çalışmaları sonucunda önemli endüstriyel hammadde yatak ve zuhurları tespit edilmiş bir bölgedir. Bölgede mevcut olan söz konusu doğal kaynaklar arasında granit/mermer de bulunmaktadır. Aksaray'da madencilik alanında faaliyet gösteren firmalar il genelinde 1.000 kişiye yakın istihdam sağlamakta ve sektörün bölge için önemi giderek değer kazanmaktadır. Özellikle granit/mermer gibi ağır ve briket-asmolen-bims ve kaldırım/parke taşı gibi hafif yapı elemanları ile kalsit üretim/işleme tesisleri, bölge içerisinde hem Aksaray OSB dâhilinde hem de haricinde faaliyetlerini yürütmektedirler. İl genelinde büyük ve orta ölçekli firmaların yanı sıra küçük ölçekli firmaların ilgili sektörlerle dair faaliyetleri de gün geçtikçe hız kazanmaktadır. Aksaray'da mermer-granit maden türü özelinde faaliyet gösteren 8 adet büyük/orta ölçekli firma bulunmaktadır. Ayrıca, parke taşı ve karo yapımı faaliyeti gösteren 4 adet firma bulunmaktadır.¹⁰⁷ Aksaray ilinin Ortaköy-Gökkaya bölgelerindeki maden sahalarında yüksek kaliteli granit rezervleri mevcuttur ve bu granitler, mermer olarak değerlendirilmeye elverişlidir. Bu granit mermeri, Aksaray ve çevre illerdeki atölyelerde işlenerek yurt içi ve yurt dışına satılmaktadır.¹⁰⁸

Granit/mermer madenlerinin aranması, buradan madenlerin çıkarılması ve fiziksel işlemlerle işlenmesi sonucunda katı mermer atıkları oluşmaktadır. Bu durum, 15/07/2015 tarihli ve 29417 sayılı Resmi Gazete'de

yayımlanarak 15/07/2017 tarihinde yürürlüğe giren "Maden Atıkları Yönetmeliği"nin "Ek-4/A İnert Atık Listesi"nde yer almaktadır. Bu kapsamda, mermer ocaklarında çıkan atık mermer parçaları, kazı dışında herhangi bir kimyasal işlem yapılmamış olması nedeniyle "Atık Yönetimi Yönetmeliği"nde yer alan "01 01 02- Metalik olmayan maden kazılarında kaynaklanan atıklar" koduyla, mermer işleme tesislerinde kesme sonucu oluşan mermer parçaları ise "01 04 13- 01 04 07 dışındaki taş yontma ve kesme işlemlerinden kaynaklanan atıklar" koduyla tanımlanmaktadır. Atık kodu ifade edilen söz konusu bu atıkların mevcudiyeti, Aksaray ili sınırları dâhilinde özellikle Ortaköy-Gökkaya bölgesinde yürütülen granit/mermer madenciliği çalışmaları esnasında dikkat çekmektedir. Bu atıklar dönem dönem dolgu malzemesi olarak kullanılmak için inşaat sektörü tarafından değerlendirilmek üzere taşınıyor olsa da, bu düzenli bir uygulama değildir ve atıkların değerlendirilemediği dönemler de yaşanmaktadır. Dolayısıyla, mermer atıklarının düzenli ve sürdürülebilir bir şekilde değerlendirilmesi, bölgede hızla gelişen madencilik ve yapı elemanları sektörleri için ekonomik kazanım yaratacak olmasının yanı sıra çevresel anlamda da firmaların bertaraf sorunları yaşamasını önleyecektir. Yukarıda da değinildiği gibi, Aksaray ili ve çevresi, granit/mermer atıklarının hem çıkarılması hem de işlenmesi için gerekli sektörleri coğrafi sınırları içerisinde bulundurması bakımından, granit/mermer atıklarının yapı elemanları üreten sektörler tarafından kullanılabilmesi için elverişli koşullara sahiptir.

¹⁰⁷ http://ahika.gov.tr/assets/ilgili_dosyalar/Aksaray-Maden-Sektoru-Raporu.pdf

¹⁰⁸ http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden_potansiyel_2010/Aksaray_Madenler.pdf

Teknik Açıdan Değerlendirmeler

Aksaray'da yapılan saha gezileri esnasında granit/mermer ocakları işletmeleri ziyaret edilmiş ve firmaların madencilik faaliyetleri ile atıkları sahada analiz edilmiştir. Granit madenciliği faaliyetlerinin yürütüldüğü Ortaköy bölgesindeki traverten bej mermer ocaklarına ait bir görsel yan tarafta paylaşılmaktadır.

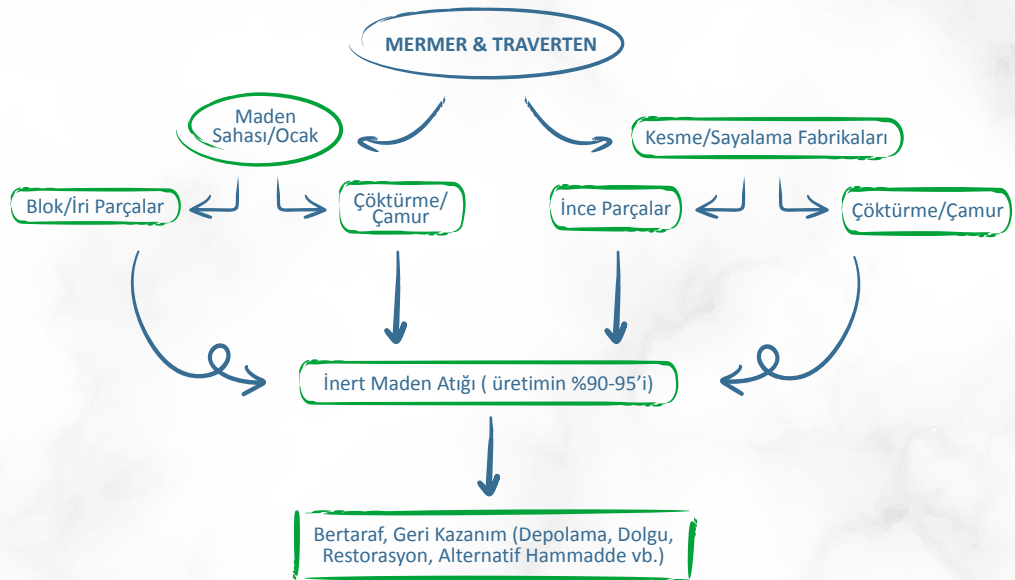


Şekil 5.10 - Aksaray İli Ortaköy Mevziinde Bulunan Traverten Bej Mermer Ocakları

Granit malzeme katrak makinasıyla kesilmektedir. Katrak makinası ile kesim süresince 30 metre boyundaki granit taşları 65 saatte kesilmekte ve bu süreç sonucunda moloz taşları (katı atıklar), mermer tozları ve mermer çamurları oluşmaktadır. Kesme işlemleri sonucunda granit moloz çıkmakta olup, bu atıkların karo yapımında kullanılması mümkündür. Ayrıca, bununla birlikte granit çamuru da çıkmaktadır.



Şekil 5.11 - Granit Madenciliği Faaliyetleri Sonucunda Ortaya Çıkan Moloz Atıkları



Şekil 5.12 - Granit/Mermer Ocakları ve Kesme Fabrikalarından Çıkan Atıkların Şematik Gösterimi

Aksaray'da Organize Sanayi Bölgesi dâhilinde iç ve dış mekân karo grupları üretimi yapan firmalar bulunmakta olup, üretim için hammadde olarak kum, çakıl ve çimento kullanılmaktadır. Bu firmalar, kendi tesisi dâhilinde ortaya çıkan atık su çamurlarını ve tozlarını da karo yapımında kullanılmak üzere geri kazanmaktadır. Dolayısıyla tesisler arası coğrafi yakınlık da göz önünde bulundurularak, madencilik faaliyetleri sonucu açığa çıkan mermer parçalarının/molozların öğütülerek, mermer tozlarının ise doğrudan karo yapımı için değerlendirilmesi mümkün gözükmektedir.

Öğütülmüş mermer parçacıklarının ve mermer tozlarının karo yapımında kullanılması sonucunda ürünlerin görünüş, biçim, yüzey özellikleri ve boyutları bakımından standartlara uygun olduğu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ilgili yayınları vesilesiyle ifade edilmiştir. Mermer atıklarının ve tozlarının boşluk doldurma etkisinden dolayı karo üretiminde kullanılması sonucunda ürünlerin su emme oranı %5 civarında daha düşük olabilmektedir. Özellikle dış mekânlarda kullanılan karolarda su emme oranının düşmesi ile beraber donma-çözülme etkisinin azalacağı ve ürün ömrünün uzayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, mermer tozu kullanılan karolarda yük basıncına karşılık olarak dayanıklılığın yaklaşık %8 oranında artabileceği ifade edilmektedir.¹⁰⁹

Tüm bunlara ek olarak, konuya dair yapılan akademik çalışmalarda mermer tozu atığının parke taşı imalatında kullanılabilirliği TSE standartlarına göre değerlendirilmiştir. Filiz vd. (2010)'nin çalışmasının sonuçlarına göre, mermer tozu kullanımı ile karo ve parkelerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin geliştirilebildiği anlaşılmıştır. Mermer tozunun kum ve çakıl ile %20 oranında yer değiştirmesi sonucunda karo ve parkelerin basınç dayanımının %32,3, yarmada çekme dayanımının %13,5 ve elastisite modülü değerlerinin %15,2 arttığı, su emme, aşınma kaybı ve donma sonrası çözülme mukavemet değerlerinin sırasıyla %25,8, %8,4 ve %87,7 oranlarında azaltılabildiği ifade edilmiştir.¹¹⁰ Konuya dair diğer bir çalışmada ise mermer tozlarının karo üretimi esnasında çimento ile ağırlıkça %10'u yer değiştirmesi sonucunda referans karolara kıyasla daha dayanıklı karoların üretimi sağlanmıştır. Atık mermerlerin mermer kırma makinası ile öğütülmesi sonucu elde edilen mermer



Şekil 5.13 - Mermer Ocaklarından Çıkan Katı Mermer Artıklarının Kum, Çakıl ve Mıdır Haline Dönüştürülmesine Dair Görsel



Şekil 5.14 - Dış ve İç Mekân Karo Örnekleri

tozlarının yanında mermer ocaklarının atık su arıtma tesislerinden çıkan mermer çamurları da karo üretiminde kullanılabilir.¹¹¹ Mermer tozları ile üretilen karoların görünüş ve boyut özellikleri standartlara uygun, su emme, aşınma ve eğilme dayanımları sırasıyla ortalama %4, %5, %9 daha yüksek olacak şekilde raporlanmıştır.¹¹² Dünyanın çeşitli bölgelerinden birçok karo üreticisi firmanın mermer madenciliği endüstrisi kullanımı mevcuttur (Örneğin; Sistrom Unique Technologies, Mskova, Rusya; Zhengzhou, Çin; Color My World Inc, Filipinler vb.). Ayrıca, Avrupa Birliği'nin Eko İnovasyon Girişimi tarafından %50 oranında finanse edilerek 2015-2017 yılları arasında çalışmaları gerçekleştirilmiş olan "Waste synergy in the production of innovative ceramic tiles - Wincer Project"¹¹³ adlı proje çerçevesinde mermer madenciliği endüstrisi atıkları başta olmak üzere birçok sektör atıklarında seramik karo ve benzeri hafif yapı malzemeleri üretimi üzerine çalışılmıştır. Söz konusu proje ortakları

¹⁰⁹ Öztürk, M. (2018), Mermer Kesiminden Kaynaklanan Çevre Kirliliği Ve Önlemleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, sayfa 16-23

¹¹⁰ Filiz M., *, Özel, C., *, Soykan, Oktar, Ekiz, Y. (2010), Atık Mermer Tozunun Parke Taşlarında Kullanılması, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 6, No: 2, sayfa 57-72

¹¹¹ Kürklü, G., Görhan, G., Boğa G.A. (2018), Atık Mermer Tozlarının Seramik Yapıştırma Harcı Olarak Değerlendirilmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi J. Sci. Eng. Vol. 18, sayfa 295-305

¹¹² Akyamaç, K.E., Ince, R., (2009). A preliminary concrete mix design for SCC with marble powders. Construction And Building Materials, 23(3),1201-1210.

¹¹³ <http://www.wincer-project.eu/>

arasında FİNCİBEC S.P.A. ve Marazzi Group gibi seramik ve karo üretiminde alanında dünya liderleri arasında bulunan firmalar yer almıştır. Türkiye özelinde bir örnek vermek gerekirse Afyonkarahisar ili İncehisar ilçesi sınırları dahilinde faaliyet gösteren “H.M.F. Mermer Maden İnşaat Petrol Turizm Gıda İthalat İhracat Nakliyat San. Tic. Ltd. Şti.” adlı firma mermer ocağı atıklarından agrega ve beton parke üretimi gerçekleştirmektedir.¹¹⁴

Bu çalışmanın doğrudan irdeleme alanı haricinde olmakla beraber mermer tozunun karolarda olduğu gibi özel betonlar gibi çimento esaslı diğer ürünlerde de kullanılması dayanım ve maliyet özelliklerini olumlu yönde etkilediğine yönelik çalışmalar mevcuttur. Mermer tozları çimento özelliği taşır ve parçacık boyutu küçüldükçe bağlayıcılık özelliği artmaktadır. Çalışmaların sonucunda mermer atığı katkısının %20-30 arası olması durumunda elde edilen fiber sementin mekanik özelliklerine etkisinin maksimum seviyede olduğu anlaşılmıştır.¹¹⁵ Ayrıca %90 oranında mermer tozu ve %10 oranında reçine karışımından ileri derecede dayanıklı kiremit üretimi



yapılabilmektedir. Bağlayıcı olarak çimento kullanarak mermer tozundan kiremitler de yapılmaktadır. Ateş kiremidi içine %20 oranına kadar mermer çamuru katkısı yapan üretim tesisleri mevcuttur.¹¹⁶ Bir diğer uygulama alanı ise atık mermer tozunun yapay wollastonitlerle üretilen seramik yapımında kullanılmasıdır. Bu şekilde üretilen seramiklerde seramik malzemede camsı fazın oluşum sıcaklığının ve dolayısıyla üretim maliyetinin düşürülebileceği belirlenmiştir.¹¹⁷

Ekonomik Açıdan Değerlendirmeler

Mermer tozlarının karo üretimi esnasında çimento ile ağırlıkça %10'u yer değiştirmesi sonucunda üretilen karoların maliyetinin referans karolara kıyasla yaklaşık %17 daha az olduğu ilgili çalışmalarda ifade edilmiştir.¹¹⁸ Teknik bölümde detayları paylaşılan diğer çalışmalarda mermer tozlarının karo üretiminde ağırlıkça %20-30 mertebelerine kadar çıkartılabildiği göz önüne alındığında maliyetlerin muhafazakâr bir yaklaşımla %30 civarında düşürülebileceğinin mümkün olabileceği düşünülmektedir. Aksaray ili ve çevresi özelinde konuya yaklaşıldığında parça

mermer, toz mermer ve mermer çamuru çıkışı olan tesisler ile organize sanayi bölgesinde karo üretimi gerçekleştiren tesisler arasında 50-60 km mesafe bulunmakta ve hammadde taşımacılığı için de maliyetin makul hatta düşük seviyelerde olacağı öngörülebilmektedir. Diğer yandan ekonomik değeri olan bir atık grubunun imha edilmesi ya da dolgu malzemesi olarak kullanılmasına kıyasla doğrudan endüstriyel bir üretim basamağında değerlendirilme ihtimali olası işbirliklerinin getireceği toplam ekonomik kazancı büyütecektir.

¹¹⁴ <http://www.zafer.org.tr/mali-destek-programlari/rkmdp-2014/afyonkarahisar/5587-mermer-atgn-cevreye-atmyoruz-ekonomimize-katyoruz.html#proje-tanitimi>

¹¹⁵ Soydan, M.A., Sarı A., Akdeniz R. (2018), Bilecik Yöresi Mermer Atıklarının “Fiber-Sement” Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Iğdır Ün. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 8(2): 191-199

¹¹⁶ Öztürk, M. (2018), Mermer Kesiminden Kaynaklanan Çevre Kirliliği Ve Önlemleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, sayfa 16-23

¹¹⁷ <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/wollastonit>

¹¹⁸ Akyamaç, K.E., Ince, R., (2009). A preliminary concrete mix design for SCC with marble powders. Construction And Building Materials, 23(3),1201-1210.

Çevresel Açidan Değerlendirmeler

Mermer işleme tesislerinin yoğunlaştığı bölgelerdeki mermer atık sahaları da çevreye olumsuz etki yaptığı gibi imhası ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Atık maddelerin geri dönüştürülmesi ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Geri dönüştürme işlemleri ayrıca bir yatırım gerektirdiği gibi malzemelerin tamamı da geri dönüştürülemezdir. Parça mermer atıkları inert madde olarak değerlendirilmektedir ve çoğu tesis tarafından ilgili bir başka faaliyet çerçevesinde değerlendirilmesi sağlanamadığı için doğal alanlarda depolanmaktadır. Mermer parçalarının inert madde özelliği taşımasına rağmen doğal alanlarda depolanması ekosistem üzerinde olumsuz etkilere neden olabileceği potansiyeline sahiptir. 15 Temmuz 2015 tarih ve 29417 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan ve 15 Temmuz 2017 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren “Maden Atıkları Yönetmeliği”ne göre arıtmadan çıkan çamurlar ve kesimden çıkan değerlendirilemeyen parça mermerlerin gelişigüzel araziye verilmesi yasaklanmıştır. Özellikle mermer çamurları doğal ortama gelişigüzel döküldüğü zaman ekosistemde aşağıda maddeler halinde özetlenen fiziksel, kimyasal ve biyolojik sorunlara yol açmaktadır:

- Toprağın su süzme kapasitesini azaltma ve arazi üretkenliğini düşürme
- Alıcı ortam suyunun bulanıklığını arttırma ve faydalı kullanımı azaltma
- Bitki örtüsü gelişimini olumsuz yönde etkileme
- Dere yataklarının dolması sonucunda dere kesitlerinin daralması ve sel ihtimalinin artması
- Toprağa dökülen çamurun kurumasiyla beraber tozların havaya karışması ve hava kirliliğinin oluşması
- Yakın bölgede mesleki sağlık problemleri ve endüstriyel alanlarda bulunan makineleri ve ekipman üzerinde olumsuz etkiler
- Katı maddelerin göl ve akarsuların su tutma kapasitesini azaltması
- Toprağın su taşıma rejiminin düşmesi ve yer altı sularının olumsuz yönde etkilenmesi
- İlgili çevrenin estetiğinin olumsuz yönde etkilenmesi ve turizm potansiyelinin azalması

Dolayısıyla mermer ocağı atıklarının karo/parke üretimi gibi ilgili bir sektörde kullanımı yukarıda listelenen çevresel ve ekonomik zararların önüne geçilmesinde ciddi bir önlem olacaktır.

Mevzuat ve Standartlar Açısından Değerlendirmeler

İnert atık olarak kabul edilen mermer atıklarının yeniden kullanımı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı veya İl Müdürlükleri’nden “Maden Atıkları Yönetmeliği”nin “Madde 8” ve “a” fıkrası uyarınca yönetmeliğin Ek-1 dokümanında belirtilen esaslar doğrultusunda ÇED raporu veya Proje Tanıtım Dosyası ile beraber başvurunun yapılması ve izin alınmasıyla mümkündür.¹¹⁹

Ayrıca 20.06.2014 tarihinde 29036 sayılı Resmi Gazete yayınıyla yürürlüğe girmiş olan “Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği” Madde 4 “a” fıkrası uyarınca bir tesisin faaliyeti neticesinde oluşan ve mineral özellikleri olan atıklar bir başka tesiste insan sağlığına ve çevreye risk oluşturmayacak şekilde (Madde 5) hammadde olarak kullanılabilir. Söz konusu tebliğin EK-4 dokümanında “ATY Hazırlama,

Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Kullanacak Tesislerin Kabul Edebileceği Atıkların Listesi” hangi atıkların hammadde kapsamında değerlendirilebileceğini ifade etmekte ve mermer toz ve çamur atıkları atık kodları üzerinden liste kapsamında bulunmaktadır. Tesislerin alternatif hammadde kullanımı için öncelikle bakanlığa başvuru yaparak aşağıda listelenen bilgi ve belgeleri sağlaması gerekmektedir (Madde 14);

a) Alternatif hammaddenin üreticisi olan tesisin iletişim bilgileri, tesise ilişkin proses, atığın prosesin hangi aşamasından kaynaklandığı, miktarı ve atık kodu

b) Alternatif hammadde olarak tesise kabul edilecek atıkların fiziksel ve kimyasal özelliklerini gösterir analiz raporu

¹¹⁹ http://sgb.csb.gov.tr/mevzuat/dosyalar/r_20150720101011570_f5695d5c-f2ce-48a4-b447-37b6a7aca54e.pdf



c) Alternatif hammadde kullanacak tesislerin proseslerine ilişkin bilgileri ve prosesin alternatif hammadde kullanımına uygun olduğunu gösterir kurumsal akademik rapor

ç) Alternatif hammaddenin prosesin hangi aşamasında ve ne amaçla kullanılacağı

Alternatif hammadde kullanacak tesisler çevre görevlisi haricinde hammadde olarak kullanılacak atıkların yönetiminden mesul bir mühendisi çalıştırmakla zorunludur ve bu yasal zorunluluğun ötesinde çevre lisansından muaf olup, bakanlıkça kayıt altına alınır (Madde 9 ve Madde 11).

Mermer ocağı atıklarının hammadde olarak kullanılmasına dair mevzuat gereklilikleri ile beraber bu atıkları kullanarak karo, mozaik vb. hafif yapı elemanı üretimi gerçekleştirecek tesislerin üretim sonucunda sağlamaları gereken TSE standartları bulunmaktadır. İlgili literatür çalışmalarına göre teknik değerlendirmeler bölümünde bahsi geçen çalışmaların sonuçlarında üretilmiş olan karolar standartlara uygunlukları açısından test edilmiştir. Görünüş, biçim ve gönyeden sapma, yüzey düzgünlüğü, yüzey parlaklığı ve boyut testleri sonucunda mermer atıkları kullanılarak üretilen karo, mozaik vb. (TS 213-1 EN 13748-1, TS 213-2 EN 13748-2) ürünlerin standartları sağladığı anlaşılmıştır.

Sonuçlar/Öneriler ve İleriye Dönük Adımlar

Yukarıdaki bu bilgilere dayanarak Aksaray OSB içerisinde ve çevresinde yer alan karo/parke üreticisi firmaların granit/mermer ocağı işletmelerinden çıkan atıkları değerlendirmelerinin mümkün olduğu ifade edilebilir. Konuya dair teknik, ekonomik ve mevzuat açısından olumlu koşulların bulunduğunu söylemek mümkündür. “Çalışmanın Arka Planı” kısmında da değinildiği üzere Aksaray ve çevresi hem granit/mermer ocakları açısından verimli hem de söz konusu sektörün atıklarını değerlendirmek üzere faaliyet gösteren ağır ve hafif yapı taşı üreticilerinin sayılarının giderek artmakta olduğu bir bölgedir. Türkiye

özelinde konuya dair yapılan çalışmaları ve atılan adımları özetlemek gerekirse; Karacadağ Kalkınma Ajansı’nın 2011 yılında yayınlanan “Mermer Mozaik Üretim Tesisi Yatırım Fizibilitesi” dokümanında Diyarbakır’da çıkan atık mermer miktarının 2011 yılı itibarı ile yaklaşık 187 ila 225 bin ton arasında olduğu ve bu atıkların yaklaşık %70’inin mermer mozaik sektöründe değerlendirilebileceği raporlanmıştır.¹²⁰ İlaveten, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) ve Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA) işbirliğiyle Bilecik yöresindeki mermer atıklarının katma değerli ürünlerine dönüştürülmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Güney Ege

¹²⁰ https://www.karacdag.gov.tr/Dokuman/Dosya/www.karacdag.org.tr_274_ST212611_mermer_mozaik.pdf

Kalkınma Ajansı'nın (GEKA) mermer atığının değerlendirilmesi üzerine desteklediği projelerin çıktısı olarak ajansın sorumlu olduğu bölgede mermer atıklarının yol yapım faaliyetlerinde ve termik santrallerin baca gazı temizleme ünitelerinde kullanıldığı bilinmektedir.¹²¹⁻¹²² Ayrıca Zafer Kalkınma Ajansı bölgesinde bulunan Afyonkarahisar ili sınırları içerisinde de "teknik açıdan değerlendirmeler" kısmında bir örneği paylaşıldığı üzere konuya dair çeşitli faaliyetler hayata geçirilmiştir. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu sonuç bildirgesine göre ise Batı Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde mermer atıklarının olduğu tesiste ya da bir başka üretim prosesinde geri kazanım oranının %80 civarında olduğu, Türkiye'de bu oranın %20 civarında olduğu bilinmektedir.¹²³ Dolayısıyla Türkiye mermer madeni/ocağı ve dolayısıyla atıkları bakımında bölgesel çeşitlilik ve zenginlik gösteren bir coğrafyaya sahip olmasına rağmen atıkların değerlendirilmesi noktasında

kapasitesinin altında bulunmaktadır. Bu noktada, teknik değerlendirmeler bölümünde ayrıntıları verilen akademik çalışmaları yapan kişi/kurumların ve ilgili firmaların bir araya getirilerek gerçekleştirilecek sinerji etkinlikleri ile mermer atıklarının karo, mozaik vb. yapı elemanları üretiminde kullanılmasına yönelik önemli adımlar atılacağı düşünülmektedir. Söz konusu sinerji etkinliklerine Türkiye'nin diğer bölgelerinde konuya dair çalışma yürütmüş olan kalkınma ajansları ve diğer ilgili kurumların da dahil edilmesi bilgi/birikim transferinin hızlandırılması ve kısa vadede sonuç alınmasına katkı sağlayacaktır.

Dolayısıyla ilgili sektörlerin bir araya gelerek atacakları adımlar hem bölgedeki granit/mermer ocağı atığı sorununu çözecek hem de ağır/hafif yapı taşı elemanları üreticilerinin maliyetlerini ciddi oranda düşürücü etki yaratarak sektörün bölgede büyümesini ve yeni istihdamlara yol açmasını sağlayacaktır.

5.5. Metalden Diğer Tank, Rezervuar ve Konteynerler İmalatı Esnasında Oluşan Demir Oksit Atıklarının Biyogaz Üretim Tesislerinde Kullanılması

Çalışmanın Arka Planı

Türkiye biyokütle atıkları bakımından zengin bir ülkedir. Biyokütle atıklarının oksijensiz ortamda çürütülmesiyle elde edilen enerji biyokütle enerjisidir. Türkiye'nin biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8,6 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizde biyokütle atıklarından enerji kazanımının en yaygın tercihi biyogaz üretimi sonucunda elde edilen elektrik enerjisi üretimidir. 2018 Haziran ayı sonu itibarı ile Türkiye'de işletmede bulunan 695 MW'lık toplam kurulu güce sahip biyokütle kaynaklı elektrik üretim santrallerinden 1.610 GWh elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir.¹²⁴ Söz konusu potansiyelin kaynağı olan biyokütle atıkları büyük oranda tarım ve hayvancılık

faaliyetleri atıkları, organik evsel atıklar ve gıda sanayi atıklarından oluşmaktadır. Konuya Aksaray ili çerçevesinden bakıldığında da söz konusu potansiyel dikkat çekicidir.

Aksaray ili ve çevresi hayvancılık ve tarım faaliyetleri bakımından zengin ve çeşitlilik gösteren bir bölgedir. Bölgede özellikle şeker pancarı üretimi ve dolayısıyla oluşan tarımsal atık miktarları ile büyükbaş hayvan çiftliklerinin atıkları biyogaz çalışmaları için cazibedici bir potansiyel oluşturmaktadır. Nüfusunun %80'ine yakınının tarım ve hayvancılıktan geçimini sağladığı Aksaray'da yılda 1 milyon ton şeker pancarı üretilmektedir ve Türkiye'de bu açıdan il sıralamasında 3. sırada yer almaktadır.¹²⁵ 2017 yılında il genelinde mevcut

¹²¹ <http://www.imib.org.tr/tr/mermer-atigidan-saglam-yollar/>

¹²² http://geka.gov.tr/Dosyalar/o_1aravo6i09oufhg1b29j7o45le.pdf

¹²³ Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı

¹²⁴ <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>

¹²⁵ http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=23142&tipi=17&sube=0

olan büyükbaş hayvan sayısı ise 235.757'dir.¹²⁶ Bölgedeki büyükbaş hayvan yetiştiriciliği ile bağlantılı şekilde süt ve süt ürünlerine yönelik üretim tesisleri de atık ve yan ürünleri bakımından biyogaz faaliyetleri için kıymetli hammaddeler sağlayabilmektedir. Söz konusu veriler ışığında Aksaray ili ve çevresinin biyogaz üretim potansiyeli açısından elverişli koşullara sahip olduğu ifade edilebilmektedir.

Diğer yandan Aksaray OSB dâhilinde faaliyet gösteren ve faaliyetleri çerçevesinde metallerin fiziksel işlemlere tabi tutulması sonucunda tahıl tankı, rezervuarı ve otomobil parçası üreten firmalar faaliyet göstermektedir (Örneğin; My Silo Tahıl Depolama Sistemleri

San. Tic. A.Ş. ve Sarıgözoğlu Hidrolik Makina ve Kalıp Sanayi A.Ş.). Söz konusu tesislerin ve benzerlerinin metalleri fiziksel işlemlerle kesme ve şekillendirme prosesleri esnasında demir ve metal tozu atıkları ortaya çıkmaktadır. Demir-metal tozu atıklarının bir kısmı metale uygulanan kesme işleminin özelliği sonucu olarak demir oksit oluşumuna neden olmaktadır. Demir oksit atıkları hâlihazırdaki duruma göre geri dönüşüm firmalarına verilmekte, atık sahalarında biriktirilmekte ya da çimento tesislerine gönderilerek bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. Ancak, demir oksit atıklarının bertarafı yerine bu atıkları biyogaz üretim sürecinde enerji üretim verimini arttırıcı materyal olarak değerlendirmek mümkündür.

Teknik Açıdan Değerlendirme



Biyogazın saflaştırılması ve üretim veriminin artırılması için çeşitli akademik ve akademi-endüstri işbirliğinde yürüyen çalışmalar yapılmaktadır. Biyogaz % 40-70 metan (CH_4) % 30-60 karbondioksit (CO_2), % 0-3 hidrojen sülfür (H_2S) ile çok az miktarda azot (N_2) ve hidrojen (H_2) bulunan bir gaz karışımıdır. Söz konusu gaz karışımı içerisinde enerji üretimi kalorifik değeri olması dolayısıyla metan gazından elde edilmektedir. Biyogazın enerji verimi bileşimindeki karbondioksit ve hidrojen sülfür gazlarının düşük metan oranının ise yüksek olması ile doğru orantılıdır. Örneğin; biyogazın yanma özelliği, bileşimindeki metan gazının hava ile 1/7 oranında karışması durumunda tam yanma olayı meydana

gelmektedir (Kuhn, 1995). Karbondioksitin ısı değere bir katkısı olmadığı gibi yanma sonucu açığa çıkan enerjinin bir kısmı CO_2 'in ısı kapasitesine bağlı olarak CO_2 'in ısınma ısısı olarak kaybolmaktadır. % 99 metan içeren biyogazın ısı değeri 37,3 MJ/m³ iken % 65 CH_4 içeren biyogazın ısı değeri 24,0 MJ/m³ olarak değişmektedir.¹²⁷ Diğer yandan H_2S gazı korozif özelliğe sahiptir. H_2S gaz özellikle biyogaz üretim prosesinin en maliyetli ünitelerinden biri olan gaz motorları üzerinde aşındırıcı etki yaratmaktadır. Bu nedenle teknik ekipmanın korunması için sık aralıklarla bakım ve yağ değişimine ihtiyaç duyulmaktadır. Hâlihazırda faaliyet gösteren biyogaz tesisleri biyogazdan H_2S gazının uzaklaştırılması için genellikle biyogaz reaktörüne (anaerobik çürütücü tankı) demir klorid ($FeCl_3$) kimyasalı eklemektedir. Ancak $FeCl_3$ materyali piyasadan sentetik formda temin edilmekte ve yıllık kullanım maliyeti 15.000-40.000 Euro arasında değişiklik gösteren maliyeti yüksek bir üründür. Ayrıca $FeCl_3$ materyali içerisinde "Cl" elementinin varlığı biyogaz üretimi sonucunda elektrik enerjisine ek olarak fayda sağlayan diğer bir ürün çıktısı olan gübre için kimyasal yapısında bulunması tercih edilmeyen bir elementtir. Dolayısıyla, biyogazdan H_2S gazının uzaklaştırılması için $FeCl_3$ kullanımı yerine hem endüstriyel bir ürün olmayan hem de kimyasal yapısında "Cl" gibi canlılar üzerinde toksin etkiye sahip olmayan bir materyalin tercih edilmesi çevresel ve ekonomik şartlar bakımından biyogaz üretim sürecine katkı sağlayacaktır.

¹²⁶ [https://aksaray.tarim.gov.tr/Belgeler/2017%20FAAL%C4%B0YET%20\(1\).pdf](https://aksaray.tarim.gov.tr/Belgeler/2017%20FAAL%C4%B0YET%20(1).pdf)

¹²⁷ Biogas Purification Methods, Minnesota Department of Commerce State Energy Office, 2003

Özetle, biyogazın içerisinde bulunan CO_2 ve H_2S gazları enerji üretim miktarını seyreltici etki yaratır. Biyogaz içerisindeki CO_2 ve H_2S gazlarının enerji üretim/yanma ünitesi öncesinde biyogazdan ayrıştırılması ya da diğer bir tabirle biyogazın saflaştırılması hem enerji verimliliğini

hem de teknik ekipmanın ömrünü uzatarak biyogaz yatırımlarının ekonomik rekabetçiliğinin artırılmasını sağlamaktadır. Biyogazdan CO_2 ve H_2S gazlarının uzaklaştırılması genellikle aşağıda maddeler halinde ifade edilen yöntemlerle gerçekleştirilmektedir;

Biyogaz saflaştırma - H_2S uzaklaştırma

H_2S 'in giderilmesi için kullanılan yöntemler;

- Besleme materyaline (FeCl_2) demir klorür katılması
- Demir talaş içerisinde biyogazın geçirilmesi (Ham biyogaz, demir klorid ile doyurulmuş talaş içerisinde geçirilebilmekte ve H_2S yerine demir sülfüre elde edilmektedir.)
- Demir oksit (Fe_2O_3) paletlerden biyogazın geçirilmesi¹²⁸ ($1 \text{ m}^3 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ içeriğinde $2 \text{ g/m}^3 \text{ H}_2\text{S}$ bulunduran, yaklaşık 33.000 m^3 biyogazı saflaştırabilmektedir)¹²⁹
- Aktif karbon kullanılması
- Sodyum hidroksit ile temizleme

Biyogaz saflaştırma - CO_2 uzaklaştırma

- Doğal zeolitler,
- Aktif karbon ve
- Alkali metallerin filtre formunda içerisinde biyogaz geçişi sağlanacak şekilde uygulanması.

Demir oksitler CO_2 gazının biyogazdan uzaklaştırılması/tutulması için de kullanılabilir. Ancak demir oksit materyallerin yüzey alanının bu işlem için verimli olmaması nedeniyle tek başına tercih edilmemektedir. Ancak demir oksit materyale ek olarak kullanılacak bir adsorpsiyon materyali ile beraber karışımın toplam yüzey alanı büyütülerek CO_2 tutunmasını geliştirmek mümkündür. Bu noktada aktif karbon, CO_2 gazının fiziksel adsorpsiyonundan sorumlu olan yüzey alanını geliştirmek için kullanılabilir. CO_2 adsorpsiyon mekanizması, CO_2 moleküllerinin öncelikle aktif karbona tutunması ve devamında ise aktif karbon gözeneklerine doldurulmuş olan Fe_2O_3 'e tutunması ile özetlenebilir. İlgili çalışmalarda $20 \text{ gr Fe}_2\text{O}_3$ materyalinin "20"de "1" oranında aktif karbon ile entegre edilerek CO_2 adsorpsiyonunun optimize edildiği ifade edilmektedir. Aktif karbon üzerinde desteklenen Fe_2O_3 , 298 K sıcaklıkta (25°C) CO_2 adsorpsiyonu için kullanılarak ve 115.2 mg CO_2 in $1 \text{ gr Fe}_2\text{O}_3$ üzerinde tutunması sağlanabilir.¹³⁰

Demir oksitlerin CO_2 tutucu işlevi nano-parçacık boyutuna getirilerek "graphene" yapısının ve dolayısıyla yeterli yüzey alanının elde edilmesi sonucunda herhangi başka

bir tutucu materyale ihtiyaç olmadan da gerçekleştirilebilmektedir. 2.640 mg CO_2 gazı $1 \text{ gr Fe}_3\text{O}_4$ ile $1,1 \text{ MP}$ basınç altında ve 298 K (25°C) sıcaklığında tutularak biyogazdan uzaklaştırılabilir.¹³¹

Özetle, atık demir oksit parçacıkları aktif karbon ile entegre edilerek biyogaz saflaştırma prosesinde CO_2 gazının ayrıştırılması için kullanılabilir. Ancak bu işlem atık demir oksit parçacıklarının CO_2 tutucu olarak kullanılmasından önce ayrı ve nitelikli bir prosesten geçirilmesini gerektirdiği için tercih sebebi olması düşük bir ihtimal olarak değerlendirilebilir.

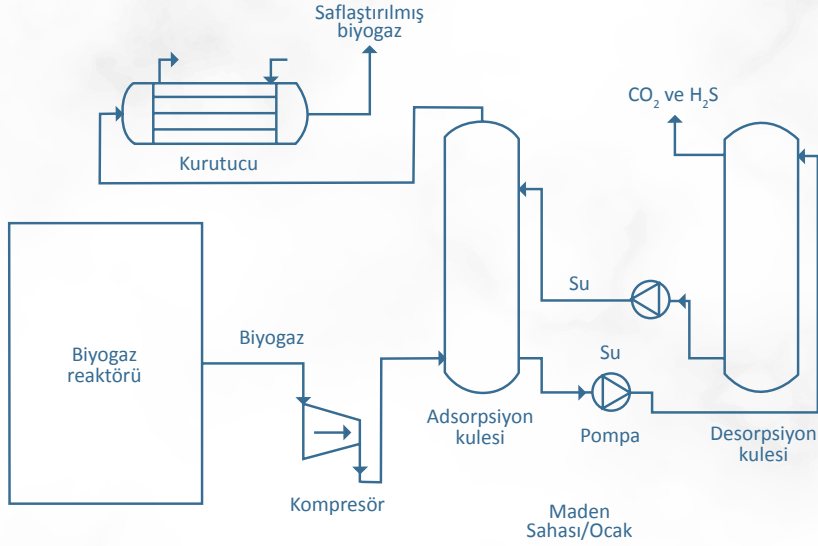
Yukarıda özetlenen biyogazın saflaştırılmasına ilişkin yöntemler/uygulamalar arasından demir oksit kullanımı Aksaray OSB'de hem demir oksit atığı çıkaran tesislerin hem de biyogaz üretim tesisinin mevcut olması nedeni ile ön plana çıkmaktadır. Şekil 5.15'de biyogazın üretilmesi ve saflaştırılması prosesi genel hatlarıyla gösterilmektedir. Demir oksit materyalinin hem CO_2 hem de H_2S tutucu olarak kullanılması ve biyogazın saflaştırılması "adsorpsiyon" ve "desorpsiyon" ünitelerinde gerçekleştirilebilmektedir.

¹²⁸ Janetaisono, P., Lailuckb, V., Supasitmongkolc, S. (2017) Pelletization of Iron Oxide Based Sorbents for Hydrogen Sulfide Removal, Key Engineering Materials, Vol. 751, pp 449-454, Switzerland

¹²⁹ Truong, L.V.-A., and Abatzoglou, N. (2005) H_2S reactive adsorption process for the purification of biogas prior to its use as a bioenergy vector. Biomass and Bioenergy, vol. 29, sayfa 142-151

¹³⁰ Hakim, A., Abu Tahari, M.N., Marliza, T.S., Wan Isahak, W.N.R., Yusop, M.R., Mohamed Hisham, M.W., Yarmo, M.O. (2015) Study of CO_2 adsorption and desorption on activated carbon supported iron oxide by temperature programmed desorption. Jurnal Teknologi, vol. 77, sayfa 75-84.

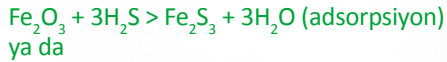
¹³¹ Mishra, A.K., Ramaprabhu, S. (2014) Enhanced CO_2 capture in Fe_2O_3 -graphene nanocomposite by physicochemical adsorption. J. Appl. Phys, vol 116, sayfa 68-76



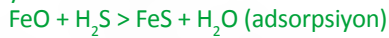
Şekil 5.15 - Biyogazdan CO₂ ve H₂S Uzaklaştırma Proses Şeması¹³²

Şekil 5.15'te de gösterilmekte olan adsorpsiyon ve desorpsiyon üniteleri içerisinde gerçekleşen biyogaz saflaştırma işlemi için H₂S'in tutulmasına dair kimyasal prosesler örnek olarak aşağıda gösterilmektedir;

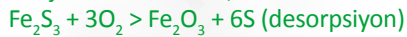
Biyogaz demir 3 oksit (Fe₂O₃) pelletler içinden geçirilerek hidrojen sülfür tutulur (adsorpsiyon). Hidrojen sülfür demir oksitle reaksiyona girerek demir sülfür oluşturur:



ya da



Oluşan demir sülfür bileşiklerinin rejenerasyonu (desorpsiyon) için ortama oksijen ilave edilerek,



Ya da



Şeklinde kükürt giderilir ve kullanılmış olan demir oksit % 60 oranında geri kazanılabilir.



Demir oksitin kaynağı;

Tahıl ürünlerinin depolanması amacıyla ihtiyaç duyulan konik ve düz tabanlı silo üretimi esnasında hazır metaller hammadde olarak kullanılmakta ve ihtiyaç duyulan silo çeşitlerine göre fiziksel işlemlere tabi tutularak şekillendirilmektedir. Söz konusu üretim basamakları dâhilinde metal ürünlerin plazma ve lazer kesme yöntemleriyle şekillendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Plazma ve lazer kesme ünitelerinde gerçekleştirilen işlemler esnasında metal parçalar kesilirken demir ve metal toz atıkları oluşmaktadır.

¹³² http://muhendislik.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/146/files/mak495_oscov-26112017.pdf

Şekil 5.16 - Metal Şekillendirme Prosesi Esnasında Plazma Kesme İşlemi



Yüksek saflıktaki oksijenin veya havanın plazma kesmede kullanılması sonucunda demir ve metal oksijenle hızlı bir şekilde oksitlenir ve ısı açığa çıkar. Lazerle kesme işleminde oksijen veya hava kullanılmamaktadır ancak kesme işleminden arta kalan demir parçacıkları nemli ortamda hava ile temas sonucunda oksitlenir. Plazma ve lazerle kesme sonucunda aşağıda özetlenen reaksiyonlar sonucunda demir oksit oluşur:¹³³

- (1) $\text{Fe} + 1/2 \text{O}_2 > \text{FeO} + \text{ısı}$
- (2) $3\text{Fe} + 2 \text{O}_2 > \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{ısı}$
- (3) $2\text{Fe} + 3/2 \text{O}_2 > \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{ısı}$

Aksaray OSB’de yapılan saha ziyaretleri esnasında bazı firmaların üretim basamakları sonucunda demir oksit çıkışı olduğuna dair tesis yetkililerinden bilgi alınmıştır. Demir oksit materyalinin yoğunluğu 5,242 gr/cm³tür.



Şekil 5.17 - Plazma Kesme Sonucu Oluşan Demir Tozu (demir oksit) Atıklarının Saha Ziyareti Esnasında Kayıtlara Geçirilen Görseli

Ekonomik Açıdan Değerlendirme

Aksaray OSB sınırları içinde bulunan ENFAŞ Enerji Elektrik Üretim A.Ş’nin işlettiği biyogaz tesisi yıllık ortalama 3.400.000 m³ biyogaz ve buna bağlı olarak yaklaşık 10.400 MWh elektrik enerjisi üretmektedir. Hâlihazırda tesiste H₂S oluşumunu minimize etmek için FeCl₃ kimyasalı kullanılmakta ve bu kimyasal piyasadan sentetik formda ciddi bir maliyetle sağlanmaktadır. Dolayısıyla söz konusu biyogaz tesisinde FeCl₃ kimyasalı yerine demir oksit türevlerinin kullanılması sonucunda kimyasal maliyetinde ciddi bir tasarruf söz konusu olacaktır. Demir oksit hâlihazırda “sentetik” olarak endüstriyel ölçekte 2-6 mm boyutlarında üretilerek biyogaz sektöründe desülfürizasyon (H₂S uzaklaştırma) amacıyla kullanılmaktadır. Ürünün ton başına maliyeti 200 ABD Doları civarında olmakla beraber ENFAŞ Enerji Elektrik Üretim A.Ş’nin yıllık biyogaz üretimi dikkate alındığında desülfürizasyon yapılabilmesi için (H₂S derişiminin biyogaz içerisinde 4000 ppm seviyesinde olduğu varsayılmaktadır) 20.000-25.000 ABD Doları aralığında sentetik demir oksit gideri olacağı öngörülebilmektedir. Özellikle Almanya (Örneğin: Lanxess AG), Çin

¹³³ Anık. S., Öğür. A., Vural M. (1996), Termik Kesme Teknolojisi, Gedik Eğitim Vakfı Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü

(Örneğin: Gongyi Fengtai Refractory Abresive Co. Ltd) başta olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde biyogaz tesislerinde kullanılmak üzere sentetik demir oksit üretimi endüstriyel ölçekte gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla demir oksit materyalinin biyogaz tesislerine desülfürizasyon amacıyla kullanımı bilinen ve uygulanan bir prosestir. Bu çalışma kapsamında değerlendirilen örnekte ise bir başka ürün üretim prosesi sürecinde metal kesme/işlemi sonucunda atık/yan ürün olarak ortaya çıkan demir oksit ise endüstride doğrudan biyogaz desülfürizasyonu amacıyla üretilen sentetik versiyonuna kıyasla cüzi maliyetler karşılığında elde edilebilir. Demir oksit kullanımı ile biyogaz içerisindeki yüzdesinin düşürülmesi ile beraber (4000 ppm derişiminden 27 ppm derişimlerine düşürülmesi mümkündür) biyogazdan elektrik üretiminde de % 1-2 oranında artış olması öngörülebilir. Ayrıca teknik bölümde



Şekil 5.18 - Endüstriyel Üretim Sonucu Elde Edilen Demir Oksit (Fe_2O_3)¹³⁴

açıklandığı üzere aktif karbon ünitesi ile bu üniteye entegre edilecek demir oksitin biyogaz içerisindeki karbondioksiti tutmasıyla beraber üretim verimi daha da arttırılabilir ancak bu seçenek H_2S uzaklaştırmaya kıyasla daha fazla araştırma ve deneme safhalarına ihtiyaç duyacaktır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında CO_2 'in biyogazdan uzaklaştırılması sonucunda kazanılabilecek ekonomik kazanımlar yer almamaktadır.

Çevresel Açidan Değerlendirmeler

Öncelikle bertarafı problematik olan demir oksit atıklarının çevreye etki etmeden bir başka proseste kullanılması çevresel açıdan önemli bir kazanç olacaktır. Biyogazdan elektrik üretimi esnasında kullanılan gaz motorlarının bakım yağlarının değişme periyotların uzatılması ve buna bağlı olarak söz konusu işlemde kaynaklanan atık yağ miktarının azaltılması sağlanabilir. H_2S gazının biyogazdan ayrıştırılmadığı sistemlerde biyogazın gaz motorlarında yanması sonucunda SO_2 ve SO_3 gazları oluşmaktadır. Söz konusu gazlar insan sağlığı

ve iklim değişikliğine etkisi açısından emisyon miktarları Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (UNFCCC) ve Türkiye gibi panele üye ülkelerin denetiminden sorumlu olduğu gazlardır. Benzer şekilde biyogaz saflaştırmada kullanılan $FeCl_3$ kimyasalının yerine atık demir oksitlerin tercih edilmesi sonucunda $FeCl_3$ 'den kaynaklı çevresel riskler düşürülmüş olacaktır. Ayrıca biyogazdan elektrik üretim veriminin artması ile beraber fosil yakıt kaynaklı elektrik enerjisi üretimine olan ihtiyaç biyogazın saflaştırılması oranında artacak elektrik üretim miktarı oranında azalacaktır.



¹³⁴ <https://gyfengtai.en.made-in-china.com/product/UshJnuiEOHVC/China-Low-Price-of-Iron-Oxide-Desulfurizer-Ferric-Oxide-Desulfurizer.html>

Mevzuat ve Standartlar Açısından Değerlendirmeler

Tehlikesiz atıkların düzenli depolama faaliyetleri, 26 Mart 2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik kapsamında yürütülmektedir. Yönetmeliğin ilgili atık listesi ve tanımlamasına göre demir oksit atıklarının kategorilendirilebileceği “12 01 02” kodlu “demir metal toz ve parçacıklar” tehlikesiz atık sınıfında bulunmaktadır. İlgili atığın yönetmeliğin Ek-2 kapsamında yapılan analiz sonuçlarına göre atıklar, I. sınıf, II. sınıf ya da III. sınıf düzenli depolama sahalarında bertarafı sağlanmaktadır. Aksaray 2016 İl Çevre Durum Raporu’na göre il sınırları dâhilinde ortaya çıkan demir oksit atıkları depolama sahalarında bertaraf edilmektedir.¹³⁵ Diğer yandan 10 Ekim 2015 tarihli ve 29498 sayılı Resmi Gazete Yayını ile yürürlüğe girmiş olan Mekanik Ayırma, Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği Madde 2 ve Tebliğin Ek-1A Atık Listesi’ne göre biyogaz tesislerinin hammadde olarak alabileceği atıklar ifade edilmiştir. Söz konusu listede “12 01 02” kodlu demir oksit materyali bulunmamaktadır.

2 Nisan 2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmi Gazete Yayını ile yürürlüğe giren Atık Yönetimi Yönetmeliği, 6. Bölüm, Madde 19’a göre demir oksit materyali insan sağlığına zarar vermeyecek tedbirlerin alındığı bir ortamda yalnızca fiziksel işlemlerden geçirilerek tekrar kullanılabilir ise kapasite raporlarında yan ürün olarak değerlendirilebilmekte ve atık bertaraf beyanı kapsamına alınmasına gerek görülmemektedir. Dolayısıyla metal kesme işlemleri sonucunda oluşan demir oksit benzer işlemler gerçekleştirilen firmalar tarafından atık değil yan ürün olarak değerlendirilmesi mümkün gözükmektedir. Demir oksit materyalinin atık değil yan ürün olarak değerlendirilmesi biyogaz tesislerinin bu materyali hammadde olarak kullanmasının önündeki engeli kaldırmaktadır. Diğer yandan, konuya ilişkin tebliğlerin gelecek süreçte talepler ve öneriler doğrultusunda güncellenmesi durumunda Tebliğin Ek-1A Atık listesinde yapılacak değişiklikler ile beraber demir oksit materyalinin “12 01 02” koduyla atık olarak beyan edilmesi durumunda dahi biyogaz tesislerinde değerlendirilebilmesinin önü açılabilir.

Sonuçlar/Öneriler ve İleriye Dönük Adımlar

Önceki bölümlerde paylaşılmış olan bilgilere dayanarak Aksaray OSB içerisinde ve çevresinde yer alan ve faaliyetleri sonucunda demir oksit atıkları ortaya çıkan tesislerin bu atıklarının aynı bölgede biyogaz ve devamında elektrik enerjisi üretimi gerçekleştiren tesislerde değerlendirilmesinin mümkün olduğu ifade edilebilir. Aksaray OSB’de yapılan saha çalışmalarında ilgili tesislerin demir oksit atıklarını çimento üretim tesislerine gönderdikleri veya geri dönüşüm firmalarına ücret ödeyerek teslim ettikleri bilgisi alınmıştır. Demir oksit atıkları kalorifik değeri bulunmaması nedeniyle çimento ocaklarında yakılması tercih edilecek bir atık

türü değildir. Geri dönüşüm firmalarının ise söz konusu atıkları depolama tesisleri ya da demir çelik sanayisine tekrar yönlendirmesi söz konusudur. Ancak yıllık atık miktarının azlığı ve atık çıktısının birden fazla sayıda ve bölgedeki tesisten kaynaklandığı düşünüldüğünde paydaşları için faydalı bir bertaraf operasyonunun yürütülmediği düşünülmektedir. Dolayısıyla konuya dair teknik, ekonomik ve mevzuat açısından gerekli koşulların olumlu olmasıyla beraber ilgili sektörlerin bir araya gelerek atacakları adımlar hem bölgedeki demir oksit atığı sorununu çözecek hem de biyogaz tesislerinin enerji üretimine katkı sağlayacaktır.

¹³⁵ http://webdosya.csb.gov.tr/db/icerikler/aksaray_2016_cvre_durum_raporu_enson-20180122082236.pdf

Atık Listesi



Ek-1 Atık Kodları ve İlgili Kodların Açıklamaları

- 01** Madenlerin aranması, çıkarılması, işletilmesi, fiziki ve kimyasal işleme tabi tutulması sırasında ortaya çıkan atıklar,
- 02** Tarım, bahçivanlık, su kültürü, ormancılık, avcılık ve balıkçılık, gıda üretimi ve işlemesi sonucu ortaya çıkan atıklar,
- 03** Ahşap işleme ve kağıt, karton, kağıt hamuru, panel (sunta) ve mobilya üretiminden kaynaklanan atıklar,
- 04** Deri, kürk ve tekstil endüstrilerinden kaynaklanan atıklar,
- 05** Petrol rafinasyonu, doğal gaz saflaştırma ve kömürün pirolitik işlenmesinden kaynaklanan atıklar,
- 06** Anorganik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,
- 07** Organik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,
- 08** Astarlar (boyalar, vernikler ve vitrifiye emayeler), yapışkanlar, yalıtıcılar ve baskı mürekkeplerinin imalat, formülasyon tedarik ve kullanımından (İFTK) kaynaklanan atıklar,
- 09** Fotoğraf endüstrisinden kaynaklanan atıklar,
- 10** Isıl işlemlerden kaynaklanan atıklar,
- 11** Metal ve diğer malzemelerin kimyasal yüzey işlemi ve kaplanması işlemlerinden kaynaklanan atıklar; demir dışı hidrometalurji,
- 12** Metallerin ve plastiklerin fiziki ve mekanik yüzey işlemlerinden ve şekillendirilmesinden kaynaklanan atıklar,
- 13** Yağ atıkları ve sıvı yakıt atıkları (yenilebilir yağlar, 05 ve 12 hariç),
- 14** Atık organik çözücüler, soğutucular ve itici gazlar (07 ve 08 hariç),
- 15** Atık ambalajlar ile başka bir şekilde belirtilmemiş emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysiler,
- 16** Listede başka bir şekilde belirtilmemiş atıklar,
- 17** İnşaat ve yıkım atıkları (kirlenmiş alanlardan çıkartılan hafriyat dahil),
- 18** İnsan ve hayvan sağlığı ve/veya bu konulardaki araştırmalardan kaynaklanan atıklar (doğrudan sağlığa ilişkin olmayan mutfak ve restoran atıkları hariç)
- 19** Atık yönetim tesislerinden, tesis dışı atık su arıtma tesislerinden ve insan tüketimi ve endüstriyel kullanım için su hazırlama tesislerinden kaynaklanan atıklar,
- 20** Ayrı toplanmış fraksiyonlar dahil belediye atıkları (evsel atıklar ve benzer ticari, endüstriyel ve kurumsal atıklar).

Atık Listesi

01	(01) MADENLERİN ARANMASI, ÇIKARILMASI, İŞLETİLMESİ, FİZİKİ VE KİMYASAL İŞLEME TABİ TUTULMASI SIRASINDA ORTAYA ÇIKAN ATIKLAR	
01 01	Maden kazılarında kaynaklanan atıklar	
01 01 01	Metalik maden kazılarında kaynaklanan atıklar	
01 01 02	Metalik olmayan maden kazılarında kaynaklanan atıklar	
01 03	Metalik Minerallerin Fiziki ve Kimyasal Olarak İşlenmesinden Kaynaklanan Atıklar	
01 03 04*	Sülfürlü cevherlerin işlenmesinden kaynaklanan asit üretici maden atıkları	A
01 03 05*	Tehlikeli madde içeren diğer maden atıkları	M
01 03 06	01 03 04 ve 01 03 05 dışındaki diğer maden atıkları	
01 03 07*	Metalik minerallerin fiziki ve kimyasal işlenmesinden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren diğer atıklar	M
01 03 08	01 03 07 dışındaki diğer tozumsu ve pudramsı atıklar	
01 03 09	01 03 07 dışındaki alüminyum oksit üretiminden çıkan kırmızı çamur	
01 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
01 04	Metalik Olmayan Minerallerin Fiziki ve Kimyasal İşlemlerinden Kaynaklanan Atıklar	
01 04 07*	Metalik olmayan minerallerin fiziki ve kimyasal işlenmesinden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren atıklar	M
01 04 08	01 04 07 dışındaki atık kaya ve çakıl taşı atıkları	
01 04 09	Atık kum ve killeri	
01 04 10	01 04 07 dışındaki tozumsu ve pudramsı atıklar	
01 04 11	01 04 07 dışındaki potas ve kaya tuzu işlemlerinden kaynaklanan atıklar	
01 04 12	01 04 07 ve 01 04 11 dışındaki minerallerin yıkanması ve temizlenmesinden kaynaklanan ince taneli atıklar ve diğer atıklar	
01 04 13	01 04 07 dışındaki taş yontma ve kesme işlemlerinden kaynaklanan atıklar	
01 04 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
01 05	Sondaj Çamurları ve Diğer Sondaj Atıkları	
01 05 04	Temiz su sondaj çamurları ve atıkları	
01 05 05*	Yağ içeren sondaj çamurları ve atıkları	M
01 05 06*	Tehlikeli maddeler içeren sondaj çamurları ve diğer sondaj atıkları	M
01 05 07	01 05 05 ve 01 05 06 dışındaki barit içeren sondaj çamurları ve atıkları	
01 05 08	01 05 05 ve 01 05 06 dışındaki klorür içeren sondaj çamurları ve atıkları	
01 05 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
02	TARIM, BAĞÇIVANLIK, SU KÜLTÜRÜ, ORMANCILIK, AVCILIK VE BALIKÇILIK, GIDA HAZIRLAMA VE İŞLEMEDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
02 01	Tarım, Bahçivanlık, Su Ürünleri Üretimi, Ormancılık, Avcılık ve Balıkçılıktan Kaynaklanan Atıklar	
02 01 01	Yıkama ve temizleme işlemlerinden kaynaklanan çamurlar	
02 01 02	Hayvan dokusu atıkları	
02 01 03	Bitki dokusu atıkları	
02 01 04	Atık plastikler (ambalajlar hariç)	
02 01 06	Ayrı toplanmış ve saha dışında işlem görecektir hayvan pislikleri, idrar ve tezek (pisletilmiş saman dahil), akan sızılar	
02 01 07	Ormancılık atıkları	
02 01 08*	Tehlikeli maddeler içeren zirai kimyasal atıklar	M
02 01 09	02 01 08 dışındaki zirai kimyasal atıkları	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

02 01 10	Atık metal
02 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar
02 02	Et, balık ve diğer hayvansal kökenli gıda maddelerinin hazırlanmasından ve işlenmesinden kaynaklanan atıklar
02 02 01	Yıkama ve temizlemeden kaynaklanan çamurlar
02 02 02	Hayvan dokusu atığı
02 02 03	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 02 04	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
02 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar
02 03	Meyve, sebze, tahıl, yenilebilir yağlar, kakao, kahve, çay ve tütünün hazırlanmasından ve işlenmesinden; konserve üretiminden, maya ve maya özütü üretiminden, molas hazırlanması ve fermantasyonundan kaynaklanan atıklar
02 03 01	Yıkama, temizleme, soyma, santrifüj ve ayırma işlemlerinden kaynaklanan çamurlar
02 03 02	Koruyucu katkı maddelerinden kaynaklanan atıklar
02 03 03	Çözücü ekstraksiyonundan kaynaklanan atıklar
02 03 04	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 03 05	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan atıklar
02 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar
02 04	Şeker üretiminden kaynaklanan atıklar
02 04 01	Şeker pancarının temizlenmesinden ve yıkanmasından kaynaklanan toprak
02 04 02	Standart dışı kalsiyum karbonat
02 04 03	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
02 04 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar
02 05	Süt ürünleri endüstrisinden kaynaklanan atıklar
02 05 01	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 05 02	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
02 05 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar
02 06	Unlu mamuller ve şekerleme endüstrisinden kaynaklanan atıklar
02 06 01	Tüketime ve işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 06 02	Koruyucu katkı maddelerinden kaynaklanan atıklar
02 06 03	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
02 06 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar
02 07	Alkollü ve alkolsüz içeceklerin (kahve, çay ve kakao hariç) üretiminden kaynaklanan atıklar
02 07 01	Hammaddelerin yıkanmasından, temizlenmesinden ve mekanik olarak sıkılmasından kaynaklanan atıklar
02 07 02	Alkol damıtılmasından kaynaklanan atıklar
02 07 03	Kimyasal işlem atıkları
02 07 04	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler
02 07 05	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
02 07 99	Başka bir şekilde tanımlanmayan atıklar
03	AHŞAP İŞLEME VE KAĞIT, KARTON, KAĞIT HAMURU, PANEL(SUNTA) VE MOBİLYA ÜRETİMİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR
03 01	Ağaç İşlemeden ve Sunta ve Mobilya Üretiminden Kaynaklanan Atıklar
03 01 01	Ağaç kabuğu ve mantar atıkları
03 01 04*	Tehlikeli maddeler içeren talaş, yonga, kıymık, ahşap, kontraplak ve kaplamalar

03 01 05	03 01 04 dışındaki talaş, yonga, kıymık, ahşap, kontraplak ve kaplamalar	
03 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
03 02	Ahşap Koruma Atıkları	
03 02 01*	Halojenlenmemiş organik ahşap koruyucu maddeler	A
03 02 02*	Organoklorlu ahşap koruyucu maddeler	A
03 02 03*	Organometal içeren ahşap koruyucu maddeler	A
03 02 04*	Anorganik ahşap koruyucu maddeler	A
03 02 05*	Tehlikeli maddeler içeren diğer ahşap koruyucuları	M
03 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış ahşap koruyucuları	
03 03	Kağıt hamuru, kağıt ve kağıt karton üretim ve işlenmesinden kaynaklanan atıklar	
03 03 01	Ağaç kabuğu ve odun atıkları	
03 03 02	Yeşil sıvı çamuru (pişirme sıvısı geri kazanımından)	
03 03 05	Kâğıt geri kazanım işleminden kaynaklanan mürekkep giderme çamurları	
03 03 07	Atık kâğıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ıskartalar	
03 03 08	Geri dönüşüme gitmek üzere sınıflandırılan kâğıt ve kartondan kaynaklanan atıklar	
03 03 09	Kireç çamuru atığı	
03 03 10	Mekanik ayırma sonucu oluşan elyaf ıskartaları, elyaf, dolgu ve yüzey kaplama maddesi çamuru	
03 03 11	03 03 10 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
03 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
04	DERİ, KÜRK VE TEKSTİL ENDÜSTRİLERİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
04 01	Deri ve Kürk Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar	
04 01 01	Sıyırma ve kireçleme ile deriden et sıyırma işleminden kaynaklanan atıklar	
04 01 02	Kireçleme atıkları	
04 01 03*	Sıvı halde olmayan çözücüler içeren yağ giderme atıkları	M
04 01 04	Krom içeren sepi şerbeti	
04 01 05	Krom içermeyen sepi şerbeti	
04 01 06	Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içeren çamurlar	
04 01 07	Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan krom içermeyen çamurlar	
04 01 08	Krom içeren tabaklanmış atık deri (çivitli parçalar, tıraşlamalar, kesmeler, parlatma tozu)	
04 01 09	Perdah ve boyama atıkları	
04 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
04 02	Tekstil Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar	
04 02 09	Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)	
04 02 10	Doğal ürünlerden oluşan organik maddeler (örneğin yağ, mum)	
04 02 14*	Organik çözücüler içeren perdah atıkları	M
04 02 15	04 02 14 dışındaki perdah atıkları	
04 02 16*	Tehlikeli maddeler içeren boya maddeleri ve pigmentler	M
04 02 17	04 02 16 dışındaki boya maddeleri ve pigmentler	
04 02 19*	Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
04 02 20	04 02 19 dışındaki saha içi atık su arıtımından kaynaklanan çamurlar	
04 02 21	İşlenmemiş tekstil elyafı atıkları	
04 02 22	İşlenmiş tekstil elyafı atıkları	
04 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

05	PETROL RAFİNASYONU, DOĞAL GAZ SAFLAŞTIRMA VE KÖMÜRÜN PİROLİTİK İŞLENMESİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
05 01	Petrol Rafinasyon Atıkları	
05 01 02*	Tuz arındırma(tuz giderici) çamurları	A
05 01 03*	Tank dibi çamurları	A
05 01 04*	Asit alkil çamurları	A
05 01 05*	Petrol döküntüleri	A
05 01 06*	İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar	A
05 01 07*	Asit ziftleri	A
05 01 08*	Diğer ziftler	A
05 01 09*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli madde içeren çamurlar	M
05 01 10	05 01 09 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
05 01 11*	Yakıtların bazlar ile temizlemesi sonucu oluşan atıklar	A
05 01 12*	Yağ içeren asitler	M
05 01 13	Kazan besleme suyu çamurları	
05 01 14	Soğutma kolonlarından kaynaklanan atıklar	
05 01 15*	Kullanılmış filtre kileri	A
05 01 16	Petrol desülfürasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar	
05 01 17	Bitüm	
05 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
05 06	Kömürün Piroolitik İşlenmesinden Kaynaklanan Atıklar	
05 06 01*	Asit ziftleri	A
05 06 03*	Diğer ziftler	A
05 06 04	Soğutma kolonlarından kaynaklanan atıklar	
05 06 99	Başka bir şekilde tanımlanmayan atıklar	
05 07	Doğal Gaz Saflaştırma ve Nakliyesinde Oluşan Atıklar	
05 07 01*	Cıva içeren atıklar	M
05 07 02	Kükürt içeren atıklar	
05 07 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06	ANORGANİK KİMYASAL İŞLEMLERDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
06 01	Asitlerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
06 01 01*	Sülfürik asit ve sülfüroz asit	A
06 01 02*	Hidroklorik asit	A
06 01 03*	Hidroflorik asit	A
06 01 04*	Fosforik ve fosforöz asit	A
06 01 05*	Nitrik asit ve nitröz asit	A
06 01 06*	Diğer asitler	A
06 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 02	Bazların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
06 02 01*	Kalsiyum hidroksit	A
06 02 03*	Amonyum hidroksit	A
06 02 04*	Sodyum ve potasyum hidroksit	A
06 02 05*	Diğer bazlar	A
06 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 03	Tuzların ve Çözeltilerinin ve Metalik Oksitlerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
06 03 11*	Siyanür içeren katı tuzlar ve solüsyonlar	M

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

06 03 13*	Ağır metal içeren katı tuzlar ve solüsyonlar	M
06 03 14	06 03 11 ve 06 03 13 dışındaki katı tuzlar ve solüsyonlar	
06 03 15*	Ağır metal içeren metal oksitler	M
06 03 16	06 03 15 dışındaki diğer metal oksitler	
06 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 04	06 03 Dışındaki Metal İçeren Atıklar	
06 04 03*	Arsenik içeren atıklar	M
06 04 04*	Cıva içeren atıklar	M
06 04 05*	Başka ağır metaller içeren atıklar	M
06 04 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 05	İşletme Sahası İçerisindeki Atıksu Arıtımından Kaynaklanan Çamurlar	
06 05 02*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
06 05 03	06 05 02 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
06 06	Kükürtlü Kimyasallardan, Kükürtleyici Kimyasal İşlemlerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
06 06 02*	Tehlikeli kükürt bileşenleri içeren atıklar	M
06 06 03	06 06 02 dışındaki kükürt bileşenlerini içeren atıklar	
06 06 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 07	Halojenlerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Halojenli Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
06 07 01*	Elektrolizden kaynaklanan asbest içeren atıklar	M
06 07 02*	Klor üretiminden kaynaklanan aktif karbon	A
06 07 03*	Cıva içeren baryum sülfat çamuru	M
06 07 04*	Çözeltiler ve asitler, örneğin kontaktsiti	A
06 07 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 08	Silikon ve Silikon Türevlerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
06 08 02*	Zararlı silikonlar içeren atıklar	M
06 08 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 09	Fosforlu Kimyasalların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Fosforlu Kimyasal İşlenmesinden Kaynaklanan Atıklar	
06 09 02	Fosforlu cüruf	
06 09 03*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş kalsiyum bazlı reaksiyon atıkları	M
06 09 04	06 09 03 dışındaki kalsiyum bazlı reaksiyon atıkları	
06 09 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 10	Gübre Üretimi ve Azotlu Kimyasalların İşlenmesi ve Azot Kimyasalları İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
06 10 02*	Tehlikeli maddeler içeren atıklar	M
06 10 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 11	Anorganik Pigmentlerin ve Opaklaştırıcıların İmalatından Kaynaklanan Atıklar	
06 11 01	Titanyum dioksit üretiminden kaynaklanan kalsiyum bazlı reaksiyon atıkları	
06 11 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
06 13	Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Anorganik Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
06 13 01*	Anorganik bitki koruma ürünleri, ahşap koruma ürünleri ve diğer biyositler	A
06 13 02*	Kullanılmış aktif karbon (06 07 02 hariç)	A
06 13 03	Karbon siyahı	
06 13 04*	Asbest işlenmesinden kaynaklanan atıklar	A
06 13 05*	Kurum	A
06 13 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	

Tabloda ** işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

07

ORGANİK KİMYASAL İŞLEMLERDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR

07 01

Temel Organik Kimyasal Maddelerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar

07 01 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 01 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 01 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 01 07*	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 01 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 01 09*	Halojenli filtre keki ve kullanılmış absorbanlar	A
07 01 10*	Diğer filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 01 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 01 12	07 01 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 01 99	Başka şekilde tanımlanmayan atıklar	

07 02

Plastiklerin, Sentetik Kauçuk ve Yapay Elyafın İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar

07 02 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 02 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 02 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 02 07*	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 02 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 02 09*	Halojenli filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 02 10*	Diğer filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 02 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 02 12	07 02 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 02 13	Atık plastik	
07 02 14*	Tehlikeli maddeler içeren katkı maddelerinin atıkları	M
07 02 15	07 02 14 dışındaki katkı maddelerinin atıkları	
07 02 16*	Zararlı silikonlar içeren atıklar	M
07 02 17	07 02 16 dışında silikon içeren atıklar	
07 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	

07 03

Organik Boyaların ve Pigmentlerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar(06 11 dışındaki)

07 03 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 03 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 03 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 03 07*	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 03 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 03 09*	Halojenli filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 03 10*	Diğer filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 03 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 03 12	07 03 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

07 04	Organik Bitki Koruma Ürünlerinin (02 01 08 ve 02 01 09 hariç), Ahşap Koruyucu Olarak Kullanılan Maddelerin (Ajanlarının) (03 02 Hariç) ve Diğer Biyositlerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
07 04 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 04 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 04 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 04 07*	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 04 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 04 09*	Halojenli filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 04 10*	Diğer filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 04 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 04 12	07 04 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 04 13*	Tehlikeli madde içeren katı atıklar	M
07 04 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
07 05	İlaçların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
07 05 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 05 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 05 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 05 07*	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 05 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 05 09*	Halojenli filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 05 10*	Diğer filtre tabakaları kekleri, kullanılmış absorbanlar	A
07 05 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 05 12	07 05 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 05 13*	Tehlikeli madde içeren katı atıklar	M
07 05 14	07 05 13 dışındaki katı atıklar	
07 05 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
07 06	Yağ, Gres, Sabun, Deterjan, Dezenfektan ve Kozmetiklerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
07 06 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 06 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 06 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 06 07*	Halojenli dip tortuları ve reaksiyon kalıntıları	A
07 06 08*	Diğer dip tortuları ve reaksiyon kalıntıları	A
07 06 09*	Halojenli filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 06 10*	Diğer filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 06 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 06 12	07 06 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 06 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
07 07	Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Kimyasal ve Kimyasal Ürünlerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
07 07 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 07 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 07 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 07 07*	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 07 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
07 07 09*	Halojenli filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A
07 07 10*	Diğer filtre kekleri ve kullanılmış absorbanlar	A

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

07 07 11*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
07 07 12	07 07 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
07 07 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
08	ASTARLAR (BOYALAR, VERNİKLER VE VİTRİFİYE EMAYELER), YAPIŞKANLAR, MACUNLAR VE BASKI MÜREKKEPLERİNİN ÜRETİM, FORMÜLASYON, TEDARİK VE KULLANIMINDAN (İFTK) KAYNAKLANAN ATIKLAR	
08 01	Boya ve Verniğin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Sökülmesinden Kaynaklanan Atıklar	
08 01 11*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	M
08 01 12	08 01 11 dışındaki atık boya ve vernikler	
08 01 13*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları	M
08 01 14	08 01 13 dışındaki boya ve vernik çamurları	
08 01 15*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernikli sulu çamurlar	M
08 01 16	08 01 15 dışındaki boya ve vernik içeren sulu çamurlar	
08 01 17*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar	M
08 01 18	08 01 17 dışındaki boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan atıklar	
08 01 19*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan sulu süspansiyonlar	M
08 01 20	08 01 19 dışındaki sulu boya ya da vernik içeren sulu süspansiyonlar	
08 01 21*	Boya ya da vernik sökücü atıkları	A
08 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
08 02	Diğer Kaplama Maddelerinin (Seramik Kaplama Dahil) İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
08 02 01	Atık kaplama tozları	
08 02 02	Seramik malzemeler içeren sulu çamurlar	
08 02 03	Seramik malzemeler içeren sulu süspansiyonlar	
08 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
08 03	Baskı Mürekkeplerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
08 03 07	Mürekkep içeren sulu çamurlar	
08 03 08	Mürekkep içeren sulu sıvı atıklar	
08 03 12*	Tehlikeli maddeler içeren mürekkep atıkları	M
08 03 13	08 03 12 dışındaki mürekkep atıkları	
08 03 14*	Tehlikeli maddeler içeren mürekkep çamurları	M
08 03 15	08 03 14 dışındaki mürekkep çamurları	
08 03 16*	Atık aşındırma solüsyonları	A
08 03 17*	Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri	M
08 03 18	08 03 17 dışındaki atık baskı tonerleri	
08 03 19*	Dağıtıcı yağ	A
08 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
08 04	Yapışkanlar ve Yalıtıcıların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar (Su Geçirmeyen Ürünler Dahil)	
08 04 09*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları	M
08 04 10	08 04 09 dışındaki atık yapışkanlar ve dolgu macunları	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

08 04 11*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren yapışkan ve dolgu macunu çamurları	M
08 04 12	08 04 11 dışındaki yapışkan ve dolgu macunu çamurları	
08 04 13*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren sulu yapışkan veya dolgu macunu çamurları	M
08 04 14	08 04 13 dışındaki sulu organik yapışkan veya dolgu macunu çamurları	
08 04 15*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren sulu yapışkan veya dolgu macunlarının sıvı atıkları	M
08 04 16	08 04 15 dışındaki yapışkan veya dolgu macunlarının sulu atıkları	
08 04 17*	Reçine yağı	A
08 04 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
08 05	08'de Başka Şekilde Tanımlanmamış Atıklar	
08 05 01*	Atık izosiyanatlar	A
09	FOTOĞRAF ENDÜSTRİSİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
09 01	Fotoğraf Endüstrisi Atıkları	
09 01 01*	Su bazlı banyo ve aktifleştirici solüsyonları	A
09 01 02*	Su bazlı ofset plakası banyo solüsyonu	A
09 01 03*	Çözücü bazlı banyo solüsyonları	A
09 01 04*	Sabitleyici solüsyonlar	A
09 01 05*	Ağartıcı solüsyonları ve ağartıcı sabitleyici solüsyonlar	A
09 01 06*	Fotoğrafçılık atıklarının saha içi arıtılmasından oluşan gümüş içeren atıklar	M
09 01 07	Gümüş veya da gümüş bileşenleri içeren fotoğraf filmi ve kâğıdı	
09 01 08	Gümüş veya gümüş bileşenleri içermeyen fotoğraf filmi ve kâğıdı	
09 01 10	Pilsiz çalışan tek kullanımlık fotoğraf makineleri	
09 01 11*	16 06 01, 16 06 02 ya da 16 06 03'ün altında geçen pillerle çalışan tek kullanımlık fotoğraf makineleri	A
09 01 12	09 01 11 dışındaki pille çalışan tek kullanımlık fotoğraf makineleri	
09 01 13*	09 01 06 dışındaki gümüş geri kazanımı için yapılan arıtmadan kalan sulu sıvı atıklar	A
09 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10	ISIL İŞLEMLERDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
10 01	Enerji Santrallerinden ve Diğer Yakma Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar (19 Hariç)	
10 01 01	(10 01 04'ün altındaki kazan tozu hariç) dip külü, cüruf ve kazan tozu	
10 01 02	Uçucu kömür külü	
10 01 03	Turba ve işlenmemiş odundan kaynaklanan uçucu kül	
10 01 04*	Uçucu yağ külü ve kazan tozu	A
10 01 05	Baca gazı kükürt giderme işleminden (desülfürizasyon) çıkan kalsiyum bazlı katı atıklar	
10 01 07	Baca gazı kükürt giderme işleminden (desülfürizasyon) çıkan kalsiyum bazlı çamurlar	
10 01 09*	Sülfürik asit	A
10 01 13*	Yakıt olarak kullanılan emülsifiye hidrokarbonların uçucu külleri	A
10 01 14*	Atıkların beraber yakılmasından kaynaklanan ve tehlikeli maddeler içeren dip külü, cüruf ve kazan tozu	M
10 01 15	10 01 14 dışındaki beraber yakılmadan kaynaklanan dip külü, cüruf ve kazan tozu	
10 01 16*	Atıkların beraber yakılmasından kaynaklanan ve tehlikeli maddeler içeren uçucu kül	M
10 01 17	10 01 16 dışındaki beraber yakılmadan kaynaklanan uçucu kül	
10 01 18*	Tehlikeli maddeler içeren gaz temizleme atıkları	M

Tabloda ** işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

10 01 19	10 01 05, 10 01 07 ve 10 01 18 dışındaki gaz temizleme atıkları	
10 01 20*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
10 01 21	10 01 20 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
10 01 22*	Kazan temizlemesi sonucu çıkan tehlikeli maddeler içeren sulu çamurlar	M
10 01 23	10 01 22 dışındaki kazan temizlemesi sonucu çıkan sulu çamurlar	
10 01 24	Akışkan yatak kumları	
10 01 25	Termik santrallerin yakıt depolama ve hazırlama işlemlerinden çıkan atıklar	
10 01 26	Soğutma suyu işlemlerinden çıkan atıklar	
10 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 02	Demir ve Çelik Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar	
10 02 01	Cüruf işleme atıkları	
10 02 02	İşlenmemiş cüruf	
10 02 07*	Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar	M
10 02 08	10 02 07 dışında gaz arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar	
10 02 10	Haddehane tufalı	
10 02 11*	Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar	M
10 02 12	10 02 11 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları	
10 02 13*	Gaz arıtımı sonucu oluşan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri	M
10 02 14	10 02 13 dışındaki gaz arıtımı sonucu oluşan çamurlar ve filtre kekleri	
10 02 15	Diğer çamurlar ve filtre kekleri	
10 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 03	Alüminyum Isıl Metalurjisinden Kaynaklanan Atıklar	
10 03 02	Anot hurdaları	
10 03 04*	Birincil üretim cürufları	A
10 03 05	Atık alüminyum oksit	
10 03 08*	İkincil üretimden kaynaklanan tuz cürufları	A
10 03 09*	İkincil üretimden kaynaklanan kara cüruflar	A
10 03 15*	Suyla temas halinde tehlikeli miktarlarda alevlenebilir gazlar çıkaran yanıcı veya yayılabilir köpükler	M
10 03 16	10 03 05 dışındaki köpükler	
10 03 17*	Anot üretiminden kaynaklanan katranlı atıklar	M
10 03 18	10 03 17 dışındaki anot üretiminden kaynaklanan karbon içerikli atıklar	
10 03 19*	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu	M
10 03 20	10 03 19 dışındaki baca gazı tozu	
10 03 21*	Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller ve tozlar (öğütücü değirmen tozu dâhil)	M
10 03 22	10 03 21 dışındaki partiküller ve tozlar (öğütücü değirmen tozu dâhil)	
10 03 23*	Tehlikeli maddeler içeren gaz arıtımı katı atıkları	M
10 03 24	10 03 23 dışındaki gaz arıtımı katı atıkları	
10 03 25*	Tehlikeli maddeler içeren gaz arıtımı çamurları ve filtre kekleri	M
10 03 26	10 03 25 dışındaki gaz arıtımı çamurları ve filtre kekleri	
10 03 27*	Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar	M
10 03 28	10 03 27 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları	
10 03 29*	Tuz cürufları ve kara cürufların arıtımından çıkan ve tehlikeli maddeler içeren atıklar	M
10 03 30	10 03 29 dışındaki tuz cürufları ve kara cürufların arıtımından çıkan atıklar	
10 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 04	Kurşun Isıl Metalurjisinden Kaynaklanan Atıklar	
10 04 01*	Birincil ve ikincil üretim cürufları	A

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

10 04 02*	Birincil ve ikincil üretimden kaynaklanan cüruf ve köpükler	A
10 04 03*	Kalsiyum arsenat	A
10 04 04*	Baca gazı tozu	A
10 04 05*	Diğer partiküller ve toz	A
10 04 06*	Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar	A
10 04 07*	Gaz arıtım çamurları ve filtre kekleri	A
10 04 09*	Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar	M
10 04 10	10 04 09 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları	
10 04 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 05	Çinko Isıl Metalurjisinden Kaynaklanan Atıklar	
10 05 01	Birincil ve ikincil üretim cüruf ve köpükleri	
10 05 03*	Baca gazı tozu	A
10 05 04	Diğer partiküller ve toz	
10 05 05*	Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar	A
10 05 06*	Gaz arıtım çamurları ve filtre kekleri	A
10 05 08*	Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar	M
10 05 09	10 05 08 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları	
10 05 10*	Suyla temas halinde tehlikeli miktarlarda alevlenebilir gazlar çıkaran yanıcı veya yayılabilir cüruf ve köpükler	M
10 05 11	10 05 10 dışındaki cüruf ve köpükler	
10 05 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 06	Bakır Isıl Metalurjisinden Kaynaklanan Atıklar	
10 06 01	Birincil ve ikincil üretim cüruf ve köpükleri	
10 06 02	Birincil ve ikincil üretimden kaynaklanan cüruf ve köpükler	
10 06 03*	Baca gazı tozu	A
10 06 04	Diğer partiküller ve toz	
10 06 06*	Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar	A
10 06 07*	Gaz arıtımından kaynaklanan çamurlar ve filtre kekleri	A
10 06 09*	Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içeren atıklar	M
10 06 10	10 06 09 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları	
10 06 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 07	Gümüş, Altın ve Platin Isıl Metalurjisinden Kaynaklanan Atıklar	
10 07 01	Birincil ve ikincil üretim cüruf ve köpükleri	
10 07 02	Birincil ve ikincil üretimden kaynaklanan cüruf ve köpükler	
10 07 03	Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar	
10 07 04	Diğer partiküller ve toz	
10 07 05	Gaz arıtımından kaynaklanan çamurlar ve filtre kekleri	
10 07 07*	Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içeren atıklar	M
10 07 08	10 07 07 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları	
10 07 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 08	Demir Dışı Isıl Metalurjisinden Kaynaklanan Atıklar	
10 08 04	Partiküller ve toz	
10 08 08*	Birincil ve ikincil üretimden kaynaklanan tuz cüruf ve köpükleri	A
10 08 09	Diğer cüruf ve köpükleri	
10 08 10*	Suyla temas halinde tehlikeli miktarlarda alevlenebilir gazlar çıkaran yanıcı veya yayılabilir cüruf ve köpükler	M
10 08 11	10 08 10 dışındaki cüruf, toz ve kırıntılar	
10 08 12*	Anot üretiminden kaynaklanan katran içeren atıklar	M
10 08 13	10 08 12 dışındaki anot üretiminden kaynaklanan karbon içerikli atıklar	
10 08 14	Anot hurdası	
10 08 15*	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu	M

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

10 08 16	10 08 15 dışındaki baca gazı tozu		
10 08 17*	Baca gazı arıtımından kaynaklanan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri		M
10 08 18	10 08 17 dışındaki gaz arıtma çamurları ve filtre kekleri		
10 08 19*	Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içeren atıklar		M
10 08 20	10 08 19 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları		
10 08 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar		
10 09	Demir Döküm İşleminden Kaynaklanan Atıklar		
10 09 03	Ocak cürufları		
10 09 05*	Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları		M
10 09 06	10 09 05 dışında henüz döküm yapılamamış maça ve kum döküm kalıpları		
10 09 07*	Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları		M
10 09 08	10 09 07 dışında döküm yapılmış maça ve kum döküm kalıpları		
10 09 09*	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu		M
10 09 10	10 09 09 dışındaki baca gazı tozu		
10 09 11*	Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller		M
10 09 12	10 09 11 dışındaki diğer partiküller		
10 09 13*	Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar		M
10 09 14	10 09 13 dışındaki atık bağlayıcılar		
10 09 15*	Tehlikeli madde içeren çatlak belirleme kimyasalları atığı		M
10 09 16	10 09 15 dışındaki çatlak belirleme kimyasalları atığı		
10 09 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar		
10 10	Demir Dışı Döküm Atıkları		
10 10 03	Ocak cürufları		
10 10 05*	Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları		M
10 10 06	10 10 05 dışındaki henüz döküm yapılamamış maça ve kum döküm kalıpları		
10 10 07*	Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları		M
10 10 08	10 10 07 dışındaki döküm yapılmış maça ve kum döküm kalıpları		
10 10 09*	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu		M
10 10 10	10 10 09 dışındaki baca gazı tozu		
10 10 11*	Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller		M
10 10 12	10 10 11 dışındaki diğer partiküller		
10 10 13*	Tehlikeli maddeler içeren bağlayıcı atıkları		M
10 10 14	10 10 13 dışındaki bağlayıcı atıkları		
10 10 15*	Tehlikeli madde içeren çatlak belirleme kimyasalları atığı		M
10 10 16	10 10 15 dışındaki çatlak belirleme kimyasalları atığı		
10 10 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar		
10 11	Cam ve Cam Ürünleri Üretim Atıkları		
10 11 03	Cam elyaf atıkları		
10 11 05	Partiküller ve toz		
10 11 09*	Isıl işlemde önce hazırlanan tehlikeli maddeler içeren harman atığı		M
10 11 10	10 11 09 dışında ısıl işlemde önce hazırlanan harman atığı		
10 11 11*	Ağır metaller içeren küçük parçacıklar ve cam tozu halinde atık cam(örneğin katot ışın tüplerinden)		M
10 11 12	10 11 11 dışındaki atık camlar		
10 11 13*	Tehlikeli maddeler içeren cam parlatma ve öğütme çamuru		M
10 11 14	10 11 13 dışındaki cam parlatma ve öğütme çamuru		
10 11 15*	Baca gazı arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren katı atıklar		M

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

10 11 16	10 11 15 dışında baca gazı arıtımından kaynaklanan katı atıklar	
10 11 17*	Baca gazı arıtımından kaynaklanan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri	M
10 11 18	10 11 17 dışındaki baca gazı arıtımından kaynaklanan çamurlar ve filtre kekleri	
10 11 19*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren katı atıklar	M
10 11 20	10 11 19 dışındaki saha içi atık su arıtımından kaynaklanan katı atıklar	
10 11 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 12	Seramik Ürünler, Tuğlalar, Fayanslar ve İnşaat Malzemelerinin Üretiminden Kaynaklanan Atıklar	
10 12 01	Isıl işlem öncesi karışım hazırlama atıkları	
10 12 03	Partiküller ve toz	
10 12 05	Gaz arıtımından kaynaklanan çamurlar ve filtre kekleri	
10 12 06	Iskarta kalıplar	
10 12 08	Atık seramikler, tuğlalar, fayanslar ve inşaat malzemeleri (ısıl işlem sonrası)	
10 12 09*	Gaz arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren katı atıklar	M
10 12 10	10 12 09 dışındaki gaz arıtma katı atıkları	
10 12 11*	Ağır metaller içeren sırlama atıkları	M
10 12 12	10 12 11 dışındaki sırlama atıkları	
10 12 13	Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan çamur	
10 12 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 13	Çimento, Kireç ve Alçı ve Bunlardan Yapılan Ürünlerin Üretim Atıkları	
10 13 01	Isıl işlem öncesi karışım hazırlama atıkları	
10 13 04	Kirecin kalsinasyon ve hidratasyonundan kaynaklanan atıklar	
10 13 06	Partiküller ve toz (10 13 12 ve 10 13 13 hariç)	
10 13 07	Gaz arıtma çamuru ve filtre kekleri	
10 13 09*	Asbestli çimento üretiminden kaynaklanan asbest içeren atıklar	M
10 13 10	10 13 09 dışındaki asbestli çimento üretimi atıkları	
10 13 11	10 13 09 ve 10 13 10 dışındaki çimento bazlıkompozit malzeme üretim atıkları	
10 13 12*	Gaz arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren katı atıklar	M
10 13 13	10 13 12 dışındaki gaz arıtma katı atıkları	
10 13 14	Atık beton ve beton çamurları	
10 13 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
10 14	Krematoryum Atıkları	
10 14 01*	Gaz temizlemeden kaynaklanan cıva içeren atıklar	A
11	METAL VE DİĞER MALZEMELERİN KİMYASAL YÜZEY İŞLEMİ VE KAPLANMASI İŞLEMLERİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR; DEMİR DIŞI HİDROMETALURJİ	
11 01	Metal ve Diğer Malzemelerin Kimyasal Yüzey İşlemi ve Kaplanmasından Kaynaklanan Atıklar (Örn: Galvanizleme, Çinko Kaplama, Dekapaj, Asitle Sıyırma, Fosfatlama, Alkalın Degradasyonu, Anotlama)	
11 01 05*	Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)	A
11 01 06*	Başka bir şekilde tanımlanmamış asitler	A
11 01 07*	Sıyırma bazları	A
11 01 08*	Fosfatlama çamurları	A
11 01 09*	Tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri	M

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

11 01 10	11 01 09 dışındaki çamurlar ve filtre kekleri	
11 01 11*	Tehlikeli maddeler içeren sulu durulama sıvıları	M
11 01 12	11 01 11 dışındaki sulu durulama sıvıları	
11 01 13*	Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları	M
11 01 14	11 01 13 dışındaki yağ alma atıkları	
11 01 15*	Membran ya da iyon değişim sistemlerinden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren sıvı ve çamurlar	M
11 01 16*	Doymuş ya da bitik iyon değişim reçineleri	A
11 01 98*	Tehlikeli maddeler içeren diğer atıklar	M
11 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
11 02	Demir Dışındaki Madenlerin Hidrometalürjik İşlenmesinin Atıkları	
11 02 02*	Çinko hidrometalürjisi (jarosid ve goetiddahil) çamurları	A
11 02 03	Sulu elektrolitik işlemleri için üretilen anot üretim atıkları	
11 02 05*	Bakır hidrometalürjisi işlemlerinden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren atıklar	M
11 02 06	11 02 05 dışındaki bakır hidrometalürjisi atıkları	
11 02 07*	Tehlikeli maddeler içeren diğer atıklar	M
11 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
11 03	Tavlama İşlemleri Çamurları ve Katı Maddeleri	
11 03 01*	Siyanür içeren atıklar	A
11 03 02*	Diğer atıklar	A
11 05	Sıcak Galvanizleme İşlemleri Atıkları	
11 05 01	Katı çinko	
11 05 02	Çinko külü	
11 05 03*	Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar	A
11 05 04*	Iskarta flaks malzemeler	A
11 05 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
12	METALLERİN VE PLASTİKLERİN FİZİKİ VE MEKANİK YÜZEY İŞLEMLERİNDEN VE ŞEKİLLENDİRİLMESİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
12 01	Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar	
12 01 01	Demir metal çapakları ve talaşları	
12 01 02	Demir metal toz ve parçacıklar	
12 01 03	Demir dışı metal çapakları ve talaşları	
12 01 04	Demir dışı metal toz ve parçacıklar	
12 01 05	Plastik yongalar ve çapaklar	
12 01 06*	Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
12 01 07*	Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
12 01 08*	Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları	A
12 01 09*	Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları	A
12 01 10*	Sentetik işleme yağları	A
12 01 12*	Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar	A
12 01 13	Kaynak atıkları	
12 01 14*	Tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları	M
12 01 15	12 01 14 dışındaki işleme çamurları	
12 01 16*	Tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları	M
12 01 17	12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları	
12 01 18*	Yağ içeren metalik çamurlar (öğütme, bileme ve freze tortuları)	M

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

12 01 19*	Biyolojik olarak kolay bozunur işleme yağı	A
12 01 20*	Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	M
12 01 21	12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	
12 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
12 03	Su ve Buhar Yağ Alma İşlemlerinden Kaynaklanan Atıklar (11 Hariç)	
12 03 01*	Sulu yıkama sıvıları	A
12 03 02*	Buhar yağ alma atıkları	A
13	YAĞ ATIKLARI VE SIVI YAKIT ATIKLARI (YENİLEBİLİR YAĞLAR, 05 VE 12 HARİÇ)	
13 01	Atık Hidrolik Yağlar	
13 01 01*	PCB (¹) içeren hidrolik yağlar	A
13 01 04*	Klor içeren emülsiyonlar	A
13 01 05*	Klor içermeyen emülsiyonlar	A
13 01 09*	Mineral esaslı klor içeren hidrolik yağlar	A
13 01 10*	Mineral esaslı klor içermeyen hidrolik yağlar	A
13 01 11*	Sentetik hidrolik yağlar	A
13 01 12*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir hidrolik yağlar	A
13 01 13*	Diğer hidrolik yağlar	A
13 02	Atık Motor, Şanzıman ve Yağlama Yağları	
13 02 04*	Mineral esaslı klor içeren motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 05*	Mineral esaslı klor içermeyen motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 06*	Sentetik motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 07*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 08*	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 03	Atık Yalıtım ve Isı İletim Yağları	
13 03 01*	PCB'ler içeren yalıtım ya da ısı iletim yağları	A
13 03 06*	13 03 01 dışındaki mineral esaslı klor içeren yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 03 07*	Mineral esaslı klor içermeyen yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 03 08*	Sentetik yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 03 09*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 03 10*	Diğer yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 04	Sintine Yağları	
13 04 01*	Nehir ve göl seyrüseferinden (iç su yolu denizciliğinden) kaynaklanan sintine yağları	A
13 04 02*	İskele kanalizasyonlarından(mendirekten) kaynaklanan sintine yağları	A
13 04 03*	Diğer denizcilik seyrüseferinden kaynaklanan sintine yağları	A
13 05	Yağ/Su Ayırıcısı İçerikleri	
13 05 01*	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcısından çıkan katılar	A
13 05 02*	Yağ/su ayırıcısından çıkan çamurlar	A
13 05 03*	Yakalayıcı (interseptör) çamurları	A
13 05 06*	Yağ/su ayırıcılarından çıkan yağ	A
13 05 07*	Yağ/su ayırıcılarından çıkan yağlı su	A
13 05 08*	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcılarından çıkan karışık atıklar	A
13 07	Sıvı Yakıtların Atıkları	
13 07 01*	Fuel-oil ve mazot	A
13 07 02*	Benzin	A
13 07 03*	Diğer yakıtlar (karışımlar dahil)	A
13 08	Başka bir şekilde tanımlanmamış yağ atıkları	
13 08 01*	Tuz giderim çamurları ya da emülsiyonları	A
13 08 02*	Diğer emülsiyonlar	A
13 08 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

(¹) Poliklorlubifenil (PCB); Poliklorluterfenil (PCT), Monometil-tetra-kloro-difenil metanı, monometil-dikloro-difenil metanı veya monometil-dibromo-difenilmetanı, ve 50 ppm'den daha fazla miktarda; poliklorlubifenil (PCB), poliklorluterfenil (PCT), monometil-tetra-kloro-difenil metanı, monometil-dikloro-difenil metanı veya monometil-dibromo-difenil metanı içeren karışımı ifade eder.

14	ATIK ORGANİK ÇÖZÜCÜLER, SOĞUTUCULAR VE İTİCİ GAZLAR (07 VE 08 HARİÇ)	
14 06	Atık Organik Çözücüler, Soğutucular ve Köpük/Aerosol İtici Gazlar	
14 06 01*	Kloroflorokarbonlar, HCFC, HFC	A
14 06 02*	Diğer halojenli çözücüler ve çözücü karışımları	A
14 06 03*	Diğer çözücüler ve çözücü karışımları	A
14 06 04*	Halojenli çözücüler içeren çamurlar veya katı atıklar	A
14 06 05*	Diğer çözücüler içeren çamurlar veya katı atıklar	A
15	ATIK AMBALAJLAR İLE BAŞKA BİR ŞEKİLDE BELİRTİLMEMİŞ EMİCİLER, SİLME BEZLERİ, FİLTRE MALZEMELERİ VE KORUYUCU GİYSİLER	
15 01	Ambalaj (Belediyenin Ayrı Toplanmış Ambalaj Atıkları Dahil)	
15 01 01	Kağıt ve karton ambalaj	
15 01 02	Plastik ambalaj	
15 01 03	Ahşap ambalaj	
15 01 04	Metalik ambalaj	
15 01 05	Kompozit ambalaj	
15 01 06	Karışık ambalaj	
15 01 07	Cam ambalaj	
15 01 09	Tekstil ambalaj	
15 01 10*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	M
15 01 11*	Boş basınçlı konteynırlar dahil olmak üzere tehlikeli gözenekli katı yapılı (örneğin asbest) metalik ambalajlar	M
15 02	Emiciler, Filtre Malzemeleri, Temizleme Bezleri ve Koruyucu Giysiler	
15 02 02*	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	M
15 02 03	15 02 02 dışındaki emiciler, filtre malzemeleri, temizleme bezleri, koruyucu giysiler	
16	LİSTEDE BAŞKA BİR ŞEKİLDE BELİRTİLMEMİŞ ATIKLAR	
16 01	Çeşitli Taşıma Türlerindeki (İş Makineleri Dahil) Ömrünü Tamamlamış Araçlar ve Ömrünü Tamamlamış Araçların Sökülmesi ile Araç Bakımından (13, 14, 16 06 ve 16 08 hariç) Kaynaklanan Atıklar	
16 01 03	Ömrünü tamamlamış lastikler	
16 01 04*	Ömrünü tamamlamış araçlar	M
16 01 06	Sıvı ya da tehlikeli maddeler içermeyen ömrünü tamamlamış araçlar	
16 01 07*	Yağ filtreleri	A
16 01 08*	Cıva içeren parçalar	M
16 01 09*	PCB içeren parçalar	M
16 01 10*	Patlayıcı parçalar (örneğin hava yastıkları)	A
16 01 11*	Asbest içeren fren balataları	M
16 01 12	16 01 11 dışındaki fren balataları	
16 01 13*	Fren sıvıları	A
16 01 14*	Tehlikeli maddeler içeren antifriz sıvıları	M
16 01 15	16 01 14 dışındaki antifriz sıvıları	
16 01 16	Sıvılaştırılmış gaz tankları	
16 01 17	Demir metaller	
16 01 18	Demir olmayan metaller	
16 01 19	Plastik	
16 01 20	Cam	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

16 01 21*	16 01 07'den 16 01 11'e ve 16 01 13 ile 16 01 14 dışındaki tehlikeli parçalar	M
16 01 22	Başka bir şekilde tanımlanmamış parçalar	
16 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
16 02	Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları	
16 02 09*	PCB'ler içeren transformatörler ve kapasitörler	M
16 02 10*	16 02 09 dışındaki PCB içeren ya da PCB ile kontamine olmuş iskarta ekipmanlar	M
16 02 11*	Kloroflorokarbon, HCFC, HFC içeren iskarta ekipmanlar	M
16 02 12*	Serbest asbest içeren iskarta ekipman	M
16 02 13*	16 02 09'dan 16 02 12'ye kadar olanların dışındaki tehlikeli parçalar ⁽²⁾ içeren iskarta ekipmanlar	M
16 02 14	16 02 09'dan 16 02 13'e kadar olanların dışındaki iskarta ekipmanlar	
16 02 15*	Iskarta ekipmanlardan çıkartılmış tehlikeli parçalar	A
16 02 16	16 02 15 dışındaki iskarta ekipmanlardan çıkartılmış parçalar	
16 03	Standart Dışı Gruplar ve Kullanılmamış Ürünler	
16 03 03*	Tehlikeli maddeler içeren anorganik atıklar	M
16 03 04	16 03 03 dışındaki anorganik atıklar	
16 03 05*	Tehlikeli maddeler içeren organik atıklar	M
16 03 06	16 03 05 dışındaki organik atıklar	
16 04	Patlayıcı Atıklar	
16 04 01*	Mühimmat Atığı	A
16 04 02*	Havai fişek atıkları	A
16 04 03*	Diğer patlayıcı atıklar	A
16 05	Basınçlı Tank İçindeki Gazlar ve Iskartaya Çıkmış Kimyasallar	
16 05 04*	Basınçlı tanklar içinde tehlikeli maddeler içeren gazlar (halonlardahil)	M
16 05 05	16 05 04 dışında basınçlı tanklar içindeki gazlar	
16 05 06*	Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları	M
16 05 07*	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan iskarta anorganik kimyasallar	M
16 05 08*	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan iskarta organik kimyasallar	M
16 05 09	16 05 06, 16 05 07 ya da 16 05 08 dışında tehlikeli maddeler içeren iskarta organik kimyasallar	
16 06	Piller ve Aküler	
16 06 01*	Kurşunlu piller	A
16 06 02*	Nikel kadmiyum piller	A
16 06 03*	Cıva içeren piller	A
16 06 04	Alkali piller (16 06 03 hariç)	
16 06 05	Diğer piller ve akümülatörler	
16 06 06*	Piller ve akümülatörlerden ayrı toplanmış elektrolitler	A
16 07	Nakliye Tankı, Depolama Tankı ve Varil Temizleme İşlemlerinden Kaynaklanan Atıklar (05 ve 13 hariç)	
16 07 08*	Yağ içeren atıklar	M
16 07 09*	Diğer tehlikeli maddeler içeren atıklar	M
16 07 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
16 08	Bitik Katalizörler	
16 08 01	Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07 hariç)	

Tabloda ** işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

⁽²⁾ Elektrikli ve elektronik ekipmanlardan kaynaklanan tehlikeli parçalar, 16 06 altında yer alan akü ve pilleri ve atık listesinde tehlikeli olarak işaretlenen cıvalı şalterleri, katot ışın tüplerinin camlarını ve diğer aktifleştirilmiş camları ve benzerlerini içerebilir.

16 08 02*	Tehlikeli geçiş metalleri ⁽³⁾ ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler	M
16 08 03	Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler	
16 08 04	Bitik katalitik "cracking" katalizör sıvısı (16 08 07 hariç)	
16 08 05*	Fosforik asit içeren bitik katalizörler	M
16 08 06*	Katalizör olarak bitik sıvılar	A
16 08 07*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler	M
16 09	Oksitleyici Maddeler	
16 09 01*	Permanganatlar (örneğin potasyum permanganat)	A
16 09 02*	Kromatlar (örneğin potasyum kromat, potasyum veya sodyum dikromat)	A
16 09 03*	Peroksitler(örneğin hidrojen peroksit)	A
16 09 04*	Başka bir şekilde tanımlanmamış oksitleyici malzemeler	A
16 10	Saha Dışı Arıtmaya Gönderilecek Sulu Sıvı Atıklar	
16 10 01*	Tehlikeli maddeler içeren sulu sıvı atıklar	M
16 10 02	16 10 01 dışındaki sulu sıvı atıkları	
16 10 03*	Tehlikeli madde içeren sulu derişik maddeler	M
16 10 04	16 10 03 dışındaki sulu derişik maddeler	
16 11	Atık Astarlar ve Refraktörler	
16 11 01*	Metalürjik proseslerden kaynaklanan, tehlikeli maddeler içeren karbon bazlı astarlar ve refraktörler	M
16 11 02	16 11 01 dışındaki metalürjik proseslerden kaynaklanan karbon bazlı astar ve refraktörler	
16 11 03*	Metalürjik proseslerden kaynaklanan, tehlikeli maddeler içeren diğer astarlar ve refraktörler	M
16 11 04	16 11 03 dışındaki metalürjik proseslerden kaynaklanan diğer astar ve reflektörler	
16 11 05*	Metalürjik olmayan proseslerden kaynaklanan, tehlikeli maddeler içeren astarlar ve refraktörler	M
16 11 06	16 11 05 dışındaki metalürjik olmayan proseslerden kaynaklanan astar ve reflektörler	
17	İNŞAAT VE YIKIM ATIKLARI (KİRLENMİŞ ALANLARDAN ÇIKARTILAN HAFRİYAT DAHİL)	
17 01	Beton, Tuğla, Kiremit ve Seramik	
17 01 01	Beton	
17 01 02	Tuğlalar	
17 01 03	Kiremitler ve seramikler	
17 01 06*	Tehlikeli maddeler içeren beton, tuğla, kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	M
17 01 07	17 01 06 dışındaki beton, tuğla kiremit ve seramik karışımları ya da ayrılmış grupları	
17 02	Ahşap, Cam ve Plastik	
17 02 01	Ahşap	
17 02 02	Cam	
17 02 03	Plastik	
17 02 04*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	M
17 03	Bitümlü Karışımlar, Kömür Katranı ve Katranlı Ürünler	
17 03 01*	Kömür katranı içeren bitümlü karışımlar	M
17 03 02	17 03 01 dışındaki bitümlü karışımlar	
17 03 03*	Kömür katranı ve katranlı ürünler	A

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

(³) Söz konusu olan geçiş metalleri skandiyum, vanadyum, manganez, kobalt, bakır, toryum, niyobyum, hafniyum, tungsten, titanyum, krom, demir, nikel, çinko, zirkon, molibden ve tantal olarak listelenmektedir. Bu metaller ya da bileşenleri tehlikeli madde olarak sınıflandırılmış ise söz konusu katalizör atığı "tehlikeli" olarak ele alınmalıdır. Tehlikeli maddelerin sınıflandırılması bu geçiş metallerinden ve geçiş metalleri bileşimlerinden hangilerinin tehlikeli olduğunu belirtir.

17 04	Metaller (Alaşımları Dahil)	
17 04 01	Bakır, bronz, pirinç	
17 04 02	Alüminyum	
17 04 03	Kurşun	
17 04 04	Çinko	
17 04 05	Demir ve çelik	
17 04 06	Kalay	
17 04 07	Karışık metaller	
17 04 09*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	M
17 04 10*	Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar	M
17 04 11	17 04 10 dışındaki kablolar	
17 05	Toprak (Kirlenmiş Yerlerde Yapılan Hafriyat Dahil), Kayalar ve Dip Tarama Çamurları	
17 05 03*	Tehlikeli maddeler içeren toprak ve kayalar	M
17 05 04	17 05 03 dışındaki toprak ve kayalar	
17 05 05*	Tehlikeli maddeler içeren dip tarama çamuru	M
17 05 06	17 05 05 dışındaki dip tarama çamuru	
17 05 07*	Tehlikeli maddeler içeren demiryolu çakılı	M
17 05 08	17 05 07 dışındaki demiryolu çakılı	
17 06	Yalıtım Malzemeleri ve Asbest İçeren İnşaat Malzemeleri	
17 06 01*	Asbest içeren yalıtım malzemeleri	M
17 06 03*	Tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren diğer yalıtım malzemeleri	M
17 06 04	17 06 01 ve 17 06 03 dışındaki yalıtım malzemeleri	
17 06 05*	Asbest içeren inşaat malzemeleri	M
17 08	Alçı Bazlı İnşaat Malzemeleri	
17 08 01*	Tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş alçı bazlı inşaat malzemeleri	M
17 08 02	17 08 01 dışındaki alçı bazlı inşaat malzemeleri	
17 09	Diğer İnşaat ve Yıkım Atıkları	
17 09 01*	Cıva içeren inşaat ve yıkım atıkları	M
17 09 02*	PCB içeren inşaat ve yıkım atıkları (örneğin PCB içeren dolgu macunları, PCB içeren reçine bazlı taban kaplama malzemeleri, PCB içeren kaplanmış sırlama birimleri, PCB içeren kapasitörler)	M
17 09 03*	Tehlikeli maddeler içeren diğer inşaat ve yıkım atıkları (karışık atıklar dahil)	M
17 09 04	17 09 01, 17 09 02 ve 17 09 03 dışındaki karışık inşaat ve yıkım atıkları	
18	İNSAN VE HAYVAN SAĞLIĞI VE/VEYA BU KONULARDAKİ ARAŞTIRMALARDAN KAYNAKLANAN ATIKLAR (DOĞRUDAN SAĞLIĞA İLİŞKİN OLMAYAN MUTFAK VE RESTORAN ATIKLARI HARİÇ)	
18 01	İnsanlarda Doğum, Teşhis, Tedavi ya da Hastalık Önleme Çalışmalarından Kaynaklanan Atıklar	
18 01 01	Kesiciler (18 01 03 hariç)	
18 01 02	Kan torbaları ve kan yedekleri dahil vücut parçaları ve organları (18 01 03 hariç)	
18 01 03*	Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar	A
18 01 04	Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olmayan atıklar (örneğin sargılar, vücut alçıları, tek kullanımlık giysiler, alt bezleri)	
18 01 06*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerden oluşan kimyasallar	M

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

18 01 07	18 01 06 dışındaki kimyasallar	
18 01 08*	Sitotoksik ve sitostatik ilaçlar	A
18 01 09	18 01 08 dışındaki ilaçlar	
18 01 10*	Diş tedavisinden kaynaklanan amalgam atıkları	A
18 02	Hayvanlarla İlgili Araştırma, Teşhis, Tedavi ya da Hastalık Önleme Çalışmalarından Kaynaklanan Atıklar	
18 02 01	Kesiciler (18 02 02 hariç)	
18 02 02*	Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar	A
18 02 03	Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olmayan atıklar	
18 02 05*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerden oluşan kimyasallar	M
18 02 06	18 02 05 dışındaki kimyasallar	
18 02 07*	Sitotoksik ve sitostatik ilaçlar	A
18 02 08	18 02 07 dışındaki ilaçlar	
19	ATIK YÖNETİM TESİSLERİNDEN, TESİS DIŞI ATIK SU ARITMA TESİSLERİNDEN VE İNSAN TÜKETİMİ VE ENDÜSTRİYEL KULLANIM İÇİN SU HAZIRLAMA TESİSLERİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	
19 01	Atık Yakma veya Piroлиз'den Kaynaklanan Atıklar	
19 01 02	Taban külünden ayrılan demir içerikli maddeler	
19 01 05*	Gaz arıtımından kaynaklanan filtre kekleri	A
19 01 06*	Gaz arıtımından kaynaklanan sulu sıvı atıklar ile diğer sulu sıvı atıkları	A
19 01 07*	Gaz arıtımından kaynaklanan katı atıklar	A
19 01 10*	Baca gazı arıtımından kaynaklanan kullanılmış aktif karbon	A
19 01 11*	Tehlikeli maddeler içeren taban külü ve cüruf	M
19 01 12	19 01 11 dışındaki taban külü ve cüruf	
19 01 13*	Tehlikeli maddeler içeren uçucu kül	M
19 01 14	19 01 13 dışındaki uçucu kül	
19 01 15*	Tehlikeli maddeler içeren kazan tozu	M
19 01 16	19 01 15 dışındaki kazan tozu	
19 01 17*	Tehlikeli maddeler içeren piroliz atıkları	M
19 01 18	19 01 17 dışındaki piroliz atıkları	
19 01 19	Akışkan yatak kumları	
19 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
19 02	Atıkların Fiziki/Kimyasal Arıtımından Kaynaklanan Atıklar (Krom Giderme, Siyanür Giderme, Nötralizasyon Dahil)	
19 02 03	Tehlikeli olmayan atıkların önceden karıştırılması ile oluşmuş atıklar	
19 02 04*	En az bir tehlikeli atık ile önceden karıştırılması ile oluşmuş atıklar	A
19 02 05*	Fiziksel ve kimyasal işlemlerden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurları	M
19 02 06	19 02 05 dışındaki fiziksel ve kimyasal işlemlerden kaynaklanan çamurları	
19 02 07*	Ayrışmadan oluşan yağ ve konsantrasyonlar	A
19 02 08*	Tehlikeli maddeler içeren sıvı yanabilir atıklar	M
19 02 09*	Tehlikeli maddeler içeren katı yanabilir atıklar	M
19 02 10	19 02 08 ve 19 02 09 dışında yanabilir atıklar	
19 02 11*	Tehlikeli maddeler içeren diğer atıklar	M
19 02 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
19 03	Stabilize Edilmiş/Katılaştırılmış Atıklar (*)	
19 03 04*	Tehlikeli olarak işaretlenmiş kısmen (5) stabilize olmuş atıklar	A
19 03 05	19 03 04 dışındaki stabilize olmuş atıklar	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

(*) Stabilizasyon işlemi atığın içerdiği bileşenlerin tehlikeliliğini değiştirir ve dolayısıyla tehlikeli atığı tehlikesiz atık haline dönüştürür. Katılaştırma işlemleri ise katkı maddelerinin kullanımı ile atığın kimyasal özelliklerini değiştirmeden yalnızca atıkların fiziki yapısını değiştirir (örneğin sıvıyı katı hale dönüştürür).

(5) Stabilizasyon işlemi sonunda, tamamen tehlikesiz bileşenlere dönüşmeyen tehlikeli bileşenlerin kısa, orta ve uzun dönemde çevreye salınabileceği durumlarda atık "kısmen stabilize edilmiş" olarak kabul edilir.

19 03 06*	Tehlikeli olarak sınıflandırılmış, katılaştırılmış atıklar	A
19 03 07	19 03 06 dışındaki katılaştırılmış atıklar	
19 04	Vitrifiye Edilmiş Atık ve Vitrifikasyon İşleminden Kaynaklanan Atıklar	
19 04 01	Vitrifiye edilmiş atıklar	
19 04 02*	Uçucu kül ve diğer baca gazı arıtma atıkları	A
19 04 03*	Vitrifiye olmamış katılar	A
19 04 04	Vitrifiye atık tavlamaından çıkan sulu sıvı	
19 05	Katı Atıkların Aerobik Arıtımından Kaynaklanan Atıklar	
19 05 01	Belediye ve benzeri atıklarının kompostlanmamış fraksiyonları	
19 05 02	Hayvansal ve bitkisel atıklarının kompostlanmamış fraksiyonları	
19 05 03	Standart dışı kompost	
19 05 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
19 06	Atığın Anaerobik Arıtımından Kaynaklanan Atıklar	
19 06 03	Belediye atıklarının anaerobik arıtımından kaynaklanan sıvılar	
19 06 04	Belediye atıklarının anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar	
19 06 05	Hayvansal ve bitkisel atıkların anaerobik arıtımından kaynaklanan sıvılar	
19 06 06	Hayvansal ve bitkisel atıklarının anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar	
19 06 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
19 07	Düzenli Depolama Sahası Süzüntü Suları	
19 07 02*	Tehlikeli maddeler içeren düzenli depolama sahası sızıntı suları	M
19 07 03	19 07 02 dışındaki düzenli depolama sahası sızıntı suları	
19 08	Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Atık Su Arıtma Tesisi Atıkları	
19 08 01	Elek üstü maddeler	
19 08 02	Kum ayırma işleminden kaynaklanan atıkları	
19 08 05	Kentsel atık suyun arıtılmasından kaynaklanan çamurlar	
19 08 06*	Doymuş ya da kullanılmış iyon değiştirici reçineler	A
19 08 07*	İyon değiştiricilerinin rejenerasyonundan kaynaklanan solüsyonlar ve çamurlar	A
19 08 08*	Ağır metaller içeren membran sistemi atıkları	M
19 08 09	Yağ ve su ayrışmasından kaynaklanan sadece yenilebilir yağlar içeren yağ karışımları ve gres	
19 08 10*	19 08 09 dışındaki yağ ve su ayrışmasından çıkan yağ karışımları ve gres	A
19 08 11*	Endüstriyel atık suyun biyolojik arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 08 12	19 08 11 dışındaki endüstriyel atık suyun biyolojik arıtılmasından kaynaklanan çamurlar	
19 08 13*	Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 08 14	19 08 13 dışındaki endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan çamurlar	
19 08 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
19 09	İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Gereken Suyun Hazırlanmasından Kaynaklanan Atıklar	
19 09 01	İlk filtreleme ve süzme işlemlerinden kaynaklanan katı atıklar	
19 09 02	Su berraklaştırılmasından kaynaklanan çamurlar	
19 09 03	Karbonat gidermeden kaynaklanan çamurlar	
19 09 04	Kullanılmış aktif karbon	
19 09 05	Doymuş ya da kullanılmış iyon değiştirme reçinesi	
19 09 06	İyon değiştiricilerinin rejenerasyonundan kaynaklanan solüsyonlar ve çamurlar	

Tabloda * ve ** işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

19 09 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
19 10	Metal İçeren Atıkların Parçalanmasından Kaynaklanan Atıklar	
19 10 01	Demir ve çelik atıkları	
19 10 02	Demir olmayan atıklar	
19 10 03*	Tehlikeli maddeler içeren uçucu atık parçacıkları ve tozlar	M
19 10 04	19 10 03 dışındaki uçucu atık parçacıkları ve tozlar	
19 10 05*	Tehlikeli maddeler içeren diğer kalıntılar ve tozlar	M
19 10 06	19 10 05 dışındaki diğer kalıntılar ve tozlar	
19 11	Yağın Yeniden Üretiminden Kaynaklanan Atıklar	
19 11 01*	Kullanılmış filtre killeri	A
19 11 02*	Asit katranları	A
19 11 03*	Sulu sıvı atıklar	A
19 11 04*	Yakıtların bazılarla temizlenmesinden kaynaklanan atıklar	A
19 11 05*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 11 06	19 11 05 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
19 11 07*	Baca gazı temizleme atıkları	A
19 11 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	
19 12	Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Atıkların Mekanik Arıtımından (Örneğin Ayrıştırılması, Ezilmesi, Sıkıştırılması, Topak Haline Getirilmesi) Kaynaklanan Atıklar	
19 12 01	Kâğıt ve karton	
19 12 02	Demir metali	
19 12 03	Demir dışı metal	
19 12 04	Plastik ve lastik	
19 12 05	Cam	
19 12 06*	Tehlikeli maddeler içeren ahşap	M
19 12 07	19 12 06 dışındaki ahşap	
19 12 08	Tekstil malzemeleri	
19 12 09	Mineraller (örneğin kum, taşlar)	
19 12 10	Yanabilir atıklar (atıktan türetilmiş yakıt)	
19 12 11*	Atıkların mekanik işlenmesinden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren diğer atıklar (karışık malzemeler dahil)	M
19 12 12	19 12 11 dışında atıkların mekanik işlenmesinden kaynaklanan diğer atıklar (karışık malzemeler dahil)	
19 13	Toprak ve Yeraltı Suyu İslahından Kaynaklanan Atıklar	
19 13 01*	Toprak ıslahından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren atıklar	M
19 13 02	19 13 01 dışında toprak ıslahından kaynaklanan atıklar	
19 13 03*	Toprak ıslahından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 13 04	19 13 03 dışındaki toprak ıslahından kaynaklanan çamurlar	
19 13 05*	Yeraltı suyunun ıslahından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 13 06	19 13 05 dışındaki yeraltı suyunun ıslahından kaynaklanan çamurlar	
19 13 07*	Yeraltı suyunun ıslahından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren sulu sıvı atıklar ve sulu konsantrasyonlar	M
19 13 08	19 13 07 dışındaki yeraltı suyunun ıslahından kaynaklanan sulu sıvı atıklar ve sulu konsantrasyonlar	
20	AYRI TOPLANMIŞ FRAKSİYONLAR DAHİL BELEDİYE ATIKLARI (EVLERDEN KAYNAKLANAN VE BENZER TİCARİ, ENDÜSTRİYEL VE KURUMSAL ATIKLAR)	
20 01	Ayrı Toplanan Fraksiyonlar (15 01 Hariç)	
20 01 01	Kâğıt ve karton	
20 01 02	Cam	

Tabloda "*" işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

20 01 08	Biyolojik olarak bozunabilir mutfak ve kantin atıkları	
20 01 10	Giysiler	
20 01 11	Tekstil ürünleri	
20 01 13*	Çözücüler	A
20 01 14*	Asitler	A
20 01 15*	Alkalinler	A
20 01 17*	Foto kimyasallar	A
20 01 19*	Pestisitler	A
20 01 21*	Flüoresan lambalar ve diğer cıva içeren atıklar	A
20 01 23*	Kloroflorokarbonlar içeren ıskartaya çıkartılmış ekipmanlar	A
20 01 25	Yenilebilir sıvı ve katı yağlar	
20 01 26*	20 01 25 dışındaki sıvı ve katı yağlar	A
20 01 27*	Tehlikeli maddeler içeren boya, mürekkepler, yapıştırıcılar ve reçineler	M
20 01 28	20 01 27 dışındaki boya, mürekkepler, yapıştırıcılar ve reçineler	
20 01 29*	Tehlikeli maddeler içeren deterjanlar	M
20 01 30	20 01 29 dışındaki deterjanlar	
20 01 31*	Sitotoksik ve sitostatik ilaçlar	A
20 01 32	20 01 31 dışındaki ilaçlar	
20 01 33*	16 06 01, 16 06 02 veya 16 06 03'un altında geçen pil ve akümülatörler ve bu pilleri içeren sınıflandırılmamış karışık pil ve akümülatörler	A
20 01 34	20 01 33 dışındaki pil ve akümülatörler	
20 01 35*	20 01 21 ve 20 01 23 dışındaki tehlikeli parçalar ⁽⁶⁾ içeren ve ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar	M
20 01 36	20 01 21, 20 01 23 ve 20 01 35 dışındaki ıskarta elektrikli ve elektronik ekipmanlar	
20 01 37*	Tehlikeli maddeler içeren ahşap	M
20 01 38	20 01 37 dışındaki ahşap	
20 01 39	Plastikler	
20 01 40	Metaller	
20 01 41	Baca temizliğinden kaynaklanan atıklar	
20 01 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış fraksiyonlar	
20 02	Bahçe ve Park Atıkları (Mezarlık Atıkları Dahil)	
20 02 01	Biyolojik olarak bozunabilir atıklar	
20 02 02	Toprak ve taşlar	
20 02 03	Biyolojik olarak bozunamayan diğer atıklar	
20 03	Diğer Belediye Atıkları	
20 03 01	Karışık belediye atıkları	
20 03 02	Pazarlardan kaynaklanan atıklar	
20 03 03	Sokak temizleme kalıntıları	
20 03 04	Fosseptik çamurları	
20 03 06	Kanalizasyon temizliğinden kaynaklanan atıklar	
20 03 07	Hacimli atıklar	
20 03 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış belediye atıkları	

Tabloda * işaretinin bulunduğu maddeler tehlikeli atıkları ifade etmektedir.

(6) Elektrikli ve elektronik ekipmanlardan kaynaklanan tehlikeli parçalar, 16 06 altında yer alan akü ve pilleri ve atık listesinde tehlikeli olarak işaretlenen cıvalı şalterleri, katot ışın tüplerinin camlarını ve diğer aktifleştirilmiş camları ve benzerlerini içerebilir.

T.C. AHİLER KALKINMA AJANSI

Cevher Dudayev Mh. Vatan Cd. No:42/1 Merkez / NEVŞEHİR

Tel : +90 384 214 36 66

Faks : +90 384 214 00 46

E-posta : info@ahika.gov.tr

www.ahika.gov.tr