

**KATI ATIKLARIN ENERJİ EKONOMİSİ
ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ:
EDİRNE ÖRNEĞİ
Yüksek Lisans Tezi**

Nedret Noyan ÖZYAKALI

Eskişehir 2017

**KATI ATIKLARIN ENERJİ EKONOMİSİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ:
EDİRNE ÖRNEĞİ**

Nedret Noyan ÖZYAKALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Enerji Kaynakları ve Yönetimi Programı/ İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent AÇMA

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Aralık 2017

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Nedret Noyan ÖZYAKALI'nın "Katı Atıkların Enerji Ekonomisi Çerçevesinde İncelenmesi: Edirne Örneği" başlıklı tezi 22/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, İleri Teknolojiler Anabilim dalında Yüksek Lisans Yeterlik tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) :	Prof. Dr. Bülent AÇMA	
Üye :	Prof. Dr. Müfide BANAR	
Üye :	Doç. Dr. Selim İNANÇLI	

Prof.Dr. Ersin YÜCEL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

KATI ATIKLARIN ENERJİ EKONOMİSİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ: EDİRNE ÖRNEĞİ

Nedret Noyan ÖZYAKALI

İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı
Enerji Kaynakları ve Yönetimi Programı
Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık 2017

Danışman: Prof. Dr. Bülent AÇMA

Dünya nüfusu arttıkça çevre problemlerinin artması da kaçınılmazdır. Özellikle gelişen teknolojiye bağlı olarak hızla büyüyen sanayi, toplumların tüketime olan bağlılığını daha da arttırmaktadır. Üretilen her bir ürün için birer hammadde, oluşan ürün neticesinde de ara ürünler oluşmaktadır. Bunun haricinde oluşan ürünler kullanım ömrünü tamamladıktan sonra halk arasında çöp olarak tabir edilen atık konumuna gelmektedir, tıpkı üretimde oluşan ara ürünler gibi.

Her bir atık aslında çok da farkına varılmadığı üzere tekrar kullanım olasılığı yüksek birer kaynaktır ve çöpe giden bu atıklar ekonomiye büyük zarar vermektedir. Bir başka deyişle, ambalaj atıkları, metaller, atık ısı gibi geri dönüşümü, kazanımı veya yeniden kullanımı mümkün tüm atıklar defalarca, daha az enerji kullanılıp daha düşük maliyet ve çevre kirliliği ile tekrar kullanılabilirler. Yapılan bu çalışmada Avrupa ve Türkiye’deki katı atıkların yönetim şekilleri, Avrupa ve Türkiye’deki katı atıkların enerji ekonomisi açısından durumu ve karşılaştırması analiz edilmiş, Edirne ili örnek gösterilerek de ülkemizdeki katı atıkların sanayi üretimi düşük bir bölgedeki mevcut durumu incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Katı atık yönetimi, Enerji ekonomisi, Edirne Katı Atık Verileri

ABSTRACT

EXAMINATION OF SOLID WASTES PURSUANT TO ENERGY ECONOMICS: CARE OF EDİRNE

Nedret Noyan ÖZYAKALI

Department of Advanced Technologies
Programme in Energy Resources and Management
Anadolu University, Graduate School of Science, December 2017

Supervisor: Prof. Dr. Bülent AÇMA

The increase in the environmental problems is inevitable during the increase in world population. Especially with the help of the highly developed technology, rapidly grown industrialization has led the society to consume more and more. For each product a specific resource or raw material is used and during that process, by-products are also formed. Apart from that, when each product completes its lifetime, they turn into waste as well as by-products in where society sees them as garbage mostly.

Each waste is a resource that have a high potential to be reused or recycled even it may not known well. With each waste that goes to trash, a loss will always happen in terms of economics. In this research, waste management in Turkey and Europe, situation about the solid waste pursuant to energy economics in Turkey and Europe and comparison of the situation between them is analysed. Furthermore, the situation of solid waste in Turkey is examined with the example of Edirne where industrialization is not developed well.

Keywords: Solid waste management, Energy economics, Edirne Waste Statistics

ÖNSÖZ

Yapmış olduğum bu akademik çalışma ile başta doğup büyüdüğüm ve hali hazırda yaşadığım Edirne’de ve ülkemde daha temiz bir çevre ve çevre bilinci daha gelişmiş bireylerin oluşumunu amaçladım. Tez çalışmam boyunca başta danışmanım ve ders hocalarım olmak üzere değerli Anadolu Üniversitesi akademisyenlerine, tarafıma kaynak anlamında destek veren Edirne Belediye Başkanlığı’na ve Şafak Temizlik çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür eder ve saygılarımı sunarım. Çalışmamı hazırlarken karşılaştığım psikolojik zorluğun üstesinden gelmemi sağlayan yegane destekçilerim eşim ve annem olmuştur. Kendilerine, manevi desteklerinden ve her daim yanımda olmalarından ötürü bu çalışmayı adadığımı belirtir, en içten dileklerle sevgi ve teşekkürlerimi aktarmak isterim. İyi ki varsınız.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

Nedret Noyan Özyakalı

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	ii
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GÖRSELLER DİZİNİ	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Atık Kavramı.....	3
2.2. Atık Çeşitleri ve Sınıflandırılması	4
2.3. Katı Atık Yönetimi.....	5
2.3.1. Kaynağında azaltma ve engelleme	6
2.3.2. Yeniden kullanma	7
2.3.3. Geri dönüşüm	7
2.3.4. Geri kazanım	8
2.3.5. Bertaraf.....	13
2.4. Katı Atıklara Yönelik Türkiye ve Avrupa'daki Uygulamalar	15
3. TÜRKİYE'DE VE AVRUPA'DA KATI ATIK YÖNETİMİ VE ENERJİ - EKONOMİ İLİŞKİSİ.....	18

3.1. Avrupa'da Katı Atık Yönetimi ve Ekonomisi	21
3.1.1. Katı atık verileri	23
3.1.2. Katı atıkların enerji ekonomisi ile ilişkisi	33
3.2. Türkiye'deki Katı Atık Yönetimi ve Enerji - Ekonomi İlişkisi	40
3.2.1. Katı atık verileri	41
3.2.2. Katı atıkların enerji ekonomisi ile ilişkisi	48
3.2.3. Türkiye ve Avrupa'daki veri ve uygulamaların karşılaştırılması. 51	
4. EDİRNE KATI ATIK TOPLAMA SAHASI VERİLERİ VE ANALİZİ.....	59
4.1. Yıllara Göre Katı Atık Verileri.....	60
4.2. Toplanan Katı Atıkların Gelir Düzeyi İle İlişkilendirilmesi	61
4.3. Toplanan Katı Atıkların Geri Kazanım Miktarları ve Ülke Katkısı.....	64
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKÇA.....	68
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. İnsinerasyon ve gazlaştırma kıyaslaması	12
Tablo 3.1. Dünya'daki atık yönetimi verileri	21
Tablo 3.2. EU 28 atık miktarları 2014	24
Tablo 3.3. EU 28 atık üretimi kaynak oranları.....	26
Tablo 3.4. EU 28 atık üretim kaynak miktarları 2014	28
Tablo 3.5. Avrupa atık üretimi genel oranları.....	30
Tablo 3.6. EU 28 tehlike durumuna göre atık miktarları	31
Tablo 3.7. Avrupa kentsel atık miktarları 2014	32
Tablo 3.8. Katı atık yönetim verileri.....	34
Tablo 3.9. EU 28 2016 endüstriyel doğalgaz ve elektrik fiyatları	37
Tablo 3.10. Atık yönetimi istihdam verileri.....	38
Tablo 3.11. Gelir seviyesine göre evsel atık üretimi	39
Tablo 3.12. Türkiye'de il bazında toplanan kentsel atık miktarı	43
Tablo 3.13. Atık işleme verileri 2016	48
Tablo 3.14. Atık işleme tesisleri 2014-2016	49
Tablo 3.15. Kağıt geri dönüşümü ile yapılan tasarruflar	50
Tablo 3.16. 2014 yılı ambalaj atığı ve geri dönüşüm miktarları.....	55
Tablo 3.17. Yıllara göre atık geri kazanım hedef yüzdeleri.....	55
Tablo 4.1. Edirne ve Türkiye 2016 yılı katı atık verileri	60
Tablo 4.2. 2016 ÇDR Edirne il geneli atık verileri	61
Tablo 4.3. Edirne Merkez ilçesi mahalle-gelir düzeyi ilişkisi	62
Tablo 4.4. Edirne Merkez - yüksek ve orta gelir düzeyli bölge atıkları.....	63
Tablo 4.5. Edirne Merkez - düşük gelir düzeyli ve çarşı bölge atıkları.....	63
Tablo 4.6. Edirne ili geri kazanılan atık verileri	64
Tablo 4.7. 2016 yılı Edirne İli atık işleme yöntem ve miktarları	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Katı atıkların sınıflandırılması	5
Şekil 2.2. Atık yönetimi hiyerarşisi	6
Şekil 2.3. Atık toplama konteynerleri	8
Şekil 2.4. Rankine çevrimi	10
Şekil 2.5. Kombine santral çalışma prensibi	10
Şekil 2.6. İnsinerasyon limitleri	11
Şekil 2.7. Düzenli depolama tesisi	14
Şekil 3.1. Dünya nüfusu ve nüfus artış hızı	18
Şekil 3.2. Dünya nüfus yoğunluğu haritası	19
Şekil 3.3. Dünya'daki evsel atık yoğunluğu haritası	20
Şekil 3.4. Japonya'daki atık yönetim grafiği	20
Şekil 3.5. Avrupa kaynak ithalat ihracat oranları	22
Şekil 3.6. Avrupa kaynak ithalat ihracat değişim oranları	22
Şekil 3.7. EU 28 atık miktarı grafiği	25
Şekil 3.8. EU 28 atık üretimi kaynak oran grafiği	27
Şekil 3.9. Polonya enerji kaynak kullanım oranları 2015	29
Şekil 3.10. Avrupa atık üretim genel grafiği	30
Şekil 3.11. Çelik döngüsü	33
Şekil 3.12. Atıktan enerji elde şeması	36
Şekil 3.13. Gelir seviyesi evsel atık oluşum ilişkisi grafiği	39
Şekil 3.14. TOFD plastik kapak kampanya afiş resmi	40
Şekil 3.15. Toplanan belediye atık miktarı – bölgesel	42
Şekil 3.16. Toplanan belediye atık miktarı - 26 bölge	42
Şekil 3.17. Türkiye'deki atık tesislerinin dağılımı ve yoğunluk haritası	43
Şekil 3.18. Yıllara göre toplanan kentsel atık miktarı	45
Şekil 3.19. Toplanan kentsel atık miktarının yıllara göre değişimi	46
Şekil 3.20. Sanayi atık miktar değişim oranları	46
Şekil 3.21. 2016 atık işleme oranları	47
Şekil 3.22. Türkiye'deki katı atık içeriği	47
Şekil 3.23. 2014 yılı ambalaj atığı bileşimi	50
Şekil 3.24. İngiltere izmarit anket kutusu	52

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.25. Almanya çöp konteynerleri	53
Şekil 3.26. İspanya'daki çevre dostu çöp kutusu	53
Şekil 3.27. EU 28 toplanan atık miktarının yıllara göre değişimi	57
Şekil 3.28. Atık yönetim anlayışı ile gelir düzeyi ilişkisi	58

GÖRSELLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Görsel 2.1. Katı atıkların fiziksel ayrıştırılması	9
Görsel 2.2. Kompostlama işlemi	13
Görsel 2.3. Edirne Belediye Çöplüğü'ndeki yangın	15
Görsel 4.1. Edirne vahşi depolama alanı haber görseli	59

KISALTMALAR DİZİNİ

BSTB	:	Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CEWEP	:	Confederation of European Waste to Energy Plants
CO	:	Karbon monoksit
CO ₂	:	Karbon dioksit
ÇŞB	:	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ÇOB	:	Çevre ve Orman Bakanlığı
ÇDR	:	Çevre Değerlendirme Raporu
ELV	:	The End-of-Life of Vehicles Directive
EU	:	European Union
HCN	:	Hidrojen Siyanür
H ₂	:	Hidrojen gazı
H ₂ O	:	Su
H ₂ S	:	Hidrojen Sülfür
HES	:	Hidroelektrik santrali
IEA	:	International Energy Agency
ISWA	:	International Solid Waste Association
kW	:	Kilowatt
kWh	:	Kilowatt saat
METI	:	Ministry of Economy, Trade and Industry
MW	:	Megawatt
MWh	:	Megawatt saat
NH ₃	:	Amonyak
NO	:	Azot monoksit
NO ₂	:	Azot dioksit
RES	:	Rüzgar enerji santrali
SO ₂	:	Kükürt dioksit
SO ₃	:	Kükürt trioksit
TOFD	:	Türkiye Omurilik Felçlileri Derneği
TL	:	Türk Lirası
TPF	:	Türkiye Perakendeciler Federasyonu

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
TWh : Terawatt saat

1. GİRİŞ

Dünyamız her geçen gün nüfusun artması ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte değişime uğramaktadır. Her ne kadar ekonomik ve sanayi imkanları ilerleyip gelişse de çevre bilincinin yitirilmesiyle birlikte tüketimle beraber çevreye oluşturulan atık miktarı artmaktadır (Öcal, 2011, s.475). 2014 verileri dünya üzerinde yıllık 7 ile 10 milyar ton arasında atık oluştuğunu göstermektedir (ISWA Report, 2015). Yine 2014 verilerine göre Dünya'da üretilmiş olan kentsel atık miktarı yaklaşık 1,3 milyar tondur ve bu rakamın 2025 yılına kadar 2,2 milyar ton seviyesine çıkması beklenmektedir. Oluşan kentsel atıkların 2014 yılı itibariyle dünya ekonomisine etkisi yaklaşık 208 milyar \$ civarında olup bu rakamın 2025 yılında 375.5 milyar \$ seviyelerine çıkması beklenmektedir (Hoorweg ve Bhada-Tata, 2012, s.8). Dünya üzerindeki tüketimin artması ve yaratılan çevre kirliliği sebebiyle oluşan hasarı gezegenin kendini onarması için şans tanınmaması ve kısır döngüye girerek tahribatın artması, özellikle oluşan atıklar konusunda birtakım çalışmalar yapılmasına sebebiyet vermiştir. Bu da atık yönetiminin oluşmasını sağlamıştır.

Atıklar birden çok sınıfta incelenebilen karma yapılardır. Günümüz hayatında daha çok karşılaştığımız, dünyadaki her bireyin oluşumunda katkısının olduğu ve belediyeler tarafından toplanan atıklar kentsel atık kapsamında değerlendirilmektedir. Kentsel atıklar yapılarında mutfak atıklarını, kağıt, cam, metal ve plastik gibi geri dönüştürülebilir atıkları, giyim ve tetra pak gibi kompozit atıkları, plastik her çeşit eşyayı, evsel tehlikeli maddeleri (aerosol içeren maddeler, temizlik malzemeleri) ve diğer kimyasal maddeleri içerdikleri için aslında katı atıkların birçoğunu kapsamaktadır denebilir (Hamad vd., 2014, s.145-146). Her bir bireyin oluşumunda içinde bulunduğu bir atık çeşidi, elbette ki önem açısından ilk sıralarda gelir. Bilindik en genel şekil olan atık depolaması hemen her ülke tarafından kullanılmakta olsa da, veriler artık bu durumun tersine döndüğüne işaret etmektedir. Avrupa'da 2000 yılında %60 seviyelerinde olan düzenli depolamanın 2012 yılı itibariyle %40'tan daha düşük seviyelere düştüğünü işaret etmektedir (Athanasίου vd., 2015, s.561). Geliştirilen hiyerarşi ile atıktan kurtulmanın temel yolu, öncelikle onu azaltmaktan geçmektedir (Nelles, Grünes ve Morscheck, 2016, s.8).

Ülkemizde ise günlük olarak kişi başı yaklaşık 1,17 kg atık üretimi söz konusudur. Üretilen atığı toplamaya yetkili 1397 belediye bulunmaktadır ve bu

belediyeler aracılığıyla yıllık yaklaşık 32 milyon ton kentsel atık toplanmaktadır (TÜİK, 2017). Oluşan atık miktarı bu derece fazla olduğu için yönetimi de buna göre düzenlenmek zorundadır. Ülkemizdeki atık bilinci tam oturmadığı için oluşan atıkların da aslında nihai atık değil tekrardan kullanılma potansiyeli olan birer kaynak olduğuna dikkat çekmek gerekmektedir. 2014 verilerine göre atıkların yaklaşık %56'lık kısmı mutfak atığı olarak adlandırılan biyoatık olmakla beraber yaklaşık %18 ile %24'lük kısmı ise plastik, cam, metal ve kağıt-kartondan oluşan geri dönüştürülebilir ve kazanılabilir atıklardan oluşmaktadır (Ulusal Atık Yönetim ve Eylem Planı 2023, s.22). Üretilen her bir madde belirli bir elektrik ve ısı enerjisi aracılığıyla belirli masraflar, zaman, işgücü sayesinde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tekrardan kullanılabilecek her bir ürün ekonomiye katkı sağlayacak birer hammaddedir (Altuntop, Bozlu ve Karabıyık, 2014, s.36). Bu hammaddenin geri kazanılması için sadece İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa gibi büyükşehirlerde değil, tüm Türkiye'de aynı titizlikle çalışma göstermek özellikle Avrupa standartlarına uyum açısından yapılması gereken bir eylem olacaktır. Atık konusunda bilinçlendirmeden başlayarak atık üretiminin azaltılması ülkemiz için ilk adım olacaktır. Bundan sonraki adımlar ise doğru atık yönetim politikaları izlemek ve ülkemiz için büyük bir sorun olan vahşi depolama sahalarını düzenli depolama sahalarına çevirerek olacaktır. Tıpkı Türkiye'nin en batısında, sanayi üretimi ve nüfusu düşük olan Edirne'de olduğu gibi vahşi depolama sahaları çevre kirliliği ve verimsizlikleri sebebiyle tercih edilmemesi gereken bir atık depolama yöntemidir. Atık yönetimi konusunda hiçbir eylem yapılamıyorsa bile öncelikle bu tip alanların düzenli depolama sahalarına çevrilmesi gerekmektedir (Ertürk ve Görgün, 2011, s.201-202).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Atık Kavramı

Her türlü madde atık kapsamına girebilir. Alışveriş sonucu alınan poşetler, içindeki tüketildikten sonra geriye kalan pet şişeler, piller, üretim sonucu kullanılan yağlar veya ortaya çıkan talaş kalıntıları, soba bacasından çıkan kirli gazlar, hastanelerde kullanılan gazlı bezler ve daha birçoğu bu listede yer almaktadır. Burada akla önemli bir soru gelmektedir, atık denilen kavram bir ürünün artık yeniden kullanılamayan nihai ürün hali midir? 5941 sayılı kanun değişikliklerinin uygulandığı 2872 kanun numarasına sahip Çevre Kanunu'nda verilen tanıma göre çevresel atık,

“Herhangi bir faaliyet sonucu oluşan ve çevreye zarar veren her türlü madde (2872 numaralı Çevre Kanunu, m.2)” katı atık ise "Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı atık maddeler (2872 numaralı Çevre Kanunu, m.2)" olarak tanımlanmıştır.

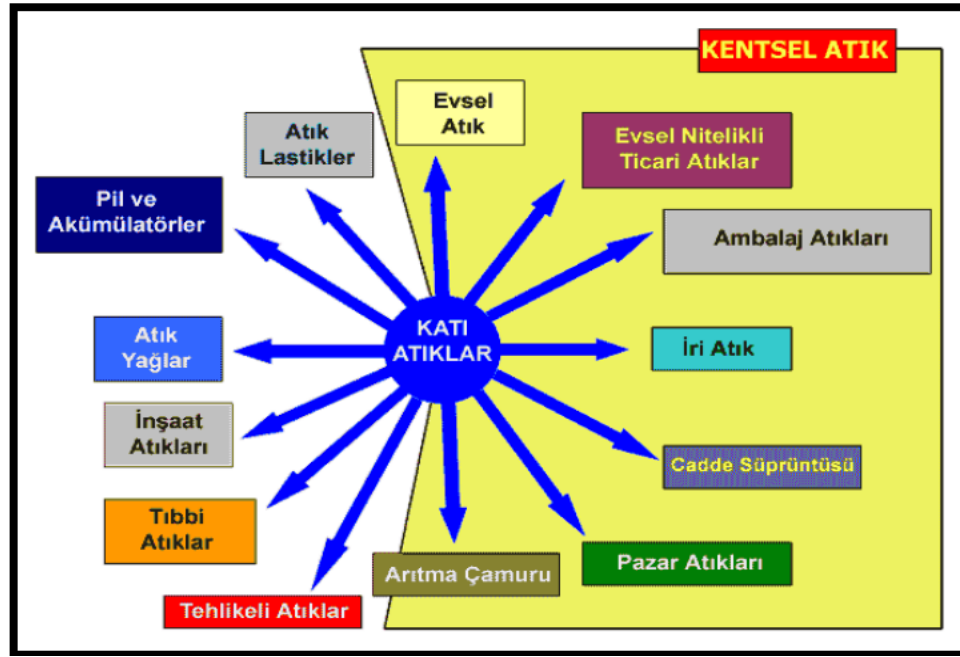
Buradan anlaşılacağı üzere atık, üreticisi veya kullanıcısı tarafından artık kullanılmayacağı düşünülen maddelerdir. Bu da demek oluyor ki atık olarak oluştuğu düşünülen maddeler, kullanıcının ihtiyacı çerçevesi ile sınırlandırılmıştır ve aslında bir potansiyelinin olabileceği aşıkardır. Termik santral örneğini ele alalım. Eğer burada ortaya çıkan toksik gazlar kullanıcı için başka bir işlevi bulunmayan ve bertaraf edilmesi gereken maddeler ise atık olarak tanımlanabilir; ancak, çevrenin bir parçası olan yeşil yapraklı bitkiler için bu toksik gazların içerisinde yer alan CO₂ gazı, yaşamımızı sürdürebilmek adına soluduğumuz havadaki oksijenin üretilmesi için gereken fotosentez tepkimesinde ana ürün olarak kullanılmaktadır. Başka bir örnek verecek olursak, evlerde yapılan kızartmaların ardından arda kalan kızartma yağları bizler için birer atık olmasına rağmen, bu atıkların belediye ekipleri tarafından toplanılarak işleminden geçirilmesi ile biodizel elde edilmektedir. Özetlemek gerekirse atık olarak düşünülen bir madde bir başka yerde hammadde olarak yer alabilmektedir. Bu sayede atıkların doğru kullanılması, oluşumunun azaltılması neticesinde üretim için gereken enerjiye arzın azalması ekonomik anlamda katkıyı da getirecektir.

2.2. Atık Çeşitleri ve Sınıflandırılması

Atıklar birden fazla kategori altında toplanarak sınıflandırılırlar. Bu sınıflar ve içerikleri aşağıdaki gibi belirtilmektedir.

- Fiziksel haline göre atıklar → Katı, sıvı, gaz, kompostlaşabilir (genellikle organik), geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir, geri kazanıma uğrayabilir atıklar
- Kullanım alanına göre atıklar → Ambalaj atığı, mutfak atığı, sanayi atığı
- Madde grubuna göre atıklar → Kağıt, metal, plastik, cam, organik
- Kaynağına göre atıklar → Kentsel atıklar, maden, arıtma tesisi atıkları, inşaat ve yıkıntı atıkları, tıbbi
- Tehlike seviyesine göre atıklar → Tehlikeli atıklar ("Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek-3/A'da yer alan tehlikeli özelliklerden birini ya da birden fazlasını taşıyan, ek-4'te altı haneli atık kodunun yanında yıldız (*) işareti bulunan atıkları ifade etmektedir (Ulusal Atık Yönetim ve Eylem Planı 2023, s.viii)'), tehlikesiz atıklar ("Ek-4 atık listesinde yıldız (*) işareti bulunmayan atıklar (29314 sayılı Atık Yönetim Yönetmeliği, m.4)'). Avrupa tarafından tanımlanan 843 atığın 409'u tehlikeli atık kapsamında değerlendirilmektedir (Yılmaz, Kara ve Yetis, 2016, s.3)

Yapılan bu çalışmada ele alınan, kentsel atık başlığı altında incelenen katı atıklardır (Şekil 2.1.). Katı atıklar, özellikle oluşum şekli nedeniyle heterojen yapıda atıklardır ve içeriğinde hemen her çeşit atığı barındırır. Bu içeriğe sanayi sonucu oluşan atıklardan evsel atıklara kadar hemen her tür atık çeşidi girmekte olup akışkan özellikteki atıklar hariç tutulmaktadır (atık yağlar, kanalizasyon atıkları, baca gazları).



Şekil 2.1. Katı atıkların sınıflandırılması (http-1)

2.3. Katı Atık Yönetimi

Atığın oluşmasından depolanmasına, yeniden kullanılmasına veya geri dönüştürülmesine kadar geçen sürecin işleyişi atık yönetiminin birer parçasıdır. Atık yönetimi, her bir sistemi ayrı şekilde ele alabilecek düzeyde esnek ve teknolojik yapıda proje üretebilme imkanına sahip proje bazlı bir çalışmadır. Bir başka deyişle, atık yönetimi için genel geçerliliği olan tek bir formül yoktur. Buna rağmen atık yönetiminde Avrupa Yasaları tarafından kabul edilen 5 hiyerarşik aşama vardır ve bu aşamalar atık üretimini azaltıp Kyoto ile öngörülen iklim değişikliğinin önüne geçmeye yönelik tasarlanmıştır (Şekil 2.2) (Nelles, Grünes ve Morscheck, 2016, s.7). Atık hiyerarşisini baz alırken izlenecek atık yönetimi politikasında bilinmesi gereken en önemli nokta, atık yönetimi için kesin bir çözümün olmaması, ortam, koşullar, sosyoekonomik çevre, kültür gibi dış etmenlere ve atık çeşidi, özelliği ve miktarına göre değişmekte olduğudur. Dolayısıyla denebilir ki atık yönetimi anlayışı elastikidir, proje çalışması gereken bir çalışmadır ve amaçları atığın oluşumunu en aza indirmek, atıktan en yüksek miktarda verim sağlamak, çevreye en az zarar vermek ve bütün bu amaçları en ekonomik şekilde gerçekleştirmektir.



Şekil 2.2. Atık yönetimi hiyerarşisi

2.3.1. Kaynağında azaltma ve engelleme

TÜİK' in 2016 yılında yapmış olduğu çalışmaya göre belediyeler tarafından bir yıl içinde 31,6 milyon ton çöp toplanmıştır (TÜİK, 2017). Bu çöpler büyük oranda katı atıklar olduğu düşünülürse aslında bir o kadar da sıvı ve gaz atıkların da oluştuğunu göz ardı etmemek gerekir. Kabaca düşünülürse Türkiye' de her bir kişi yıllık bin ton atık üretmektedir denebilir. Sadece bu verilere dayanarak bile, atık yönetiminde en önemli ve ilk adımın atığın kaynağında azaltılması yer almaktadır. Bu konuda kafada oluşan en önemli soru elbette ki fazla atık üretiminin kaynağında oluşmasını nasıl engelleyebiliriz veya azaltabiliriz olacaktır.

Yediğiniz yemekleri, fiyatı ucuz olduğu için aldığınız promosyon ürünleri baz alarak alışveriş alışkanlıklarımızda veya yemek anlayışlarımızda yapılacak birkaç değişiklik konunun önemini göstermektedir. Örnek verecek olursak Toprak Mahsülleri Ofisi tarafından yapılan araştırmaya göre günde 6 milyon ekmek çöpe gitmektedir (TMO, 2013). Bu da aslında gıda konusunda ne kadar israfa gidildiğinin en temel göstergelerinden birisidir. Sadece bu durumdan bir hesap yapacak olursak 250 gr olan 6 milyon ekmek günlük 1500 ton atık demektir. Fazla ve gereksiz tüketimin önlenmesi, verimli ürün kullanımı konusunda yapılacak her türlü eğitim, bu konuda toplumu bilinçlendireceği için atık miktarında da kayda değer bir düşüş yaşanması su götürmez bir gerçektir. Ülkemizde ise çevre eğitimi, 2358 sayı 11.05.1992 tarihli Milli Eğitim

Bakanlığı Tebliğler Dergisinde yayınlanan Talim Terbiye Kurulunun 96 sayı 24.04.1992 tarihli kararında belirtilen amaç, esas ve içeriğe göre lise döneminde seçmeli ders olarak Çevre ve İnsan 1 dersi ile verilmektedir (Ünal ve Dımışk, 1999, s.150). Eğitim ve öğretimin 5 yaş civarında öğretildiği düşünüldüğünde ne yazık ki bu konuda zayıf olduğumuz bir gerçektir. Bu nedenle de atık üretim artış oranlarımız her yıl daha da artmaktadır.

2.3.2. Yeniden kullanma

Bir atığın azaltılması söz konusu olmadığında veya azaltılma oranları optimum seviyeye geldiğinde, ister istemez bu atığın çöpe atılması kaçınılmazdır; ancak bu durumda atığın imha edilmesi pek de doğru olmaz. Geri dönüşüm denince akla gelmesi gereken genellikle ambalaj atıklarıdır. Örneğin üzerinde "depozitolu" ibaresi olan cam şişeler bu duruma verilebilecek en güzel örneklerdendir. Depozitolu şişeler toplandıktan sonra gerekli dezenfekte işlemleri uygulandıktan sonra ömrünü tamamen tüketinceye kadar (mekanik veya kimyasal olarak temizlenemez durumda olduğunda) tekrar tekrar kullanma potansiyeline sahiptir.

2.3.3. Geri dönüşüm

Atıklarda geri dönüşüm işlemi, atığın kimyasal yapısını bozmadan enerji kazanımı veya bertarafı amacı gütmeyen işleme tabi tutularak gerçekleştirilir. Bu işlem kimyasal ve mekanik olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir.

Talaşlı imalat yapan işletmelerde üretim sonucunda ara ürün olarak ortaya talaş halinde metal parçaları çıkmaktadır. Açığa çıkan metal parçaları mekanik geri dönüşüme tabi tutulup eritilerek (ve ardından şekillendirilerek) tekrar kullanılmak üzere istenen hammaddeye dönüşebilmektedir. Bu da ortaya çıkan her türlü talaşın öncelikle azaltılması, yapılamıyorsa geri dönüşüme tabi tutulmasının gerekliliğinin hem ülke hem de işletme ekonomisi adına önemini göstermektedir.

Doğru atık toplama politikaları ile günümüzde oldukça sık kullanılan geri dönüşüm konteynerleri aracılığıyla toplanan plastik atıklar (Şekil 2.3.) eritmelerinin ardından tabi tutuldukları bazı kimyasal işlemler sonucunda (boyama, iyileştirme, zenginleştirme) yeni plastik ürünlerin oluşumu için kullanılabilirler. Özellikle günümüzde petrol ve türevlerinin üretim sırasında çevreye verilen zarar, petrolün 30 yıllık ömrü ve üretim aşamalarındaki maliyetler düşünüldüğünde bu gibi yöntemlerle

geri dönüşüme tabi tutmak, özellikle plastik gibi atıkların kullanımı için oldukça karlı ve daha çevreci bir yöntemdir.



Şekil 2.3. Atık toplama konteynerleri (<http-2>)

2.3.4. Geri kazanım

Geri kazanım işlemi aynı zamanda yeniden kullanma ve geri dönüşüm işlemlerini de kendisinde barındıran, çeşitli ayrıştırma yöntemleri (fiziksal, kimyasal, biyokimyasal gibi) aracılığıyla atıkların madde ve/veya enerjiye dönüştürülmesi işlemidir. Enerji geri kazanım aracı olarak kullanılan kimyasal reaksiyonlardan insinerasyon olarak tabir ettiğimiz yakma işlemi, alevsiz yakma işlemi olan piroliz, gübre amaçlı kullanılan kompost yalnızca geri kazanım kapsamına girmektedir. Buna rağmen madde geri dönüşümü işlemlerinde atık hiyerarşisinde yer alan geri dönüşüm, yeniden kullanma ve geri kazanım bir arada gerçekleştirilmektedir.

a) Hammadde geri kazanımı

Ülkemizde olduğu gibi henüz atık konusunda yeterli eğitimin yerleşmediği karma çöp anlayışını barındıran ülkelerde belediyelerin toplamış olduğu atıklar hemen her çeşit atığı içermektedir. Bu nedenle aslında meydana gelen atık yığınları maddi açıdan oldukça kıymetli birer kaynaktır. Metal, plastik, karton ve cam gibi geri dönüşüm ve yeniden kullanmaya müsait ürünlerin herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmadan kaynağında çıkmasının ardından veya depolama tesislerinde tamamen fiziksel yöntemlerle ayrıştırılması, hammadde veya maddesel geri kazanıma en temel örnektir (Görsel 2.1.).

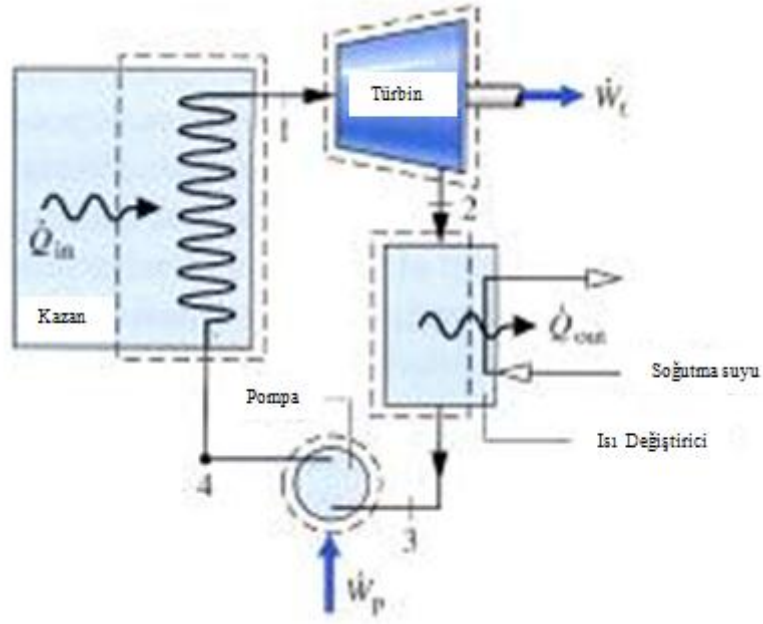


Görsel 2.1. Katı atıkların fiziksel ayrıştırılması (<http-3>)

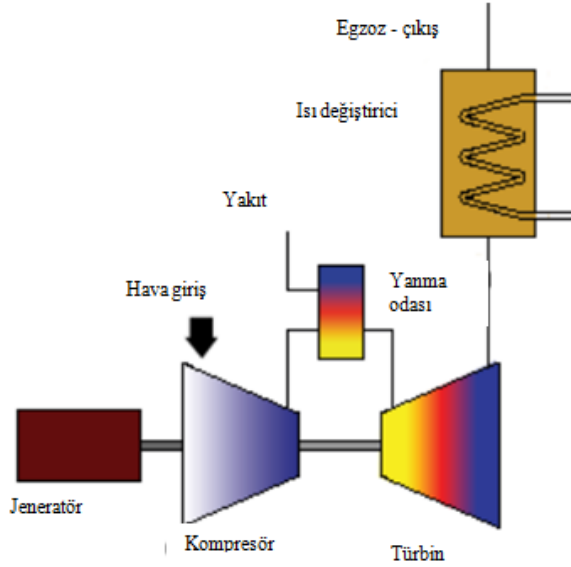
Ayrıştırma konusunda önemli olan nokta, eğer kaynağında ayrıştırma gerçekleştirilirse fire oranı %6 civarında iken, depolama tesislerinde gerçekleştirilen ayrıştırmalardaki fire oranı %30 civarlarındadır. Bu nedenle de sarf edilen iş gücü ve dolayısıyla harcanan para ve zaman artmakta, ortaya çıkan malzemenin ise kalitesi (homojen yapısı azaldığı için) azalmaktadır (Banar, 2015).

b) Enerji geri kazanımı

Enerji üretilen bir sistemde veya enerji potansiyeli olup da atık ısı oluşturulan ve kullanılmayan sistemlerde enerji kazanımı her zaman olasıdır. Bu amaçla yürüyen tesislerde amaç sadece elektrik üretmek, sadece ısı üretmek veya her ikisini birden üretmek olabilir. Bir termik veya benzer amaçlı kullanılan enerji santralinde sadece elektrik üretiliyorsa bilinmelidir ki bu santral kendi potansiyelinin çok altındadır. Temel olarak Rankine Çevrimi' ne dayanan çalışma prensipli enerji santralleri (Şekil 2.4.), suyun ısıtılıp buhar haline döndürülmesi ve buharın döndürdüğü türbinlerin bağlı olduğu jenaratörlerin dönmesi ile elektrik elde etme amacı taşırlar. İçeride dolaşan su gerekli yalıtım sağlandıktan sonra her zaman sistem içinde devirdaim yaparak dolanır, yine de bazı kaçaklar yaşandığı için sisteme takviyenin yapılması gerekebilir. Bu sistem içinde hatalı olan ve verimi düşüren nokta, ısınan buharın ısısının sistemden doğrudan dışarıya atılmasıdır. Buna rağmen kombine santrallerde bu sıcak buhar, eşanjör yardımı ile bulunulan yere sıcak su verilmesini sağlar. Bu da toplamda faydalanılan sistem verimini %35' lerden %45-50 civarına yükseltebilmektedir (Şekil 2.5.).



Şekil 2.4. Rankine çevrimi (Moran vd., 2012, s.392)



Şekil 2.5. Kombine santral çalışma prensibi (http-4)

Burada oluşan kavram artık atık madde değil atık ısı olmuştur ve kullanılmayan her maddede olduğu gibi kullanılmayan her enerji de çevreye dolaylı olarak zarar vermektedir. Daha kavramsal konuşmak gerekirse, 10 MW elektrik gücüne sahip doğalgaz santrali yaklaşık %35 verimde çalışmaktadır. Bu da bu santralden teorik olarak %100 oranında yaklaşık 30 MW güç elde edilebileceği ve %10'luk ısı kazancı sağlanırsa da bu güçten ayrıca 100 ton/sa' lik sıcak su üretilebileceği hesaplanabilir.

maddelerden oluşan sentez gazı çıkmaktadır (syngas). Bu işlemin temel faydası, ortaya çıkan atık gaz ve CO₂ miktarının daha az olmasıdır. Görüldüğü üzere açığa çıkan gazlar gazlaştırmada yanabilir oldukları için işlem iki aşamalıdır denir (Tablo 2.1). Bu işlemin olumsuz sayılabilecek yanı ise açığa tar, alkali metal, klorid ve sülfat açığa çıkmasıdır. Bu da gazlaştırma işlemi için gerekli arıtma, ayrıştırma ve bertaraf işlemlerinin doğru gerçekleştirilmesinin yeşil enerji anlayışı çerçevesinde şart olduğunu kanıtlamaktadır. Gazlaştırma işlemi eğer yüksek sıcaklıkta ve oksijensiz olarak (400 ile 800°C aralığında) gerçekleştirildiğinde bu işlem piroliz olur. İşlem oksijensiz olduğu ve yüksek sıcaklık söz konusu olduğu için tüm materyaller yanabilir hale gelmektedir.İnsinerasyonda olduğu gibi gazlaştırma da endüstriyel alanlar, kimyasal gübreleme gibi alanların yanında evsel atık ve biyokütle kullanarak sentetik gaz üretim işlemi olan gazlaştırma işlemi, elektrik ve ısı enerjisi eldesi için kullanılmaktadır (Jeswani ve Azapagic, 2016,s.347).

Tablo 2.1. *İnsinerasyon ve gazlaştırma kıyaslaması (Banar, 2015)*

Atık Bileşenleri	İnsinerasyon	Gazlaştırma
Su	H ₂ O	H ₂
Azot	NO,NO ₂	NH ₃ ,HCN,N ₂
Kükürt	SO ₂ ,SO ₃	H ₂ S
Hidrojen	H ₂ O	H ₂
Karbon	CO ₂	CO

c) Kompostlama

Mevcut atıkların organik çözücüler yardımıyla (bakteriler, solucanlar vb.) çürütülmesi işlemi sonucunda organik gübreye dönüşüm işlemi kompostlama olarak adlandırılmaktadır. İşlem evde hazırlanabilecek düzeyde basittir, çevrede hazır halde bulunan bakteriler dahi bu işlemi gerçekleştirebilir. Toprağa gömülen organik atıklar yeterli havalandırma ile (hem reaksiyonu hızlandırmak hem de koku oluşumunu engellemek amacıyla) yaklaşık 3 haftada komposta dönüşmektedir (Görsel 2.2.). Kompostlama işlemi, atıkların kalorifik olarak değerli olmadığı, geri dönüşüm imkanlarının oluşmadığı veya verimsiz olduğu, tarıma ağırlık verilmek istendiği durumlarda ve alan olarak toprağın bolca bulunmadığı (arazi yetersizliği) durumlarda daha çok düşünülen bir atık geri kazanım işlemidir. Kompostlama için kullanılacak

atıkların aşağıdaki özellikleri göstermesi beklenir (Varank, 2006, s.20; Erdin, 2005, s.8).

- Organik madde miktarı (dolayısıyla çözünebilir madde miktarı) fazla olması
- Ortamda komposttan faydalanacak bitkilerin gereksinim duyduğu minerallerin optimum düzeyde bulunması
- İşe yaramayan veya tehlikeli maddelerin (fazla miktarda civa, kurşun, kadmiyum, krom ve bileşikleri gibi) sıfıra yakın seviyede bulunması



Görsel 2.2. *Kompostlama işlemi (http-5)*

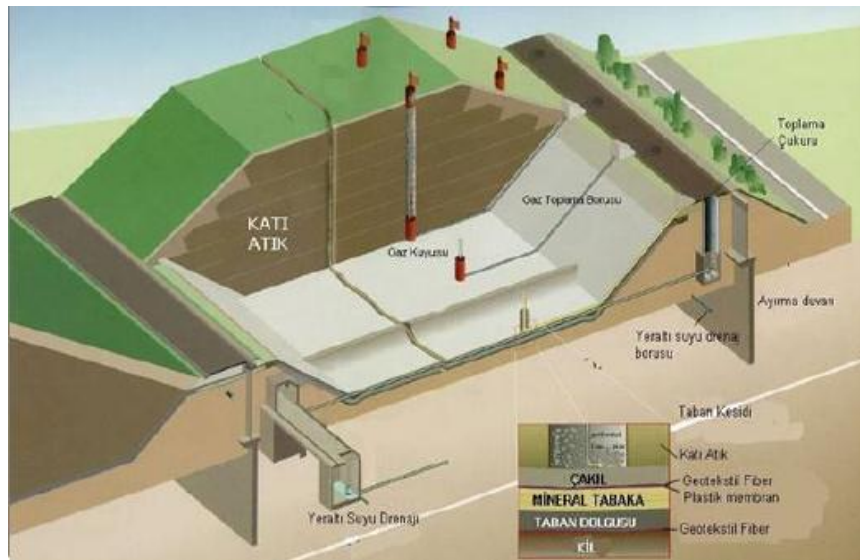
Özellikle piller, aküler ve diğer ağır metal ihtiva eden ürünlerin toprağa karışması, bitki gelişimi ve dolaylı olarak insan sağlığı için oldukça tehlikelidir. Bu nedenle kompostlama yapılacak atıklarda bu gibi ürünlerin ayrıştırılması gerekmektedir (Kompost Rehberi, 2016, s.24).

2.3.5. Bertaraf

Doğru bir atık yönetimi, hiyerarşiyi takip etmek koşulu ile birden fazla adımı uygulayabilir. Bunun sebebi, tek bir atık yönetim politikasından bahsedilemeyeceği, farklı atıklar için farklı atık yönetim şekli olacağı hususundandır. Örneğin depozitolu cam şişeler doğrudan yeniden kullanıma katılacakken, depozitolu bu şişelerle aynı yerde istiflenmiş plastik parçaları geri dönüşüme tabi tutulma amacıyla mekanik ayrıştırmanın ardından geri dönüşüm için işleme tabi tutulurlar. Eğer atık yönetimi doğru sırada uygulanmış ise veya tamamen yanlış uygulanıp hiçbir şekilde atığı kullanma aşamasına girmediyse, atık artık son aşama olan bertaraf edilmeye gelmiş demektir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta hiyerarşi takip edilsin veya edilmesin bir atığın gelebileceği en

son nokta bertarafıdır. Bertaraf anlam olarak elden çıkarma, defetme veya kurtulma olarak tanımlanabilir. Atıklar açısından ise atığın son durağıdır. Örneğin insinerasyondan geçen bir atığın son ürünü olan küller de, geri dönüşümünü ve ömrünü tamamlamış cam ve plastiklerin geri dönüşümü sırasında ortaya çıkan yanmış kömür vb. karbon bazlı atıklar da bertaraf işlemine en sonunda tabi olurlar. Bertaraf işleminde atıklar depolanır ve belirlenen alanlara gömülür veya yığılır. Bunun sebebi de yine atık yönetim politikasının uygulanıp uygulanmaması ve ekonomik politikalardır.

Düzenli depolama tesisleri atık yönetimi konusunda olması gereken en temel yapılardan biridir. Gereklilikleri sebebiyle bölgenin ekonomik açıdan daha kalkınmış olması gerekmektedir. Ayrıca bölgede atık yönetimi politikasının yerleşmiş olması da tesisin verimliliği için önem taşımaktadır. Bu tip tesisler toprağa, suya, havaya ve diğer çevre etmenlerine en az düzeyde zarar verecek, izole, bulunduğu yerleşim alanına zarar vermeyecek mesafede stratejik olarak konumlandırılmış bölgelerdir ve sürekli denetlenen alanlardır. Düzenli depolama tesisleri ayrıca atıkların ayrıştırılması, ekonomiye yeniden kazandırılması amacıyla da mekanik ayrıştırma görevi üstlenebilirler (Şekil 2.7.). Edirne'de Katı Atık Düzenli Depolama ve Bertaraf Tesisleri 2017 yılı içerisinde planlandığı üzere hizmete girmiş olup günlük ortalama olarak toplanan 300 ton çöpün depolanması ve ayrıştırılmasında önemli bir rol oynayacaktır.



Şekil 2.7. Düzenli depolama tesisi (http-6)

Bunun yanında, eğer bölgede atık yönetim politikası mevcut değilse veya bölge ekonomik açıdan gelişmemiş ve yeterli kaynağa sahip değilse dağınık atık depolama

veya halk tabiriyle çöp yığını kavramı görülür. Bu tip yerlerde, çöpler bir kurum veya kuruluş tarafından toplansa bile daha önceden rastgele belirlenmiş bölgeye yığınlar halinde bırakılır. Hava, toprak ve su kirliliği hat safhaya ulaşır. Bölgede herhangi bir bitki yetişemez, insan sağlığını etkileyecek su ve hava kirliliği oluşur, koku oldukça rahatsız edici olur ve hiçbir çalışma yapılmadığı için aslında çok yüksek bir potansiyele sahip bir kaynak olduğu gibi tam anlamıyla çöpe gitmiş olur. Yine Edirne'de 60 yıldır bu sistem ne yazık ki kullanılıyordu ve bu çöplük hem bölge toprak, hava ve su kirliliğine yol açmış hem insan sağlığına tehdit edici bir ortam olmuş hem de defalarca yanıp çevreye ayrı bir tehdit oluşturmuştur (Görsel 2.3.).



Görsel 2.3. Edirne Belediye Çöplüğü'ndeki yangın (Edirne TV Haberi, 08.2017)

2.4. Katı Atıklara Yönelik Türkiye ve Avrupa'daki Uygulamalar

Atıkların bertarafı konularında özellikle Avrupa'da kapsamlı uygulamalar mevcutken ülkemiz hala bu konuda eğitim aşamasındaki eksikleri gidermek üzerine politikalara çalışmakta, vahşi atık toplama alanları düzenli depolama alanlarına yeni yeni dönüştürülmeye başlanmaktadır. Edirne örneğinde de görüldüğü üzere izlenen her yanlış atık yönetim politikası çeşitli felaketlere sebebiyet vermektedir. Özellikle Avrupa'da bu gibi sonuçların oluşmaması, atıklardan en fazla verim alınması amacıyla çeşitli hedefler, uygulamalar ve bu hedeflerle uygulamaları belirtecek direktifler oluşturulmuş, ülkemizde de bu uygulamalara geçişlere başlanmıştır.

Ülkemizde atık yönetimine yönelik en önemli vurgulama, 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunun 7i) maddesi uyarınca ve/veya 5393 sayılı Belediye Kanunun 14. maddesi uyarınca yerel yönetimlerin sorumluluğu kapsamına giren atıkların bertarafı için "2872 Sayılı Çevre Kanunu, 5491 sayılı Çevre Kanununda

yapılan değişikliklere ait Kanun, Atık Yönetimi Yönetmeliği (02.04.2015–Resmi Gazete No: 29314) ve ilgili diğer yönetmelikler ve yasal düzenlemelere uygun olarak; doğal kaynakların etkili bir şekilde kullanılması ve korunması amacıyla sıfır atık yaklaşımının benimsendiği geri dönüşüm ve geri kazanımın azami derecede sağlandığı tesisler kurulması veya kurdurulması ve işletilmesi gerekmektedir" şeklinde belirtilmektedir. Bu kanun maddesi uyarınca ülkemizde her türlü atığın yeniden kullanımı, geri kazanım ve dönüşümü için gerekli depolama tesislerinin kurulması ve atık potansiyel kavramının minimum düzeye indirgenmesi gerektiği belirtilmiştir. Buna ek olarak 26.03.2010 tarihli Atıkların Düzenli Depolanması ile ilgili yönetmeliğin 10. maddesinde, "Son durumu fayda sağlamayan atıklar ile inert atıklar hariç tutulmak üzere diğer tüm atıkların ön işlemden (atığın tehlikesini ve/veya hacmini azaltarak her türlü atık yönetim işleminden elde edilecek verimi artırma amaçlı uygulanan işlem) geçirildikten sonra depolama tesislerine yöneltilebilir" belirtilmiş, bu sayede düzenli depolama tesisi olsalar dahi çevreye verecek zararlar minimuma indirgendiği halde potansiyelinden yararlanılmayan atıklar büyük bir kayıp olacağı açıkça vurgulanmıştır. Tüm bu konular ÇŞB' nin resmi internet sayfasında yönetmelikler başlığının altında açıkça belirtilmiş ve halkın erişimine açılmış halde bulunmaktadır ([http-7](http://www.çşb.gov.tr)).

Avrupa için ise durum bizde olduğundan biraz daha farklıdır. Her yıl toplanan Avrupa Konseyi aldığı farklı ve kapsayıcı kararları paylaşarak ne adımlar atılması gerektiğini paylaşır; ancak alınan bazı kararlar diğer tüm seneler için (değişiklik yapılmadığı takdirde) geçerliliğini sürdürür ve dahası denetleme mekanizması oldukça güçlü ve yaptırımları yüksektir. Alınan tüm kararlar internet sitelerinde açıkça veya özetler halinde belirtilmektedir ([http-8](http://www.eur-lex.europa.eu)). 2008/98/EC Direktifi'nde Şekil 2.2.'deki hiyerarşinin işleyişi, bir başka deyişle atık oluşumunun engellenmesi, önleme, yeniden kullanıma hazırlama, geri dönüşüm ve geri kazanım ile bertaraf yöntemlerinin hazırlanması öncelikli olarak esas alındığı belirtilmektedir. Bu da her nerede depolanacak veya kullanacak olunursa olsun (düzenli veya vahşi depolama alanları, sokaklar, sanayi bölgeleri, enerji üretim tesisleri) atıklar en verimli düzeyde kullanılmak zorundadır şeklinde yorumlanmaktadır. Bunun haricinde yine aynı direktifte doğru yaşam döngüsü analizi metodları kullanılarak hangi atık için hangi hiyerarşik düzeyden birinin kullanılması gerektiğinin ve en az çevreye hasar verecek şekilde bir plan oluşturulması gerektiği vurgulanmıştır. Bunun haricinde evsel atıkların doğru şekilde geri dönüşüme ve geri kazanıma uğraması, dolayısıyla da verimliliğin (kaynakta

ayırıştırma yapıldığı için) arttırılması için ülkeler bazında gerekli bilinçlendirmeler yapılmıştır. Ülkemizde de uygulamaları bulunan geri dönüşüm konteynırları hemen hemen her caddeye yayılmış, toplamaları ülkemizdeki gibi bir arada değil ayrı ayrı olarak yapılmaktadır. Bu durumu açıklayacak olursak, ülkemizdeki geri dönüşüm konteynırları ayrı bölmelere sahip olsalar da belediyeler tarafından genellikle aynı haznede toplanılarak taşınması gerçekleştirilir. Bu da, toplanan atıkları tesisteyken tekrardan mekanik ayırtırmaya tabi tutma gerekliliğini oluşturur ve yukarıda belirtildiği üzere zaman, maliyet ve işgücü kaybına neden olur.

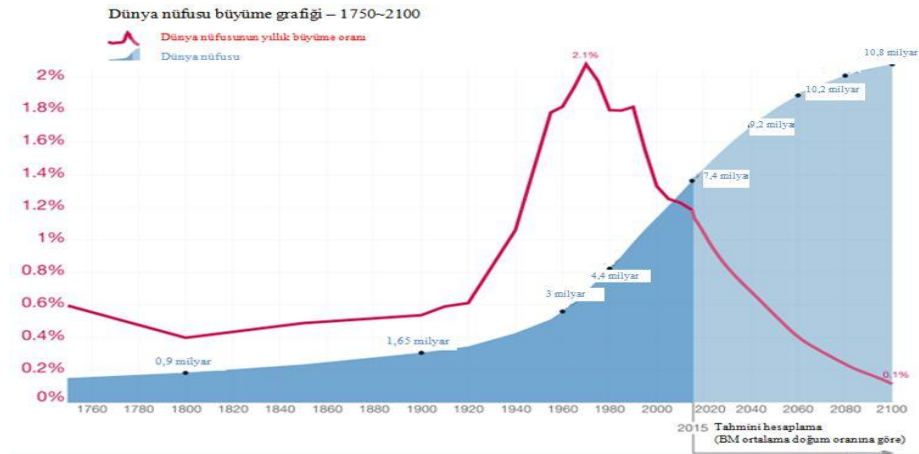
Bir başka örnek olarak atık pillerle ilgili 2006/66/EC sayılı direktif Avrupa' da günümüzde kullanılan direktiftir. Bu direktife bağlı olarak çevreye, ihtiva ettiği ağır metal oranları sebebiyle verdiği hasarları sıfırlamak ve ekonomik kullanılabilirliği ile metal üretim ve işleme maliyet ve zamanını azaltıp büyük bir tasarruf sağlayan pil ve metal geri kazanımı gerçekleştirilmek hedeflenmektedir. Almanya' da yıllık ortalama 31 bin ton pilin yaklaşık 13 bin tonu geri dönüştürüldüğünde yaklaşık %42'lik bir atık pil geri dönüşümü söz konusu iken, ülkemizde tüketilen yıllık ortalama 11 bin ton pilin sadece yıllık 300 ton olmakta ve bu da %2,7'lik bir orana gelmektedir. Bunun sebebi de ülkemizde bu konu ile ilgili sadece Kocaeli'de bulunan ve 2016 yılında devreye alınan Atık Pil Geri Kazanım Tesis'inin olmasıdır. Pillerden geri kazanımını 1992 yılında Avusturya ile başlamış olduğu ve 2007 yılında Almanya' nın 14 bin ton ile rekor kırdığı istatistikleri göz önüne alındığında, bu konuda da halen emekleme aşamasında olduğumuz ve ayrıca Avrupa'nın 2016 yılı için %45'lik pil geri kazanım alt sınırı getirmesi ile çalışmalarımıza misli ile hız vermemiz gerektiği su götürmez bir gerçektir. Her ne kadar 2012 yılı hedefi Avrupa ülkeleri için %25 olarak belirlenmiş ve bu oran gerçekleştirilmiş olsa da, biz 2012 yılı hedefine dahi oldukça uzak durumdayız ([http-9](http://9)).

3. TÜRKİYE'DE VE AVRUPA'DA KATI ATIK YÖNETİMİ VE ENERJİ - EKONOMİ İLİŞKİSİ

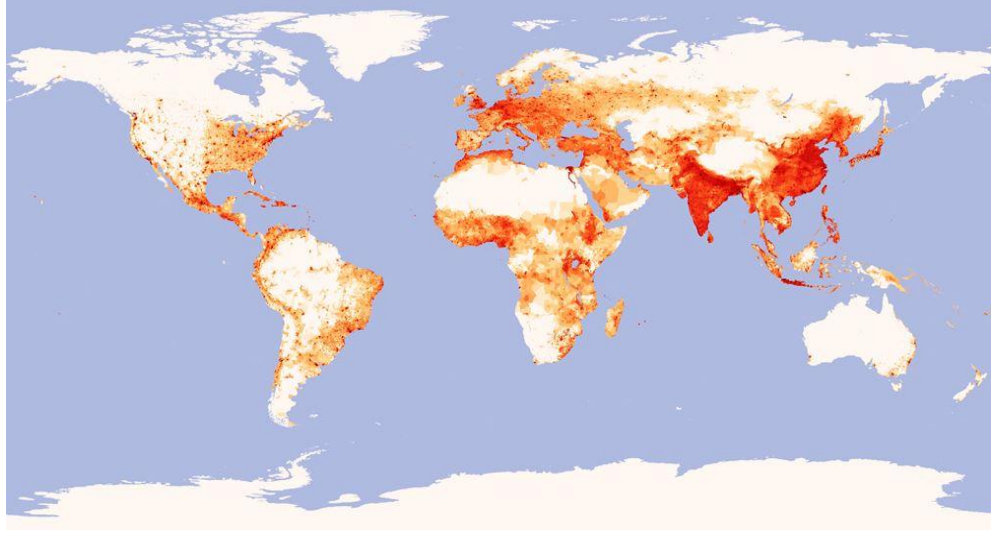
Dünya nüfusu her geçtiğimiz yıl artsa bile artış hızı özellikle 1970'lerde tepe noktasına ulaştıktan sonra (Şekil 3.1.) gittikçe azalmış ve hala azalma eğilimi göstermektedir. Bunun birden fazla sebebi vardır (Roser ve Ortiz-Ospina, 2017);

- Gelişen teknoloji ile birlikte gelişen nesillerin dünyaya bakış açıları
- Gençlerin aile kavramına bağlı olmadan hayat sürdürmek istemeleri
- Bölgesel olarak (Kuzey Avrupa) insanların çocuk yapma isteğinin olmaması, çocuk yapılması için devlet teşviklerinin bir işe yaramaması
- Nüfusu hali hazırda çok fazla olan ülkelerdeki nüfus artış engelleme politikaları
- Kıtık, ölümcül hastalıklar gibi etmenlerin özellikle gelişmemiş ülkelerde yarattığı nüfus azalması

Dünya üzerindeki nüfusun yoğunluğunu gösteren grafikte de görüleceği üzere (Şekil 3.2.) nüfusun toplandığı bölgeler genellikle istihdam alanının, yer altı zenginliklerinin ve iklim kuşağının ılıman olduğu bölgelerdir ve bunun temel sebeplerinden biri bölgenin göç almasıdır. Bunun dışında nüfus yoğunluğunun fazla olması, bölgenin gelişmişliği ile de ilişkilendirilebilmektedir. Tüm bunları düşünecek olursak, nüfusun fazla olduğu yerde temel gıda, barınma ve günümüz çağında en ihtiyaç duyulan enerji talebi çok daha fazla olmaktadır. Japonya örneğini ele almak ve bunu atık ile ilişkilendirmek, enerji konusunun ne kadar büyük bir öneme sahip olduğunu gösterecektir.

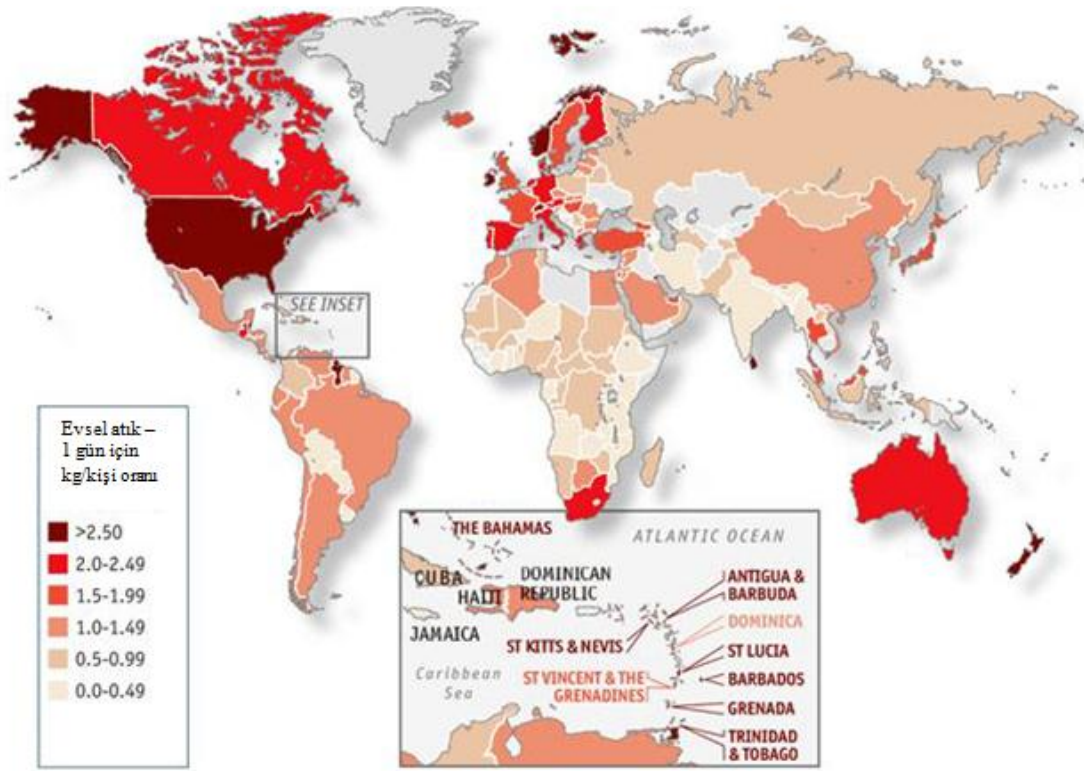


Şekil 3.1. Dünya nüfusu ve nüfus artış hızı (Roser ve Ortiz-Ospina, 2017)

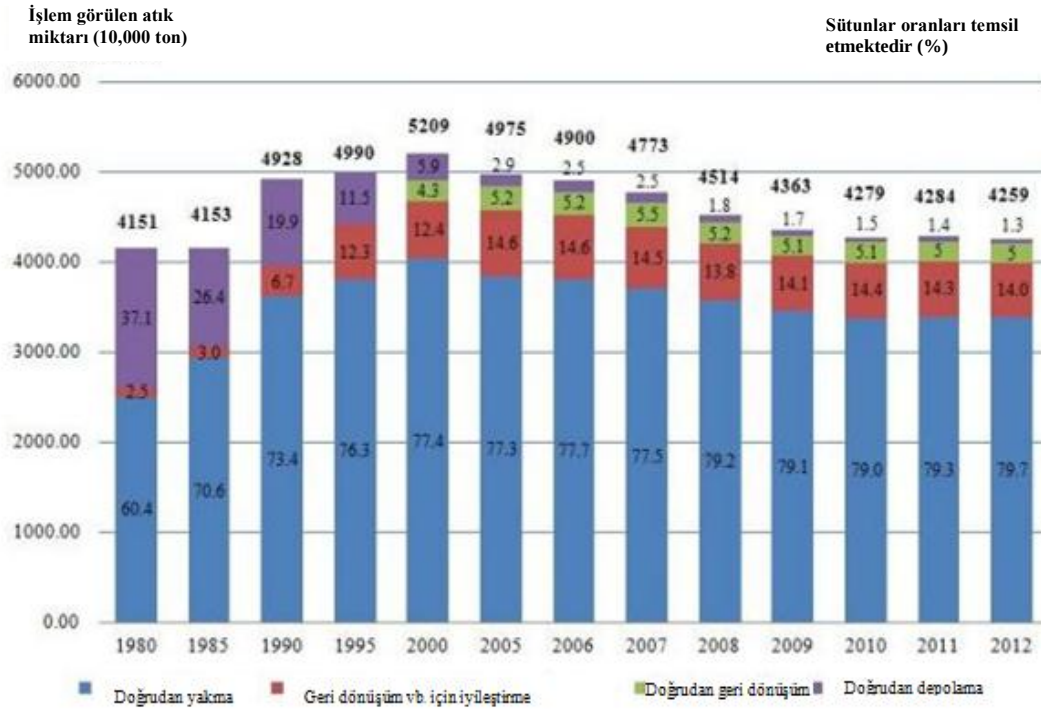


Şekil 3.2. Dünya nüfus yoğunluğu haritası (<http-10>)

Japonya yaklaşık 378 bin km² toprak alanına sahip bir ada ülkesidir. Teknoloji, ekonomi, bilim ve kültür düzeyi gibi birçok alanda gelişmiş bir ülkedir. Yaklaşık %73'lük bir kısmı ormanlarla kaplıdır ve bulunduğu coğrafik koşullardan ötürü özellikle büyük şiddetteki depremlerin (Richter ölçeğine göre >7.0) oldukça sık rastlandığı bir ülkedir. Atık üretim yoğunluğu, nüfus yoğunluğundan dolayı oldukça fazla olduğu halde (2-2,5 kg/kişi) gelişmişliklerini atık yönetimi konusunda da göstermişlerdir (Şekil 3.3.). 1980'lerden itibaren atık yönetim politikasını az alana sahip ülke topraklarını harcamak yerine atık geri kazanımı, dönüşümü ve yeniden kullanımı politikalarına ağırlık vermiş, mevcut insinerasyon oranlarını oldukça fazla tutarak buradan oldukça fazla verim sağlamıştır (Şekil 3.4.). Rakamlara dönecek olursak, sadece atıkları yakarak 1 GWh lik güç elde edilmiş olup bunun Japonya piyasasına katkısı 183,2 milyon Yen yani günümüz kuru ile (13.12.2017) 6,19 milyon TL etmektedir. Elektrik sarfiyatı üzerinden konuşacak olursak, 2017 yılında geçerli olan 0,41 krş kWh elektrik ücreti üzerinden aylık 200 kWh tüketen konutlar için hesaplanmış 82,35 TL'lik fatura tutarı ile yaklaşık 70 bin konutun enerji ihtiyacı karşılanabilir, veya bu konutların elektrik ihtiyacını ücretsiz olarak karşılayacak alternatif kaynaklara yatırım yapılabilir (Yolin, 2015, s.31-37).



Şekil 3.3. Dünya'daki evsel atık yoğunluğu haritası (<http-11>)



Şekil 3.4. Japonya'daki atık yönetim grafiği (METI 2014, Annex 4)

Burada Japonya'nın Avrupa ile ilişkilendirilmesinin nedeni elbette ki takip ettiği atık yönetim politikasıdır. Çünkü Dünya üzerinde herangi bir ülkede bu denli düşük miktarda depolama gerçekleştirilmemektedir (Tablo 3.1). Depolamaya verilen önem, özellikle atık yönetimi konusunda gelişmiş bu tip ülkelerde ancak atığın başka türlü hiçbir şekilde kullanılamayacağı zamanlarda açığa çıkmaktadır. İspanya ve İtalya gibi tarımdan fayda sağlayan ülkelerde yönetim kompostlamaya, Almanya ve ABD gibi teknoloji konusunda daha ileri ülkelerde ise amaç enerji kazanımına ve geri dönüşüme odaklıdır. Bu da atık yönetim politikasında coğrafik, sosyoekonomik ve bilim-teknolojinin etkisini açıkça göstermektedir (Saraç ve Uludağ, 2010, s.247-250). Ayrıca belirtmekte fayda vardır ki, Avrupa Birliği bu istatistikleri üye ülkelerin hepsini dahil ederek yıllık olarak yayınlamakta ve detaylı analizlerini göstermektedir. Genellikle de bir bütün olarak belirttikleri tanım ülke sayısından ötürü kullanılan EU 28 kısaltmasıdır ve tüm incelemelerinde bu 28 ülkeyi ayrı ayrı incelemektedir.

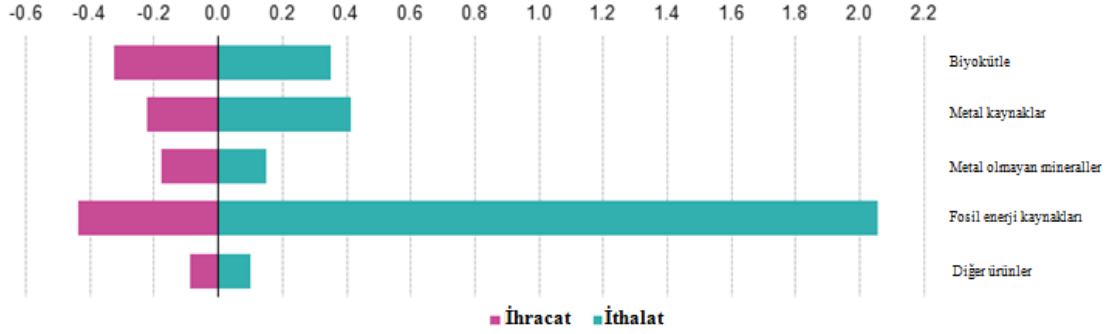
Tablo 3.1. Dünya'daki atık yönetimi verileri (The EU in the world, 2016, s.157)

Ülke/Atık Yönetimi	Depolama (Düzenli/Vahşi) (%)	Yakma (%)	Geri Dönüşüm (%)	Kompostlama (%)
EU-28	29.9	25.5	26.9	15.4
Avustralya	49.0	:	45.0	:
Kanada	71.0	4.0	18.0	7.0
Çin	80.0	18.0	0.0	2.0
Japonya	1.0	78.0	20.0	0.0
Meksika	95.0	0.0	5.0	0.0
Türkiye	99.0	0.0	0.0	1.0
Amerika Birleşik Devletleri	54.0	12.0	26.0	9.0

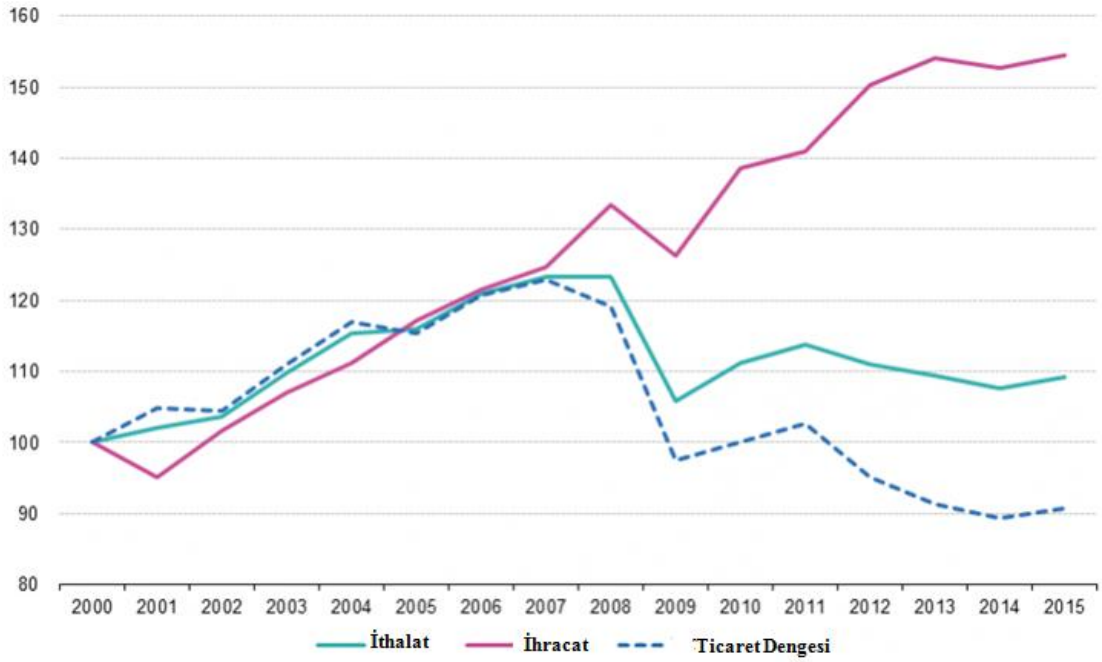
3.1. Avrupa'da Katı Atık Yönetimi ve Ekonomisi

Ülkemizde her ne kadar katı atıklar hakkında yapılanlar kısıtlı ve verimsiz olsa da Avrupa'da durum bundan çok daha farklıdır. Özellikle Avrupa'da kullanılan hammadde, su, mineral ve metal kaynaklarının devamlı kullanımı için ithalatın yeri oldukça fazladır (Şekil 3.5.). Görüldüğü üzere özellikle fosil kaynak materyalleri, metal cevherleri ve biyokütle ithalat rakamları ithalat rakamlarından fazladır. Buradan çıkarılması gereken sonuç Avrupa'nın sürekli dışa bağımlı bir yapıya sahip olduğu değil, tam tersine dışa bağımlılığının yıllar geçtikçe azalmasıdır (Şekil 3.6.). Bu durumun elbette ki siyasi sebepleri mevcuttur (ülke dışında kaynak bulunması, yerel

yeni kaynak keşifleri, ülke dışı kaynak fiyatlarının artması), ancak burada göz ardı edilemeyecek bir faktör mevcuttur, doğru atık yönetimi politikasının uygulanması.



Şekil 3.5 Avrupa kaynak ithalat ihracat oranları (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.4)



Şekil 3.6. Avrupa kaynak ithalat ihracat değişim oranları (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.4)

Grafikte özellikle 2008 yılının sonuna doğru başlayan yüksek risk ve faizli kredi akımı ile başlayan ekonomik krizin ardından hem ithalat hem de ihracat oranlarında belirgin bir düşüş hakim olmuştur. Krizin yarattığı etkilerden dolayı ithal hammadde kullanımı yerine yerel kaynak kullanımı artmış, ithalat düşmüş ve ihracat miktarı artmıştır denebilir. Dolaylı olarak da atıkların hammadde olarak kullanımında bir artışın olduğu söylenebilir. Bu durumu sadece atık yönetimine bağlamak elbette ki doğru değil, ancak atıkların bu durumda katkısının olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Üretimin

işleyişi gereği ara ürünlerin meydana gelmesi kaçınılmaz ve olağandır. Burada asıl önemli olan konu ortaya çıkan ara ürünü doğru kullanabilmektir. Ayçiçek yağı fabrikasında ayçekirdekleri mekanik olarak ezilirler ve kabukları ayrıştırılır. Ayrıştırılan kabuklar birçok fabrikada küspe olarak ayrılır, yani hayvan yemi olarak verilirler. Oysa yaklaşık 450 g ayçekirdek kabuğunun 2,15 kcal ısı değere sahiptir ve alternatif yakacak olarak kullanılabilir (Kaya, 2014, s.34). Bir başka örnekten bahsedecek olursak metal cevherler gerek bulunması gerek işçiliği gerek işlenmesi anlamında oldukça maliyeti olan hammaddelerdir ve bazı durumlarda yeterli saflığa sahip olmaları için oldukça fazla çevre tahribatı verilmektedir, buna verilecek en temel örnek altın madenidir. 1 ton toprağın kazılarak yaklaşık 5 g altın çıkarıldığı düşünülürse ve bu altınların büyük bir çoğunluğu teknolojik ekipmanlarda (cep telefonu, bilgisayar, televizyon) kullanılıyorsa, açığa çıkan tonlarca elektronik atığın yeniden değerlendirilip altının geri kazanılması ekonomik getirisi çok büyük, çevresel zararı çok daha az bir işlemdir. Endüstrinin dışında evsel atıkların bertarafı konusunda da yapılan bilinçlendirmeler sonucunda, örneğin İspanya'da evlerde birden fazla çöp kutusu bulunmaktadır. Bu sayede cam, plastik ve organik atıklar birbirinden kaynağa ayrıştırılmış olmakta ve değerlendirilmeleri daha kolay ve verimli olmaktadır. Hiyerarşide belirten kaynağında azaltma anlayışı da bu şekilde daha kolay işlenebilmektedir. En nihayetinde bütün mesele sektör ne olursa olsun oluşan her bir ara madde veya son ürünün nihayetinde tekrar kullanılabilir birer hammadde olduğunun bilinmesi, uygulamanın da kaynaktan başlatılmasıdır.

3.1.1. Katı atık verileri

EU 28 ülkeleri için Eurostat tarafından düzenli olarak raporlar hazırlanmaktadır. Bu raporlar aşağıda bahsi geçen ülkeleri kapsamaktadır (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5) ;

- Almanya •Fransa •Romanya •Bulgaristan •Polonya •İsveç •İtalya •Hollanda
- Birleşik Krallık •Finlandiya •İspanya •Yunanistan •Belçika •Avusturya
- Estonya •Danimarka •Macaristan •Portekiz •İrlanda •Slovakya •Lüksemburg
- Litvanya •Slovenya •Hırvatistan •Letonya •Kıbrıs•Malta•Çek Cumhuriyeti

Avrupa Birliği üyesi olmaması veya konumu sebebiyle Eurostat tarafından değerlendirilmeye alınan ancak EU 28 kapsamında bulunmayan ülkeler ise aşağıdaki

gibidir:

- Türkiye •Sırbistan •Karadağ •Norveç •Lihtenştayn •Bosna Hersek •Kosova
- Makedonya

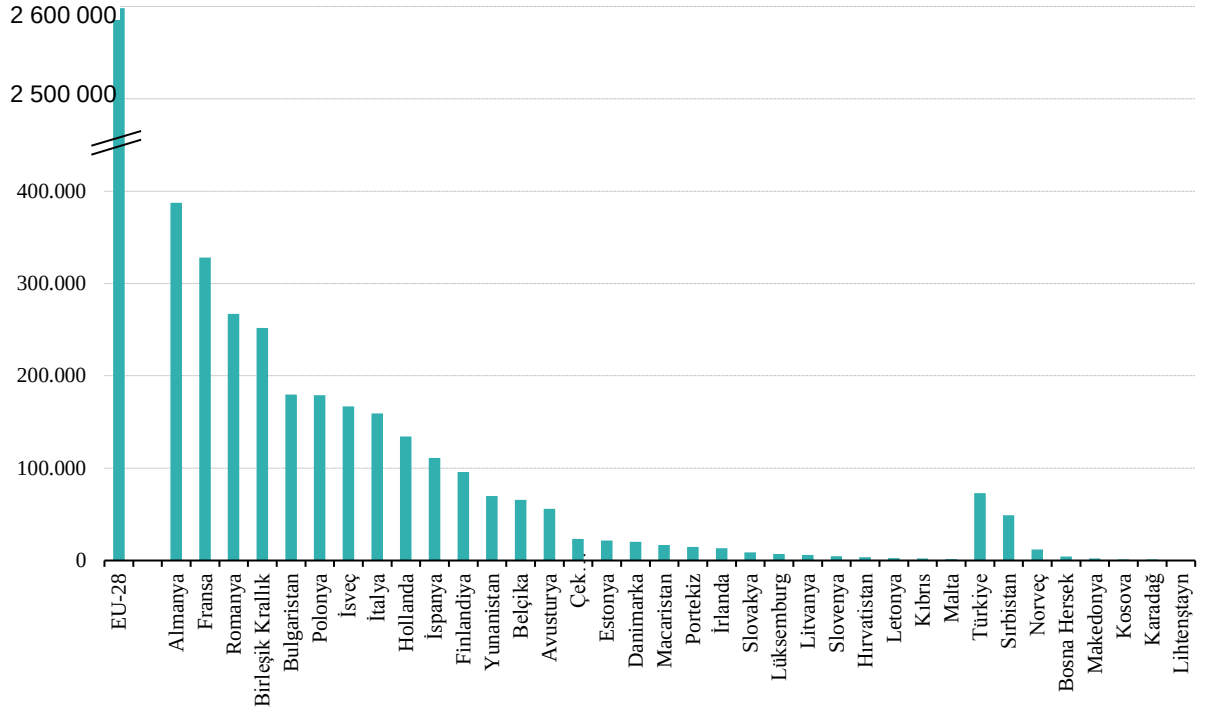
Eurostat tarafından tüm bu ülkeler için istatistiki veriler hazırlanmıştır ve bu veriler en son 2014 yılındaki değerler kullanılarak 2016 yılında paylaşılmıştır. Doğru analiz yapabilmek için öncelikle toplanan atık miktarlarını yorumlamak gerekmektedir. EU 28 ülkeleri için yapılan bu çalışmada elde edilen veriler aşağıdaki gibidir (Tablo 3.2.) (Şekil 3.7.).

Tablo 3.2. EU 28 atık miktarları 2014 (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Ülke	Atık Miktarı(x1000 ton)
EU-28	2.598.140
Almanya	387.504
Fransa	327.997
Romanya*	266.976
Birleşik Krallık	251.780
Bulgaristan	179.598
Polonya	179.018
İsveç	167.027
İtalya	159.107
Hollanda	134.146
İspanya	110.952
Finlandiya	95.970
Yunanistan	69.759
Belçika	65.573
Avusturya	55.868
Çek Cumhuriyeti	23.395
Estonya	21.804
Danimarka	20.081
Macaristan	16.651
Portekiz	14.587
İrlanda*	13.421
Slovakya	8.901
Lüksemburg	7.073
Litvanya	6.200
Slovenya	4.686
Hırvatistan	3.728
Letonya	2.621
Kıbrıs	2.051
Malta	1.665
Türkiye	73.075
Sırbistan	49.128
Norveç	11.854

Tablo 3.2. (Devam) EU 28 atık miktarları 2014 (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Bosna Hersek*	4.457
Makedonya	2.187
Kosova	1.167
Karadağ	1.164
Lihtenştayn	556



Şekil 3.7. EU 28 atık miktarı grafiği (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Buradan ilk olarak çıkarım yapılacak konu, 2014 yılı itibariyle EU 28 ülkelerinde yaklaşık 2,59 milyar ton katı atık toplanmıştır. Atıkların en fazla toplandığı ülkeler 387 milyon ton ile Almanya, 328 milyon ton ile Fransa, 267 milyon ton ile Romanya, 251 milyon ton ile de Birleşik Krallık gelmektedir. 2015 nüfus sayımlarına göre yaklaşık 7 milyon insanın yaşadığı Bulgaristan'da ise bu rakam yaklaşık 180 milyon olup, ülkemizde toplanan atıkların (73 milyon ton) yaklaşık 2,5 katıdır. Elbette ki katı atık miktarları ile nüfus arasında doğrudan bir bağlantısı kurulamaz. Bunun temel sebebi de atık kavramının matematiksel bir veri olmasından ziyade bir cevher olmasıdır ve sosyoekonomik değeri mevcuttur. Bir ülkede üretilen atık miktarının sebebi öğrenilmek için ülkelerin hangi sebeple bu atıkları ürettiğini incelemek gerekmektedir (Tablo 3.3) (Şekil 3.8).

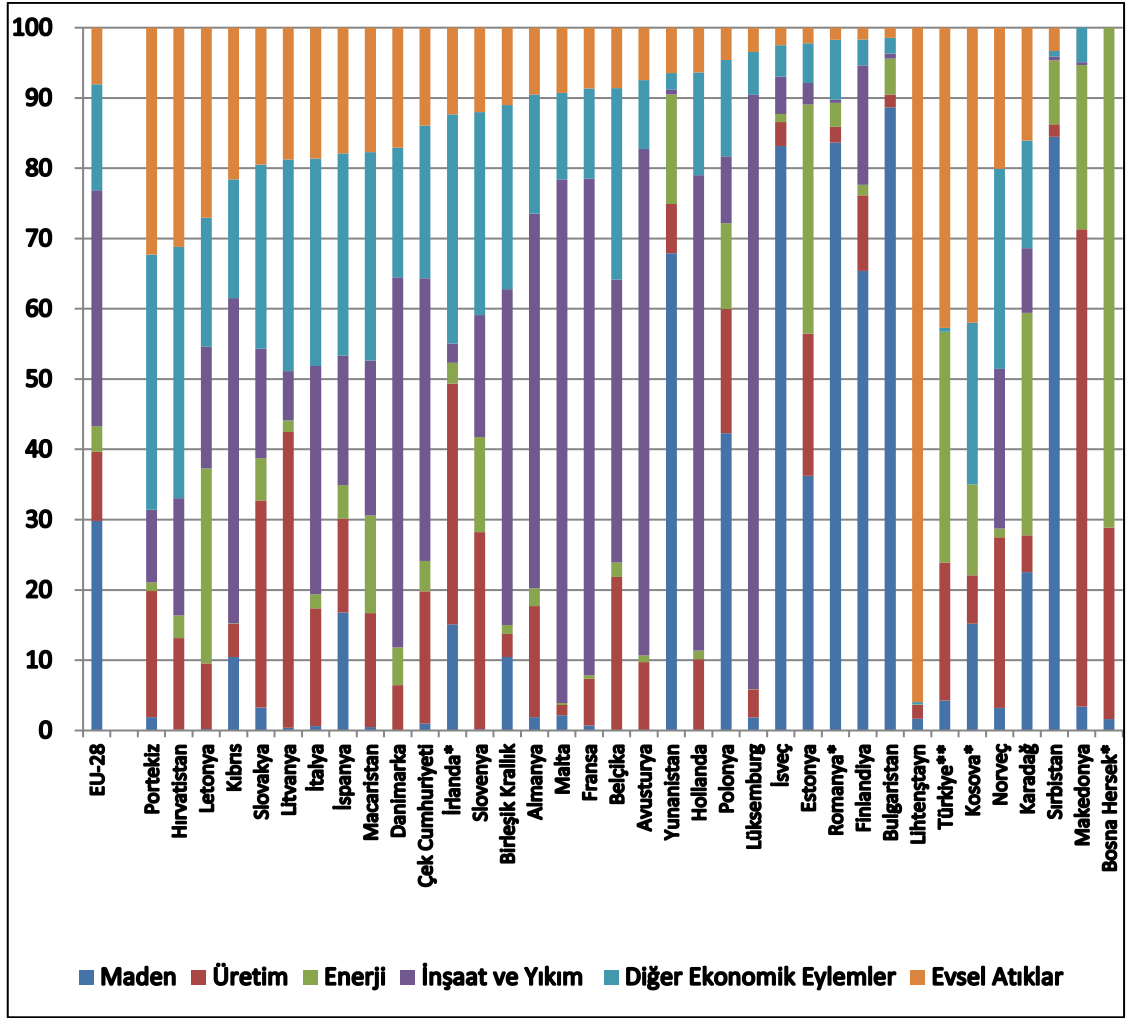
*: Eurostat istatistiklerine 2012 yılından sonra bir değer paylaşılmamıştır.

Tablo 3.3. EU 28 atık üretimi kaynak oranları (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

	Maden	Üretim	Enerji	İnşaat ve Yıkım	Diğer Ekonomik Eylemler	Evsel Atıklar
EU-28	30	10	4	34	15	8
Portekiz	2	18	1	10	36	32
Hırvatistan	0	13	3	17	36	31
Letonya	0	9	28	17	18	27
Kıbrıs*	10	5	0	46	17	22
Slovakya	3	29	6	16	26	19
Litvanya	0	42	2	7	30	19
İtalya	1	17	2	32	30	19
İspanya	17	13	5	18	29	18
Macaristan	0	16	14	22	30	18
Danimarka	0	6	5	53	18	17
Çek Cumhuriyeti	1	19	4	40	22	14
İrlanda*	15	34	3	3	33	12
Slovenya	0	28	14	17	29	12
Birleşik Krallık	10	3	1	48	26	11
Almanya	2	16	3	53	17	10
Malta	2	1	0	75	12	9
Fransa	1	7	1	71	13	9
Belçika	0	22	2	40	27	9
Avusturya	0	10	1	72	10	7
Yunanistan	68	7	16	1	2	6
Hollanda	0	10	1	68	15	6
Polonya	42	18	12	10	14	5
Lüksemburg	2	4	0	85	6	3
İsveç	83	3	1	5	4	2
Estonya	36	20	33	3	6	2
Romanya*	84	2	3	0	8	2
Finlandiya	65	11	2	17	4	2
Bulgaristan	89	2	5	1	2	1
Lihtenştayn	2	2	0	0	0	96
Türkiye**	4	20	33	:	1	43
Kosova*	15	7	13	0	23	42
Norveç	3	24	1	23	28	20
Karadağ	23	5	32	9	15	16
Sırbistan	84	2	9	1	1	3
Makedonya	3	68	23	0	5	0
Bosna Hersek*	2	27	71	0	0	0

* : Eurostat istatistiklerine 2012 yılından sonra bir değer paylaşılmamıştır.

** : İnşaat atık verileri mevcut değildir.



Şekil 3.8. EU 28 atık üretimi kaynak oran grafiği (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Tablo 3.2. ile Tablo 3.3.'ü birleştirip bir analiz yapacak olursak, EU 28'de yer alan ülkelerin ürettiği atıkların %30'u maden atığı, %10'u üretim atığı, %34'ü inşaat ve yıkım atığı ve yalnızca %8'i evsel atıktır. Atık miktarı açısından zirvede olan Almanya'da üretilen atıkların %53'ü inşaat ve yıkım atığı, %16'sı üretim atığıdır. Fransa'da %71 oranında inşaat ve yıkım atığı oluşturulduğu halde Romanya'da ise üretilen atığın %84'ü maden atıklarından oluşmaktadır. Bulgaristan'da ise oluşan atığın büyük bir kısmı yine maden atığından oluşmaktadır ve hem miktar hem de oran bakımından en yüksek maden atığına sahiptir. Kategori bazında inceleyecek olursak enerji alanında en yüksek oran Bosna Hersek'te, evsel atıklarda ise Lihtenştayn'dadır; ancak bunlar sadece oransal verilerdir. Eğer verilere kategori-miktar açısından bakacak olursak aşağıdaki tablodan miktarlara daha rahat ulaşabiliriz (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. EU 28 atık üretim kaynak miktarları 2014 (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Ülke/Atık Kaynağı (x1000 ton)	Maden	Üretim	Enerji	İnşaat ve Yıkım	Diğer Ekonomik Eylemler	Evsel Atıklar
EU-28	774460,0	255700,0	95420,0	871140,0	392200,0	209220,0
Portekiz	277,86	2615,82	177,49	1512,95	5292,34	4710,47
Hırvatistan	5,31	485,40	119,60	621,31	1334,49	1162,11
Letonya	5,29	244,72	727,17	454,28	480,92	709,12
Kıbrıs	214,17	96,36	2,15	948,70	346,64	442,83
Slovakya	289,11	2624,17	536,67	1386,69	2330,99	1732,98
Litvanya	24,98	2608,73	100,99	434,74	1869,25	1161,76
İtalya	981,75	26645,07	3195,28	51683,58	46941,37	29660,12
İspanya	18640,87	14813,85	5271,54	20418,07	31961,31	19846,64
Macaristan	82,58	2699,46	2311,83	3673,48	4931,99	2951,30
Danimarka	12,00	1280,56	1081,98	10572,10	3710,44	3424,24
Çek Cumhuriyeti	233,80	4394,32	1012,21	9409,94	5084,11	3260,58
İrlanda	2024,98	4599,50	395,95	365,72	4378,51	1656,67
Slovenya	7,67	1314,79	633,32	815,01	1353,25	562,38
Birleşik Krallık	26291,15	8249,98	3256,37	120356,25	65911,70	27714,66
Almanya	7431,89	61083,25	9975,20	206466,17	65660,10	36887,63
Malta	36,23	24,53	3,91	1241,08	204,91	154,35
Fransa	2345,77	21797,33	1653,30	231738,75	42087,35	28374,30
Belçika	61,51	14253,46	1360,94	26383,33	17866,87	5647,02
Avusturya	43,23	5395,58	531,19	40265,57	5462,71	4170,02
Yunanistan	47356,92	4894,47	10887,69	480,00	1631,54	4508,25
Hollanda	131,54	13452,30	1671,43	90734,85	19632,52	8523,48
Polonya	75736,49	31591,58	21892,20	17010,25	24546,59	8240,41
Lüksemburg	129,72	285,69	3,15	5979,25	432,22	242,85
İsveç	138898,17	5725,89	1895,40	8866,72	7468,14	4172,57
Estonya	7904,52	4406,85	7109,65	671,35	1229,43	482,24
Romanya*	223292,74	6029,40	9043,00	1325,34	22638,23	4646,90
Finlandiya	62775,12	10292,93	1464,12	16296,81	3537,94	1602,96
Bulgaristan	159280,38	3274,86	9105,12	1340,47	3993,17	2604,14
Lihtenştayn	9,20	11,06	0,30	0,00	1,99	533,14
Türkiye	3114,48	14342,36	24014,44	0,00	373,85	31230,00
Kosova	177,19	80,13	151,32	0,00	267,93	490,04
Norveç	380,33	2876,66	150,73	2694,06	3372,55	2379,33
Karadağ	262,39	60,61	368,59	107,04	178,11	187,29
Sırbistan	41504,86	868,86	4477,81	274,77	364,75	1637,25
Makedonya	74,59	1485,16	510,07	9,49	107,30	0,00
Bosna Hersek*	72,36	1213,47	3170,72	0,00	0,00	0,00

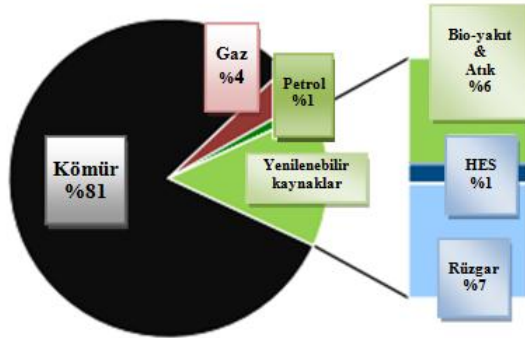
Miktar olarak incelediğimizde ise, Romanya maden atığı, Almanya üretim ve evsel atıkları konusunda en yüksek oluşuma sahipken, inşaat ve yıkım atığı konusunda Fransa bu alanda en yüksek atık miktarını üretmektedir, Polonya’da ise enerji üretimi sonucu oluşan atıklar en fazladır. Genellikle ülkelerin ürettiği atık miktarı ile

*: Eurostat istatistiklerine 2012 yılından sonra bir değer paylaşılmamıştır.

ekonomileri veya sosyal yapısı arasında bir bağ bulunmaktadır. Örneğin Almanya'da üretim atıklarının fazla olması üretim ve teknoloji konusunda ileri ve gelişmiş bir ülke olmasından kaynaklanıyorken, Lihtenştayn'daki evsel atık miktarının diğer alanlara göre daha fazla olmasının sebebi düşük nüfus ve ağırlıklı olarak araştırma seviyesindeki istihdamı sebebiyledir. Bunun yanında ülkemiz örneğini göstererek diyebiliriz ki, evsel atık miktarının fazla olması hem fazla nüfus olması, hem de yanlış alışveriş bilincine sahip olmamızdan kaynaklanmaktadır. Diğer yandan enerji atıklarının (kömür, petrol gibi fosil yakıtlar) oldukça düşük oranda olmasının sebebi bu kaynakları ağırlıklı olarak dışarıdan almaları, nükleer gibi enerji kaynağı kullanmaları ama bunların haricinde de yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgar ve biyokütle kaynaklarına ağırlık vermeleridir. Bu sebepten Polonya'da enerji atıkları, kullanılan kömür miktarından ötürü oldukça fazladır, tıpkı ülkemizde olduğu gibi (Şekil 3.9.).

Şekilde de görüldüğü üzere Polonya'da elektrik üretiminin %81'lik kısmı tamamen kömür ile, yani termik santrallerle elde edilmektedir ve bu da oluşan enerji atıklarını oldukça arttırmaktadır (Energy Policies of IEA Countries, 2016, s.200).

Elektrik üretim miktarı : 164.2 TWh

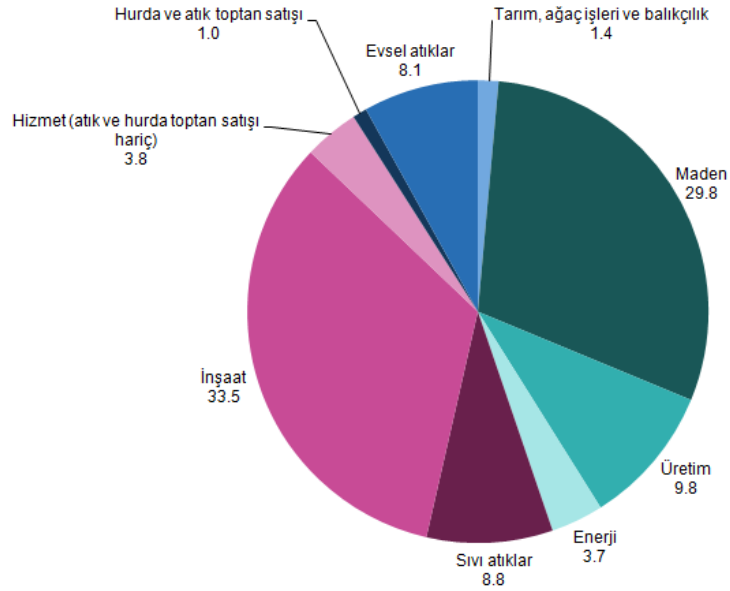


Şekil 3.9. Polonya enerji kaynak kullanım oranları 2015 (Energy Policies of IEA Countries, 2016, s.200)

Avrupa'yı tek bir başlık altında inceleyecek olursak, karşımıza aşağıdaki gibi bir sonuç çıkmaktadır (Tablo 3.5.) (Şekil 3.10.). Görüldüğü üzere toplamda çıkan atıklar maden ve inşaat kaynaklı olmaktadır. Evsel atıklar ise kendi başına %8'lik bir oranı kapsamaktadır ki bu da üretim sonucu oluşan atıklara yakın düzeyde olması nedeniyle oldukça önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.5. Avrupa atık üretimi genel oranları (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

	(%)	(x1000 ton)
Tarım, ağaç işleri ve balıkçılık	1.4	37,320
Maden	29.8	774,460
Üretim	9.8	255,700
Enerji	3.7	95,420
Sıvı atıklar	8.8	229,070
İnşaat	33.5	871,140
Hizmet (atık ve hurda toptan satışı hariç)	3.8	100,010
Hurda ve atık toptan satışı	1.0	25,810
Evsel atıklar	8.1	209,220



Şekil 3.10. Avrupa atık üretim genel grafiği (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Oluşan atıkların elbette ki tehlike seviyesine göre de incelenmesi gerekmektedir. Oluşan atık miktarları her ne kadar yüksek ve kullanılabilir olursa olsun, eğer bulunduğu ortam nedeniyle veya diğer atıklarla birlikte toplandığında bir tehlikeye yol açma potansiyeline sahipse ilgili atık yönetimi politikası buna göre değişmektedir. Örneği geri kazanım sonucunda bir pilden elde edilen metallerden arda kalan ve kullanılamayacak düzeydeki herhangi bir civa kalıntısını doğrudan toprak altına gömmek, bölgede tarım yapılmasını imkansız hale getirecek sonuçlara yol açabilmektedir. Bu anlamda inceleyecek olursak EU 28 tarafından üretilen tehlike teşkil

etmeyen atıklar ile tehlikeli atıkların istatistiği aşağıdaki gibi verilmiştir (Tablo 3.6). Bu tabloya bakarak yorumlayabileceğimiz sonuç, oluşan üretim atıkları neticesi ile Almanya’da oluşan tehlikeli atık miktarının daha fazla olduğudur. Sırbistan’da ise toksik açıdan kirli yaklaşık 360 bölge ve terkedilmiş yüzlerce kimyasal tesis bulunmaktadır. Bu nedenle de oransal olarak da %50 civarında bir tehlikeli atık oluşumu gözlemlenmiştir (http-12).

Tablo 3.6. EU 28 tehlike durumuna göre atık miktarları (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Ülke/Atık Miktarı (x1000 ton)	Tehlike Teşkil Etneyen Atıkları	Tehlikeli Atıklar
EU-28	2,502,520	95,620
Belçika	62,627	2,946
Bulgaristan	167,392	12,206
Çek Cumhuriyeti	22,233	1,162
Danimarka	18,363	1,718
Almanya	365,692	21,813
Estonya	11,394	10,410
Yunanistan	69,538	221
İspanya	108,010	2,942
Fransa	317,517	10,480
Hırvatistan	3,598	130
İtalya	150,184	8,924
Kıbrıs	1,877	173
Letonya	2,517	104
Litvanya	6,035	165
Lüksemburg	6,836	237
Macaristan	16,054	597
Malta	1,628	37
Hollanda	129,372	4,774
Avusturya	54,596	1,272
Polonya	177,338	1,679
Portekiz	13,886	701
Slovenya	4,531	155
Slovakya	8,525	376
Finlandiya	93,971	1,999
İsveç	164,459	2,568
Birleşik Krallık	246,009	5,771
Lihtenştayn	554	1
Norveç	10,420	1,434
Karadağ	880	284
Makedonya	2,146	41
Sırbistan	35,653	13,475
Türkiye	69,643	3,432

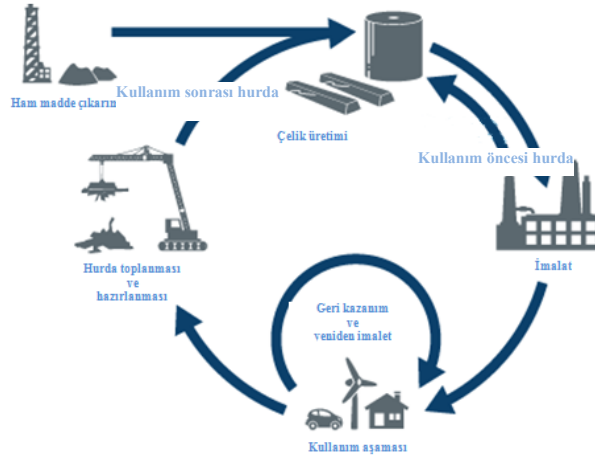
Diğer hepsinin dışında olan ve çalışmanın konusunu asıl içeren kısım ise belediyeler tarafından toplanan kentsel atıklardır. Eurostat 2014 verilerine göre toplanan kentsel atıkların değerleri Tablo 3.7' de belirtilmiştir. EU 28 ülkeleri tarafından 2014 yılında üretilen toplam kentsel atık miktarı 208 milyon ton civarında olmuş olup burada en fazla atık üreten ülke yaklaşık 37 milyon ton ile Almanya olmuştur.

Tablo 3.7. Avrupa kentsel atık miktarları 2014 (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Ülke	Atık Miktarı (x1000 ton)
EU 28	208580
Belçika	5647
Bulgaristan	2604
Çek Cumhuriyeti	3261
Danimarka	3424
Almanya	36888
Estonya	482
İrlanda	1524
Yunanistan	4508
İspanya	20160
Fransa	28374
Hırvatistan	1162
İtalya	29660
Kıbrıs	414
Letonya	709
Litvanya	1162
Lüksemburg	243
Macaristan	2951
Malta	154
Hollanda	8523
Avusturya	4170
Polonya	8240
Portekiz	4710
Romanya	3823
Slovenya	562
Slovakya	1733
Finlandiya	1603
İsveç	4173
Birleşik Krallık	27715
Lihtenştayn	533
Norveç	2379
Karadağ	187
Sırbistan	1637
Türkiye	31230
Kosova	490

3.1.2. Katı atıkların enerji ekonomisi ile ilişkisi

Hangi strateji izlenirse izlensin, hangi bölgede veya çalışma alanında olursa olsun atık yönetiminin esnetilemeyeceği tek bir temel ve genel geçerliliği vardır, atık oluşumunu azaltmak. Herhangi bir hesaplama yapmadan bile bir ürünü ne kadar verimli kullanırsak, o üründen ne derece az kullanılmayacak ürün, ara ürün veya başka deyişle atık elde edersek, ürün maliyetimizi o derece azaltmış oluruz. Bu da üretim, taşıma, atık oluşumu sonrası ayrıştırma, atığın tutulduğu ön işlem gibi harcamaları azaltır, kısır üretim-geri dönüşüm döngüsünün oluşmasını azaltır. Şekil 3.11'de madenden çıkarılan hammadde çelik üretimine girmekte, ardından işlenerek çelik haline getirilmektedir. İşletmelere gönderilen çelik kullanım amaçlı ürün haline getirilip piyasa gelmekte, bir yandan da üretimde oluşan atık metaller çelik üretim işletmelerine geri gönderilmektedir. Kullanılan ürünler de hurda ayırma ve hazırlama tesislerinde ayrıştırılarak tekrardan çelik işletmelerine veya doğrudan kendi içlerinde tekrar kullanıma hazır hale getirilmektedir.



Şekil 3.11. Çelik döngüsü (http-13)

Avrupa'da Çin'den sonra en fazla çelik üretimi gerçekleştirilmektedir (yaklaşık 177 milyon ton) ve bu da %11'lik küresel üretime denk gelmektedir. Avrupa piyasasında olan çeliğin %50'si geri dönüştürülmekte, bu şekilde de ekonomiye fazladan katkı sağlamaktadır (http-13). Ortalama olarak 1 ton çeliğin üretimi için 11,3 GJ doğal gaz (yaklaşık 303 m³ doğal gaz) ve 99 kWh elektrik enerjisi gerekmektedir (Johnson vd., 2007, s.4-8). Eğer ortalama geri dönüşüm enerji düzeylerine bakacak olursak 1 ton hurdadan çelik geri dönüştürmek için gerekli olan elektrik enerjisi sadece 6,8 kWh'tir. (Johnson vd., 2007, s.5). Bu durum da aslında sadece verimli üretim yaratarak, metali

geri dönüştürerek doğrudan doğalgazdan ve elektrik için kullanılan enerji kaynağından tasarruf etmiş oluruz. Elbette ki tek atık yönetim şekli geri dönüşüm veya kaynağında azaltmak değildir. Belirtildiği üzere atık yönetimi birden fazla adıma sahiptir. Tüm bu adımları kapsayan ve enerji anlamında kazanç sağlanan adımların istatistiksel verileri Tablo 3.8.'deki gibidir.

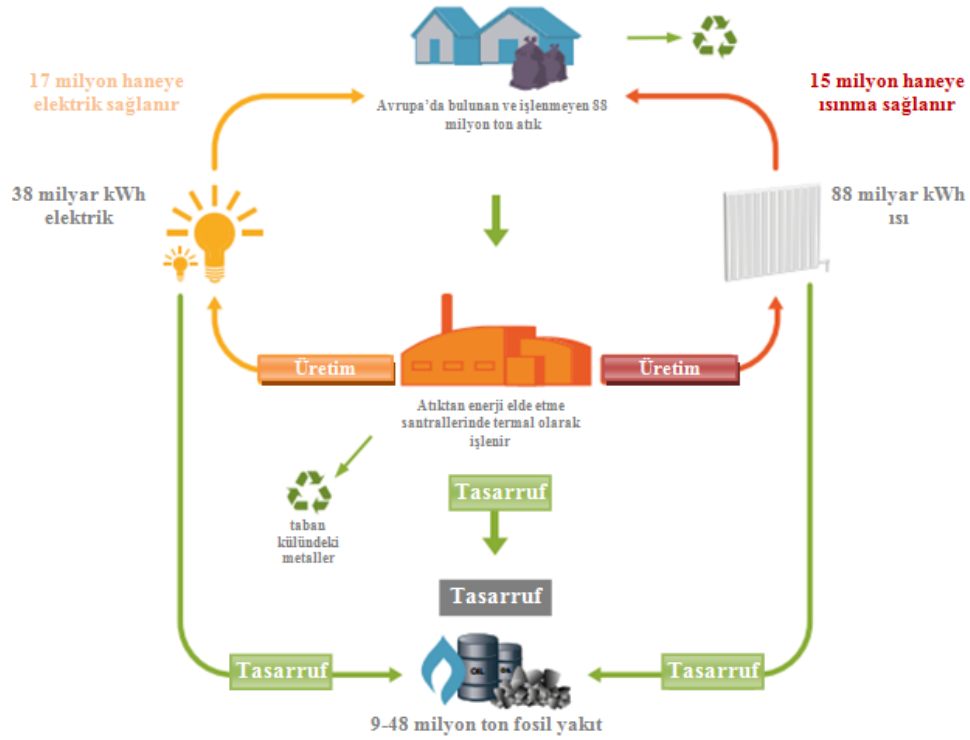
Tablo 3.8. Katı atık yönetim verileri (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Ülke/x1000 ton atık	Toplam	Geri Dönüşüm	Enerji Geri Kazanımı	Dolgu	İnsinerasyon	Bertaraf
EU-28	2.144.640	837.160	104.840	231.760	35.620	935.260
Belçika	42.772	31.621	5.817	0	1.831	3.503
Bulgaristan	175.706	3.560	194	0	19	171.933
Çek Cumhuriyeti	19.868	9.552	1.016	5.785	79	3.435
Danimarka	17.718	10.201	3.664	0	5	3.847
Almanya	370.741	158.205	38.987	93.953	8.378	71.217
Estonya	20.734	4.150	514	2.463	0	13.607
İrlanda*	8.033	827	403	1.985	13	4.805
Yunanistan	67.052	2.175	137	5.434	22	59.283
İspanya	103.875	37.751	3.548	13.029	8	49.539
Fransa	304.406	163.916	13.384	31.621	6.061	89.426
Hırvatistan	3.464	1.579	49	69	0	1.768
İtalya	129.176	99.397	2.101	317	6.697	20.664
Kıbrıs	1.817	245	31	471	0	1.070
Letonya	1.941	1.077	170	17	1	676
Litvanya	4.541	1.171	186	113	2	3.068
Lüksemburg	8.534	3.695	210	1.363	0	3.266
Macaristan	14.320	7.096	1.222	506	94	5.402
Malta	1.565	527	0	585	6	447
Hollanda	133.712	61.740	11.305	0	1.240	59.428
Avusturya	53.944	18.704	3.524	10.834	86	20.797
Polonya	182.435	92.126	3.851	39.141	1.835	45.482
Portekiz	9.942	5.469	311	0	997	3.165
Romanya*	264.647	18.849	1.708	1.037	182	242.871
Slovenya	5.445	2.818	269	1.824	35	499
Slovakya	7.126	2.935	313	0	60	3.818
Finlandiya	93.254	12.854	4.485	0	496	75.419
İsveç	163.287	15.179	7.617	2.532	108	137.851
Birleşik Krallık	207.262	89.416	1.938	21.701	7.557	86.651
İzlanda*	521	344	14	3	0	160
Norveç	11.686	4.731	4.188	616	54	2.097
Karadağ	952	10	1	0	0	941
Makedonya	1.499	0	0	0	20	1.479
Sırbistan	49.445	1.285	56	0	0	48.104
Türkiye	79.268	23.014	566	-	36	-

*: Eurostat istatistiklerine 2012 yılından sonra bir değer paylaşılmamıştır.

Tablodan da görüldüğü üzere doğrudan enerji geri dönüşümü için kullanılan atık miktarı yaklaşık 106 milyon ton olmakla beraber, buna insinerasyon ve geri dönüşüm ile doğrudan/dolaylı olarak enerji geri kazanımı elde edilmesi de dahil edilince toplamda 977 milyon ton atık yani atık yönetimi dahilinde işleme tabi tutulan atık miktarının %46'sı enerji geri kazanımında pay sahibi olmaktadır. Özellikle toplam atık miktarı Tablo 3.2'de de belirtildiği gibi yaklaşık 2,6 milyar ton olduğu düşünülürse bu da oluyor ki Avrupa için toplanan atıkların %37,6'sı enerji geri kazanımında pay sahibi olmaktadır. Doğrudan enerji geri dönüşümüne katılan atıkların katkısı ise 42 TWh elektrik ve 80 TWh'lik ısı olmuştur (Breeze, 2014).

Her ne kadar bu durumun faydası büyük gibi gözükse de buna rağmen atıklar %36'sı sadece bertaraf işlemlerinde kullanılmaktadır ve aslında bu oran enerji geri dönüşümü oranı ile neredeyse aynıdır. Her ne kadar atıkların bertarafı atık yönetimi hiyerarşisinin nihai sonucu olsa da, henüz Avrupa bile bu konuda yeterli aşamaya gelebilmiş değildir. Buna rağmen Avrupa Atıktan Enerji Elde Santralleri Derneği (CEWEP) isminde 22 ülkeden 400 santralin bulunduğu bir dernek mevcuttur ve amaç bu gibi santrallerin oluşturulmasını teşvik etmek, topluma özellikle evsel atık konusunda bilinçlendirmeyi sağlamaktır. Atıktan enerji elde santralleri, özellikle evsel atıkların değerlendirilmesi için oldukça faydalı ve verimli santrallerdir, ağırlıklı olarak da insinerasyon veya gazifikasyon teknolojisini kullanmaktadırlar. Buraya bağlı santraller yıllık 88 milyon tonluk evsel atığı kullanarak 15 milyon kişiye 88 milyar kWh sıcak su sağlamakta, 17 milyon kişiye 38 milyar kWh elektrik sağlayarak Avrupa'da 2014 yılında üretilmiş olan elektriğin %1,2'lik kısmını kendi başına üretmektedir. Eğer bu duruma bir de tasarruf penceresinden bakarsak, atıktan enerji santralleri sayesinde kullanımı tüm sektörler tarafından azaltılmaya çalışılan fosil yakıtlardan yıllık 48 milyon tona kadar daha az tüketim gerçekleştirilmiş olmaktadır (Şekil 3.12). Tüm bunlara ek olarak ısıl işleme tabi tutulan bu atıkların külleri metal içerikli olmaktadır ve bu metaller de geri dönüşüm için yine ayrı birer cevher olmaktadır.



Şekil 3.12. Atıktan enerji elde şeması (http-14)

Toplanan atıklar ne kadar enerji geri kazanımı, hammadde geri dönüşümü ve enerji tasarrufu sağlasa da işin elbette bir de küçümsenemeyecek ekonomik boyutu vardır. Öncelikle durumu daha önce bahsetmiş olduğum çelik örneğinden, bir başka deyişle üretim örneğinden gidelim. Çelik hemen her sektörde kullanılan, kolay şekil alabilen, dayanıklı yapısı, bileşenlerinin doğada bolca bulunması, gıda sektöründe kullanılması sağlık açısından sorun yaratmayan ve benzer metallere kıyasla daha ucuz (titanyum) bir alışımdır. Bütün bunların yanında bir başka özelliği ise %100'üne yakını geri dönüştürülebilmektedir. Buna karşılık her ne kadar bolca bulunsun da savurganlık yapmak özellikle günümüz dünyasında hiç yapılmaması gereken bir durumdur. Talaşlı imalat sırasında işlenen çelik parçaları ayrı konteynırlarda toplanarak geri dönüşümde kullanılmak için ayrılır. Üretim açısından olması gereken budur, ancak incelenmesi gereken başka noktalar da mevcuttur.

Hammaddeden kayıp oldukça az olsa da, işin parasal ve enerji yönünden kayıpları oldukça fazladır. 1 ton çeliğin piyase ederi Avrupa için 600\$, hurda fiyatı ise yaklaşık 280\$ dolayında gezmektedir (Steel Benchmark, 2017). Bu hesaplara eğer üretilen çeliğin %5'lik miktarı bile hurda olarak piyasada bulunuyorsa, ton başına yaklaşık %2,7'lik mali kayıp yaşamaktadır. 177 milyon tonluk üretimin tümünün

kullanıldığı baz alınır ve 600 \$ üzerinden satım yapılmanın ardından %5'lik çelik atığı piyasaya veriliyorsa, ortaya çıkan parasal kayıp 2,867 milyar \$ civarında olmaktadır ve bu rakam sadece çelik bazında bir varsayımdır. Elbette bu durum üretim yapan firmalar için farklıdır, işletmeler kendi aralarında anlaşma yaparak hemen hemen yok fiyatına oluşan hammadde atıklarını doğrudan işleme alıp geri dönüştürmekte ve tekrardan işletmenin ihtiyacı için tedarik etmektedir. Buna rağmen bu geri dönüşüm işleminin de bir bedeli olmaktadır. Geri dönüştürülen 1 ton atık için belirtildiği üzere yaklaşık 303 m³ doğalgaz eşdeğeri enerji ve 99 kWh elektrik enerjisi gereklidir. Yine Eurostat verilerinden elde edilen bilgilerle Avrupa'da ortalama doğalgaz fiyatlarından da görüleceği üzere 303 m³ yani 3199 kWh'lik enerji için EU-28 ortalamasında 0,32 €/kWh fiyattan 1024 € fazladan ısıtma maliyeti ve yine 99 kWh'lik elektrik maliyetinin EU-28 ortalamasında 0,119 €/kWh fiyattan her bir ton çelik için 11,9 € fazladan elektrik maliyeti oluşmaktadır ve bu rakamlar 1 ton çelik içindir. Şirketlerin yeri geldiğinde 1 eurocent için binlerce euro yatırım yaptığı düşünülürse bu rakamlar oldukça astronomik rakamlardır (Tablo 3.9).

Tablo 3.9. EU 28 2016 endüstriyel doğalgaz ve elektrik fiyatları (Eurostat yearbook, 2016, Ch.12.5-12.6)

	2015 Doğal Gaz Fiyatları/kWh	2015 Elektrik Fiyatları/kWh
EU-28	0,037	0,119
Avrupa Birliği	0,037	0,125
Belçika	0,029	0,108
Bulgaristan	0,032	0,078
Çek Cumhuriyeti	0,030	0,078
Danimarka	0,037	0,091
Almanya	0,040	0,149
Estonya	0,036	0,096
İrlanda	0,040	0,136
Yunanistan	0,042	0,115
İspanya	0,035	0,113
Fransa	0,038	0,095
Hırvatistan	0,039	0,093
İtalya	0,035	0,160
Kıbrıs	:	0,141
Letonya	0,035	0,118
Litvanya	0,028	0,100
Lüksemburg	0,040	0,089
Macaristan	0,037	0,087
Malta	:	0,137
Hollanda	0,039	0,084
Avusturya	0,040	0,105

Tablo 3.9. (Devam) EU 28 2016 endüstriyel doğalgaz ve elektrik fiyatları (Eurostat yearbook, 2016, Ch.12.5-12.6)

Polonya	0,037	0,086
Portekiz	0,042	0,115
Romanya	0,030	0,080
Slovenya	0,037	0,087
Slovakya	0,035	0,112
Finlandiya	0,045	0,071
İsveç	0,045	0,059
Birleşik Krallık	0,036	0,152
Lihtenştayn	0,061	0,161
Norveç	:	0,069
Karadağ	:	0,076
Macaristan	0,036	0,081
Sırbistan	0,046	0,068
Türkiye	0,028	0,070
Kosova	:	0,081
Bosna Hersek	0,053	0,061
Moldova	0,028	0,077

Bunun haricinde atıkların düzenli depolanması için çeşitli vergiler toplanmaktadır. Örneğin bu miktar Portekiz için oluşan atık başına 3,5 € iken en yüksek miktar Hollanda'dadır ve yanıcı özellikteki atıklar için ton başına 107 € vergi toplanmaktadır. Atıktan enerji elde santralleri ton başına 100 ile 350 kg CO₂ tasarrufu sağlamakta, bu da ödenen karbon vergisi miktarlarında tasarrufa yol açmaktadır ve çevre ekonomisine bu ölçüde katkı sağlamaktadır (Manders, 2011).

Atık yönetimi ayrıca istihdam konusunda da yıllara göre artış göstermektedir (Tablo 3.10). Buna göre 2013 yılı itibariyle atık yönetimi konusunda yaklaşık 4 milyon kişi (kanalizasyon atıkları hariç) EU 28 ülkelerinde çalışmaktadır, yine de bu rakama geçimini sağlamak için kağıt, metal, plastik toplayan insanlar, bireysel geçim sağlayan insanlar hariçtir. Ayrıca kanalizasyon verilerini hariç tutarsak yine 400 milyar €'luk üretim ve 100 milyar €'luk katma değer sağlanmıştır.

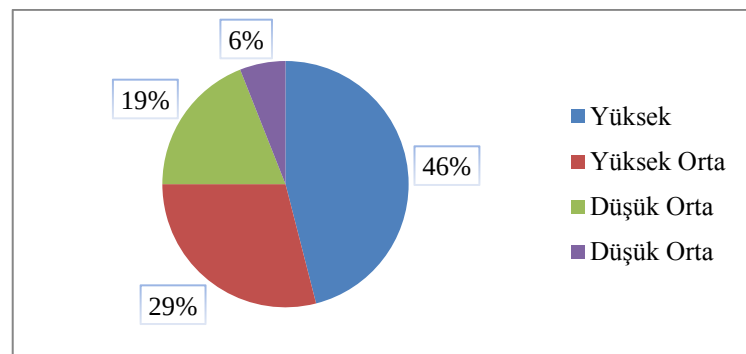
Tablo 3.10. Atık yönetimi istihdam verileri (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.7)

	İstihdam (x1000 kişi- tam zamanlı çalışan)	Üretim miktarı (milyar €)	Katma Değer (milyar €)
Toplam	4.154	699	284
Tarım, ağaç ürünleri ve balık	319	31	19
Maden, biriktirme ve üretim	557	116	37
Enerji ve kanalizasyon	1.393	328	125
İnşaat	1.154	144	55
Hizmet	731	80	48

Konuyu bir de evsel atıklardan bakmak gerekirse, oluşan atıklar ile gelir seviyesi arasındaki ilişkiyi incelemek gerekmektedir. Atık miktarı ekonomik gelişmeye, şehirleşmeye ve gelir düzeyine doğrudan bağlıdır. Gelir düzeyi ile beraber yaşam standartları ne kadar yüksek olursa ürün tüketimi ve hizmet sektöründeki işleyiş artmakta, bu da oluşan atık miktarını arttırmaktadır. Dünya üzerinde yılda 1,3 milyar ton atık oluştuğu sonucuna varılmıştır, ancak kişi başına düşen atık miktarı sosyokültürel farklılıklara göre değişkenlik göstermektedir. Gelir seviyesine göre oluşan atık miktarları Tablo 3.11'de gösterilmiştir. Buna göre yüksek gelir seviyesine sahip ülkelerde dahi atık üretimi oldukça düşük olabiliyorken (0.7 kg), düşük gelir seviyesine sahip bölgelerde ise atık üretimi yüksek olabilmektedir (4,3 kg); ancak ortalama seviyelere bakacak olursak gelir seviyesi arttıkça oluşan atık miktarı da aynı şekilde artmış bulunmaktadır. Toplam miktar ve dört farklı gelir düzeyine göre kıyaslayacak olursak, gelir seviyesine göre atık oluşum miktarları Şekil 3.13'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre de yüksek gelir seviyesine sahip kişi veya bölgelerin üretmiş olduğu evsel atık miktarı %46'lık orana sahip olmaktadır. Her ne kadar gelir seviyesi ile kültürel gelişmişlik seviyesi paraleldir düşüncesi hakim olsa da aslında bu düşüncenin - evsel atık oluşum bilinci açısından- çürütülmüş olduğu da verilerle doğrulanmış bulunmaktadır.

Tablo 3.11. Gelir seviyesine göre evsel atık üretimi (Hoornweg, ve Bhada-Tata, 2012, s.5)

	Kişi Başı Günlük Evsel Atık Üretimi (kg)		
Gelir Seviyesi	Alt Sınır	Üst Sınır	Ortalama
Yüksek	0,7	14	2,1
Yüksek Orta	0,11	5,5	1,2
Düşük Orta	0,16	5,3	0,79
Düşük	0,09	4,3	0,6



Şekil 3.13. Gelir seviyesi evsel atık oluşum ilişkisi grafiği (Hoornweg ve Bhada-Tata, 2012, s.5)

3.2. Türkiye'deki Katı Atık Yönetimi ve Enerji - Ekonomi İlişkisi

Ülkemiz atıklar açısından yeterli eğitimlerin olmaması ve toplumun bilinçlendirilmemesi nedeniyle gereğinden fazla zengindir. Bununla birlikte oluşan heterojen yapıdaki atıklar belirli bir ön işlemten geçip ayrıştırıldığı halde oluşan ayrıştırılmış atıklar %38 civarında kayba uğradıkları için mevcut potansiyelini yitirmektedirler (Banar, 2015). Ne yazık ki genel olarak belirlenen prensip evsel atıklar ve başka bir firma ile anlaşması olmayan sanayi kuruluşları için, oluşan atıklar belediyelerce görevlendirilmiş kurum/kuruluşlar tarafından atıkların toplanıp vahşi veya düzenli depolama alanlarına götürülmesi ve buralarda toplanmasıdır. Eğer düzenli depolama alanları varsa mevzuat gereği atıkların ayrıştırılması yapılmakta, ancak daha önceden de belirtildiği üzere verimlilik düşmektedir. Kaynağında ayrıştırma ile ilgili politikalar henüz yeni yeni yerleşmekte olup bu uygulamalar genellikle sanayi kuruluşlarının içinde bulunmaktadır. Hepimizin gözlemleyebildiği üzere sokaklara konulan cam, kağıt-karton, plastik, metal geri dönüşüm konteynırlarına her çeşit atık atılmakta olup toplum bilincinin henüz tam yerleşmediği gözlemlenebilmektedir. Diğer taraftan bakacak olursak belediyeler, vakıflar ve ÇŞB bu konulara artık daha önem vermeye başlamış olup gerekli bilinçlendirmeleri görsel, işitsel ve sosyal medya aracılığıyla yapmaktadır. Buna verilebilecek örneklerden birisi plastik kapak toplama kampanyalarıdır. TOFD 2011 yılından itibaren Türkiye'nin 81 ilinden toplanan plastik kapakları anlaşmalı kuruluşlara teslim ederek, hem geri dönüşüme katkı sağlamakta hem de belirlenen miktarda kapak toplanmasının ardından ihtiyaç sahibi engelli vatandaşlara elde edilen gelirle tekerlekli sandalye bağışında bulunmaktadır (Şekil 3.14). Bu şekilde bile aslında toplum geri dönüşümün önemini, ne derecede bir katısı olacağını, bu katkıların yalnızca çöpleri doğru yerde toplayarak bile gerçekleştirebileceğinin farkına varmaktadır, kampanya halen devam etmektedir (<http-15>).



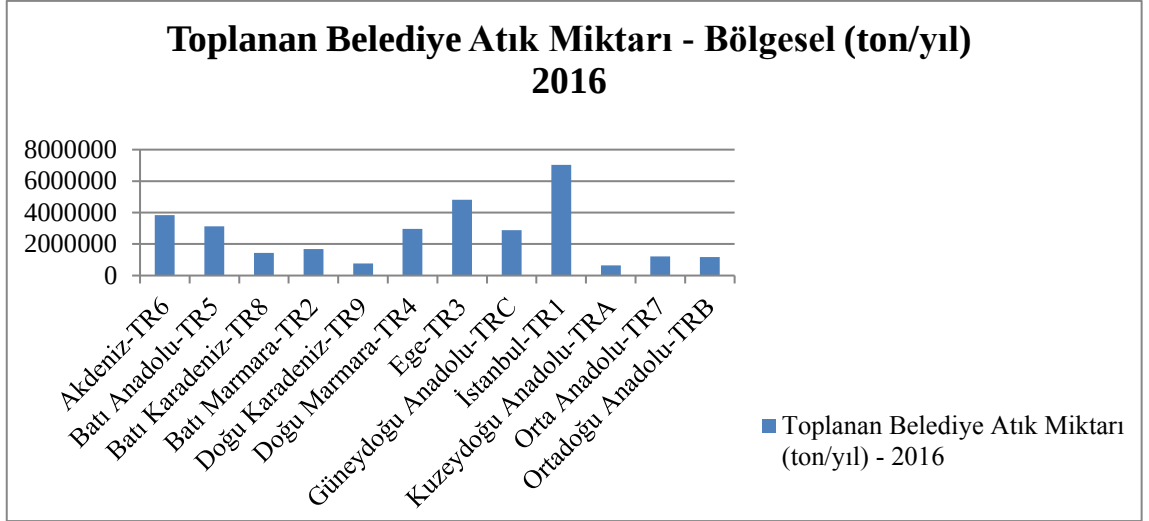
Şekil 3.14. TOFD plastik kapak kampanya afiş resmi (<http-15>)

3.2.1. Katı atık verileri

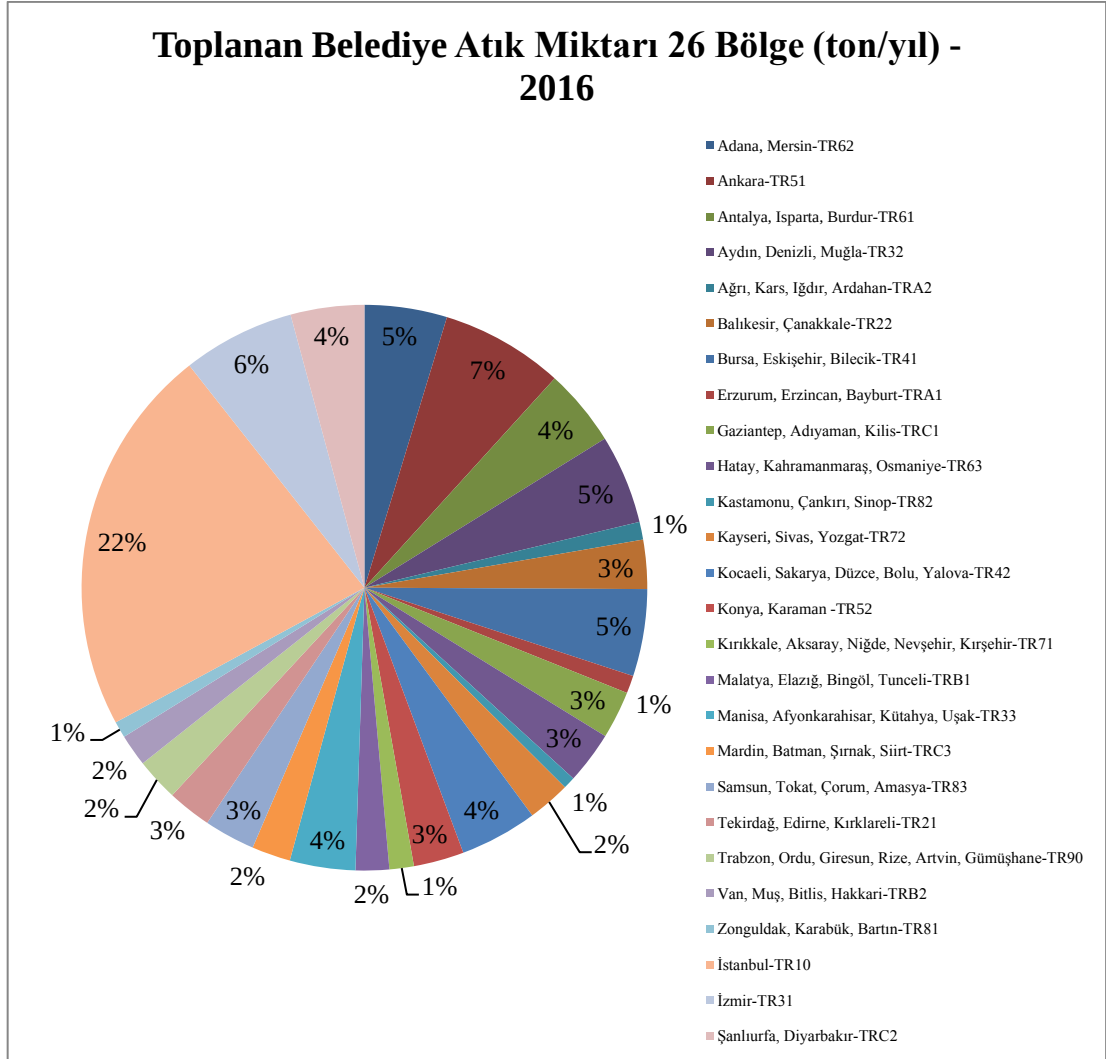
Türkiye’deki atık istatistikleri TÜİK tarafından Çevre İstatistikleri altında, belediye tarafından toplanan atıklar aracılığıyla her iki yılda bir tutulmaktadır. Bu istatistiklerin kapsamı aşağıdaki gibidir;

- Atık hizmeti verilen belediye sayısı
- Atık hizmeti verilen belediye nüfusu
- Çöp toplama, taşıma ve bertaraf faaliyetlerinin kim tarafından yürütüldüğü
- Yaz ve kış mevsimi itibariyle toplanan günlük ortalama çöp miktarı
- Çöplerin bertaraf edilme yöntemleri

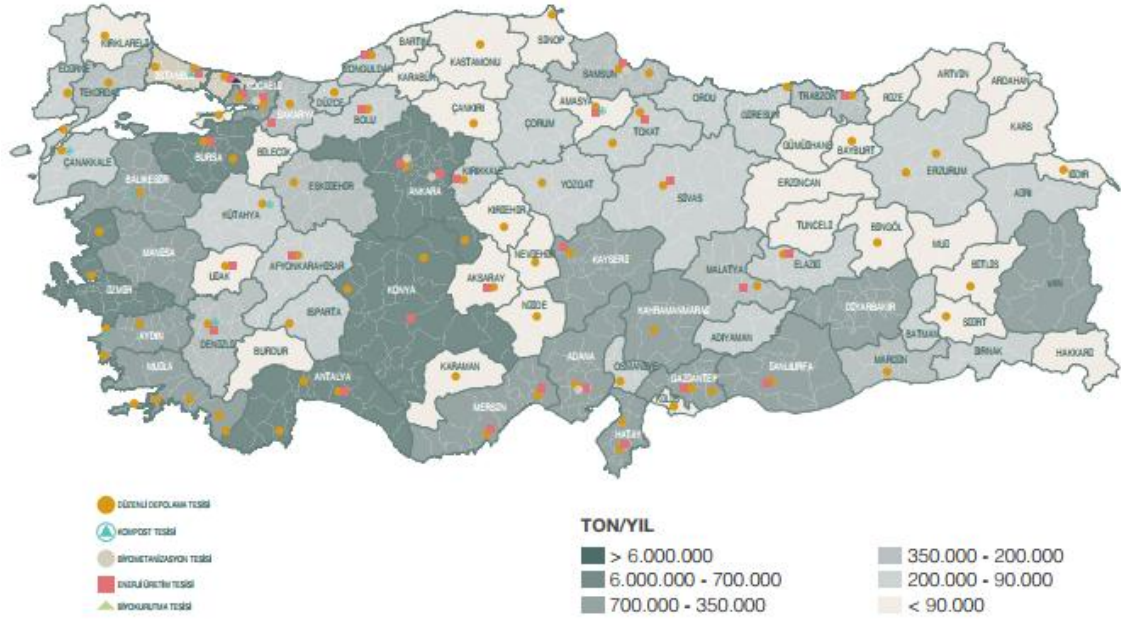
TÜİK tarafından paylaşılan 21.12.2017 tarihli çalışmaya göre ülkemizde 2016 yılında belediyeler tarafından toplanan kentsel atık miktarı 31,6 milyon tondur. 1397 belediyeden 1390'ı atık konusunda hizmet vermektedir. Toplanan atık miktarının ülkemizdeki bölgelere göre dağılımı Şekil 3.15 ve Şekil 3.16’da gösterilmiştir. ÇŞB'nin 2017 yılında yayınladığı Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı'na göre ise ülkemizdeki tesislerin dağılımı Şekil 3.17.'de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere belediyeler tarafından toplanan atık miktarına göre en fazla atığın üretildiği yer ve tesislerin en fazla bulunduğu yer kendi başına İstanbul olmakla beraber bölgesel anlamda da Marmara Bölgesi'dir. Eğer bu durumu bir de 26 bölge üzerinden inceleyecek oluşursak en fazla atığın oluştuğu bölgenin %22'lik oranla İstanbul, ardından %7'lik oranla da Ankara olduğu görülmektedir. Oluşan atık miktarını il bazında incelersek de ortaya çıkan durum Tablo 3.12.'de gösterilmiştir ve zirve konumunda olan İstanbul'da yıllık 7,03 milyon ton atığın belediyeler tarafından toplandığı tespit edilmiştir. Rakamların bu şekilde olmasının ve İstanbul'da zirve olarak gözüken atık oluşumunun başlıca sebepleri nüfus miktarı, istihdam olanakları ve sanayi olarak sıralanabilir. Ülke çapında atık hizmeti alabilen 73,85 milyon insan vardır. Hizmet alan kişi başına ortalama atık üretim miktarı ise günlük 1,17 kg olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.15. Toplanan belediye atık miktarı – bölgesel (TÜİK, 2017)



Şekil 3.16. Toplanan belediye atık miktarı - 26 bölge (TÜİK, 2017)



Şekil 3.17. Türkiye'deki atık tesislerinin dağılımı ve yoğunluk haritası (ÇŞB, 2017, s.28)

Tablo 3.12. Türkiye'de il bazında toplanan kentsel atık miktarı (TÜİK, 2017)

İl	Toplanan Kentsel Atık Miktarı (ton/yıl) 2016
Adana-1	714982
Adıyaman-2	162060
Afyonkarahisar-3	206628
Aksaray-68	105432
Amasya-5	84231
Ankara-6	2219660
Antalya-7	1148004
Ardahan-75	24642
Artvin-8	43184
Aydın-9	547184
Ağrı-4	146084
Balıkesir-10	665094
Bartın-74	61076
Batman-72	194473
Bayburt-69	17093
Bilecik-11	75048
Bingöl-12	60432
Bitlis-13	60848
Bolu-14	118510
Burdur-15	89286
Bursa-16	1178121
Denizli-20	400787
Diyarbakır-21	634586
Düzce-81	116235
Edirne-22	178632

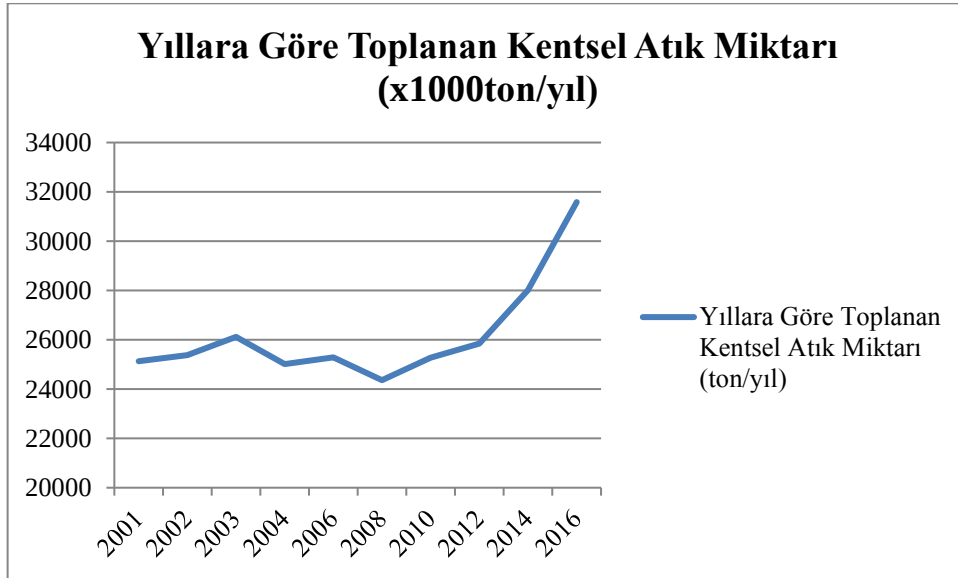
Tablo 3.12. (Devam). *Türkiye'de il bazında toplanan kentsel atık miktarı (TÜİK, 2017)*

Elazığ-23	271980
Erzincan-24	100604
Erzurum-25	202023
Eskişehir-26	318471
Gaziantep-27	637478
Giresun-28	131959
Gümüşhane-29	44544
Hakkari-30	44910
Hatay-31	508969
Isparta-32	161332
Iğdır-76	62809
Kahramanmaraş-46	283945
Karabük-78	80611
Karaman-70	79285
Kars-36	87468
Kastamonu-37	81939
Kayseri-38	429810
Kilis-79	60544
Kocaeli-41	669272
Konya-42	830362
Kütahya-43	156484
Kırklareli-39	128815
Kırıkkale-71	76397
Kırşehir-40	75937
Malatya-44	250406
Manisa-45	675855
Mardin-47	207680
Mersin-33	773844
Muğla-48	659869
Muş-49	64328
Nevşehir-50	87116
Niğde-51	95448
Ordu-52	230622
Osmaniye-80	151261
Rize-53	97617
Sakarya-54	400502
Samsun-55	508643
Siirt-56	114346
Sinop-57	59507
Sivas-58	205568
Tekirdağ-59	485811
Tokat-60	169092
Trabzon-61	224454
Tunceli-62	22159
Uşak-64	143733
Van-65	406694
Yalova-77	93366
Yozgat-66	131942

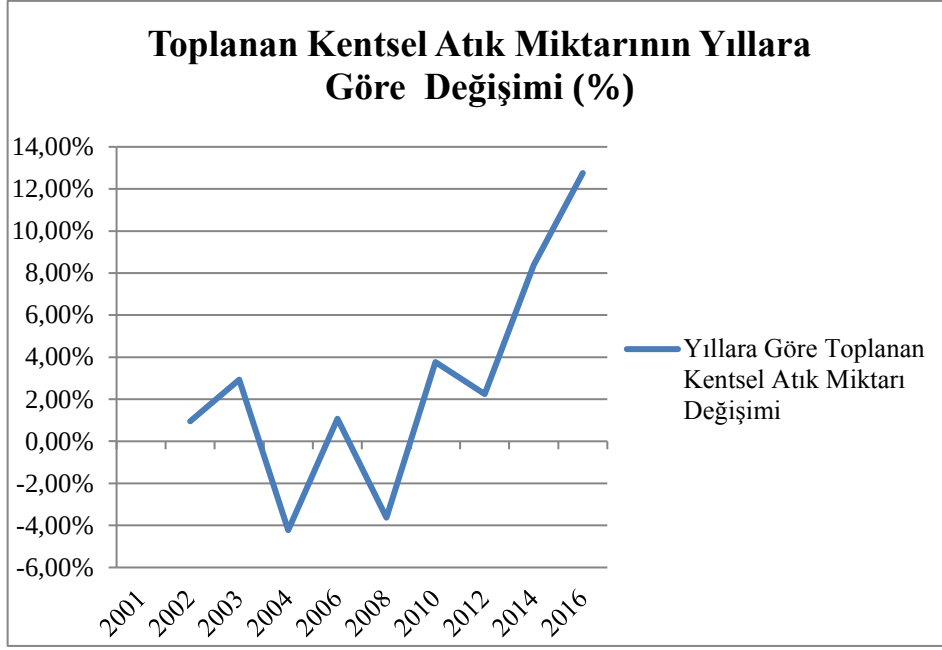
Tablo 3.12. (Devam). Türkiye'de il bazında toplanan kentsel atık miktarı (TÜİK, 2017)

Zonguldak-67	154585
Çanakkale-17	219649
Çankırı-18	73872
Çorum-19	158652
İstanbul-34	7035246
İzmir-35	2026374
Şanlıurfa-63	693919
Şırnak-73	183133

Oluşan atık miktarlarının yıllara göre değişimi Şekil 3.18'deki gibi verilmiştir. Yıllık üretilen atık miktarının yıllık değişimi ise Şekil 3.19'daki gibi gözükmemekte olup, her ne kadar 2003-2008 yılları arasında atık üretim oranlarında düşüş gözükse de 2008 yılından itibaren değişimin pozitif olması nedeniyle atık yönetiminin ilk adımı olan atık üretiminin azaltılması konusunda henüz tam başarılı olunamadığı söylenebilir. 2014-2016 yılı arası değişim ise %12,76 seviyesinde olup 2000'li yıllarda görülen en yüksek artıştır. Atık oluşum oranları ne zaman yıl bazında artma yerine azalma veya artış oranında azalma gösterirse, bu konuda bilinçlendirme çalışmaları olumlu sonuç vermektedir denebilir.

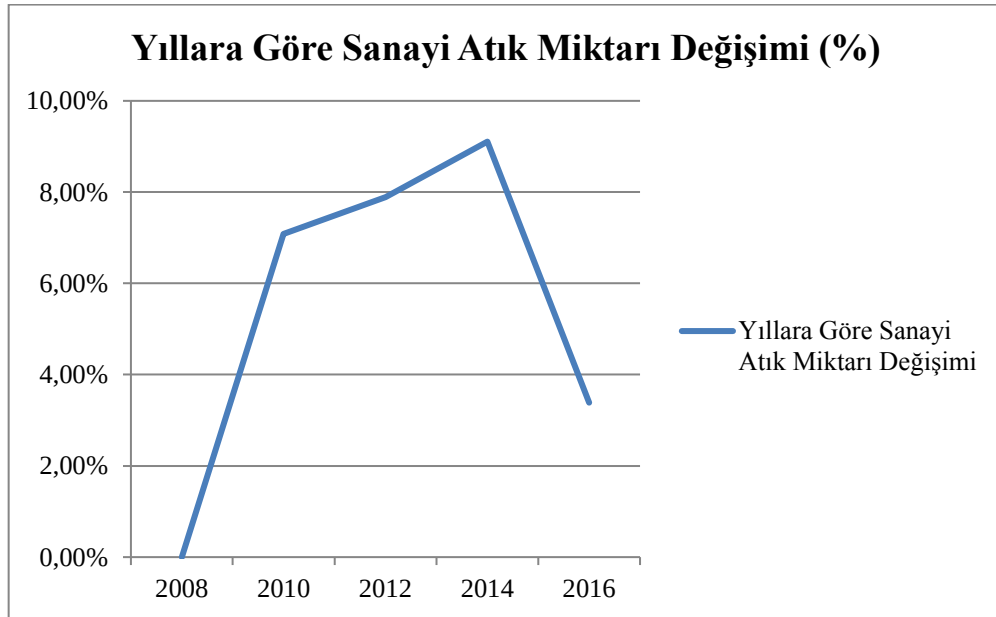


Şekil 3.18. Yıllara göre toplanan kentsel atık miktarı (TÜİK, 2017)



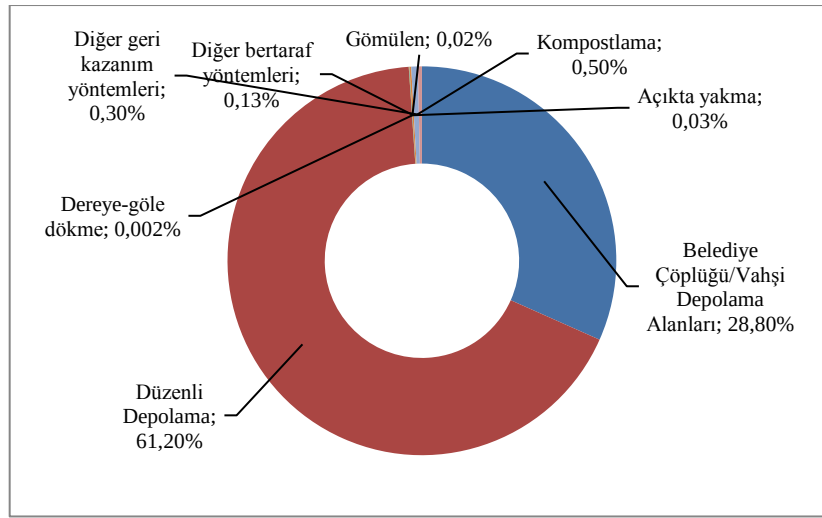
Şekil 3.19. Toplanan kentsel atık miktarının yıllara göre değişimi (TÜİK, 2017)

İmalat sanayinde oluşan atık miktarı TÜİK 2016 yılı verilerine göre 15,8 milyon olmakla beraber bu atıkların 1 milyonu tehlikeli atık kapsamında değerlendirilmektedir. Yıllara göre imalat sanayindeki atık miktarının artışı Şekil 3.20'de gösterilmiştir ve oluşan atıkların oransal artışı 2014 yılında %9,11 seviyesinde iken 2016 yılında %3,4 seviyesinde bir artış gözlemlenmektedir.

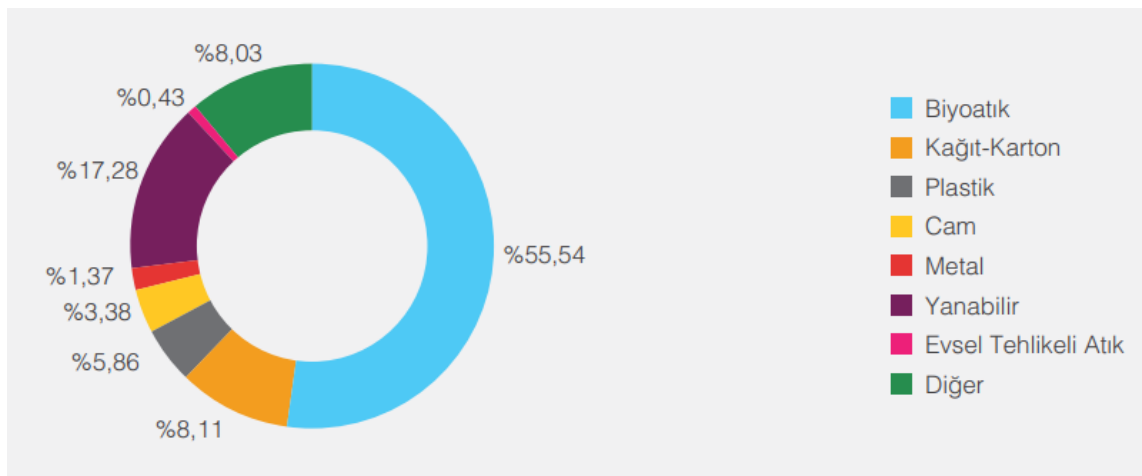


Şekil 3.20. Sanayi atık miktar değişim oranları (TÜİK, 2017)

Ülkemizde oluşan atıklar da belirli atık yönetim adımlarından geçmekte ve bu şekilde işlenmektedir, ancak bu durumun rakamlara dökülmüş hali Şekil 3.21'de olduğu gibi parlak değildir. Görüldüğü üzere atıkların tamamına yakın kısmı düzenli veya vahşi depolama alanlarında toplanmakta, geri dönüşüm, geri kazanım ve enerji amaçla kullanım oranları az olmakla beraber bu işlemleri gerçekleştirecek işletmeler de oldukça azdır. Ülkemizde 2016 yılına ait atıkların bileşimi ile ilgili veriler Şekil 3.22'deki gibidir. Görüleceği üzere ülkemizde oluşan atıkların %55,5'i doğrudan biyoatık, bir diğer deyişle mutfak atıklarından oluşmakta ve kütle bazında yaklaşık 17,53 milyon tonluk miktara sahiptir (ÇŞB, 2017, s.22).



Şekil 3.21. 2016 Atık işleme oranları (TÜİK, 2017)



Şekil 3.22. Türkiye'deki katı atık içeriği (ÇŞB, 2017, s.22)

3.2.2. Katı atıkların enerji ekonomisi ile ilişkisi

Grafik 3.15.'de belirtilen oranların sayısal değerleri Tablo 3.13.'de daha detaylı olarak belirtilmiştir ve belediyeler tarafından toplanan atıkların yaklaşık %90' depolama sahalarına götürülmüş, kalan yaklaşık 3,15 milyon tonluk kısmı kompost, yakma, geri kazanım, gömme gibi diğer işlemlerden geçmiştir.

Tablo 3.13. Atık işleme verileri 2016 (TÜİK 2017)

Atık bertaraf yöntemi ve miktarları (bin ton/yıl)	2016
Büyükşehir belediyesi çöplüğüne gönderilen	2 892
Belediye çöplüğüne gönderilen	6 129
Başka belediye çöplüğüne gönderilen	74
Düzenli depolama tesisine gönderilen	19 338
Açıkta yakarak	10
Dereye ve göle dökerek	1
Gömerek	7
Dolgu/Araziye gömme	41
Kompost tesisine gönderilen	146
Geri Dönüşüm/Kazanım Tesisine Gönderilen	2 946

2016 yılı itibariyle ülkemizde 134 düzenli depolama tesisi mevcutken yalnızca 6 adet yakma tesisi bulunmaktadır ve bu tesislerden İSTAÇ ve İZAYDAŞ'da elde edilen toplam elektrik gücü günümüz itibariyle 60 MW seviyesindedir (Tablo 3.14). Burada 2016 verilerindeki rakamların fazla olmasının nedeni, yıllık olarak üretilen atıkların dışında daha önceden sahalarda olan atıkların da tesislerde işleme tabi tutulmasıdır, bu sebeple de işlem gören atık miktarları daha fazladır. Şu an için İSTAÇ tesisinde 52 MW düzeyinde, düzenli depolama alanlarından çöpgaz elde edilerek elektrik üretilirken İZAYDAŞ'da ise bu miktar toplamda 7,5 MW düzeyindedir (5,2 MW tehlikeli atık, 355 kW biyogaz, 2 MW çöpgaz) ancak evsel atıklardan yaklaşık 50 MW'lık bir elektrik üretim planlaması da yapılmaktadır (http-16; http-17).

Tablo 3.14. Atık işleme tesisleri 2014-2016 (http-18)

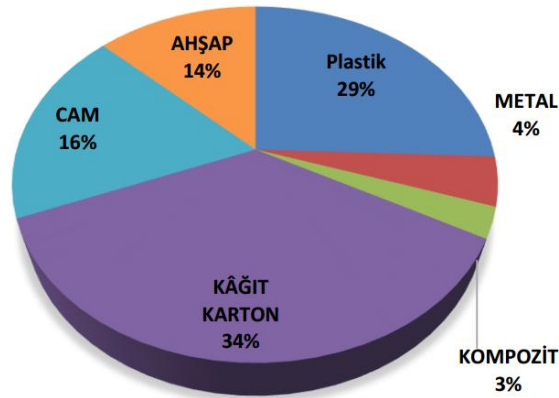
Atık bertaraf ve geri kazanım tesisleri istatistikleri, 2014, 2016	2014		2016	
	Tesis sayısı	İşlem gören atık miktarı (Ton)	Tesis sayısı	İşlem gören atık miktarı (Ton)
Atık bertaraf ve geri kazanım tesisleri	985	61 048 878	1 698	77 208 662
Atık bertaraf tesisleri	117	41 324 637	140	44 125 262
Düzenli depolama tesisi	113	41 281 755	134	43 815 135
Yakma tesisi	4	42 882	6	310 127
Atık geri kazanım tesisleri	868	19 724 241	1 558	33 083 400
Kompost tesisi	4	94 019	7	140 467
Beraber yakma (ko-insinerasyon) tesisi	39	532 343	35	738 908
Diğer geri kazanım tesisleri ⁽¹⁾	825	19 097 879	1 516	32 204 025

Yukarıda verilenlerin haricinde ülkemizde 1516 adet geri kazanım tesisi bulunmakta olup toplamda 32,2 milyon tonluk plastik, cam, metal, kağıt-karton ve diğer atıkların geri kazanımı gerçekleştirilmiştir (http-18). 2014 yılına göre toplam atık miktarında %26 artış olmasıyla beraber geri kazanım oranlarındaki %69'a yakın artış geri dönüşüm konusunda verilen eğitimlerin, uygulamaların ve topluma yönelik bilinçlendirme çalışmalarının olumlu bir katkı sağladığını belirtebiliriz.

Atık yönetimi konusunda mevcut durumun iyileştirilmesi, atık oluşumu esnasında toplumun bilinçlendirilmesi ve doğru atık yönetimi uygulamalarının gerçekleşmesi her yerde olduğu gibi ülkemizde de önem taşıyan hususlardır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 22.08.2016 tarihli HoReCa sistemine ait faaliyet haberine göre 2023'e kadar vahşi depolama sahalarının tümü düzenli depolama tesisine çevrilecek, 100 bin kişiye istihdam ve ekonomiye yaklaşık 6 milyar TL katkı sağlanacaktır. Bu bilgiler ışığında atık yönetimi konusunda geri kaldığımız noktalarda gelişme göstermekte olduğumuzu ve yatırımların hızlandığını rahatlıkla söyleyebiliriz. (http-19).

TÜİK 2016 yılı verilerine göre yıllık 31,6 milyon atık üretiyoruz. Bunun yaklaşık 7,3 milyon tonluk kısmı ambalaj atığıdır. Ambalaj atıkları geri dönüştürülmesi gereken atıklardır ve bu miktar oldukça fazladır. Oluşan ambalaj atıklarının içeriği %34 oranında kağıt, %29 oranında plastik, %16 oranında cam, %14 oranında ahşap, %4 oranında metal ve kalan %3 oranda da kompozit atıklardır (Şekil 3.23.). İstatistikler de göstermektedir ki en fazla kağıt ve karton atıklar geri dönüştürülmektedir. Ne yazık ki bu atıkların yarıya yakınlık kısmı yeniden kullanım için hazır hale gelmektedir. Bu

toplanamayan miktarın ekonomiye zararı, ton başına ürün tutarlarıyla kıyaslanabilir. Piyasada hurda plastik 800-850 TL, PET plastik 1500 TL, kağıt 150-450 TL/ton, metal 500 TL/birim ve cam 85-100 TL/birim fiyattan alıcı bulmaktadır (Altuntop, Bozlu, Karabıyık, 2014, s.36-37). Geri dönüşüm tutarlarının dışında her 1 ton kağıdın üretimi için 49 milyon m³ su tasarrufu ve yaklaşık 2400 kWh/ton elektrik tasarrufu, plastik üretimi için ise ton başına 6000 kWh elektrik tasarrufu sağlanmaktadır (Altuntop, Bozlu, Karabıyık, 2014, s.38). Sadece elektrik tasarrufu yaparak bile eğer üretilen plastik ve kağıt atıkların tamamı geri dönüştürülürse, ekonomiye 7,65 milyar TL değerinde katkı sağlanabilmektedir. Bunun dışında sadece 1 ton kağıt-karton atığının geri dönüştürülmesi ile çevre ekonomisine de büyük katkı sağlanabilmektedir. Her bir ton kağıt-karton üretimi için yaklaşık 17 yetişkin ağaç, 49 m³ su, 2300 kWh elektrik enerjisi ve 234 sm³ doğalgazın kullanımından tasarruf edilmektedir (Tablo 3.15.).



Şekil 3.23. 2014 yılı ambalaj atığı bileşimi (ÇŞB, 2014)

Tablo 3.15. Kağıt geri dönüşümü ile yapılan tasarruflar (Altuntop, Bozlu, Karabıyık, 2014, s.39)

	Ağaçtan 1 ton atık üretimi	Atık kağıttan 1 ton kağıt üretimi (yıllık 20000 ton kapasiteli tesis için)	Tasarruf
Hammadde	17 yetişkin ağaç/2.4m ³ odun	1.2 ton atık kağıt-karton	17 yetişkin ağaç
Su	55.36 m ³	6.5 m ³	49.06 m ³ /ton
Elektrik	2717.5 kWh	400 kWh	2317.5 kWh
Yakıt (Doğalgaz)	342 sm ³ /ton	108 sm ³ /ton	234 sm ³ / ton

3.2.3. Türkiye ve Avrupa'daki veri ve uygulamaların karşılaştırılması

Ülkemizdeki katı atık yönetimi sonuçları ile Avrupa'dakini kıyaslamadan önce, her iki tarafın nasıl birer katı atık politikası izlediğini irdelemek gerekli. Avrupa'da kişi başı yıllık yaklaşık 480 kg atık üretilmektedir. Her ne kadar atık yönetimi konusunda oldukça yol kat etmiş olsa da hala büyük ölçüde kaynak kaybı yaşamaktadır. 2010 yılında 2,5 milyar tonluk atık oluşan Avrupa'da, sadece %36'lık bir miktar geri dönüştürülmüştür. Geri kalanları ise yakılmış veya düzenli depolama tesislerinde depolanmıştır. Halbuki 600 milyon tonluk metal, kağıt, cam ve plastik geri dönüştürme imkanına sahipken bu miktar "çöpe" gitmiş oldu. Avrupa'da üretilen evsel atıklardan bahsedecek olursak kişi başına yıllık yaklaşık yarım tonluk geri dönüştürülebilir atık oluşmakta, bunların da yalnızca %40'lık kısmı geri dönüştürülebilmektedir. Avrupa bu gibi bir kaynağın potansiyelinin farkına varmasının dışında, çevre kirliliğine ve dolayısıyla insan sağlığına tehdit olan atıkların azaltılmasını da amaçlamıştır. Bu sebeple de en doğru yaklaşım şeklinin atık hiyerarşisi olduğu kanısına varmışlardır. Tüm bu durumları göz önünde bulundurarak 7. Çevre Aksiyon Programı (7th Environment Action Programme) atık yönetim politikası olarak aşağıdaki maddeleri temel almıştır:

- Üretilen atık miktarını azaltmak
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanım miktarını arttırmak
- İnsinerasyonu geri dönüşümü mümkün olmayan malzemelerle sınırlandırmak
- Düzenli depolamayı sadece geri dönüşümü, kullanımı ve geri kazanımı mümkün olmayan malzemeler için kullanmak
- Atık politika hedeflerinin üye ülkelerin tümünde uygulanmasını istisnasız sağlama

Bu açıklamaları denetlemek ve uygulamak için de öncelikle bireysel tüketicilere yönelik bilgilendirme, eğlendirerek öğretme ve bilinçlendirme çalışmalarını uygulamak yine programın ana hedeflerinden biridir. Örneğin, alışveriş yapmadan önce ihtiyacınız kadar alın, tekrar kullanılabilir ürün alın, tekrar kullanılabilir ve yüksek kalitede piller alın, evinizde geri dönüşümünüzü yapın gibi talimatlarla tüketiciye bilinçlendirmeler yapılmaktadır. Bunun dışında çevrede eğlenceli ve geri dönüşü olan geri dönüşüm

sistemleri tasarlanmıştır. Şekil 3.24.'te, Londra'da sokakta olan bir izmarit kutusunu görmektesiniz. Bu kutunun farkı, aslında bir anket kutusu olmasıdır. Anketin aşığında "Dünya'daki en iyi futbolcu kimdir?" başlığı yer almakta, Ronaldo ve Messi'nin isimlerinin olduğı 2 adet sigara izmariti kutusu bulunmaktadır. Dünya çapında bile çeşitli yerlerde anketleri yapılan futbolculara, çevre bilincini kazandırma amaçlı bu şekilde bir ufak oyun hazırlanması elbette kişileri çevreyi kirletme yerine şahsi görüşlerini futbol gibi bir konuda herkese belirtme isteğini tetiklemekte ve çevreye atacağı izmaritini bu kutuya atmaya teşvik etmektedir. Elbette ki burada önemli olan sonuç değil, çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik amaçtır.



Şekil 3.24. İngiltere izmarit anket kutusu (<http-20>)

Avrupa bunun haricinde konuya özel hedefler de koymaktadır. Bunlardan biri piller ile ilgili olan hedeftir. Avrupa'nın metal kaynağı olarak pilleri 2016 yılında %45 oranda geri dönüşüme uğratmayı hedeflemiştir. 2012 yılında geri dönüşüm oranı %25 ile sınırlı kalsa da bu oran artmaktadır (<http-21>). Bunun dışında verilebilecek başka bir örnek, gündelik yaşamın vazgeçilmezi olan arabalar hakkındadır. ELV direktiflerine göre 2015 yılına kadar araçların %85'lik oranı yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir olmalı, %95'lik miktarı ise geri kazanılabilir olmalıdır (Morin vd., 2012, s.233). Bu gibi direktiflerin dışında bir de evsel uygulamalar mevcuttur. Örneğin Almanya'da her çöp için farklı bir renk belirlenmiş, bu şekilde ilgili konteynıra ilgili çöp atılmaktadır (Şekil 3.25.). İspanya'da ise geri dönüşüm evde başlamakta, cam, organik

atık, plastik ve kağıt gibi temel, geri dönüşümü mümkün ve evde en çok oluşan atıklar için evlerde ayrı çöp kutuları bulunmakta, Almanya'daki gibi sokakarda da buna bağlı olarak farklı renklerde çöp kutuları mevcuttur. Bunlardan en farklı olanı ise "çeşitli" isimli çevre dostu çöp kutusudur. Bu çöp kutusunda ihtiyaç fazlası kıyafet, kapalı kavanozlarda zeytinyağı ve pil gibi farklı, geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir ürünler bulunmaktadır (Şekil 3.26.).



Şekil 3.25. Almanya çöp konteynerleri (<http-22>)



Şekil 3.26. İspanya'daki çevre dostu çöp kutusu (<http-23>)

Diğer yandan Türkiye için konuşacak olursak da benzer eylemler ve uygulamalar gerçekleştirilmektedir. 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda 2006 yılında yapılan son değişikliklerden en önemlisi ambalaj atıkları hakkında olup, ambalaj atıkları için kaynakta ayırmanın zorunluluğu belirtilmiştir, "kirleten öder" ilkesinden hareketle

yaptırımlara ilişkin düzenlemeler, cezalar ve ücretler ile “Çevre Kirliliğini Önleme Fonu” kanunda yer almıştır. Bu fondan % 45 oranında çevre yatırımlarının karşılanması amaçlanmaktadır (Kaya, 2013). Yine Çevre Kanunu'nda bulunan 11. madde ile kaynakta ayrılması gereken atıkların ambalaj atıklarının da yer aldığı geri kazanabilen atıkların kaynağında yer alması ve atıkların geri kazanılmasının, bunun da kaynakta ayrı ayrı toplanarak gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir. Bunlara ek olarak oluşan ambalaj atıklarının toplanması ile ilgili yükümlülükler aşağıdaki gibidir (ÇŞB, 2017, s.5),

- 1983 - 2872 sayılı Çevre Kanunu
- 1991 - Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- 2004 - 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu
- 2005-2007-2011 Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
- 2005 - 5393 sayılı Belediye Kanunu
- 2017 Atık Yönetimi Yönetmeliği

Bunun haricinde ülkemizde 2014-2018 yıllarını kapsayan 10'uncu Kalkınma Planı'nde atıkların geri dönüştürülmesi hakkında aşağıdaki iki madde de ayrıca belirtilmiştir (BSTB,2014, s.24)

- Sanayide geri dönüşüm ve geri kazanım gibi uygulamalara önem verilecektir
- Katı atık yönetiminde önemli bir boyut olan geri dönüşümün faydalarının yeterince bilinmemesi, geri kazanılmış ikincil ürüne ait standartların yetersizliği, teşvik ve yönlendirme sisteminin eksikliği gibi hususlar geri dönüşüm çalışmalarını olumsuz etkilemektedir.

Ülkemizde yapılan istatistiğe göre 2014 yılında piyasaya sürülen toplam 7,29 milyon ton geri dönüştürülebilir atıktan toplamda 3,95 milyon ton geri kazanılmış ve %61'lik geri kazanım oranına sahip olmuş bulunmaktayız ve geri dönüştürme miktarı olarak da cam hariç her bir kategori için hedeflerimize ulaşmış bulunmaktayız. (Tablo 3.16.) (Tablo 3.17.).

Tablo 3.16. 2014 yılı ambalaj atığı ve geri dönüşüm miktarları (http-24)

Ambalaj Cinsi	Üretilen Ambalaj Miktarı (ton)	Piyasaya Sürülen Ambalaj Miktarı (ton)	Geri Kazanılan Miktar (ton)	Gerçekleşen Geri Kazanım Oranı (%)
PLASTİK	3.513.086	1.144.285	506.717	44
METAL	373.809	160.975	80.747	50
KOMPOZİT	140.497	107.721	76.216	70
KAĞIT KARTON	1.953.208	1.335.603	1.523.253	114
CAM	878.262	637.045	154.841	24
AHŞAP	427.322	562.678	80.747	14
TOPLAM	7.286.184	3.948.307	2.422.521	61

Tablo 3.17. Yıllara göre atık geri kazanım hedef yüzdeleri (ÇŞB, 2017, s.10)

Yıllar	Cam	Plastik	Metal	Kâğıt/Karton	Ahşap
2005	32	32	30	20	-
2006	33	35	33	30	-
2007	35	35	35	35	-
2008	35	35	35	35	-
2009	36	36	36	36	-
2010	37	37	37	37	-
2011	38	38	38	38	-
2012	40	40	40	40	-
2013	42	42	42	42	5
2014	44	44	44	44	5
2015	48	48	48	48	5
2016	52	52	52	52	7
2017	54	54	54	54	9
2018	56	56	56	56	11
2019	58	58	58	58	13
2020	60	60	60	60	15

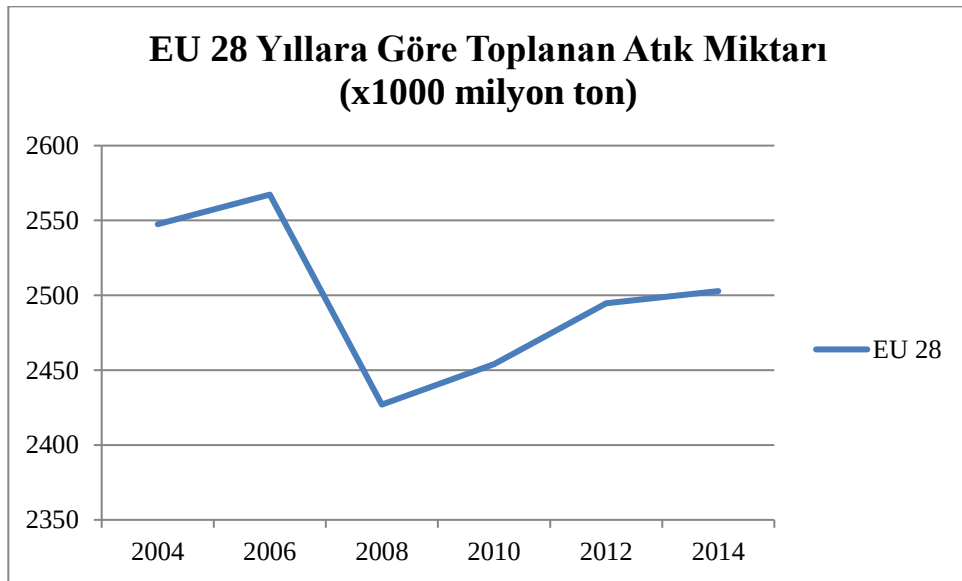
Ayrıca TPF Yönetim Kurulu Başkanı Mustafa Altunbilek'in açıklamasına göre Atık Yönetmeliği Kapsamı'nda 1 Ocak 2018 tarihinden itibaren alışverişlerde naylon poşet kullanımı ülkemizde sona erecek, geçiş döneminde ücretsiz file ve bez torba dağıtımı yapılacaktır. Bu çalışma aslında Amerik Birleşik Devletleri ve Avrupa'da hali hazırda kullanılmaktadır. İnsanlar eğer naylon poşet kullanmak isterlerse bunun için bir ücret ödemeleri gerekmektedir, ancak ülkemizde bugüne kadar poşetler ücretsiz

alınmaktadır. Bu sebeple uygulamanın atık oluşumunu bir ölçü daha azaltması olasıdır ve özellikle doğada zor çözünen, hem görüntü hem de çevre kirliliği yaratan poşetlerin böylelikle ortadan kaldırılması hedeflenmektedir (http-25).

Ambalaj geri dönüşüm oranlarındaki başarımız oldukça iyi olsa da Avrupa'nın %45 oran koymuş olduğu atık pil toplama konusunda ne yazık ki sınıfta kalmış bulunmaktayız. Bu konu ile ilgili aktif olarak çalışan sadece Kocaeli'nde bulunan Atık Pil Geri Kazanım Tesisi mevcuttur ve tesisin işleme kapasitesi yıllık yaklaşık 300 ton civarındadır. Günümüz geri toplanabilen atık pil verileri düşünüldüğünde aslında tesis Türkiye için yeterlidir, ancak yıllık 11 bin ton pilin piyasaya sürüldüğü göz önünde bulundurulduğunda tesis sayısının değil, geri dönüşümün arttırılması gerektiği aşıkardır (http-25).

Avrupa ile ülkemizdeki atık verilerini kıyaslayacak olursak Bölüm 3.1.'de yer alan verilere geri dönmek gerekmektedir. Tablo 3.2.'de Eurostat verilerinde yer aldığı gibi EU 28 ülkelerinde oluşan toplam atık miktarı 2014 yılında yıllık 2,6 milyar ton civarında iken, Türkiye'de bu rakam 79 milyon ton civarındadır. Bir başka deyişle, kişi başına neredeyse yıllık 1 ton atık oluşmuştur. Avrupa için 935 milyon tonluk miktar depolama amaçlı bertaraf edilmekte iken oransal olarak bu miktar yaklaşık %43,4 seviyesindedir. Ülkemizde ise Eurostat tarafından bertaraf konusunda herhangi bir istatistik tutulmamıştır; ancak TÜİK tarafından yapılan istatistiki verilere göre 77,2 milyon ton olarak hesaplanan atığın 44 milyon tonu yani yaklaşık %57'si depolama sahalarına yönlendirilmiştir (Tablo 3.14.). Avrupa, geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı için yine 941 milyon tonluk bir miktar ayırırken bu da toplamın %43,7'lik kısmına gelmektedir. Bu da göstermektedir ki Avrupa, bertaraf ettiği miktardan daha fazla atığı ekonomisinde kullanmaktadır. Bizde ise 77,2 milyon tonluk kısmın kalan %42,8 'lik kısmı tamamen geri dönüşüme ayrılmaktadır diyebiliriz (enerji amaçlı kullanımı olan beraber yakma tesisi için kullanılan 739 bin ton haricinde). Yine bu kıyaslama da Avrupa'nın gerisinde olduğumuzu göstermektedir. Avrupa ile Türkiye'nin atıklarının kaynağını inceleyecek olursak, Tablo 3.3.'deki bilgilere göre Avrupa'da en fazla atığın çıktığı sektörler %33 oranla inşaat, %30 oranında maden gelmekte, evsel atıklar ise %8,1 oranında olmaktadır. Ülkemiz için ise evsel atıklar 31 milyon ton, enerji alanında üretilen atıklar 24 milyon tondur ve bilgiler Tablo 3.4.'de gösterilmektedir. Bu miktarları yine Eurostat değerleri olan 79 milyon ton yıllık atık miktarı ile oranlayacak olursak evsel atıklar %39, enerji alanı %30 oranında olmaktadır. Tablo 3.7.'deki

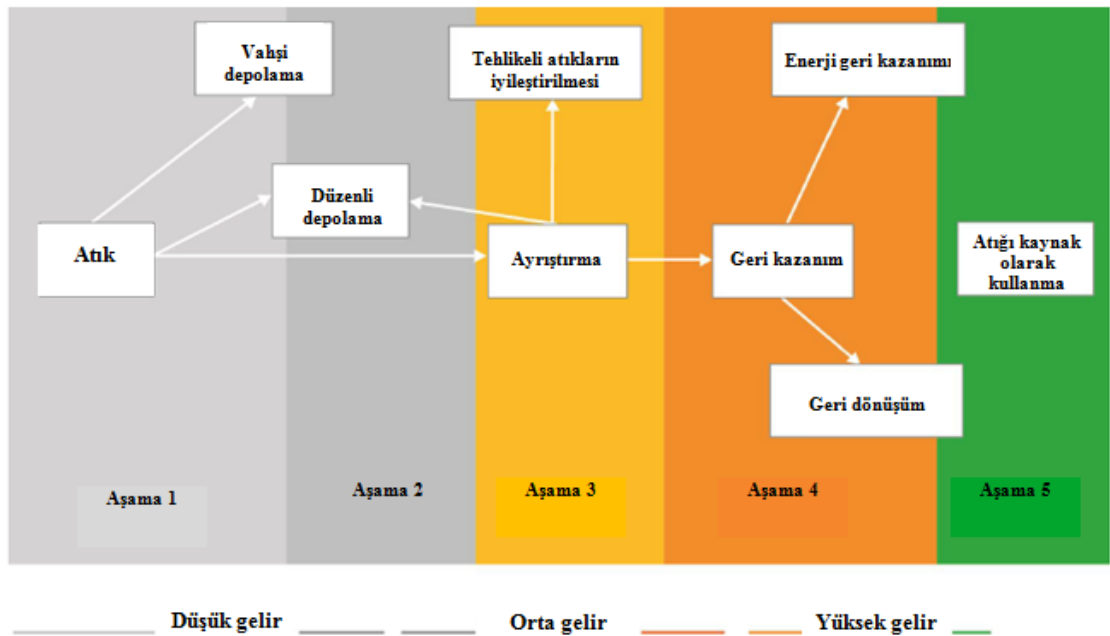
Eurostat tarafından hesaplanan kentsel atık miktarlarına bakacak olursak da Avrupa'da 2014 yılında oluşan 208 milyon ton atığın yaklaşık 31 milyonu ülkemizde oluşturulmuş olup bu alanda Almanya'dan sonra en fazla atık oluşturan ülke konumunda olduğumuzu söyleyebiliriz. Bir başka deyişle, belediyenin hizmet verdiği bölge ve atık çeşidi çerçevesinden bakarsak bu alanda Avrupa ikincisi olduğumuzu söyleyebiliriz. Bu tip atıkların çok olması, ülkemizdeki yersiz ve gereksiz alışveriş ile yanlış çöp oluşturma mantığını ispatlayabilecek örneklerden biridir. Enerji atığının çok olması ise özellikle fosil yakıtların fazla tüketildiğinin ve çıkarıldığının bir göstergesidir. Bunların haricinde Avrupa'da oluşan atıklar 2003 ile 2008 yılları arasından başlayarak Şekil 3.27.'deki gibi bir değişime uğramış gözükmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere Avrupa'nın uygulamaya başlamış olduğu atık politikaları, atığı kaynağında azaltma konusunda etkili olduğu söylenebilmektedir. Krizin nispeten atlatılmasının ardından ve üretimin normal hale dönmüş olmasına rağmen bile 2003 öncesinde üretilen atık miktarından oldukça uzak olunması, Avrupa'nın atık hiyerarşisine gösterdiği önemi göstermekte ancak ülkemizde ne yazık ki sürekli bir artış olduğu Şekil 3.18.'den de görülmektedir.



Şekil 3.27. EU 28 toplanan atık miktarının yıllara göre değişimi (Eurostat yearbook, 2016, Ch.11.5)

Şekil 3.28.'de atık yönetiminin aşamaları ile gelir düzeyi arasındaki ilişki gösterilmiştir. Buradan da gözlemlenebileceği üzere düşük gelir seviyesindeki bölgelerde atık yönetimi vahşi veya düzenli depolama üzerine kuruludur. Gelir seviyesi bir adım yukarı yani orta seviyeye çıkınca tehlikeli atıkların ayrıca işlenmesi işlemi de

dahil olmak üzere ayrıştırma işlemi ile atık yönetimi son bulmaktadır. Gelir düzeyi en yüksek seviyeye çıktıkça da artık atık yönetim bilinci oluşmakta, atığı geri dönüştürmek, geri kazanmak ve yeniden kullanmak yani atığı bir kaynak olarak görmek vardır. Bu da ülkemizde düşük ve orta gelir düzeyine sahip birey sayısının fazla olduğunu, atık bilincinin tam olarak gelişmediğini ama yine de gelişmekte olduğunu söyleyebiliriz. Bu sebeple de ülkemizde öncelikli olarak vahşi depolama alanlarına son verilmeye, geri dönüşüm, kazanım ve yeniden kullanmaya ağırlık verildiği gözlemlenmektedir. Özetleyecek olursak, Avrupa'nın oluşturduğu ortalamaların oldukça altında ve atık bilinci olarak henüz tam yerleşik bir bilince sahip değiliz, atığımız olan cevheri atılacak çöp olarak görmekteyiz, ancak geri dönüşüm konusunda yine oranlara bakarak oldukça iyi durumdayız ve geri dönüşüm oranlarımız, geri dönüşüm hedeflerimizle birlikte artmaktadır.



Şekil 3.28. Atık yönetim anlayışı ile gelir düzeyi ilişkisi (Banar, 2015)

4. EDİRNE KATI ATIK TOPLAMA SAHASI VERİLERİ VE ANALİZİ

Araştırmada Edirne örneğinin seçilmesinin birden fazla sebebi vardır. Öncelikle Edirne nüfus bakımında küçük, sanayi bakımından da gelişmemiş bir şehirdir ve 2016 TÜİK verilerine göre %52'lik kısmı 30 yaş ve üzeri yani aile kurmuş veya kurma ihtimali yüksek sosyal gruplardan oluşmaktadır. Bu sebeple de özellikle evsel atıklar ve ambalaj atıkları konusunda iyi bir gösterge olduğu düşünülmüştür.

Edirne il merkezinde 1950'li yıllardan beri Sarayakpınar Yolu üzerinde vahşi depolama sahası atık depolama amaçlı kullanılmaktadır. Tesis özellikle 11 Temmuz 2013 yılında yaşadığı yangın problemiyle gündeme gelmiş, çevre sakinleri tarafından da 60 yıldır tesisle yaşanan sıkıntı dile getirilmiştir. 21.10.2016 tarihli Edirne TV tarafından hazırlanan habere göre çöplükten sızan zehirli sıvı atıklar Tunca nehrine sızmakta, doğal alanda bulunan kuşlar, başıboş kalmış, terkedilmiş köpekler burada kendilerine yemek bulmaya çalışmakta ve yaşam savaşı vermektedir (Şekil 4.1). Edirne'nin Keşan ilçesinde Katı Atık Bertaraf ve Düzenli Depolama Tesisi hali hazırda hizmette olmasına rağmen Edirne Merkez ilçesine yaklaşık 150 km mesafede olması nedeniyle Merkez ilçe için kullanıma uygun olmamaktadır. Edirne Katı Atık Depolama ve Bertaraf Tesisi 2017 yılında faaliyete girmiş olup, bu tesis ile yaşanan problemlere çözüm bulunacağı umut edilmektedir ([http-27](http://27)). Günümüzde Edirne Merkez ilçesinin temizlik işleri, belediye tarafından yetkilendirilmiş bir firma tarafından yapılmaktadır.



Görsel 4.1. Edirne vahşi depolama alanı haber görseli ([http-27](http://27))

4.1. Yıllara Göre Katı Atık Verileri

Edirne'de 2016 yılındaki verilere göre 401 bin kişi yaşamaktadır ve bu nüfusu 93 bini köylerde, kalan yaklaşık 308 bin kişi ise il/ilçe merkezlerinde yaşamaktadır (TÜİK, 2017). Tablo 4.1.'de Edirne'de toplanan katı atık miktarı gösterilmektedir. En son elde edilen verilere göre Edirne'de toplanan atık miktarı 2016 yılı itibari ile 178,632 ton olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde üretilen atık miktarına göre oranlama yapacak olursak da Türkiye geneline göre yaklaşık %0,6'lık bir paya sahip olduğunu söyleyebiliriz. 2016 yılı itibari ile Edirne'de yaşayan 401 bin kişi düşünüldüğünde ve belediyenin atık için hizmet verdiği nüfusun 308 bin olduğu düşünüldüğünde, Edirne'de kişi başına günlük yaklaşık 1,59 kg katı atık üretildiği sonucuna varılabilmektedir. 2016 yılı Türkiye ortalaması 1,17 kg olduğu düşünüldüğünde bu rakamın üzerinde bir atık oluşumu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 4.1. Edirne ve Türkiye 2016 yılı katı atık verileri (TÜİK 2017)

	Yıl	Edirne	Türkiye	Oran
Toplanan Kentsel Atık Miktarı (ton/yıl)	2004	155274	25013520	0,62%
	2006	171003	25279971	0,68%
	2008	192750	24360863	0,79%
	2010	194076	25276698	0,77%
	2012	224006	25844573	0,87%
	2014	198657	28010721	0,71%
	2016	178632	31583553	0,57%

Bunun haricinde Edirne İli 2016 yılı Çevre Durum Raporu altında sunulan bilgilere göre Edirne il genelinde toplanan atık bilgileri aşağıdaki gibi sunulmuştur. Burada ilde nüfusun en çok yaz mevsiminde olduğu (340.867 kişi) belirtilmiştir. Bunun sebebi ise özellikle Enez bölgesine gelen yaz turistidir. Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere 2016 yılında günlük en fazla atığın toplandığı il merkezi olurken, kişi başı üretilen atığın en çok toplandığı belediye her iki mevsimde de Havsa olmuştur. Nüfusun en çok olduğu il merkezinde ise kişi başı üretilen atık miktarı 1,31 kg/gün Türkiye ortalamasının üzerinde olmuştur, ancak özellikle kışın ısınma amaçlı kömür kullanılması bu rakamı 1,40 kg/gün seviyesine çekmektedir. İl genelinde ise en fazla günlük yaklaşık 496 ton katı atık toplanmış, oluşan atıkların belediye hizmeti verilen nüfusa oranı ise 1,61 kg/gün düzeyinde olmuştur ve bu değer Türkiye ortalamasının oldukça üzerindedir. Yazın toplanan miktar günlük yaklaşık 400 ton olup, atık hizmeti

verilen nüfusa göre ortalaması Türkiye ortalaması olan 1,17 kg/gün değerini yakalayabilmiştir.

Atık yönetim tesislerinin Merkez ilçe dışında tümü belediye tarafından yönetilmekte olup atıkların tümü düzensiz depolama sahalarında depolanmıştır (Keşan Katı Atık Depolama Tesisi'ndeki veriler hariç tutulmuştur) ve atıklara hiçbir ön işlem, yakma veya düzenli depolama işlemi uygulanmamıştır (Edirne Valiliği, 2016).

Tablo 4.2. 2016 ÇDR Edirne il geneli atık verileri (Edirne Valiliği, 2016)

	Nüfus		Toplanan Ortalama Atık Miktarı (ton/gün)		Kişi Başı Oluşan Atık Miktarı (kg/gün)	
Belediyeler	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış
Edirne Merkez	172.500	173.037	225	243	1.31	1.40
Havsa	8.642	8.642	28,8	26	3.33	3.01
Süloğlu	3.799	3.799	7,5	6	1.97	1.58
Lalapaşa	1.632	1.632	4	3	2.45	1.84
Uzunköprü	40.076	40.076	55	98	1.37	2.45
Meriç	2.822	2.822	2,5	3,5	0.89	1.24
Keşan	111.896	61.896	76,5	89,63	0,68	1,45
Enez						
İpsala						
İl Geneli	340.867	291.907	399.3	496,13	1,17	1,61

Edirne ilinde atık piller 2013 yılı ile birlikte toplanmaya başlanmış, 2013 yılında toplanan pil miktarı 111 kg iken 2014 yılında bu rakam 470 kg olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de yıllık 300 ton atık pil toplandığı düşünüldüğünde, Edirne bu miktarda %0,16'lık bir paya sahip olmuştur.

4.2. Toplanan Katı Atıkların Gelir Düzeyi İle İlişkilendirilmesi

Bu çalışmada yerleşim yeri örneği olarak Edirne Merkez ilçesi seçildiği için, incelenen bölgeler Merkez ilçenin mahalleleridir ve Tablo 4.3.'te gelir düzeylerine göre ayrılarak belirtilmiştir. Yapılan araştırmaya göre günlük olarak Edirne Merkez'de 243 ton atık toplanmakta, bu da ayda 7260 ton atık yapmaktadır (E. Gençsoy, kişisel görüşme, Nisan 2017).

Tablo 4.3. Edirne Merkez ilçesi mahalle-gelir düzeyi ilişkisi (E. Gençsoy, kişisel görüşme, Nisan 2017)

	Yüksek Gelir	Orta Gelir	Düşük Gelir	Karma
Mahalleler	I. Murat, Kocasinan, Fatih, Şükrüpaşa	Nişancıpaşa, Medresealibey, Sarıcapaşa, Mithatpaşa, Dilaverbey, Sabuni, Talatpaşa, Abdurrahman, İstasyon, Yancıkçışahin, Karaağaç	Menzilahir, Barutluk, Meydan, Babademirtaş, Çavuşbey, Yeni İmarat, Yıldırım Beyazıt, Umurbey	Çarşı

Edirne Merkez'de üretilen ve ayrıştırılması mümkün olan toplam 642 kg'lık atık üzerine 30.01.2013 tarihinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Analize göre elde edilen veriler Tablo 4.4. ve Tablo 4.5.' de belirtilmiştir. Burada birkaç nokta oldukça dikkat çekicidir. Öncelikle her gelir düzeyinde de en fazla orana sahip atık mutfak atıkları olmuştur. Gelir düzeyi azaldıkça oluşan atık miktarı da artmaktadır. Yüksek gelir düzeyine sahip bölgelerde mutfak atıkları %55, plastik atıklar %14, cam atıklar %10 ve küller %2,5 orana sahip olmakla beraber en çok oluşan atıklardır. Orta gelir düzeyine sahip bölgelerde ise mutfak atıkları %45, kül %26, plastik atıklar %12 ile en fazla oluşan atıklardır. Oluşan toplam atık miktarı yüksek gelir düzeyli bölgelerde 120 kg/gün iken, orta gelir düzeyine sahip bölgelerde ortalama 196 kg olarak ölçülmüştür. Düşük gelir seviyesine sahip bölgelerde ise durum bundan farklıdır. Mutfak atıkları her ne kadar %46'lık oranla en yüksek miktarda olsa da, ikinci en yüksek atık küllerdir ve %33'lük bir orana sahiptir, bu da 73 kg'a tekabül etmektedir. Bir başka deyişle, düşük gelir seviyesine sahip bölgelerde toplanan kül miktarı, yüksek gelir seviyesine sahip bölgelerde toplanan mutfak atığı miktarından fazladır. Kül miktarının bu derece fazla olmasının nedeni özellikle düşük gelir düzeyine sahip bölgelerde ısınma amaçlı kullanılan yakıtın doğalgaz ve elektrikle ısınma değil kömür ve odun oluşudur. Bu sebeple de oluşan kül miktarı oransal ve kütleli olarak oldukça fazladır. Gelir düzeyi yüksek bölgelerde ise kömür kullanılsa dahi merkezi ısıtma yöntemi kullanıldığı için veya ısıtma amaçlı elektrik ve/veya doğalgaz kullanıldığı için oluşan kül miktarı oldukça düşüktür.

Tablo 4.4. Edirne Merkez - yüksek ve orta gelir düzeyli bölge atıkları (E. Gençsoy, kişisel görüşme, Nisan 2017)

Katı atık bileşenler	Gelir Seviyeleri	Gelir Seviyeleri	Gelir Seviyeleri	Gelir Seviyeleri
	Yüksek	Orta	Yüksek	Orta
	Dara(kg)	Dara(kg)	Oran (%)	Oran (%)
Mutfak atıkları	66,00	88,00	55,37	44,90
Kağıt	6,40	10,00	5,37	5,10
Karton	2,40	1,80	2,01	0,92
Hacimli karton	2,20	2,60	1,85	1,33
Plastik	17,60	23,80	14,77	12,14
Cam	12,20	8,20	10,23	4,18
Metal	0,60	1,40	0,50	0,71
Tehlikeli atık	0,40	1,00	0,34	0,51
Diğer yanmayanlar	1,00	0,00	0,84	0,00
Diğer yanabilenler	7,40	6,40	6,21	3,27
Kül (toz, kum, taş dahil)	3,00	52,80	2,52	26,94
TOPLAM	119,20	196	100	100

Tablo 4.5. Edirne Merkez - düşük gelir düzeyli ve çarşı bölge atıkları (E. Gençsoy, kişisel görüşme, Nisan 2017)

Katı atık bileşenler	Gelir Seviyeleri		Gelir Seviyeleri	
	Düşük	Çarşı	Düşük	Çarşı
	30.01.2013	30.01.2013	30.01.2013	30.01.2013
	Dara(kg)	Dara(kg)	Oran (%)	Oran (%)
Mutfak atıkları	103,60	44,00	46,62	41,90
Kağıt	4,80	9,00	2,16	8,57
Karton	0,00	4,20	0,00	4,00
Hacimli karton	3,40	15,20	1,53	14,48
Plastik	17,00	12,00	7,65	11,43
Cam	10,40	3,60	4,68	3,43
Metal	2,40	0,40	1,08	0,38
Tehlikeli atık	0,60	0,20	0,27	0,19
Diğer yanmayanlar	0,00	1,00	0,00	0,95
Diğer yanabilenler	7,00	3,40	3,15	3,24
Kül (toz, kum, taş dahil)	73,00	12,00	32,85	11,43
TOPLAM:	222,2	105	100	100

Çarşı ile gösterilen bölge, Edirne Merkez'de Saraçlar Caddesi civarındaki bölgeleri kapsamaktadır. Burada yapılan çalışma da, karma gelir düzeyi için ortaya çıkan miktarları anlamak içindir. Çarşı bölgesindeki çalışmaya göre ise evsel atıklar %42'lik orana, hacimli karton %15 plastik atıklar ise %11'lik orana sahiptir. Bu da bölgenin alışveriş bölgesi olduğunu belirten istatistiklerdir.

4.3. Toplanan Katı Atıkların Geri Kazanım Miktarları ve Ülke Katkısı

Edirne ilinde toplanan ambalaj atıklarının kategorilere göre geri kazanım oranları ve piyasaya sürülme miktarları Tablo 4.6.'da verilmiştir. Tabloya göre piyasaya sürülen toplam kazanım miktarı hesaplanabilen ambalajlar plastik, metal, kağıt-karton ve ahşap ile sınırlı kalmıştır. Kütlece en çok geri dönüştürülen ise kağıt-karton ve plastik atıkları olmuştur. Hurda plastik fiyatlarının birim ton başına ortalama 800 TL olduğu hesaba katıldığında sadece geri kalan 2766 ton plastik 2.212.800 TL maliyete sahiptir. Geri dönüştürülemeyen yaklaşık 365 ton kağıt-karton ortalama olarak 300 TL/ton tutarından 109.500 TL maliyete, bunun haricinde de üretimi esnasında kullanılmış 6205 adet yetişkin ağaca, yaklaşık 991 MWh elektrik sarfiyatına ve 20.206 ton su kullanımına sebebiyet vermiştir (Altıntop, Bozlu ve Karabıyık, 2014, s.39). Geri dönüştürülemeyen ve genel anlamda küçük gibi gözüken bu miktarlar aslında biriktiğinde oldukça büyük zararlara yol açıldığının en açık göstergesidir.

ÇDR 2016 raporundan alınan bu verilere ek olarak, ilde lisanslı 5 adet ayrıştırma, 2 adet de geri dönüştürme tesisi bulunmaktadır. İlde kayıtlı olan 1 adet ambalaj üreticisi, 155 adet de piyasaya süren işletme bulunmaktadır. 2016 yılında onaylanmış 3 adet Ambalaj Atık Yönetim Planı da mevcuttur.

Tablo 4.6. Edirne ili geri kazanılan atık verileri (Edirne Valiliği, 2016)

Ambalaj Cinsi	Piyasaya Sürülen Ambalaj Miktarı (kg)	Kütlece Geri Kazanım (kg)	Gerçekleşen Geri Kazanım Oranı (%)	Hedeflenen Geri Kazanım Oranı (%)
Plastik	2894901	128750	4,4	52
Metal	5314859	3030	0,06	52
Cam	96000	-	-	52
Kağıt-Karton	1491845	1126632	75,5	52
Ahşap	148615	-	-	7
Toplam	9946220	1258412	12,5	52

Edirne ilinde gerçekleştirilen atık işleme faaliyetleri ise Tablo 4.7.'de detaylı olarak belirtilmiştir. Burada yer alan D kodları bertaraf/yok etme amaçlı kullanılan yöntemleri, R ise geri dönüşüm/kazanım için kullanılan yöntemleri temsil etmektedir. Buradan da görüleceği üzere R1 ile R11 işlemi aralığındaki herhangi bir işlemi temsil eden R12 atık işleme koduna bağlı olarak toplamda yaklaşık 213 ton atık geri dönüşüm/kazanım işlemine tabi tutulmuş, 24,8 tonluk kısmı da enerji eldesi amacıyla kullanılmıştır. Bertaraf yöntemlerinde ise 2,6 ton atığa karada yakma işlemi uygulanmıştır (Edirne Valiliği, 2016). Bütün bu bilgileri göz önüne alarak Edirne için,

Türkiye ortalaması olan %61'lik geri dönüşüm oranına ulaşamamış, %12,5'lik oran ile oldukça kötü bir ortalamaya sahip olmuştur denebilir. Edirne her ne kadar ülke çapında 1258 tonluk plastik, metal, kağıt-karton ve ahşap geri kazanımında faydada bulunmuş olsa da, özellikle kullandığı kömür, odun gibi fosil kaynaklar ile çevreye ciddi derecede hasar vermiştir. Oluşan mutfak atıkları ile de atık bilincinin yerleşmesinin gerekliliği görülmüştür.

Tablo 4.7. 2016 yılı Edirne ili atık işleme yöntem ve miktarları (Edirne Valiliği, 2016)

Atık İşleme Yöntemi Kodu (R/D)	Atık İşleme Yöntemi Adı	Miktar (kg)
R1	Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma	24.814
R2	Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi	425
R4	Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü	4.338
R9	Kullanılmış yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer tekrar kullanımları	45.883
R12	Atıkların R1 ve R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi	212.875
R13	R1 ile R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların stoklanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)	36.865
D1	Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama	1.695
D5	Özel mühendislik gerektiren toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (çevreden her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)	3
D9	D1 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri ile bertaraf edilen nihai bileşiklere veya karışımlara uygulanan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen fiziksel-kimyasal işlemler (ör: buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)	615.515
D10	Yakma (karada)	2.642

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çöp, hurda, lüzumsuz veya her ne şekilde betimlenirse betimlensin, atık aslında bir son değil tam tersine bir başlangıçtır. Belirtildiği üzere günümüzde oluşan atıkların hemen hepsi kendi başlarına birer kaynak veya hammaddedir. Tek kullanımlık pet şişeleri, çöpe atılan muz kabuğu, üretim sonrası oluşan metal talaşı, motorun çalışması esnasında oluşan ısı ve bunun gibi birçok örnek başlı başına birer atık olup değerlendirilmesi gerekmektedir.

Sıkça belirtildiği üzere Avrupa atık konusuna oldukça fazla önem vermektedir. Sadece şimdinin değil, önümüzdeki 15 seneyi dahi öngörerek buna göre planlar yapmakta, toplum bilincini sıkıcı olmadan hem eğlendirip hem de öğretmek oluşturmaktadır. Açıkça görüldüğü üzere atıktan enerji santrallerinden geri dönüşüme, geri kazanımdan kompostlamaya kadar birçok atık yönetimini arttırarak uygulayan Avrupa, fosil yakıtların yerine alternatif enerji kaynağı bulmanın yanında varolan enerjiyi nasıl daha tasarruflu kullanması gerektiği bilincine varmış durumdadır. Her ne kadar şu andaki geri dönüşüm ve kazanım oranları düzenli depolama ile baş başa olsa da, uygulanması öngörülen politikalar bu oranları enerji geri dönüşümü ve geri kazanım leyhine değiştirmeye yönelik olduğu açıktır.

Ülkemizde atık yönetimi işleyişi konusunda her geçen gün olumlu gelişmeler gözlemlenmektedir. Özellikle vahşi depolama alanlarının düzenli depolama alanlarına dönüştürülmeye başlanması, atık pil geri kazanım tesisinin kurulması ve hepsinden önemlisi devlet tarafından düzenli depolama öncesi ayrıştırmanın zorunlu hale getirilmesi bu konuda verilebilecek en iyi örneklerdendir. Araştırma esnasında karşılaştırmalar sonucu görülebileceği üzere Eurostat ve TÜİK verileri arasında tutarsızlıklar mevcuttur. Bu durumun nedeni yanlış bilgi aktarımı, bu sebeple de sonuçların yanlış analiz edilmesi gösterilebilir. TÜİK tarafından tutulan istatistik belediyeler tarafından toplanan atık olduğu için de inşaat gibi diğer sektörlerde oluşan atık miktarı kesin değildir ve bu nedenle de Eurostat istatistiklerinde de yer almamıştır. Eurostat ise kategorilere ayrıştırılmış halde toplanan tüm atık miktarının istatistiğini tutmaktadır. Atık gibi önemli bir kaynakta her yıl belirli periyotlarla atık miktarı, atık yönetim şekline göre işlenen atık miktarları, atık içeriği gibi konuların detayları analiz edilmesi gerekmektedir.

Araştırmada belirtilen sosyoekonomik sebeplerden dolayı Edirne, sadece sanayisi gelişmiş yüksek nüfuslu kentlerde değil bunun tam tersi özellikteki yerleşim

yerlerimizde de benzer sonuçların olduğunu göstermiştir. Sadece Edirne gibi küçük nüfuslu şehirlerde yapılacak doğru atık yönetimi ile bile binlerce ton katkı sağlanabileceği, atığın bölge fark etmeksizin bir kaynak olduğu, özellikle geri dönüştürülmemiş ambalaj atığının bölgeye getireceği katkı (çevre, ekonomi ve enerji açısından) gösterilmiştir. Buna ek olarak da gelir seviyesi ile atık oluşumu arasındaki bağlantı da öngörüldüğü gibi diğer Avrupa ülkeleri ile benzer şekilde çıkmıştır. Edirne ilinde gerçekleşen geri dönüşüm oranı ise Avrupa ve Türkiye'nin çok altında kalmıştır ve bu da ekonomik anlamdaki zararın boyutunu göstermiştir. Bu sebeple geri dönüşüm ve tasarrufun daha da artması için tesislerin kurulması, geri dönüşüm kutu sayılarının çoğaltılması, halka tıpkı Avrupa'da olduğu gibi geri dönüşüme teşvik edici düzenlemelerin, etkinliklerin oluşturulması gerekmektedir. Sadece atıkları yeniden kullanmaya başlanmasının bölgenin ekonomisine katkı sağlayacağı gibi ülke içindeki bilinirliğinin artmasına, bölge içinde görülen istihdam sorunun bir ölçü de olsa azalmasına, vahşi depolama ile oluşmuş kirliliğin azaltılmasına ve Avrupa ölçüsünde bir kültürel yapıya daha da yaklaşmasına katkı sağlayacaktır. Edirne üzerinde yapılan bu çalışma her ne kadar bölgesel bir yerleşim alanını kapsasa da özellikle evsel atıkların miktar olarak fazla ve içerik olarak zengin çıktığı ülkemizde halkımızın bilinçlenmesi için faydalı olabilir. Çöpe atılan her bir atığın çevreye, ekonomimize nasıl bir etkisi olduğu nüfus bakımında küçük yerlerde dahi net bir şekilde anlaşılabileceği bu çalışma ile gösterilmiş olup aynı zamanda enerji konusunda ciddi tasarrufların yapılabileceği gözlemlenmiştir. Yeni açılan Edirne Katı Atık Depolama ve Bertaraf Tesisi'ni geliştirme, düzenleme işlemlerinde yapılan bu çalışma dikkate alınarak katı atıkların ülke kalkınmasıyla ilgili politikaların iyileştirilmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Altuntop, E., Bozlu, H., Karabıyık, E. (2014). *Evsel Atıkların Ekonomiye Kazandırılması TR62 (Adana, Mersin) Bölgesi*. Adana: Çukurova Kalkınma Ajansı.
- Athanasίου, C.J., Tsalkidis, D.A., Kalogirou, E., Voudrias, E.A. (2015). Feasibility Analysis of Municipal Solid Waste Mass Burning In The Region of East Macedonia – Thrace In Greece. *Waste Management&Research*, 33(6), 561-569.
- Banar, M. (2015). *Anadolu Üniversitesi İleri Teknolojiler Enstitüsü - Atıklardan Enerji Elde Etme Sistemleri Dersi'nde* gösterilen sunum, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Breeze, P. (2014). *Power Generation Technologies - Second Edition*. Oxford: Elsevier Science of Technology.
- (2016). *Energy Policies of IEA Countries – Poland 2016 Review*. Fransa: IEA Publishing.
- Erdin, E. (2005). *Atıkların Kompostlanması Dersi'nde* aktarılan notlar. <http://web.deu.edu.tr/erdin/tr/katiatik.htm> (Erişim tarihi: 20.12.2017).
- Ertürk, M.C. ve Görgün, E. (2011). An Actual Example For Rehabilitation of Open Dump Areas In Turkey: Rehabilitation Of Mersin Çavuşlu Open Dump Area. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 3, 200-208.
- (2016). *Europe in Figures - Eurostat yearbook*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISSN 2443-8219.
- Hamad, T.A., Agll, A.A., Hamad, Y.M., Sheffield, J.W. (2014). Solid Waste As Renewable Source of Energy: Current And Future Possibility In Libya. *Case Studies in Thermal Engineering* 2014, 4, 144-152.
- (2014). *Handbook on Resource Recycling Legislation and Trends in 3R*. Japonya: Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı
- Hoornweg, D. ve Bhada-Tata, P. (2012). *What A Waste: A Global Review Of Solid Waste Management*. Washington: World Bank.
- (2015). *ISWA Report*. Avusturya: ISWA General Secreteriat.
- Jeswani, H.K. ve Azapagic A. (2016). Assessing The Environmental Sustainability Of Energy Recovery From Municipal Solid Waste In The UK. *Waste Management*, 50, 346-363

- Johnson, J., Reck, B.K., Wang, T., Graedel, T.E. (2007). The Energy Benefit Of Stainless Steel Recycling, *Energy Policy*, 36(1), 181-192
- Kaya, P. (2013). *Yerel Yönetimlerde Katı Atık Yönetiminin Maliyet Analizi: Türkiye Geneli Ve İstanbul İli Örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kaya, Y. (2003). Ayçiçeği Kabuğunun Değerlendirilmesi ve İçeriği, *CİNE TARIM Dergisi*, 43, 34-35.
- Lombardi, L., Carnevale, E., Corti, A. (2015). A Review Of Technologies And Performances Of Thermal Treatment Systems For Energy Recovery From Waste, *Waste Management*, 37, 26-44.
- Manders J. (2011). *Çevre Teknolojileri ve Atık Yönetimi İstanbul 2011 Fuarı'nda* yapılan sunum. The key role of Waste Incineration with Energy Recovery in modern management of municipal solid waste across Europe. İstanbul: TÜYAP.
- Moran, M.J., Shapiro, H.N., Boettner, D.D., Bailey, M.B. (2012). *Principles of Engineering Thermodynamics 7th Edition*. Asia: John Wiley & Sons Inc.
- Morin, C., Loppinet-Serani, A., Cansell, F., Aymonier, C. (2012). Near- And Supercritical Solvolysis Of Carbon Fibre Reinforced Polymers (CFRPs) For Recycling Carbon Fibers As A Valuable Resource: State Of The Art, *The Journal of Supercritical Fluids*, 66, 232-240.
- Nelles, M., Grünes, J., Morscheck, G. (2016). International Conference On Solid Waste Management, Waste Management in Germany - Development to a Sustainable Circular Economy?, *Procedia Environmental Sciences*, 35, 6-14.
- Ozcan, M., Öztürk, S., Oguz, Y. (2015). Potential Evaluation of Biomass-Based Energy Sources for Turkey, *Engineering Science and Technology an International Journal*, 18, 178-184.
- Öcal, T. (2011). A geographical Approach to the Storage of Domestic Solid Waste During Turkey's Urbanization Process, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 19, 474-481.
- Öztürk, İ. (2010). *Atık sektörü mevcut durum değerlendirmesi raporu*, Ankara: T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Roser, M. ve Ortiz-Ospina, E. (2017). World Population Growth. *Our World Data*'da sunulan bildiri. <https://ourworldindata.org/world-population-growth/#note-3> (Erişim tarihi: 21.12.2017).

- (2016). *Sağlıklı Toprak ve Sağlıklı Bitkiler İçin Kompost Rehberi*. İstanbul: Buğday Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği.
- Saraç, M. ve Uludağ, O. (2011). Dünyada Ve Türkiye’de Atıktan Enerji Üretimi. 4. *Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyum* içinde (s.248-252). Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Basım Evi.
- (2017). *Steel Benchmarker #281* numaralı aylık raporu. New Jersey: World Steel Exchange Marketing.
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü. (2014). *Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi Ve Eylem Planı 2014-2017*. Ankara.
- T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı. (2014). *Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Bülteni 2014*. Ankara.
- T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023*. Ankara.
- T.C. Edirne Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2016). *Edirne İli 2016 Çevre Durum Raporu*. Edirne.
- (2016). *The EU in the world 2016 edition*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-59230-0.
- TÜİK. (2017). *2016 Yılı Çevre İstatistikleri*. Ankara: TÜİK.
- Ünal, S. ve Dımaşkı, E. (1999). Unesco-Unep Himayesinde Çevre Eğitiminin Gelişimi ve Türkiye’de Ortaöğretim Çevre Eğitimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 142-154.
- Varank, G. (2006). *Aerobik Olarak Stabilize Edilmiş Kati Atıklar İle Kompost Ürününün Karşılaştırılması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, O., Kara, B., Yetis, U. (2016). Hazardous Waste Management System Design Under Population And Environmental Impact Considerations, *Journal of Environmental Management*, 1-12.
- Yolin, C. (2015). Waste Management And Recycling In Japan Opportunities For European Companies (SMEs Focus). *EU-Japan Centre for Industrial Cooperation-Tokyo 2015*’de sunulan bildiri. Tokyo: EU-Japan Centre for Industrial Cooperation.

- http-1:** <http://www.cindil.net/www.cindil.net/tanimt.html> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-2:** <http://www.ozsekizler.com/urunler.php> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-3:** <http://www.atikyonetimi.kadikoy.bel.tr/AltSayfa.aspx?ID=1> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-4:** <http://www.kelcroft.com.hk/cogeneration.htm> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-5:** <http://www.cevrecibahcem.com/385?> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-6:** <https://atikyonetimi.ibb.istanbul/hizmetlerimiz/duzenli-depolama-alanlari/> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-7:** <http://www.csb.gov.tr/turkce/index.php?Sayfa=yonetmeliklist> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-8:** <http://www.municipalwasteeurope.eu/links> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-9:** http://tap.org.tr/ab/de_atik_pil_sureci_isleyisi-92.html (Erişim tarihi: 21.12.2017)
- http-10:** <http://memolition.com/2014/01/05/map-of-world-population-density/> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-11:** <http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2012/06/daily-chart-3> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-12:** <http://tr.euronews.com/2016/11/02/360-derece-video-sirbistan-in-agir-sanayisinin-zehirli-mirasi> (Erişim tarihi: 20.12.2017)
- http-13:** <http://www.eurofer.org/Sustainable%20Steel/Steel%20Recycling.fhtml> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-14:** <http://cewep.recon-cms.de/information/energyclimate/index.html> (Erişim tarihi: 21.12.2017)
- http-15:** <https://www.tofd.org.tr/plastik-kapak-projemiz> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-16:** <http://www.istac.istanbul/tr/cevre-egitim-merkezi/kesin-veriler-> (Erişim tarihi: 20.12.2017)
- http-17:** https://www.izaydas.com.tr/88-izmit_atik_ve_artiklari-aritma-yakma_ve_degerlendirme-icerikDetay-sikca_sorulan_sorular.html (Erişim tarihi: 20.12.2017)
- http-18:** <http://www.tuik.gov.tr/HbPrint.do?id=24877> (Erişim tarihi: 20.12.2017)
- http-19:** <http://www.csb.gov.tr/turkce/?Sayfa=faaliyetdetay&Id=1584> (Erişim tarihi: 20.12.2017)

- http-20:** <http://www.standard.co.uk/sport/football/londons-smokers-asked-who-is-the-best-footballer-in-the-world-lionel-messi-or-cristiano-ronaldo-a2926536.html> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-21:** http://tap.org.tr/ab'de_atik_pil_sureci_isleyisi-92.html (Erişim tarihi: 20.12.2017)
- http-22:** <https://grasshopperfiles.wordpress.com/2015/04/30/segregation-at-source-in-germany/> (Erişim tarihi: 20.12.2017)
- http-23:** <http://www.trevorhuxham.com/2014/04/how-to-recycle-in-spain.html> (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-24:** <http://www.pagcev.org/atik-istatistikleri> (Erişim tarihi: 25.12.2017)
- http-25:** <http://www.trthaber.com/haber/ekonomi/market-ve-magazalarda-naylon-poset-donemi-bitiyor-306114.html> (Erişim tarihi: 20.12.2017)
- http-26:** http://tap.org.tr/pillerimiz_cope_gidiyor-103.html (Erişim tarihi: 13.12.2017)
- http-27:** <http://www.edirnetv.com/haber/2726/edirne-coplugu-zehir-saciyor.html> (Erişim tarihi: 20.12.2017)