

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**İSTANBUL İLİ BEŞİKTAŞ İLÇESİ EVSEL KATI ATIK  
KARAKTERİZASYONUNUN BELİRLENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ECEM ÜNALDI**

**İSTANBUL, 2015**



**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENERJİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ**

**İSTANBUL İLİ BEŞİKTAŞ İLÇESİ KATI ATIK  
KARAKTERİZASYONUNUN BELİRLENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ECEM ÜNALDI**

**Tez Danışmanı: PROF. DR. GÖKSEL DEMİR**

**Tez Ek Danışmanı: YRD.DOÇ.DR.HÜSEYİN ÖZDEMİR**

**İSTANBUL, 2015**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ENERJİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ**

Tezin Adı: İstanbul İli Beşiktaş İlçesi Evsel Katı Atık Karakterizasyonunun Belirlenmesi  
Öğrencinin Adı Soyadı: Ecem ÜNALDI  
Tez Savunma Tarihi:10 NİSAN 2015

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Nafiz ARICA  
Enstitü Müdürü  
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

PROF. DR. GÖKSEL DEMİR  
Program Koordinatörü  
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

\_\_\_\_\_  
Jüri Üyeleri

\_\_\_\_\_  
İmzalar

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Göksel DEMİR

Üye  
Yrd. Doç.Dr. Hatice Eser ÖKTEN

Üye  
Yrd. Doç.Dr. Adnan ÇORUM

-----

-----

-----

## TEŐEKKÜR

Bu tez çalıőmamda kıymetli tecrübelerini paylaőan, daimi katkılarıyla beni yönlendiren ve anlayıőlı yaklaőımlarından dolayı değerli hocam Prof.Dr.Göksel DEMİR, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÖZDEMİR ve Yrd. Doç.Dr. Hatice Eser ÖKTEN'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım boyunca desteklerini her zaman hissettiren, insani değerleriyle örnek edindiğim ve birlikte çalıőmaktan onur duyduğum Enerjisa Enerji Üretim A.Ő' nin değerli alıőanları Sn. Aziz ÜNAL, Sn. Ahmet KAYAHAN, Sn. Volkan BAŐOL ve Beşiktaş Belediyesi evre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü çalıőanlarına sonsuz saygılarımı sunarım.

Bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip, değeri biçilemeyen ve beni tamamlayan anneme ve babama en derin sevgilerimi sunarım.

İstanbul,2015

Ecem ÜNALDI

## ÖZET

### İSTANBUL İLİ BEŞİKTAŞ İLÇESİ EVSEL KATI ATIK KARAKTERİZASYONUNUN BELİRLENMESİ

Ecem Ünalrı

#### ENERJİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Göksel DEMİR

Tez Ek Danışmanı: Yrd.Doç.Dr.Hüseyin Özdemir

Nisan 2015, 100 Sayfa

Bu çalışmada, Türkiye’de evsel ve endüstriyel atıkların yakılarak enerji elde edilmesi incelenmektedir. Kent katı atıklarının doğaya zararlarının minimize edilebilmesi, sürdürülebilir bir çevre için atıkların toplanması ve depolanması bir gerekliliktir. Fosil kökenli birincil enerji kaynaklarının dünyamızda giderek tükenmesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan enerji darboğazı, fosil kaynakları tüketmeyen "Atıktan Enerji" sektörünü öncelikli hale getirmiştir. Özellikle endüstriyel atıklar ciddi düzeyde kalorifik değer ihtiva ederken, CO<sub>2</sub> salınımı açısından çevre dostu yakıt niteliğindedir. Atık arıtma işlemlerinin amacı atığı arıtarak atığın hacim ve zararını azaltıp bir yandan da zararlı olması muhtemel maddeleri tutmak veya yok etmektir.

Bu çalışma esas olarak; kullanım süresi sonlanmış ve atık olarak belirlenmiş maddelerin uygun yöntemler ile oluşabilecek zararlı emisyonları dikkate alarak yakılmasını sağlamaktır. Atıklar çevreye duyarlı bir şekilde bertaraf edilirken, enerji eldesi sağlanacaktır. Aynı zamanda atıkların enerji potansiyeli incelenerek, atıklardan enerji eldesinin ekonomik olarak uygulanabilirliği ele alınmıştır.

Beşiktaş İlçesi 12,6 km’lik bir alandan ve 23 mahalleden oluşmaktadır. İlçe’nin nüfusu 188.793 olarak hesaplanmış olup, günlük katı atık miktarı 8 ton/gün’dür. Bu çalışmada ilçenin Evsel Katı Atık Karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Laboratuvar analiz verilerine göre atığın yanması ile elde edilen kalorifik değer 1.440 kcal/kg, nem oranı 65,39 bulunmuştur. Atık kalorifik değerinin, enerji elde etmek için en az 2.000-2.500 kcal/kg, ilave yakıt olmaksızın yanması için ise 1.500-1.600 kcal/kg olması gerekmektedir. Analiz sonuçlarına göre karışık atık kalorifik değeri; yakma yönteminin kullanılması açısından uygun görülmemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Katı Atık, Atıktan Enerji, Beşiktaş

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF THE SOLID WASTE CHARACTERIZATION IN BEŞİKTAS DISTRICT OF İSTANBUL

Ecem Ünalđı

Energy And Environment Management

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Göksel DEMİR  
Thesis Co-Supervisor: Yrd.Doç.Dr. Hüseyin Özdemir

April 2015, 100 Pages

In this study, combustion of household and industrial waste in Turkey are examined to obtain energy. In order to minimize the harmful effects in addition to provide sustainable and livable environment, collecting and storing the urban solid waste materials is a requirement, may be a must. Nowadays, Waste to Energy Sector (WES) has gained priority with the fact that increasingly emerging energy crisis and consequent depletion of fossil-based primary energy resources. Because waste materials, especially the industrial wastes contain feasible and severe calorific value, can be easily classified as a “environmentally friendly fuel” in terms of lower CO<sub>2</sub> emission data in comparison with fossil fuel. As in most of the waste treatment process, WES is a extermination process in order to get energy by reducing the volume of the waste materials in addition to concentrate and purify possibly harmful disposal.

In this study, combustion of materials having expired lifetime namely waste materials with utilizing appropriate methods by minimizing harmful emissions like CO<sub>2</sub>, will be taking into account. In short, technical and economic feasibilities of energy production technologies for the waste materials (WES) while disposing waste materials with environmentally friendly way will be discussed.

Beşiktaş is composed of 23 districts in the area of 12,6 square kilometers. County population is calculated as 188.793 and the quantity of daily solid waste materials is about 8 tons day. It was intended to determine the characterisation of household solid waste materials and waste management by examining on the county. According to analysis data, the calorific value is 1.440 kcal kg, humidity rate is found as 65,39. According to the solid waste management feasibility report of İstanbul, in order to gain energy, the waste calorific value has to be at least and between 2.000-2.500 kcal kg and 1.500-1.600 kcal kg to be burned without additional fuel. According to analysis report results, calorific value of mixed solid waste materials is not found feasible and suitable for combustion method as the deal of the household waste .

**Key Words:** Solid Waste, Waste to Energy, Beşiktaş

## İÇİNDEKİLER

TABLolar	viii
ŞEKİLLER	ix
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1 DOĞAL KAYNAKLAR	2
1.2 YENİLENEBİLİR KAYNAKLAR	2
1.3 TÜKENİR KAYNAKLAR	3
1.4 TÜKETMEDEN KULLANIM	4
2. ATIK KAVRAMI	6
2.1 KATI ATIK TANIMI	6
2.2 KATI ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI	7
2.2.1 Bileşimine ve Özelliklerine Göre Katı Atıklar	7
2.2.2 Kaynaklarına Göre Katı Atıklar	8
2.3 KATI ATIKLARIN ÖZELLİKLERİ	18
2.4 KATI ATIK ÜRETİM HIZI	21
2.5 KATI ATIKLARIN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞINA OLUMSUZ ETKİLERİ	23
2.6 KATI ATIK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ	23
2.7 ATIKTAN ENERJİ ELDESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	29
2.7.1 Düzenli Depolama	29
2.7.2 Yakma	30
2.7.3 Gazlaştırma	38
2.7.4 Anaerobik Çürütme	38
3. KATI ATIK YÖNETİMİ	39
3.1 ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİMİNİN ÖZELLİKLERİ	40
3.2 TÜRKİYE'DE KATI ATIK YÖNETİMİ	42
3.3 DÜNYA'DA KATI ATIK YÖNETİMİ	43
3.4 KATI ATIK YÖNETİMİNİN ÇEVREYE KATKISI	44



3.5	KATI ATIK YÖNETİMİ YAPILIRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER.....	44
3.6	KATI ATIKLARLA İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER.....	46
4.	KATI ATIKTAN ENERJİ ÜRETİMİ.....	50
4.1	YAKMA TEKNOLOJİSİ İLE ENERJİ ÜRETİMİ YAPAN TESİSİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ.....	51
4.2	ATIK'TAN ENERJİ ELDESİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR	53
4.3	DÜNYA'DA ATIKTAN ENERJİ SEKTÖRÜ .....	54
5.	ATIKLAR İLE İLGİLİ KURULUŞLAR.....	57
5.1	AMBALAJ ATIKLARI.....	57
5.2	ATIK PİLLER.....	59
5.3	ATIK AKÜLER.....	60
5.4	ATIK YAĞLAR .....	61
5.5	ATIK MADENİ YAĞLAR.....	62
5.6	ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ LASTİKLER .....	63
5.7	ELEKTRONİK ATIKLAR.....	64
6.	BEŞİKTAŞ İLÇESİ TANITIMI .....	66
6.1	COĞRAFİ YAPISI .....	67
6.2	İKLİMİ.....	68
6.3	EKONOMİK DURUM .....	68
6.4	NÜFUS DURUMU .....	69
7.	MATERYAL VE METOD UYGULAMA .....	74
7.1	KATI ATIK KARAKTERİZASYONU .....	74
7.2	BİYOKÜTLE ANALİZ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER.....	75
7.3	UYGULAMA .....	78
8.	TARTIŞMA VE SONUÇ .....	82
	KAYNAKÇA .....	84

## TABLULAR

Tablo 2.1:	Katı Atık Kaynakları .....	10
Tablo 2.2:	Evsel Katı Atık Bileşimi.....	10
Tablo 2.3:	Katı Atık Bileşenleri Ve Kütlesel Oranları .....	17
Tablo 2.4:	Katı Atık Bileşenlerinin Nem İçeriği Değerleri .....	18
Tablo 2.5 :	Katı Atık Bileşimleri Ve Karışımları İçin Yoğunluk Değerleri .....	19
Tablo 2.6 :	Katı Atıkların Kimyasal Özellikleri .....	20
Tablo 2.7 :	Katı Atıkların Isıl Değerleri.....	21
Tablo 6.1 :	Yıllara Göre Nüfus Durumları.....	69
Tablo 6.2 :	Erkek Ve Kadın Nüfusları Yıllara Göre Nüfus Dağılımı .....	70
Tablo 6.3:	2014 Yılı Beşiktaş Mahalle Nüfusları .....	72
Tablo 7.1 :	Beşiktaş Belediyesi Mahalle Ve Atık Verileri .....	79
Tablo 7.2:	Beşiktaş Belediyesinden Alınan 2014 Yılı Ocak – Aralık Ayları Arasında Toplanan İlçenin Atık Miktarları .....	80
Tablo 7.3 :	Beşiktaş Belediyesi Verileri Doğrultusunda 2014 Yılı İlçe Sınırları İçerisinde Toplanan Atık Çeşitlerinde Aylara Göre Yüzdesel Dağılımı	80
Tablo 7.4:	Beşiktaş Belediyesi Verileri Doğrultusunda 2014 Yılı İlçe Sınırları İçerisinde Toplanan Atık Çeşitlerinde Aylara Göre Yüzdesel Dağılımı .	81
Tablo 7.5:	Tübitak Analiz Sonuçları.....	81

## ŞEKİLLER

Şekil.2.1:	Katı Atıklardan Oluşan Çöp Dağı .....	7
Şekil 2.2:	Evsel Nitelikli Atıklar .....	8
Şekil 2.3:	Endüstriyel Atık Örnekleri .....	11
Şekil 2.4:	Kullanılmış Piller .....	12
Şekil 2.5:	Tehlikeli Atıklara İlişkin Sembol ve İşaretler .....	14
Şekil 2.6:	Tıbbi Atık Sembölü .....	14
Şekil 2.7:	Tıbbi Atık Görünümü .....	15
Şekil 2.8:	Renklerine Göre Atık Poşetleri.....	16
Şekil 2.9:	Düzenli Depolama Sahası Kesiti .....	25
Şekil 2.10:	Bahçe Tipi Kompostlaştırma .....	25
Şekil 2.11:	Tekrar Kullanım Örnekleri .....	26
Şekil 2.12:	Değerlendirilebilir Atıkların Dönüştüğü Yeni Ürünler .....	27
Şekil 2.13:	Pvc Şişe'nin Plastik Boru Olarak Geri Kazanımı.....	27
Şekil 2.14:	Farklı Yapılardaki Atık Yakma Tesisleri.....	28
Şekil 3.1:	Katı Atık Yönetimi Piramidi.....	40
Şekil 3.2:	Katı Atık Yönetim Sistemi .....	41
Şekil 3.3:	Entegre Atık Yönetimi Akış Diyagramı .....	41
Şekil 4.1:	İstanbul'da Katı Atıktan Enerji Elde Eden Santraller.....	51
Şekil 4.2:	Katı Atık Yakma Tesisi Kesiti.....	52
Şekil 4.3:	Katı Atık Tabanlı Enerji Üretim Tesisi Şematik Gösterimi .....	52
Şekil 4.4:	Katı Atık Enerji Üretim Süreçleri Akış Diyagramı .....	53
Şekil 6.1:	Beşiktaş İlçesi Mahalleleri.....	67
Şekil 6.2:	Beşiktaş Nüfusu Yıllara Göre Artış Grafiği .....	70
Şekil 6.3:	2006-2014 Yılları Arasında Beşiktaş Nüfus Artış Hızı .....	71
Şekil 6.4:	Çöp Konteyner Görünümü.....	72
Şekil 6.5:	2013 Yılı Atık Miktar Grafiği.....	73
Şekil 7.1:	Tübitak'a Götürülen Numune Örneği.....	78

## KISALTMALAR

AKÜDER	: Akümülaötör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneği
ALBİYOBİR	: Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği Derneği
ASTM	: American Society for Testing and Materials
BAYTED	: Bitkisel Atık Yağ Toplayıcıları Ve Elektrik Üreticileri Derneği
ÇEVKO	: Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EURITS	: Avrupa Endüstriyel Atık'tan Enerji Üst Organizasyonu
GEKSANDER	: Geri Kazanım Sanayicileri Derneği
GFB	: Geçici Faaliyet Belgeli
LASDER	: Lastik Sanayicileri Derneği
MAM	: Marmara Araştırma Merkezi
ÖTL	: Ömrünü Tamamlamış Lastikler
PETDER	: Petrol Sanayi Derneği
PVC	: Polivinil Klorür
TAP	: Taşınabilir Pil Üreticileri ve İhracatçıları Derneği
T.C	: Türkiye Cumhuriyeti
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜDAM	: Dönüşebilen Ambalaj Malzemeleri Toplayıcı ve Ayırıcı Derneği
TÜKÇEV	: Tüketici ve Çevre Eğitim Vakfı
TÜMAKÜDER	: Tüm Akü İthalatçıları ve Üreticileri Derneği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

## 1. GİRİŞ

Doğada; önceki zamanlardan beri süreklilik esas alınmaktadır. Yaşamımız boyunca hayvanlar ile bitkiler bir denge içerisinde yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Tüm canlı türleri tarafından geliştirilen yaşam stratejileri, yaşam ortamına sağlanan uyum, neslin devamı için gereken sağlıklı çoğalma oranları hep bu doğal dengenin unsurlarıdır. Doğanın şartları gereğince besin döngüsü, su çevrimi, atmosferik hareketler ve ısı denge gibi çevre şartları değiştirilemez büyüklüklerdir ve işleyişlerin devamı bu şartlara bağlı olarak belirlenir.

Doğal denge; ısının artması, su buharlaşmasının artmasını, yağışların artmasını, yağışlar ise tekrar soğumayı getirir. Tarih içerisinde dengeye uyum sağlayabilen canlı türleri günümüzde yaşamlarını sürdürebilmektedir. Tüm yarar-zarar ilişkileri birbirleri ile bağlıdır. Her yarar karşılığında bazı zararlar; kullanılacak her kaynağın karşılığında kaybedilen başka bir kaynak vardır. Aradaki bu ilişkiye ekolojik denge denmektedir.

Dünya tarihi boyunca ilk canlıdan günümüze kadar gelen süreç içerisinde birbirinden farklı ekolojik sistemlere ve denge durumları ile karşı karşıya kalmıştır. Süreç içerisinde; insanların yaşamına fırsat tanıyacak koşullar sadece küçük bir zaman aralığında var olmuştur. Bu süreyi uzatmak; çevre şartlarına uyum sağlamak ile bağlantılıdır ve bizim elimizdedir. Ancak dengenin bozulmasına neden olursak, dengenin eski haline gelmesi zaman alacak ve zor olacaktır.

Doğal akışı etkilemeden üretmek, bu üretimden fazlasını tüketmemek şartı ile bilinçlendiğimizde insan yaşamı devam edecektir. Küresel ısınma, ozon delinmesi, sera gazı etkisi, buzulların erimesi, okyanusların yükselmesi, tropik ormanların yok olması, mevsimlerin değişmesi, aşırı yağışlar ve bu şartların getirdiği sel, erozyon, kuraklık vb. felaketler, kullanmakta olduğumuz doğal kaynakların tükenebilirliği (örneğin dünya petrol rezervinin 60-80 yıl daha bu tüketim hızına dayanabileceği ortaya konmuştur) aşırı nüfus artışı, tarım alanlarının yetersizliği ve daha nice sorunlar ileride insanlığın karşı karşıya kalacağı olası durumların habercisidir.

Önlem alınmaz ise gelecek için yeni kurulacak doğal dengeler sonucu insanlığın yok olma tehlikesi ile karşılaşacaktır. Bu tehlikenin kaynağı bilinçsiz gelişmekte olan üretim ve tüketim alışkanlıklarıdır. Toplumsal hayatın kırsal alandan şehirlere göç etmesinden dolayı teknolojik kolaylıklar ve medeniyet alışkanlıkları oluşmuştur. Kaynak kullanımında yarar-zarar ilişki durumu ve gizliliği; ekolojik olarak kaybettiklerini göremez hale getirmektedir.

“Doğada çöp yoktur” mantığı doğanın bize sunduğu çözümlerden biridir. İnsan olmayan bir doğa düşündüğümüzde, çöp kavramının olmadığını da görebiliriz. Her türlü atık ve artıklar maddeler için yeniden kullanıldığı takdirde; bir başka süreç için girdi maddesi olmaktadır. Doğa denince ilk akla gelen kavram dengedir. Hiçbir şey gereksiz yere üretilmez ve gereksiz yere tüketilmez. Doğadan çıkarılan bir alüminyum hammaddesi; işlemlerden geçirilir kutu olur, içine meşrubat konur, meşrubat içilince kutunun çöp olmaması için kullanım döngüsü yaratarak; tekrar kutu haline getirmek yerine çevreye duyarlı bir şekilde üretilebilir.

Doğaya duyarlı üretim ve tüketim alışkanlıkları ile işlenmiş ham madde kullanılmadan yeniden kullanım sağlanacak yani geri kazanılacak ve çöp dağları olmayacaktır. Doğaya uyum için çareler yine doğada saklıdır. Bu anlamda bize doğanın sunduğu çözüm çöp üretmemektir. Çöp üretmemek ile tükenen doğal kaynaklardan daha uzun süre fayda sağlanabilir. Çöp üretmemek gibi boşa harcanan enerjinin israf olduğunu unutmamak gerekir (Aça&Soer,2010).

## **1.1 DOĞAL KAYNAKLAR**

İnsanların üretim süreçlerine sağladığı maddesel veya enerji girdilerine “Doğal Kaynaklar “ denir. Bitkiler, hayvanlar, yeryüzü ve yer tatlı su kaynakları, madenler, güneş, rüzgar, vb. Enerji kaynaklarının her biri birer doğal kaynaktır. Doğal kaynaklar; katı, sıvı veya gaz halinde bulunur, buldukları halde kullanılabilir veya ön işlemle geçirelerek kullanılır. Canlı veya cansız kaynaklar olarak da inceleyebiliriz. Yenilenebilir veya tükenir kaynaklar olarak da ayırmak mümkündür. Canlı kaynaklar doğal olarak çoğalmalarına rağmen tükenen özellikte iken; cansız olan kaynaklar ise tükenmeyebilir yani yenilenebilir özellikleri mevcuttur. Güneş, rüzgar, manyetik enerjileri ve yağmur gibi kaynakları örnek verebiliriz. Canlı kaynakların sürdürülebilirliği için yenilenebilir kaynaklar gereklidir.

## 1.2 YENİLENEBİLİR KAYNAKLAR

Geçmişten günümüze tükenebilirliği fark edilmeyen; şiddeti ve miktarında değişim olmuyormuş gibi düşünülen kaynaklardır. Kaynakların mevcut durumunca olası farklılıklar kalıcı etki bırakmaz, bu nedenle de sürekli var oldukları ve sonsuz miktarda kullanılabilirdiği düşünülür.

Hava, güneş, su ve hayvansal veya bitkisel tarım ürünleri yenilenebilir doğal kaynaklardır. Bu kaynaklardan enerji üretilebilirken, üretim süreçlerine de doğrudan katkıda bulunur. Enerji olarak doğrudan kullanılabilir (güneş ve rüzgar enerjisi) veya üretim yolu ile taşıyıcı olarak ortama aktarılabilir (metanol gibi yakıt) veya depolanabilir (Kimyasal veya fiziksel olarak).

Doğa da kendiliğinden var olanların yanı sıra, Biyogaz üretimi gibi faaliyetler sonucu oluşanları da vardır. Bu kaynakların sürdürülebilirliği ve çevreye olan etkileri insanların yönetimine bağlıdır. Biyolojik atıklardan elde edilebildiği için, kaynağında tükenmeyeceği düşünülür.

## 1.3 TÜKENİR KAYNAKLAR

Dünyada belli bir miktarda bulunan ve kullanılması durumunda tükenen kaynaklardır. Yerine yenilerinin oluşması için zaman gereklidir. Bu kaynaklar: toprak, madenler, doğalgaz, petrol gibi ham yakıtlar, bitki ve hayvan canlı türleridir. Bu kaynakların çıkarılması, işletilmesi ve üretimi kentleşme ve sanayi devrimine bağlıdır. Öyle ki kaynakların paylaşımı; büyük savaşlar neticesinde sonuçlanmıştır. Günümüzde enerji kaynaklarının yönetimi en önemli sorunlar arasında yer almaktadır ve politik güçler dengesinin en temel dayanak noktasıdır.

Altın madenleri için rezervlerinin sonlarına yaklaşılması durumunda; madenlerin elde edilmesi için gereken metotlar gittikçe çevreye zararlı hale gelmekte ve verimliliğin düşmesi ile maliyetler artmaktadır. Geçmiş zamanlarda dağlardan, derelerden toplanabilirken, şimdilerde ise karışık halde bulunduğu topraklar arasından ayrıştırılmaktadır. Ayrıştırma yapılırken çok zehirli kimyasal maddeler kullanılmakta, atık sular için büyük sorunlar oluşturmaktadır. Altın aramalarında hektarlarca arazi talan edilirken, ekolojik sistem geri dönülmez şekilde tahrip edilmektedir.

#### 1.4 TÜKETMEDEN KULLANIM

Doğal kaynakları korumak için oluşturulan bir yöntem ve tüketmeden kullanımı geliştirmeye yönelik fikirdir. Nesli tükenmekte olan her tür canlının; özelliklerinin, çeşitliliğinin korunması ve yaşam ortamının iyileştirilmesi anlamına gelmektedir. İnsanlar ihtiyaçları gereğince canlıları kullanarak tüketmektedirler (Orman, çayır, balık v.b.). Doğal kaynakların çoğalmasına izin vererek sürdürülebilir kılmayı amaçlamalıyız. Doğal kaynak miktarının üreyiş hızından daha çok kullanılması sonucunda; miktarında azalmasına ve nesil kaybına neden olur. Dünya üzerinde bulunan yer altı zenginliklerimiz; belirli miktarlarda olup, kendini yenileyemeyen doğal kaynaklardır. Bu doğal kaynaklar üretim süreçlerimizi hammaddeleridir (petrol, madenler, vb.). Oluşumları binlerce yıl gerektirdiğinden, günümüzde yenilenmesi mümkün değildir ve kullanıldıkça belli zaman içinde tükenecektir.

Tüketmeden kullanım; cansız doğal kaynaklar için de geçerlidir. Ham madde kullanımı için yeni anlayışlar gelişmeye başlamıştır. Teknolojik gelişimin tüketim hızı, doğanın üretim hızından daha fazladır. Doğal kaynaklara olan ihtiyaç hem bugün hemde gelecek nesiller için artarak devam edecektir. Nesil devamlılığı isteniyorsa doğal kaynakların her aşamada için yeterli miktarda kullanılması gereği unutulmamalıdır. Tükennemekte olan bir varlığı doğru kullanmak onun çöp olmasını engellemek demektir. Yeniden kullanma ve geri kazanma ; sınırlı olan doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için tüketmeden kullanım anlamına gelmektedir. Kullanım süresi dolmuş ve çöp olarak adlandırdığımız şekliyle hammadde olarak kullanılarak yeniden imalata katılmasıdır. Yeniden kullanım ve geri dönüşüm gibi kavramların yaygınlaşması ile doğal kaynak kullanımının veya yeni hammadde ihtiyacının azaltılması anlamına gelmektedir. Kavramların uygulanabilmesi için üretim ve tüketim zinciri hedef ve süreçlerinin yenilenmesi demektir.

Hammadde üretiminde çevrenin ve kaynakların korunmasını, ürünlerin ve üretim sürecinde ki teknolojik yeniliklerin ekolojik tasarımını, tüketim davranışlarının ekolojik esaslara dayandırılmasını, ve sürdürülebilir bütünsel atık yönetimi halkalarından oluşan zincirinin bütünsel olarak ele alınmasını gerektirir.



Değişiklik gösteren yaşam koşulları ve ihtiyaçlar ile atık kavramını da beraberinde bir çok sorunla yüzleştirmektedir. Atık ve çöp kavramından söz etmeden, sürekli tüketen bireylere dönüşme sorunu ile karşı karşıya kalmaktayız. Tüketilen ürünler; kullanımı tamamlandıktan sonra yaşam alanlarından uzaklaştırılarak çöp depolanma alanlarında biriktirmektedir. Böylelikle insan sağlığı açısından zararları en aza indirilmektedir. Ürünler; plastik ,kağıt, metal ve cam gibi ambalaj halinde satışa sunulmaktadır. Ambalajlı olarak satışa sunulan atık miktarının artmasıyla birlikte, depolanma-toplanma için kullanılan araçlar yapım-işletim-bakım masrafları ve işçilik maliyetleri gibi etkenlerden etkilenmektedir. Bu sebeple belediyeler bütçelerinin büyük kısmını temizlik hizmetlerine harcamaktadırlar.

Evsel katı atık kavramı; yaşadığımız ortam içinde tüketilen tüm katı atıkları kapsamaktadır. Kullanım sonucu oluşan atıklara ait miktar ve özellikleri; beslenme alışkanlıkları, bölgeye ait olan sosyo-ekonomik seviye ve kullanılan yakıt cinsi gibi faktörlere göre değişim göstermektedir. Geri dönüşüm ile doğal kaynakların korunması, enerji tasarrufu ve atık değerlendirilmesi sağlanmakta; çöp alanlarının ömrünün artmasına ve çevreye zararlarının azalmasına yardımcı olmaktadır. Çöp ekonomik olarak bir değer olmakla birlikte üretildiği yerde yaşayanlar tarafından toplum yararına kullanılması en doğru çözüm olacaktır. Atık miktarında azalma ve ekonomiye değer sağlıyorsa da, geridönüşüm çöplerden kurtulmak için kesin bir yol değildir.

Çöpün azaltılmasına yönelik çalışmalar ile atıkların çevreye zarar vermesini önlemek için kullanılan yöntemler geliştirilmektedir. Ürünleri almadan önce ne kadar ihtiyaç olduğu göz önünde bulundurulmalı ve kullanım tamamlandıktan sonra farklı amaçlar için tekrar kullanımı sağlanmalıdır. Tehlikeli olan atıkları ayrı toplamak, plastik kullanımını azaltmak, kağıt ve kartonları biriktirmek, cam kavanoz ve şişelerin plastik kapaklarını çıkarmak ve alüminyum kutulara ve diğer metal atıklara da aynı uygulamaları gerçekleştirerek katkı sağlanmaktadır.

Günümüzde yüz yüze olduğumuz çevre sorunları, gelişimleri ve kaynakları açısından farklılıklar göstermektedirler. Doğal kaynakların verimli ve uygun kullanımı için yani sürdürülebilir kullanımı için gerekli bütünsel değişikliğinin gerçekleşmesi gerekmektedir. Bilgi çağı teknolojik açıdan doğru bir değerlendirme olabilir ama toplumsal açıdan yaşanan asıl devrim ise yönetim anlayışıdır (Dura,1985; Doğanay & Altaş,2013; Karpuzcu,2010).

## **2. ATIK KAVRAMI**

Atık; üreticisi tarafından çöp olarak bilinmektedir. Atıkların içinde yeniden değerlendirilebilir plastik, kağıt, metal ve cam gibi malzemeler bulunmaktadır. Çöp terimi; hiçbir yöntem ile dönüşümü gerçekleşmeyecek ve bertaraf edilmesi gereken artık malzemeler için kullanılmaktadır. Kullanılmış nesne için çöp olarak değerlendirilmesi kişiye bağlı bir karardır. Atık; ihtiyaçlarımıza karşılık kullanılan ürünlerin,kullanım sonucunda atılan kısmı olarak tanımlanmaktadır. Gereksiz olarak nitelendirilen atığın sürdürülebilir olarak kazanılması ve çevreye katkılı bir hammadde olarak geri dönüşü sağlanmalıdır (Borat,2003).

### **2.1 KATI ATIK TANIMI**

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan; kullanıcısı tarafından uzaklaştırılmak istenen, toplum sağlığı açısından düzenli şekilde bertaraf edilmesi gereken arıtma çamuru ve katı maddelerdir. Katı atıklar heterojen yapıda oldukları için bileşimi bakımından değişim göstermektedir. Bu sebeple üretim ile tüketim sonucu olarak katı atık meydana gelmektedir (Borat,2003; Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği).

Çeşitli evsel ve endüstriyel faaliyetler sonucunda artık olan ve işe yaramadığı sebebiyle atılan, insan ve çevre sağlığı açısından uzaklaştırılması gereken maddeler olarak da tanımlanmaktadır. Kullanımı sonlanmış ve ortamdan uzaklaştırılması istenen her türlü katı malzemeye denir. Atıkların içinden, kağıt, cam, karton, plastik gibi malzemeleri ayırdıktan sonra geride kalan ve hiçbir şekilde kullanılamayacak halde bulunan maddeler olarak tanımlanır. Katı atıkların oluştuğu yerler; ev, hastane çeşitli endüstriyel amaçlı yerler ve bahçelerdir. İnsanların ekonomik ve sosyal amaçlı faaliyetleri sonunda kullanımı tamamlanmış ve sıvı atık içermeyen maddelere de denir (Palabıyık,2001; Erdin,1987).

### Şekil.2.1: Katı Atıklardan Oluşan Çöp Dağı



Kaynak:: [www.bilmekvar.com](http://www.bilmekvar.com); Erişim Tarihi: 17.04.2015

## 2.2 KATI ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Katı atık bileşimi özellikleri ve kaynaklarına göre; toplanması ve bertarafı için gereken sistemlerin işletilmesi olarak sınıflandırılır. Geri kazanılabilen atıkların enerji üretimi ile ekonomiye kazandırılması önem taşımaktadır (Güler&Çobanoğlu,1994).

### 2.2.1 Bileşimine ve Özelliklerine Göre Katı Atıklar

Katı atıklar bileşimine ve özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Kompostlanabilen ve yanabilen organikler: kağıt, tekstil, bitkisel, hayvansal olan atıklar;
- Biyokimyasal ayrışması olmayan veya yavaş olan organikler: kağıt, plastik, lastik odun, deri olan atıklar;
- İnert (yanmayan maddeler): cam, taş, porselen, kil olan atıklar.

Katı atık kaynaklı sorunların çözümü için, mevcut atığın özelliklerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi gerekir. Uzaklaştırılması istenen katı atıklar için ise; uygun olarak biriktirilmesi, maddesel grup dağılımlarının bilinmesi, toplama, taşıma, değerlendirme ve bertaraf tekniklerinin seçilmesi bakımından önem taşımaktadır. Katı atık miktarını ve bileşimini değiştiren etkenler şunlardır:

- a. Mevsimler;
- b. Yağış miktarı;
- c. Bölgenin kültürel yapısı;
- d. Bölgeye ait tarımsal tercihler;
- e. Bölgenin coğrafik özellikleri;
- f. Bölgede yaşayan insanların tüketim tercihleri;
- g. Bölgede yaşayan insanların ekonomik seviyesidir.

### 2.2.2 Kaynaklarına Göre Katı Atıklar

Katı atıklar kaynaklarına göre beşe ayrılır:

- a. **Evsel Nitelikli Atıklar:** Evimizde ürettiğimiz tüm katı atıkları kapsamaktadır. Çeşitli faaliyetler sonucunda üretilebilecek her türlü katı atığa denir. Gıda vb. maddelerin içerdiği ambalaj, plastik meyve suyu kutuları, cam şişeler, metal konserve kutularından ve tekstil atıklarından oluşmaktadır.

**Şekil 2.2: Evsel Nitelikli Atıklar**



*Kaynak: www.bafrageridonusum.com.tr, Erişim Tarihi: 04.04.2015*

Kullanımı tamamlanmış olan katı atıklar bertaraf edilmedikleri zaman, insan ve çevre sağlığı açısından zararlı olmaktadır. Bertaraf yöntemleri tekniğine uygun olmaz ise; tüm yeraltı sularının ve toprağın kirlenmesine neden olurken, depolanma sonucu sahalarda meydana gelen yüksek metan oranlı gaz hava kirliliğine sebep olmaktadır.

Gelecek nesiller için geri dönüşüm ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elde edilen enerji üretimi; üretimsel, ekonomik ve sosyal sistemler ile öne çıkması gereken konulardır. Nüfusa bağlı olarak artan atıklar, olumsuz etkileri en az olacak şekilde değerlendirilmelidir. Evsel nitelikli atıklar aşağıdaki gibi çeşitlendirilebilir:

- a.1 Ev Atığı:** Evlerden toplanan, organik maddeler ile birlikte tüketim malzemeleri- organik, kağıt, plastik cam, metal gibi geri kazanılabilen maddeler ve bertarafı tehlike oluşturabilecek (pil, boya atıkları, çeşitli ampuller) atıklardır;
- a.2 Ticari Atıklar:** İş yerleri, restaurant, market, atölye, ticarethaneler ve benzeri yerlerden toplanan evsel atıklardır;
- a.3 İdari Atık:** Kamu kurumlarından, okullardan, alışveriş merkezlerinden, ofislerden çıkan; kullanılmış kağıt, gazete, dergi gibi atıklardır. Atıkların içinde eser miktarda da olsa organik atık ve temizlik işlerinden çıkan bahçe çöpleri bulunmaktadır;
- a.4 Pazar Atığı:** Semt pazarlarından çıkan meyve – sebze gibi organik atıkları içerir. Eser miktarda da olsa plastik ambalaj malzemeleri içermektedir;
- a.5 İri Atık:** Standart konteyner ölçülerinden ( $20 \text{ m}^3 - 40 \text{ m}^3$ ) daha büyük olan eski mobilyalar, buzdolabı, fırın vs. gibi iri hacime sahip atıklardır. İri atıklar; evlerde ve iş yerlerinde ortaya çıkan hurda, metal, tahta gibi geri dönüşebilen ve kullanılabilir malzemeleri içermektedir.

**Tablo 2.1: Katı Atık Kaynakları**

KAYNAK	AKTİVİTELER	KATI ATIK TÜRLERİ
Evsel yerleşim	Küçük veya büyük nüfuslu aileler, apartmanlar, suitler	Yemek atıkları, döküntü, kül, özel atıklar
Ticari yerleşimler	Dükkanlar, restoranlar, marketler, iş hanları, oteller	Yemek atıkları, döküntü, kül, moloz ve inşaat atıkları
Açık alanlar	Sokaklar, parklar, oyun yerleri, kumsallar, geçitler, otoyollar	Özel atıklar, döküntü
Arıtma Tesisi alanları	Atık su, endüstriyel atıksu, arıtma tesisleri	Arıtma tesis kaynaklı atıklar, arıtma çamurları

Kaynak: T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009

Tabloda 2.1’de Katı atıklar için kaynakları, aktiviteleri ve türleri yer almaktadır. Yukarıda yer alan tabloda Evsel katı atıkların kaynakları; evsel, ticari, açık ve arıtma tesisleri gibi alanları içerirken bu yerlerin sahip olduğu aktivite ve çıkan atık türleri belirtilmiştir.

**Tablo 2.2: Evsel Katı Atık Bileşimi (% olarak)**

Katı Atık Çeşitleri	Belçika	Almanya	Fransa	İstanbul	İsveç	ABD
Kül	48	30	24	45	0	10
Kağıt	21	19	30	10	55	42
Organik madde	23	21	24	36	12	23
Metal	2	5	4	1	6	8
Cam	3	10	4	1.5	15	6
Diğerleri	3	15	14	6.5	12	11

Kaynak: T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009

Tabloda 2.2’de bazı ülkeler için katı atık çeşitlerine göre yüzdesel olarak ev çöplerinin bileşim oranları verilmiştir. Evsel nitelikli katı atık çeşitleri; kül, kağıt, organik madde, metal, cam ve diğerlerini içermektedir.

- b. Endüstriyel Nitelikli Atıklar:** Üretim ve sanayi tesisleri kaynaklı işlemler sonucunda konut, yol ve yapılardan yapım sırasında çıkabilecek atıklara denir. Kullanılmayan makine ve hurda çeşitlerini içerir. Endüstriyel atıklar için Hafriyat Toprağı İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği düzenlenmiştir (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği). Bu atıkların türleride aşağıda verilmiştir:

**Şekil 2.3: Endüstriyel Atık Örnekleri (Hurda ve Hafriyat)**



*Kaynak:* www.hurdaci.tr.com.tr, Erişim Tarihi: 25.04.2015

- b.1 İnşaat- Yıkıntı Atıkları:** Konut, yol ve yapıların düzenlenmesi veya yıkılması sonucunda oluşan atıklara denir;
- b.2 Hafriyat Toprağı:** İnşaat sırasında kazı işlemleri sonucu oluşan atıklara denir. Kazı işlemi yapılmış toprak alan çeşitli ağır metaller ve diğer kirleticileri içerebilir;
- b.3 Cadde Süprüntüleri:** Caddelerin veya sokakların temizlenmesi sırasında (elle – otomatik olarak) temizlik yapılırken oluşan atıklardır. Çıkan atıklar çeşitli ambalaj malzemeleri ,ince taneli olarak; yapraklar, topraklar ve mineral yağları içermektedir. Cadde süprüntüleri içeriği gereğince geri dönüşebilir maddeleri de içermemekte ve kompost için uygun değildir;

- b.4 Kül ve Curuflar:** Mevsimsel olarak genellikle kış ayları boyunca ortaya çıkan atık türlerindedir. Yaz aylarında endüstriyel ve ticari işletmeler tarafından üretilmektedir. Kül yapısı gereği sıcak köz içeren ince taneli mineral toz ve yanmamış olan kömür parçalarıdır;
- b.5 Arıtma Çamuru:** Endüstriyel ve evsel kaynaklı atık sular için (biyolojik, kimyasal, fiziksel olarak) çeşitli işlemler ile arıtıldıktan sonra suyu azaltılmış olarak ortaya çıkan veya kurutulmuş çamurlara denir.
- c. Tehlikeli Atıklar:** İnsan ve çevre sağlığı yönünden tehlikeli olan kanserojen, tahriş edici özelliğe sahip, yanıcı, yakıcı, patlayıcı olan tüm zehirli atıklara denir. Kullanım süresi dolmuş, niteliği bozulmuş olan ürünler veya yanlış kullanılmış maddeler (kontamine olmuş maddeler), kirlilik önleme amaçlı yapılan işlemlerin artıkları (filtre, filtre tozu, yıkama çamuru), hammadde işlemi sonucunda oluşan artıklar (petrol soplaları, madencilik gibi), kirlenmiş maddeler (ambalaj artıkları, temizleme işlemi artıkları), yüzey işlemleri artıkları (torna artıkları), zararlı olan maddeler (kontamine olmuş asitler), kullanılmayan kısımlar (atık piller ve katalizörler), değerini kaybetmiş maddeler (PCB'lerle kontamine olmuş yağlar), endüstriyel amaçlı artıklar (destilasyon artıkları), yeniden kullanım veya geri kazanım amaçlı maddeleri içermektedir (<http://cevreonline.com/atik2/tehlikeliatik.html>, Erişim Tarihi: 07.02.2015; Doğru,2012).

**Şekil: 2.4: Kullanılmış Piller**



*Kaynak: Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Tehlikeli Atık, 2009*



Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre, tehlikeli atıklar kaynakları ve prosesleri olarak ayrılmakta ve işletme kaynaklı tüm tehlikeli atıkları kapsamaktadır. İnsan ve çevre sağlığı açısından zararsız olabilmesi için özel işlemlerin uygulanması gerekmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca lisansı verilmiş tesislerde işlemler gerçekleştirilmektedir. TSE ve Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri tarafından atıkların tesislere taşınması için özel donatılmış araçlar kullanılmaktadır. Lisanslandırılmış firmalar haricinde atıkların taşınması ve işlenmesi yasaktır (Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği). Tehlikeli atık türleri aşağıda verilmiştir:

- c.1 Tehlikeli Evsel Atık:** Yakma, depolama veya kompost gibi işlemler yapıldığında tehlikeli olma özelliği artan atıklardır;
- c.2 Ticarethane Atığı:** Ticari faaliyetler sonucu işletmelerde üretilen bu atık türü, kullanılan teknoloji ve endüstriyel sektör cinsine bağlıdır. Atık içeriğine bağlı tehlike potansiyeli; hammadde üretim teknolojisi ve atık özellik-metodlarına göre yapılan ön arıtma faktörlerinden etkilenir;
- c.3 Tehlikeli Endüstriyel Atık:** Demir ve çelik endüstrisi kaynaklı yağ içeren soğutma suyu arıtma atıkları, tarımsal atıklar, deri endüstrisi kaynaklı atıklar (krom içeren tabaklama çözeltisi), ormancılık, balıkçılık ve deniz ürünleri üretimi kaynaklı atık çeşitlerini içerir. Bu atıklar atık konsantrasyonlarına bakılmadan tehlikeli atık olarak adlandırılmaktadır;
- c.4 Tehlikeli Olmayan Endüstriyel Atık:** Tehlikeli atık konsantrasyonu değeri altında ise tehlikeli olmayan endüstriyel atık olarak adlandırılır ve “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde” yer alır.

**Şekil 2.5: Tehlikeli Atıklara İlişkin Sembol ve İşaretler**

					
PATLAYICI	OKSİTLEYİCİ	ÇOK KOLAY ALEVLENİR	KOLAY ALEVLENİR	ALEVLENİR	ÜREME İÇİN TOKSİK KATEGORİ 3
					
TOKSİK	ÇOK TOKSİK	ZARARLI	AŞINDIRICI	TAHRİŞ EDİCİ	ÇEVRE İÇİN TEHLİKELİ
					
SOLUNMA İLE ALERJİK	CİLT TEMASI İLE ALERJİK	KANSOREJEN KATEGORİ 1	KANSOREJEN KATEGORİ 2	KANSOREJEN KATEGORİ 3	
					
MUTAJEN KATEGORİ 1	MUTAJEN KATEGORİ 2	MUTAJEN KATEGORİ 3	ÜREME İÇİN TOKSİK KATEGORİ 1	ÜREME İÇİN TOKSİK KATEGORİ 2	7

Kaynak: www.atikyonetim.com/evsel/, Erişim Tarihi: 22.03.2015

- d. Tıbbi Atıklar:** Tüm sağlık merkezi kaynaklı; çeşitli tıbbi olan malzemeler, ilaçlar ve ameliyat sonunda oluşan atıklardır. Tıbbi özellikli atıkların özel yöntemlerle yok edilmeleri gerekmektedir. Sağlık kuruluşları, muayenehaneler, tıbbi ve biyomedikal laboratuvarlar, diyaliz merkezleri, eczaneler, morglar, otopsi merkezleri, hayvan hastaneleri, rehabilitasyon merkezleri, hayvanat bahçeleri gibi tıbbi atık üretme kapasitesi olan yerlerdir. Tıbbi atıklar evsel atıklardan farklı yerlerde toplanması gerekir. Tıbbi atıklar için toplama, taşıma ve bertaraf işlemleri “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” göre denetim gerektirmektedir. (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, (<http://cevreonline.com/atik2/tehlikeliatik.html>, Erişim Tarihi: 07.02.2015). Tıbbi atık türleri aşağıdaki gibidir:

**Şekil 2.6: Tıbbi Atık Sembölü**



Kaynak: www.alternaturk.org, Erişim Tarihi: 22.03.2015

**d.1 Bulaşıcı Atıklar:** İnsan dokuları, organlar, anatomik parçalar, hastalık yapıcı kan ve kan ürünleri , vücut sıvıları, fetus ve patolojik materyallere bulaşmış örtü, eldiven, plaster, çarşaf, tamponlar, otopsi materyalleri, eküvyon, plasenta, karantina altındaki hastaların, bandaj, bakteri ve virüs tutucu hava filtreleri, deneysel hayvan leşleri ve veterinerlik hizmetleri, enfeksiyon yapıcı kültürler kaynaklı atıklardır.

**d.2 Patolojik Atıklar:** Cerrahi operasyon, anatomi çalışması ve otopsi işlemi sonucunda çıkan vücut parçaları, doku, organ, hayvan ve insan cesetleridir. Çeşitli ameliyathane, morg, ve adli tıp kaynaklı organik parçalar, plasenta, kesik uzuvlar ve benzeri maddelerdir.

**Şekil 2.7: Tıbbi Atık Görünümü**



*Kaynak: T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009*

e. **Diğer Tehlikeli Atıklar:**

- e.1 **Kimyasal Atık:** Tıbbi amaçlar için kullanılan tedavi ve deneysel araştırmalar gibi; insan ve çevre sağlığı için zararlı olabilecek etkisi bulunan kimyasal maddelerin katı, sıvı veya gaz halde olan atıklardır.
- e.2 **Ağır metal içeren atıklar:** Tıbbi amaçlar için kullanılan termometre, tansiyon aleti ve radyasyondan korunma aletleri olan atıklardır. Tedavi ve deney çalışmalarında kullanılan ekipmanların içinde cıva , kurşun , kadmiyum bulunmaktadır.
- e.3 **Genotoksik Atık:** DNA üzerinde kalıcı etki bırakıcı ve kansorejen yapıcı kimyasal maddeleri; kanser tedavi amacıyla kullanılan sitotoksik ürünleri, radyoaktif etki içeren ve bu amaçlar için tedavi gören hastalara ait vucüt çıkartıdır. (idrar – dışkı)
- e.4 **Farmasötik Atık:** Kullanımı tamamlanmış veya kullanılmayan durumdaki dökülen, ambalajı bozulmuş olan; ilaç,serum,aşı,diğer farmasötik ürünleri ve bu ürünleri içeren kutu, eldiven ve şişelerdir.
- e.5 **Kesici Delici Atıklar:** Şırınga – enjektör, cerrahi suture, bıçak, biyopsi gibi iğne çeşitleri, serum seti, lanset, bisturi, intraket; batma, delici, sıyrık ve yaralayıcı özelliğe sahip: ampul, kırık cam, tüp, petri kapları, lam-lamel gibi atıklardır. (Tombul, Tehlikeli Atık Yönetimi, 2011)

**Şekil 2.8: Renklerine göre Atık Poşetleri**



Kaynak: ozzygeo.blogspot.com, Erişim Tarihi: 22.03.2015

**Tablo 2.3: Katı Atık Bileşenleri ve Kütleli Oranları**

Bileşenler	Kütleli Oran	
	Sınır Değerler	Ortalama
Organik Atıklar	6-26	14
Kağıt	15-45	34
Mukavva	3-15	7
Plastik	2-8	5
Tekstil	0-4	2
Lastik	0-2	0.5
Deri	0-2	0.5
Bahçe Süsü	0-20	12
Odun	1-4	2
Çeşitli Organikler	0-5	2
Cam	4-16	8
Teneke Kutu	2-8	6
Demir İçermeyen Metaller	0-1	1
Demir İçeren Metaller	1-4	2
Toz,Kül,Tuğla vb.	0-10	4

Kaynak: T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009

Tablo 2.3 'de Katı atık bileşenleri ve kütleli oranları yer almaktadır. Kentsel yerleşim alanlarından çıkan katı atık bileşimi aynı şehir ve aynı sokak içerisinde bile aydan aya değişimler göstermektedir. Katı atık yönetiminde bileşen ve oranları mevsimsel olarak ayları kapsayacak şekilde yapılmalıdır. Katı atık bileşenlerine göre, atıktan kazanım ve uygun bertaraf yöntemleri uygulanmaktadır.

## 2.3 KATI ATIKLARIN ÖZELLİKLERİ

Katı atıklar fiziksel ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılır:

### a. Fiziksel Özellikleri:

**a.1 Partikül Boyutu:** Ayırma işlemlerinde kullanılan elek vb. materyaller için atığın büyüklüğüne veya boyutuna göre seçim yapılması önemlidir. Bu sebeple bertaraf yöntemlerinden kompostlaştırma işlemi için partikül boyutu önemlidir.

**a.2 Nem İçeriği:** Katı atıkların birim ağırlıkları içinde bulunan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Nem oranı ölçümleri atığın kuru ve yaş ağırlık farkları ile yapılmaktadır.

**Tablo 2.4: Katı Atık Bileşenlerinin Nem İçeriği Değerleri**

Bileşenler	Nem İçeriği (yüzde )	
	Sınır Değerleri	Ortalama
Organik Atıklar	50-80	70
Kağıt	4-10	6
Mukavva	4-8	5
Plastik	1-4	2
Tekstil	6-15	10
Lastik	1-4	2
Deri	8-12	10
Bahçe Süsü	30-80	60
Odun	15-40	20
Çeşitli Organikler	10-60	25
Cam	1-4	2
Teneke kutu	2-4	3
Demir İçermeyen Metaller	2-4	2
Demir İçeren Metaller	2-6	3
Toz,Kül,Tuğla vb.	6-12	8
Evsel Katı Atık	15-40	20

Kaynak: T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009

**a.3 Yoğunluk:** Katı atık yoğunluğu coğrafik konuma, mevsime ve depolama süresine bağlı olarak değişim gösterir. Yoğunluk için atığın uygun şekilde sıkıştırılması gerekmektedir. Sıkıştırma işlemi sonunda atık yoğunluğu 180-450 kg/m<sup>3</sup> değerleri arasındadır. Ortalama değer ise 300 kg/m<sup>3</sup> olarak verilmektedir. Sıkıştırılmamış katı atık yoğunluğu 90 ile 180 kg/m<sup>3</sup> arasındadır. Ortalama değer 130 kg/m<sup>3</sup> olarak verilmektedir. Kamyon ile toplanan ve sıkıştırılan katı atık yoğunluğu 40 ile 180 kg/m<sup>3</sup> arasındadır. Ortalama değer ise 300 kg/m<sup>3</sup>'dür.

**Tablo 2.5: Katı Atık Bileşimleri ve Karışımları için Yoğunluk Değerleri**

Bileşenler	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	
	Oran	Ortalama Değer
Organik atıklar	120-480	290
Kağıt	30-130	85
Plastik	30-130	65
Tekstil	30-100	65
Lastik	90-200	130
Deri	90-260	160
Cam	160-480	195
Demir içermeyen metal	60-240	160
Demir içeren metal	120-1200	320
Toz,Kül,Tuğla vb.	320-960	480
Yoğun olmayan katı atık	90-180	130
Yoğun olan katı atık	180-450	130

*Kaynak:* T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009

**b. Kimyasal Özellikleri:** Katı atıkların geri dönüştürülmesinde, yakılmasında, enerji eldesinde ve bertaraf proseslerinde kullanılan önemli bir parametredir.

**Tablo 2.6: Katı Atıkların Kimyasal Özellikleri**

Parametre	Bulunma Oranı ( yüzde )	
	Aralık	Tipik Değer
Nem İçeriği	15-40	20
Uçucu Madde	40-60	53
Sabit Karbon	5-12	7
Yanamayan Madde	15-30	20
Yanan Madde	-	-
C	40-60	47
H	4-8	6
O	30-50	40
N	0.2 - 1	0.8
S	0.05 – 0.3	0.2
Kül	1-10	6

*Kaynak: T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009*

Katı atıkların kalıntı ve enerji içeriğine göre ısıl değer belirlenir. Katı atıkların yakılması sonucunda elde edilen enerji olarak ifade edilir. Yakma sistemleri için kullanılan önemli bir parametredir.



**Tablo 2.7: Katı Atık Isıl Değerleri**

Bileşen	Isıl Değer (10 <sup>3</sup> kJ/kg)
Yiyecek	4,65
Kağıt	16,75
Karton	16,30
Plastik	32,60
Tekstil	17,45
Lastik	23,25
Deri	17,45
Bahçe Atıkları	6,5
Ahşap	18,6
Cam	0,15
Alüminyum Kutu	0,70
Metal	-
Fe - Metal	0,70
Kül ve Cüruf	7

Kaynak:T.C MEB ,Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009

## 2.4 KATI ATIK ÜRETİM HIZI

Nüfus artışı, teknolojik ve endüstriyel faaliyetlerdeki değişimler doğrultusunda atık miktarı artmaktadır. Tüketilen atıkların değişmesi ile atığın niteliğini de değiştirmektedir. Bir kişinin bir günde ürettiği katı atık miktarı üretim hızı olarak tanımlanmaktadır. Yapılan istatistiksel araştırmalara göre her yıl bir önceki yıldan yüzde 2-5 arası oranla daha fazla atık oluşmaktadır. Endüstriyel ve ekonomik yönden gelişim ile atık miktarında artış, hammadde ve doğal kaynaklarda azalma, enerji kaybı gibi önemli problemler ortaya çıkarmaktadır. Atık miktarının artışı ile insan ve çevre sağlığı açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır. Atık üretim miktarı ülkeden ülkeye, aynı ülkede bölgeden bölgeye, aynı şehirde ilçeden ilçeye göre değişim göstermektedir.

(T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009; Yıldız, Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi, 2009 )

Katı atık üretim hızını etkileyen faktörler aşağıda belirtilmiştir:

- i. Coğrafik konum:** Coğrafik konum iklimi belirlemede yardımcı etmendir. Ilıman iklim etkisi görülen bölgelerde park ve bahçelerden kaynaklanan atık miktarları fazladır. Ülkemizde ılıman ve karasal iklim etkileri görülmekte ve iki farklı iklim türünden doğacak atık miktarı ve oluşum dönemi farklı olmaktadır;
- ii. Mevsim:** Kış mevsiminde oluşan atık miktarı yaz mevsimine oranla daha fazladır. Kış mevsimine ait atık miktarı ısınma amaçlı kullanılan kalorifer kaynaklı cüruf ve soba küllerinden meydana gelmektedir;
- iii. Toplama sıklığı:** Atıkların toplanma sıklığı arttıkça oluşan atık miktarı da artmaktadır. Toplama işleminin gereğinden sık yapılması ile toplumda atık oluşturma isteği hızlanmakta dolayısıyla üretim hızı da bu yönde etki etmektedir;
- iv. Mutfak öğütücü sistemi:** Evlerde kullanılan öğütücü sistemi ile organik atık miktarını azaltılmaktadır. Bu sistem ile atık üretim hızı azalırken, kanalizasyonlara ulaşan öğütülmüş organik atık miktarını arttırarak evsel atık su arıtımı için olumsuzluk oluşturmaktadır;
- v. Toplumun sosyo-ekonomik yapısı:** Artan nüfus ile değişime uğrayan tüketim alışkanlıkları atık üretim hızını arttırmaktadır. Teknolojik gelişim sebebi ile büyük kentlerdeki atık üretim miktarı kırsal alanlara göre daha fazladır. Toplumun ekonomik düzeyi ve beslenme alışkanlıkları değiştikçe katı atık üretim hızı da değişmektedir;
- vi. İlçe Belediyelerce yapılan geri dönüşüm uygulamaları:** İlçe Belediyeler tarafından yapılan geri dönüşüm uygulamaları ile atık miktarı azaltılmaktadır;
- vii. Kanun ve Yönetmelikler:** Ambalaj atıkları ile ilgili olanlar doğrudan atık miktarını etkilemektedir;
- viii. Eğitim Programları:** Uygulanan çeşitli eğitim programları ile toplumun atık oluşturma alışkanlığı konusunda etkili olmaktadır (T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009).

## **2.5 KATI ATIKLARIN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞINA OLUMSUZ ETKİLERİ**

Dünyadaki doğal kaynaklar, nüfus artışı ve tüketimdeki kontrolsüzlük nedeniyle hızlı bir şekilde azalmaktadır . Artan nüfusa bağlı olarak dünyada her gün binlerce ton atık oluşmakta ve bu atıkların büyük bir kısmını da katı atıklar teşkil etmektedir. Her gün oluşan katı atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi ve çevresel etkilerinin azaltılması insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Çevre kirliliğine yol açan katı atıkların toplandıktan sonra uygun şekilde bertaraf edilmemesi ile mikrop ve haşerat üremesine yol açarak tehdit oluşturmaktadır. Çöp niteliği taşıyan katı atıklara, insanların doğrudan karşılaştıkları bir kirlilik türü olması nedeniyle dikkat edilmesi gerekir (Palabıyık, Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi,2001; Güler & Çobanoğlu, Katı Atıklar, 1994).

Katı Atıkların Çevreye Verebileceği Zararlar:




- i.** Hoş olmayan kokuların yayılması;
- ii.** Bulaşıcı hastalıkların yayılması;
- iii.** Zararlı maddelerin bitkiler vasıtasıyla gıda maddelerine geçmesi;
- iv.** Sinek,fare,böcek vb. haşerelerin çoğalması;
- v.** Tozun rüzgarla atmosfere ve yer altına geçmesi;
- vi.** Sızıntı sularının yüzey sulara geçmesi;
- vii.** Depo gazlarının atmosfere geçmesidir.

## **2.6 KATI ATIK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ**

Katı atıklar; doğrudan veya dolaylı olarak üretiminden bertaraf edilmesine kadar insan ve çevreyle etkileşim içindedirler. Atık içeriğindeki bulaşıcı ve hastalık yapıcı maddeler ile doğrudan fare, sinek, vb. gibi canlıların beslenme ve üreme kaynağına etki ederken; dolaylı yoldan ise insan ve çevre sağlığı üzerinden etkisini olumsuz olarak göstermektedir (Güler&Çobanoğlu, Katı Atıklar, 1994).

Günümüzde insan faaliyetleri sonucu çıkan katı atıkların uzaklaştırılması için kullanılan başlıca yöntemler ; düzenli depolama , düzensiz depolama , kompostlaştırma , yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve yakma'dır (Palabıyık, Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi, 2001).

#### Katı Atık Uzaklaştırma İlkesi:

Kaçınma		Çevre ve insan sağlığı yönünden zararın ve atık miktarının azaltılması
Değerlendirme		İkincil hammadde veya enerji eldesi
Uzaklaştırma		Nihai bertaraf ile daimi olarak uzaklaştırma

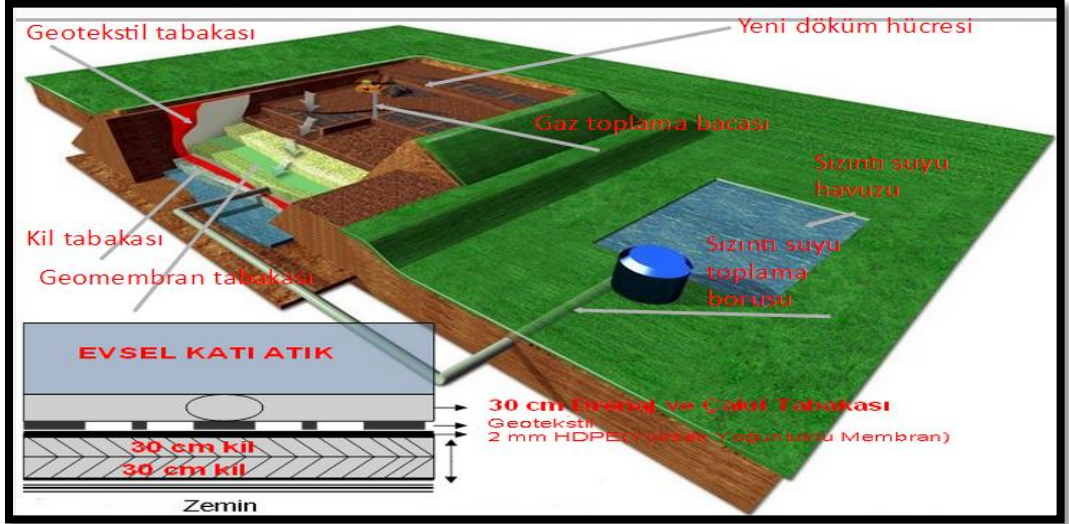
**Düzensiz (Vahşi) Depolama:** Katı atıkların, yerleşim alanları dışında kalan yerlere veya denizlere hiçbir önlem alınmayarak düzensiz biçimde dökülmesiyle yapılan uzaklaştırma işlemidir. Düzensiz depolama, ekonomik olarak uygun koşullarda bile kabul edilebilir bir uzaklaştırma yöntemi değildir. Eski ve orta çağlarda kullanılmış ve toplumların gözden uzak olsun anlayışıyla davrandıkları, günümüzde ise kalkınma aşamasında olan ülkelerde uygulanan yöntemdir. İnsan ve çevre sağlığı yönünden oluşturduğu olumsuz etkiler nedeniyle sonlanması gereken bir uygulamadır (Aydemir, Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarının ve Vahşi Depolama Alanlarının Islahı ve Bitkilendirilmesi, 2015).

#### Katı Atıkların Düzensiz Depo Edilmesi ile:

- i. Su kirliliği (yer altı, içme ve kullanma suları için);
- ii. Hava kirliliği;
- iii. Görüntü kirliliği;
- iv. Depo gazı kaynaklı kirlilikler;
- v. Heyelan riski gibi olumsuzluklar;
- vi. İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler;Ü
- vii. Haşerelerin üreme riski gibi sorunlar önlenmektedir.

**Düzenli (Sıhhi) Depolama:** Katı atıkların çevreye yayılmasını engellemek amacıyla özel olarak tasarlanan depolama yöntemiyle yapılan uzaklaştırma sistemidir. Günümüzde depolama merdiveni yöntemi olarak kullanılmaktadır. Düzenli depolama yönteminde düşük ekonomi ve maliyeti ile uygun arazi için yer kapasitesi arttırılabilir veya kullanımı tamamlamış alanlar rekreasyon amaçlı da kullanılabilir (Care Waste Project, The Multi Barrier Landfill Concept, 2011).

**Şekil 2.9: Düzenli Depolama Sahası Kesiti**



*Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Atık Yönetimi Müdürlüğü Sunumu, 2014*

**Kompostlaştırma:** Toplanan katı atıkların organik olanların (meyve, selüloz, yemek atıkları, bahçe ve sebze atıkları) oksijenli ortamda ayrıştırılmasıyla toprak düzenleyicisinin çıkması işlemine kompostlaştırma denir. Kompostlama, atıkların içinde bulunan organik maddelerin ayıklanması, şeklinin küçülmesi, nemlendirilmesi, kullanıma hazırlama gibi işlemlerden oluşmaktadır. Teknolojik olarak maliyeti yüksek olmayan kompostlaştırma yöntemi özellikle bahçe, mutfak ve park atıklarının tarımsal nitelikte kullanılmasını verimli hale getirmektedir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Kompost Nedir, 2014).

**Şekil 2.10: Bahçe Tipi Kompostlaştırma**



*Kaynak: www.ecotec.com.tr, Erişim Tarihi: 19.04.2015*

**Tekrar Kullanım:** Katı atığın içinde bulunan kağıt, plastik, cam, eşya gibi değerlendirebilir özellikteki maddelerin temizleme işlemi dışında hiçbir yöntem uygulanmadan aynı şekliyle birçok sefer kullanılmasıdır. Atığın biçiminde herhangi bir değişikliğe uğramadan, hedeflenen ya da farklı hedefler doğrultusunda tekrar kullanım metodudur ve geri kazanım metoduna göre daha çok tercih edilmelidir. Atığın yeniden kullanılması için temizleme ve toplama dışında herhangi başka bir işlem yapmaya gerek yoktur ([http://cevreonline.com/atik2/geri\\_donusum.html](http://cevreonline.com/atik2/geri_donusum.html), Erişim Tarihi: 28.02.2015).

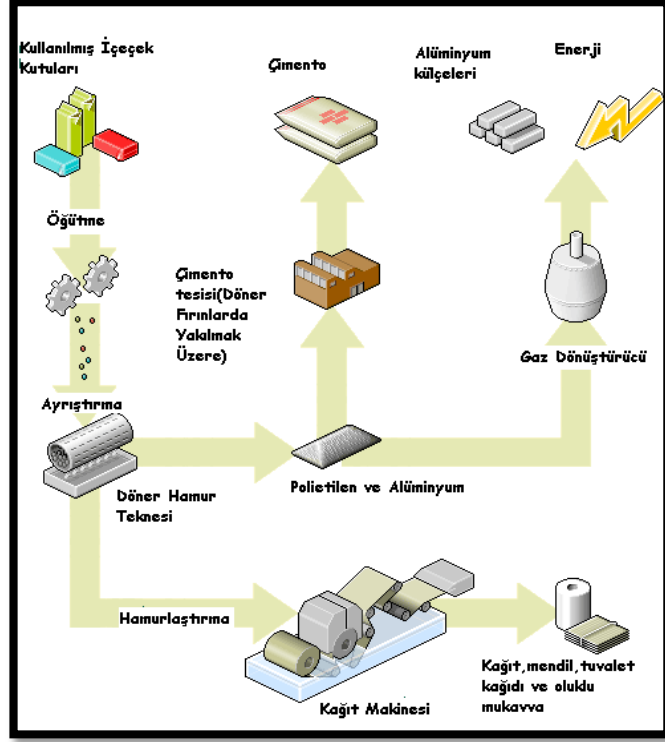
**Şekil 2.11: Tekrar Kullanım Örnekleri**



*Kaynak:* [www.ortakullanimhareketi.com](http://www.ortakullanimhareketi.com), Erişim Tarihi: 19.04.2015

**Geri Dönüşüm:** Fiziksel ya da kimyasal işlemlerden geçirilen atıkların ikincil hammadde olarak işleme dönüştürülmesi işlemine denir. Karton, plastik, kağıt, cam, metal gibi değerlendirilebilir atıkların birden çok işlemde geçirildikten sonra yeni bir hammaddeye ya da ürüne dönüştürülmesine denir. Dönüştürme işlemi öncesinde atıkların çeşitlerine göre ayrılmaları gerekmektedir (T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetiminde Geri Kazanım Uygulamaları, 2012).

Şekil 2.12: Değerlendirilebilir Atıkların Dönüştüğü Yeni Ürünler



Kaynak: www.enyesilankara.org, Erişim Tarihi: 19.04.2015

**Geri Kazanım:** Tekrardan değerlendirme olanağı olan atıkların özelliklerinden faydalanarak içindeki bileşenleri kimyasal, biyokimyasal ya da fiziksel metotlarla başka ürünlere ya da hammaddelere dönüştürülmesi işlemidir. Geri dönüşüm ve yeniden kazanım kavramlarını da içeren geri kazanılabilir maddelerin toplama, taşıma, aktarma, ayırma işlemlerinin de yer aldığı, kullanım dışı kalmış maddelerin yeni bir madde olarak geri kazanılması işlemine denir (Sınmaz & Varınca, Geri Kazanım, 2004).

Şekil 2.13: PVC Şişe'nin Plastik Boru Olarak Geri Kazanımı



Kaynak: www.tassan.com.tr, Erişim Tarihi 19.04.2015



**Yakma:** Düzensiz depolama bölgelerinde bulunan yanabilir atıkların hacimce azaltılması sonucu inert bir kalıntıya (cüruf, kül) dönüştürülme işlemidir. Katı atıkların özel olarak tasarlanmış tesislerde hacimsel azaltma veya enerji elde etmek için yakılarak uzaklaştırılması ve enerji kazanımı metodudur. Atık direk yakılabileceği gibi ısıl değerini yükseltmek ve yakma tesisinde daha etkin işlem kontrolü oluşturmak amacıyla ön işlemler uygulanmaktadır. Ön işlem gerçekleştirilmiş atık, diğer yakıtlarla beraber (kömür) ısı geri kazanımı sağlanması amacıyla yakma tesislerinde yakılır. (Palabıyık, Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi, 2001; Rushbrook, Health Impacts of Waste Management Policies, 1998 )

**Şekil 2.14: Farklı Yapılardaki Atık Yakma Tesisleri**



*Kaynak: Aytaş, Tehlikeli Atık Bertaraf Yöntemleri, 2008*

Uygun yöntemlerle uzaklaştırılmayan katı atıklardan kaynaklanan sorunlar şunlardır:

- i. Bulaşıcı hastalıkların çoğalması;
- ii. Kötü kokuların yayılması;
- iii. Fare ,sinek, vb. haşerelerin çoğalması;
- iv. Sularının kirlenmesi (yer altı, yer üstü);
- v. Hava kirliliği (Bozkurt, Çevre Kimyası, 2013).



## 2.7 ATIKTAN ENERJİ ELDESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Kentleşme, sanayileşme ve nüfusun artması sonucunda atık miktarı hızlı bir şekilde artmakta, kentler için büyük bir sorun haline gelmektedir. Çevre ve insan sağlığı açısından büyük tehdiide sahip vahşi döküm alanlarına özensiz döküm önlenerek, olabilecek tehlikelerin önüne geçilmektedir (Saraç & Uludağ, Dünya’da ve Türkiye’de Atıktan Enerji Üretimi, 2013).

Kentsel katı atık geri kazanımı ve bertarafı için uygulanan teknolojilerin maliyetleri oldukça yüksektir. Bu sebep ile atıklardan elde edilecek yeni ürünlerin ekonomik olup olmadığı konusu gündeme gelmiştir. Atıkların enerji değerinin fark edilmesi ile enerji üretilmesi ve uzaklaştırılması, teknolojilerin kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Günümüzde gelişmiş ülkeler kentsel katı atıklardan enerji sağlamak amacıyla birçok tesis kurmuşlardır.

- i. Düzenli Depolama;
- ii. Yakma;
- iii. Gazlaştırma;
- iv. Anaerobik çürütme aşamalarından oluşmaktadır (Akpınar & Şen, Kentsel Katı Atıklardan Enerji Üretimi, 2011).

### 2.7.1 Düzenli Depolama

Katı atıkların uygun arazilerde depolanması ile bertarafı yöntemi yaygın ve ilkel olanıdır. Katı atıkların özensiz bir şekilde alanlara bırakılmasına vahşi depolama denir. Düzenli depolama ise katı atıkların sızdırmazlığı sağlanması, uygun bir şekilde dökülmesi, sıkıştırılması ve üzerinin örtülmesi sonrasında biyolojik reaktör durumuna getirilmesine denir. Depolama alanındaki gaz emisyonları, çöplerin düzenliliği, sızıntı suyu ve koku kontrolünün sağlanması için saha inşası önemlidir. Katı atıkların çevreye zarar vermemesi için günlük örtü tabakası, taban kaplaması, üst kaplamalar, yüzeysel drenaj, sızıntı suyu drenajı ve depo gazı kontrol gibi düzenlemelerin yapılması gerekir.

Depolama bölgesinde bulunan katı atıkların bozunmasıyla karbondioksit ve metandan meydana gelen depo gazı oluşur. Oluşan gaz önlem alınmaz ise zehirlenmelere ve patlamalara neden olur. Depo gazının düşey ve yatay gaz toplama sistemiyle toplanarak yakılması, enerji üretilerek değerlendirilmesi gerekir. Depo gazının en önemli özelliği içinde bulunan metan gazından kaynaklanan enerji değeridir. Ortalama alt kalorifik değer yaklaşık  $m^3$  başına 19.750 kJoule'dür. Depolama bölgesi uygun bir şekilde kapatıldıktan sonra gerekli teknolojiler sağlanırsa enerji elde edilebilir. 1 milyon çöpün ayrışması sonucu  $510 m^3/gün$  depo gazı geri kazanabilir. Bu değer 800 Kw civarında elektrik üretimi için yeterlidir. Depo gazından enerji elde edilen tesislerin ömürleri yaklaşık olarak 10 yıl ve 20 yıl arasındadır. Depolama sahası yıllar ilerledikçe gaz oluşum hızı kademeli olarak düşmektedir (Tolay, Teknolojileri ve Entegre Katı Atık Yönetiminde Yatırım Fizibilite Çalışmaları, 2011; Yılmaz, Depolama Sahalarında Geçirimsizlik Tabakası Oluşturulması, Sızıntı Suyu Boruları ve Gaz Toplama Bacalarının Yerleştirilmesi, 2008).

### **2.7.2 Yakma**

Organik maddelerin oksijen ile kimyasal reaksiyonu sonucunda oluşan oksitlenmiş bileşiklerle ısı ve alev ortaya çıkar. Yanma, bileşiklerin oksitlenmesine veya yanmasına denir. Katı atıkların yanmasının nedeni: depolama sonrasında bertaraf gerektiren atık miktarının azaltılması ve zararlı maddelerin tutularak atıkların hijyenik olarak yok edilmesidir. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre ise yakma tesisleri; katı atıkları zararsız duruma getirmek, enerji elde etmek ve hacmini azaltmayı amaçlamaktadır (Erdin, Katı Atık Toplama Tutarlarının Planlanması ve Maliyet Analizi, 1987).

Kentsel katı atıklar patojen mikroorganizma giderimi, stabilizasyon, hacim azaltılması ve enerji elde etmek amacıyla yakılmaktadır. Katı atık yakıldığında ağırlıkça yüzde 75, hacimce yüzde 90 azalma sağlanmaktadır. Atık yakma sektörü son yıllarda hızlı bir teknolojik gelişme evresinden geçmiştir. Bu gelişim endüstriye özgü mevzuatlar ile yürütülmüştür ve bireysel işletmelerden havaya karışan emisyonların azaltılması sağlanmıştır. Yakma prosesi atıktan enerjinin yanı sıra, mineral ve kimyasal içeriğin geri kazanımının sağlanmasına yönelik bir bertaraf yöntemidir. Yakma işlemi esnasında üretilen ısıyı elektrik enerjisine dönüştürme, üretim amacıyla kullanma ya da bölgesel ısıtmada kullanılması gibi metotlarla en elverişli şekilde geri kazanılması sebebiyle tercih edilir (Akpınar & Şen, Kentsel Katı Atıklardan Enerji Üretimi, 2011).

Atık yakımı temelde atık içerisinde bulunan yanıcı maddelerin oksidasyonudur. Atık, özünde organik maddeler, mineraller, metaller ve sudan oluşan yüksek oranda heterojen bir materyaldir. Yanma esnasında ısı olarak kullanılacak yakıt enerjisinin büyük çoğunluğunu içeren baca gazları ortaya çıkar. Atıkta bulunan organik maddeler gerekli ateşleme seviyesine ulaştığında ve oksijenle temas ettiğinde yanar. Gerçek yanma prosesi gaz evresinde saniyeler içinde gerçekleşir ve aynı anda da enerji yayar. Atığın ve oksijen miktarının ısıl değeri yeterli olduğunda bu durum termal zincirleme reaksiyonu ve kendi kendine yanmaya, başka yakıtlara gerek duyulmaksızın yanmaya yol açabilir (Entegre Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolü, Atıkların Yakılmasına ilişkin Mevcut En İyi Tekniklere Yönelik Referans Doküman Özeti, 2005).

Atıktan enerji elde etmek için atığın kalorifik değerinin 8.000 ile 9.000 kJ/kg civarlarında olması gerekir. (Akpınar & Şen, 2006) Kentsel katı atıkları yakma sistemleri ön arıtma metodolojisine göre; işlenmemiş katı atık yakma sistemleri ve işlenmiş katı atık yakma sistemleri olmak üzere ikiye ayrılır. İşlenmemiş katı atık yakma sistemlerinde atık doğrudan olarak fırında yakılmaktadır ve başlıca ürün buhardır. Buhar doğrudan kullanılabilir veya sıcak suya, elektriğe, soğutma suyuna dönüştürülecek kullanılır. Izgaralı sistemler evsel atıklar için kullanılacak en uygun fırın türüdür. Izgara fırınlarının uygulama alanları oldukça fazladır.

Kapasitesi <1 ton / saatten daha düşük olan yerlerde, hem de 50 ton/saatten daha büyük olan yerlerde kullanılır. İşlenmiş katı atık yakıt olarak işlenmemiş katı atığa göre daha avantajlıdır. Başlıca yararları sabit kalorifik değer, fiziksel-kimyasal bileşimin homojen olması, transferinin daha kolay olması, yanma esnasında daha az hava fazlası gerektirmesi ve baca gazı emisyonlarının daha az olmasıdır. İşlenmiş katı atık genel olarak akışkan yataklı yakma sistemlerinde kullanılmaktadır (Yıldız, Katı Atıklardan Enerji Üretim Yöntemleri, 2014).

En basit şekilde bir akışkan yatak yakma sistemi kum yataklı dikey çelik bir silindir, destekleyici bir ızgara yüzey, genellikle refrakter kaplamalı ve “ tuyeres” olarak bilinmekte olan hava enjeksiyon nozüllerinden oluşur. En çok tercih edilen kullanım alanlarından biri olan çimento fabrikalarında ikincil yakıt olarak kullanılır. Bu şekilde çimento fabrikalarında yakıt maliyeti düşürülmektedir. Giren atıkların kalorifik değerinin yüzde 70'i ile yüzde 80'i enerji olarak değerlendirilir. Geri kalan kısmı cüruf ısı, fırının termik ısıları, kullanılmayan malzeme ve baca gazının ısı kaybı olarak kaybedilir. İşlenmemiş veya işlenmiş katı atıkların yakılması sonucu oluşan sıcak baca gazlarından iki şekilde enerji geri kazanım mümkündür:

1. Atık ısı kazanları;
2. Su duvarlı yanma odaları;

Isı geri kazanımı sistemlerinden buhar veya sıcak su üretilebilir. Sıcak su düşük sıcaklıkta lokal ve endüstriyel ısıtma amaçlı kullanılabilir. Buhar çok yönlü olmakla birlikte ısıtma amaçlı kullanılabilir gibi elektrik üretimi içinde kullanılır. (Akpınar & Şen, Kentsel Katı Atıklardan Enerji Üretimi, 2011) Yakılacak katı atığın özellikleri katı atığın ısı değeri, elde edilecek enerji ve kalıntı içeriklerine göre belirlenir. Örneğin: cüruf ve kül yüzde 20 oranında kalıntı ve  $7.10^3$  kJ/kg ısı değerine sahiptir. Tekstil atığı  $17,45 \times 10^3$  kJ/kg ve yüzde 2.5 inert kalıntı ısı değerine sahiptir. Bazı atıkların yaklaşık olarak ısı değerleri:  $17,45 \times 10^3$  kJ/kg ve yüzde 2.5 inert kalıntı ısı değerine sahiptir.

Bazı atıkların yaklaşık ısı değeri :

- i. Kağıt karton: 4.000 kcal/kg ,
- ii. Tekstil : 2.500 kcal/kg,
- iii. Lastik , Deri: 9.000 kcal/kg,
- iv. Ahşap vb.: 2.000 kcal/kg.

Atık yakmanın olması için atığın nem, inorganik madde ve organik madde muhtevalarının belirli oranlarda olması gerekmektedir. Cüruf ve kül muhtevası yüzde 60'dan daha da az yanabilen organik miktarı yüzde 25'ten fazla nem oranı yüzde 50'den az olan katı atıklar yanabilir olarak kabul edilmektedir. Nem içeriği kurutma sonucunda bir örnekte oluşan ağırlık kaybı olarak belirtilir. Atıkların nem içeriği çok yüksek olduğu zamanlarda yanmayı arttırmak hedefiyle artı bir yakıt kullanılmalıdır. Ülkemizde varolan katı atıkların nem içeriği yüzde 60-80 arasında değişmektedir (T.C MEB Çevre Koruma, Katı Atık Toplama, 2009).

Katı atığın yakıt olarak kullanılması durumunda bilinmesi gereken özellikleri:

- i.** Ön analiz (1 saat süre ile 1050 C'de kurutma sonucunda nem içeriği, 950 C'de yakma sonucu uçucu madde içeriği, yakma sonucunda kül, kalıntı ve kalan sabit C miktarı);
- ii.** Külün başladığı sıcaklık;
- iii.** C, H, O, N, S kompozisyonu;
- iv.** Isıl içerik.

Yakma tesislerinde yakılması yasak olan bazı atıklar bulunmaktadır. Bunlar; katı çamur, gaz veya sıvı atıklar için yakma yöntemi uygulanabilir ancak Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre evsel arıtma çamuru, evsel katı atık ve endüstriyel katı atıkları yakmak amacıyla kurulan yakma tesislerinde ağırlık olarak katı atık toplam miktarının yüzde 1'ini geçen organik bağlı klor veya 1 kg atıkta 50 mg den fazla halojenli organik madde içeren tehlikeli atıkların yakılması yasaktır. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre yanma sonucunda çıkan cüruf içinde yanmamış atık miktarının ağırlık olarak külün yüzde 2'sini geçmemesi ve tesiste arıtma çamuru yakılması halinde değerinin yüzde 3 kadar çıkabilmesi düşünülmüştür (T.C Çevre Bakanlığı, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2005).

Yakma tesisinin temel olarak birimleri Őu Őekildedir :

- i.** Atık giriŐi;
- ii.** Ayrım, parçalama;
- iii.** Temiz hava ilavesi ile kurutma ve fırında yakma, enerji üretimi;
- iv.** Cürufların uzaklaştırılması,gerektiği takdirde yıkama;
- v.** Cüruf Őartlandırma: Metalin giderimi,Elek ile sınıflama, Kaba fraksiyonun parçalanması;
- vi.** Yakma fırının üst kısmındaki ikincil hava ilavesi ile baca gazlarının ve tozlarının yakılması;
- vii.** Gaz soğutma;
- viii.** Baca gazının arıtılması;
- ix.** Gaz temizleme;
- x.** TemizlenmiŐ baca gazlarının alıcı ortama havaya bırakılması;
- xi.** Atık su arıtma;
- xii.** Enerji değerlendirme (buhar kullanımı, elektrik üretimi).

(T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Düz enli Depolama Tesisleri Saha Yönetimi ve İŞletme Kılavuzu, 2014)

Yakma Proses AŐamaları:

- i.** Kurutma;
- ii.** Aktarma-Dönüştürme;
- iii.** Ateşleme;
- iv.** Yakma;
- v.** Yakmayı tamamlama safhalarından oluşmaktadır.

Yakmayı bitirdikten sonra kurutma alanında alevden yansıyan ısı veya önceden ısıtılmış havaya göndermek amacıyla nem miktarı düşürülür. Dönüştürme prosesi işlemi yakıtın gazdan arındırılıp uzaklaştırılmasıdır. Bu alanda atığın içinde bulunan yanabilir maddeler uçucu kısımlara ve katı-karbon kısmına ayrılır. 2.500 C’de dönüştürme ateşleme alanı gazları atıktan uzaklaştırılır. Geriye kalan katı karbonun ateşleme sıcaklığı ise 600-7000 C arasında değişir. Katı C, CO’e dönüşür ve CO yanar. Uçucu taraflarının yanmasını sağlamak amacıyla oksijen gereksinimi için gönderilen havanın içindekinin yüzde 50’sidir. Ateşleme işlemi gerçekleştirilirken yanma işlemi ek ısı verilmesinden sonra ek bir ısıya gerek duymadan ekzotermik olur. Yakma sırasında gaz halindeki kısımlar yanar ve gittikçe birbirlerine karışır. Yanma alanında, kuru ve yarı kuru kömürleşme ısınma ile başlar ve katı haldeki karbonun büyük bir tarafı yanmaktadır. Yakmayı bitirme işlemindeyse geride kalan karbonlu minerallerin yakılması işlemidir.

Kontrollü yakma uygulamasının temel hedefleri şunlardır:

- i. Çöp miktarının düşürülmesi;
- ii. Enerji elde edilmesi;
- iii. Tehlikeli atıkların zararsızca yok edilmesidir.

Atıklar yüksek sıcaklıklarda büyük fırınlar içinde yakılarak bertaraf edilir. Yakma işlemi sonunda geriye kalan kül ve metal parçaları gibi artıklar yapı ve inşaat malzemesi olarak, örneğin destek yapı elemanları ve akustik yapımında ya da asfalta karıştırılarak yol yapımında kullanabilmektedir. (Tombul, Tehlikeli Atık Yönetimi,2011).

Kontrollü atık yakılması için uygulama biçimleri ikiye ayrılır:

- i. **Enerji Elde Edilerek Yakma:** Isı değeri yüksek olan katı atıkların yakılmasıyla enerji elde edilir. Elde edilen enerji ile konutların, büyük tesislerin ısıtılması amacıyla kullanılır veya elektrik enerjisine dönüştürülerek yararlanılabilir. Evsel atıkların yakılarak enerji eldesi ekonomik olarak yüksek bir yöntem olduğu için gelişmiş ülkelerde ve büyük kentlerde uygulanmaktadır. Yakma yöntemi ile atık miktarında büyük ölçüde azalma ve depolamaya göre alan kazancı sağlanır.

- ii. Enerji Kazanımsız Yakma:** Bu yöntem daha çok toksit ve tehlikeli atıkları yok etmek amacıyla kullanılmaktadır. Yakma işlemi esnasında çıkan gazların hava kirliliğine yol açmaması için özel filtrelerin kullanılması gereklidir. Bu özel filtreler sayesinde yanma esnasında ortaya çıkan zararlı gazlar tutularak havaya karışması engellenir. Bu sebeple maliyeti yüksek bir yok etme biçimidir (<http://www.frmartuklu.net/doga-ve-bitkiler/258498-cevre-bilinci-ve-kati-atiklar.html>, Erişim Tarihi: 07.04.2015)

Yakma'nın Avantajları şunlardır:

- i.** Hijyeniktir;
- ii.** Kalorifik değeri yüksek atıklar (plastik, kağıt, hastane atıkları v.s.) için uygundur;
- iii.** Organik maddeler kısa sürede kül ve gaz haline döner;
- iv.** Sürekli çalışacak şekilde tasarlanır;
- v.** Arazi gereksimi düşüktür;
- vi.** Atık hacminde gerçekleşen azalma yüzde 70 ve yüzde 80 arasında ağırlıkça, yüzde 60 ve yüzde 70 oranında olup bu sebeple gerekli tertipli depo hacmi azalmaktadır;
- vii.** Sessiz ve kokusuzdur;
- viii.** Yanma artığı cüruf ve kül biyolojik olarak ayrışamaz;
- ix.** Yanma tam gerçekleşmiş ise atık dezenfekte olur ve tıbbi atıklar zararsız duruma getirilir;
- x.** Taşıma maliyetlerinin düşürülmesi için yerleşim alanlarına yakın yerlerde kurulabilir;
- xi.** Atık üretildiği yerde yakılırsa, tanıma uzaklığı ve dolayısıyla tanıma masrafları azaltılmıştır;
- xii.** Katı atıkların yakılması neticesinde elde edilen ısı enerjisinden, sıcak hava üretimi, sıcak su üretimi ve buhar üretimi yoluyla yararlanılır. (Kaynak: İnönü Üniversitesi, Katı Atıklardan Enerji Elde Edilmesi )



Yakma'nın Dezavantajları şunlardır:

- i. Nem içeriği yüksek olan ve ısı değeri düşük olan klorlu atıklar için uygun değildir;
- ii. Zehirli maddeler kül içerisinde birikebilir. Cüruf ve külün içindeki kolay çözünebilen inorganik bileşenler yeraltı suyunu kirletebilir;
- iii. Aşırı nem ve inert içerik enerji eldesini olumsuz yönde etkiler;
- iv. Partikül maddelerin yanında SO<sub>x</sub> ve NO<sub>x</sub> emisyonları, klorlu bileşikler (HCL-Dioksinler) oluşumuna özen gösterilmelidir;
- v. Cürufu soğutma işleminde ve baca gazlarının yıkanması işleminde su kullanılmaktadır. Bu işlemler için 1 ton atık için 1 m<sup>3</sup> su ortaya çıkmaktadır;
- vi. Yakma bacasından çıkan 1 ton atığın yaklaşık yüzde 65'i (650 gr) kirli madde olarak atmosfere verilebilmektedir;
- vii. Yanmanın devam etmesi için zaman zaman dış yakıt kaynağına ihtiyaç olabilir;
- viii. Tam yanmayan katı atıklar kötü kokulu baca gazı, kül, cüruf ve organik maddeler çıkartabilir;
- ix. Yakma tesisinin yakınında olan yerleşim yerleri araç gürültüsü, tozu ve egzoz gazlarından rahatsız olabilirler (Kaynak: İnönü Üniversitesi, Katı Atıklardan Enerji Elde Edilmesi).

Yakma ve Piroliz arasındaki farklar şunlardır:

**Yakma:**

- i. Oksijenli ortamda gerçekleşen bir reaksiyondur;
- ii. Yanma sıcaklığı 800 ile 1000 C arasında gerçekleşmektedir;
- iii. Dışarıya ısı veren "Ekzotermik" bir reaksiyondur;
- iv. Atık bileşimi ve ısıl değerine karşı değişim göstermektedir.

**Ürünler:**

- i. Katı; Oksitlenmiş cüruf
- ii. Sıvı; Su
- iii. Gaz; CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>

**Piroliz:**

- i. Oksijensiz ortamda gerçekleşen termik parçalanma reaksiyonudur;
- ii. Piroliz sıcaklığı 500 ile 1000 C arasında gerçekleşmektedir;
- iii. İlk olarak ısı alan "Endotermik", daha sonra ısı veren "Ekzotermik" reaksiyonlarda olur;
- iv. Atık bileşimi ve ısıl değerine karşı çok az duyarlılık göstermektedir.

### **Ürünler:**

- i.** Katı; Kömür, İndirgenmiş katı kalıntılar
- ii.** Sıvı; Su , Sıvı hidrokarbonlar
- iii.** Gaz; H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>4</sub>' Etan ve Propan (T.C MEB, Katı Atık Toplama Kılavuzu, 2009).

### **2.7.3 Gazlaştırma**

Katı yakıtların ısıl çevrim teknolojisi ile yanabilen bir gaza dönüştürülmesi işlemidir. Katı atıklar için hacim azaltılmasında ve enerji geri kazanımı için kullanılan verimli bir işlemdir. Atığın yanması ile CO, H<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> olmak üzere bazı hidrokarbonlardan oluşan yanabilen bir gaz yakıt elde edilir. Bu gaz içten yanmalı motor, gaz türbini ve boylerlerde yakılarak enerji üretimi sağlanır. Üretilen gaz temizleme işlemine tabi tutulur ve kazanlara, motorlara, türbinlere aktarılarak ısı üretilmek üzere kullanılır (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Biyogaz Çalışmaları, 2011).

### **2.7.4 Anaerobik Çürütme**

Katı atığa ait olan organik kısmın oksijensiz ortamda biyolojik olarak bozunması işlemidir. Bu işlemin başlıca ürünleri; CH<sub>4</sub> (yüzde 64) ve CO<sub>2</sub> (yüzde 35)'den oluşan biyogazdır. Anaerobik çürütme işlemi reaktörlerde gerçekleşir ve ön arıtma, anaerobik dönüşüm, son arıtma, sızıntı suyu ve gazların arıtılması işlemlerinden oluşmaktadır. Anaerobik çürütme işlemi; sıvı atıkların (çiftlik atıkları, atıksular vb.) içinde bulunan asılı katıların arıtılmasında kullanılmaktadır.

Anaerobik çürütme katı atık miktarına göre kuru (yüksek katılı) ve ıslak (düşük katılı) olmak üzere iki ayrı proses olarak ayrılmaktadır. Sınıflandırma işlemi de kesikli-devamlı ve tek-çok aşamalı olarak yapılmaktadır (Çallı & Tuğtaş, Evsel Katı Atıklardan Anaerobik Fermantasyon ile Organik Asit Üretimi, 2010).

### 3. KATI ATIK YÖNETİMİ

Atık için kaynakta azaltım, özelliklerine ayırım, toplama, depolama, taşıma, geri kazanım, bertaraf gibi işlemleri içeren bir yönetim biçimidir. Sistemsel yaklaşımlar ile ele alınması gerekmektedir. Sistemsel yaklaşımlar; atık oluşumu, toplanması ve uzaklaştırılması gibi temel işlemlerin yanı sıra enerji verimliliği, çevre korunması ve kaynağında azaltım gibi yaklaşımlar ile yapılmalıdır. Atık yönetimi sistemi katı atıklar bertaraf edilirken, ekonomi ve çevre açısından olabilecek zararlı etkilerin en aza indirilmesini amaçlar. Atık miktarı kaynağında azaltma yöntemi ile amaca en kısa şekilde ulaşmamızı sağlar (Agrawal, Municipal Solid Waste, 1990).

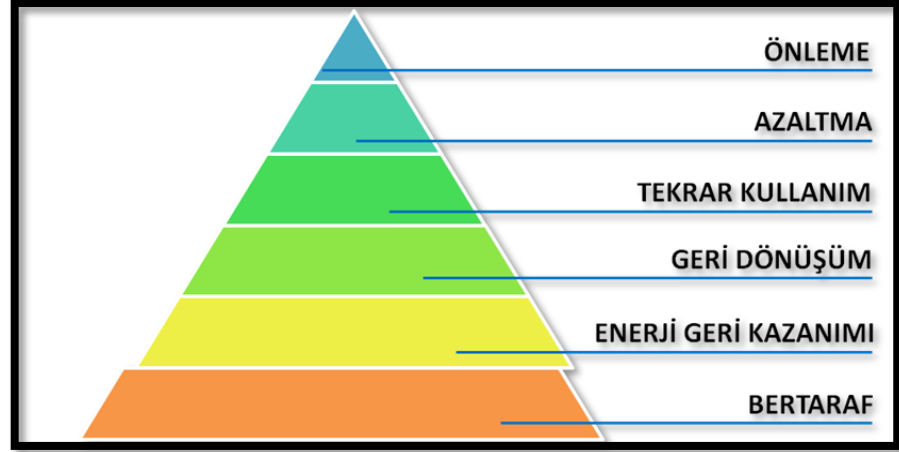
Katı atıkların insan ve çevre sağlığı açısından zararlarını önlemek amacıyla geliştirilen yöntemlerin kontrollü olarak gerçekleştirilmesidir. Bu yöntemler; toplama, yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve nihai depolama gibi işlemlerden oluşur.

Entegre atık yönetimi, atığın oluşumdan bertarafına kadar olan süreçte uygun yöntem ve teknolojiler kullanarak uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda ilgili yasal mevzuatta yer alan hususların sağlanmasını kapsamaktadır (T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliği Taslağı).

#### **Katı Atık Yönetimi'nin Temel Prensipleri:**

- i. Atığın mümkün oldukça az üretilmesi;
- ii. Çıkan atığın en etkili şekilde geri kazanılması sağlanmalı;
- iii. Geri kazanımı mümkün olmayan atıkların çevreye zarar vermeyi engelleyici yöntemler ile bertarafının sağlanmasıdır.

**Şekil 3.1: Katı Atık Yönetimi Piramidi**



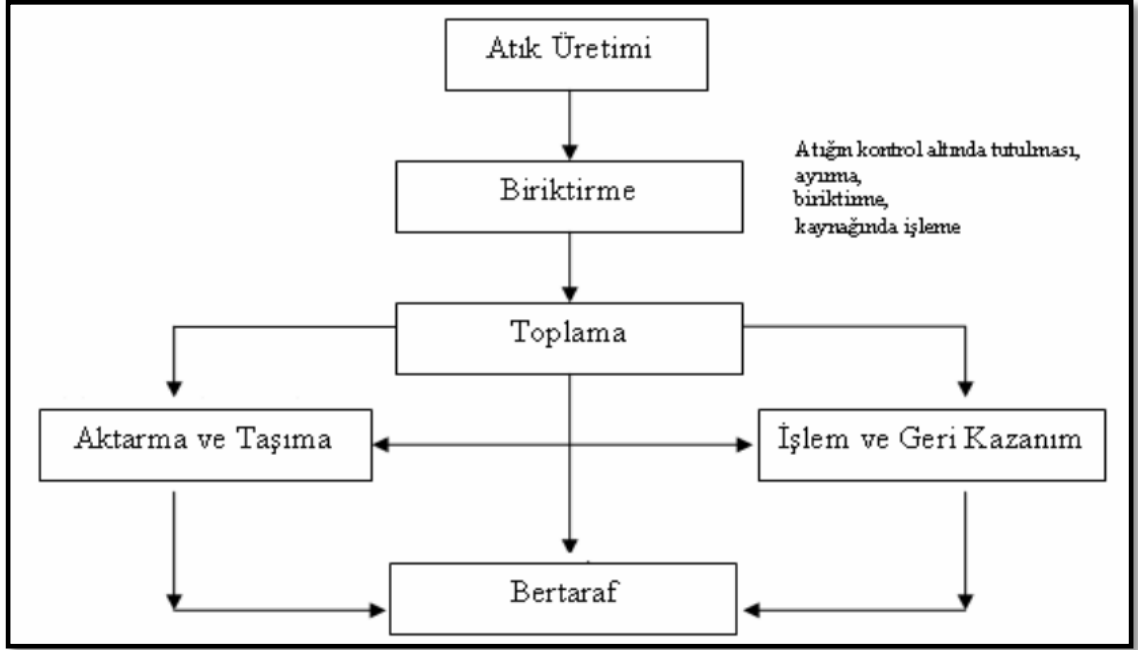
*Kaynak: cevreonline.com, Erişim Tarihi: 11.04.2015*

### **3.1 ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİMİNİN ÖZELLİKLERİ**

Verimli ve entegre katı atık yönetim sisteminin özellikleri aşağıdaki gibidir:

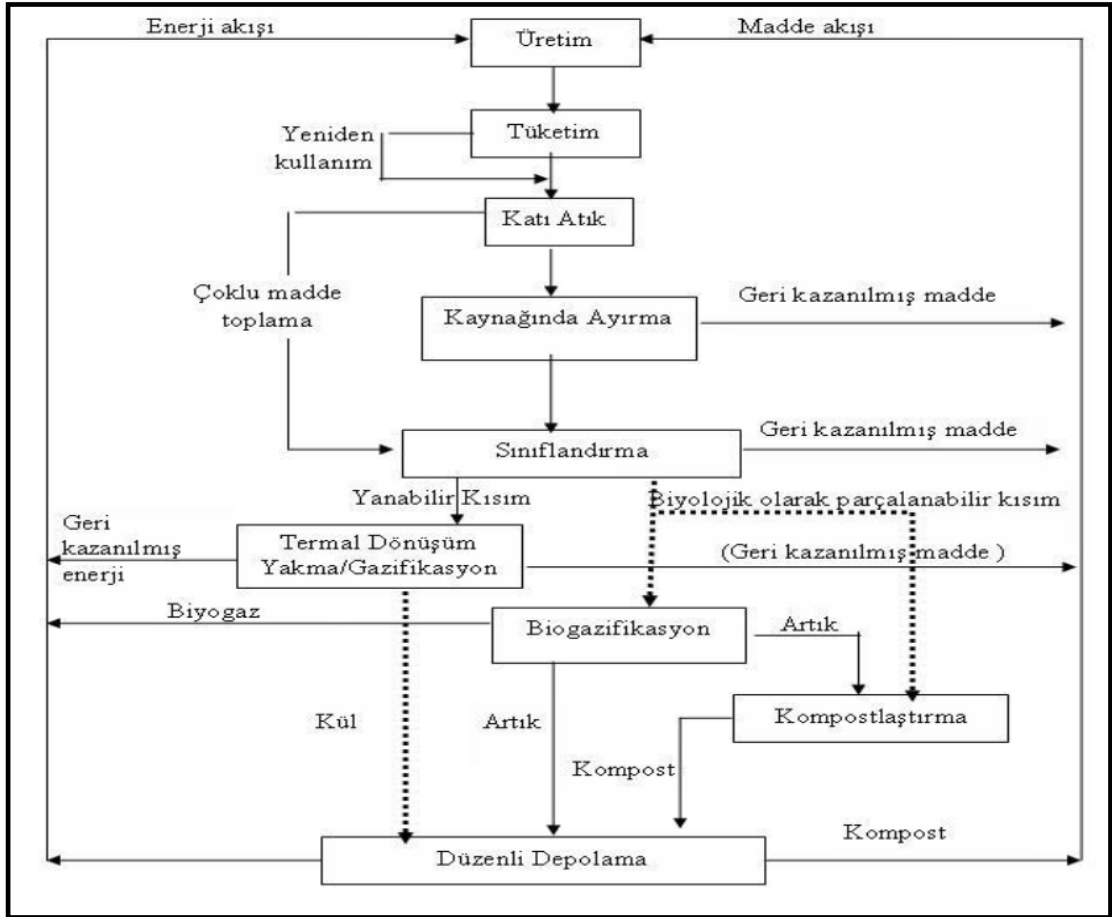
- i.** Bütüncül bir sistem olmalı: Katı atık yönetiminde toplanan atıklarda bulunması gereken maddeler ve üretim kaynaklarının tamamını kapsayacak şekilde planlamalıdır,
- ii.** Ekonomik değer oluşturabilmeli: Katı atıktan sağlanacak ekonomik değerler, komposttan geri dönüşebilir malzemelerden elde edilecek biyogazdan olmalıdır. Plan aşamasında ekonomik analizin iyi yapılması ve elde edilecek gelirin piyasa şartlarının yatırım maliyetini doğrudan ilgilendirmelidir,
- iii.** Esnek olmalı: Katı atık yönetim planı özelliklerinde çevre, mekan ve zamana bağlı olarak göstereceği değişikliklere uyum sağlayacak şekilde olmalıdır,
- iv.** Bölgesel planlama yapılmalı: Yapılacak planlamanın, toplanan atık miktarının büyüklüğü ile aynı oranda olması gerekir. Nüfus oranı oluşan atık ile doğru orantılıdır. Bu sebeple şehir dışı kurulacak planlamaların bölgesel olarak yapılması gerekir. Entegre yönetim sistemine bağlı nüfusun 500.000 kişinin altında olmaması gerekir (White, 1995).

**Şekil 3.2 Katı Atık Yönetim Sistemi**



Kaynak: Borat,Katı Atık Yönetimi, 2003

**Şekil 3.3 Entegre Atık Yönetimi Akış Diyagramı**



Kaynak: Borat, Katı Atık Yönetimi,2003

### 3.2 TÜRKİYE’DE KATI ATIK YÖNETİMİ

AB uyum yasası gereği Türkiye’deki belediyelerde zorunlu hale getirilmesiyle katı atık yönetimini benimseyen belediye sayısı çoğalmaya başlamıştır. Atıklar düzensiz bir şekilde depolama alanlarına dökülürken, günümüzde inşa edilen depo alanlarında biriktirilmektedir. 2023 yılında T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından öngörülen atık yönetimi eylem planı gereğince kapasite 410.000 ton/yıl, yakma ve düzenli depolama alanı ise 650.000 ton/yıl olarak belirlenmiştir.

Türkiye genelinde 2008 yılında toplanan günlük kişi başı atık miktarı yaz aylarında 1.16 kg, kış aylarında ise 1.13 kg, yıllık ise 1.15 kg olarak hesaplanmıştır. Belediyelerce 2008 yılında 24 milyon 361 bin ton atık toplanmıştır. yüzde 46 oranı bertaraf ve geri kazanım olarak tesislere götürülmüştür. 29 bin ton atık yakma tesislerinde yakılırken 47 bin ton kompost tesislerinde üretilmiştir. 2008 yılında bertaraf tesisleri verilerine göre 37 düzenli depolama tesisinin toplam kapasitesi 390 milyon ton, 11 milyon 656 bin 827 ton atığın da tesislerde toplandığı belirlenmiştir. Toplam kapasitesi 551 bin ton/yıl olan 4 kompost tesisinde 2008 yılında 275 bin 752 ton atık toplanmıştır. Ayırıştırma yapılan atıkların 143 bin 38 ton kompostlaştırılmıştır. Bunun sonucu olarak 46 bin 820 ton kompost üretilmiştir.

TÜİK Araştırmaları’na göre belediyelerin 2010 yılında 25.28 milyon ton atık topladığı belirlenmiştir. 2.950 belediyenin atık hizmeti olarak 2.879’unda hizmet verdiği yaz aylarında 14.43 milyon ton, kış aylarında 10.85 milyon ton olmak üzere 25.28 milyon ton atığa ulaştığı belirlenmiştir. Atıkların yüzde 55’i belediyeler tarafından bertaraf ve geri kazanım tesislerine götürülmüştür. Atık toplama ve taşıma hizmeti yapan belediyelerde 2010 yılında 25 milyon ton atığın yüzde 54,4’ü düzenli depolama sahalarında, yüzde 43,5’i belediye çöplüklerinde, yüzde 0,8’i kompost tesislerinde toplanmıştır ve yüzde 1,3’ü bertaraf edilmiştir. 14 milyon ton atık düzenli depolama tesislerinde toplanarak bertaraf edilmiş, veriler doğrultusunda 2010 yılı için 52 düzenli depolama tesisinin kapasitesi 423 milyon ton olduğu ve 14.376,674 ton atığın toplandığı belirlenmiştir.

Belediyelerden gelen atık yüzde 95.6'sını diğer sektörlerden getirilen yüzde 4.4'ünü ve kompost tesislerinden aktarılan atıkları kapsamaktadır. 14.309,356 ton atık bertaraf edilirken, 67.318 ton ise satılmıştır. 2010 yılında faaliyete geçen 60 bin ton/ yıl kapasiteli 18 sterilizasyon tesisinde 18.445 ton tıbbi atık sterilize edilmiştir. 13.883 ton sterilize edilen tıbbi atık depolanarak 4.562 tonu belediye çöplüklerinde bertaraf edilmiştir. 2010 yılında 28 bin ton tehlikeli atık yakma tesislerinde yakılmıştır. 2010 yılında tesislerin kapasitesi 44 bin ton/ yıl olan 2 yakma tesisinde 39 bin 640 ton atık depolanmıştır. 27 bin 863 ton tehlikeli atık yakılarak 11.777 ton tehlikeli atık ise düzenli depolama tesislerinde depolanmıştır. 38 bin ton organik atık tesislerde toplanarak kompost üretimi gerçekleştirilmiştir. Toplam kapasitesi 556 bin ton/ yıl olan 5 kompost tesisine 2010 yılında 216 bin 471 ton atık gelmiştir. 134.227 ton atık ayrıştırma işleminden sonra kompostlaştırılmış ve böylece 38.412 ton kompost üretilmiştir. 65.383 ton atık kompostlanabilir olmadığından düzenli depolama tesislerinde depolanmıştır (Yılmaz&Bozkurt, Türkiye'de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları, 2010).

### **3.3 DÜNYA'DA KATI ATIK YÖNETİMİ**

Katı atık yönetimi çevrede oluşan sorunların her geçen gün daha fazla artması ile önemsenen bir sistem haline gelmiştir. Türkiye daha atık yönetimi olarak gelişmekte iken, Dünya'da pek çok ülke bu konularda uzmanlaşmıştır. Katı atık yönetimi endüstrisinin dünyadaki değeri 410 milyar civarındadır.

Katı atık yönetimi konusunda Hollanda ön sırada yer almaktadır. Hollanda'da toplanan çöplerin yüzde 2'lik oranı toprak altında yüzde 33'ü yakılarak, yüzde 65'lik kısmı ise geri kazanıma dönüştürülmektedir. Güney Kore'de toplanan çöplerin yüzde 49'u geri kazandırılırken, Japonya'da yüzde 44'ü yakılmaktadır. Polonya'da toplanan çöplerin yüzde 99'u toprak altında biriktirilmektedir. Katı atık yönetimine yeni başlayan İngiltere'de çöplerin yüzde 18'i geri kazanıma dönüştürülmekte, yüzde 8'i yakılmakta, yüzde 74'ü ise toprak altına depolanmaktadır. Asya'da katı atıklar çevreye zararlı olan vahşi depolama ve sağlıksız toprak altında depolama sistemi kullanılmaktadır (Kaynak: <http://www.hexagonkatiatik.com/kati-atik-yonetimi.html>, Erişim Tarihi: 11.04.2015).

### 3.4 KATI ATIK YÖNETİMİNİN ÇEVREYE KATKISI

Katı atık yönetimi, Türkiye'nin AB ile uyum süreci içinde ele alınması gereken konulardan biridir. Türkiye'de katı atık yönetimine ilişkin olarak atıktan enerji üretilmesi konusunda değerlendirilebilir fırsatlar bulunmaktadır. Katı atıkların uygun şekilde depolanmaması ile; yer altı ve yer üstü sularının kirlenmesine, mikropların taşınmasına, haşerelerin üremesine, çevreye kötü kokuların yayılmasına ve görüntü kirliliğine neden olmaktadır. Yapılan katı atık yönetimi ile bu gibi sorunlar için çözüm üretilmektedir. Katı atık yönetimi ile artan nüfus ve kentleşme sonucu oluşan atık miktarındaki artış ekosisteme geri kazandırılmaktadır. Katı atık yönetimi finansal olarak gerçekleşmesi mümkün uygun bir yatırımdır. Yenilenen teknolojiler ve stratejiler ile belediye atıkları yönetimi konusunda süreklilik sağlayıcı çözümler aranmaktadır. Temiz çevre bilinci ve çevreyi koruma amaçlı yatırımlar için ulusal ve uluslararası kuruluşlardan teşvik sağlanabilmektedir (Kaynak: <http://www.hexagonkatiatik.com/kati-atik-yonetimi.html>, Erişim Tarihi: 11.04.2015).

### 3.5 KATI ATIK YÖNETİMİ YAPILIRKEN DİKKAT EDİMESİ GEREKENLER

Katı atık yönetimi yapılırken dikkat edilmesi gerekenler aşağıda yer almaktadır:

- 1. Yetkili/ Sorumlu Belirlemek:** Çevre birimi oluşturmanın yolları konu hakkında yeterli bilgiye sahip personel ve atığa ait işlemlerin tek elden yapılmasıdır. Atık toplama personelleri ve depolama alanı sorumlusu tarafından işler paylaşılmalıdır.
- 2. Atığın Tanımlanması:** Toplanan tüm atıklar önce tanımlanmalı ve kaynaklarına göre ayrılmalıdır. Belediye ilçelerden topladığı evsel katı atıkları, endüstriyel atıkları (yağa bulaşmış tehlikeli atıklar) ve ambalaj atıklarını belirleyerek miktarlarını tespit eder. Atıkların toplanması, taşınması, depolanması, maksimum saklama süresi, tabi tutulacağı hususlar belirlenir.



3. **Kaynakta Ayrı Toplama :** Atıkları kaynağında ayrı toplamak için türlerine ve niteliklerine göre o bölgelere yeterli büyüklükte konteynerlar konulur. Kapalı konteynerlar tehlikeli atıklar için kullanılmalıdır. Konteynerların üzerine atığın türünü belirleyen levhalar yazılmalıdır. Uyarı levhaları da dikkat çekici ve farklı renklerle belirlenmelidir. Ayrı toplama işlemi, atığın ayrışması ile başarılı bir çözüme ulaşacaktır.
4. **Personel Eğitimi:** Atık yönetimi ile ilgilenen personele eğitim verilmeli, herkesin işleri belirlenip hassas bir şekilde tamamlanması sağlanmalıdır.
5. **Geçici Atık Depolama Sahası Kurulması:** Toplanan farklı konteynerlara ayrılan, tesis içerisinde mevzuata uygun, güvenli bir depolama sağlamak için “geçici atık depolama alanı” kurulmalıdır. Evsel atıklar, ambalaj atıkları, tehlikeli atıklar için ayrı depolar kullanılmalıdır. Geçici depolarda tehlikeli atıklar beton zemin ile sızdırmaz hatta kapalı bir alanda depolanmalıdır (gerektiğinde konteyner içinde kalabilir). Depolara atıkların adları yazılarak tarih ve kod ile sınıflandırılır. Girişler sınırlandırılır ve yetkisi olmayanlar giremez. Yangın ve acil durumlarda tedbir alınır. Katı atıklar (evsel, ambalaj) rüzgar, yağmur gibi etkenlere karşı önlem alınmalı, savrulmamaları ve ıslanmamaları sağlanmalıdır.
6. **Ön İşlem:** Tehlikeli atıklar, ambalaj atıkları depolama sahalarına götürülmeden önce hem kolay taşınması hemde daha az yer tutması için sıkıştırılmalıdır. Evsel atıkların suları alınmalı, ağırlıkları azaltılarak maliyet bakımından avantaj sağlanmalıdır.
7. **Atıkların Bertarafı/ Geri Kazanıma Gönderilmesi:** Yetkili tesislerin önceden belirlenmesi, atıkların geri kazanımı için araştırma yapılmalıdır.
8. **Kayıtların Tutulması:** Katı atıkların tüm işlemleri kayıt altına alınarak düzenli bir şekilde beyan formları düzenlenmesi ve yönetim planlarının hazırlanması için kolaylık sağlar.“ Eylem Planı” hazırlanma ihtiyacı duyulmuştur. Atık yönetmeliğinin uygulanması Avrupa Birliği’ne uyum sağlanması doğrultusunda yönetmeliklerde yaşanan veya yaşanmaması muhtemel olarak görülen sorunların giderilmesi için yapılmıştır.

Eylem planı hazırlanmasının amacı olarak çevre bilinci, sürdürülebilir nitelikte ekonomik, kültürel, ekonomik düzeyinde iyileşme, duyarlılığın gelişmesi gösterilmektedir. Çevre yönetimindeki elde edeceğimiz başarı, ülke düzeyimizi de etkilemektedir. Bu eylem planı sektörlere orta ve uzun vadede etki edecek, ekonomide katkı sağlayacaktır. AB mevzuatına uyum sağlaması, yaşanan sıkıntıların neler olduğu, hedefe ulaşılması için gereken uygulamalar bu planda yer almıştır. (T.C Çevre ve Orman Bakanlığı, Atık Yönetimi Eylem Planı)

### **3.6 KATI ATIKLARLA İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER**

*Ülkemizde, çöp ve katı atıklar ile ilgili düzenlemeler; başta 1983 yılında yürürlüğe giren 2872 sayılı "Çevre Kanunu" olmak üzere, "Zirai Mücadele ve Karantina Kanunu", "Su Ürünleri Kanunu", "İşçi Sağlığı ve Güvenliği Tüzüğü", "Belediye Sıhhi Zabıta Talimatnamesi", "Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliği", "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği", 3 Nisan 1930 tarihli ve 1580 sayılı "Belediye Kanunu", 6 Mayıs 1930 tarihli 1593 sayılı "Umumi Hıfzısıhha Kanunu" ve 17 Mart 1340 tarihli 442 sayılı "Köy Kanunu" altında toplanmaktadır.*

*Adları geçen bu kanunlardaki hükümlerin uygulamaları ile ilgili ve yaptırım niteliğinde olmak üzere de, 16 Nisan 1340 tarihli ve 486 sayılı "Umuru Belediye"ye Müteallik Ahkam-ı Cezaiye Hakkındaki Kanun" ile 13 Mart 1926 tarihli ve 765 sayılı "Türk Ceza Kanunu"nda belirli hükümler ve 442 sayılı "Köy Kanunu"nun 12 Temmuz 1950 tarihli ve 5672 sayılı kanunla değiştirilen 46. maddesi hükmü vardır. Ayrıca, çöp konusu ile ilgili olarak, Temizleme ve Aydınlatma resmi alınacağını da kapsayan 1 Temmuz 1948 tarihli ve 5237 sayılı "Belediye Gelirleri Kanunu" yürürlüktedir.*

*Başlıcaları belirtilen bu kanunların hükümlerinden başka, Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığının Sıhhi Zabıta Talimatnamesi Rehberi ve bu bakanlığı bazı uyarıcı yayınları ile ordu birliklerimizin çöplerin imhasına ilişkin talimatı ve belediyelerimizin çıkarmış oldukları Sıhhi Zabıta Talimatnameleri ve benzeri bildirilere konulmuş hükümler, koşullar ve yasaklar mevcuttur.*

*Son olarak ülkemizde çöp ve katı atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı ile ilgili yasak düzenlemeleri ortaya koyan 14 Mart 1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazetede "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" yayınlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı 'Madde 1'de verilmiştir.*

*Madde 1- Bu yönetmeliğin amacı, her türlü atık ve artığın çevreye zarar verecek şekilde, doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesi, depolanması, taşınması, uzaklaştırılması ve benzeri faaliyetlerin yasaklanması, çevreyi olumsuz yönde etkileyebilecek olan tüketim maddelerinin idaresini belli bir disiplin altına alarak, havada, suda ve toprakta kalıcı etki gösteren kirleticilerin hayvan ve bitki nesillerini, doğal zenginlikleri ve ekolojik dengeyi bozmasının önlenmesi ile buna yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi, uygulanması ve geliştirilmesidir.*

*Katı atık üretim ve bertaraf aşamasında uygulanacak esaslar Yönetmeliğin ikinci bölümünde Madde 4 ve 5'de verilmiştir.*

*Madde 4 - Katı atık üreten kişi ve kuruluşlar, en az katı atık üreten teknolojiyi seçmekle, mevcut üretimdeki katı atık miktarını azaltmakla, katı atık içinde zararlı madde bulundurmamakla, katı atıkların değerlendirilmesi ve maddesel geri kazanma konusunda yapılan çalışmalara katılmakla yükümlüdür.*

*Madde 5 - Bu yönetmelik kapsamına giren katı atıkların bertarafı sırasında belediyeler ve yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar işlettikleri katı atık tesislerinin faaliyetlerinin planlanmasında ve işletilmesinde, insanların ruh ve beden sağlığına, hayvan sağlığına, doğal bitki örtüsüne, yeşil alanlara ve binalara, toplumun düzeni ve emniyetine, yeraltı ve yüzeysel su alanları ile su rezerv sahalarına zarar vermeyecek, hava ve gürültü yönünden çevre kirlenmesini önleyecek uygun tedbirleri almak zorundadır. Katı atık üretenlerin özendirilmesine ilişkin esaslar yönetmeliğin 7. maddesinde verilmiştir.*

*Madde 7- Müsteşarlık, mahallin en büyük mülki amiri ve belediyeler;*

- 1) Atık madde, hurda kağıt ve çöplerden imal edilen mamullerin tercih edilmesini teşvik etmeye,*
- 2) Yeniden değerlendirmeye uygun veya çevre ve insan sağlığına zarar vermeden bertarafı mümkün olan maddelerin kullanılmasını teşvik etmeye,*
- 3) Uzun süre dayanıklı ve verimi elverişli makina ve teçhizatın tercih edilmesini sağlamaya, ilişkin özendirici faaliyetlerde bulunurlar.*

*Katı atıkları geri kazanma amacıyla tesislerinde işleyen kişi ve kuruluşlara, bu faaliyetlerinden dolayı Müsteşarlığın bağlı bulunduğu Devlet Bakanlığı tarafından Çevre Kirliliğini Önleme Fonundan karşılanmak üzere uygun görülmesi halinde maddi destek sağlanabilir.*

*Yönetmeliğin 8. maddesinde "hastaneler, klinikler, laboratuvarlar ve benzeri yerlerle, tüketicilerin; tehlikeli atıklarını evsel katı atıklarla birlikte atmalarının önlenmesi amacıyla Belediye ve mücavir alan sınırları içinde belediyeler, bu alanlar dışında ise mahallin en büyük mülki amiri tarafından uygulanacak yasal yaptırımlar"dan söz edilmittir.*

*Yönetmeliğin 18. maddesinde, Katı atıkların toplanması konusunda, 20. maddesinde taşınması konusundaki esaslar belirtilmiştir.*

*Madde 18- Katı atıkların üretici veya taşıyanları tarafından denizlere, göllere ve benzeri alıcı ortamlara, caddelere, ormanlara ve çevrenin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olacak yerlere dökülmesi yasaktır.*

*Konutlarda ve işyerlerinde, evsel veya evsel nitelikli endüstriyel çöpleri çöp toplama aracına vermek üzere kullanılan çöp biriktirme kapları, çeşitli büyüklükte ve herbiri standart ölçülerde olmak zorundadır. Bu kapların ölçüleri, şekilleri, malzemeleri Müsteşarlıkça çıkarılacak tebliğlerde belirtilir.*

*Çöpü üretenler, bu çöp biriktirme kaplarını, çevrenin sağlığını bozmayacak şekilde kapalı olarak muhafaza etmek ve çöp toplama işlemi sırasında yol üstünde hazır bulundurmak zorundadır.*

*Belediyeler ve mücavir alanlar dışında kalan yerlerdeki sanayi tesisleri veya turistik tesis işletmeleri atıklarının taşınmasından sorumludurlar. Bunlar, topladıkları atıklarını belediyenin işletme veya depolama tesislerine taşımak veya taşıtmak zorundadırlar. Bu alanlarda denetleme yetkisi mahallin en büyük mülki amiridir.*

*Madde 20- Toplanan evsel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkların, görünüş, koku, toz, sızdırma ve benzeri faktörler yönünden çevreyi kirletmeyecek şekilde kapalı özel araçlarda taşınması zorunludur (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği).*

#### 4. KATI ATIKTAN ENERJİ ÜRETİMİ

Katı atıkların yakılması sonucunda meydana çıkan ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüştüğü yer “Atık Tabanlı Enerji Tesisi” dir. Tesislerde yanan katı atıklar, fosilleşmiş yakıtlar gibi doğrudan yakılmakta ve açığa çıkan ısı enerjisi buhar türbinlerinin yardımı ile mekanik enerjisine ardından elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Katı atıklar yanmadan önce ayrıştırılır ve parçalanma gibi işlemlerden geçirilmektedir. Ayrıştırma yapılırken yanma verimi az olan parçalar ile metal parçalarına uygulanarak atık yakma işlemi başarıya ulaşır. Böylece ayrıştırılmış katı atıklar 1000 C’deki yanma odalarında yakılır. Sıcaklıkta yanan katı atıklar buhar türbin sistemlerinden elektrik üretimi için mekanik güç üretirler.

Katı atıkların yanması sonucunda su buharı, kül ve gazlar kalmaktadır. Katı atıktan çıkan enerji ile atığın içinde oluşan sıvının buharlaşması ve yanma odası kaynaklı ısı kaybı görülür. Böylece ısı enerjisinin kayıplar dışında kalan kısmı, enerji olarak kullanılır. Yüksek sıcaklıklarda yanan katı atığın hacmi yüzde 80- 90 civarında küçüldüğünden dolayı depolama ve saklanması yönünden avantaj sağlamaktadır. Böylece basit olan açıktan yakmaya göre kullanışlıdır ve çevreye zararı yoktur. Plastik, kauçuk, kağıt, gıda ve ahşap enerji bakımından yüksek verimli maddelerdir. Seramik, metal ve kil gibi materyaller ise yanıcı olmayan maddelerdir.

Yakılmadan önce ayrıştırılan yanıcı olmayan bu maddeler geri dönüşüme sokularak sistemin verimi arttırılmış olur. Yanma sonunda çıkan gaz ve dumanın filtreler yardımıyla emisyon azaltımı sağlanır. Ortaya çıkan külün depolarda saklanması gereklidir. Kül içeriğinde yer alan insana ve çevreye zararlı çok miktarda kadmiyum, kurşun, civa vb. metaller ve toksinler bulunmaktadır. Katı atık tabanlı enerji üretim tesislerinde bulunan kirlilik kontrol sistemleriyle önlenilmektedir. Tesislerde bulunan yıkayıcı-kurutucu, elektrostatik çöktürücüler, filtre torbaları, oluşan asit, ağır metal külün ortadan kalkmasını sağlamaktadır (Baran & Alagoz & Kaygusuz & Akçin , Geleceğin Akıllı Şebekelerinde Kentsel Katı Atık Tabanlı Dağıtık Elektrik Üretimi, 2012 ).

**Şekil 4.1: İstanbul'da Katı Atıktan Enerji Elde Eden Santraller**

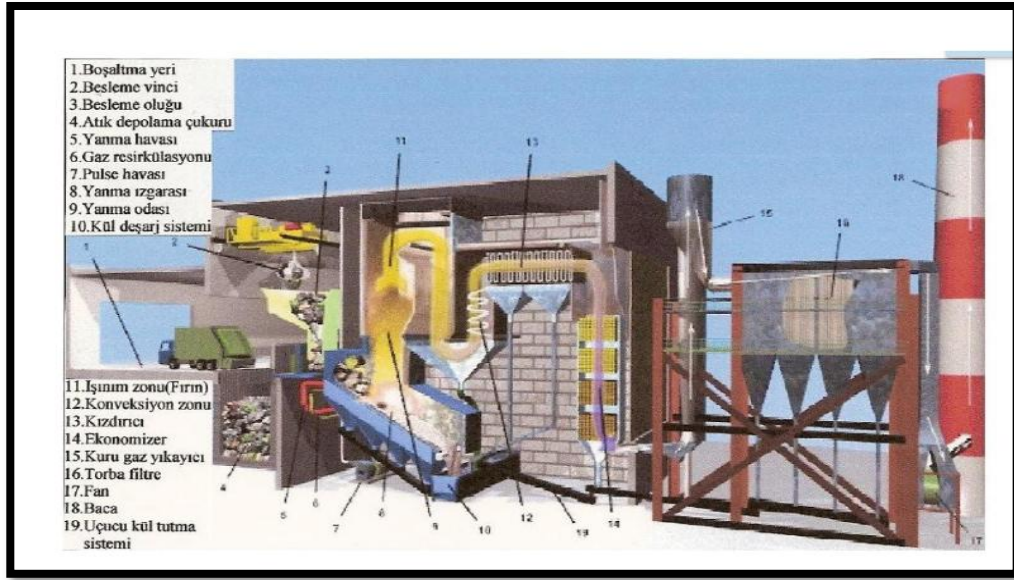


*Kaynak: İSTAÇ, Atıktan Enerji Üretimi*

#### **4.1 YAKMA TEKNOLOJİSİ İLE ENERJİ ÜRETİMİ YAPAN TESİSİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

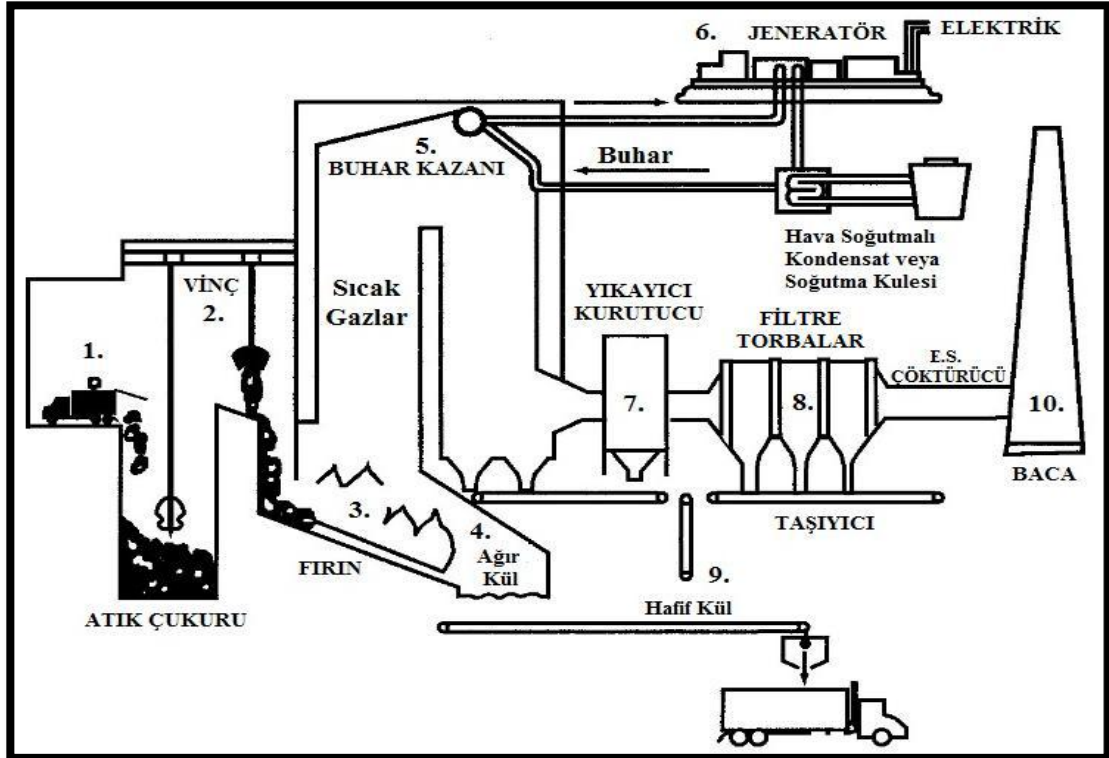
Izgara sistemi üzerinde su borusu kazanı yer alır. Baca gazı yatay olan ısı değiştiricisinden geçerek değiştirici altında yer alan kül tutucular vasıtasıyla uçucu külleri tutar. Kül tutucuların ısı yalıtımı sağlanarak baca gazındaki sıvı fazın damıtılması önlenir ve ızgaradan oluşan curuflar işlemeye tabi tutulur. Kazanlarda biriken uçucu kül gerekli işlemlerden geçtikten sonra depo edilir. Üretilen buhar türbinlerde elektrik üretimi için kullanılır. Türbinlere yüksek basınç ve sıcaklık ile gelen buharın düşürülmesi sağlanır. Düşük basınçlı kondensatörler yardımıyla soğutulma işlemi gerçekleştirilir. Su damıtılma işlemi sonunda pompalar yardımıyla su tankına alınır. Türbinlerden alınan buhar ile damıtılan su ısıtılır ve proses için ısı temin edilir. Böylelikle elektrik üreten jeneratör türbinler yardımıyla çalıştırılır. (İstanbul Üniversitesi, Katı Atıklardan Enerji Üretimi).

Şekil 4.2: Katı Atık Yakma Tesisi Kesiti



Kaynak: [http:// slideplayer.biz.tr](http://slideplayer.biz.tr), Erişim Tarihi: 19.04.2015

Şekil 4.3: Katı Atık Enerji Üretim Tesisi Şematik olarak Gösterimi



Kaynak: Baran & Alagoz & Kaygusuz & Akçin, Geleceğin Akıllı Şebekelerinde Kentsel Katı Atık Tabanlı Dağıtık Elektrik Üretimi, 2012

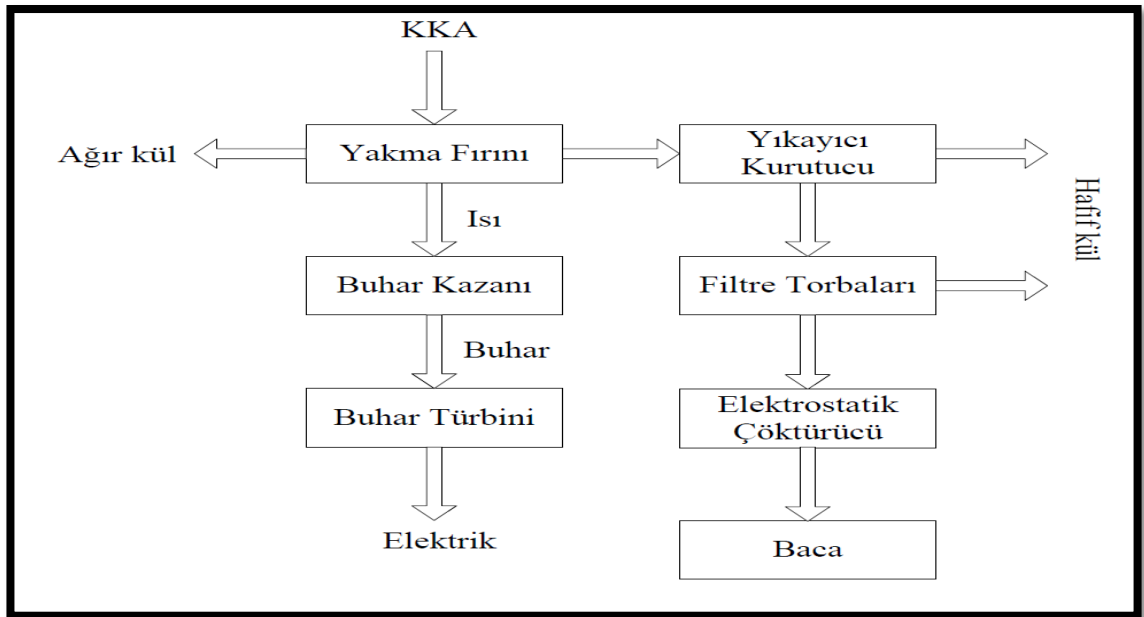


## 4.2 ATIKTAN ENERJİ ELDESİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Atıktan enerji eldesinde karşılaşılan zorluklar aşağıdaki gibidir:

- i. Atıktan enerji edilmesini sağlayan teknolojiler yüksek verimli yanıcı atık türleri için daha uygundur. Bu nedenle atıktan enerji sistemlerinin daha heterojen şartlarda çalışabilmesi ya da enerji eldesi öncesi atıkların iyi bir şekilde ayrıştırılması gerekmektedir,
- ii. Atıktan enerji eldesi için verimlilik en önemli etkendir. Temiz ve verimli yakıtların elde edilebilmesi için gazifikasyon ve piroliz gibi işlemler sonunda elde edilen gazın zift ve diğer zerreciklerden arıtılması gerekmektedir,
- iii. Tesis yapımındaki kurulum maliyetlerinin yüksek olması ve yeni teknolojilerin finansal kuruluşlar tarafından desteklenmesi ile verimli sonuçlar alınabilir,
- iv. Yeni teknolojilerde hava kirlenmesini önlemek amacıyla düşük emisyon değerlerine sahip filtreleme yöntemleri kullanılmalıdır.

Şekil 4.4: Katı Atık Enerji Üretim Süreçleri Diyagramı



Kaynak: Baran & Alagoz & Kaygusuz & Akçin , Geleceğin Akıllı Şebekelerinde Kentsel Katı Atık Tabanlı Dağıtık Elektrik Üretimi,2012

Şekil 4.4 yer alan katı atık üretim süreçleri diyagramına göre; toplanan katı atık araçlar vasıtasıyla atık çukuruna dökülür. Katı atık, vinçler yardımıyla çukurlardan alınır ve fırının içine atılır. Atıklar fırın içinde yüksek sıcaklıklarla yakılır. Yakma sonucu oluşan ağır kül toplanır ve bertaraf edilir. Fırından gelen ısı, buhar kazanlarında buhara dönüştürülür. Buhar türbinlerine aktarılır ve elektrik üretimi gerçekleşir. Oluşan duman ve gazların içeriğindeki tehlikeli kimyasallardan arıtılması için yıkama-kurutma işlemleri uygulanır. İşlemler sonunda oluşan küçük kül partikülleri filtre torbalar yardımıyla alınır. Yıkama ve filtreleme işlemlerinden sonra kalan küller toplanır. Kalan gazlar ise baca yardımıyla gönderilir. (İstanbul Üniversitesi, Katı Atıklardan Enerji Üretimi )

### **4.3 DÜNYA'DA ATIKTAN ENERJİ SEKTÖRÜ**

Gelişmiş sanayi ülkelerinde “Waste to Energy” (WtE) olarak bilinen atıktan enerji elde etmek amacıyla kurulmuş evsel ve endüstriyel atık kaynaklı çevre kirliliği önleyici alternatif enerji kaynakları sağlayan bir sektördür. Dünya genelinde 130 milyon ton katı atık, ısıl işlem ile atıktan enerji üretimi yapan tesislerde enerjiye dönüştürülmektedir. Enerji kaynaklarının bilinçsiz kullanımı sonucunda ortaya çıkan enerji ihtiyacı ile “Atıktan Enerji” sektörü öncelikli duruma gelmiştir. Yüksek miktarlarda ısıl değere sahip ve fosil olmayan endüstriyel atıkların CO<sub>2</sub> salınımını azaltmak amacıyla çevre dostu olan yakıt niteliğindedir.

Avrupa Birliği'nin 2000/76/EC Yakma Direktifi ile tesisler için çalışma koşulları belirlenerek baca gazı emisyon değerleri ile ilgili sınır değerleri koymaktadır. Fırın gazlarının 1100 C'de ve en az 2 saniyelik süre ile yanması sağlanarak tüm dioxinlerin güvenli parçalanması güvence altına alınmaktadır. Direktife göre baca gazı emisyonu için belirlenen sınır değer metreküp'de 0.1 ng (nanogram), yani 1/ 10.000.000.000 gramdır. Baca gazı içeriğindeki kimyasal bileşikler, tozlar ve ağır metaller de direktifte yer alan sınır değerlere göre sınırlandırılmıştır.

Dünya genelinde özellikle Almanya ve Danimarka başta olmak üzere önceki yıllarda atık bertarafı için kullanılan tesisler, yeni teknoloji ve yönetmelikler ile atık kaynaklı çevre risklerini yok eden ve temiz enerji üreten tesisler olarak dönüştürülmüştür. Gelişmiş sanayi ülkeleri atıktan enerji kullanımı bertaraf etmenin ötesine geçirecek, atık ithalatı yaparak ekonomilerine katkı sağlamaktadırlar. (<http://www.msgenerji.com/tci/23/Dunyada-Atiktan-Enerji-Sektoru>, Erişim Tarihi: 11.04.2015)

**i. Avrupa Endüstriyel Atıktan Enerji Üst Organizasyonu (EURITS):** AB'nin uzman atık yakma sektörlerinden biri olan Eurits, Özel Atıkları Güvenli Yakma ve Arıtma için Avrupa Birliği ( The European Union for Responsible Incineration and Treatment of Special Waste ) güvenli, yasal ve çevreye duyarlı atık yakılmasını sağlamak amacıyla 1994 kurulmuştur. 16 ülkede 36 tesisi 27 üyesi ve 5000'den fazla iş gücüne sahiptir.

EURITS üyelerine, Tehlikeli Atık Yakma ihtiyaçlarına yönelik bir Avrupa platformu sağlamaktadır. Çevresel sürdürülebilirliğin en yüksek standartlar ile yakılan tehlikeli atıklar için politikalar ve toplumsal ihtiyaçlar arasında farkındalık geliştirmektedirler. EURITS, Avrupa düzeyinde tüm ana kanun yapıcı süreçleri izler ve teknik zemin, çevresel koruma aktiviteleri ve tehlikeli atık yakmanın güvenli yönleri üzerine, politik karar alma proseslerini geliştirmek amacıyla, Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Komisyonu gibi kurullara bilgi sağlar (<http://www.msgenerji.com/tci/23/Dunyada-Atiktan-Enerji-Sektoru>, Erişim Tarihi: 11.04.2015).

**ABD Atıktan Enerji Üst Organizasyon Enerji Geri Kazanım Konseyi:** Enerji geri kazanım konseyi Amerika Birleşik Devletler'inde faaliyet gösteren ve atıktan enerji üreten endüstriyi temsil eder. Ülke çapında faaliyet gösteren 87 tane evsel atıktan enerji üreten tesisin 69 tanesi Enerji Geri Kazanım Konseyi üyeleri tarafından işletilmektedir. Modern teknolojilerle donatılmış bu tesisler temiz, güvenilir ve yenilenebilir enerjiyi diğer enerji üreten tesislere oranla en az çevresel etkiyi yaratarak üretirler. (<http://www.msgenerji.com/tci/23/Dunyada-Atiktan-Enerji-Sektoru>, Erişim Tarihi: 11.04.2015)

- ii. **Avrupa Evsel Atıktan Enerji Üst Organizasyonu (CEWEP):** CEWEP (Confederation of European Waste to Energy Plants) Avrupa'da faaliyet gösteren 380 adet atıktan enerji üreten bir konfederasyondur. Bu 380 firma tekrar kullanılmayan ya da geri dönüştürülemeyen evsel ve benzer atıkları ısıl işlemde geçirerek enerji üretirler. Ürettikleri enerjiyi de (ısı ve elektrik) halkın ve sanayinin kullanımına sunarlar. Halkın ve sanayinin hizmetine sunulan ısı ve elektrik enerjisi üretilirken diğer enerji üreten konvansiyonel tesisler gibi fosil yakıt (kömür, doğalgaz vb) tüketilmez. Ayrıca ısıl işlemde geçirilerek hacimce küçültülen atıklar düzenli depolama sahalarında çok yer kaplamaz. CEWEP'in temsil ettiği 380 adet atıktan enerji üreten tesis hem fosil yakıtlara hem de düzenli depolamaya olan bağımlılığımızı azaltır (<http://www.incineration.info/home>, Erişim Tarihi: 11.04.2015).

## 5. ATIKLAR İLE İLGİLİ KURULUŞLAR

### 5.1 AMBALAJ ATIKLARI

Hammaddeden işlenmiş ürün olana kadar, üreticiden kullanıcıya ulaşmasında kullanılan ve herhangi bir malzemeden yapılmış olan ürünlere ambalaj denir. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan ve geri dönüşümü mümkün olmayan atıklar dahil tüm ürünleri kapsamaktadır.

Üretim kaynaklı atıklar haricinde, ürünlerin veya herhangi bir malzemenin tüketiciye ya da kullanıcıya ulaştırılması aşamasında ürünün sunumu için kullanılan ve kullanılmasından sonra oluşan kullanım ömrü dolmuş ancak tekrar kullanılabilir özellikte olan atıklara denir.

**Ambalaj Atıkları Yönetimi:** Ambalaj atıklarının sistemselsel olarak kaynağından ayrı toplamak, taşımak, ayırım yapmak, tekrar kullanmak, geri dönüştürmek, geri kazandırmak ve bertaraf etmek için yapılan denetimleri kapsamaktadır.

**Ambalaj Atıkları Yönetim Planı:** Ambalaj atıklarını toplamak, taşımak, ayırmak, geri dönüştürmek, geri kazanmak gibi işlemlerin çevreyle uyumlu olarak yapılan çalışmaların nasıl, ne zaman ve kimler tarafından yapılacağına ilişkin detayları gösteren eylem planıdır.

**Ambalaj Atığı Üreticilerinin Yükümleri:** Ambalaj atık üreticileri , ambalaj atıkları yönetim planına uygun olarak bağlı bulunan belediyelere diğer atıklardan ayrı biriktirerek ve toplanmasına bedelsiz olarak katkıda bulunmakla yükümlüdürler. Organize sanayi işletmeleri, alış-veriş merkezleri, hava alanları ve tesisler 23 üncü maddede yer alan şartlara uygun olarak Çevre Lisanslı/ Geçici Faaliyet Belgeli tesislere bedel talep etmeden verebilirler (<http://www.yesilokul.org>, Erişim Tarihi:14.04.2015; Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği ).

- a. **ÇEVKO VAKFI (Çevre Koruma Ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı):** Çevko, İstanbul’da 1 Kasım 1991 tarihinde ambalaj atıklarının geri kazanımı için kurulmuştur. Ambalaj atıklarının sanayide yerel yönetimlerin iş birliği içinde sürdürülebilir sistemler ile geri kazanılması plastik, kağıt, karton, cam gibi evsel atıkları değerlendirmek için geri kazanım sistemi oluşturmaktadır. Kaynağından ayrı toplanan atıklar, geri dönüşüm için sanayileşme gibi hedefleri olan kuruluştur.Çevre ve Orman Bakanlığı’nın 31/03/2005 tarihindeki “Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğince” ambalaj atıklarının geri kazanımı için yetki sahibi bir kuruluştur. (<http://www.cevko.org.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015)
- b. **TÜDAM (Dönüşebilen Ambalaj Malzemeleri Toplayıcı ve Ayırıcıları Derneği):** TÜDAM Derneği, Çevre ve Orman Bakanlığı’nın 30.07.2004 tarihli “Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliğince” 22.03.2007 tarihinde kurulmuştur. Lisans ile yetkilendirilmiş firmalar tarafından bilgi birikimleri ile oluşturulan toplama ve geridönüşüm tesislerini bir araya getirmesiyle sektöre kurumsal bir kimlik kazandırmıştır. Ülkemizde çevre ve ekonomiye katkı sağlamak için evsel ve endüstriyel nitelikte olan atıkların sürdürülebilir sistemde olmasını amaçlamaktadır (<http://www.tudam.org.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015).
- c. **TÜKÇEV (Tüketici ve Çevre Eğitim Vakfı):** Toplumun tüketici hakları ile çevrenin korunması kavramlarını birlikte değerlendirme, sorumlulukları konusunda bilgilendirme ve gelişmiş ülkeler düzeyine ulaştırma amacıyla kurulmuş bir vakıftır. Tüketici ve Çevre Eğitim Vakfı, tüketicinin korunmasında hukuki mevzuat gereği sağlıklı bir çevrede yaşama olanağı sağlamak doğal kaynakların gereksiz tüketilmesinin önüne geçmeyi amaçlamaktadır. Rekabet etmeden engelleri aşma ve hedefe ulaşma çabasıdadır. (<http://www.tukcev.org.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015)

## 5.2 ATIK PİLLER

Kullanım süresi tamamlanmış veya zarar görmesi sonucunda kullanılmayacak durumda olan pillere “atık pil “ denir. Atık pilleri kesinlikle evsel atıklarla karıştırmamak bu yüzden direk çöpe atmamak gerekir. Atık pilin zamanla dış kapları delinir ve içerisinde bulunan metaller ve kimyasal maddeler toğrağa, ardından suya karışır. Çevre kirliliği oluşturan cıva ve kadmiyum gibi ağır metallerin besin maddelerine bulaşması sonucunda zarar verir.

Çeşitli türdeki atık piller kimyasal yapılarına göre ayrıştırılmalıdır. Pil atıkları şarjlı ve şarjsız türler olarak ikiye ayrılır. Şarjlı pil içeriğinde kobalt, nikel gibi çeşitli metalleri bulundurduğu için yurt dışındaki geri dönüşüm tesislerine gönderilirler. Şarj edilmeyen pil içeriğinde çinko-karbon, alkali-manganez gibi maddelerin ekonomik olarak getirisi düşüktür. Atık piller bertaraf işlemine tabi tutulmasının sebebi geri dönüşüm işlemlerinin maliyetli olmasıdır. Türkiye’de henüz kullanımda olan atık pil geri dönüşümü yapan tesisler bulunmamaktadır. T.C Çevre ve Orman Bakanlığınca 31 Ağustos 2004 tarihinde atık pil ve akümülatörler için toplama, taşıma, depolama, geri dönüşüm ve bertaraf edilmesi gerekliliği “Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği” yayınlanmıştır. Yönetmelik kapsamında pil üretici ve ithalatçı belediyelerin ürün dağıtımı ve satışı yapan kuruluşlar için yükümlülükler belirtilmiştir. ( <http://www.tap.org.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015)

**a. TAP (Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği):** 2004 yılı itibari ile çalışmalarını sürdüren TAP derneği, T.C Çevre ve Orman Bakanlığının izni ile pillerin toplanmasında, taşınmasında, depolanmasında ve bertarafında yetkili olmakla birlikte Türkiye genelinde çalışmalarını sürdürmektedir.

- a.1** Kullanılmış pillerin toplanması, ayrılması, geri kazanımı işlemlerini yaygınlaştırmak,
- a.2** Çevre sağlığını korumak, çevre kirlenmesini önlemek için atık pillerin değerlendirilmesi ,

- a.3 Atık pillerin geri dönüşümü için topladıktan sonra planlar hazırlamak,
- a.4 Atık pillerin çevreye zararlarını en aza indirmek amacıyla yeni teknoloji arayışlarına yönelmek, yurtdışında çalışmalar yapmak,
- a.5 Tüketiciden toplanan pil atıklarının geri toplanması konusunda bilinçlendirmek, geridönüşüm konusunda dergi, broşür ve kitap yayınlamak. (http://www.tap.org.tr, Erişim Tarihi:14.04.2015)

### 5.3 ATIK AKÜLER

Elektrik enerjisini kimya enerjisi olarak biriktirip, istenildiğinde yine elektrik enerjisi olarak veren cihaz “Akümülatör” olarak tanımlanmaktadır. Yaşamımızda radyo, duvar saati, fener ve bazı oyuncaklar için kullanılan pil kullanım süresi tamamlandığında atık olmaktadır. Cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar, kameralar, fotoğraf makineleri için lityum bazlı piller kullanılır. Bataryalar ve taşınabilir pil grubu içinde olmayan ve akümülatör olarak toplanan- şarj edilen; endüstriyel akümülatör ve kurşun-asit bazlı otomotiv akü olmak üzere 2 ana enerji kaynağı sistemi daha mevcuttur.

- a. **AKÜDER (Akümülatör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneği):** Atık aküleri toplayan ve geri kazandıran AKÜDER derneği (Akümülatör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneği) atık pil ve akümülatörlerin kontrolü yönetmeliğinin 29. Maddesi gereğince kurulmuştur. Akümülatörün kullanıcı tarafından yenisi ile değişimi sağlanarak, eski akü ücretsiz olarak bayilere teslim edilir. Yetkili bayiler veya toplayıcılar lisanslı atık akümülatörünü geçici depolarına ücret karşılığında verirler (http://www.akuder.org.tr, Erişim Tarihi:14.04.2015).
- b. **TÜMAKÜDER (Tüm Akü İthalatçıları ve Üreticileri Derneği):** İstanbul’da merkezi bulunan Tümaküder yönetmeliği gereğince yurtiçi ve yurtdışında temsilcilik açarak, uluslararası faaliyet gösteren bir dernektir (http://www.tumakuder.org, Erişim Tarihi:14.04.2015).



## 5.4 ATIK YAĞLAR

Patates ve diğer yiyeceklerin kızartılmasında kullanılan bitkisel yağların kalorileri çok yüksektir. Kanalizasyonlara veya suya döküldüğünde su yüzeyini kaplar, su sistemimize zarar vermektedir. Havadan suya oksijen transferini önleyerek suda oksijenin tükenmesini hızlandırır. Borularda tıkanmalara, atıksu arıtma tesislerinde de işletme maliyetlerini arttırmaktadır. Bitkisel yağlar ise su kirliliğinin yüzde 25 ini oluşturmaktadır. Denize, göle, akarsuya ulaşan yağlar balıklara, kuşlara ve kullanan diğer canlılara zarar vermektedir (<http://cevreonline.com>, Erişim Tarihi:14.04.2015).

Bitkisel Atık Yağların Kullanım Alanları:

- a. Bakanlıktan toplama lisansı almış geri kazanım tesislerinde ürün geri kazanımı sağlanması (Sabun, Biyodizel, Yemlik Yağ vb.);
- b. Bakanlıktan lisanslı tesislerde yakma işlemi ile enerji geri kazanımı.

Bitkisel Atık Yağ Üreticilerinin Yükümlülükleri:

Kızartmalık yağ üreten tesisler, yağları toplamak amacıyla lisansı olan geri kazanım tesis veya toplayıcılar ile sözleşme yapmakla yükümlüdür. Toplanan yağlar ücret talep edilmeden toplayıcı ve tesislere teslim edilmelidir. (<http://www.cevreizinler.com>, Erişim Tarihi:14.04.2015)

Kullanılmış Yağlar ile İlgili Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- i. Diğer atıklardan ayrı olarak ve ağzı kapalı biçimde toplanmalıdır,
- ii. Kanalizasyon, toprak, deniz gibi vb. alıcı ortamlara dökülmemelidir,
- iii. Yağ toplayıcılarına vermeye özen göstermeliyiz.

- a. Albiyobir (Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Derneği): Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Derneği, küresel ısınma ile ortaya çıkan sorunları çözmek ve biyodizel üretimi gibi çeşitli alternatif enerjiler üretmek üzere 2005 yılında kurulmuştur. Ülkemizin dışa bağımlılığını ve enerji yapısını dikkate alarak ekolojik zenginliğimiz ile alternatif olarak kullanılan enerji kaynaklarının ve biyoyakıtların önemini vurgulamaktadır. Yerli kaynaklara bağlı gelişmelere, enerji güvenliğine ve sürekliliğine katkıda bulunarak yenilenebilir kaynaklar sağlamaktadır. Dünyadaki biyoyakıt gelişimlerini takip ederek kamuoyuna doğru bilgilendirme çalışmaları yürütmekte ve mevcut yasal düzenlemelere katkıda bulunmaktadır. (<http://www.albiyobir.org.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015)
- b. Bayted (Bitkisel Atık Yağ Toplayıcıları Ve Elektrik Üreticileri Derneği): Kullanılmış yağları toplayan ve elektrik üretiminde kullanılan bir kuruluştur. Atık yağ toplama konusunda 81 ilde hizmet verebilecek düzeyde, aynı zamanda 8 ilde depolarının bulunduğu ve 50 toplama aracına sahip bir kuruluştur. Toplanan yağları ihraç ederek yurt dışına göndermektedirler. (<http://bayted.com>, Erişim Tarihi:14.04.2015)

## 5.5 ATIK MADENİ YAĞLAR

Kullanılmış taşıt yağları (özel taşıt yağları, benzinli motor, dizel motor, gres, antifiriz, hidrolik fren), endüstriyel yağlar (türbin, hidrolik sistem, tekstil, ilaç ve gıda endüstrisine vb. ait atık yağ ürünlerine denir. Sanayide veya sanayi dışı alanlarda ham yağdan rafine edilen veya sentetik yağın yağlama amaçlı kullanımı sonucunda fiziksel ve kimyasal kirletilmesi ile özelliğini kaybeden bir yağdır. Kullanılmış taşıt yağları uygun olarak toplandığı, suya dökülmediği ve kurallara uygun şekilde uzaklaştırıldığı sürece tehlikeli madde olmamaktadır. Bu yağlar; kurşun, baryum, cıva, çinko, krom, kadmiyum, arsenik ve vanadyum gibi ağır metalleri içermektedir.

(Tchobanoglous, 1993 , Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği)

- a. **Petder (Petrol Sanayi Derneği):** Petrol Sanayi Derneği, Ülke'nin tanınmış akaryakıt firmalarının üretimden tüketime kadar faaliyet gösteren şirketler tarafından 23 Eylül 1996 yılında kurulmuştur. LPG akaryakıtlar ve yağlama yağlarının üretimi, depolanması, dağıtımı, taşınması, kullanımı, emniyeti, çevreyle ilgili konular hakkında çalışmalarda bulunur (<http://www.petder.org.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015).
- b. **Geksander (Geri Kazanım Sanayicileri Derneği):** Geri Kazanım Sanayicileri Derneği; Geri dönüşüm sektöründe faaliyet gösteren şirketlere kazanımlar sağlanması, hukuk çerçevesinde ortak paydalar oluşturarak 14.04.2009 tarihinde Ankara'da kurulmuştur (<http://www.geksander.org>, Erişim Tarihi:14.04.2015).

## 5.6 ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ LASTİKLER (ÖTL)

Kullanımı tamamlandığı belirlenerek araçlardan çıkarılan ve lastik olarak kullanılmayacak olan lastiklerdir. Bünyesinde tehlikeli kimyasallar barındıran ve kontrolsüz şekilde alıcı ortamlara bırakıldığında büyük tehditler oluşturarak suyu ve havayı kirletmektedirler. ÖTL'lerin hiçbir şekilde vadi veya çukur yapımı için dolgu maddesi olarak kullanımı, depolama tesislerinde depolanması ve ısınma amaçlı kullanılması yasaktır. ÖTL'lerin geri kazanımı amaçlanmaktadır. Tesisler, Türk Standartları Enstitüsünden imalata yeterlilik belgesi almak ile yükümlüdür. Mekanik olarak kırma yöntemi ile çelik ve granül kauçuk ayırıştırma işlemi yapan, piroliz ve diğer yöntemler ile aromatik yağ, karbon siyahı elde eden ve benzeri işletme yerleridir (<http://cevreonline.com>, Erişim Tarihi:14.04.2015).

- a. **Lasder (Lastik Sanayicileri Derneği):** Ömrünü Tamamlamış Lastikler, tamirciler, servis sağlayıcılarında toplatılması, uygun yerlere taşınması ve geri kazandırılması amacıyla lastik firmalarının bir araya gelerek Türkiye çapında örgütlenmeleri ile 2007 yılının Nisan ayında kurulmuştur (<http://www.lasder.org.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015).

## 5.7 ELEKTRONİK ATIKLAR

Elektronik atık (e-atık) yaşam boyunca kullanılan elektronik aletlerin ömrünü tamamlayıp, kullanım süresini bitirmiş olmalarıyla ortaya çıkan atıklardır. E-atıklar, bilgisayar, yazıcı, telefon, faks- fotokopi makinesi, kablolar ve tıbbi cihazlar, cam, metallerdir. Elektronik atıklar geri dönüşüm veya yakılıp parçalandığında tehlikeli maddeler içermektedir. Çağımızda teknolojinin hızlı gelişmesi maliyeti düşük geri dönüşüm metodları ve malzeme seçeneği sağlamaktadır. Gelişen teknoloji ile yenilenen elektronik aletler atık olarak nitelendirilip, geri kazanıma yüksek derecede uygunluğundan ikincil hammadde olarak kullanılmaktadır. Elektronik atıklar toksik madde içerdiğinden dolayı büyük sorunlara yol açmaması için geri dönüşüm metodları ile maddelerin tamamı geri kazanılabilmektedir (Erdin 1998, Julius 2006, WEEE Richtlinie 2003).

“Elektrikli ve elektronik eşyalarda bazı zararlı maddelerin kullanımının sınırlandırılmasına dair 30.05.2008 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanan yönetmelik ile elektrikli eşyalar için 1000 Volt’luk alternatif akım ile, 1500 Volt’luk doğru akımı geçmeyecek şekilde tasarlanan, elektrik akımına bağlı çalışan eşyaları kapsamaktadır.

Elektronik Atık Çeşitleri:

- i.** Küçük ev ekipmanları (Tost Makinesi, Elektrik Süpürgesi vb.);
- ii.** Büyük ev ekipmanları (Bulaşık, Çamaşır Makinesi vb.);
- iii.** Telekomünikasyon ve bilişim ekipmanları (Telefon ve Bilgisayarlar vb.);
- iv.** Aydınlatmak için kullanılan ekipmanlar (Ampul ve Floresan çeşitleri vb.);
- v.** Tüketici ekipmanları (Müzik enstrümanları ve Fotoğraf-Video makineleri vb.);
- vi.** Tüm elektrik ve elektronik aletler (Büyük sanayi aletleri dışındaki matkap, testere vb.);
- vii.** Isıtıcı aletleri (Termostatlar, Isı ayarlayıcıları vb.);
- viii.** Eğlence, spor aletleri, oyuncaklar (Çeşitli video oyunları, jeton ile çalışan makineler)’dir.

Elektronik atıklarda yüksek miktarlarda bulunan zararlı maddelerin ayrılması geri dönüşüm sistemleri için önemli bir basamaktır. Aşağıda bu zararlı bileşenler sıralanmıştır.

- i.** Ağır metaller (civa, baryum, kadmiyum, kurşun, kalay);
- ii.** Poliklorit Biphenil;
- iii.** Yanmaya dayanıklı malzemeler;
- iv.** Flor karbon.

Büyük problem teşkil eden bileşenler özellikle bilgisayar, televizyon, monitör, video, cd, radyo gibi aletlerde bulunmaktadır. Örneğin bir bilgisayar monitörü veya bir televizyon 25 grama kadar kurşun, 3 gram çinko sülfid, 1.8 gram doğada nadir bulunan elementler, 0.1 gram kadmiyum sülfid ve 0.8 gram baryum içermektedir. Bu bileşenleri içeren elektronik atıklar çeşitli cevher hazırlama yöntemleriyle de zenginleştirilebilir (Çelik,2007).

- a.** Exitcom: Almanya'nın Hannover şehrinde 1999 yılında kurulmuştur. Geri dönüşüm konusunda hizmet vermek, elektronik ve elektrikli atıkların tekrar geri kazanımını sağlayan bir şirkettir. E-atık geri kazanım amacıyla 2003 yılında başlamış Türkiye'de bir çok projede yer almıştır. İki noktada hizmet veren şirket Türkiye / Kocaeli ve Almanya / Hannover'de çevre teknolojileri ile ilgili çözümler ve danışmanlık hizmeti vermektedir (<http://www.exitcom.com.tr>, Erişim Tarihi:14.04.2015).
- b.** Anel Doğa: Türkiye'de ilk ve tek olarak 2003 yılında kurulan elektronik atık geri dönüşüm tesisi Anel Doğa Entegre Geri Dönüşüm endüstrisidir. Anel Doğa elektronik ve elektrikli cihazlar (uçak, otomobil ömrünü tamamlamış atık kablolar, atık akümülatör ve tehlikeli atıklar) geçici depolama alanlarında faaliyet göstermektedir. Ömrünü tamamlamış araçlar, tehlikeli atıklar Anel Doğa tarafından geri dönüşüme kazandırılmaktadır. İzmir, Bursa, Kocaeli şubelerinde "atık yönetimi" konusunda bir çok kurum ve kuruluşa hizmet vermektedir (<http://www.aneldoga.com>, Erişim Tarihi:14.04.2015).

## 6. BEŞİKTAŞ İLÇESİ TANITIMI

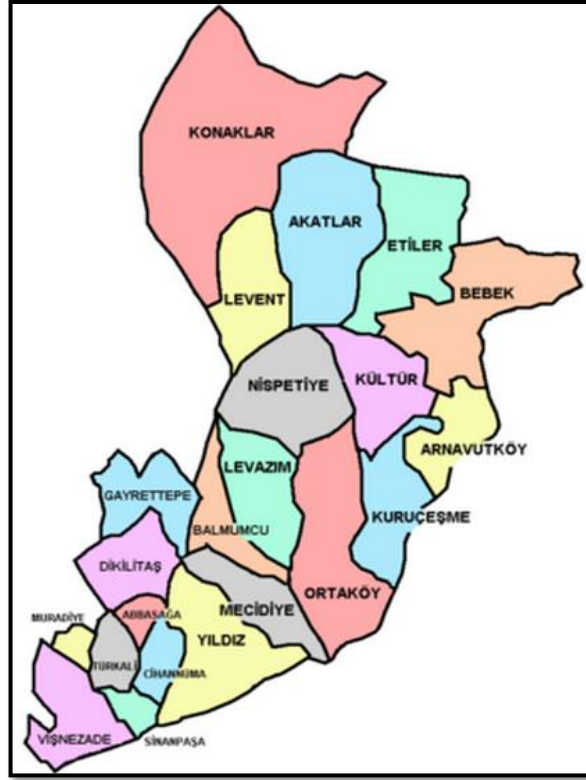
Beşiktaş ilçesinin yüzölçümü 11 km<sup>2</sup>, uzunluğu ise 8.4 km dir. İstanbul Boğazı'nın Avrupa yakasında yer alan bir ilçedir. Batısında Şişli ve Kağıthane, Güneybatısında Beyoğlu, Kuzeyinde ise Sarıyer ilçeleri yer almaktadır. ADNKS'nın 2014 verilerine göre nüfusu 188.793'dür. İstanbul kentinin küçük ilçelerinden biridir. Boğaziçi ve Fatih Sultan Mehmet köprü bağlantı yolları geçmektedir. Önceleri Beyoğlu ilçesine bağlı iken 1930 yılında kendi adı ile ilçe yapılmıştır.

Beşiktaş kıyıları, Bizans döneminde (4.-15.yüzyıl) önemli yapılarıyla tanınırdı. Bunlar; Fokas Manastırı, "Auaplus'ta (akıntıya karşı) bulunan Ayios Mihael Kilisesi ve Ayios Mamas Saray Kompleksi imparatorlar için yaz aylarında kullandıkları yerlerdi. Konstantinopolis'in kurucusu olan I. Constantinus (305-337) tarafından Ayios Mihael Kilisesi yaptırılmıŐ ve Gürcü, Hristiyan, Rum, Ermeni hacıların ziyaret ettiği yer olmuştur.

Osmanlı dönemi itibari ile yerleşim yeri kimliğini kazanmıŐtır. Karadeniz'den gelen Gürcü yağmacıların Bizans dönemi boyunca geldikleri ve yarattıkları zararlar neticesinde yerleşim açısından engel oluşturmuştur. Kaptan-ı Derya olarak anılan Barbaros Hayreddin PaŐa döneminde önemini arttırmıŐtır. Beşiktaş bulunduğu konumu ile Osmanlı donanma gemilerini demirlemek için liman olarak kullanmıŐtır. İstanbul'da olduğu zamanlarda Barbaros Hayreddin PaŐa kendisine yapılan yalıda ikamet etmiŐtir. Bir Sübyan mektebi, bir medrese ve kendi adını taşıyan bir cami inşa ettirmiŐtir. Barbaros Hayreddin PaŐa 1546 yılında Beşiktaş'ta defnedilmiŐtir.

Mustafa Kemal Atatürk'ün annesi Zübeyde Hanım'da KurtuluŐ SavaŐı öncesinde Akaretler semtinde (bugün Akaretler Mustafa Kemal Müzesi) ikamet ettiği bilinmektedir. Cumhuriyet'in ilan edilmesinden sonra Mustafa Kemal PaŐa'nın Dolmabahçe Sarayı'nda kalmasıyla ilçe önemini her zaman korumaktadır (<http://www.besiktas.bel.tr/>, Erişim Tarihi: 05.04.2015).

**Şekil 6.1: Beşiktaş İlçesi Mahalleleri**



Kaynak: <http://tr.wikipedia.org>, Erişim Tarihi: 30.05.2015

## 6.1 COĞRAFİ YAPISI

İlçe yüzölçümü 1.520 hektardır. 28-29 doğu boylamları ile 41.06-41.02 kuzey enlemleri arasındadır. Boğaz sahili uzunluğu 8.375 metredir. İstanbul Boğazı'nın Batı Kıyısında yer alan Beşiktaş; Doğusunda ve Güneydoğusunda'da İstanbul Boğazı, Güneybatısın'da Beyoğlu, Batısın'da Şişli ve Kuzeyin'de de Sarıyer ilçeleriyle çevrilidir. Bu sınırlar içinde 12.6 Km'lik bir alana yayılır ve 23 mahalleden oluşur. Bu mahalleler: Türkali, Sinanpaşa, Vişnezade, Muradiye, Cihannüma, Yıldız, Dikilitaş, Gayrettepe, Balmumcu, Levazım, Levent, Konaklar, Nispetiye, Akatlar, Ulus, Kültür, Bebek, Arnavutköy, Kuruçeşme, Ortaköy, Mecidiye ve Abbasağa 'dır (Kaynak: Beşiktaş Yaşam Rehberi, 2013).

## 6.2. İKLİMİ

Marmara bölgesi iklimi görülmektedir. Yaz mevsiminde sıcak ve yağışsız, kış mevsiminde ise ılıman ve yağış miktarı fazla olarak geçer. En az yağış Temmuz ayında ve en fazla yağış ise Kasım ayında görülür.

- i. Yıllık kar yağışlı gün sayısı: 7-10 gün
- ii. En düşük sıcaklık: - 15 derece
- iii. En yüksek sıcaklık: 40 derece
- iv. Yıllık ortalama nem: yüzde 77
- v. Deniz Suyu Sıcaklığı: 14 derece
- vi. En düşük sıcaklık: 6.4 derece (Şubat)
- vii. En yüksek sıcaklık: 21.7 derece (Ağustos) (<http://www.besiktas.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 05.04.2015).

## 6.3 EKONOMİK DURUM

Çağdaş Beşiktaş 'ın kimliğini belirleyen en önemli unsurlardan biri hareketli ve çok canlı bir ticaret hayatına sahip olmasıdır. 150.000'e yakın iş yeri, 5 Fabrikası, 400 civarında yan sanayi kuruluşu, 7000 Şirket merkezi, 85 Banka Şubesi ve Sermaya Piyasasında faaliyet gösteren kuruluşlarıyla kent, önemli bir ticaret merkezi olmaktadır. Finans, Ticaret ve Turizm merkezi olarak tasarlanan "Dünya Kenti" İstanbul için hazırlanan projenin en önemli uygulama alanı olarak Beşiktaş seçilmiş ve yıllar içinde büyük değişiklikler yaşanmıştır. Gökdelenlerin birbiri ardında boy gösterdiği Beşiktaş – Maslak üzerindeki Levent'de 3 bloktan oluşan Yapı Kredi Plaza, İş Plaza, Çanakkale Seramik İş Merkezi, Sabancı'nın İkiz Kuleleri (Sabancı Center), The Plaza Hotel, BJK Kartal Yuvası İkiz Kuleleri ve Maslak'da yükselen gökdelenler dizisinde diğerleriyle bir bütünlük oluşturduğu ilçedir.

Türkiye'nin ekonomik hayatına yön veren şirketlerin, Holding'lerin merkezleri toplanmış, ticaretin kalbi bu ilçede bulunmaktadır. Modern şehirciliğe uygun yerleşimiyle kent planında "Prestij" bölgesi olarak anılan Etiler ve civarı hızlı bir dönüşüme sahne olarak ticaret merkezi haline gelmiştir. Akmerkez gökdelenlerinin iş ve alışveriş merkezi olarak yarattığı cazibe çevreye de etki etmiş, çok sayıda villa ve konut iş yerine dönüşmüştür.



Beşiktaş İlçesi'nin ticari kimliği ve etkinliğine bağlı olarak, refah düzeyi yüksek ve hareketli bir yönetici tabakası oluşturmuştur. Uluslararası ticaret'in ve iş kapasitesinin yarattığı yabancı nüfustaki belirgin artış da eklenince konaklama ve eğlence gereksinimi ön plana çıkmıştır. Bundan dolayı da çok yıldızlı ve kaliteli oteller Beşiktaş'da toplanmıştır. (Swiss Hotel, Parksa Hilton, Conrad Hotel, Kempinski Hotel, The Plaza Hotel, Dedeman Hotel, Renaissance Hotel, Princess Hotel, Radisson Hotel, Ottoman Hotel ) (Kaynak: Beşiktaş Yaşam Rehberi, 2013).

#### 6.4 NÜFUS DURUMU

Aşağıdaki tabloda yıllara göre nüfus durumları verilmiştir:

**Tablo 6.1: Yıllara Göre Nüfus Durumları**

Yıl	Toplam
1965	107.442
1970	136.105
1975	174.931
1980	188.117
1985	204.911
1990	192.210
2000	190.813
2010	184.390
2013	186.570
2014	188.793

Kaynak: [http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce\\_nufus.php?ilceid=198636](http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce_nufus.php?ilceid=198636), Erişim Tarihi: 08.02.2015

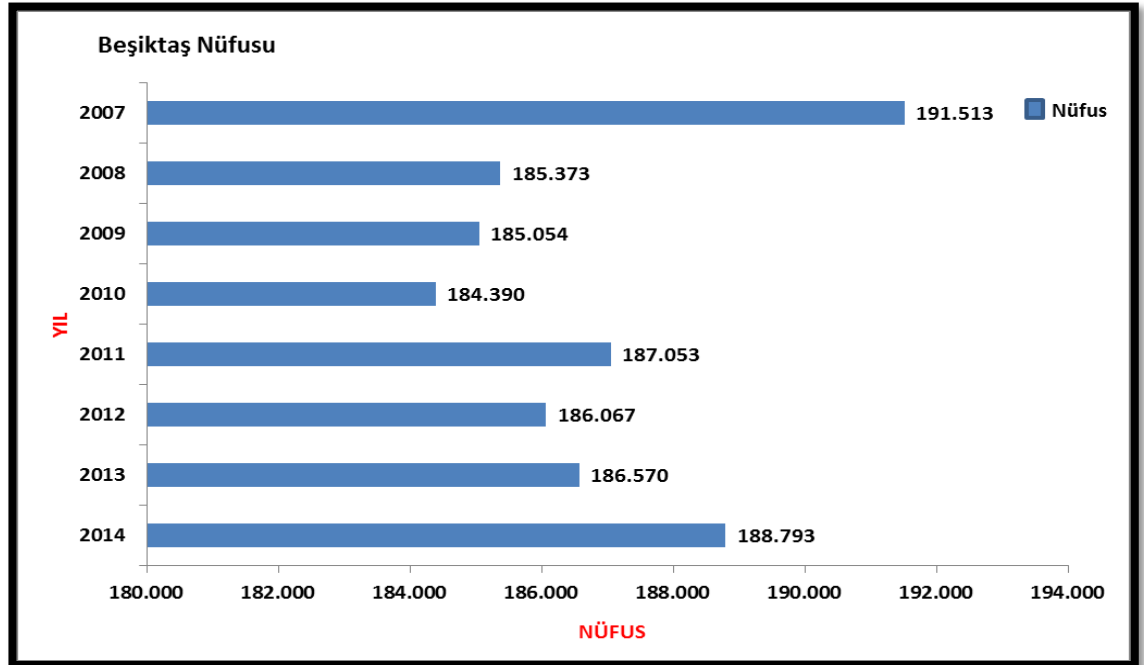
Aşağıdaki tabloda erkek ve kadın nüfusları yıllara göre nüfus dağılımı verilmiştir:

**Tablo 6.2: Erkek ve Kadın Nüfusları Yıllara Göre Nüfus Dağılımı**

Yıl	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Toplam Nüfus
2014	88.207	100.586	<b>188.793</b>
2013	86.989	99.581	<b>186.570</b>
2012	87.033	99.034	<b>186.067</b>
2011	87.612	99.441	<b>187.053</b>
2010	86.786	97.604	<b>184.390</b>
2009	87.483	97.571	<b>185.054</b>
2008	87.427	97.946	<b>185.373</b>
2007	90.850	100.663	<b>191.513</b>

Kaynak: [http://www.nufusu.com/ilce/besiktas\\_istanbul-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/besiktas_istanbul-nufusu), Erişim Tarihi:08.02.2015

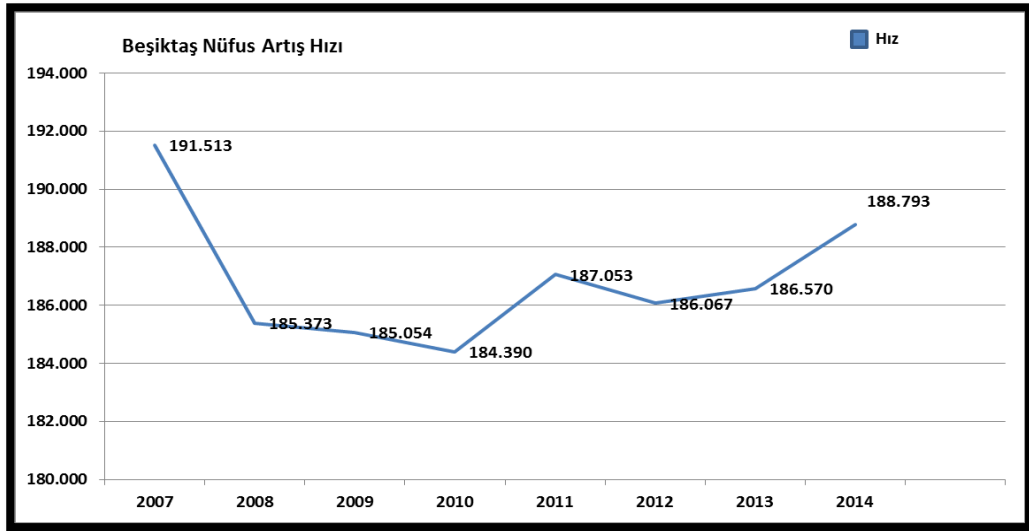
**Şekil 6.2: Beşiktaş Nüfusu Yıllara Göre Artış Grafiği**



Kaynak: [http://www.nufusu.com/ilce/besiktas\\_istanbul-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/besiktas_istanbul-nufusu), Erişim Tarihi: 08.02.2015

Şekil 6.2 'de Beşiktaş İlçesinin nüfusu incelendiğinde yıllar içinde küçük değişiklikler göstermekle birlikte genel temayüllerini sürdürdüğü görülmektedir. Örneğin 2007 yılında 192.000 civarında olan ilçe nüfusu küçük azalmalara 2010 yılında 185.000 'li rakamlara düşmüş ise de daha sonraki artışlarla 2014 yılında 189.000' li rakamlara ulaşmıştır (Kaynak: [http://www.nufusu.com/ilce/besiktas\\_istanbul-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/besiktas_istanbul-nufusu), Erişim Tarihi: 08.02.2015).

**Şekil 6.3: 2006-2014 Yılları Arasında Beşiktaş Nüfus Artış Hızı**



Kaynak: [http://www.nufusu.com/ilce/besiktas\\_istanbul-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/besiktas_istanbul-nufusu), Erişim Tarihi:08.02.2015

Şekil 6.3'de Beşiktaş ilçesine ait nüfus artış hızları yer almaktadır. 2006-2014 yılları arası nüfus artış hızlarındaki değişimi göstermektedir. 2008 yılında artış hızı -3.21'de iken, 2011 yılında bu oran 1.44'e ulaşarak ve 2014 yılı içinde 1.19'a düşüş göstermiştir (Kaynak: [http://www.nufusu.com/ilce/besiktas\\_istanbul-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/besiktas_istanbul-nufusu), Erişim Tarihi:08.02.2015).

**Tablo 6.3: 2014 Yılı Beşiktaş Mahalle Nüfusları**

Yıl	İlçe	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu
2014	Beşiktaş	Dikilitaş	17.305
2014	Beşiktaş	Konaklar	16.504
2014	Beşiktaş	Akatlar	15.582
2014	Beşiktaş	Gayrettepe	14.100
2014	Beşiktaş	Nispetiye	12.442
2014	Beşiktaş	Etiler	12.248
2014	Beşiktaş	Mecidiye	11.164
2014	Beşiktaş	Türkali	10.939
2014	Beşiktaş	Ortaköy	9.617
2014	Beşiktaş	Vişnezade	8.102
2014	Beşiktaş	Ulus	7.338
2014	Beşiktaş	Levazım	5.853
2014	Beşiktaş	Bebek	5.847
2014	Beşiktaş	Yıldız	5.626
2014	Beşiktaş	Abbasağa	5.502
2014	Beşiktaş	Muradiye	5.161
2014	Beşiktaş	Kültür	4.798
2014	Beşiktaş	Arnavutköy	4.220
2014	Beşiktaş	Cihannuma	4.031
2014	Beşiktaş	Balmumcu	3.399
2014	Beşiktaş	Kuruçeşme	3.310
2014	Beşiktaş	Levent	3.180
2014	Beşiktaş	Sinanpaşa	2.525

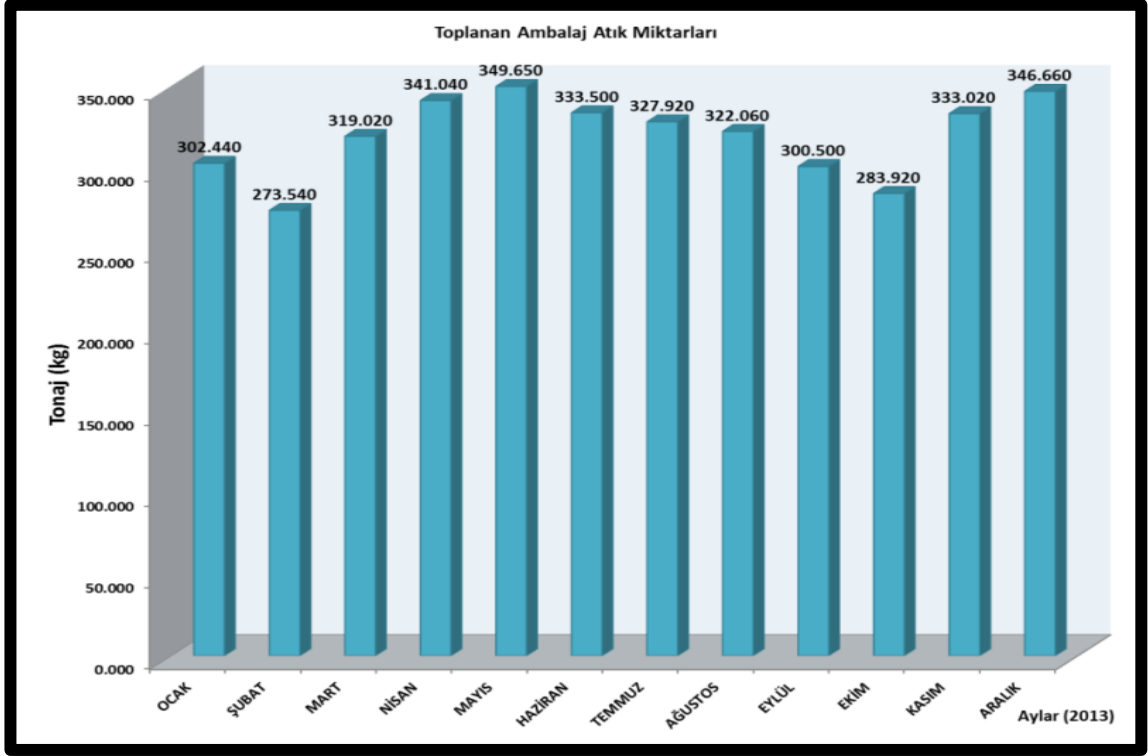
Kaynak: [http://www.nufusu.com/ilce/besiktas\\_istanbul-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/besiktas_istanbul-nufusu), Erişim Tarihi:08.02.2015

**Şekil 6.4: Çöp konteyner görünümü**



Kaynak: <http://www.besiktas.bel.tr/>, Erişim Tarihi: 08.02.2015

Şekil 6.5: 2013 Yılı Atık Miktar Grafiği



AYLAR (2013)	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
Atık Miktarı (kg)	302.440	273.540	319.020	341.040	349.650	333.500	327.920	322.060	300.500	283.920	333.020	346.660	3.833.270

Kaynak: Beşiktaş Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü

Şekil 6.5’de Beşiktaş ilçesi sınırları içerisinde Belediye imkanları ile toplanan atık miktarları geçen yıllar içerisinde artış göstermekte ve bu artışlar 2012-2013 yılları arasında 1.11 kat artarak yaklaşık olarak 4.000 tona ulaşmıştır. 2013 yılı içerisinde de toplanan atık miktarları kış ve sonbahar aylarında bir miktar düşmekle birlikte (Şubat ayında 273 ton ile en düşük) ilkbahar ve yaz aylarındaki artışlarla (Mayıs ayında 350 ton ile en yüksek) aylık ortalama yaklaşık olarak 300 ve yıllık 4.000 ton atık miktarına ulaşmaktadır.

## 7. MATERYAL VE METOD UYGULAMA

### 7.1 KATI ATIK KARAKTERİZASYONU

Ülkemizde Büyükşehir Belediyelerine, Belediyeler Kanunu ile katı atıkların toplanması, taşınması ve geri kazanılması ile bertarafına karar verilmesi yükümlülüğü verilmiştir. Yönetmelikler’de katı atıkların ayrı toplanması, taşınması, geri kazanılması, düzenli depolanması, sahaların rehabilitasyonu, tesisler için yer seçimi ile ilgili konular 14.03.1991 tarihinde Katı Atıklar’ın Kontrolü Yönetmeliği ve Katı Atık depo alanları ile ilgili yönelge ile belirlenmiştir. Belediyelerin katı atık bertaraf tesisleri kurarak sorunların çözümünde ve çevre kirliliğini önleme alanında da en uygun teknoloji kullanmak zorundadırlar. Katı atık karakterizasyonu, o bölgede kurulacak katı atık sisteminin atık miktarı ve nitelik belirlemesi ile yer alacak tesislerin kapasitelerine karar verir (Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği).

Katı atıkların bertaraf edilmesi için uygulanan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Uygulanacak doğru yöntemin seçiminde katı atık karakterizasyonunun önemi büyüktür. Katı atık karakterizasyonu madde grup analizi ile atık bileşimini ve çeşidini tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır. Bölgenin sosyo-ekonomik düzeyi, gelişmişlik durumu ve teknolojik gelişmelerin etkisi ile farklılık göstermektedir. İstanbul kenti için ilk katı atık karakterizasyon çalışması 1979 yılında yapılmıştır (Borat, Katı Atık Yönetimi,2005; Suman, Ravindra, Visscher, Dahiya R, Chandra, Municipal solid waste characterization and its assessment for potential methane generation, 2006).

Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodu: Her bölgenin sosyo- ekonomik durumu değişiklik gösterdiği için belirli zaman aralıklarıyla ve farklı yerlerde katı atık karakterizasyonu yapılmalıdır. Katı atık karakterizasyonu yapılması için kantar, kap, plastik örtü, eldiven, gözlük, çizme, süpürge, kürek, tırmık, defter, kalem gerekmektedir. İşleme başlamadan önce tehlikeli durumlar gözönüne getirilmelidir. Cam parçaları, şırınga, çivi, kesici aletler atığın içinde bulunabilir. Bunun için görevliler uyarılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır (maske, eldiven ve gözlük). Tehlikeli atıklar ayrı bir yerde toplanarak, görevli tarafından kontrol altına alınmalıdır. Karakterizasyonu yapılacak katı atıklar sıkıştırılmadan getirilmelidir (T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodu).

Katı Atık Karakterizasyonu için Kullanılan Yöntemler: Bir ilde katı atık karakterizasyonu yapılmak istendiğinde farklı noktalardan (gelir seviyesi düşük, orta, yüksek) alınan numuneler sıkıştırılmadan toplanmalıdır. Haftabaşı (Pazartesi), hafta arası (Salı) alınan numuneler uzman gözetiminde ve aynı miktarlarda olmalıdır. Atık toplama aracının toplama noktası, sıkıştırmalı olup olmadığı ve aracın hacmi konularında bilgiler alınmalıdır. Atık karakterizasyonu yapılacak zemin düzgün olmalı ve dayanıklı bir örtü ile serilerek kantar ile tartım gerçekleştirilmelidir. Katı atık bileşenlerine göre ayrı kaplar bulunur ve numunelerin adlarına göre ayırım yapılır. Analize başlamadan önce kapların boş ağırlıkları belirlenir (dara). Örtü üzerinde toplanan atıklar (yemek atıkları en sona bırakılır) uygun kaplara konur. Suyun buharlaşması nedeniyle kütle kaybı olacağından hızlı bir şekilde ayrılmalıdır. Uygun kaplara ayrılan atıklar tartılır, brüt ile dara farkı bulunur ve net ağırlığı verir. Bu işlem her katı atık bileşeni için ayrı ayrı uygulanır (T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodu).

## 7.2 BİYOKÜTLE ANALİZ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

- a. **ASTM D 7582-12:** Nem, kuru esasa göre uygulama prosedürler kullanılarak diğer analitik sonuçları hesaplamak için kullanılır D3180. Nem Test Yöntemi ile belirlenmiştir. Hava-kuru nem kaybı ile bağlantılı olarak da kömür toplam nemi belirlemek için kullanılabilir D3302. Kül verimi, kömür ve kok örnekleri ısıtıldıktan sonra kalan tortudur.

Kül verimi için kullanılır: oksijen nihai analiz hesaplanmasında örnekleme işlemlerini ve kömür temizlik işlemlerini değerlendirmek için kullanılan bir parametredir. Hesaplamalarda malzeme dengesi, reaktivite ve gazlaştırma ve sıvılaştırma gibi kömür dönüşüm süreçlerine ilgili ürünlerin verimleri, elektrostatik çöktürücü ve uçucu kül ve taban külü gibi hesaplamalarda kazan sistemlerinde erozyon oranlarını tahmin etmek için kullanılır. Uçucu madde verimi, burada tarif edildiği gibi kömürleşme ve kok verimi için kullanılabilir. Sabit karbon hesaplanmış bir değerdir. Nem oranı, kül ve uçucu maddenin toplamı arasındaki farktır.

Nem, uçucu madde, kül ve belirlenmesi ve uygulama çerçevesinde hazırlanan kömür ve kok örneklerinin analizinde sabit karbon hesaplamak için kullanılır (D2013 ve D346). Mikrogram boyutu örnekleri kullanılarak termogravimetrik analiz cihazları için geçerli değildir. Test Yöntemleri D3173, D3174 ve D3175 hakem test yöntemleri kabul edilecektir. SI birimleri cinsinden belirtilmiştir 1.4 değerler, standart olarak kabul edilmelidir. Uygun güvenlik-sağlık uygulamaları kurmak ve kullanmak için önce düzenleyici kısıtlamalar uygulanabilirliğini belirlemelidir.

- b. ASTM E 1755-01:** Kül içeriği, biyokütle mineral içeriği ve diğer inorganik maddelerin yaklaşık ölçüsüdür. Kül içeriği biyokütle numunelerin toplam bileşimin belirlenmesi için başka deneyler ile bağlantılı olarak kullanılır. Bu test yöntemi, kül belirlenmesini kapsar (sert ve yumuşak ağaçlardan otsu maddelerin tarımsal artıkların,  $(575 \pm 25 \text{ C 'de, oksidasyon})$  kuru oksidasyonundan sonra kalan tortu kütle yüzdesi olarak ifade edilir. (kâğıt ve gazete kağıdı). Numune kütlesi 105 C fırında kurutulma işlemine tabi tutulur. SI birimleri cinsinden belirtilmiştir ve standart değerler olarak kabul edilmelidir. Uygun güvenlik-sağlık uygulamaları kurmak ve kullanmak için önce düzenleyici kısıtlamalar uygulanabilirliğini belirlemelidir.
- c. ASTM D 3172-13:** Test yöntemleri ile tarif edilen, kömür bileşenlerine ait yanıcı oranı gösterir, zenginleştirme için ya da diğer amaçlarla değerlendirmek için kullanılabilir. Bu uygulama nem, uçucu madde ve kül ASTM kurulan prosedürlere göre öngörülen yöntemlerle hazırlanan ve analiz edilen sabit karbon hesaplama değerini kapsar. Uygun güvenlik-sağlık uygulamaları kurmak ve kullanmak için önce düzenleyici kısıtlamalar uygulanabilirliğini belirlemelidir.



- d. ASTM D 4239-14:** Kükürt kömür ve kok nihai analizinin bir parçasıdır. Kükürt analizi, bilimsel amaçlarla kömür ve kok yakma veya dönüşüm süreçleri ile ilgili kömür ve kok kalitesinin değerlendirilmesi, kükürt emisyonları için kömür hazırlama – temizleme ve değerlendirilmesi için kullanılır. Bu test yöntemi, yüksek sıcaklıkta kömür veya kok örneklerinde tüp fırın yanma ile kükürt tayinini kapsar. Otomatik ekipman kullanıldığında etkili bir yöntem olarak sınıflandırılabilir. SI birimleri cinsinden belirtilmiştir ve standart değerler olarak kabul edilmelidir. Uygun güvenlik-sağlık uygulamaları kurmak ve kullanmak için önce düzenleyici kısıtlamalar uygulanabilirliğini belirlemelidir.
- e. ASTM D 5865-13:** Isıl değer amacıyla kömür ya da kok miktarı toplam kalori içeriğini hesaplamak için kullanılabilir. Endüstriyel yakıtlar için kömür düzenleyici gereksinimleri karşılayıp karşılamadığını belirlemek ve kükürt içeriği kalorifik değerinin hesaplanması için kullanılabilir. Kalorifik değer zenginleştirme süreçlerinin etkinliğini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu test yöntemi, bir isoperibol veya adyabatik kalorimetre tarafından kömür ve kok kalorifik değerinin belirlenmesi ile ilgilidir. SI birimleri cinsinden belirtilmiştir ve standart değerler olarak kabul edilmelidir. Uygun güvenlik-sağlık uygulamaları kurmak ve kullanmak için önce düzenleyici kısıtlamalar uygulanabilirliğini belirlemelidir.
- f. ISO 1928-09:** Katı yakıtlar için kalorimetrik yöntemle kalorifik değerinin hesaplanması ve belirlenmesi ISO 1928: 2009 sabit hacimde ve benzoik asit yanması ile kalorimetre 25 C referans sıcaklığında katı yakıt kalorifik değerinin tayini için yapılan metodu kapsar. Elde edilen sonuç, yanma ürünleri ile analiz numunesinin kalorifik değerini göstermektedir. Uygulama esnasında yakıt sabit (atmosfer) basınç altında yakılır ancak baca gazları ile buharlaştırılarak uzaklaştırılır. Bu koşullar altında, yanma ısısı sabit bir basınçta ve kalori değerindedir. Sabit bir hacimde kalori değeri de kullanılabilir ve değerleri hesaplamak için denklemler verilmiştir.
- (<http://www.astm.org/Standards>, Erişim tarihi: 10.03.2015)

### 7.3 UYGULAMA

Bu çalışma 2014 Aralık ayında yapılmış olup, Gayrettepe Bölgesinin 4 ayrı noktasından 0.25 gr 'lık olmak üzere toplamda 2 kg katı atık numunesi alınmıştır. Alınan numuneler için Tubitak Marmara Araştırma Merkezi Enerji Enstitüsü Laboratuvarlarına götürülerek biyokütle analizi yapılmıştır. Ayrı noktalardan alınan numuneler için nem, kül, uçucu madde, sabit karbon, toplam kükürt, alt ve üst ısıl değer olmak üzere grup analizleri yapılmıştır. Beşiktaş İlçesinde evsel katı atıkların karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Beşiktaş İlçesinin; kağıt, plastik, cam, metal ve organik atıkları ayrıştırma yapılmadan kollektif biçimde toplanmaktadır. Atık kompozisyonu içinde, organik madde içeriği kilogram bazında değerlendirildiğinde yüzdesel olarak 97.70 gibi yüksek bir oranda olup, 2.18 geri dönüştürülebilir katı atıklar ve 0.08 tıbbi atıklar oluşturmaktadır. Evsel katı atıkların nem içeriği miktarı 65.39, kalorifik değeri ise 1.440 kcal/ kg olarak hesaplanmıştır.

**Şekil 7.1: Tübitak'a götürülen numune örneği**



*Kaynak:* Bu tablo Ecem Ünaldı tarafından hazırlanmıştır.

**Tablo 7.1: Beşiktaş Belediyesi mahalle ve atık verileri:**

AŞAMALAR	Mahalle Adı	Konut Sayısı	Nüfus	İşyeri Sayısı	Okul Sayısı	Öğrenci Sayısı	Kamu Kurum Kuruluş Sayısı	200 m <sup>2</sup> 'den Küçük Market Sayısı	200 m <sup>2</sup> 'den Büyük Market Sayısı	AVM	Turistik Tesis Sayısı	OSB Sayısı	OSB İşletme Sayısı	OSB Çalışan Nüfusu	Terminal Sayısı	Aşama Nüfusunun Toplam Nüfusa Oranı	Aşamaların Başlangıç Tarihi	Oluşan Ambalaj Ağırlığı (ton/gün)
1. AŞAMA	Akat	7.335	16.454	556	12	5.643	1	11	13	2	0	0	0	0	0	8.90	18.04.2011	0.78
	Nispetiye	8.554	13.085	757	4	1.079	3	4	0	0	0	0	0	0	0	7.08		0.62
	Etiler	5.339	10.324	404	10	3.294	1	9	6	4	0	0	0	0	0	5.59		0.49
	Konaklar	5.068	10.689	317	8	4.813	2	3	1	0	1	0	0	0	0	5.78		0.51
	Levent	2.146	3.819	646	7	1.975	7	10	3	1	1	0	0	0	0	2.07		0.18
	<b>TOPLAM</b>	<b>28.442</b>	<b>54.371</b>	<b>2680</b>	<b>41</b>	<b>16.804</b>	<b>14</b>	<b>37</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>29.42</b>		<b>2.58</b>
2. AŞAMA	Kültür	2.452	6.814	376	3	2.562	0	4	4	0	1	0	0	0	0	3.68	01.01.2012	0.32
	Arnavutköy	2.759	5.592	156	4	1.479	0	5	4	0	0	0	0	0	0	3.02		0.26
	Kuruçeşme	1.607	4.804	36	1	153	1	3	4	0	2	0	0	0	0	2.60		0.23
	Bebek	3.501	6.972	211	2	652	2	8	5	0	1	0	0	0	0	3.77		0.33
	Ulus	3.715	8.229	55	8	2.193	0	3	6	0	0	0	0	0	0	4.45		0.39
	Ortaköy	5.636	10.256	197	4	1.190	1	5	3	0	2	0	0	0	0	5.54		0.48
<b>TOPLAM</b>	<b>19.670</b>	<b>42.667</b>	<b>1031</b>	<b>22</b>	<b>8.229</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>2</b>		
3. AŞAMA	Dikilitaş	6.619	5.048	400	6	2.152	2	4	6	0	0	0	0	0	0	2.73	01.01.2013	0.24
	Gayrettepe	5.497	13.630	557	2	1.565	3	7	14	0	4	0	0	0	0	7.37		0.64
	Balmumcu	192	3.161	354	7	2.396	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1.71		0.15
	Yıldız	4.428	5.934	176	5	2.363	6	4	4	1	5	0	0	0	0	3.21		0.28
	Mecidiye	7.316	12.396	328	5	968	1	4	17	0	0	0	0	0	0	6.70		0.59
	Levazım	2.331	5.526	28	2	277	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2.99		0.26
<b>TOPLAM</b>	<b>26.383</b>	<b>45.695</b>	<b>1.843</b>	<b>27</b>	<b>9.721</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24.70</b>	<b>2.16</b>		
4. AŞAMA	Vişnezade	5.364	7.403	299	2	395.000	1	4	8	0	6	0	0	0	0	4.00	01.01.2014	0.35
	Sinanpaşa	4.378	3.961	926	0	0	3	6	0	2	1	0	0	0	0	2.14		0.19
	Cihannüma	2.111	5.048	562	2	1.138	4	5	7	0	1	0	0	0	0	2.73		0.24
	Abbasğa	2.581	6.410	141	1	109	0	7	10	0	0	0	0	0	0	3.46		0.3
	Türkali	7.033	11.970	744	1	580	0	10	17	0	1	0	0	0	0	6.47		0.57
	Muradiye	3.472	7.529	102	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	4.07		0.36
<b>TOPLAM</b>	<b>24.939</b>	<b>42.321</b>	<b>2.774</b>	<b>6</b>	<b>2.222</b>	<b>8</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22.87</b>	<b>1.47</b>		
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>99.434</b>	<b>185.054</b>	<b>8.328</b>	<b>96</b>	<b>36.976</b>	<b>40</b>	<b>122</b>	<b>137</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>8</b>		

Kaynak: Beşiktaş Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü

**Tablo 7.2: Beşiktaş Belediyesinden alınan 2014 Yılı Ocak – Aralık ayları arasında toplanan ilçenin atık miktarları**

ATIK TOPLAMA DÖNEMİ	ATIK ÇEŞİDİ			TOPLAM (kg)
	EVSEL ATIKLAR	KATI ATIKLAR	TIBBİ ATIKLAR	
<b>OCAK</b>	9.740.140	250.550	10.900	10.001.590
<b>ŞUBAT</b>	8.786.160	248.400	11.750	9.046.310
<b>MART</b>	9.849.140	212.600	12.300	10.074.040
<b>NİSAN</b>	9.867.420	211.100	12.100	10.090.620
<b>MAYIS</b>	11.272.620	216.200	11.850	11.500.670
<b>HAZİRAN</b>	11.477.160	193.250	10.000	11.680.410
<b>TEMMUZ</b>	10.051.720	192.500	9.050	10.253.270
<b>AĞUSTOS</b>	10.636.320	184.650	8.900	10.829.870
<b>EYLÜL</b>	11.426.020	227.200	9.750	11.662.970
<b>EKİM</b>	11.836.020	264.150	9.300	11.109.470
<b>KASIM</b>	11.974.040	266.800	9.400	12.250.240
<b>ARALIK</b>	12.011.010	272.400	9.800	12.293.210
<b>TOPLAM</b>	<b>127.927.770</b>	<b>2.739.800</b>	<b>125.100</b>	<b>130.792.670</b>
<b>Günlük Ort. Toplanan Çöp Miktarı</b>				<b>: 290.804 Kg</b>

*Kaynak:* Beşiktaş Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü

**Tablo 7.3: Beşiktaş Belediyesi verileri doğrultusunda 2014 Yılı ilçe sınırları içerisinde toplanan atık çeşitlerinde aylara göre yüzdesel dağılımı**

Yüzde (%)	Ocak (%)	Şubat (%)	Mart (%)	Nisan (%)	Mayıs (%)	Haziran (%)	Temmuz (%)	Ağustos (%)	Eylül (%)	Ekim (%)	Kasım (%)	Aralık (%)	TOPLAM (%)
<b>Organik Atıklar</b>	7,55	6,81	7,64	7,65	8,74	8,90	7,80	8,25	8,86	9,18	9,29	9,32	100,00
<b>Katı Atıklar</b>	9,14	9,07	7,76	7,71	7,89	7,05	7,03	6,74	8,29	9,64	9,74	9,94	100,00
<b>Tıbbi Atıklar</b>	8,72	9,36	9,84	9,68	9,44	8,00	7,24	7,12	7,80	7,44	7,52	7,84	100,00

*Kaynak:* Bu tablo Ecem Ünal'dı tarafından hazırlanmıştır.

**Tablo 7.4: Beşiktaş Belediyesi Verileri Doğrultusunda 2014 Yılı İlçe Sınırları İçerisinde Toplanan Atıkların Aylık Bazda Yüzdesel Dağılımı**

Yüzde (%)	Ocak (%)	Şubat (%)	Mart (%)	Nisan (%)	Mayıs (%)	Haziran (%)	Temmuz (%)	Ağustos (%)	Eylül (%)	Ekim (%)	Kasım (%)	Aralık (%)
<b>Organik Atıklar</b>	97,39	97,12	97,77	97,79	98,02	98,26	98,03	98,21	97,97	97,74	97,75	97,70
<b>Katı Atıklar</b>	2,50	2,75	2,11	2,09	1,88	1,65	1,88	1,70	1,95	2,18	2,18	2,22
<b>Tıbbi Atıklar</b>	0,11	0,13	0,12	0,12	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
<b>TOPLAM (yüzde)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Kaynak:* Bu tablo Ecem Ünal'dı tarafından hazırlanmıştır.

**Tablo 7.5: Tübitak Analiz Sonuçları**

ANALİZLER	BİRİM	ANALİZ SONUÇLARI			YÖNTEM
		ORİJİNAL BAZDA	HAVA KURU BAZDA	KURU BAZDA	
<b>NEM</b>	% ağırlık	65,39	8,17	-	ASTM D 7582-12
<b>KÜL</b>	% ağırlık	3,98	10,57	11,51	ASTM E 1755-01 (Reapp.2007)
<b>UÇUCU MADDE</b>	% ağırlık	26,14	69,35	75,52	ASTM D 7582-12
<b>SABİT KARBON</b>	% ağırlık	4,49	11,91	12,97	ASTM D 3172-13
<b>TOPLAM KÜKÜRT</b>	% ağırlık	0,09	0,23	0,25	ASTM D 4239-14
<b>ALT ISIL DEĞER</b>	cal / g	984	3521	3883	ASTM D 5865-13 ISO 1928-09
<b>ÜST ISIL DEĞER</b>	cal / g	1440	3821	4161	ASTM D 5865-13

*Kaynak:* Tübitak

## 8. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmalar sonucu Beşiktaş İlçesinden toplanan numunelerin Tübitak MAM (Marmara Araştırma Merkezi) Enerji Enstitüsü'nde tabloda görülen metodlara uygun bir şekilde analiz edilerek incelenmiş ve bu sonuçlar elde edilmiştir. Materyal ve Metod bölümünde verilmiş olan Tablo 7.5'de Beşiktaş Belediyesinden belirli periyotlarla ve farklı konteynerlerden alınmış olan numunelerdeki analizlerde ASTM D 7582-12 standartına göre nem analizi sonucu yüzde ağırlık birimi olarak orijinal bazda yüzde 65,39, hava kuru bazda yüzde 8,17 olarak ölçülmüştür. Literatürdeki Demir ve Arkadaşlarının 2012 yılında yapmış olduğu "Kentsel Katı Atık Karakterizasyonu" çalışması ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada Türkiye'deki özellikle İstanbul'daki belediyelerin katı atık karakterizasyonundaki örnekleri yer almaktadır. Katı atık örneklerinden madde grubu, nem içeriği ve kalorifik değer analizleri bulunmaktadır. Servis aktarma istasyonlarında toplanmış olan bu veriler göstermektedir ki; katı atık bileşimlerinde yaklaşık yüzde 54'ü organik, yüzde 15,57 oranı ise kağıt, karton bileşiminden oluşmuştur. Ortalama nem içeriği yüzde 62,41 olarak hesaplanmıştır (Demir ve Arkadaşları, Characterization of Municipal Solid Waste in İstanbul, Turkey, 2012).

Aynı tablodan görüldüğü üzere ASTM E 1755-01 standartına göre kül analizi yüzde ağırlık olarak orijinal bazda 3,98, hava kuru bazda 10,57 olarak tespit edilmiştir. Uçucu madde olarak ise ASTM D 7582-12 standartına göre yüzde ağırlık olarak orijinal bazda 26,19, hava kuru bazda yüzde 69,35, kuru bazda yüzde 75,52 olduğu görülmektedir. Yapılan analiz sonuçlarında sabit karbon değerinin ASTM D 3172-13 kodlu metoda göre yüzde ağırlık orijinal bazda 4,49, hava kuru bazda 11,91, kuru bazda ise 12,97 olarak tespit edilmiştir. Toplam kükürt olarak ASTM D 4239-14 metoduna göre yüzde ağırlık olarak orijinal bazda 0,09, hava kuru bazda 0,23, kuru bazda 0,25 olarak bulunmuştur.

Alt ısı değer ölçümleri ise ASTM D 5865-13 ISO 1928-09 metoduna göre cal/g olarak orijinal bazda 984, hava kuru bazda 3.521, kuru bazda 3.883 olarak tespit edilmiştir. Son olarak üst ısı değeri bakımından ise ASTM D 5865-13 yöntemine göre cal/g olarak orijinal bazda 1.440, hava kuru bazda 3.821, kuru bazda 4.161 olarak tespit edilmiştir. Literatürdeki Demir ve Arkadaşlarının 2012 yılında yapmış olduğu “Kentsel Katı Atık Karakterizasyonu” çalışması ile çıkan sonuç paralellik göstermektedir. Katı atık karakterizasyon analizleri sonucu 1.435 kcal kg<sup>-1</sup> olarak kalorifik değer hesaplanmıştır.

Analiz sonuçlarına göre karışık atık kalorifik değeri; yakma yönteminin kullanılması açısından uygun görülmemektedir. Nem içeriğinin yüksek miktarda olması ve yüksek organik madde içeriğinin, atıkların kalorifik değerinin düşük olmasına neden olmaktadır. Literatürdeki Ökten ve Arkadaşlarının 2012 yılında yapmış oldukları “Katı Atık Bertarafında Alternatif bir Yöntem Yakma Teknolojisi” çalışmasına göre yakma, düzenli depolama yöntemi ile karşılaştırıldığında maliyeti yüksek olduğu görülmüş fakat üretilen enerji sayesinde bu yatırımın geri dönüşümü mümkün olmuştur (Ökten ve Arkadaşları, Katı atık bertarafında alternatif bir yöntem yakma teknolojisi, 2012).

İstanbul Katı Atık Yönetimi Fizibilite Raporu’na göre atığın kalorifik değerinden enerji eldesi için en az 2.000-2.500 kcal/kg, ilave yakıt olmadan yanması için ise 1.500-1.600 kcal/kg olması gerekir. (Öztürk İ., Demir İ., Akgül O., Yıldız Ş., “İstanbul İçin AB İle Uyumlu Entegre Katı Atık Yönetimi Stratejik Planı”, TÜRKAY 2007 AB Sürecinde Türkiye’de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İstanbul, 2007)

Yapılan çalışmalar sonucunda, Beşiktaş İlçesinde oluşan atıkların yakma yöntemi ile bertaraf edilmesi sonucu olarak çıkan ısının enerji esaslı kullanımı için atık kalorifik değerinin artırılması ve nem içeriğinin azaltılması gerekmektedir. Sonuç olarak; yapılan literatür çalışması analizi ve değerlendirmeleri sonucunda Beşiktaş bölgesinde belirli periyotlarla ve farklı konteynerlerden alınmış olan numunelerdeki analiz sonuçlarına göre genel bir karakterizasyon yapılmıştır. Yapılan karakterizasyon sonucunda atığın yakılarak enerji eldesinin sağlanmasının alternatif bir seçenek olarak uygun olmadığı tespiti yapılmıştır.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Avrupa Çevre Ajansı, ”*Madenden çöplüğe ve ötesine*”, İşaretler Refah ve Çevre Makaleleri, 2012
- Adana Büyükşehir Belediyesi, “*Adana entegre katı atık yönetimi*”, Adana, 2010
- Agrawal V., “*Municipal solid waste*”, 1990
- Akpınar N., Şen M., “*Kentsel katı atıklardan enerji üretimi*”
- Akpınar N., Şen M., “*Kentsel katı atıklardan enerji üretimi*”, 2011
- Bilgili M., “*Kompost nedir*”, Yıldız Teknik Üniversitesi
- Borat M., “*Katı atık yönetimi*”, 2003
- Bozkurt B., “*Çevre kimyası*”, 2013
- Çallı B., Tuğtaş E., “*Evsel katı atıklardan anaerobik fermantasyon ile organik asit üretimi*”, Organik Atıklardan Kompost ve Yenilebilir Enerji Üretimi & Kompostun Kullanım Alanları Çalıştayı, İstanbul, 2010
- Demir İ., “*İnşaat yıkıntı atıklarının beton üretiminde kullanımı ve beton özelliklerine etkisi*”, Demir/AKÜ Fen Bilimleri Dergisi 2009-02 105 -114, Afyonkarahisar, 2010
- Doğru B., “*Türkiye’de tehlikeli atıkların yönetimi ve yasal düzenlemeler*”, Tehlikeli Atık yönetimi Eğitimi, İstanbul, 2012
- Erdal Ü., “*Katı atık düzenli depolama alanlarının seçiminde jeolojik faktörlerin maliyetlere etkisi*”, Adana, 2006
- Erdin E., “*Katı atık toplama turlarının planlanması ve maliyet analizi*”, 1987
- Garlıyev M., “*Katı atıklardan enerji üretimi*”, İstanbul Üniversitesi
- Güler Ç., Çobanoğlu Z., “*Katı atıklar*”, 1994
- HIDA, “*Human resources development program for carbon reduction technology promotion*”, Japan, 2014
- İzmir Büyükşehir Belediyesi, “*İzmir’de katı atık yönetimi*”, İzmir, 2014
- Japanese Business Alliance for Smart Energy Worldwide, “*Japanese technology of waste to energy*”, 2014
- Karpuzcu M., “*Çevre kirlenmesi ve kontrolü*”, 2010



- Kimura S., *“Introduction of jase-world”*, Japanese Business Alliance for Smart Energy Worldwide, 2014
- Leonardo Da Vinci Yenilik Transferi Projesi 2011-GR1-LEO05-06797 CARE WASTE, *“Yetkinlik esaslı genel e-öğrenme ve sağlık hizmetlerinin atık yönetimi alanında yeni yetkinliklerinin geliştirilmesi”*, 2011
- Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu *“Türkiye'nin iklim değişikliği ulusal eylem planı'nın geliştirilmesi projesi”*, 2010
- Neyim C., *“Türkiye’de evsel nitelikli katı atıklar”*, Çevre Ve Sürdürülebilir Kalkınma Tematik Paneli”
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, *“Kompostlaştırma nedir”*, Atık Yönetimi
- Ökten E., Özcan H., Özdemir H., Yalçın E., Demir G., *“Katı atık bertarafında alternatif bir yöntem: yakma teknolojisi”*, III. İleri Teknoloji Çalıştayı, İstanbul
- Öztürk İ., Demir İ., Akgül O., Yıldız Ş., et. al., *“İstanbul için ab ile uyumlu entegre katı atık yönetimi stratejik planı”*, TÜRKAY 2007 AB Sürecinde Türkiye’de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İstanbul, 2007
- Öztürk İ., T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, *“Atık sektörü”*
- Palabıyık H., *“Kentsel katı atıklar ve yönetimi”*, 2001
- Rushbrook P., *“Health impacts of waste management policies”*, 1992
- Sakata Y., *“Governmental action of waste management and briefing of waste treatments in japan”*, Waste to Energy WG, Japan, 2014
- Saltabaş F., Soysal Y., Yıldız Ş., Balahorli V., *“Evsel katı atık termal bertaraf yöntemleri ve istanbul'a uygulanabilirliği”*, İSTAÇ A.Ş. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, 2009
- Saraç M., Uludağ O., *“Dünya’da ve Türkiye’de atıktan enerji üretimi”*, 2013
- Sayman Ü., *“Türkiye’de atıktan enerji fizibilite araştırması”*, 2011
- Study Council on International Cooperation for Waste Management, *“The history and strengths of improving municipal waste management operations”*, Tokyo Model, Tokyo, 2014
- Suman M., Ravindra K., Visscher A., Dahiya R., Chandra A., *“Municipal solid waste characterization and its assessment for potential methane generation”*, 2006

- T.C Çevre ve Orman Bakanlığı “*Atık yakma direkti\_ (2000/76/ec) düzenleyici etki analizi*”
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, “*Atık yönetimi eylem planı*”, 2012
- Tolay M., “*Katı atıklardan ve biyokütleden enerji üretimi teknolojileri ve entegre katı atık yönetiminde yatırım fizibilite çalışmaları*”
- Tombul B., “*Tehlikeli atık yönetimi ve bertaraf sistemleri*”, İstanbul Çevre Yönetimi A.Ş.
- Tsukahara M., Hagiya M., Sakata Y., Takao Y., Kimura S., Yatgın G., Hirai S., Yonemura T., Yabushita J., Erdemli E., Aslan M., Sayman R., Akpulat O., “*Feasibility investigation on waste-to-energy in turkey*”, Adana, 2014
- Varınca K., Büyükbektaş., “*Entegre atık yönetimi kavramı ve ab uyum sürecinde atık çerçeve yönetmeliği*”
- Varınca K., Gönüllü T., “*Katı atık bertarafında katılaştırma yönteminin teknik ve ekonomik yönden incelenmesi*”, TÜRKAY 2007 AB Sürecinde Türkiye’de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İstanbul, 2007
- Yalvaç M., Gündoğdu M., Gündoğdu E., “*Mersin üniversitesi çiftlikköy kampusu katı atık karakterizasyonu ve maliyet analizi*”, Mersin, 2002
- Yıldız Ş., Saltabaş F., Balahorli V., Sezer K., Yağmur K., “*Organik atıklardan biyogaz üretimi (biyometanizasyon) projesi*”, İstaç A.Ş. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi Ve Ticaret A.Ş., İstanbul
- Yılmaz A., Bozkurt Y., “*Türkiye’de kentsel katı atık yönetimi uygulamaları*”, 2010
- Yılmaz A., Bozkurt Y., “*Türkiye’de kentsel katı atık yönetimi uygulamaları ve kütahya katı atık birliği (kükab) örneği*”, 2010
- Yılmaz G., Demir D., Gürler G., “*Katı atık depolama sahaları*”, 2008
- Yılmaz G., Demir D., Gürler G., “*Katı atık depolama sahaları*”, 2008
- Yildiz S., Yaman C., Demir G., Özcan H., Ökten E., “*Characterization of municipal solid waste in istanbul, environmental progress & sustainable energy*”, 2013

## ***Sürekli Yayınlar***

AKÜDER, <http://www.akuder.org.tr> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

ALBİYOBİR, <http://www.albiyobir.org.tr> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Ambalaj Atıkları, <http://www.yesilokul.org> [Erişim Tarihi:14.04.2015]

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 24.06.2007 tarihli ve 26562 sayılı Resmî Gazete

ANEL DOĞA, <http://www.aneldoga.com> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Atık pil ve Akümülatörlerin kontrolü yönetmeliği, 31.08.2004 tarihli 25569 sayılı Resmî Gazete

Atık Yağlar, <http://www.cevreizinler.com> [Erişim Tarihi:14.04.2015]

Atık Yağların kontrolü Yönetmeliği, 30.07.2008 tarihli ve 26952 sayılı Resmî Gazete

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, 05.07.2008 tarihli ve 26927 sayılı Resmî Gazete

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 26.03.2010 tarihli 27533 sayılı Resmi Gazete

Avrupa Endüstriyel Atıktan Enerji Üst Organizasyonu (EURITS),

<http://www.msgenerji.com/tci/23/Dunyada-Atiktan-Enerji-Sektoru> [Erişim Tarihi: 11.04.2015]

Avrupa Eysel Atıktan Enerji Üst Organizasyonu (CEWEP),

<http://www.incineration.info/home>, [Erişim Tarihi: 11.04.2015]

Bahçe Tipi Kompostlaştırma, <http://www.ecotec.com.tr> [Erişim Tarihi: 19.04.2015]

BAYTED, <http://bayted.com> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Beşiktaş İlçesi Mahalleleri, <http://tr.wikipedia.org>, [Erişim Tarihi: 30.05.2015]

Beşiktaş İlçesi Tanıtımı, <http://www.besiktas.bel.tr/> [Erişim Tarihi: 05.04.2015]

ÇEVKO, <http://www.cevko.org.tr> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Çevre Kanunu,26.04.2006 tarih 5491 sayılı kanunla değişik 11.08.1983 tarihli 2872 sayılı kanun - 18132 sayılı Resmî Gazete

Değerlendirilebilir Atıkların Dönüştüğü Yeni Ürünler, <http://enyecilankara.org>, [Erişim Tarihi: 19.04.2015]

Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin kullanımının

Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik, 30.05.2008 tarihli ve 26891 sayılı Resmî Gazete

Erkek ve Kadın Nüfusları Yıllara Göre Nüfusu,

[http://www.nufusu.com/ilce/besiktas\\_istanbul-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/besiktas_istanbul-nufusu) [Erişim Tarihi:08.02.2015]

Evsel Nitelikli Atıklar, <http://bafrageridonusum.com.tr> [Erişim Tarihi:

04.04.2015] Tehlikeli Atıklara İlişkin Sembol ve İşaretler,

<http://atikyonetim.com/evsel/> [Erişim Tarihi: 22.03.2015]

EXITCOM, <http://www.exitcom.com.tr> [Erişim Tarihi : 14 Nisan 2015]

GEKSANDER, <http://www.geksander.org> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

<http://cevreonline.com/atik2/katiatik.htm> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Katı Atık Yönetiminin Çevreye Katkısı, <http://www.hexagonkatiatik.com/kati-atik-yonetimi.html> [Erişim Tarihi: 11.04.2015]

Katı Atıklardan Oluşan Çöp Dağı, <http://bilmekvar.com> [Erişim Tarihi: 17.04.2015]

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete 14.03.1991 Tarihli ve 20814 Sayılı  
Resmi Gazete

LASDER, <http://www.lasder.org.tr>, [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, 25.11.2006 tarihli ve 26357  
sayılı Resmî Gazete

PETDER, <http://www.petder.org.tr> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

PVC Şişe'nin Plastik Boru Olarak Geri Kazanımı, [www.tassan.com.tr](http://www.tassan.com.tr), Erişim Tarihi  
19.04.2015

Renklerine göre Atık Poşetleri <http://ozzygeo.blogspot.com> [Erişim Tarihi: 22.03.2015]

TAP, <http://www.tap.org.tr> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Tehlikeli Atıkların Kontrolü yönetmeliği, 14.03.2005 tarihli 25755 sayılı Resmî Gazete  
Tekrar Kullanım Örnekleri <http://ortakkullanimhareketi.com> [Erişim Tarihi: 19.04.2015]

Tıbbi Atık Sembölü, <http://alternaturk.org> [Erişim Tarihi: 22.03.2015]

Tıbbi Atıkların kontrolü yönetmeliği, 22.07.2005 tarihli Resmî 25883 sayılı Gazete

TÜDAM Derneği, <http://www.tudam.org.tr> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

TÜKÇEV, <http://www.tukcev.org.tr> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

TÜMAKÜDER, <http://www.tumakuder.org> [Erişim Tarihi: 14 Nisan 2015]

Yıllara Göre Nüfus Durumları,

[http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce\\_nufus.php?ilceid=198636](http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce_nufus.php?ilceid=198636),  
[Erişim Tarihi:08.02.2015]