



T.C.

**SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA E-ATIK YÖNETİMİ
UYGULAMALARI VE GERİ KAZANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda BİLGİN

201292101125

**Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı : Doç.Dr.Eyüp ATMACA**

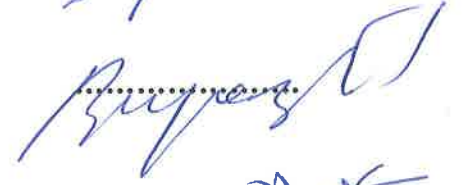
**SİVAS
Ağustos 2019**

Seda BİLGİN'in hazırladığı ve "TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA E-ATIK YÖNETİMİ UYGULAMALARI VE GERİ KAZANIMI " adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı **Doç.Dr. Eyüp ATMACA**
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi



Jüri Üyesi **Doç.Dr. Nevzat BEYAZIT**
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Jüri Üyesi **Doç.Dr. M. Bünyamin KARAGÖZOĞLU**
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İsmail ÇELİK
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.



Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Seda BİLGİN, 2019

ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

.../.../2019

Seda BİLGİN

TEŞEKKÜR

Çalışmam esnasında bana destek olan değerli eşim Emin Kaan LASTİKÇİ'ye, eğitim hayatım boyunca her zaman ve her koşulda yanımda olan saygıdeğer babam Nuri Osman BİLGİN'e, kıymetli annem Münevver BİLGİN'e ve kardeşlerime, yüksek lisansımın başlangıcında danışmanım olan, çalışma prensibiyle kendisini örnek aldığım değerli hocam Dr.Öğr.Üyesi Ergün PEHLİVAN'a, çalışmam boyunca danışmanlığımı üstlenen bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Doç.Dr. Eyüp ATMACA'ya ve zaman zaman başını ağrıttığım ve bilgilerinden faydalandığım değerli hocam Dr. Öğr.Üyesi Sayiter YILDIZ'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

ÖZET

TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA E-ATIK YÖNETİMİ
UYGULAMALARI VE GERİ KAZANIMI

Seda BİLGİN
Yüksek Lisans Tezi
Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Eyüp ATMACA
2019, 188 + xxiii sayfa

Bilim ve teknolojide meydana gelen değişimler bireylerin beklentilerini ve kişisel harcamalarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu harcamaların sonucunda ise önemli bir tüketim döngüsü oluşmakta ve bireyler sürekli olarak yeni şeyler edinme ve sahip olma hazzı ile hareket etmektedir. Bu davranışlar beraberinde çevreye verilen zararı da getirmektedir.

Çeşitli nedenlerle kullanım ömrünü tamamlamış veya kullanıcının artık kullanmayı bıraktığı cihazlar e-atık olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre, bilgisayar, faks, fotokopi makineleri, baskı devreler, kablolar vb. elektrikli ve elektronik eşyaların tamamı bu sınıfta değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada Türkiye ve Dünya’da e-atık yönetimi, bu kapsamda yapılan uygulamalar açıklanmıştır. E-atıklarla ilgili olarak ulusal ve uluslar arası mevzuat incelenerek, Avrupa ülkeleri başta olmak üzere dünyanın çeşitli ülkelerinde atıklarla ilgili mevcut prosesler aktarılmıştır. Türkiye’de konu ile ilgili olarak hazırlanmış olan Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği doğrultusunda Türkiye’deki mevcut incelenmiş, sanayisi ve gelişmişliği yüksek olan Sakarya, Kocaeli illeri ile İstanbul’un Şişli, Kadıköy ve Maltepe’de bulunan tesislerde tutulan yıllık veriler aktarılmıştır. Bunun yanında Kayseri ilinde atık elektrikli ve elektronik eşyalarla ilgili yapılan çalışmalar detaylı olarak incelenmiş ve atık verileri paylaşılmıştır.

Sonuç olarak 2016’da hazırlanan Küresel Durum Raporu’na göre Dünya genelinde e-atık miktarının en fazla 7211 kilotonla Çin’de olduğu sonucuna varılmıştır. Bu miktarı 6295 kiloton ile ABD ve 2139 kiloton ile Japonya takip etmektedir. Türkiye

ise 623 kiloton ile 17. sırada yer almaktadır. Bununla beraber Dünya genelinde e-atıklar konusunda en iyi çalışmaları yapan ülkenin İsveç olduğu, bunun en büyük etkeninin ise bilinçli, e-atık yönetimine katılım sağlayan bir halk ve paydaşlar arasındaki koordinasyon olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanısıra Hindistan, Afrika gibi ülkelerde ise e-atık konusunda ciddi sorunların olduğu, e-atıkların bu ülkelerde illegal yollarla geri kazanımının gerçekleştiği anlaşılmıştır. Türkiye’de ise e-atık yönetimi konusunda yönetmeliğin 2012’de yayınlanmasına rağmen henüz tam olarak uygulanmadığı ancak bu konuda yavaş yavaş gelişmelerin olduğu saptanmıştır. 2012-2017 yıllarında Türkiye’de il il toplanan e-atık miktarları, e-atık işletme tesisleri incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda en fazla e-atık miktarlarının sanayi bölgelerinde olduğu tespit edilmiştir. 2017 yılında en fazla e-atık miktarı 35.864 ton olarak Kocaeli’de toplanmıştır. Yönetmelik doğrultusunda kişi başına düşen e-atık miktarları da incelenmiştir, hedeflenen sayıya çok uzak olduğu görülmüştür. Hedefe en yakın miktarlar ise Kadıköy ilçesine ait olup 0.20-0.25 kg arasındadır. Türkiye’de e-atık işleminin toplama, parçalara ayırma ve kalan kısımları ilgili tesislere gönderme şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Özellikle değerli metal geri kazanımında hiçbir çalışmanın olmadığı bu parçaların yurt dışındaki ülkelere ihraç edildiği anlaşılmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında Türkiye ile diğer ülkelerdeki durumların kıyaslaması yapılarak ülkemizde iyi bir e-atık yönetimi için ne tür çalışma ve projelerin yapılması gerektiği incelenmiştir, çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: E-Atık, E-Atık Yönetimi, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar

ABSTRACT
E-WASTE MANAGEMENT AND RECYCLING PRACTICES IN TURKEY
AND THE WORLD

Seda BİLGİN

Master Thesis

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Eyüp ATMACA

2019, 188 + xxiii pages

Changes in science and technology affect the expectations and personal spending of individuals. As a result of these expenses, a considerable consumption cycle is formed and individuals are constantly enjoying the pleasure of acquiring and owning new things. These behaviours also cause damage to the environment.

Devices that have completed their life cycle or that the user no longer uses are defined as e-waste for various reasons. According to this definition, Computer, Fax, copiers, printing circuits, cables, etc.all electrical and electronic products are rated in this class.

This study e-waste management in Turkey and in the world, has announced that applications are made in this context. The national and international legislation on e-wastes has been examined and the existing processes related to waste have been transferred in various countries of the world, especially in European countries.Waste Electrical and Electronic Equipment which was prepared on the subject in Turkey Control examined the existing regulations, the in Turkey, industry and sophistication with high Sakarya, Istanbul's Sisli Kocaeli province, annual data held in facilities located in Kadıköy and Maltepe was transferred.In addition, studies on waste electrical and electronic equipment in Kayseri province were examined in detail and waste data were shared.

As a result, according to the Global Situation Report prepared in 2016, it is concluded that the amount of e-waste in the world is at most 7211 kg in China.This amount is followed by USA with 6295 pounds and Japan with 2139 pounds.while

Turkey ranks 17th with 623 tons of weight. In addition to this, it was found that Sweden is the best country in the world in terms of e-waste, and the biggest factor is the coordination between a public and stakeholder participating in e-waste management. In addition, it is understood that there are serious problems regarding e-waste in countries such as India and Africa, and that illegal recycling of e-waste is realized in these countries. Although the regulations published in 2012 about the e-waste management in Turkey has not yet been fully implemented, but this issue has been identified that there are gradations. 2012-2017 years in the provinces in Turkey collected e-waste, e-waste processing plants were examined. As a result of these investigations, it was determined that the highest amount of e-waste was in industrial zones. In 2017, the highest amount of e-waste was collected in Kocaeli with 35,864 tons. The amount of e-waste per capita was also examined in line with the regulation, it was found that it was far from the targeted number. The closest amounts to the target belongs to Kadıköy district and it is between 0.20-0.25 kg. Collection of e-waste processing in Turkey, and fractionating the residue were determined by reference to the form of the installation concerned. It is understood that there is no work especially in the recovery of precious metals and these parts are exported to countries abroad. Therefore, the scope of work performed in our country in comparison with the situation in other countries Turkey made a good project to work and what kind of e-waste management are analyzed it should have presented various suggestions.

Key words: E-Waste, E-Waste Management, Waste Electrical and electronic equipment

İÇİNDEKİLER

ETİK	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
TABLolar DİZİNİ	xviii
RESİMLER DİZİNİ	xx
KISALTMALAR DİZİNİ	xxi
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Atık Nedir?	3
2.2. Atıklarda Geri Kazanım ve Geri Dönüşüm Kavramları	4
2.2.1.Geri Kazanımın Faydaları.....	4
2.2.2.Doğal kaynakların korunması	5
2.2.3.Enerji tasarrufunun sağlanması	5
2.2.4.Ekonomiye katkı.....	5
2.2.5.Atık miktarının azalması.....	6
3. MATERYAL VE METOD.....	7
4. ATIK ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK EŞYALARA GENEL BAKIŞ ...	9
4.1. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Tanımı	9
4.2. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Özellikleri	9
4.2.1.Materyal bileşimi ve çevresel etkileri	10
4.2.1.1. Materyal bileşimi	10
4.2.1.2. Elektrikli ve elektronik atıkların fiziksel özellikleri.....	14
4.2.2. Çevresel etkileri.....	16
4.2.2.1.Sulara etkisi	17
4.2.2.2. Havaya etkisi	18
4.2.2.3.Toprağa etkisi	18
4.2.2.4. İnsan sağlığına etkileri	19

5. ATIK ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK EŞYALARIN DÖNÜŞÜMÜ23

5.1. Biriktirme	26
5.2. Toplama.....	27
5.3. Taşıma Sistemi	28
5.4. Depolama	28
5.5. Yeniden Kullanım	28
5.6. Geri Kazanım	29
5.6.1. Mekanik ve fiziksel ayırma yöntemleri	31
5.6.2. Pirometalurjik Geri Kazanım Yöntemi.....	36
5.6.3. Hidrometalurjik ve biyohidrometalurjik geri kazanım yöntemi.....	42
5.6.4. Değerli metallerin geri kazanımı	43
5.7. Geri Dönüşüm	46
5.7.1. E-Atık geri dönüşümü için el/mechanik demontaj/ayırma	47
5.7.1.1. Elle demontaj.....	47
5.7.1.2. Mekanik demontaj	49
5.7.1.3. Rafinasyon/şartlandırma ve nihai yok etme	49
5.7.2. Elektronik Atık Geri Dönüşüm Prosesi	52
5.7.2.1. Atık bilgisayarlar uygulanan geri dönüşüm prosesi.....	54
5.7.2.2. Plastiklerin geri dönüşümü	55
5.8. Kontrol Olmadan Yapılan İşlemler	56
5.8.1. Kontrol olmadan elle demontaj.....	56
5.8.2. Kontrolsüz şartlarda metallerin asit ekstraksiyonu	57
5.8.3. Kontrolsüz şartlarda parçalama, eritme ve plastik çıkarımı.....	57
5.8.4. Kontrolsüz şartlarda yakma işlemi	58
5.8.5. Toner temizleme (sweeping).....	58

6. AEEE YÖNETİMİNDE AB DİREKTİFLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ

YASAL DURUM.....59

6.1. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Yönetiminde AB Direktifleri.....	59
6.1.1. Basel Sözleşmesi	60
6.1.2. Weee ve RoHS direktifleri	61
6.1.2.1. Atık elektrikli ve elektronik ekipmanlar direktifi (WEEE).....	62
6.1.2.2. RoHS direktifi.....	65

7. DÜNYADA E-ATIK YÖNETİMİ.....	69
7.1. Avrupa Birliği'ne Üye Ülkelerde E-Atık Yönetimi	78
7.2. Bazı AB Ülkelerinde E-atık Yönetiminde Uygulamalar	83
7.2.1. Fransa	83
7.2.2. Almanya	84
7.2.3. İtalya	85
7.2.4. Belçika	86
7.2.5. Hollanda	87
7.2.6. İsveç	88
7.2.7. Amerika Birleşik Devletleri (ABD).....	94
7.2.8. Avustralya	98
7.2.9. Kanada	99
7.2.10. Çin	100
7.2.10.1. Çin'de e-atıkların değerlendirilmesi	104
7.2.11. Japonya	104
7.3.12. İsviçre.....	107
7.3.12.1. İsviçre e-atık geri dönüşüm sistemi (SWICO)	107
7.2.13. Hindistan	109
7.2.13.1. Güney Afrika'da e-atıkların değerlendirilmesi	109
8. TÜRKİYE'DE E-ATIK YÖNETİMİ.....	112
8.1. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Yönetiminde Paydaşlar.....	113
8.1.1. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı sorumlulukları	114
8.1.2. Yetkilendirilmiş kuruluşlar (YK) ve koordinasyon merkezi sorumlulukları.....	114
8.1.3. EEE üreticilerinin sorumlulukları.....	116
8.1.4. Belediyelerin sorumlulukları.....	117
8.1.5. İşleme tesislerinin yükümlülükleri	118
8.1.6. Dağıtıcıların sorumlulukları.....	119
8.1.7. Tüketicilerin sorumlulukları.....	119
9. TÜRKİYE GENELİ E-ATIK MİKTARLARI.....	120
10. TÜRKİYE'DE BAZI İLLERDEKİ E-ATIK MİKTARLARI	133
10.1. Sakarya İli E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi	133

10.2. Kocaeli İli E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi.....	140
10.3.İstanbul İli (Şişli, Kadıköy ve Maltepe) E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi	142
10.4. Kayseri İli (Melikgazi Kocasinan, Talas) E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi	154
10.4.1 Melikgazi Belediyesinde yapılan çalışmalar	154
10.4.2 Kocasinan Belediyesinde yapılan çalışmalar.....	164
10.4.3. Talas Belediyesinde yapılan çalışmalar	169
10.4.4 Halkın bilinçlenmesine yönelik yapılan çalışmalar.....	170
SONUÇ	173
ÖNERİLER	176
KAYNAKÇA	178
ÖZGEÇMİŞ	188

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 E-atıkların çevresel etki süreci.....	19
Şekil 5.1 E-atık geri kazanım döngüsü	26
Şekil 5.2 Materyal geri kazanım sürecinin basitleştirilmiş şeması.....	32
Şekil 5.3 Noranda ergitme prosesinin akım şeması	38
Şekil 5.4 Umicore entegre metal ergitme/saflaştırma tesisinin akım şeması	40
Şekil 5.5 Boliden Rönnskâr ergitme prosesinin akım şeması	41
Şekil 5.6 Baskılı devre kartı (PCB) metallerinin geri kazanım prosesi	44
Şekil 5.7 Değerli metallerin geri kazanım süreci	45
Şekil 5.8 E-atık geri dönüşüm akım şeması	47
Şekil 5.9 Elle söküm işleminin aşamaları	48
Şekil 5.10 E-Atıkların el ile mekanik olarak ayrılması esnasında ayrılan metal, plastik ve çipler	48
Şekil 5.11 Mekanik sökümün aşamaları	49
Şekil 5.12 E-atık toprak dolgu sistemi	50
Şekil 5.13 E-Atık geri dönüşüm aşamaları	51
Şekil 5.14 Elektronik Atıkların Sınıflandırılmasında Standart Bir Tesis	52
Şekil 5.15 Tesis içerisinde malzeme akışı	53
Şekil 5.16 Atık bilgisayarların geri dönüşümündeki safhalar	55
Şekil 6.1 Atık hiyerarşisi	59
Şekil 6.2 Elektrikli ve elektronik eşyaların işaretlenmesinde kullanılacak sembol	63
Şekil 7.1 2016 yılı küresel e-atık miktarı	76
Şekil 7.2 2016 yılı dünyada toplanan e-atık miktarı (milyon ton)	77
Şekil 7.3 2013 yılı AB üyesi ülkelerde piyasaya sürülen EEE miktarı	79
Şekil 7.4 2013 yılı AB ülkelerinde piyasaya sürülen EEE miktarı	80
Şekil 7.5 2013 yılı AB ülkelerinde piyasaya sürülen EEE ve toplanan AEEE oranı	81
Şekil 7.6 Fransa'daki yetkilendirilmiş kuruluşlar ve temsiliyet yüzdeleri.....	84
Şekil 7.7 İtalya'daki yetkilendirilmiş kuruluşlar	85
Şekil 7.8 İsveç'te e-atıkların geri kazanımı sistemi	90
Şekil 7.9 İsveç'te atık elektronik ürünlerin geri kazanımı, toplanması ve geri dönüştürülmesi için tipik süreç	92
Şekil 7.10 Amerika eyaletlerinin e-atık mevzuatları	95
Şekil 7.11 Amerika eyaletlerinde e-atık yönetiminde ürün kapsamı	97

Şekil 7.12 Çin’de ev elektronikleri için takas sisteminin uygulanması.....	102
Şekil 7.13 Japonya’da e-atık yönetim sistemi.....	106
Şekil 7.14 Japonya’da Ekim 2003 öncesi kullanılmış bilgisayarların yönetimi ...	107
Şekil 7.15 SWİCO e-atık geri dönüşüm sistemi akım şeması.....	109
Şekil 8.1 AEEE ile AB ve Türkiye’de ilgili mevzuat tarihçesi.....	113
Şekil 9.3 2016 yılı Türkiye’deki illere göre AVM sayıları.....	128
Şekil 10.1 2009 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	135
Şekil 10.2 2010 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	135
Şekil 10.3 2011 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	136
Şekil 10.4 2012 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	136
Şekil 10.5 2013 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	137
Şekil 10.6 2014 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	137
Şekil 10.7 2015 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	138
Şekil 10.8 2016 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	138
Şekil 10.9 2017 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	139
Şekil 10.10 2018 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)	139
Şekil 10.11 Kocaeli ilinde 2009-2018 yılları arası atık kategorisi (kg).....	141
Şekil 10.12 Şişli ilçesinde 2010 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	145
Şekil 10.13 Şişli ilçesinde 2011 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	145
Şekil 10.14 Şişli ilçesinde 2012 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	146
Şekil 10.15 Şişli ilçesinde 2013 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	146
Şekil 10.16 Şişli ilçesinde 2014 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	147
Şekil 10.17 Şişli ilçesinde 2015 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	147
Şekil 10.18 Şişli ilçesinde 2016 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	148
Şekil 10.19 Şişli ilçesinde 2017 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	148
Şekil 10.20 Şişli ilçesinde 2018 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)	149
Şekil 10.21 Kadıköy ve Maltepe ilçeleri 2017 yılında toplanan e-atık miktarları (kg).....	151
Şekil 10.22 Kadıköy ve Maltepe ilçeleri 2018 yılında toplanan e-atık miktarları (kg).....	153
Şekil 10.23 Melikgazi belediyesi 2011-2018 yılları arasındae-atıkların kategori bazında miktarları (kg).....	163
Şekil 10.24 Kocasinan belediyesi 2015-2018 yılları arasındae-atıkların kategori bazında miktarları (kg).....	169

Şekil 10.25 Talas belediyesi 2015-2018 yılları arasında e-atıkların kategori bazında miktarları (kg).....	170
---	-----



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1 Elektrikli ve elektronik eşyaların bileşiminde bulunan maddelerin ağırlıkça ortalama % miktarları	11
Tablo 4.2 Seçilen 5 elektronik ürünün bileşiminde yer alan değerli metaller	12
Tablo 4.3 Kişisel bilgisayarlar için değerli elementlerin analizi	13
Tablo 4.4 Baskılı devre kartlarının bileşimi	13
Tablo 4.5 Elektrikli ve elektronik eşyalarda bulunan temel materyalleri	14
Tablo 4.6 Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarda bulunan metallerin yoğunluk ve iletkenlik değerleri	15
Tablo 4.7 Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarında bulunan plastiklerin bazı fiziksel karakteristikleri	15
Tablo 4.8 Bazı zararlı e-atık içeriklerinin kullanıldığı yerler ve insan sağlığına zararları	20
Tablo 4.9 E-atıklarda bulunan toksik maddelerin çocuklara olan nöropsikolojik etkisi	22
Tablo 5.1 Birincil kaynaklarla karşılaştırma sonucu geri kazanım ile elde edilen metal ve malzemelerin enerji tasarruf oranları	30
Tablo 5.2 Cevherve elektronik atıkların bazı özelliklerinin karşılaştırılması	31
Tablo 5.3 Manyetik ayırıcıların sınıflandırılması	33
Tablo 5.4 Metallerin elektronik atıklardan geri kazanımında uygulanabilen çeşitli fiziksel ayırma yöntem ve özellikleri	35
Tablo 5.5 E-atıklardan metallerin geri kazanımında uygulanan bazı pirometalurjik prosesler	37
Tablo 5.6 E-atık ekipmanlarından metallerin geri kazanımı için uygulanabilen yöntemlerin karşılaştırılması	43
Tablo 5.7 TV ve bilgisayar demontajı sonucunda çıkan malzeme oranları	56
Tablo 6.1 AB'ye üye devletlerin e-atık toplama hedefleri	64
Tablo 6.2 RoHS kapsamında kullanımı sınırlandırılan maddeler	66
Tablo 6.3 Sağlığa zararlı maddelerin kullanım yerleri	66
Tablo 6.4 RoHS kapsamında zararlı maddeler yerine önerilen maddeler	67
Tablo 7.1 Dünya geneli yıllara göre e-atık miktarı	70
Tablo 7.2 2014 yılında bölgelere göre e-atık miktarları	70
Tablo 7.3 2014 yılı ülkelere göre e-atık miktarları	71
Tablo 7.4 2014 yılı ülkelerde geri dönüşüm oranları	72
Tablo 7.5 2016 yılı Amerika, Afrika, Avrupa ve Okyanusya e-atık göstergeleri	73
Tablo 7.6 2016 yılı ülkelere göre e- atık miktarları	74

Tablo 7.7 Dünyada e-atıkların yıllara göre miktarları	75
Tablo 7.8 Belçika’da WEEE geri dönüşüm hedefleri.....	86
Tablo 7.9 Hollanda’da WEEE geri kazanım hedefleri	87
Tablo 7.10 İsveç’te bulunan kuruluşlar ve özellikleri	93
Tablo 7.11 Amerika eyaletlerinin e-atık mevzuatlarını uygulama zamanları	96
Tablo 7.12 ABD eyaletlerinde e-atık yönetimine dâhil olan hedef toplama noktaları	98
Tablo 7.13 Informal atık toplayıcılarının e-atık alış-satış fiyatları, 2005	103
Tablo 8.1 EEE üreticilerinin geri kazanım hedefleri	116
Tablo 8.2 EEE üreticilerinin geri dönüşüm hedefleri	117
Tablo 8.3 Belediye nüfuslarına göre getirme merkezi kurma takvimi.....	118
Tablo 9.1 Yıllara göre Türkiye’de oluşan toplam atık ve e-atık miktarları	120
Tablo 9.2 E-Atık kodları ve tanımları	122
Tablo 9.3 Türkiye yıllara göre toplama hedefleri	123
Tablo 9.4 Türkiye’deki illerin yıllara göre toplanan atık elektrikli ve elektronik eşya miktarları (ton).....	130
Tablo 9.5 Türkiye’de bulunan illere göre atık elektrikli ve elektronik eşya işleme tesisi sayıları	131
Tablo 9.6 Türkiye’de bulunan işleme tesislerinde illere göre işlenen e-atık miktarı (ton)	132
Tablo 10.1 Sakarya Büyükşehir Belediyesi 2009-2018 arası e-atık miktarları (kg)	133
Tablo 10.2 Sakarya ilinde yıllara göre kişi başına düşen AEEE miktarları (kg) .	134
Tablo 10.3 Kocaeli ili 2009-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg).....	140
Tablo 10.4 Kocaeli ilinde yıllara göre kişi başına düşen AEEE miktarları (kg)..	141
Tablo 10.5 Şişli ilçesi 2010-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg)	142
Tablo 10.6 Kadıköy ilçesi 2014-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg)	143
Tablo 10.7 Maltepe ilçesi 2014-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg) .	143
Tablo 10.8 Şişli, Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde yıllara göre kişi başına düşen AEEE miktarları (kg).....	144
Tablo 10.9 Kadıköy - Maltepe 2017-2018 toplanan e-atık kategorileri	150
Tablo 10.10 Melikgazi Belediyesi 2011-2018 yılları arası e-atık miktarları (kg)	162
Tablo 10.11 Kocasinan Belediyesi 2015-2018 yılları arası atık elektrikli ve elektronik eşya miktarları (kg).....	168
Tablo 10.12 Talas Belediyesi 2015-2017 yılları arası e-atık miktarları (kg)	169

RESİMLER DİZİNİ

Resim 10.1 Atık toplama aracı	155
Resim 10.2 Melikgazi Belediyesine ait atık depolama alanı	155
Resim 10.3 Atık Elektrikli ve elektronik eşyaları toplama aracı	158
Resim 10.4 Melikgazi Belediyesi e-atık depolama alanı	159
Resim 10.5 Melikgazi Belediyesi e-atık depolama alanı içerden görünüş.....	159
Resim 10.6 Exitcom Recycling tarafından Melikgazi Belediyesi ile paylaşılan atık ayırıştırma raporu	160
Resim 10.7 Melikgazi Belediyesine ait atık taşıma formu	161
Resim 10.8 Kocasinan Belediyesi Kayçev ambalaj atığı toplama ayırma tesisi ..	164
Resim 10.9 Kocasinan Belediyesi KAYÇEV ambalaj atığı tesisine ait atıkların toplanması şeması.....	165
Resim 10.10 Kocasinan Belediyesine ait atık elektrikli ve elektronik eşyaların toplandığı kutu.....	166
Resim 10.11 Kocasinan Belediyesine ait atık elektrikli ve elektronik eşyalar.....	166
Resim 10.12 Atık elektrikli ve elektronik eşyaların ayrılmış değerleri kısımları	167
Resim 10.13 Kocasinan Belediyesi KAÇEV Stok Alanında biriktirilen Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Artıkları	167
Resim 10.14. Exitcom tarafından hazırlanan broşürler.....	171
Resim 10.15 Halkın bilinçlenmesine yönelik yapılan çalışmalar	172

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AEEE	: Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya
ANZRP	: Avustralya ve Yeni Zelanda Geri Dönüşüm Platformu
ARMA	: Alberta Geri Dönüşüm Yönetimi Otoritesi
BAG	: Bromlu Alev Geciktiriciler
BDK	: Baskılı Devre Kartı
CFC	: Kloroflorokarbon
CRT	: Atık Katot Işın Tüplü
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
EMPA	: İsviçre Federal Materyal Bilimi ve Teknoloji Laboratuvarı
EPHC	: Doğa Mirası Konseyi
EPSC	: Electronic Product Stewardship Canada
IC	: Entegre Devreler
ICT	: Bilgi ve iletişim teknolojileri
MLCC	: Çok Tabakalı Seramik Kapasitörler
PCB	: Klorlubifeniller
PCB	: Printed Circuit Board
PM	: Tüm değerli metaller
PRO	: Producer Responsible Organization
PVC	: Polivinil klorür
SWICO	: İsviçre E-atık Geri Dönüşüm Sistemi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

UNU : Birleşmiş Milletler Üniversitesi

WEEE : Waste Electrical and Electronic Equipment Directive (Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlar Direktifi)

YK : Yetkilendirilmiş Kuruluşlar



1.GİRİŞ

Günümüzde, üretim ve tüketim bazlı insan faaliyetlerisonuççevreye verilen zararlara pararel biçimde, başlangıçta fark edilemeyen nicel ve nitel çevre kirliliği fazlaca artmış, buna bağlı olarak da doğanın kendini yenileyebilme yeteneği büyük ölçüde azalmış ve çevre hızla bozulmaya başlamıştır (Keleş ve Hamamcı, 2005).

Kullanıcısı tarafından kullanım ömrünü tamamlayan veya istenmeyen cihazlar e-atık olarak tanımlanabilir. Bu tanıma uyan malzemeler; akıllı telefonlar başta olmak üzere bilgisayarlar, televizyon, faks, fotokopi makineleri, baskı devreler, yazıcı, kablolar ve elektrikli ve elektronik eşyaların üretiminde kullanılan bileşenler sayılabilir. Özellikle akıllı telefonlar ve bilgisayarlar atıkları her geçen gün tüm dünya üzerinde hızla artmaya devam etmektedir. Bunun sebeplerinden biri de bu ürünlerin gelişimi; beraberinde ömrü kısa ürünler üretilmesi ve çok kısa sürelerde popülerliğini yitirip daha hızlı bir tüketim sirkülasyonu getirmesidir.Bilgisayarların ortalama ömrü 4,5yıldan 2 ila 3 yıl arası bir süreyedüşerken, bir işlemci (CPU- Central Proccesing Unit) ömrü de 4-6 yıldan 2 yıla kadar düşmüş bulunmaktadır (Culver, 2005). Gelişen teknoloji e-atığın sadece miktarında bir artışa sebep vermemektedir. Bununla beraber e-atıkların sahip oldukları kompleks yapılarında plastik; polivinil klorid (PVC), polietilen (PE), polyester (PET ve PBT vb.), cam, ahşap, metal (gümüş, bakır, demir, altın, alüminyum, platin, paladyum vb.) gibi materyaller mevcuttur. Bu nedenle de e-atıkların geri kazanımı işlemi karmaşık bir süreçtir. Atıkların miktarının azaltılması, geri kazanımı ve geri dönüşümü için de ülkeler resmi uygulamalar ve prosedürler oluşturmuştur.

Teknoloji çağının getirdiği kolaylıklar ardındaki hızla artışı devam eden elektronik atıklar, içeriğindeki değerli bileşenler nedeniyle geri kazanımında ülke ekonomisine olumlu katkıları vardır. Bununla beraber içeriğindeki zararlı bileşenler ise atık yönetimi konusundaki hassiyetin önemini ortaya koymaktadır. Buna rağmen kentsel atıkların en hızlı büyüyen cinsi olan elektronik atıkların toplama, işleme, geri dönüşüm ve kazanımı oldukça düşüktür.

Atık elektrikli ve elektronik cihazların geri dönüşümünün sağlanmasıhem çevre hem de atığın içerdiği değerli materyallar dolayısı ile önem arz eder. Geri dönüşümle bereber azalan hammadde ihtiyacı tüketimin önüne geçer. Böylece doğal dengeye ve

doğaya verilen zarar da indirgenmiş olur.Geri dönüşüm işlemi de herhangi bir malzeme üretiminde gerçekleşen endüstriyel aşamaların sayısını azaltacağı için enerji tasarrufu konusunda da faydalar sağlamaktadır. 1kg alüminyumun geri dönüştürme işleminde, 8 kg boksit cevheri ile 4kg kimyasal madde ve 14 kw saat değerinde elektrik tasarrufu sağlanmış olmaktadır (CIA, 2010). Buna ek olarak,bakır madeninin çıkarılması için gereken enerjinin yanında, bakır bileşimi olan materyallerden geri dönüştürülmesi için harcanan enerji miktarı sadece %13 ve demir ya da çelik için de %19'tur (Lyons, 2007).

Geri kazanım dünyada ve ülkemizde çok önemli bir yer teşkil etmektedir. Tüketim alışkanlıklarıyla beraber artan nüfus doğal kaynaklar için bir risktir. Bu nedenle malzeme ihtiyacını en aza indirmek, geri dönüştürülebilen atıkları tekrar değerlendirmek ve bununla beraber geri kazanımı sağlamak bir girdi sağlayacaktır. Ayrıca böylece hem çevre ve insan sağlığı için tehlike arz eden faktörler ortadan kalkacaktır hem de azalan atık miktarı dolayısıyla ekonomik açıdan ülkemize olumlu sonuçlar oluşturacaktır.

Bu tez çalışmasında Dünyada ve Türkiye’de atık elektrikli ve elektronik eşyalar hakkında bilgi verilmiş ve geri kazanım metodları üzerinde durulmuş olup, Türkiye’deki Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği doğrultusunda, e-atıkların geri kazanımının araştırılarak Sakarya, Kocaeli, İstanbul ve Kayseri illerinin bu konuda yaptığı çalışmalar incelenerek değerlendirilmiştir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Atık Nedir?

Atık Yönetimi Yönetmeliğine göre atık, çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması, üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından zorunlu olan, herhangi bir madde veya materyal olarak tanımlanmaktadır.

02.04.2015 tarihli resmi gazetede yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği atık listesi aşağıdaki maddeler halinde sıralanmıştır

- Maden araması, çıkartılması, işletimi, fiziki ve kimyasal işleme tabi tutulması esnasında ortaya çıkan atıklar,
- Tarım, ormancılık, avcılık ve balıkçılık, su ürünleri, gıda üretimi ve işlenmesi sonucu ortaya çıkan atıklar,
- Ahşap işleme ve mobilya ile kağıt, kağıt hamuru, karton ve panel (sunta) üretimi kaynaklı atıklar,
- Deri, tekstil ve kürk endüstrilerinden kaynaklı atıklar,
- Petrolün rafine işlemi, doğal gazın saflaştırılması ve kömürün pirolitik işlenmesi sonucu ortaya çıkan atıklar,
- Anorganik kimyasal işlemler sonucumeydana çıkan atıklar,
- Organik kimyasal işlemler sonucumeydana çıkan atıklar,
- Astar boyası, vernik, vitrifiye emayeler ile yapıştırıcılar, yalıtıcılar ile baskı mürekkeplerinin imalatı, formülasyonü, tedarik aşamasıile kullanımları sonucu(İFTK) oluşan atıklar,
- Fotoğraf endüstrisi atıkları,
- Isıl işlemler sonucumeydana gelen atıklar,
- Metal ve benzeri diğer malzemelerin kimyasal yüzey işlemi ve kaplanması işlemindendolayı gelişen atıklar; demir harici hidro-metalurji,
- Metal ve plastiklerin fiziki ve mekanik yüzey işlemlerinden ve şekillendirilmesi kaynaklı atıklar,

- Yağ ve sıvı yakıt atıkları (05 ve 12 hariç, yenilebilir yağlar),
- Atık organik çözücüler ile soğutucular ve itici gazlar (07 ve 08 hariç),
- Atık ambalajlar ile başka bir şekilde belirtilmeyen emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysi atıkları,
- Listede başka bir şekilde belirtilmeyen atıklar,
- Kirlenmiş alanlardan çıkartılan hafriyat dahil olmak üzere inşaat ve yıkım atıkları,
- İnsan veya hayvan sağlığına ilişkin konularda yapılan araştırmalar kaynaklı atıklar (doğrudan insan veya hayvan sağlığı ile bağlantılı olmayan mutfak ve restoran atıkları hariç)
- Atık yönetim tesisleri, tesis dışı atıksu arıtma tesisleri ile insan tüketimi ve endüstriyel kullanım içeren su hazırlama tesislerinden kaynaklanan atıklar,
- Ayrı toplanmış fraksiyonlar dahil belediye atıkları (evsel atıklar ile benzeri ticari, endüstriyel ve kurumsal atıklar).

2.2. Atıklarda Geri Kazanım ve Geri Dönüşüm Kavramları

Geri dönüşüm, atıkların bir üretim sürecine tabi tutularak, orijinal amaçlı ya da enerji geri kazanımı hariç olmak üzere, organik geri dönüşüm dâhil yeniden işlenmesidir. Geri kazanım ise, tekrar kullanım ve geri dönüşüm kavramlarını da kapsayan; atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal ya da biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesidir.

2.2.1.Geri Kazanımın Faydaları

Üzerinde yaşadığımız gezegenin tıpkı bizler gibi bir anatomisi ve dengesi vardır. Üzerinde yaşıyor olmamız, bu dengeye müdahale edebileceğimiz anlamına gelmiyor. İki tarafın da sağlıkla varlığına devam etmesi için biz insanlık olarak doğaya gereken saygıyı ve titizliği göstermemiz gerekmektedir. Doğaya olan saygı ancak onun korunması ve kirlenmemesi ile mümkündür ki bunun içinde bireylere, devletlere kısacası tüm dünyaya büyük görevler düşmektedir.

2.2.2.Doğal kaynakların korunması

Artan nüfus ve tüketime bağlı olarak doğal kaynaklarımız günden güne azalmaktadır. Dünyadaki ekolojik dengenin sürdürülebilirliği için malzeme tüketimini azaltmak, değerlendirilebilir atıkların geri dönüşümünü sağlamak için geri kazanım gerekmektedir. Orman, su, petrol gibi doğal kaynakların işlenmesi sonucunda kağıt, metal, plastik, cam, vb. ürünler elde edilmektedir. Piyasaya sürülen bu ürünler kullanıldıktan sonra atık haline gelmektedir. Atıklar geri dönüşümde değerlendirildiğinden sonraki oluşan malzemeler çeşitli ürünlerin üretiminde ikincil hammadde görevini üstlenmektedir. Böylece azaltılmış olan hammadde ihtiyacıyla doğa korunmuş olmaktadır. Örneğin; 1 ton kâğıdın geri dönüşüme kazandırılması 17 ağacı ve 230 bin litre suyu kurtarmaktadır.

2.2.3.Enerji tasarrufunun sağlanması

Enerji tasarrufu, malzemelerin üretiminde uygulanan endüstriyel işlem sayısı azaltılarak sağlanmaktadır. Bu da geri dönüştürülen ürünlerin sanayide ikincil hammadde olarak kullanımıyla gerçekleşebilmektedir. Katı atıklardan ayrılan atık kağıtların, cam, metaller ve plastiklerin de yeniden işlenmesi için gereken enerji miktarı, hammadde ile üretimde gereken enerji miktarından çok daha düşüktür. Bu ürünlerin normal şartlarda saf hammaddelerden üretilme aşamasında gereken enerji ile geri dönüşüm işleminde kullanılan enerji arasında yadsımanayacak düzeyde bir fark vardır. Aynı enerji kazanımını kağıt, cam ve plastik ürün üretiminde de görmemiz mümkündür.

2.2.4.Ekonomiye katkı

Dünya için en önemli olan doğal kaynakların azaltılması ekonomik açıdan adeta bir çöküş getirebilir. Geri dönüşümle beraber doğal kaynakların hızla tüketilmesinin önüne geçilebilir. Bu durum ülkelerin ekonomisi için de yarar sağlar. Özellikle ülkemiz açısından düşündüğümüzde ithal ettiğimiz petrolün tüketiminin azaltılması ülkemize ekonomik açıdan olumlu cevap verecektir. Bunun üzerine, geri dönüşüme gerekli yatırım yapıldığı takdirde uzun vadede ülkemizin ihracat oranları da önemli ölçüde artabilir. Ayrıca geri dönüşümle ilgili tesislerin kurulması sonucu bir çok insan istihdam edilecektir.

2.2.5.Atık miktarının azalması

Atıklara uygulanan geri dönüşüm atık miktarını azaltarak hem taşıma konusunda, hem alan ve depolama konusunda hem de harcanan enerji konusunda oldukça fayda sağlamaktadır.

Evsel atıklar yaklaşık $0,6 \text{ kg/m}^3$ yoğunlukta, ambalaj atıklarise yaklaşık olarak $0,3 \text{ kg/m}^3$ yoğunluğundadır. Evsel atıkların ağırlık azalışı fazla değildir fakat hacim açısından düşünüldüğünde, önemli bir oran teşkil ettiği belirlenmiştir. Atık toplama operasyonlarında evsel atıklar yaklaşık %75-80 oranında, ambalaj atıkları ise yaklaşık %25 oranında sıkıştırılabilmektedir (Evli, 2012) ve ambalaj atıkları da evsel atıklarla birlikte toplanmaktadır. Ambalaj atıklarının geri kazanımıyla taşıma işlemleri ve depolama alanlarında atık miktarı azalacaktır. Evsel atıklar için daha fazla alan kalacaktır.

3. MATERYAL VE METOD

Hazrlanan bu tez çalışmasında ülkemizde ve Dünyada oluşan e-atık miktarları ve e-atıkların geri dönüşümü konusundaki mevcut durumun ortaya konulması ve konuyla alakalı yapılacak olan çalışmalar için bir örnek teşkil etmesi hedeflenmiştir.

Uluslararası düzeyde 2002’de yürürlüğe giren WEEE ve RoHS Direktifi e-atıklar konusunda tüm Dünyaya sorumluluklar yüklemiştir. Bu direktifle beraber Türkiye’de de 2012 yılında e-atıklarla ilgili olarak Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalın Yönetmeliği yayınlanmıştır. Bu yönetmelikle de e-atıkların toplanması, geri dönüştürülmesi hususunda e-atık üreticilerine, tüketicilerine, belediyelere, bakanlıklara, il müdürlüklerine ve halka sorumluluklar yüklenmiştir. Konuyla alakalı olarak toplama ve geri dönüşüm konusunda yıllara göre hedefler belirlenmiştir.

Bu çalışmada bu direktif ve yönetmeliklere bağlı olarak dünyada ve Türkiye’de konuyla alakalı yapılan faaliyetler araştırılarak, belirlenen hedeflere ulaşılabilirlik ortaya konacak, konuyla alakalı mevcut durum paralelinde daha iyi neler yapılabileceği belirtilecektir.

Bu çalışmada

- Çevre il durum raporları verileri
 - TÜİK verileri
 - Exitcom Recycling verileri
 - Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından görevlendirilen yetkilendirilmiş kuruluşların verileri (Elday, Tubisad, Agid)
 - Kayseri Büyükşehir Belediyesine ait Kocasinan, Melikgazi, Talas ilçe belediyelerine ait veriler
 - Kocaeli iline ait veriler
 - Sakarya iline ait veriler
 - İstanbul iline ait Şişli, Maltepe, Kadıköy belediyelerine ait verilerden yararlanılmıştır.
- Elde edilen bu verilerle;

- Yönetmeliğin yayınlanmasıyla beraber 2012 yılından itibaren Türkiye’de toplanan e-atık miktarları,
- İllere göre toplanan e-atık miktarları,
- E-atık geri kazanım tesis sayıları,
- Geri kazanım tesislerinde işlenen e-atık miktarları,
- Sakarya, Kocaeli, İstanbul, Kayseri illerinin aktif çalışmaları olan ilçe belediyelerindeki toplanan e-atık miktarları ve kategorileri,
- TUIK verilerinden yararlanılarak kişi başına düşen e-atık miktarları belirlenmiştir.

Elde edilen veriler Grafik veya Tablolara geçilerek ilgili yönetmelik ve diğer ülkelerle karşılaştırılarak değerlendirilip önerilerde bulunulmuştur.

4. ATIK ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK EŞYALARA GENEL BAKIŞ

4.1. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Tanımı

Atık elektrikli ve elektronik eşya tanımı, Mayıs 2012 tarihli ve 28300 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan ve Ek-1/A’da tanımlanan kategorilerde yer alan ürünlerin kullanım ömrünü tamamladığı andan itibaren olan bütün bileşenleri, unsurları ve içerdiği sarf malzemeleri ifade etmektedir. Yönetmelikte Ek 1/A olarak geçen liste aşağıda özetlenmiştir. Elektrikli ve Elektronik Eşya (EEE) ise, EK-1/A’da yer verilen kategorizasyonadahi olan ve alternatif akım ile 1000 Volt, doğru akım ile de 1500 Volt oranını geçmeyen şekilde kullanım amacıyla tasarlanan ve uygun bir biçimde çalışması için elektrik akımına ya da elektromanyetik alana bağlı haldeki eşyalar ile bu akım ve alanların üretim, transfer ve ölçümünü sağlayan eşyalar olarak tanımlanmaktadır.

- Büyük ev eşyaları
- Küçük ev aletleri
- Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanı
- Tüketici ekipmanı
- Aydınlatma ekipmanı
- Elektrikli ve elektronik aletler (büyük ve sabit sanayi aletleri hariç)
- Oyuncaklar, eğlence ve spor ekipmanı
- Tıbbi cihazlar
- İzleme ve kontrol alet ve eşyaları
- Otomatlar

4.2. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Özellikleri

Elektronik atıkla ifade edilen atık çeşidi, bilgi ve teknoloji çağının bir ürünüdür. Teknolojinin hızlı gelişimi ile birlikte, elektronik ürün çeşitliliği de artmakta fakat kullanım süresi de aynı oranda azalmaktadır. Bu durum, e-atık olarak ifade edilen elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının (EEEA), yeni ekipmanların piyasaya çıkışını da hızlandırdığından ötürü, profesyonel bir katı atık yönetimi zorunlu hale gelmiştir (Muson vd., 2000).

EEEE'lerin yönetiminde karşılaşılan tek sorun yalnızca her geçen gün artan miktardaki atık sayısı değil, aynı zamanda bu atıkların son derece kompleks bir yapısının olmasıdır. Bunun sebebi, teknolojik inovasyonların yükselişi ile çok çeşitlilikteki mekanik cihazların, entegre sistemler ile bir arada bulunmasıdır (Yla-Mella vd., 2004). EEEA'ların geri kazanımı, üretilen çok çeşitli modeller, boyut çeşitliliği ve kompleks yapılarda olmaları nedeni ile oldukça karmaşık bir işlemdir (Kumar vd., 2005).

Elektrikli ve elektronik eşyaların kullanıldıkları alanlar doğrultusunda içeriğinde farklı materyaller bulunmaktadır. Elektronik eşyaların içeriğinin bilinmesi e-atıklar için geri dönüşümü veya kazanımı ile bertarafı konusunda nasıl bir metodun uygulanacağına dair yardımcı olacaktır.

4.2.1. Materyal bileşimi ve çevresel etkileri

4.2.1.1. Materyal bileşimi

Kullanım sonrası geri dönüştürülmeyen, atık elektrikli ve elektronik eşyalar; doğa ekosistemine ve özellikle insan sağlığına zararlı potansiyele sahip elementler içermektedir. Bu atıkların bünyelerinde barındırdıkları materyaller ve elementlerin hem fiziksel hem kimyasal doğalarını tanımak, bu alana uygun çevre dostu ve düşük bütçeli bir geri dönüşüm sistemi geliştirmek için önem arz etmektedir.

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar, birçoğu toksik olan, kurşun, arsenik, kadmiyum, selenyum, krom+6 ve ısıtılma işleme tabi tutulduğunda dioksin açığa çıkmasına neden olan alev önleyicilerin de aralarında bulunduğu 1000'den fazla farklı malzeme içermektedir. Evsel atık depolama alanlarında bulunan ağır metallerin yaklaşık % 70'i bu tür atıklardan kaynaklanmaktayken, tüketicilerin kullandığı elektroniklerin % 40'ı da yaşam ömürlerini evsel atık depolama alanlarında tamamlamaktadır (Tulger, 2010).

İsviçre Federal Materyal Bilimi ve Teknoloji Laboratuvarı (EMPA)'nın yaptırdığı araştırmalara göre, 3 ana grupta incelenen çeşitli materyallerin; içinde bulunan demir, alüminyum, bakır, kurşun vb. elementlerin yüzdelikleri Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Bu 3 grubu; büyük ev eşyaları, küçük ev eşyaları ve ICT (Bilgi ve iletişim teknolojileri) ve kişisel elektronikler oluşturmaktadır.

Tablo 4.1 Elektrikli ve elektronik eşyaların bileşiminde bulunan maddelerin ağırlıkça ortalama % miktarları (Schluep vd., 2012)

MATERYAL	BÜYÜK EV EŞYALARI	KÜÇÜK EV EŞYALARI	BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ(İCT) VE KİŞİSEL ELEKTRONİKLER
Demir	43	29	36
Alüminyum	14	9,3	5,0
Bakır	12	17	4,0
Kurşun	16	0,57	0,29
Kadmiyum	0,014	0,0068	0,018
Cıva	0,000038	0,000018	0,00007
Altın	0,00000067	0,00000061	0,00024
Gümüş	0,0000077	0,000007	0,0012
Paladyum	0,0000003	0,00000024	0,00006
İndiyum	0	0	0,0005
Plastikler(Bromlanmış)	0,29	0,75	18
Plastikler	19	37	12
Kurşunlu Cam	0	0	19
Cam	0,017	0,16	0,30
Diğer	10	6,9	5,7
TOPLAM	100,00	100,00	100,00

Tablo 4.2’de benzer şekilde yüzeysel olarak gruplandırılan elektrikli ve elektronik eşyaların daha spesifik bir tablosunu oluşturan başka bir araştırma da İsviçre Federal Materyal Bilimi ve Teknoloji Laboratuvarı (EMPA)’da düzenlenmiştir. Nijerya Elektronik Atık Yönetim Modellemesi kapsamında oluşturulan Tablo 3.2’de gördüğümüz 5 çeşit elektrikli eşya üzerinde yapılan araştırmada, eşyaların bünyelerinde değerli metallerin varlığına rastlanmıştır. Demir, nikel, bakır, alüminyumun yanısıra özellikle altın ve gümüş (Precious Metal, PM) daha değerli metallerdir. Ayrıca bazı ICT (Bilgi ve iletişim teknolojileri) ürünlerinde çok daha değerli olan platinyum, paladyum, rodyum, rutenyum, iridyum ve osmiyum metaller de bulunmaktadır.

Tüm değerli metaller, geçiş elementleri arasında yer almaktadırlar ve yüksek ekonomik değer ile bir takım önemli sayılabilecek fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptirler (Hagelüken, 2006).

Tablo 4.2 Seçilen 5 elektronik ürünün bileşiminde yer alan değerli metaller (Ogungbuyi vd., 2012)

ÜRÜNLER	DEĞERLİ METAL BİLEŞENLERİ
TV (CRT Monitör)	Altın, Gümüş, Bakır, Platinyum, Antimon, Nikel, İttriyum, Neodimiyum, Demir, Alüminyum
Çamaşır Makinesi, Klima, Buzdolabı	Altın, Gümüş, Bakır, Platinyum, Antimon, Demir, Alüminyum
TV (LCD Plazma)	Altın, Gümüş, İndiyum, Platinyum, Antimon, İttriyum, Demir, Alüminyum

Elektronik atıklarda bulunan metaller öncelikle çevre ve insan sağlığı açısından önem arz etmekle beraber, değerli olan metaller ise ekonomik kaygılara sebep olmaktadır. Bu değerli metaller özellikle iletkenliği yüksek olan devrelerde kullanılmakta olupbu elektronik cihazların başında bilgisayarlar ve mobil cihazlar gelmektedir.

2006 yılında gerçekleştirilen bir araştırmaya göre bir bilgisayarın içeriğinde yer alan değerli metallerin hemen hemen tamamında (% 90'ın üzerinde) bir geri dönüşüm oranı elde edilmiştir. Tablo 4.3'te görülmekte olduğu gibi, yukarıda ifade edilen bu değerli metallerin çok büyük bir kısmının veri iletiminin en önemli fonksiyon olduğu baskılı devre kartlarında yer aldıkları görülmektedir (Aydın, 2011).

Tablo 4.3 Kişisel bilgisayarlar için değerli elementlerin analizi (Aydin, 2011)

MATERYAL	GERİ DÖNÜŞÜM ORANI (%)	AĞIRLIK (IBS)	KİŞİSEL BİLGİSAYAR İÇERİSİNDEKİ KONUMU
Alüminyum	80	8,5	Şasi, kablo, baskılı devre levhası
Demir	80	12,3	Kasa, katot ışıını tüpü, baskılı devre levhası
Kalay	70	0,6	Katot ışıını tüpü, baskılı devre levhası
Bakır	90	4,2	Katot ışıını tüpü, baskılı devre levhası
Nikel	80	0,51	Katot ışıını tüpü, baskılı devre levhası
Çinko	60	1,32	Katot ışıını tüpü, baskılı devre levhası
İndiyum	60	<0,1	Baskılı devre levhası
Altın	99	<0,1	Baskılı devre levhası, konektörler
Rutenyum	80	<0,1	Baskılı devre levhası
Kobalt	85	<0,1	Kasa, katot ışıını tüpü, baskılı devre levhası
Poladyum	95	<0,1	Baskılı devre levhası, konektörler
Gümüş	98	<0,1	Baskılı devre levhası, konektörler
Selenyum	70	0,00096	Baskılı devre levhası
Platin	95	<0,1	Baskılı devre levhası

Değerli metallerin baskı devre kartlarının bileşimi aşağıda Tablo 4.4’te sunulmuştur.

Tablo 4.4 Baskılı devre kartlarının bileşimi (Hagelüken, 2006)

MADDE	MİKTAR (%)
Alüminyum	5
Bakır	20
Kurşun	1,5
Kalay	2,9
Demir	7
Nikel	1
Gümüş (g/ton)	1000
Altın (g/ton)	250
Paladyum (g/ton)	110
Plastik, cam vd.	63

4.2.1.2. Elektrikli ve elektronik atıkların fiziksel özellikleri

Elektrikli ve elektronik atıklar alüminyum, bakır ve nikel cinsinden metaller ile altın gümüş platinyum grubu gibi daha değerli metaller ve plastiklerden oluşmaktadır. Elektronik atıkların içeriğinde değerli materyaller olduğu gibi çeşitli zararlı bileşenler de mevcuttur. Bunlara bir örnek olarak birbirine monte edilmiş halde bulunan metaller ve plastikler verilebilir. Bu parçaların yapımında kullanılan malzemeler farklı olduğu için elektronik atık kategorilerine kesin olarak dağıtılamamakta ve geri dönüşüme dahil olamamaktalar. Bunun sonucunda geri kazanılan miktarlarda verim kaybı yaşanmaktadır. Aşağıda Tablo 4.5 'te e-atık ekipmanlarında bulunan bazı materyallerin içerik yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 4.5 Elektrikli ve elektronik eşyalarda bulunan temel materyaller (Cui ve Forssberg, 2003)

MATERYAL	İÇERİK (%)
Demirli metaller	38
Demirsiz metaller	28
Plastikler	19
Cam	4
Ahşap	1
Diğer	10

Tablo 4.5'te gösterilen ve İngilizce adı 'Printed Circuit Board' (PCB) olan değerli metaller, özellikle de elektronik atıkların %3'lük bir bölümünü oluşturan baskılı devre kartlarından (BDK) geri kazanılabilmektedir. Bilgisayarlara ait bu devre kartları, 450g/ton' a kadar altın, 900 g/ton' a kadar palladyum ve 1000 g/ton' a kadar gümüş içermektedir ve bu sebeple, değerli metalleri içeren elektronik hurda parçalarını ayrı ayrı işleme tabi tutmak gerekmektedir. Özetle, yarı iletken çip, kondensatör ve dirençlerbu işlem sırasında mekanikten uzaklaştırılır veyerinden sökülen parçalar ise çelik bidonlarda biriktirilir, daha sonrakuru ve yaş prosesler ile değerli elementlerin ayrılma işlemi tamamlanır ve tekrar kullanıma hazır hale getirilir. Metallerin tekrar kullanabilmesi için ise plastik plaklar metal kaplamalarından ayrılır ve düzenli olarak depolanırlar (Julius, 2006).

Aşağıda Tablo 4.6’da metallerin, Tablo 4.7’de ise plastiklerin elektrikli ve elektronik atıklarda bulunan metaller ve plastiklerin fiziksel ve özellikleri verilmiştir.

Tablo 4.6 Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarda bulunan metallerin yoğunluk ve iletkenlik değerleri (Julius, 2006)

MATERYAL	YOĞUNLUK ($\times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$)	ELEKTRİK İLETKENLİĞİ ($\times 10^6 \text{ m}^{-1} \Omega^{-1}$)
Bakır(Cu)	8.93	59.0
Bakır Çinko Alaşımı	8.4	1.9
Alüminyum(Al9	2.70	35.0
Magnezyum (Mg)	1.74	23.0
Gümüş (Ag)	10.49	68.0
Çinko(Zn)	6.92	17.4
Altın(Au)	19.32	41.0
Pirinç(Fe ihtiva eden)	8.40	15.0-26.0
Nikel(Ni)	8.90	12.5
Kalay(Sn)	7.29	8.8
Kurşun(Pb)	11.34	5.0
Çelik Alaşımı	7.7	0.7

Tablo 4.7 Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarında bulunan plastiklerin bazı fiziksel karakteristikleri (Cui ve Forssberg, 2003).

PLASTİKLER	HACİM ÖZDİRENCİ($\Omega.m$)	ÖZGÜL AĞIRLIK ($\times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$)
Polivinil klorid(PVC)	$10^9-2 \times 10^{12}$	1.16-1.38
Polietilen(PE)	10^{14}	0.91-0.96
Akrilonitril bütadien stiren(ABS)	10^{14}	1.04
Polistiren(PS)	10^{14}	1.04
Polipropilen(PP)	10^{15}	0.90
Naylon ve Polyamid(PA)	10^{12}	1.14
Polyesterler (PET ve PBT)	$1-1.4 \times 10^{13}$	1.31-1.39
Polikarbonats(PC)	8.2×10^{14}	1.22
Elatomer(neoprene,SBR,silikon,vb)	109-1015	0.85-1.25

4.2.2. Çevresel etkileri

Elektronik atıkların bileşenlerindeki zararlı materyeller insan sağlığının yanısıra çevresel açıdan da tehlike arz etmektedir. Elektronik atık yönetimindeki geri kazanımın ekonomik boyuttaki faydalarıyla beraber diğer amaçları da yaşam döngüsünün ana parçası olan çevreye olumsuz etkilerini en aza indirmektir.

Fakat, çevresel ve ekolojik zararlar ile e-atıkların insan sağlığına yönelik zararlarına başlıca yol açan etken, e-atıkların ilkel metotlar ile geri dönüştürülmeside anlamına gelen katı atık depolama alanlarında, nihâi bertarafının uygun görülmesi eylemleridir (Luo vd., 2011).

İlkel metotlar ile e-atıkların gelişmekte olan bazı ülkeler ile henüz gelişmekte dahi olmayan ülkelerde uygun olmayan bir biçimde geri dönüştürülmesi;

- Geri dönüşümün verimsiz olmasına,
- Geri dönüştürülmüş maddelerin kontaminasyonuna,
- Geri dönüşüm alanı çevresindekilerin ve geri dönüşümcülerin sağlığının olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır (Ogungbuyi vd., 2012).

Elektrikli ve elektronik atıkları tehlikeli atık grubu haline getiren içeriğindeki ağır metaller ; içermiş oldukları civa, kurşun, kadmiyum ve krom gibi ağır metaller, kloroflorokarbon (CFC), klorlubifeniller (PCB), polivinilklorür (PVC) ve bromlu alev geciktiriciler gibi halojenli bileşikler ile asbest ve arseniktir (Robert vd., 2001).

Kurşun, civa, kadmiyum, krom gibi metaller toprağa sızmak suretiyle yer altı suyuna ulaşarak içme suyu kaynaklarını kirletme riski taşımaktadır. Katı atık depolama alanlarında bulunan kurşunun ortalama olarak % 40'ının, elektronik atıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Depolama alanlarında yeterli önlem alınmaması durumunda atık içindeki kromun sızarak su kaynaklarına kolaylıkla ulaşma imkanı bulunmaktadır. Krom içeren atıkların yakılarak bertaraf edilmesi durumunda ise, kromun uçucu küller ile hava ortamına ulaşma riski vardır(Robert vd., 2001).

Diğer bir kirletici grubu ise bromlu alev geciktiricilerdir(BAG). Daha ekonomik olmasıdaha kolay işlenebilmesi ve hafif ürün üretimine imkan sağlaması nedeniyle, elektronik sektörünün ana maddeleri haline gelen plastik yada petrol türevi malzemelerin yanmasını geciktirmek amacı ile kullanılan BAG bromlu bi fenoller,

bifeniller, fenoller gibi farklı özellikteki çok sayıda kimyasal maddeyi kapsamaktadır.BAG, baskı devre elemanları, bağlantı elemanları, kablolar ile televizyon ve mutfak eşyaları gibi elektronik ürünlerde olmak üzere günümüzde hemen hemen tüm elektronik ürünlerde alev almaya/ yanmaya karşı koruyucu olarak da kullanılmaktadır (USEPA, 2001; Sjodin vd., 2002).

BAG plastik geri kazanımı prosesinde PBDE, PBDF ve PBDD oluşumuna yol açmaktadır.Kullanımı AB de yasaklanmış olan PBDE'ler iç ve dış hava ortamında, nehir ve göllerde, arıtma çamurlarında, gıda ve bitki, hayvan ve insanlarda ölçülerek izlenmektedir(Robert vd., 2001).

Artık foklarında PBB'lerin tespit edilmiş olması bu maddelerin geniş bir alana yayılabileceğini göstermektedir. PBB'ler katı atık depolama alanlarında sızıntı suyunda saf suya oranla 200 kat daha fazla çözünmektedir. Besin zincirine kolaylıkla geçebildikleri ve hayvanlarda çok kalıcı olarak bulundukları tespit edilmiştir(EU, 2000; Mcdonald, 2002).

Atıkların yakılarak bertaraf edilmesinin neden olduğu kurşun emisyonlarının önemli bir kısmının elektronik atıklardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Yakma işleminden sonra kurşunun % 65'inin curuf içinde, % 34' ünün kalıntılarda ve % 1'inin ise atmosfere ulaştığı belirlenmiştir(EU, 2000).Alev geciktirici maddeler içeren atıkların yakılması işleminde, bakırın bir katalizör gibi çalışarak dioksin oluşma riskini arttırdığı bilinmektedir(EU, 2000).

4.2.2.1.Sulara etkisi

Herhangi bir işleme tabi tutulmuş olsun ya da olmasın e-atıkların, depolama alanlarında bekletilmesi, bünyelerinde bulundurdukları değerli elementlerin alıcı ortama sızmalarına neden olmaktadır. Hidrometalurjik bir takım prosesler ile açığa çıkan asitler, toprağa, suya ve hatta havada uçuşan taneciklere nüfus etmektedirler (Luo vd., 2007).

Çin'de e-atık geri dönüşüm alanı Guiyu için yapılan araştırmalar kapsamında, geri dönüşüm alanına yakın bir konumda bulunan, Nanyang Nehri'nde bir takım analizler gerçekleştirilmiş ve söz konusu araştırmalar ile nehir suyundaki PBDE'lerin konsantrasyon seviyesinin 760ng/g'ın üzerinde çıkmış olduğu, sediment analizlerinde ise PBDE'lere ilişkin konsantrasyon değerleri16.000 ng/g seviyesinde

gözlemlenmiştir (Luo vd., 2007). İlkel ve sağlıksız olan metotlar ile elektronik atık geri dönüşümü yapılan alanların etrafında yapılan çalışmalar, bu bölgedekinehir kurşun (Pb) konsantrasyonunun, normal seviyedeki bir nehir kurşun konsantrasyonundandört kat daha fazla olduğunu göstermiştir (Robinson, 2009).

4.2.2.2. Havaya etkisi

Canlıların yaşamlarının devamı için en önemli faktörlerden biri de solunumdur. Hava, zararlı maddelerin canlılara en kolay şekilde ulaşmasını sağlayan faktördür ve birçok e-atık kirleticileri havada toz ile yayılmaktadır. Bu en geniş ve kapsamlı maruz kalma yoludur, böylece canlılar ağız yoluyla, nefes almak suretiyle burun yoluyla ve derinin absorpsiyonu ile e-atıklardan kaynaklanan kirleticilere maruz (Robinson, 2009)kalırlar.

Bünyesinde alev almayı yavaşlatan bromlanmış maddeleri barındıran elektronik atıkların tutuşması sonrasında, havadan alınan numuneler ile PBDE'lerin konsantrasyonunun normal bir hava numunesine göre 300 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (Deng vd., 2007).

Benzer bir araştırma da havadan alınan toz numuneleri üzerinde yapılmış ve kurşun (Pb), bakır (Cu) ve çinko (Zn)'nun da, e-atık geri dönüşümünüyapılmadığı bölgeye oranla,beş katı daha fazla konsantrasyonda olduğu gözlemlenmiştir (Ngoc vd., 2009).

4.2.2.3.Toprağa etkisi

Elektronik atıkların depolanmasında temas halinde olduğu toprak en büyük kirliliğe mrauz kalmaktadır. Ayrıca e-atıkların geri dönüşümünün gerçekleştirildiği ilkel metotların uygulandığı yer yine topraktır.

Gerek hava kirliliği olarak meydana gelen e-atık kirleticilerinin nihai yerinin toprak olması ve gerekse doğrudan bertaraf aracı olarak kullanılması toprağın doğal mineral yapısında ciddi değişikliklere yol açmaktadır (Robinson, 2009).

E-Atık geri dönüşüm faaliyetlerinin yürütüldüğü bir bölge olan Bangalore (Hindistan)'da yapılan toprak analizleri sonucunda kadmiyum (Cd) 39 mg/kg, In 4,6 mg/kg, Sn 957 mg/kg, Sb 180 mg/kg, Hg 49 mg/kg, Pb 2850 mg/kg ve Bi 2,7 mg/kg konsantrasyonlarına ulaşılmıştır. Bu konsantrasyon değerleri normal ortalama değerlere göre 100 kattan fazla olarak görülmektedir (Ngoc vd., 2009). Gerek toprak,

Tablo 4.8 Bazı zararlı e-atık içeriklerinin kullanıldığı yerler ve insan sağlığına zararları (Ogunbuyi vd., 2012)

E-TOKSİK MADDE	BULUNDUĞU KAYNAK	SAĞLIĞA ETKİSİ
Arsenik	Bilgisayar çiplerinde ve ışık salma tüplerinde	Cilt ve akciğer kanserine yol açar
Bromlanmış Alev Yatıştırıcı	Plastik malzemede yangın önleyici olarak	Hormonal bozukluklar ve çocukların maruz kalması halinde tiroid hastalıkları ve nörodavranışsal bozukluklara yol açar
Kadmiyum	CPU, monitör ve NiCd bataryalarda bulunur	Yüksek seviyelerde solunması halinde akciğer hastalıklarına ve ölümlere neden olur
Krom	Metal kaplamalarda, renk pigmentlerinde, dayanıklı plastik malzemede	Maruz kalma biçimine göre farklı zararları vardır. Solunması halinde kanserojendir ve DNA'nın yapısına da zararlıdır
Halojenler	Plastik ve yalıtım malzemelerinde	Yakılması halinde açığa çıkan dioksin ve furanların da etkisiyle kansorejen maddeler sınıfındadır
Kurşun	CRT monitörlerde, lehimin yapısında	Başlangıç semptomları iştahsızlık, kas ağrısı, halsizlik ve baş ağrısıdır. Uzun süre maruz kalındığında sinir sistemi performansını olumsuz etkiler. Yüksek seviyelerde maruz kalındığında beyin hasarlarına ve ölümlerine yol açar
Cıva	Eski bataryalarda ve monitörlerde	Kısa süreli maruz kalmalarda bulantı, kusma, ishal, akciğer zedelenmesi, kan basıncının veya kalp atış hızının artması ve gözlerde tahrişe sebep olur. Uzun süreli maruz kalmalarda ise beyin hasarına, böbreklerin zedelenmesine ve anne karnındaki bebeğe zararları olmaktadır.
PVC	Plastik malzemede	Yakıldığında açığa çıkan dioksin ile hormonal bozukluklara neden olmaktadır

Sıkı bir biçimde uygulamaya konulmayan çevresel ve işçi sağlığı düzenlemeleri, elektronik atık toksitesinin ciddi bir şekilde bölgesel hava ortamında, toprakta ve suda kontaminasyona sebep olmaktadır (Chen vd., 2011).

Elektronik geri dönüşüm alanlarına uzak yaşayan insanlara kıyasla, e-atık bileşenlerindeki bazı ağır metal cinsi türevler, e-atıkların geri dönüşümün yapıldığı faaliyet alanlarında yaşamakta olan insanların saçlarından alınan örneklerde, daha yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Wang vd., 2011).

Uygun olmayan ve ilkel bir biçimde yapılan elektronik atık demontajının insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkilerini araştırmak üzere Gana’da 2012 yılında yapılan bir araştırmada, geri dönüşüm tesisi kurulduktan sonraki yıl, akut solunum yolu enfeksiyonlarının seviyesinin, tesisin kurulmasından önceki seviyeye oranla % 60 ölçüsünde arttığı saptanmıştır. Dünya Bankası verilerine göre, hijyen koşulları ve su teminindeki sıkıntılar yüzünden, her yıl 8.000 insanın öldüğü ve Gana’da, araştırmanın yürütüldüğü geri dönüşüm faaliyet alanında, metal atığı konsantrasyonunun dünya ortalamasına göre, 100 kat daha fazla bir oranda olduğu tespit edilmiştir (Agyei-Mensah ve Oteng-Ababio, 2012).

2007-2008 yıllarında, ABD’de yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre ise, sadece %18 oranında bir e-atık toplamı, geri dönüşüme dâhil edilmiş, bu oranın %80’i katı atık depolama alanlarında ve %2’si de ilkel bir metot olan yakma yoluyla, yakma tesislerinde yok edilmiştir. Buradaki sorun, e-atık metal sızıntılarının katı atık depolama alanlarından etrafa yayılmasının sebebi, e-atıkların yakılmasının, toksik dioksin ve furanların atmosfere salınmasından kaynaklanmaktadır. Yine de, gelecek vadede e-atık yaklaşımları olmasına rağmen, hâlen daha çevre dostu geniş bir e-atık geri dönüşüm sürecinden bahsetmek olanaksızdır (Chen vd., 2011).

Tablo 4.9’da, toksik e-atık maddelerinin çocuk sağlığına etkileri gösterilmiş ve çocuklara ne tür zarar verebileceği, nöropsikolojiye olan potansiyel etkisinden bahsedilmiştir. Yüksek miktarda kimyasal element ve bir takım bileşimlerden meydana gelen elektronik gereçlerin (demir, bakır, alüminyum, kalay, kurşun, nikel, gümüş, altın, arsenik, kadmiyum, krom, indiyum, cıva, rutheniyum, selenyum, vanadyum ve çinko) nöro-gelişime toksik etkilerinin olduğundan şüphelenilmektedir. Özellikle de çocuklarda nöro-gelişim noksanlığı çok ciddi bir sağlık sorunudur (Chen vd., 2011).

Tablo 4.9 E-atıklarda bulunan toksik maddelerin çocuklara olan nöropsikolojik etkisi (Chen vd., 2011).

Toksik Madde	Çocuklarda Nöropsükolojiye olan potansiyel etkisi	Plesenta yoluyla çocuğa geçişi	Anne sütü yoluyla çocuğa geçişi	Çocuğa geçiş yolu
Kurşun	Kavrama yeteneği, sinir sistemi, hafıza, karar verme kabiliyeti, hiperaktiflik	Evet	Evet	Hava, toz, su, toprak
Cıva	Kavrama yeteneği, dil kabiliyeti, sinir sistemi, dikkat bozukluğu	Evet	Evet	Hava, deniz ürünleri, cıva buharı
Kadmiyum	Kavrama yeteneği	Sınırlı	Evet	Hava, toz, pirinç, sebze, tütün(sigara)
Krom	Sinir sistemi	Evet	Evet	Hava, toz, su
PBDE'ler	Kavrama yeteneği	Evet	Evet	Hava, toz, besinler
PCB'ler	Kavrama yeteneği, hafıza, dikkat bozukluğu, kontrolsüzlük	Evet	Evet	Hava, toz, deniz ürünleri
PCDD/PCDF'ler	Kavrama yeteneği	Evet	Evet	Hava, toz, toprak, besinler
PAH'lar	Kavrama yeteneği	Evet	Evet	Hava, toz, toprak, besinler

5.ATIK ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK EŞYALARIN DÖNÜŞÜMÜ

Teknolojinin gelişmesiyle beraber artan elektronik cihazlar elektronik atıkların oluşmasındaki en büyük etkidir. İnsanlardaki ihtiyaçlar doğrultusunda alınan elektronik cihazların yanısıra daha iyisini almak isteği ya da popülarlığını kaybetme nedeniyle e-atık miktarları artmaya devam etmektedir. Bu nedenle e-atıkların geri dönüştürülmesi ve geri kazanımı büyük önem arz etmektedir. Burada amaç atık haline gelen elektronik eşyaların içindeki değerleri metallerin ve plastiklerin geri kazanılması, zararlı bileşenlerin ise çevre ve insan sağlığı için zararı önlenecek şekilde uzaklaştırılmasıdır. Atık elektrikli/elektronik eşyalar için yapılması gereken, metal ve plastik gibi parçaların geri kazanılması ve geriye kalan zararlı bileşenlerin uzaklaştırılması işlemidir. Bu doğrultuda, güvenli bir biçimde uzaklaştırılması gereken parçalar şunlardır;

1. Poliklorlubifenilleri içeren kapasitörler (PCB'ler): Bir grup aromatik klorlu bileşik olan poliklorlubifenilleri içeren kapasitörlere, poliklorlu bifeniller (PCB)'ler denmektedir. Poliklorlu bifeniller, Poliklorlu terfeniller, Monometil-tetraklorlu-difenil metan, Monometil-diklorlu-difenil metan, Monometil-dibromo-difenil metan, veya ağırlık olarak yukarıda bahsedilen maddelerin herhangi birisini ya da birkaçını toplamda, %0.005'den (50 ppm) daha fazla içeren karışım, PCB olarak tanımlanmıştır (ÇOB, 2009).

22 Mayıs 2001'de imzalanan "Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Stockholm Sözleşmesi" kapsamında, 12 tehlikeli kimyasallardan biri olan Poliklorlu Bifeniller (PCB) ve Poliklorlu Bifenil (PCB) içeren ekipmanların (transformatör, kapasitör, reaktör, vb.) üretimi, ithalatı ve ihracatı, kullanımı, tanımlanması, etiketlenmesi, sökülmesi, depolanması ve bertaraf edilmesi ülkemizin yükümlülükleri arasında yer almaktadır (Ulugöl, 2007).

Kapasitör ve transformatörlerde uzun yıllar boyunca kullanılan bu kimyasalların, 1986'dan sonra üretilen (Elektrikli ve elektronik eşya) EEE'de kullanımı yasaklanmıştır. 1986'tan sonra üretilmiş olan EEE'de bu kimyasallara rastlanmazken, çok eski eşyalarda rastlanabilmektedir. Örneğin, floresan tipi aydınlatma cihazları

vefonksiyonel güç motorlarında kullanılan bu kimyasal maddetoksik olduğundan dolayı insan ve çevre sağlığı açısından tehlikelidir(Sayman vd., 2015).

2. Civa içeren parçalar: Civa, gaz deşarj lambalarında, tıbbi cihazlarda, veri iletiminde, telekomünikasyon cihazlarıile cep telefonlarında kullanılan toksik bir kimyasal maddedir. Geçmişte, piller, termostatlar, durum sensörleri ve röleler ile açma kapama düğmelerinde kullanılmaktaydı. RoSH Direktifi'nin 2006'da yayımlanmasından sonra EEE'de kullanımı hızla azaltılmıştır.

3. Toner ve toner kartuşları: İçeriğindeki kimyasal maddelerden dolayı toner ve toner kartuşların, EEE atıklarından sökülerek ayrı biçimde toplanması zorunludur.

4. Asbest içeren kısımlar: Asbestin, insan sağlığı üzerindeki toksik etkileri dikkate alınması sonucu, yıllar içerisinde kullanımı azaltılmıştır. Asbest içeren kısımların ayrılması için özenli bir çalışmagerekmemektedir.

5. Seramik elyaf içeren ateşe dayanıklı parçalar

6. Radyoaktif madde içeren parçalar: Bulaşma ihtimaline karşı, özel bir şekildeayrılmalı vebertâraf edilmelidir.

7. Gaz lambaları: Bu tip parçalar civa içerdiğinden ötürü tehlikeli atık muâmelesine tâbi tutulmalıdır.

8. Katot ışın tüpleri:İçerisindeki flüoresan kaplamanın çıkarılması gerekmektedir.

9. Elektrolit kapasitörleri

10. Piller

11. Alevlenmeyi önleyici bromlu plastikler

12.CFC-kloroflorokarbonlar, HCFC hidrokloroflorokarbonlar, HFC-hidroflorokarbonlar ve HC-hidrokarbonlar: Özellikle soğutma ve iklimlendirme ekipmanlarında kullanılan bu gazların, ozon tabakasına zararlı etkilerinden dolayı kullanımları sona erdirilmiştir. Soğutma çevriminde ve köpükte bulunabilen bu zararlı gazların uygun bir biçimde çekilmesi veya imhâ edilmesiya da geri dönüştürülmesi gerekmektedir.

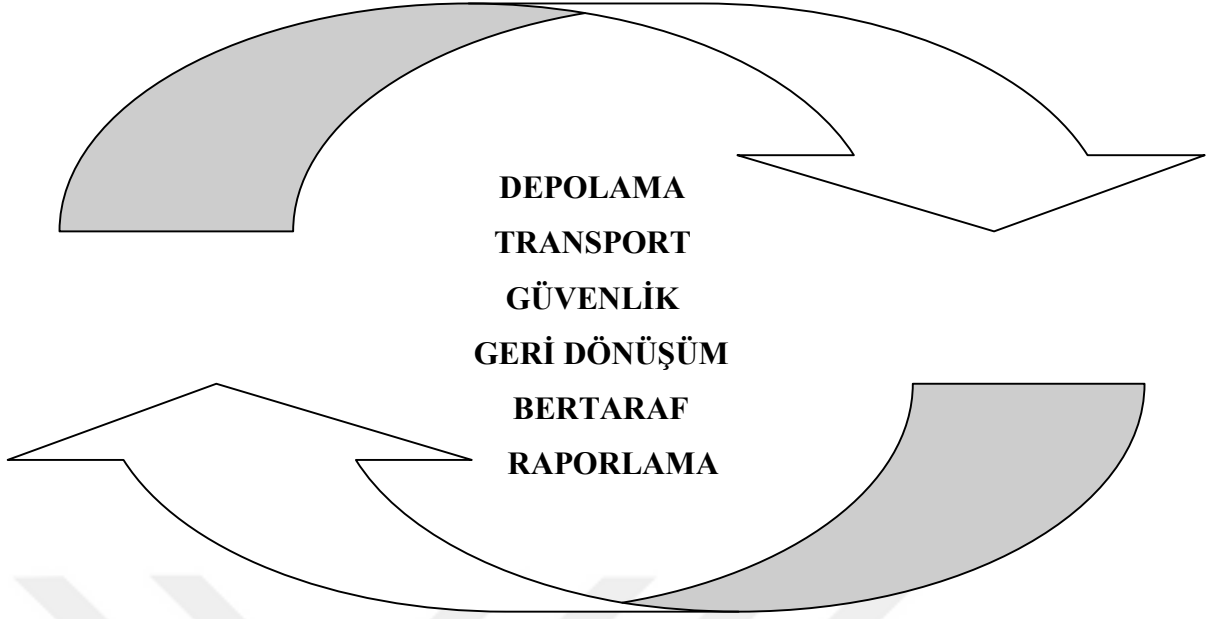
13. Harici elektrik kabloları

14. Devre kartları: Devre kartlarında, SMD yonga dirençleri, kızıl ötesi algılayıcılar ve semi kondüktörleri gibi kadmiyum içeren birçok parça mevcuttur ve bunlar tehlikeli özelliktedir. Bu sebeple, bu kısımların özel olarak ayrılması gerekmektedir.

15. Sıvı kristal görüntüleyiciler: Yüzeyi 100 cm²'yaşan sıvı kristalli görüntüleyicilerin, e-atıklardan sökölme zorunluluğu vardır.

16. Floresan kaplı katot ışın tüpleri: E-atıkların geri kazanım ve geri dönüşüm süreci, aktif bir atık yönetiminin ana öğesidir. AEEE'lerde geri kazanım ve yeniden kullanımı, e-atıklardan enerji üretilmesi veya çeşitli işlemler sonucu, yeni bir ürün veya hammaddeye ulaşılması anlamına gelmektedir. AEEE'lerin fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirilerektekrar bir ürün veya hammaddeye dönüştürölmesi işlemi ise geri dönüşüm adını almıştır. Ulusal mevzuatta, daha geniş çaplı bir yelpazeye sahip olan geri kazanım işlemleri, geri dönüşümü de kapsamaktadır. AEEE'lerde bulunan metal ve plastikgibi yeniden değeriendirilebilen parçaların en üst düzeyde zararlı bileşenlerden arındırılması, geri kazanım ve geri dönüşümün asıl amacıdır. AEEE'lerin geri dönüşüm sürecinde zararlı maddelerden arındırılmasının öneminin yanı sıra, altın, bakır, alüminyum gibi değerieli metallerin ve paladyum, galyum, indiyum gibi nadir metallerin değeriendirilmesi de önem taşımaktadır. AEEE'lerin geri dönüştürölmediğı durumlarda, uygun teknoloji ve yöntemler ile bertaraf edilmesi şarttır.

Atık elektrikli ve elektronik eşyaların kontrolünüyönetiminde depolamadan bertarafa kadar olan döngü, Şekil4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 E-atık geri kazanım döngüsü (Yılmaz, 2006)

5.1. Biriktirme

Elektronik atıkların kaynağında ayrı toplanması geri dönüşüm süresinde büyük kolaylık ve kazanç sağlayacaktır. Avrupa Birliği Direktifi'nde de belirtildiği gibi AEEE'lar evsel ve diğer atıklarla karıştırılmaması gereklidir. Örneğin, kapıdan toplanması mümkün olmayan küçük AEEE'ler için mahallelerde bulunan ambalaj atığı kumbaralarına/konteynırlarına ek olarak ayrı bir konteynır sistemi uygulanabilir. Böylelikle, vatandaşlar biriktirecekleri AEEE'leri en yakın biriktirme noktasına bırakabilir ve AEEE toplama aracı bu kumbaraları/konteynırları boşaltmak için belirli aralıklar ile biriktirme noktalarında biriken evsel AEEE'leri toplayacaktır. Biriktirme noktalarına standart konteynır sistemi uygulanabilecek alanlar;

- Üretim sahaları
- Belediye toplama noktaları
- Fason fabrika sahaları
- OSB
- Kurumsal son kullanıcı sanayi fabrika sahalarıdır.

5.2. Toplama

Atık haline gelen elektronik eşyaların geri dönüştürülmesi için ilk adım toplanmasıdır. E-atıkların toplanması 3 farklı şekilde gerçekleşmektedir.

- **Resmi Geri Toplama Sistemi:** Bu sistemde elektronik atıklar elektronik atığı oluşturan üreticiler tarafından veya toplama servisleriyle belediye toplama merkezlerine getirilir. Biriktirilen e-atıkların varış noktası uluslararası standartlara uygun bir tesis olmaktadır. Bu da çevre için duyarlı ve değerli metallerin geri kazanıldığı bir geri dönüşüm tesisidir.

- **Karışık ve yerleşim yeri atığı işleme:** E-atık üreticileri atıklarını her hangibir ayırım yapmaksızın evsel atıklarla beraber çöp konteynırlarına atmaktadır. Bunun sonucunda çöp konteynerına atılan elektronik atık, evlerden gelen diğer atıklarla birlikte karışık olarak işleme tabi tutulur. Bölgeye göre, düzenli veya vahşi depolama alanına gönderilebileceği gibi, düşük bir ihtimalle son durağı olan çöp toplama alanında önce ayrıştırıcıya da gönderilebilir. Her iki durumda kaynak kayıpları ve çevresel zararın çok yüksek olması nedeniyle elektronik atıkların işlenmesinde tercih edilen yöntemler değildir.

- **Resmi geri toplama sistemi dışı toplama:** Resmi geri toplama sistemlerinin dışındaki elektronik atık toplama ve yöntemleri, evsel atıklarının geri dönüşüm sisteminin işleyişini tam anlamıyla gerçekleştiren firmalar ile gerçekleştiremeyenler arasında çok fark etmektedir. Atık yönetim sistemi olan ülkelerde her şey yasalarla belirlenmiştir. Elektronik atıklar bireysel atık alım satımı yapan kişiler veya şirketler tarafından toplanmakta ve birçok değişik kanal üzerinden ticareti yapılmaktadır. Gayriresmi toplama yapanlar ise topladıkları elektronik atık kategorileri genellikle soğutma ekipmanları, büyük ekipmanlar ve bilişim ekipmanları olmakta, herhangi bir işleme tabi tutulmamakta, atıklar gelişmekte olan ülkelere gönderilmektedir.

Elektronik atıkların doğru şekilde toplanmasının hem atığın geri dönüştürülmesi hem de oluşabilecek zararın en aza indirilmesi için sadece lisanslı geri dönüşüm kuruluşlarına verilmelidir. Lisanslı kuruluşlar; uzman kadro tarafından atıkların yerinde tespiti, gereken durumlarda laboratuvar testlerinin yaptırılması, atık protokolünün yapılmasını sağlamaktadır.

5.3. Taşıma Sistemi

Biriken AEEE'ler taşıma sistemiyle depolama alanına götürülür. Boşu bırak doluyu al konteynır sistemi uygulanmasında; e-atıklar için biriktirme aşamasından e-atıkların işlenmesi aşamasına kadar planlama yapılarak sistemsal çalışılmalıdır. AEEE'ların taşınması sadece elektronik atık için ayrılmış olan lisanslı araçlarla yapılmalıdır.

5.4. Depolama

AEEE Kontrolü yönetmeliğine göre e-atıkların depolandığı yerlerin yağmur ve su almayacak şekilde üzerinin kapalı ve zeminin geçirimsiz halde olması gerekmektedir. Depolama alanında;

- Kantar ve kayıt sisteminin,
- Radyoaktif ölçüm cihazının,
- Sızıntı suyunun toplanması için yeterli toplama kanalının,
- Yağ tutucu ve emici malzemelerin,
- Yangın söndürme ve paratoner sisteminin, bulundurulması zorunludur.

Ayrıca günlük raporlamanın yapılması, iş güvenliğinin yüksek düzeyde olması ve uzman yada eğitimini almış personel ile çalışılması da depolamada dikkat edilmesi gereken önemli hususlardandır. Çevre ve görüntü kirliliğinin yanı sıra atıklar nakil kolaylığı ve işlenmesi açısından arazide ve açıkta depolanmamalıdır.

5.5. Yeniden Kullanım

Atıkların toplama ve temizleme dışında herhangi bir işleme tabi tutulmadan, üretim şekli korunarak ekonomik ömrü tamamlanana kadar tekrar ve tekrar kullanılma işlemine denir. Hızla gelişen teknoloji insanları sadece ihtiyaç değil keyfi olarak da elektronik ürün alımına sebebiyete neden olmaktadır. Kullanıcılar teknolojik ömrü bitmeden bir ürünü yenisiyle değiştirmektedir. Yine teknolojik ömrü biten fakat hala çalışıyor durumda olan ürünleri kullanmamaktadırlar. Tüm bu ürünler yeniden kullanım ile değerlendirilebilir.

Özellikle ülkemizde gelişen teknoloji kamu kuruluşlarına da fazlasıyla hitap etmektedir. Bu nedenle kamu kurumları için de teknolojik bir dönüşüm söz konusudur. Mali

giderlerin en aza indirilmesi, hurda ve eski malzemelerin geri kazanımıyla gerçekleşecektir.

Kamudaki bu geri kazanım;

- Hurda olarak ayrılan malzemelerin ayrıştırılması ve kullanılması,
- Kurumlardaki elektronik eşyaların yeniden kullanılır hale getirilmesi
- Dönüştürülemeyen malzemelerin hurda olarak satılması şeklindedir.

Milli Emlak Genel Tebliği'ne göre, kamu kurumlarının kullanım ömrünü doldurmuş tüm eşya, donanım ve teçhizatları Makine Kimya Endüstrisi (MKE) Kurumu Hurda İşletmesi Müdürlüğü'nün sorumluluğuna verilmiştir.

5.6. Geri Kazanım

Elektronik atıklar tesislere getirildikten sonra ilk adım test edilmeleridir. Daha sonra da e-atıklar sınıflandırılmaktadır. E-atıklar için en önemli adım ise materyal geri kazanım prosesidir. Elektronik atıkların “yeniden kullanılabilir” veya “geri dönüştürülebilir” olarak kategorilere ayrıldığı birimi materyal geri kazanım prosesi olarak tanımlayabiliriz. Yeniden kullanılabilen durumda olan e-atıklar sınıflara ayrılır geriye kalan tüm atıkların ise uygunsa geri dönüşümde değerlendirilmesi, uygun değilse de hurdaya ayrılması gerekmektedir.

Toplanan ekipmanın, yaş ve ekonomik durumu, ekonomik değerinin en yüksek düzeye çıkarılabilmesi için, bu aşamadaki en önemli faktördür.

Ekonomik ve çevresel açıdan çeşitli avantajlara sahip olan e-atıklardan metallerin geri kazanım sürecinin avantajları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Birincil kaynaklara ilişkin tükenme hızının en aza indirilmesi
- Katı atık miktarlarında azalma
- Metal olmayan malzemelerin (plastik vd.) geri kazanımı
- Demir ve demir olmayan (çelik, Al, Cu) ve değerli metallerin (Au, Ag, Pd vd.) geri kazanımı (Zhang ve Forssberg, 1998a).

Altın, gümüş, paladyum, küçük miktarlarda rodyum ve diğer platin grubu metallerden elektrikli ve elektronik ürünlerde kullanılan altın için en fazla geri kazanım çalışması yapılmaktadır (Özyurt, 1999).

Metal eldesi cevherlerden ve genellikle ikincil kaynaklardan olan metallerin geri kazanımı, işlem türüne göre önemli oranda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Enerji tasarrufu %60 ve %95 gibi bir oran aralığında değişen metallerin elektronik atıklardan gerikazanım sürecinin, doğal kaynakların korunmasına olan bu katkı işleminin daha az enerji sarfiyatı ile gerçekleştirilmesi beklentisine rağmen, kompleks ve heterojen yapıdaki bazı elektronik atık türlerinin ekonomik olarak geri kazanımı zorlaştırdığı belirtilmiştir (Malhotra,1985; Bertram vd., 2002). Tablo 5.1’de birincil kaynaklar ile karşılaştırma sonucu, geri kazanım ile edilen metal ve malzemelerin enerji tasarruf oranları verilmiştir.

Tablo 5.1 Birincil kaynaklarla karşılaştırma sonucu geri kazanım ile elde edilen metal ve malzemelerin enerji tasarruf oranları (Cui ve Forssberg, 2003)

METAL / MALZEME	ENERJİ TASARRUFU (%)
Alüminyum	95
Bakır	85
Demir ve çelik	74
Kurşun	65
Çinko	60
Kağıt	64
Plastik	>80

Elektronik atıklar cevherlerle karşılaştırıldığında metal içerikleri başta olmak üzere farklı özelliklere sahiptir. Tablo 5.2’de cevher ve elektronik atıkların bazı özelliklerinin karşılaştırılması görülmektedir. Bu özellikler, elektronik atıkları cevherlere göre daha kompleks ve heterojen niteliğe sahip kılmaktadır. Geri kazanım süreçlerinin geliştirilmesinde bu atıkların karakteristik özelliklerinin bilinmesi önemlidir (Yazıcı ve Deveci, 2009).

Tablo 5.2 2 Cevher ve elektronik atıkların bazı özelliklerinin karşılaştırılması (Wilson vd., 1994; Zhang ve Forssberg, 1997 ve 1998b; Zhang vd., 2000; Hagelüken, 2006)

Özellik	Cevherler	Elektronik Atıklar
İçerdiği malzeme türü	Oksitli ve sülfürlü mineraller	Metal ve / veya alaşımlar
Boyut küçültme	Kırılğan /gevrek malzeme Kırılması daha kolay	Esnek malzeme
Metal içeriği	Düşük Tipik bakır cevheri(~0.5-1 Cu) Tipik altın cevheri(~1-10 gr/ton Au)	Yüksek (atık türüne göre değişken) Bilgisayar devre kartları için: ~%20 Cu ~250 gr/ton Au
Homojenlik	Homojen	Heterojen
Sertleşme tane boyu	İnce	İri (<5mm, atık türüne göre değişken)
Tane şekli	Uniform tane şekillleri	Çubuk, plaka vb. değişken şekiller
Çözünme ortamı	Asidik/bazik ortam (sülfürlü cevherler için oksitleyici şartlar gerekli)	Oksitleyici koşullar altında

5.6.1. Mekanik ve fiziksel ayırma yöntemleri

Özgül ağırlık, manyetik duyarlılık, elektriksel iletkenlik vb. farklı fiziksel özelliklere sahip olan elektronik atıkların çok sayıda malzemeden bir araya gelmesi, bu farklılıklarından yararlanılarak, metal ve plastik gibi bileşenlerin ayrılmasını mümkün kılmaktadır (Zhangve Forssberg, 1998b; Cui ve Forssberg, 2003).

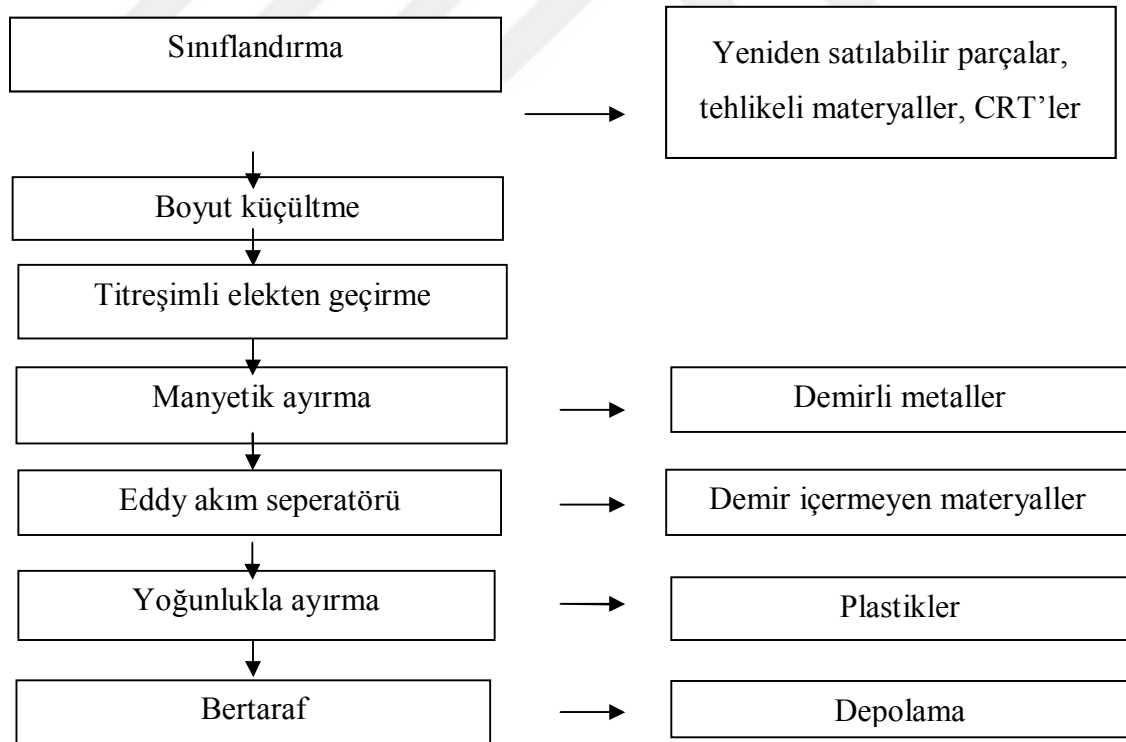
Metal ve değerli metal kaybı gibi önemli dezavantajları sebebi ile fiziksel yöntemlerin, ön ayırma/zenginleştirmeyöntemi dâhilinde genel olarak ekstraktif metalurjik işlemlerin hemen öncesinde uygulanmasıdahauygunolabilir. Edinilen ön metal konsantresinin hidro-metalurjik süreçlerde değerlendirilmesi ile daha yüksek metal kazanım verimliliğine ulaşılabilir (Zhang vd., 2000).

Eliminasyon/ayırma işlemi, uniform boyutundaki malzemenin değerlendirilmesi ve metal içeriğinin arttırılması için kullanılan bir mekanik süreçtir. Eliminasyon/ayırma

işlemi, plastik ve seramiklerden farklı partikül boyut ve şekilsel özelliklerine sahip olan metaller için gerekli bir yöntemdir (Wilson vd.,1994).

Örneğin, geri kazanıma tabi tutulması planlanan kişisel bilgisayarların ilk işlem olarak temel kısımlarına (kablolar, devre kartları vb.) elle veya otomatik olarak ayrılması gerekmektedir. Herhangi bir geri kazanım işleminden önce bazı büyük parçalar (plastik/demir kapak, sabit disk, güç kaynağı, devre kartları, diğer parçalar) elle birbirinden ayrıştırılarak satılabilmektedir (Lee vd., 2004). EEE hurdalarının boyutlarının küçültülme yoluyla, boyut karakterizasyonun sağlanmasının bu hurdaların geri kazanımında büyük önem taşıyan temel amaçı bulunmaktadır. Birinci olarak, küçük tane boyutlu parçaların büyük tane boyutlu parçalara göre daha kolay tutunabilmesidir. İkincisi, aynı tane boyutlu ve aynı şekilli partiküllerin elektrostatik ayırma işlemi sürecinde efektif biçimde ayrılmasıdır. Üçüncüsü ise, farklı maddelerin birbirinden ayrıştırılabiliyor oluşudur (Kaytaş, 1990; Zhang ve Forresberg, 1997).

Bir materyalin geri kazanım süreci aşamaları aşağıda Şekil 5.2’de gösterilmektedir.



Şekil 5.2 Materyal geri kazanım sürecinin basitleştirilmiş şeması (Aydın, 2011)

Birincil metal geri kazanım eliminasyon metodu döner biçimdeki elek veya tamburtarzieleksistemidir. Genellikle, otomobil hurdalarının ve belediye katı atıklarının ayrıştırılmasında kullanılan bu metod, hurda içerisindeki farklı tane boyutları ve farklı şekillerdeki parçacıklar nedeni ile elek deliklerinin tıkanmasına karşı dayanıklıdır. Demir dışı partiküllerin geri kazanımında ise en çok kullanılan metod, titreşimli eleme metodu olmaktadır (Cui ve Forssberg, 2003).

Şekil ayırım teknikleri, toz endüstrisinin partikül özellikleri kontrolünün sağlanması düşüncesi ile geliştirilmiştir (Furuuchi ve Gotoh, 1988; Furuuchi ve Gotoh, 1992; Furuuchi vd., 1993; Ohya vd., 1993). Geri dönüşüm endüstrisinin çoğunda şekil ayırımı içinen çok kullanılan, eğimli plaka ve eleklerdir. Eğimli konveyörler ve titreşimli plakalar; elektrik kabloları (Ohya vd., 1993) ve baskılı devre kart parçası atıkları (Gungor ve Gupta, 1998) ile televizyon ve kişisel bilgisayarlardan bakırın geri kazanımı, Japonya’da uygulanan bir yöntemdir (Aydın, 2011).

Çeşitli manyetizma duyarlılığına sahip bireysel mineral tanelerinin, başta yer çekimi, sürtünme gibi çeşitli manyetik kuvvetlerin, uygun bir manyetik alanda ayrılması için gerçekleştirilen bileşik etkilerinden ayrılması yöntemine manyetik ayırma denmektedir. Çeşitli manyetizma duyarlılığına sahip minerallerin, endüstriyel düzeyde birbirinden ayrılmasını sağlamak için geliştirilen cihazlar, manyetik ayırma cihazı olarak adlandırılmaktadır (Kaytaz, 1990). Demirsiz (non-ferrous) metaller ve diğer manyetik olmayan atıkların geri kazanımı için düşük yoğunlukta veya şiddetli manyetik ayırıcı cihazlar kullanılmaktadır (Cui ve Forssberg, 2003). Tablo 5.3’te manyetik ayırıcıların sınıflandırılması gösterilmiştir.

Tablo 5.3 Manyetik ayırıcıların sınıflandırılması (Çığgın, 2006)

ÇALIŞMA ORTAMININ CİNSİNE GÖRE	KULLANIM AMACINA GÖRE	MANYETİK ALAN ŞİDDETİNE GÖRE	YAPISAL ÖZELLİKLERİNE GÖRE
Kuru manyetik ayırıcılar	Zenginleştirici manyetik ayırıcılar	Düşük alan şiddetli manyetik ayırıcılar	Makaralı manyetik ayırıcılar
Yaş manyetik ayırıcılar	Koruyucu manyetik ayırıcılar	Yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılar	Tamburlu manyetik ayırıcılar
	Ağır ortamın tekrar kazanılmasında kullanılan manyetik ayırıcılar		Bantlı manyetik ayırıcılar
			Diskli manyetik ayırıcılar

Elektrik iletkenlik temelli ayırıcılar farklı elektrik iletkenliğine (özdirence) sahip materyallerin ayrılması işleminde kullanılmaktadır. Elektrik iletkenliği bazlı mekanik ayırım süreci toplamda üç teknikten oluşmaktadır. Bu üç teknik; Eddy yakım ayrımı, korona elektrostatik ve triboelektrik ayrımıdır. 5mm'den büyük parçalarda Eddy akım ayrımı ile demir dışı metal/ametal ayrımı, 0.1-0.5 mm aralığındaki materyallerin korona elektrostatik ayırıcılar ile metal/ametal ayrımı, 5mm'den küçük materyallerin plastik ayrımı ise triboelektrik ayırıcılar ile yapılmaktadır (Van Der Valk vd., 1982; Schubert ve Warlitz, 1994; Stahl ve Beier, 1997; Higashiyama ve Asano, 1998; Meier-Staude ve Koehnlechner, 2000).

Eddy yakım ayırıcılarının kullanılmaya başlanması, geri dönüşüm endüstrisindeki geçtiğimiz 10 yıllık süreçte yaşanan en önemli gelişmelerden biridir. Ayırıcılar ilk olarak otomobil hurdaları ve kentsel katı atıkların barındırdığı demir dışı materyallerin geri kazanım işlemlerinde kullanılmak için geliştirilmiştir (Norrgran ve Wernham, 1991; Wilson vd., 1994; Dalmijn ve Houwelingen, 1995; Gesing vd., 1998). Bu yöntem günümüzde polietilen tereftalat (PET), elektronik parça, cam kırıntıları, öğütücü artıkları gibi malzemelerin seçiminde kullanılmaktadır (Mathieu ve Tellier, 1990; Hoberg, 1993; Wernham vd., 1993; Schubert, 1994; Meyer, 1995). Demir içermeyen metallerin (özellikle de Al) geri kazanımında kullanılan bu yöntem, iri tane boyutlu parçalarda (>5mm) daha etkin olmaktadır (Zhang ve Forssberg, 1998).

İletken ve iletken olmayan parçaların ayrımında döner tipli elektrostatik ayırıcılar kullanılmaktadır. Elektrik tel ve kablolarında bulunan bakır ve alüminyumların geri kazanımında elektrostatik ayırıcılar, özellikle baskı devre kart parçalarında bulunan bakır ve değerli metallerin geri kazanım sürecinde kullanılmaktadır (Schubert ve Warlitz, 1994; Higashiyama ve Asano, 1998; Zhang ve Forssberg, 1998b; Meier-Staude ve Koehnlechner, 2000).

Metallerin elektronik atıklardan geri kazanımında uygulanabilecek çeşitli fiziksel ayırma yöntem ve özellikleri Tablo 5.4'te verilmektedir.

Tablo 5.4 Metallerin elektronik atıklardan geri kazanımında uygulanabilen çeşitli fiziksel ayırma yöntem ve özellikleri (Cui ve Forssberg, 2003)

Yöntem	Ayırma teknikleri	Ayırmann temelleri	Malzeme türü	Ayırma tane boyu
Manyetik ayırma	Manyetik duyarlılık	Farklı manyetik duyarlılığa sahip malzemeler bir manyetik alan içinde farklı kuvvetler maruz kalırlar	Demir/demirli malzeme/ferromanyetikler ile diyamanyetik maddelerin ayrımında	< 5 mm
Elektrostatik ayırma(Korona)	Elektrik iletkenliği	Oluşan elektrik alanının etkisiyle taneler farklı yükler kazanır ve böylece farklı kuvvetlerden etkilenirler	Metal-ametal ayrımında	0.1-5 mm (tabakalı taneler için 10 mm)
Elektrostatik ayırma (Triboelektrik)	Dielektrik sabiti ile	Farklı malzemeler temas ettiklerinde zıt yükler ile (+ veya -) yüklenecek farklı kuvvetlere maruz kalırlar	Plastik-plastik ayrımında	<5-10 mm
Eddy akım ayırımı	Elektrik iletkenliği ve yoğunluğu	İletken taneler değişken bir manyetik alana girdiklerinde eddy akımları oluşur ve bu da zıt yönde itici bir manyetik alan oluşmasını sağlar	Demir dışı metal-ametal ayrımında	>5 mm

5.6.2. Pirometalurjik Geri Kazanım Yöntemi

Elektronik atıkların barındırdığı demir dışı metallerin geri kazanımı için son 20 yıldır uygulanan method, pirometalurjik geri kazanım yöntemidir. Yüksek sıcaklıktaki reaksiyonlar sonucunda demir içermeyen metallerin geri kazanımının sağlanmasına yarayan bu method, plazma ark fırın ya da blast fırında (maden eritme ocağı) yakma, eritme, katılaştırma ve ergitme yöntemi ile uygulanmaktadır (Sum, 1991; Hoffmann, 1992; Lee vd., 2007). Pirometalurjik süreç, özellikle paladyum ve platin grubu metallerin konsantrisinde kullanılan birleşim mekanizmasıdır. Bu süreçte, öğütülmüş parçaların fırında yakılmak ya da sıvılaştırılmak yoluyla, plastikve refraktör oksitlerin (sıcağa dayanıklı oksitler), metalik oksitlerle birlikte ergiyen metallerden ‘cüruf’ halinde ayrıştırılmasıdır(Hoffmann,1992).

Pirometalurjik süreç, organik malzemelerin giderilmesine ilişkin, yakma, boyut küçültme, şarj hazırlama, ergitme ve ardından platin konsantrasyonlarının kademeli olarak üretilmesinden oluşmaktadır (Hoffman,1992).

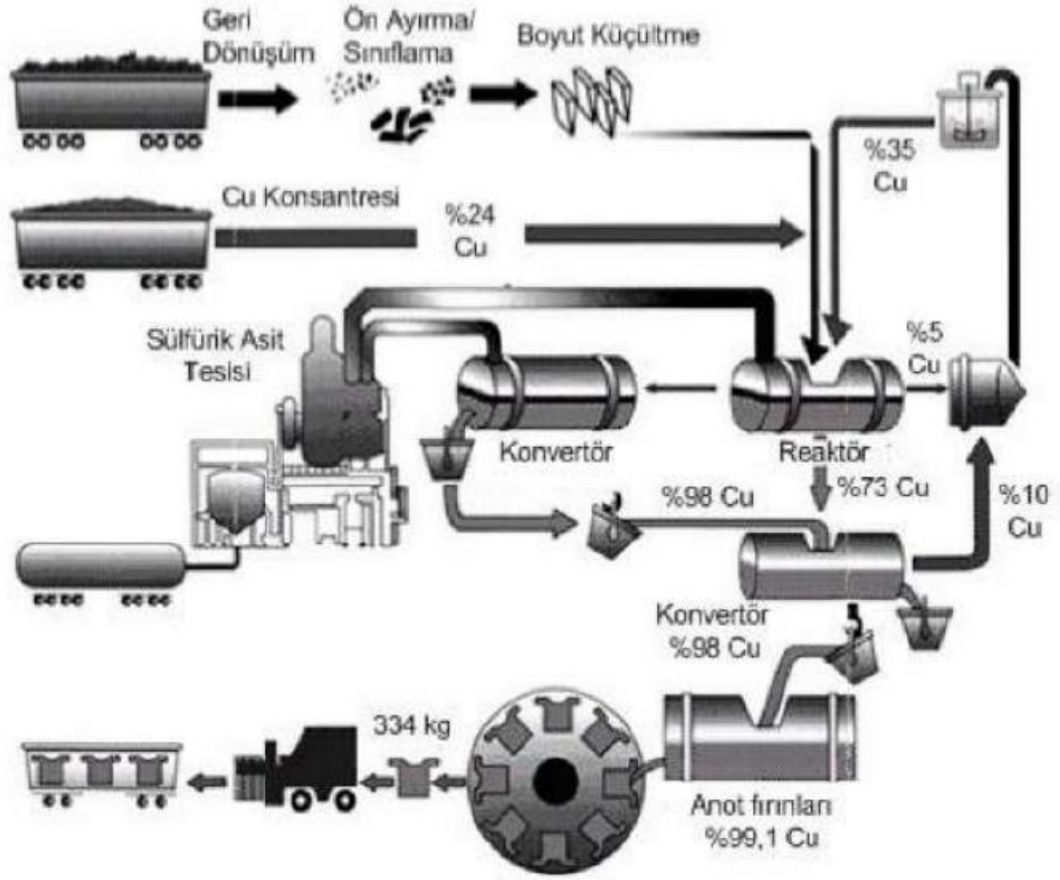
E-atıklar, yaygın olarak pirometalurjik (bakır ergitme) tesislerde değerlendirilmektedir. Ergitme tesisleri metal / değerli metal içeriği yüksek (özellikle Cu, Ag, Au, Pd ve nadiren Pt) e-atıkları tercih etmektedir. Bu metal ve değerli metaller genellikle baskılı devre kartları, röle, konektör ve entegre devrelerde önemli miktarlarda bulunduğu için ergitme tesisleri bu tür atıklara yönelmektedir (MBM, 2001)

Tablo 5.5’te e-atıklarda bulunan metallerin geri kazanımındaki pirometalurjik yöntemlere yer verilmiştir.

Tablo 5.5 E-atıklardan metallerin geri kazanımında uygulanan bazı pirometalurjik prosesler (Cui ve Zhang, 2008)

Proses	Kazanılan metaller	Besleme malzemesi	Proses sonucu
Noranda prosesi (Quebec, Kanada)	Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Se, Te, Ni	Cu konsantresi ve e-atık (100.000 ton/yıl e-atık)	Cu ve değerli metaller için yüksek kazanım
Boliden Rönnskar prosesi (İsveç)	Cu, Ag, Au, Pd, Ni, Se, Zn, Pb	Cu konsantresi ve atık 100.000 ton/yıl atık (%40'ı e-atık)	Cu ve değerli metaller için yüksek kazanım
Umicore değerli metal kazanım prosesi (Hoboken, Belçika)	Baz değerli metaller, Platin grubu metaller , Se, Te, İn	250.000 ton/yıl atık (%10'u e-atık)	Baz/değerli metaller ve diğer metaller (Sb, Bi, Sn, Se, Te, İn) için etkin kazanım

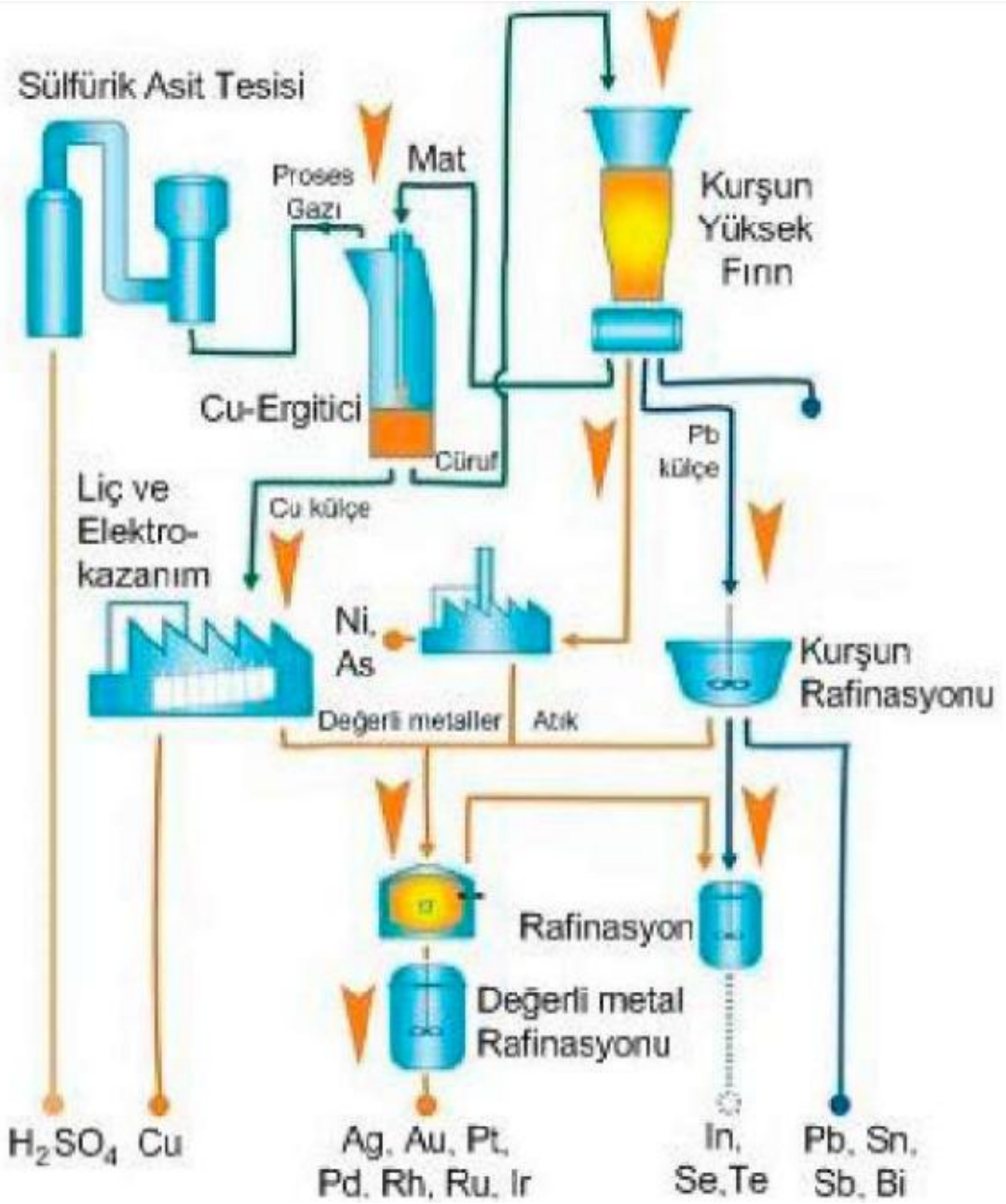
- Noranda prosesine beslenen hammaddenin %14'ünü e-atıklar (100.000 ton/ yıl), geri kalan kısmı ise bakır konsantreleri (~%24 Cu) oluşturmaktadır. E-atıklar, ergitme firmına beslenmeden önce çeşitli ön hazırlık işlemlerinden (ayırma/sınıflama ve boyut küçültme) geçirilmektedir. Ergitme reaktöründe (1250°C) hava ortamında (en fazla %39 O₂) gerçekleşen ergitme sonucunda beslemedeki Fe, Pb ve Zn cüruf fazına geçmektedir. Malzeme içindeki plastik ve diğer yanıcı maddeler enerji maliyetini azaltmaktadır. Bakır ve değerli metalleri içeren mat fazı (%73 Cu) konvertörlere aktarılmaktadır. Elde edilen blister bakır (%98 Cu) anot fırınlarında saflaştırıldıktan sonra (%99,1 Cu) anot kalıplarına dökülmektedir. Kalan kısım (%0,9) Au, Ag, Pt, Pa, Se, Te, Ni vb. metallerini içermektedir. Elektrolitik rafinasyon sonucu elde edilen katot bakır (%99,99) piyasaya sunulmaktadır (Cui ve Zhang, 2008). Noranda Prosesi Şekil 5.3'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Noranda ergitme prosesinin akım şeması (Cui and Zhang, 2008)

- Umicore endüstriyel atıklar, yan ürünler (speiss, anot şlamı vb.), kullanılmış endüstriyel katalizörler, değerli metal külçeleri, oto egzoz katalizörleri ve özellikle e-atıklardan değerli metallerin geri kazanımını hedefleyen bir proses geliştirmiştir. Bu proseste pirometalurjik ve hidrometalurjik süreçler birlikte uygulanmaktadır. E-atıkların içeriğini baskılı devre kartları, çeşitli elektronik bileşenler (çok tabakalı seramik kapasitörler (MLCC), entegre devreler (IC) vb.), bazı otomotiv elektronik bileşenleri, cep telefonları, hesap makineleri, dizüstü bilgisayarlar ve dijital kameralar gibi ürünler oluşturmaktadır (Hagelüken, 2006b). E-atıklar toplam malzeme içinde önemli bir yere sahiptir ve besleme içindeki e-atık miktarının artırılması hedeflenmektedir (MBM, 2001). Atık malzeme IsaSmelt ergitme fırınına beslenmektedir. Besleme malzemesindeki plastik veya diğer organik maddeler ergitme işleminde kok işlevi (indirgeyici ve enerji kaynağı olarak) görmektedir.

Değerli metaller Şekil 5.4'te görüldüğü gibi bakır matıyla birlikte kazanılırken diğer metallerin çoğu kurşun cürufu içinde toplanmaktadır. Bakır matı sırasıyla liç, elektro-kazanım ve değerli metaller için saflaştırma işlemlerine tabi tutulmaktadır. Cüruf, kurşun yüksek fırınına beslenmektedir. Elde edilen kurşun külçesi rafinasyon ve bazı özel metallerin (İn, Se, Te) kazanımı için ikinci bir rafinasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Sülfürik asit tesisinde proses süresince açığa çıkan sülfür SO_2 'ye dönüştürülerek H_2SO_4 üretilmektedir. Ergitme işlemi sırasında açığa çıkan zararlı gazları tutmak için filtre sistemleri kullanılmaktadır. Prosesin gaz emisyonlarının Avrupa limitlerinin altında olduğu bildirilmiştir (Hagelüken, 2006a; Cui and Zhang, 2008). Aşağıda Umicore Prosesinin akım şeması Şekil 5.4.'te ayrıntılarıyla gösterilmiştir.

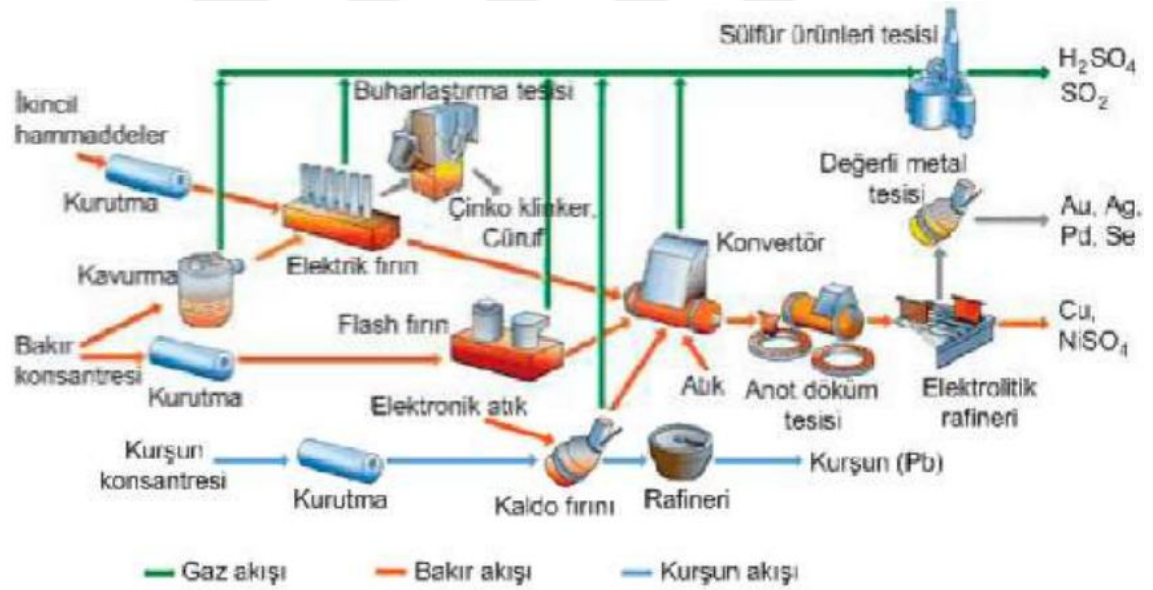


Şekil 5.4 Umicore entegre metal ergitme/saflaştırma tesisinin akım şeması (Hagelüken, 2006a)

- Boliden Rönnskâr ergitme prosesinde bakır konsantreleri ve ikincil bakır içeren hammaddeler işlenmektedir. Bakır konsantresi ve ikinci hammaddeler, içerdikleri bakır oranlarına bağlı olarak farklı aşamalarda prosese beslenmektedir. Bakır içeriği yüksek atıklar doğrudan konvertöre beslenirken elektronik atıklar (bilgisayar ve cep telefonu baskılı devre kartları) göreceli daha düşük bakır içeriğinden dolayı Kaldofırınına beslenmektedir. Proses yılda 100.000 ton atık işleme kapasitesine sahiptir.

Bu miktarın %40'ını e-atıklar oluşturmaktadır. Prosese beslenen e-atık miktarı (ton/yıl) giderek artmaktadır (Boliden, 2005 ve 2009). Kaldo fırınına e-atık ve kurşun konsantreleri karıştırılmış halde beslenmektedir. Şekil 5.5'te görüldüğü gibi kaldo fırınında üretilen bakır alaşımı konvertöre gönderilmektedir. Konvertör sonrası işlemlerle başta Cu olmak üzere çeşitli metaller (Au, Ag, Pd, Ni, Zn ve Se) kazanılmaktadır. Kaldo fırınından çıkan tozlar ise Pb, Sb, İn ve Cd gibi metallerin kazanımı için rafineriye gönderilmektedir (Shuey ve Taylor, 2005; Cui ve Zhang, 2008).

Atık katot ışın tüplü (CRT) monitörlerin camları silisyum, kalsiyum, kurşun ve çeşitli metaller içermektedir. Bu nedenle ergitme işlemlerinde cüruf oluşturmaya katkı olarak kullanılabilir. Ayrıca, ikincil kurşun ergitme fırınlarına beslenerek içerdiği kurşun kazanabilmektedir (Zhang vd., 2000; USGS, 2001).



Şekil 5.5 Boliden Rönnskär ergitme prosesinin akım şeması (Boliden, 2005; Cui ve Zhang, 2008).

5.6.3. Hidrometalurjik ve biyohidrometalurjik geri kazanım yöntemi

Hidrometalurjik süreç, katımadde atıklarının asit serilerinden yada aşındırıcılık işlemlerinden geçirilmesi sürecidir. Daha sonrasında çözeltiler, metal konsantrasyonunun artırımı ve safsızlaştırılması için solvent ekstraksiyonu, adsorpsiyon ve iyon değişimi gibi işlemlere tâbi tutulmaktadır. Metalin geri kazanımı için çözeltilere, elektrolitik arıtım, kimyasal redüksiyon ya da kristilizasyon işlemleri uygulanmaktadır (Tavlarides vd., 1985; Shamsuddin,1986; Sum, 1991; Yang, 1994; Ritcey, 2006; Sadegh vd., 2007).

Pirometalurjik yöntemler ile karşılaştırılacak olursa, hidrometalurjik ve biyohidrometalurjik methodlar; ilk yatırım giderlerinin düşük ve çevresel etkisinin az olduğu ama metal kazanım veriminin yüksek olduğu, nispeten küçük ölçekteki uygulamalar için daha uygundur (YazıcıveDeveci,2009). Fiziksel yöntemlerin hidrometalurjik süreçlerde kullanılması ile birlikte gerçekleşen %10 - %35 oranlarındaki metal kayıpları da böylelikle, en aza indirgenmiş olmaktadır (Goosey ve Kellner, 2002).

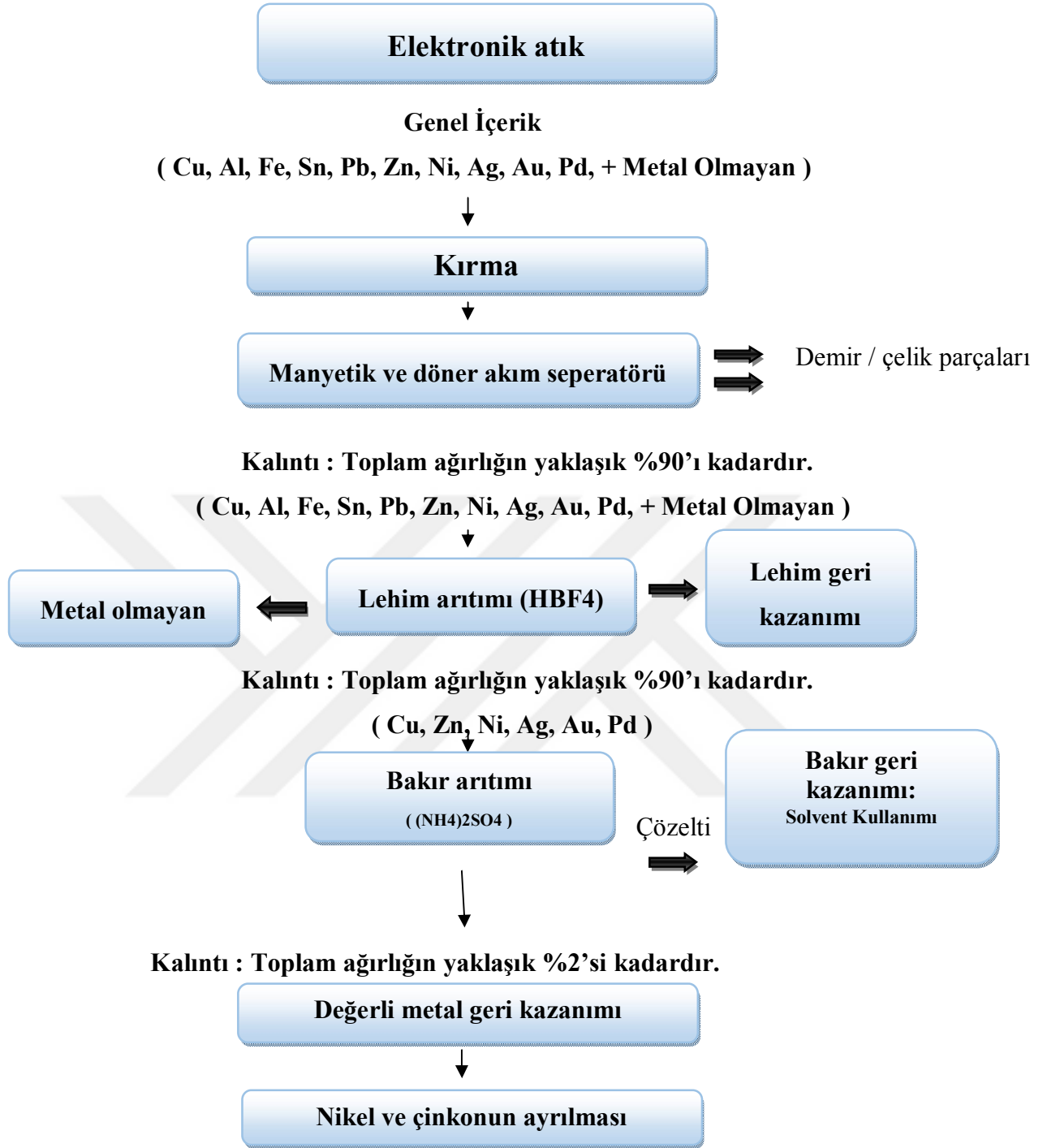
E-atık ekipmanlarından metallerin geri kazanımı için uygulanabilen yöntemlerin karşılaştırılması Tablo 5.6'te özetlenmiştir (Zhang vd., 2000).

Tablo 5.6 E-atık ekipmanlarından metalleri geri kazanımı için uygulanabilen yöntemlerin karşılaştırılması (Zhang vd., 2000)

Yöntem	Avantaj	Dezavantaj
Fiziksel yöntemler	- Tüm e-atık çeşitleri için uygun - Zararlı gaz çıkışı yok - Basit prosesler	- Metal/değerli metal kaybı yüksek - Elde edilen ürünün ekstraktif metalurjik işlemlere (liç, ergitme vb.) tabi tutulması gerekli - Toz problemi var
Pirometalurjik yöntemler	-Çoğu e-atık türü için -Bazı e-atık türleri için boyut küçültme aşaması gerekli değil -Plastikler ergitme işleminde enerji kaynağı olarak işlev görebilir	- Sadece değerli metal içeriği yüksek atıklar için ekonomik - E-atık içindeki seramik ve cam malzemeler cüruf miktarını artırır ve bu da metal/değerli metal kaybını yükseltir -Al ve Zn kazanımı mümkün değil -Pahalı ve enerji yoğun bir işlem -Zararlı gaz çıkışı var (dioksinler ve furonlar)
Hidrometalurjik yöntemler	-Küçük ölçekte uygulanabilir -Daha esnek -Metal kazanma verimi yüksek -Yüksek saflıkta ürün eldesi -Çevresel etkisi düşük -Zararlı gaz çıkışı yok -Toz problemi yok	-Ön hazırlık işlemi gerektirir -Atık çözeltinin arıtılması gerekli -Yan ürün eldesi zor
Biyohidrometalurjik yöntemler	-Küçük kapasiteli, küçük ölçekli işletmeler için uygun -Çevresel etkisi düşük -Zararlı gaz çıkışı yok -Toz problemi yok	-Liç süresi uzun (gün) -Metallerin toksik etkisi liç işlemini olumsuz etkiler - Liç için katı oranı nispeten düşük (<%20)

5.6.4. Değerli metallerin geri kazanımı

Elektronik atıklardan değerli metallerin geri kazanılması, özellikle ekonomik açıdan büyük kar getirecek proseslerden biridir. E-atıklardan geri kazanılan değerli metallerin başında altın gelmektedir. Baskı devre kartı (PCB) değerli metallerinin geri kazanım süreci Şekil 5.6’da görüldüğü gibi birçok aşamadan oluşmaktadır.

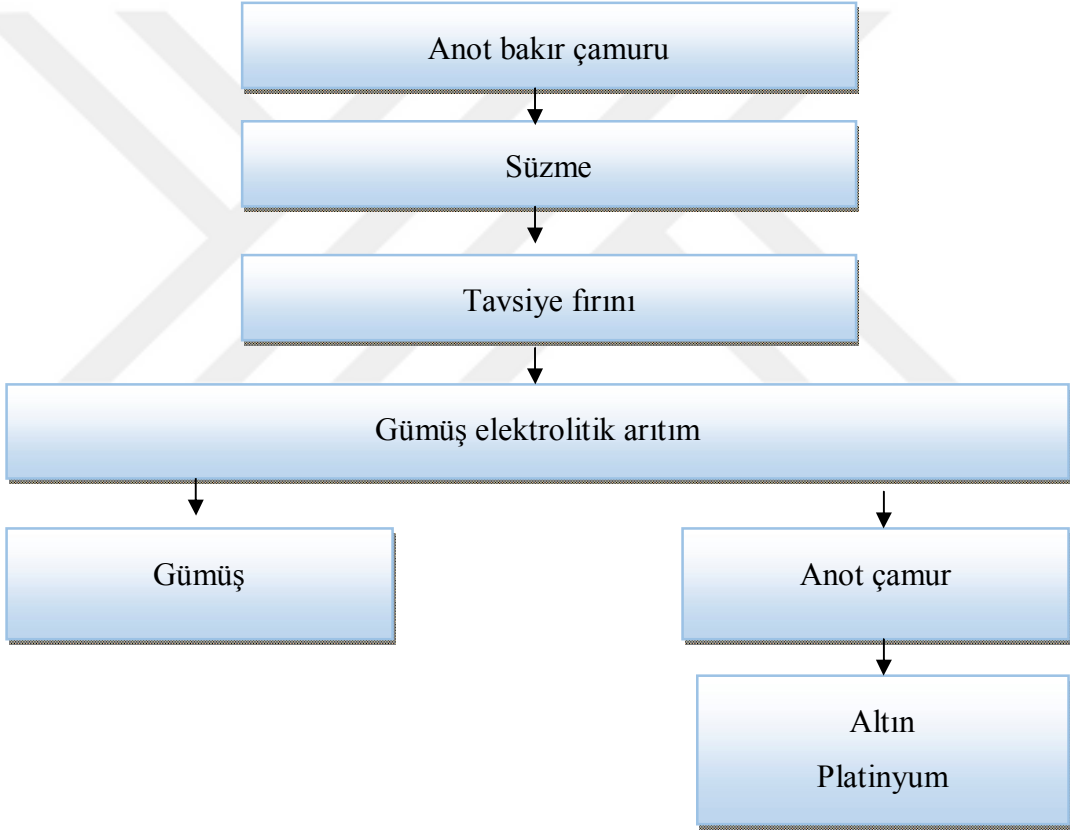


Şekil 5.6 Baskılı devre kartı (PCB) metallerinin geri kazanım prosesi (Çevikel, 2009)

Bir değerli metal rafinerisinde, Altın, Gümüş, Paladyum ve Platin geri kazanımı sağlanmaktadır. Bakır elektrolizinde oluşan anot çamuru basınçla süzölmektedir. Şekil 5.7’de göröldüğü gibi bu süzme işleminden sonra geride kalan materyaller

kurutularak eritici maddelerin ilavesinden sonra bir değermetal fırınında eritilmektedir. Eritme işlemi esnasında Selenyum'un geri kazanımı gerçekleştirilmektedir. Bu işlemden sonra öncelikle Gümüş olmak üzere elektronik atıktan geriye kalan materyaller bir Gümüş anota boşaltılmaktadır. Bundan sonraki yüksek yoğunluklu elektrolitik rafinasyon prosesinde yüksek saflıkta Gümüş katodu ve Altın anot çamuru oluşmaktadır. Oluşan Altın çamuru daha sonra süzülerek elde edilen yüksek saflıktaki Altın, Paladyum ve Platin çamurlarıyla birlikte çöktürülmektedir (Çevikel,2009).

Değerli metallerin geri kazanım süreci Şekil 5.7'de gösterilmiştir.



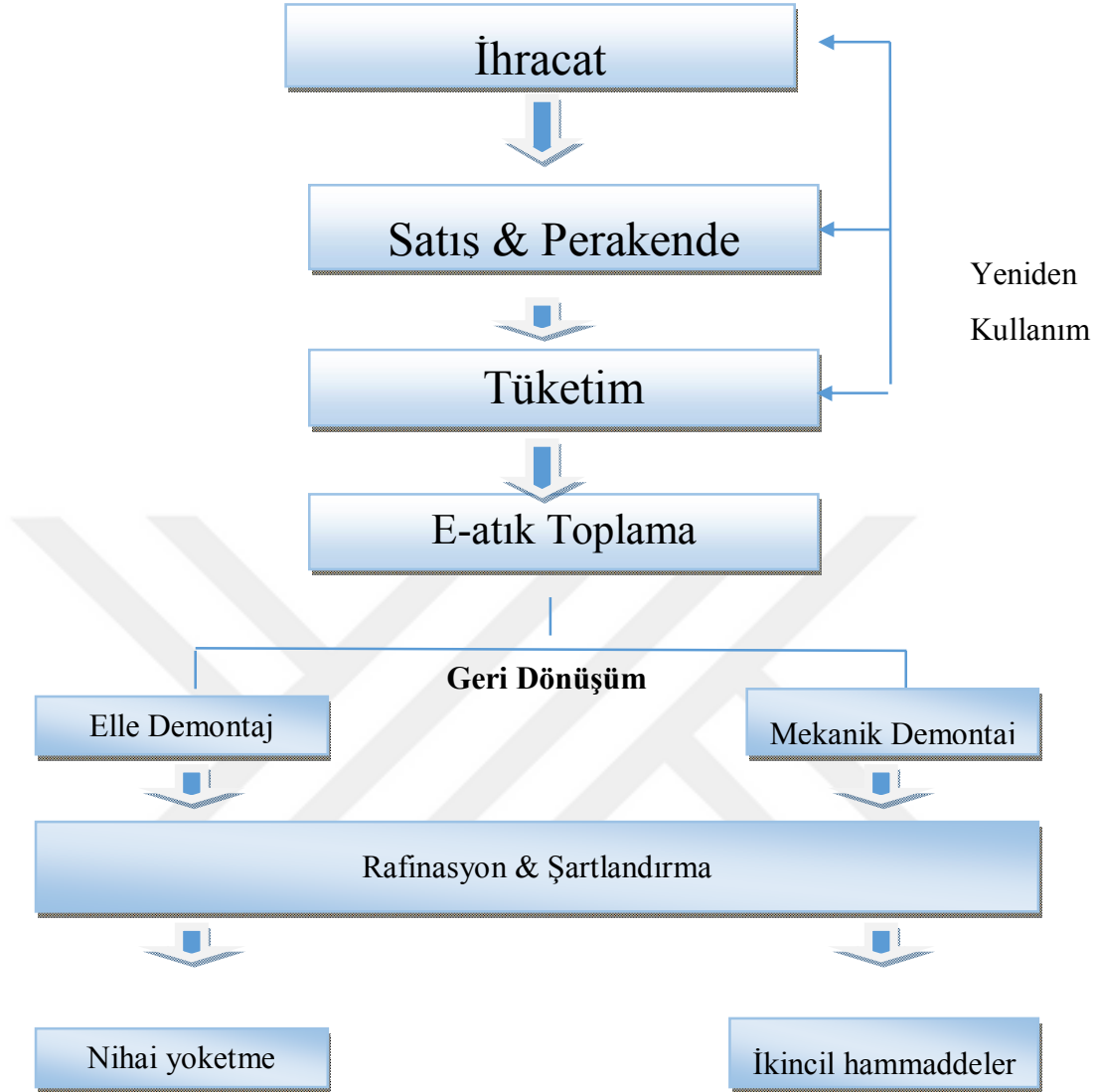
Şekil 5.7 Değerli metallerin geri kazanım süreci (Çevikel, 2009)

5.7. Geri Dönüşüm

Elektronik atıklar için geri dönüşüm işlemi şartlara ve uygulanacak yöntemlere göredeğişmektedir. Özellikle resmi olmayan geri dönüşüm endüstrileri nedeniyle hedeflenen geri dönüşüm seviyelerine ulaşamamaktadır. İnsanlar için geçim kaynağı olan gayriresmi geri dönüşüm endüstrilerindeki öncelik e-atıklardaki değerli metallerdir. Mali kazancın ön planda tutulduğu bu endüstrilerde çevre zararları ve insan sağlığı için riskler önemslenmediği için ciddi problem arz etmektedir.

Verimsiz geri dönüşümün olduğu bu endüstriler sebebiyle bu sektörün dönüşmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Değerlendirilmek üzere tesise getirilen atıklar için öncelik çalışır halde olup olmadığı kontrol edilerek, çalışır halde olanların tekrar kullanımını sağlamaktır. Çalışmayanlar ise manuel ve mekanik metotlarla parçalara ayrılmaktadır. Çalışan parçalar ve tehlikeli kısımlardan geriye kalan e-atık için malzemenin kazanımısüreci başlamaktadır (Çelik,2007).

E-atıkların alım-satımından itibaren nihai bertarafına veya ikincil hammaddelere dönüşümüne kadar izlediği yol Şekil 5.8’de verilmiştir.



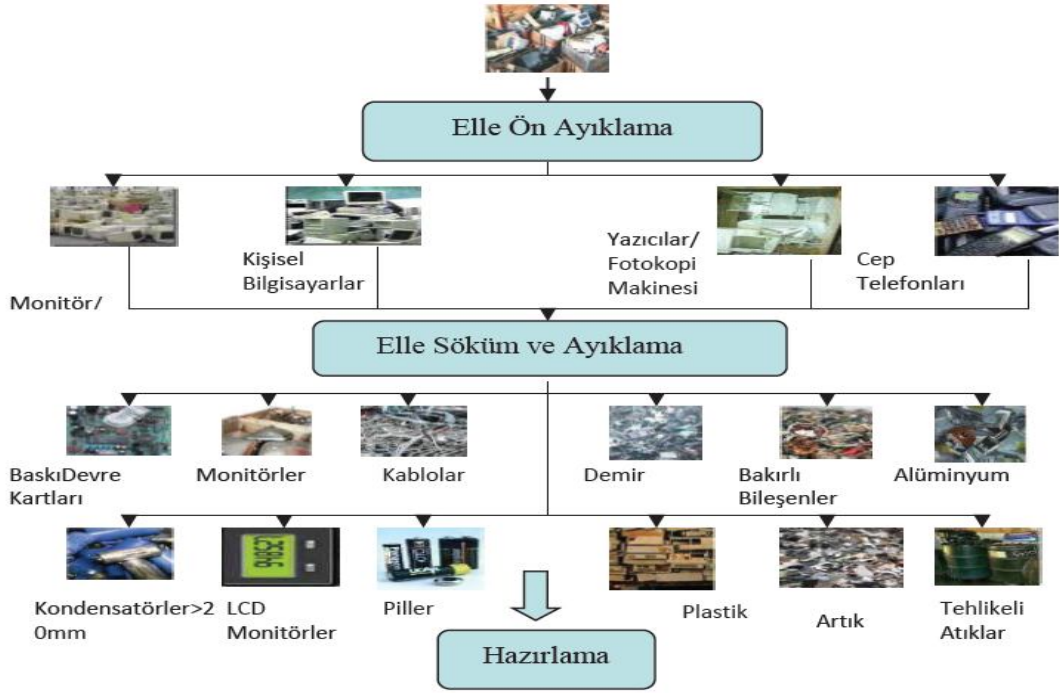
Şekil 5.8 E-atık geri dönüşüm akım şeması (Çelik, 2007)

5.7.1. E-Atık geri dönüşümü için el/mekanik demontaj/ayırma

5.7.1.1.Elle demontaj

Geri dönüşüm işleminin ilk adımı elle parçalara ayırmaktır. Bu işlemde e-atıkta bulunan zararlı bileşenler geri dönüştürülebilecek yararlı malzemelerden uzaklaştırılmış olur. Basit araç gereçlerden yararlanılan bu işlemde e-atık sınıflara ayrılmış olur. Şekil 5.9’da belirtilen atık haline gelmiş elektronik cihazlardan, Şekil

5.10'da görüldüğü üzere, el ile veya mekanik olarak metal, plastik ve çipler geri kazanılmaktadır.



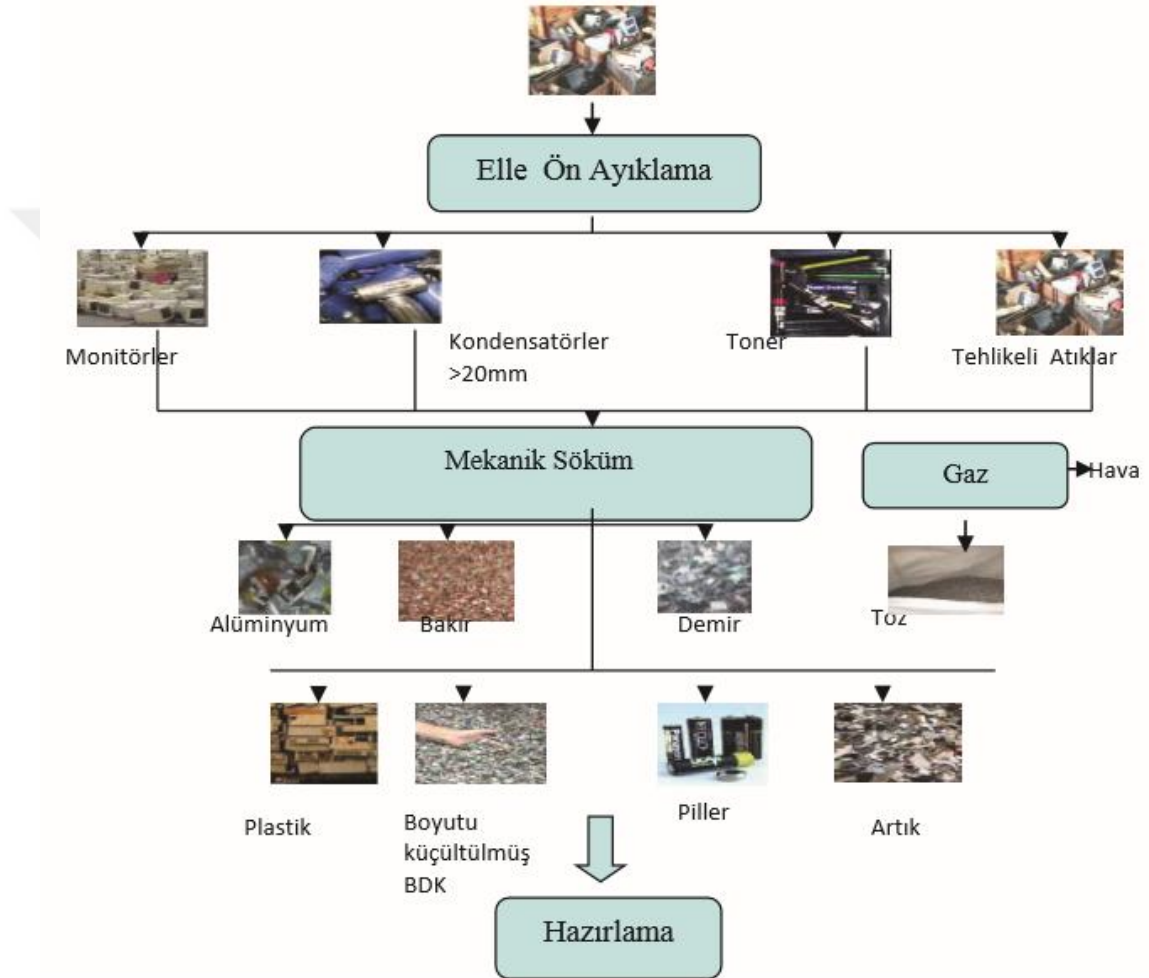
Şekil 5.9 Elle söküm işleminin aşamaları (Sayman vd., 2015)



Şekil 5.10 E-Atıkların el ile mekanik olarak ayrılması esnasında ayrılan metal, plastik ve çipler (Kahraman, 2014)

5.7.1.2. Mekanik demontaj

Elle sökümde sonra, makinelerle e-atıkların tehlikeli parçalarının değerlendirilebilir parçalarından ayrıldığı adımdır. Bu işlemde zehirli gazlar açığa çıkmaktadır. Bu gazlar gaz bertaraf sistemlerinde arındırılmaktadır. Küçük boyuttakiler ise hava filtrelerinde toplanmaktadır. Şekil 5.11’de ayrılan parçalar ve gaz çıkışı gösterilmiştir.

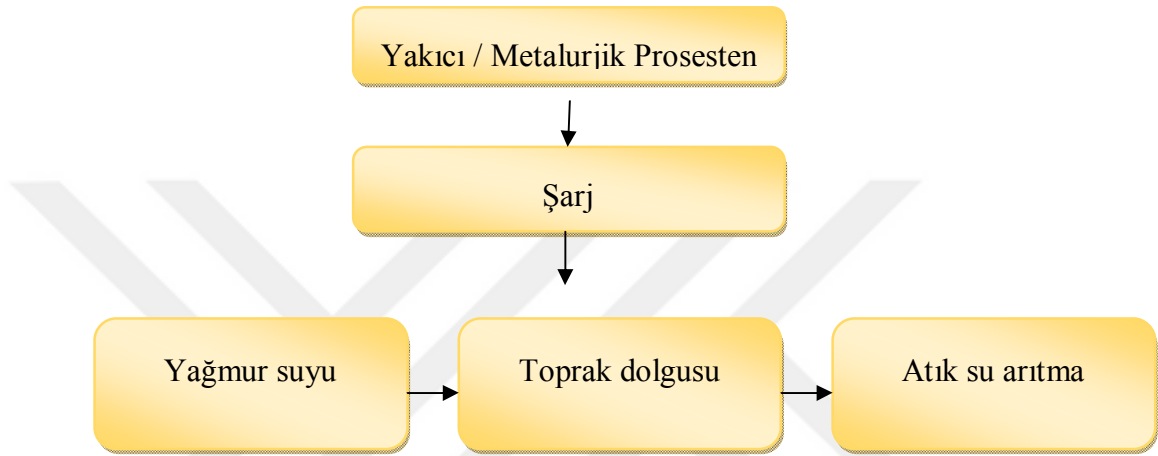


Şekil 5.11 Mekanik sökümün aşamaları (Sayman vd., 2015)

5.7.1.3. Rafinasyon/şartlandırma ve nihai yok etme

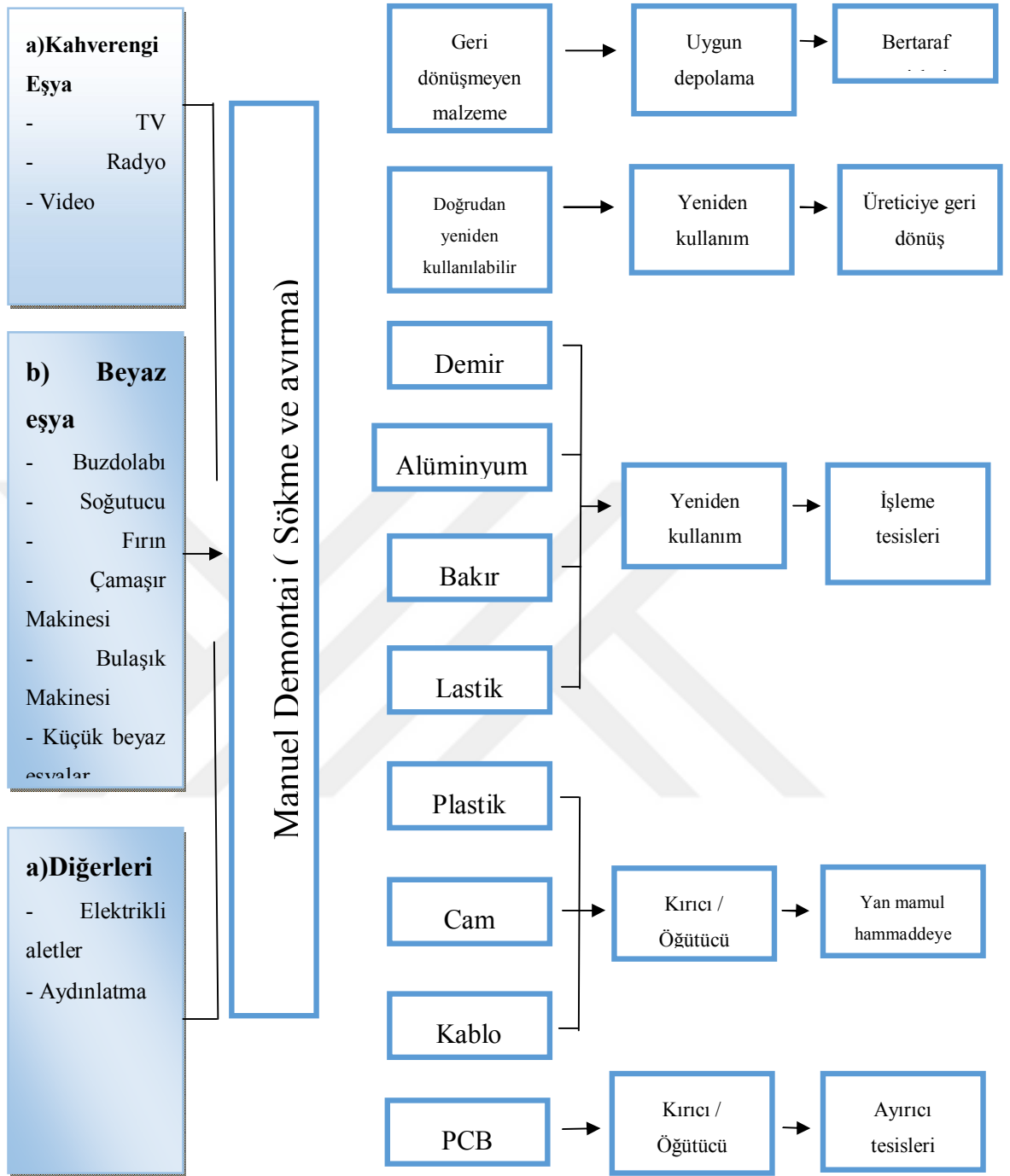
İkincil malzeme olarak satılmak veya nihai olarak bertaraf edilmek için birçok e-atık kısmının rafinasyon veya şartlandırmaya ihtiyacı vardır. Rafinasyon işlemi, mekanik, termal ve kimyasal süreçleri içermekte ve piller, CRT, demir içeren ya da

içermeyen metaller, geri dönüşebilir plastikler ile basılı devrelerde kullanılmaktadır. Demontaj, rafinasyon veya şartlandırma işlemi sonrası çıkan malzeme, nihai bertaraf için gömülmektedir. Yanabilir malzemelerin ve tehlikeli maddelerin toprağa gömülemeyeceği hakkında yönetmelikler mevcuttur. Nihai atıkların özel hazırlanmış sızdırmaz atık sahalarında depolanması gerekmektedir (Kaya ve Sözeri, 2007).



Şekil 5.12 E-atık toprak dolgu sistemi (Kaya ve Sözeri, 2007)

Atık elektrikli ve elektronik eşyaların kategorileri, bu kategorilerdeki ürünler ve ürünlerin değerlendirme yerleri Şekil 5.13’de gösterilmiştir. Şekil 5.13’de görüldüğü gibi AEEE (atık elektrikli ve elektronik eşyalar) özelliklerine bağlı olarak kimisi doğrudan yeniden kullanıma gönderilmekteyken kimisi ise direkt bertaraf tesisine gönderilmektedir.



Şekil 5.13 E-Atık geri dönüşüm aşamaları (Yılmaz, 2006)

5.7.2. Elektronik Atık Geri Dönüşüm Prosesi

Kırıcı: Kırıcıda atıklar belli bir büyüklüğe indirgenmektedir. Böylece demirli kısmın demirsiz kısım ve plastiklerden ayrılması daha kolay sağlanacaktır (Şekil 5.14).

Mıknatıslı Konveyör: Burada bir boşaltma konveyörünün üzerinde bulunan kırılmış atıklar bir mıknatıslı konveyörün altından geçer ve serbest çeliğin çoğu ayrışır (Şekil 5.14).

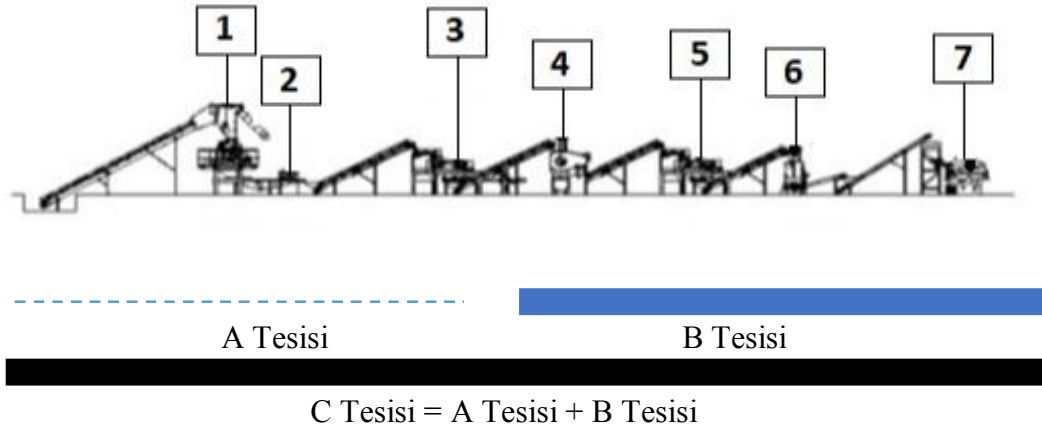
Girdap Akımı Ayırıcı 1: İlk ‘Girdap Akımı Ayırıcısı’, karışık ağır metal parçalarını ayırır. Bunların içinde bulunan temiz çelik özenle seçilmiş olacaktır (Şekil 5.15).

Ağır Ön-Kırıcı: Burada malzeme ikinci girdap akımı ayırıcısındaki daha önemli ayrıştırma için gerekli boyutlara küçültmektedir (Şekil 5.14).

Girdap Akımı Ayırıcı 2: Burada hafif metal parçaları ayrıştırılmaktadır.

Ağır Granülatör: Malzemenin son kez boyutu indirgenerek “ayırıcı tabla” için hazırlanmaktadır.

Ayırıcı Tabla / Yoğunluk Farkı ile Ayrıştırma: Ayırıcı tabla, kalan parçaların plastik parçalara ve karışık metal parçalara son ayrıştırması için kullanılır (Yılmaz, 2006).



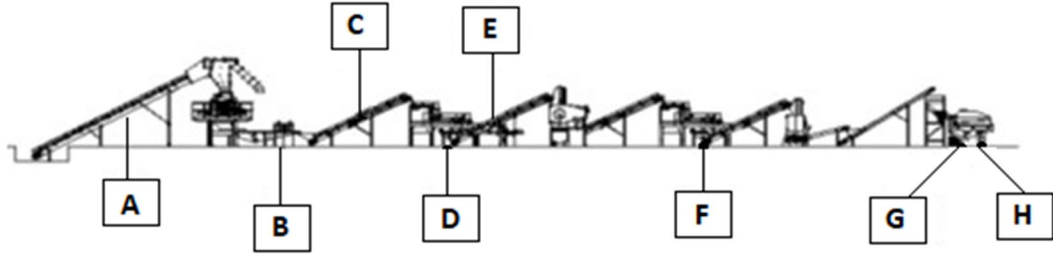
Şekil 5.14 Elektronik Atıkların Sınıflandırılmasında Standart Bir Tesis (Yılmaz, 2006)

A - Ön kırıcı ve mıknatıs :

1. Shredder (Doğrayıcı)
2. Mıknatıslı konveyör
3. Girdap akım sistemi

B - Granülätör + Mıknatıs + Malzeme sınıflandırma :

4. Ağır ön kırıcı sistem
5. Girdap akım sistemi
6. Ağır granülätör
7. Ayırıcı tabla



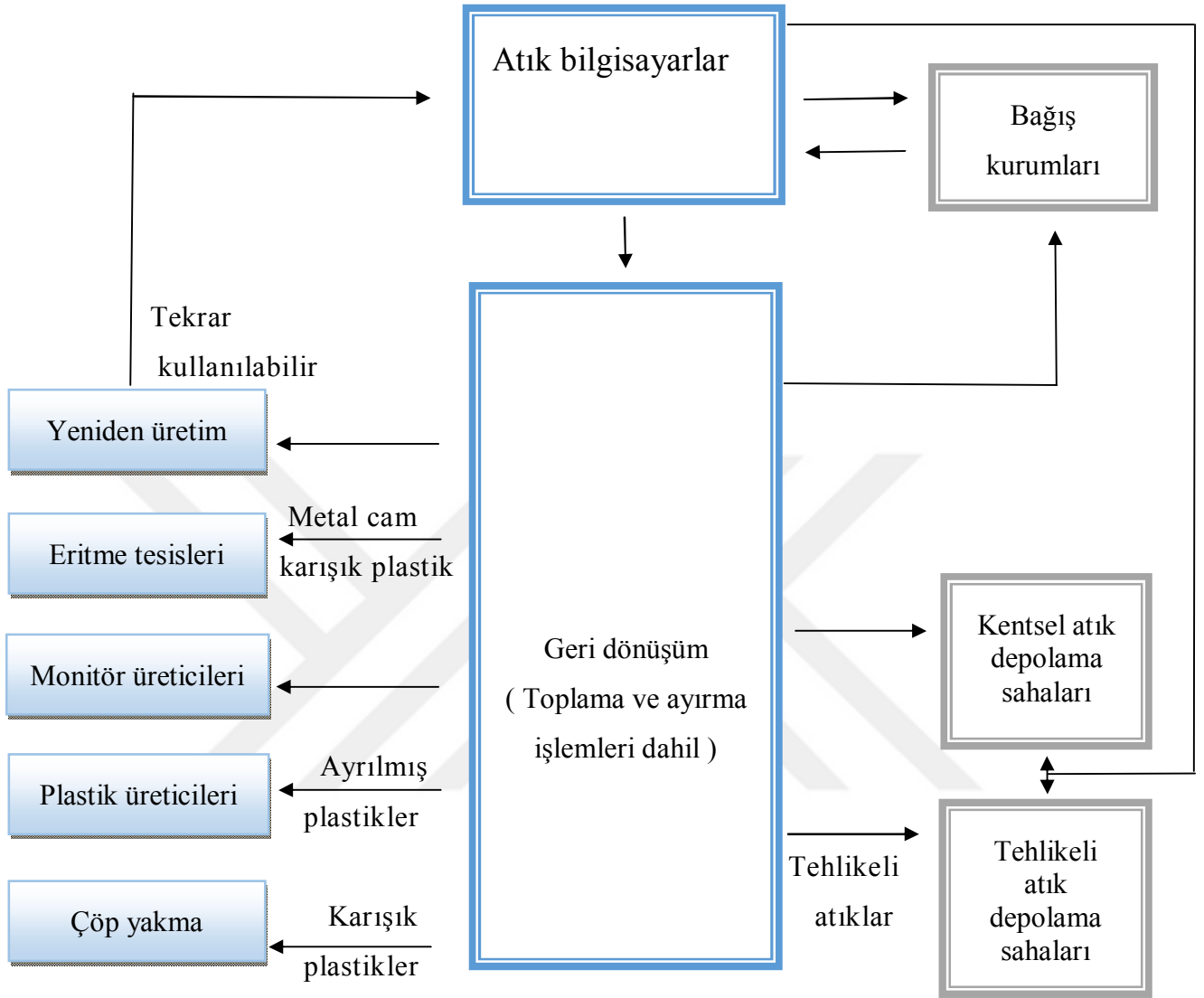
Şekil 5.15 Tesis içerisinde malzeme akışı (Yılmaz, 2006)

Çıkan parçalar ;

- A : Giriş malzemesi
B : Kırıcıdan sonra demir malzeme
C : Girdap akımı ayırıcısı 1 için karışık malzeme
D : Girdap akımı ayırıcısı 1 'den sonra metal parçaları
E : Temiz çelik (elle ayrılmış)
F : Girdap akımı ayırıcısı 2 çıkışı metal parçaları
G : Ayırıcı tabladan çıkan plastik parçalar
H : Ayırıcı tabladan metal parçalar

5.7.2.1. Atık bilgisayarlara uygulanan geri dönüşüm prosesi

Toplanan bilgisayarların öncelikle çalışır halde olup olmadığı kontrol edilir. Çalışır durumda olan bilgisayarlar yaşam kalitesi düşük olan yerlere bağışlanmaktadır. Geri kazanılan değerli metaller, plastikler ve camlar fırınlarda eritilerek ikincil hammadde olarak kullanılırlar. Kullanılabilecek durumdaki plastikler plastik üreticilerine gönderilirken kullanılamayacak durumda olanlar ise çöp yakma tesislerine gönderilir. Tehlikeli malzemeler depolama sahalarına gönderilir. Geriye kalan tehlikesiz atıklar ise belediyelere ait kentsel depolama alanlarına gönderilir, çöplerle beraber dolgu malzemesi olarak gömülürler. Geri kazandırılmış metal, cam ve plastik gibi malzemeler, yüksek fırınlarda eritilme yoluyla ikincil hammadde olmakta, kullanılabilecek durumdaki plastikler plastik üreticilerine, uygun cam materyal monitör üreticilerine, değerlendirilemeyecek durumdaki plastikler de enerji edinimi için çöplerin yakıldığı tesislere gönderilmektedir. Şekil 5.16 'da atık bilgisayarlara ait geri dönüşüm aşamaları ayrıntılarıyla gösterilmiştir.



Şekil 5.16 Atık bilgisayarların geri dönüşümündeki safhalar (Yılmaz, 2006)

5.7.2.2. Plastiklerin geri dönüşümü

Metallerden sonra elektronik atıklar içinde enyüksek geri dönüşüm değerine sahip maddeler plastiklerdir. Buna rağmen elektronik atık olarak toplanan tüm plastiklerin sadece küçük bir kısmı (%25’den daha az) gerçekte geri dönüştürülmektedir. Oranın bu derece az olmasının sebebi geri dönüşümü karmaşık hale getiren plastiğin çok sayıda polimer ve katkı maddesi içeren bir yapıya sahip olması olarak açıklanmaktadır. Ayırma genellikle süzme, yoğunluk ayırma (sulu veya sulu

olmayan ortamda), elektrostatik ayırma (örneğin triboelektrik ayırma), hava ayırma gibiteknikler kullanılarak öğütme ve granüle etme gibi çeşitli boyut küçültme çalışmalarıyla kombinasyon halinde yapılmaktadır (Kang & Schoenung, 2006).

Boya ve kaplama; öğütme, aşındırma, yüksek sıcaklıktaki sulu çözeltiler içinde çözerek soyma ve yıkama işlemleriyle ortadan kaldırılırken, diğer yabancı maddelerde parçalanmış elektronik atıkların arıtımı için kullanılan manyetik ayırma, girdap akımı ve hava ayırma işlemiyle giderilmektedir. Geri dönüşüme ayrılmış plastikler daha sonra erime, kalıplama ve ekstrüzyon yoluyla yeni plastik ürünlere dönüştürülebilmektedir. Plastik materyallerin geri dönüşümü konusunda yeni metotların geliştirilmesine yönelik girişimlerden bazıları: plastiklerin kok kömürüne, kok fırını gazına ve diğer başka kimyasallara dönüşmesini sağlayan piroliz ve depolimerizasyon teknikleridir (Kang & Schoenung, 2006).

Elektronik atıkların içeriğinde bulunan plastikler, çoğu zaman teorik olarak bahsedildiği gibi doğru bir şekilde geri dönüştürülememektedir. Çoğu ısı ve enerji geri kazanım sistemi ile belediyelerin atık fırınında yakılırken, sadece az bir kısmı ise katı atık depolama alanlarına bırakılmaktadırlar(Kang & Schoenung, 2006).

5.8. Kontrol Olmadan Yapılan İşlemler

5.8.1. Kontrololmadan elle demontaj

Önlem alınmadan yapılan geri dönüşümde genellikle keski, çekiç, tornavida, pense gibi aletler kullanılarak çıplak elle söküm yapılmaktadır. TV ve bilgisayar montajında Tablo 5.7’de görüldüğü gibi daha çok cam, plastik gibi malzemeler geri kazanılmaktadır. Bilgisayar demontajında ise bunlara ilaveten demir, kurşun, alüminyum, bakır gibi malzemeler geri kazanılmaktadır. Basel Eylem Ağı ve Silikon Vadisi Toksik Mücadele Koalisyonu’nun 2002’de yayınladığı rapora göre elektronik atığın kontrolsüz geri dönüşümünde ayrılan bileşenler aşağıdaki gibidir:

- Bakır içeren malzemeler (Motorlar, teller ve kablolar, CRT bağları)
- Çelik (dâhili bilgisayar çerçeveler, güç kaynağı yuvaları, yazıcı parçaları vb.)
- Plastik (bilgisayar gövdeleri, yazıcılar, faksler, monitör, klavye vb.)
- Alüminyum (yazıcı parçaları vb.)

- Yazıcı toneri

- PC kartları (Çevikel, 2009)

Tablo 5.7 TV ve bilgisayar demontajı sonucunda çıkan malzeme oranları (Çevikel, 2009)

Madde	Televizyon	Bilgisayar
Cam	47,6	24,8
Plastik	14,7	23
Baskılı elektrik panosu	5,6	-
Değerli Metal	27,1	0,02
Demir	0	20,47
Kurşun	0	6,3
Alüminyum	0	14,17
Bakır	4,8	6,3
Diğer	0	4,3
Toplam	100	100

5.8.2. Kontrolsüz şartlarda metallerin asit ekstraksiyonu

Hem Çin’de hem Hindistan’da ilkel hidrometalürjik yöntemler elektronik atıklar üzerinden metallerin geri kazanımı için kullanılmaktadır (Bringden vd., 2005; Puckett vd., 2002). PC kartları ve diğer bileşenler aşırı ısınmış küçük ateşte kuvvetli asit çözeltileri ile çözünmektedirler. Değerli metaller çökeltilip çözeltiden ayrılmadan önce işçiler saatlerce karışımı dalgalı bir şekilde karıştırmaktadırlar ve sağlıklarını riske atmaktadırlar.

5.8.3. Kontrolsüz şartlarda parçalama, eritme ve plastik çıkarımı

Plastikler (renk veya yoğunluklarına göre) normal bir şekilde ayrıldıktan sonra öğütülmüş daha küçük parçalara dönüştürülmektedirler. Hindistan, Çin ve Asya ülkelerinde genellikle çocuklar bu görevler için istihdam edilmektedir (Puckett vd., 2002).

Bu işlemler genellikle hiçbir solunum koruması kullanılmadan işçiler tarafından yetersiz havalandırılan odalarda yürütülmektedir. Elektronik atıklarda bulunan

plastiklerin büyük bir kısmı kirli olmaları ve çok sayıda renge sahip olmalarından dolayı geri dönüşüme uygun görülmediklerinden, genellikle yakılmaktadırlar (Bringden vd., 2005; Puckett vd., 2002).

5.8.4.KontROLSÜZ ŞARTLARDA YAKMA İŞLEMİ

Bazı elektronik atık parçaları, plastikle kaplı olan metallerin geri kazanımı için atmosfere açık alanlarda kontrolsüzce yakılan ateşlerde işlem görmektedirler. Bu atıklar, plastik ile kaplanmış olan tellerin yanı sıra diğer kompleks bileşenleride içermektedirler (Bringden vd., 2005). Bu yöntem Çin ve Hindistan'da yaygın olarak kullanılmakla beraber Gana gibi Afrika ülkelerinde ve bazı sanayileşmiş ülkelerde yasal olmayarak kullanımları da söz konusudur (Bringden vd., 2005)

5.8.5. Toner temizleme (sweeping)

Toner kartuşları içlerinde kalan tonerin alınabilmesi için hiçbir önlem alınmaksızın, tornavida kullanılarak ayrılmaktadırlar. Boş kartuşların alana atılmasının ardından içlerindeki toner boya fırçaları kullanılarak kovalarda toplanmakta ve bu kontrolsüz yöntem genellikle korumasız işçileri çevreleyen toner bulutlarının oluşmasına neden olmaktadır. Boş kartuş kaplarının yağışlarla birlikte suya kavuşması sonrasında ise kartuş boyaları yer altı suyuna sızmaktadır (Puckett vd., 2002).

6. AEEE YÖNETİMİNDE AB DİREKTİFLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ YASAL DURUM

6.1. Atık Elektrikli ve ElektronikEşya Yönetiminde AB Direktifleri

Avrupa Birliği atık yönetiminde Avrupa'nın kaynaklarının verimli kullanımını arttırırken çevresel zararları azaltmayı amaç edinmiştir. Atık Hiyerarşisi kapsamında atığın bertarafı en son seçenek iken atık önleme ise en önemli faktördür. Atıkların kazanımı için öncelik yeniden kullanımını sağlamaktır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda ise geri dönüşüm ya da geri kazanım yöntemleriyle atıklar değerlendirilmelidir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Atık hiyerarşisi

Avrupa Birliği'nin çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı etkisi olan maddelerin kullanımını sınırlandıran RoHS ile e-atıkların geri kazanımını zorunlu tutan WEEE yönetmelikleri ile birliğin gelişen teknolojinin çevreye verdiği büyük zarardan, çevreyi ve insan sağlığını koruyabilmek için 2003 yılında uygulamaya geçmiştir.

Avrupa Birliği sınırları içerisinde üretilen ya da satışa sunulan elektrikli ve elektronik ürünlerin, 1 Ocak 2006'dan itibaren RoHS (The Restriction of The Use of Certain Hazardous in Electrical and Electronic Equipment) ve WEEE (Waste Electrical and

Electronic Equipment Directive) yönetmeliğine uyumluluğu zorunludur (<https://www.bimel.com.tr/tr/rohs-ve-weee>).

6.1.1. Basel Sözleşmesi

Özellikle, çevreye yönelik kaygıların artışı, elektronik atıkların geri dönüşüm ve kazanımına şart koşan bazı uluslararası sözleşme ve yasal düzenlemelerin yapılmasını zorunlu hale getirmiştir (Widmer vd, 2005; Kaya ve Sözeri, 2007). Bu amaç ışığında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından, e-atıklar ile birlikte zararlı atıkların üretiminin azaltılması, gelişmiş ülkelere diğer ülkelere ithalat ve sevkiyatının yasaklanması ve atıkların bulundukları bölgelerde geri dönüşüm ve geri kazanıma tâbi tutulmasını öngören bir anlaşma hazırlanmıştır. Basel Sözleşmesi (Basel Convention) olarak da bilinen bu anlaşma, 1989'dahazırlanmış ve 1992'deyürürlüğe konmuştur. Türkiye dâhil, 170 ülke tarafından imza altına alınmıştır (UNEP, 2005; Widmer vd, 2005) ve söz konusu anlaşma, imzalayan her devleti bağlayıcı nitelikte bir uluslararası hukuk belgesidir (Anonim, 1998).

Basel Sözleşmesinin asıl amacı, çevreye dost ve güvenilir yöntemler ile zararlı atık üretimini en aza indirgeyerek, insan sağlığı ve çevrenin korunması olmuştur. Basel Sözleşmesi zararlı atıkların, imalat, depolama, taşınma, işlenme, tekrar kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf edilmesine kadar olan tüm aşamalarda, sıkı kontrollerin uygulanışı beraberinde, bütüncül bir ürün ömrü çevirim programı yaklaşımı çerçevesinde geri elde edilmesini talep etmiştir (White vd, 2003).

Basel Sözleşmesi ile;

- 1) Tehlikeli atık üretimini, kaynağında en aza indirme,
- 2) Sınırlı atık hareketlerinin kontrol altına alınması ve azaltılması,
- 3) İnsan sağlığı ve çevrenin, çevre kirliliğinin önüne geçilerek korunması için atıkların, çevreye duyarlı yönetim biçiminin sağlanması amaçlanmaktadır (Nanda ve Pring, 2014).

Üretici ve tüketici tarafından genellikle değersiz olarak sınıflanan tehlikeli atıklar, aynı mendenle elden çıkarılan evsel ve/veya sanayi yan ürünü kökenli tehlikeli ve zararlı maddelerdir. Ayrıca, tehlikeli kimyasal maddeler ile temas etmiş olan veya eden her türlü madde veya malzeme de tehlikeli atık sayılmaktadır (Özkaya, 2017).

E-atık, civa, kurşun ve bromlu alev geciktiriciler gibi toksik materyal varlığı nedeni ile tehlikeli atık olarak kategorize edilir ve Basel Sözleşmesi'ne istinâdende tehlikeli atık olarak değerlendirilmektedir (Secretariat of the Basel Convention, 2017).

2872 sayılı Çevre Kanununa uygun olarak hazırlanan T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 14.03.2005 tarihli Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınımının ve Bertarafının Kontrolü Yönetmeliği Basel Sözleşmesine dayalıdır. 2015 yılında Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Atıkların Yönetimine dair yönetmelik birleşerek Atık Yönetimi Yönetmeliği adını almıştır. Yönetmelik boyunca tehlikeli atık sınıfına giren elektrikli ve elektronik ekipman atıkları şu şekilde maddelenmiştir;

- 1) PCB içeren transformatör ve kapasitörler
- 2) İlk maddedeyer alanların dışındaki PCB içeren, üzerine PCB bulaşanve ıskarta ekipmanları
- 3) Kloroflorokarbon, HCFC, HFC içeren ıskarta ekipmanları
- 4) Serbest asbest içeren ıskarta ekipmanları
- 5) Yukarıdaki maddelerde bahsedilenler hariç, tehlikeli bileşenleribarındıran ıskarta ekipmanları (elektrikli ve elektronik ekipmanların arasındaki tehlikeli bileşenler arasında akümülatör ve piller ile tehlikeli olarak işaretlenmiş olan civalı anahtarlar ve benzerleri).

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2006 yılı tarihli T.C. 2007-2023 AB Çevre Uyum Stratejisi Raporu'nda, Türkiye'deki tehlikeli atıkların üretimine ait verilerin sınırlı olduğu, bu sebeple tehlikeli atık yükünün deniz yolu ile taşınmasında, idari ve teknik anlamda ülkemiz altyapısının geliştirilmesine dikkat çekilmektedir.

6.1.2. Weee ve RoHS direktifleri

1990'larda az sayıda gelişmekte olan ve çok sayıda gelişmiş toplamda 15 Avrupa ülkesinin oluşturduğu bir birlik olan Avrupa Birliği'nde, yıllık miktarı 7 milyon tona ulaşmış bir e-atık üretiminden söz edilmektedir. Gerek Avrupa Birliği'nin üye olan ülke sayısının 15'ten 27'ye ulaşması, gerekse gelişen farklı bir takım interpolasyon ve ekstrapolasyon teknikleri ile e-atıkların 2020 yılı için % 2,5-2,7'lik bir ivme ile artarak yaklaşık 12,3 milyon tona ulaşacağı öngörülmektedir. Yapılan bu

projeksiyonlar ve değerlendirilen öngörüler neticesinde Avrupa Birliği'nde atık elektrikli eşyalara ve elektroniğe yönelik yönetime olan ihtiyaç hissedilerek girişimler başlamıştır (Huisman vd., 2007).

Bu girişimler sonrasında AB Komisyonu, 13 Haziran 2000 tarihinde, elektrikli ve elektronik ekipman atıkları ve elektrikli ve bunların içerdii bazı zararlı maddelerin kullanımının sınırlandırılmasına ilişkin taslak bir direktif yayınlamıştır (EU, 2000). 2003 yılında, 3 yıl süren çalışmalar neticesinde Avrupa Birliği'ne ait e-atık yönetiminin esas alan 2 adet direktif ile yasal bir zemin oluşturulmuştur.

Bu direktifler aşğıdaki gibidir:

- Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlar Direktifi, 2002/96/EC (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive-WEEE)
- Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlarda Bazı Zararlı Madde Kullanımının Sınırlandırılması Direktifi, 2002/95/EC (The Restriction of The Use of Certain Hazardous in Electrical and Electronic Equipment -RoHS)

6.1.2.1. Atık elektrikli ve elektronik ekipmanlar direktifi (WEEE)

WEEE Direktifi Avrupa Birliği'nin gündemine ilk defa 1995 yılında e-atıklardaki toksik karakterdeki maddelerin varlığından duyulan endişe ile gelmiştir. Daha sonra gelişmiş üretici sorumluluğu ve take-back (bir çeşit depozito) sistemlerine sahip Avusturya, İsviçre, İsveç, Norveç ve Hollanda gibi ülkelerin girişimleri ile 2002 yılında direktif halini almıştır (Wang, 2014; Huisman vd., 2007).

WEEE Direktifi;

I. Ürün çeşitliliği,

II. Değişik madde ve içeriklerin bir arada yer alması,

III. İçeriğinde gerek çevre ve gerekse canlı sağlığı açısından tehlikeli maddelerin yer alması,

IV. Sadece hızla büyüdüğü için değil, aynı zamanda teknoloji, tasarım ve pazarlama tekniklerinin de iyileştirilmesi bakımından Avrupa Birliği tarafından karışık ve zor bir yönetiminin olduğuna dair fikir birliğine varılmıştır (Huisman vd, 2007).

Söz konusu direktif ile e-atık yönetimi temelinde bir takım maddeler üzerine bina edilmiştir. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir:

- EEE tasarımve üretimi, bu ekipmanların üretimindeve sonrasında oluşan atıkların önlenbilmesi ve minimizasyonuna yarayan ve yeniden kullanımını (reuse), geri dönüşümünü (recycling) ve geri kazanımını (recovery) sağlayan biçimde gerçekleştirilmelidir.

- Bilgi teknolojisi ve telekomünikasyon (ICT) gereçleri, büyük ve küçük ev aletleri, oyuncaklar, aydınlatma ekipmanları ve tüketici cihazları ile elektrikli ve elektronik araçlar (büyük ölçekteki sabit endüstriyel araçlar hariç), eğlence ve spor ekipmanları, tıbbi aletler (kontamine olanlar hariç), kontrol ve izleme aygıtları ile otomatik dağıtıcılar direktif kapsamına alınmıştır.

- Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının diğer atıklardan ayrı toplanması koşulu getirilmiştir.

- Geri kazanım ve geri dönüşüm uygulamaları, çevre ve insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde seçilmelidir.

- WEEE Direktifi 10. Maddesinde belirtildiği üzere, 13 Ağustos 2005'ten sonra piyasadaki elektrikli ve elektronik eşyaların ayrı toplanması ve şekil 6.2'de görüldüğü gibiüzeri çarpı işareti ile simgelenmiş çöp konteynırı etiketinin görünür bir biçimde elektronik eşyaya yapıştırılması gerekliliği belirtilmiştir.



Şekil 6.2 Elektrikli ve elektronik eşyaların işaretlenmesinde kullanılacak sembol (AEEE, 2012)

WEEE Direktifi, AB üye devletlerinin dikkate alacağı üzere e-atık toplama hedefleri belirlemiştir. Bu hedefler 2003 yılında yayınlanan ilk WEEE Direktifi'nde konulmuşken, e-atık yönetimine dikkat çekmek üzere 2012 yılında revize edilmiştir. Güncellenen direktifin en önemli değişikliği, toplama hedeflerinin 2019 yılına gelindiğinde piyasaya sürülen EEE'nin % 65'i veya oluşan AEEE'nin % 85'i olarak yükseltmesidir. Bu yeni hedefler ile artık Batı Avrupa ülkelerinin de AEEE yönetiminde daha fazla çaba göstermesi zorunlu hale getirilmiştir (Tablo 6.1).

Tablo 6.1 AB'ye üye devletlerin e-atık toplama hedefleri (EU, 2012)

Zaman	Yıllık minimum toplama miktarı/oranı
31 Aralık 2015'e kadar	Evsel e-atıklarda yıllık kişi başına minimum 4 kg toplanacaktır. Veya üye devletlerin önceki 3 yıla ait ortalama toplanan e-atık miktarları toplanacaktır. Bu ikisinden hangisi daha yüksek ise o kabul edilmelidir.
2016'dan 2018'e kadar	Piyasaya sürülen EEE miktarının %45'i kadar AEEE toplanacaktır.
2019 itibariyle	Piyasaya sürülen EEE miktarının %65'i kadar AEEE toplanacaktır. Veya üye devletlerin sınırları içerisinde meydana gelen AEEE'lerin %85'i toplanacaktır.

AEEE Direktifi ile AEEE'lerin üretiminin mümkün olduğu kadar azaltılması ve atıkların ayrı ayrı toplanıp, özel olarak bu atıklar için tahsis edilmiş araçlarla taşınması, geri kazanım ve geri dönüşüm işlemlerinde ise, uygun yöntemlerin kullanılarak atıkların yeniden piyasaya kazandırılması, çevre ve insan sağlığına yönelik olumsuz etkilerinin en aza indirgenmesi hedeflemiştir. Bu hedef doğrultusunda, e-atıkların toplanması ve geri dönüşüm sürecine odaklanılmış ve bu süreçte, üretici ve dağıtıcılara da önemli sorumluluklar yüklemiştir. Direktif boyunca, her bir üye ülke için kişi başına düşen e-atık toplama hedefi en az 4 kg olarak belirlenmiştir ve 2012 yılında güncellenerek, 2016 yılından geçerli olmak

üzere, her bir üye ülke için asgari AEEE toplama hedefi tekrar revize edilmiştir. AEEE'lerin geri kazanımı ve ham maddelerine ayrıştırılması için toplama süreçleri üzerinde önemle durulmuş, etkin bir toplama süreci adına üreticilerin organizasyon ve finansal açıdan sorumlulukları yeniden tanımlanmıştır. Direktifte, AEEE işareti konulan eşyaların belediyelerin evsel atık toplama sistemine verilmesi ve tüketiciler tarafından bertaraf edilmesi engellenmiştir. Direktife göre tüketicilerin, atıkları üretici veya dağıtımıcılar üzerinden toplama merkezlerine ücretsiz olarak bırakma yükümlülüğü getirilmiştir.

6.1.2.2. RoHS direktifi

Kısaca RoHS olarak ifade edilen Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanılmasının Sınırlandırılması Direktifi, aslında WEEE Direktifi'nin içinde yer alan bir bölüm iken daha sonra ayrı bir direktif olarak onu tamamlayıcı bir özellikte yayınlanmıştır (Üçüncüoğlu, 2010). Söz konusu Direktif ile; elektrikli ve elektronik eşyaların üretimlerinde çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri saptanmış bir takım zararlı maddelerin kullanımının sınırlandırılması amaçlanmıştır (EU, 2003).

RoHS, Avrupa Birliği tarafından, elektronik cihaz üretiminin çevreye zararını önlemek için, elektrikli ve elektronik ürünlerdeki sağlığa zararlı maddelerin kullanım miktarlarını kısıtlayan kuralların zorunlu hale getirilmesidir. Sağlığa zararlı maddelerin kısıtlanması hem kapasitör, transistör, entegre devre, konektör, vb elektronik malzeme üreticileri için, hem de bu ürünleri kullanan baskılı devreürünü veya yarı ürününü sağlayan üreticiler için geçerlidir. Başlangıçta, Temmuz 2006 tarihine kadar firmalara bu kurallara uyması için süre tanınmıştır ve yine aynı tarihten sonra, zararlı maddelerin kullanımına eski ürünlerin tamiri nedeni ile müsaade edilmiştir fakat yeni üretimlerde RoHS kurallarına uyulması istenmiştir. Birçok firma üretimlerini bu direktifler doğrultusunda gerçekleştirmek üzere değişikliklere geçmiştir. Dünyanın birçok bölgesinde benzer tedbirler kabul edilmiştir. Japonya bu önlemleri başlatan ilk ülke olmuştur. Avrupa Birliği, Japonya'dan sonra, ABD ise üçüncü sırada gelmiştir.

RoHS kuralları çıktısı, birçoğu tarafından "kurşunsuz üretim" gibi algılansa da sağlığa zararlı maddeler aslında sadece kurşundan ibaret değildir (Ay, 2012). Tablo

6.2’te içinde kurşunun da olduğu RoHS kapsamında kullanımı sınırlandırılan ürünler ve sınır değerlerine yer verilmiştir. Sağlık açısından da zararlı olan bu maddelerin kullanıldığı yerler ise Tablo 6.3’de gösterilmiştir.

Tablo 6.2 RoHS kapsamında kullanımı sınırlandırılan maddeler (Ay, 2012)

ÜRÜN	SINIR MİKTAR (ppm)
Kadmiyum	0,01
Civa	0,1
Krom (+6 değerlikli)	0,1
Polibrominli bifenil	0,1
Polibrominli difenileter	0,1
Kurşun	0,1

Tablo 6.3 Sağlığa zararlı maddelerin kullanım yerleri (Ay, 2012)

Kurşun	Lehim, aktif ve pasif elektronik malzeme, baskılı devre kaplamaları, akü ve piller
Kadmiyum	Elektroliz kaplamalar, plastik malzeme, sensörler, kıvılcım çıkaran kontaklar
Civa	Piller, anahtarlar, sensörler, röleler, floresan lambalar vs.
Krom (+6 değerlikli)	Krom kaplamalar
PBB-PBDE	Alev almayı önleyici malzeme

RoHS kapsamındaki ürünler aşağıda sıralanmıştır ;

- Ev elektroniği
- IT ve haberleşme cihazları
- Tüketici ürünleri
- Aydınlatma ürünleri
- Elektrik ve elektronik aletler (sabit ve büyük endüstriyel cihazlar hariç)
- Oyuncaklar, eğlence ve spor ürünleri
- Otomatik atık cihazları

RoHS kapsamındaki iş sahaları ise;

- Kendi markası bünyesinde elektrik ve elektronik cihaz üretimi ve satışını yapanlar.

- Başka üreticiler tarafından üretilen ürünleri kendi markası bünyesinde satışını yapanlar.

Her Avrupa Birliği üyesi ülke, RoHS standardına uymayan elektronik ürün ithalatı ve ihracatı yapanların cezası hususunda kendine göre bir takım kanun ve kurallar koymaktadır. Örneğin, İngiltere Ticaret ve İçişleri Departmanı tarafından konulan cezai müeyyideler şu şekildedir:

- RoHS uyumlu olmayan ürünün pazarda yasaklanması,

- RoHS ihlalden sorumlu olan kişilerin, 3 ay ila 2 yıl arası hapis ve en az 5000 Sterlin para cezası.

RoHS kurallara uygun olarak üretilmiş malzemelerin ürün kodlarında bazı firmalar değişikliğe giderken, bazı firmalar ise ürün kodlarını değiştirmek yerine yalnızca paketleme esnasında "RoHS uyumludur" ibaresini kullanmayı tercih etmiştir. RoHS kuralları kapsamında bazı zararlı maddeler yerine farklı maddeler kullanılması önerilmiştir (Ay, 2012). Tablo 6.4'te zararlı maddeler yerine kullanılabilecek alternatif maddeler sunulmuştur.

Tablo 6.4 RoHS kapsamında zararlı maddeler yerine önerilen maddeler (Ay, 2012)

ZARARLI MADDE	YERİNE ÖNERİLEN MADDE VE DEZAVANTAJI
Kurşun/Kalay içeren Lehim	Kalay ile başka metal bileşenleri içeren lehim. Kurşun içermeyen lehim daha yüksek derecelerde erimektedir.
Gümüş/Kadmiyum Oksit	Gümüş/kalay oksit Kontaklardaki verimlilik aynı değildir. Bazı durumlarda ürünlerin kullanım ömrü kısalabilir.
Cıvalı Kontaktlar	Altın kaplama kontaktlar Ömür süresi çok kısa ve cıva kullanmadan kntak elde etmek mümkün değildir.
Krom (6 değerlikli)	Çeşitli malzemeler kullanılabilir. Etkileri daha azdır.
PBB-PBDE	Çeşitli malzemeler kullanılabilir. Aynı etkiyi sağlamak için daha fazla malzeme kullanımı gerekmektedir.

RoHS yönergesi ile e-atıkların olası çevresel zararının azaltılması hedeflenmiştir. Her iki yönerge üzerinde Avrupa Komisyonu güncelleme çalışmalarına devam etmektedir. Birçok AB üyesi ülke (Almanya, Belçika, Danimarka, İtalya, Hollanda, Portekiz vd.) yayımlanan iki yönerge doğrultusunda, e-atıkların toplanması ile geri dönüşümü ve kazanımını destekleme amaçlı çeşitli projeler başlatmıştır. AB üyesi olmayan (Japonya, Norveç, İsviçre ve ABD gibi) birçok ülkede her iki yönerge içerikkural ve koşulları ile uyumlu yasal düzenlemeler yapmakta ve proje çalışmaları yürütmektedir (Widmer vd., 2005).



7. DÜNYADA E-ATIK YÖNETİMİ

Elektronik atıklar hem insan sağlığı hem de çevre açısından taşıdığı risklerden dolayı dünya çapında her zaman sorun arz etmiştir. Bu nedenle Elektronik Atık Yönetimiyle ilgili olarak geçmişten bu yana çeşitli yasal düzenlemeler yapılmaktadır. Globalseviyede e-atık üretimi 2010 yılında 33.8 milyon ton, 2014'te 41.8 milyon ton, 2017'de ise 65.9 milyon tona ulaşmıştır (Heacock vd., 2016). Bu miktar, yıllara göre artış göstermektedir. 2018 yılı için tahmini değeri 50 milyon tona yakın civardadır (Balde vd., 2015). Yıllara göre artış ivmesi % 4-5 arasında olan e-atığın 2030 yılında 70 milyon ton civarında olacağı beklenmektedir (Koruca ve Kaya, 2018). Dünyada e-atık üretiminin yıllara göre miktarları Tablo 7.1'de sunulmuştur.

Tablo 7.1 Dünya geneli yıllara göre e-atık miktarı (Koruca ve Kaya, 2018)

Yıl	Üretilen E-Atık (milyon ton)	Nüfus (Milyon)	Üretilen E-Atık (kg/inç)
2010	33.8	6.8	5
2011	35.8	6.9	5.2
2012	37.8	6.9	5.4
2013	39.8	7.	5.7
2014	41.8	7.1	5.9
2015	43.8	7.2	6.1
2016	44.7	7.3	6.3
2017	47.8	7.4	6.5
2018	49.8	7.4	6.7

Nüfusun artışına paralel şekilde artan e-atıkların, kişi başına düşen üretimi 2010 yılında ortalama yıllık 5 kg iken, 2018 yılında ortalama yıllık 6.7 kg olmuştur. Bu oran gelişmekte olan ülkelerde kişi başına yıllık % 2-3 kg'dır. 2014 yılında, her ne kadar mevzuat zorunlu olarak uygulanmasa da yaklaşık 4 milyar insan ulusal e-atık mevzuatı kapsamındaydı. Bu ulusal yasalar tarafından yönlendirilen, e-atık miktarları ulusal geri alma/ toplama kurumu/ sistemleri tarafından resmi olarak kaydedilen değerdir. 2014 yılı itibari ile kişi başına düşen e-

atık miktarı Avrupa’da 15.6 kg, Amerika’da 12.2 kg, Asya’da 3.7 kg, Afrika’da 1.7 kg olmuştur. (Balde vd., 2015) (Tablo 7.2).

Tablo 7.2 2014 yılında bölgelere göre e-atık miktarları (Balde vd., 2015)

Bölgeler	Kişi başına düşen e-atık (kg)	Toplam e-atık miktarı (milyon ton)
Avrupa	15.6	11.6
Amerika	12.2	11.7
Asya	3.7	16
Afrika	1.7	1.9

Tablo 7.2’de görüldüğü gibi Avrupa ve ABD ülkelerinde kişi başına düşen e-atık miktarının yüksek olması, e-atıkların çıkış kaynağının bu ülkeler olduğuna işaret etmektedir. Asya ve Afrika ülkelerinde bu miktar 2015 yılına kadar 4kg olarak belirlenen WEEE direktifi hedefinin de altında gözükmemektedir. Toplam e-atık miktarlarına bakılacak olursa, 2014 yılından Asya’da üretilen toplam e-atık miktarı 16 milyon ton, Amerika’da 11.7 milyon ton (Kuzey Amerika’da 7.9 milyon ton, Orta Amerika’da 1.1 milyon ton, Güney Amerika’da 2.7 milyon ton), Afrika’da 1.9 milyon, Rusya dahil diğer Avrupa ülkelerinde 11.6 milyon tondur (Balde vd., 2015). Asya Kıtası nüfusunun fazla olması nedeni ile e-atık üretiminde ilk sırada yer aldığı düşünülmeleriyle beraber özellikle Çin’de elektronik eşya üretimin yanı sıra diğer gelişmiş ülkelerin Çin, Hindistan gibi ülkelere bağış adı altında e-atıklarını göndermelerinin de bu miktarlarda etkisi oldukça fazladır.

2014 yılı itibarıyla ülke bazında en çok e-atık üretimi yapan ülkeler, 7.072 milyon ton ile ABD ve 6.033 milyon ton ile Çin’dir. 503 bin ton e-atığı olan Türkiye Tablo 7.3 te gösterilmiştir. (Heacock vd., 2016).

Tablo 7.3 2014 yılı ülkelere göre e-atık miktarları (Balde vd., 2015)

Sıralama	Ülke	Kişi başına e-atık (Kilogram)	Toplam e-atık (2016 / Kiloton)	Nüfus
1	ABD	22,1	7072	319701
2	Çin	4,4	6033	1367520
3	Japonya	17,3	2200	127061
4	Almanya	21,6	1769	81589
5	Hindistan	1,3	1641	1255565
6	İngiltere	23,5	1511	64271
7	Fransa	22,1	1419	63996
8	Brezilya	7,0	1412	201413
9	Rusya	8,7	1231	140955
10	İtalya	17,6	1077	61156
11	Meksika	8,2	958	117181
12	İspanya	17,7	817	45995
13	Kore	15,9	804	50475
14	Endonezya	3,0	745	251490
15	Kanada	20,4	725	35538
16	İran	7,4	581	78089
17	Türkiye	6,5	503	76707
18	Avustralya	20,0	468	23339
19	Tayvan	18,6	438	23499
20	Tayland	6,4	419	64945

2014 yılında kişi başına en fazla e-atık düşen ülke ise 28.4 kilogramla Norveç olmuştur. İsviçre 26.3 kilogramla 2'nci, İzlanda 26 kilogramla 3'üncü sırayı almıştır. Türkiye'de kişi başına düşen e-atık miktarı ise 6.5 kg olarak belirtilmiştir. 2014 yılında e-atık üretiminde başı çeken ABD ve Çin'in geri dönüşüm oranları ise üretimlerine göre daha alt sıralardayken almaktadır. Tablo 7.4'te ülkelerdeki geri dönüşüm oranları sunulmuştur.

Tablo 7.4 2014 yılı ülkelerde geri dönüşüm oranları (TSKD, 2017)

Ülkeler	Geri dönüşüm oranları (%)
İsveç	62,6
Japonya	24
Çin	21
ABD	14
Türkiye	5

Tablo 7.4'te görüldüğü gibi en yüksek geri dönüşüm oranı İsveç'te görülmektedir. İsveç ülkesi sadece e-atıklarda değil diğer atıklar konusunda da oldukça titiz davranmaktadır. Türkiye ise % 5 gibi küçük bir geri dönüşüm oranına sahiptir. 2016 yılında en fazla miktarda 18.2 milyon tone-atık Asya'da üretilmiştir. Tablo 7.5'da görüldüğü gibi onu 12.3 milyon ton ile Avrupa, 11.3 milyon ton Amerika, 2.2 milyon ton Afrika ve son olarak 0.7 milyon ton ile Okyanusya izlemiştir. Kıtalar bazında kişi başına düşen ortalama e-atık miktarı ise Okyanusya'da 17.3 kg/kişi, Avrupa'da 16.6 kg/kişi, Amerika'da 11.6 kg/kişi, Asya'da 4.2 kg/kişi, Afrika'da 1.9 kg/kişidir (Balde vd., 2017).

Tablo 7.5 2016 yılı Amerika, Afrika, Avrupa ve Okyanusya e-atık göstergeleri (Balde vd., 2017)

Gösterge	Afrika	Amerika	Asya	Avrupa	Okyanusya
Bölgedeki Ülkeler	53	35	49	40	13
Bölgedeki Nüfus (milyon)	1,174	977	4,364	738	39
Kişi Başına Düşen E-Atık (kg/kişi)	1.9	11.6	4.2	16.6	17.3
E-Atık Üretimi (milyon ton)	2.2	11.3	18.2	12.3	0.7
Toplanan Ve Geri Dönüştürülen (bilinen) (milyon ton)	0.004	1.9	2.7	4.3	0.04
Toplama Oranı (Bölgede)	%0	%17	%15	%35	%6

Tablo7.5’te görüldüğü gibi üretilen toplam e-atığın toplanma ve geri dönüşüm oranı ve miktarı sırasıyla Avrupa’da %35 ve 4,3 milyon ton, Amerika’da % 17 ve 1.9 milyon ton, Asya’da % 15 ve 2.7 milyon ton, Okyanusya’da %6 ve 43 bin tondur. Afrika’da mevcut verilerle, sadece toplanan ve geri dönüştürülen e-atık miktarı 4 bin ton olarak belgelenmiştir; bu da %1’den de az bir orana takabül etmektedir (Balde vd., 2017). Bu verilere göre, e-atıkların toplama ve geri dönüşüm oranında Avrupa kıtası %35 ile öne çıkmaktadır. Afrika’da ise e-atık toplama ve bertarafı neredeyse yok denecek kadar az bir orandadır.

Birleşmiş Milletler Üniversitesi (UNU), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) ve Uluslararası Katı Atık Birliği (ISWA) tarafından hazırlanan Küresel E-atık İzleme Raporu’na göre, yalnızca 2016 yılında tüm dünyada 44,7 milyon tonluk bir e-atık ortaya çıkmıştır ve 623 kiloton ile e-atık üretiminde 17. sırada yerini alan Türkiye’nin, 767 milyon € kadar bir ekonomik kaybı oluşmuştur. Kişi başına düşen e-atık miktarı ise 7.9 olarak Tablo 7.6’da gösterilmektedir.

Tablo 7.6 2016 yılı ülkelere göre e- atık miktarları (Balde vd., 2017)

Sıralama	Ülke	Kişi başına e-atık (Kilogram)	Toplam e-atık (2016 / Kiloton)	Nüfus sayısı
1	Çin	5.2	7211	1378984
2	ABD	19.4	6295	323978
3	Japonya	16.9	2139	126804
4	Hindistan	1.5	1975	1309713
5	Almanya	22.8	1884	82571
6	İngiltere	24.9	1632	65572
7	Brezilya	7.4	1534	206090
8	Rusya	9.7	1392	143440
9	Fransa	21.3	1373	64569
10	Endonezya	4.9	1274	258802
11	İtalya	18.9	1156	61151
12	Meksika	8.2	998	122273
13	İspanya	20.1	930	46356
14	Kanada	20	724	36209
15	Güney Kore	13.1	665	50823
16	İran	7.8	630	80460
17	Türkiye	7.9	623	78967
18	Avustralya	23.6	574	24357
19	S.Arabistan	15.9	508	32013
20	Tayland	7.4	507	68981

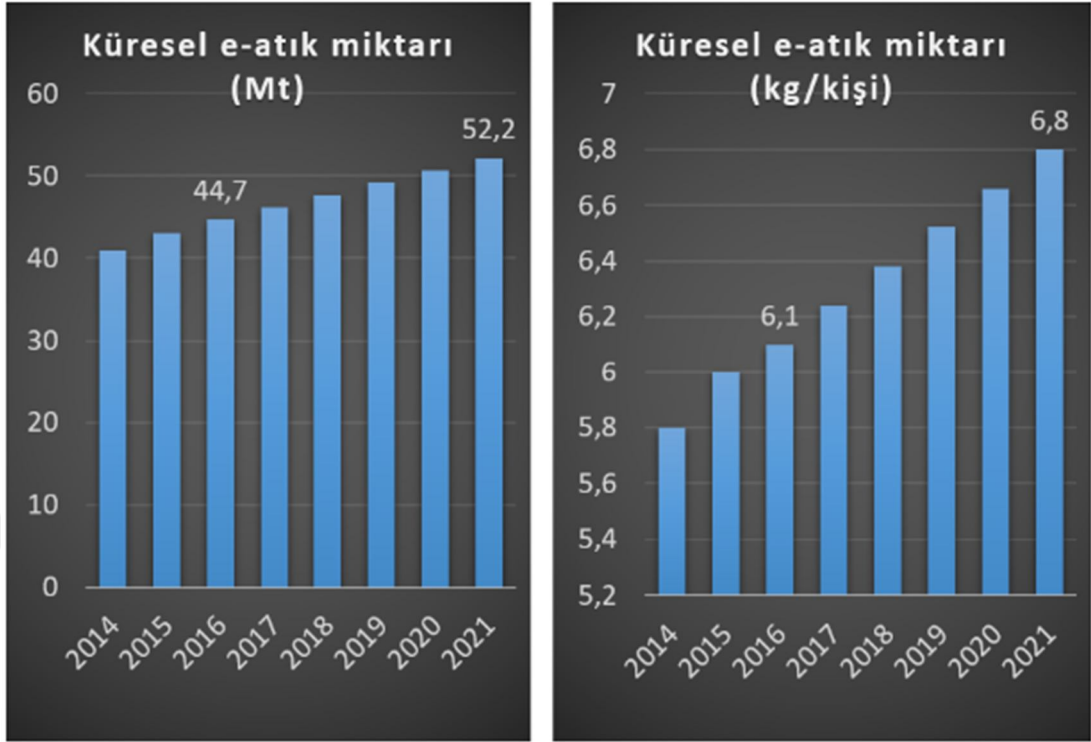
Tablo 7.6 da yirmi ülkenin verileri paylaşılmıştır. Görüldüğü gibi 2014 yılındaki gibi ABD ve Çin 2016 yılında da yine ilk sıralarda yer almaktadır. Hindistan gibi gelişmemiş bir ülkenin ilk beşte yer almasındaki en büyük etken ise gelişmiş ülkelerden illegal yollarla gönderilen e-atıklardır. Türkiye yine 17.sırada yer almaktadır. E-miktarı 503'ten 623 kilotona yükselmiştir. Kişi başına düşen e-atık

miktarı 2016 yılında en fazla 28,5 kg ile yine Norveç birinci sıradadır. Bunu 24,9 kg ile İngiltere ve 24,8 kg ile Danimarka takip etmektedir.

Tablo 7.7 Dünyada e-atıkların yıllara göre miktarları (Balde vd., 2017)

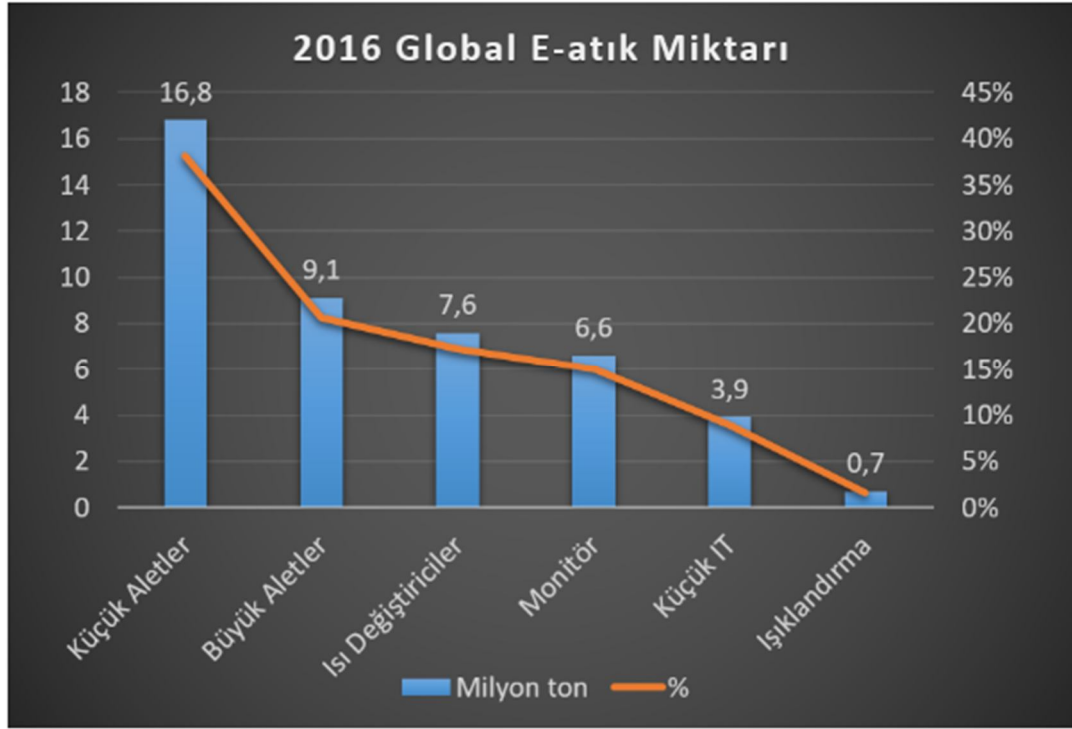
Yıllar	2014		2016	
Bölgeler	E-atık üretimi (milyon ton)	Kişi başı düşen e-atık (kg/kişi)	E-atık üretimi (milyon ton)	Kişi başına düşen e-atık (kg/kişi)
Afrika	1,9	1,7	2,2	1,9
Amerika	11,7	12,2	11,3	11,6
Asya	16	3,7	18,2	4,2
Avrupa	11,6	15,6	12,3	16,6
Okyanusya	0,6	15,2	0,7	17,3
Türkiye	0,503	6,5	0,623	7,9

Tablo 7.7’de görüldüğü gibi bölgelerde geçen zamanla artışlar olmaktadır. Okyanusya bölgesinde oldukça az olan e-atık miktarlarını Afrika bölgesi takip etmektedir. Gelişmemiş olan bu bölgelerde üretim az olduğu gibi e-atık toplanması konusunda da ciddi çalışmaların da olamayacağı düşünülerek verilerin bu sebeple de bu denli az olduğu düşünülebilir. Asya bölgesinde bulunan Türkiyede 2014 yılında 503 bin ton e-atık miktarı iken, kişi başına düşen e-atık miktarı 6,5 kg’dır. 2016 yılında ise 623 bin ton e-atık miktarı olup, kişi başı e-atık miktarı artarak 7,9 kg olmuştur. Amerika, Avrupa gibi gelişmiş bölgelerde ise miktarlar oldukça fazla görülmektedir. Bu da üretimin fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil 7.1 2016 yılı küresel e-atık miktarı (TSKD,2017)

Şekil 7.1’de görüldüğü gibi 2016 yılı itibariyle dünyada kişi başına düşen e-atık miktarı genel olarak 6,1 kilogramdır. 2014’de ise bu rakam 5.8 kg/kişi idi. E-atık miktarının 2021’de 52,2 milyon ton veya 6,8 kg/kişi’ye çıkması beklenmektedir. 2016 yılında Dünya genelinde e-atık miktarını ağırlıklı olarak ev aletleri, elektrikli oyuncuk, radyo, video kamerası gibi küçük aletler oluşturmaktadır. Şekil 7.2’de görüldüğü gibi 16.8 milyon ton küçük aletler (elektrik süpürgesi, tost makinesi, vb.) kategorisinde toplanan e-atıklar en fazla iken 0.7 milyon tonla en az aydınlatma aletleri toplanmıştır. Televizyon, bilgisayar, notebookürünlerini içeren monitör sınıfı ise 6,6 milyon ton olarak raporlanmıştır.



Şekil 7.2 2016 yılı dünyada toplanan e-atık miktarı (milyon ton) (TSKD, 2017)

E-atıkların ülkelerdeki oluşun miktarlarda belirleyici olan sadece ülke içindeki üretim değildir. Atılan elektrikli ve elektronik eşyaların nihai hedef alanı sıklıkla ekipmanın satın alındığı veya kullanıldığı ülkede, hatta aynı kıtada bulunmaz (Perkins vd, 2014). Bu akışın önemli bir kısmını gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere (Kuzey-Güney), bir diğer kısmını gelişmekte olan ülkelere diğer gelişmekte olan ülkelere (Güney-Güney) (Pickren, 2014; Lepawsky, 2015; Lepawsky ve McNabb, 2010; Perkins vd, 2014; Topçu, 2017,) e-atıkların akışı oluşturmaktadır. Ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde üretilen e-atıkların yılda %17-34'ünün gelişmekte olan ülkelere (yasa dışı ihracat dahil) ihraç edildiği tahmin edilmektedir (Rochmana, 2017,). İhraç edilen tüm e-atıkların önemli bir miktarı Çin'de, diğer önemli miktarları da Hindistan, Pakistan, Vietnam, Filipinler, Malezya, Nijerya ve Gana'da ve muhtemelen Meksika ve Brezilya'da sona ermektedir (Ackah, 2017; Rochmana, 2017; Awasthi ve Li, 2017)

Dünya'daki e-atık sorunu yaşayan ülkeler arasında Amerika ilk sırada gelmektedir. Bununla beraber diğer Avrupa ülkelerinin de Türkiye'ye oranla e-atık sorunları daha

fazladır. Bunun en büyük sebepleri arasında gelişmişlik ve buna bağlı olarak ürün satın alabilme gücü gelmektedir. Mevzuat olarak birbirine yakın ülkelerin veya mevzuatı dahi tamamen aynı olan AB ülkelerinin birbirinden çok farklı elektronik atık yönetim modelleri geliştirdiğini, farklı metotlarla en uygun yönetimi elde etmeye çalıştıkları görülmektedir. Bunun en önemli sebebi, her ülkenin sosyo-ekonomik, sosyo-kültürel yapısının bir diğerinden farklı olması ve birisi için uygun görülen modelin diğerinde karşılık bulamayacağı gerçeği olarak ifade edilmektedir (Wang, 2014).

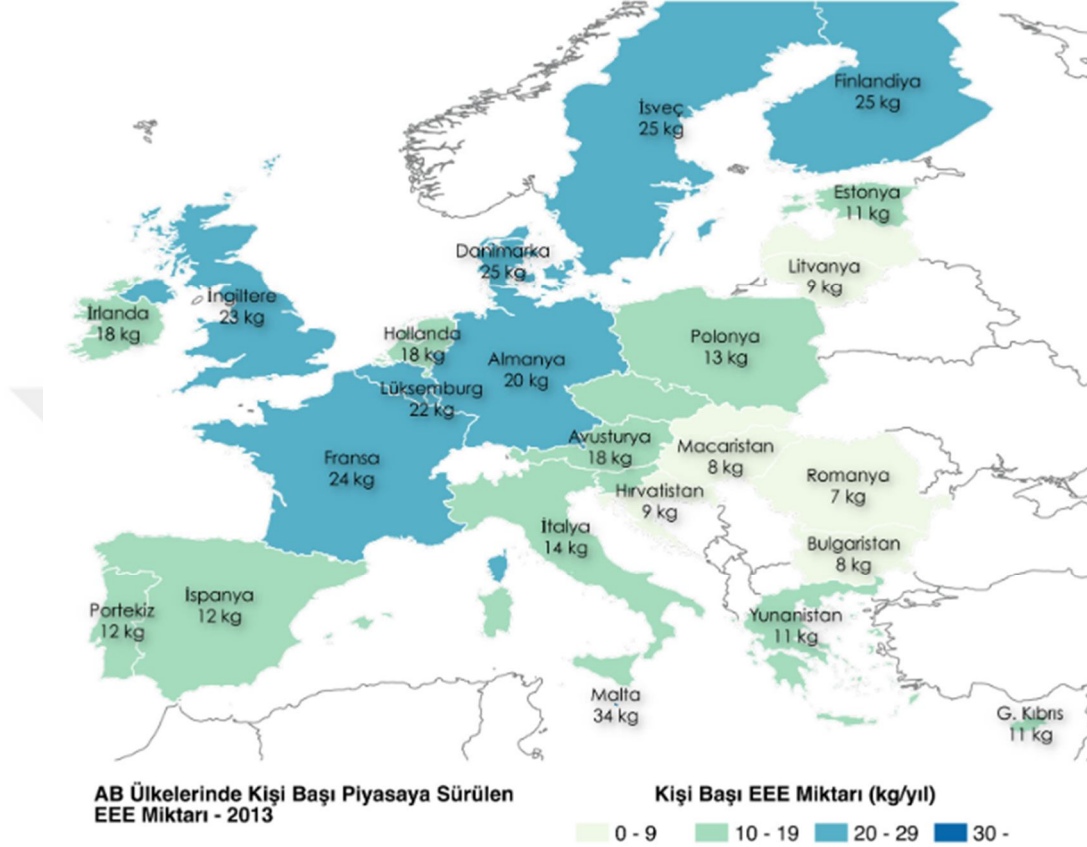
Avrupa Birliği'ne üye ülkeler dikkate alındığında, aynı yasal çerçeveye sahip olmalarına rağmen yönetim stratejileri bakımından farklılıklar arz etmektedir (Sandervd.,2007). Şu an, 2019 yılına kadar üretilen e-atıkların en az %85 oranında geri dönüşümünün sağlanması amacıyla 27 Avrupa ülkesinin her birinde yeni düzenlemeler getirilmiştir. Kanada'da, elektronik geri dönüşüm ve işleme standardı ile geri dönüşüm endüstrisi geliştirilmiş bulunmaktadır.

ABD'de e-atık geri dönüşümü için federal düzeyde bir yasa ya da sistem yoktur ama eyaletlerinin yarısında elektronik geri dönüşüm endüstrisinin geliştirilmesini sağlayan çeşitli yasalar mevcuttur. Avustralya, e-atıkların toplanması ve geri dönüştürülmesi ile ilgili sorumluluğun alınması adına hükümet düzenlemeleri ve sanayi eylemlerinin bir birleşimine sahip Ulusal Televizyon ve Bilgisayar Geri Dönüşüm Programı'nı geliştirmiştir (Garlapati, 2016).

7.1. Avrupa Birliği'ne Üye Ülkelerde E-Atık Yönetimi

AEEE Direktifi, Avrupa Birliği ülkeleri çapında AEEE yönetiminin sürdürülebilmesi noktasında atılması gereken geri dönüşüm adımlarını ve paydaşların sorumluluklarından bahsederken, RoHS Direktifi, EEE'lerde bulunan tehlikeli maddelerin hangi ölçüde olabileceğini ve zararlı malzemeler yerine kullanımı sağlanabilecek alternatif ürünleri açıklamaktadır. AEEE Direktifi doğrultusunda üreticilere ve dağıtıcılara e-atıkların toplanması ve geri dönüşüm süreçlerinde verilen sorumluluk gereğince, her bir Avrupa Birliği üyesi ülkenin, asgari AEEE toplama hedefi son 3 yıl içerisinde o ülkenin sınırlarında piyasaya sürülen EEE'lerin ortalama ağırlığının %45'i olarak belirlenmiştir. 2019 yılı ve sonrasında bu atık toplama oranı %65'e çıkarılmıştır. Avrupa Birliği'ne henüz

katılmış ülkeler için altyapı ve kaynak sorunlarından ötürü, son 3 yılda piyasaya sürülen EEE'lerin ortalama ağırlığının %40'ından az olmaması kaydı ile bir atık toplama hedefi belirlenmiştir.

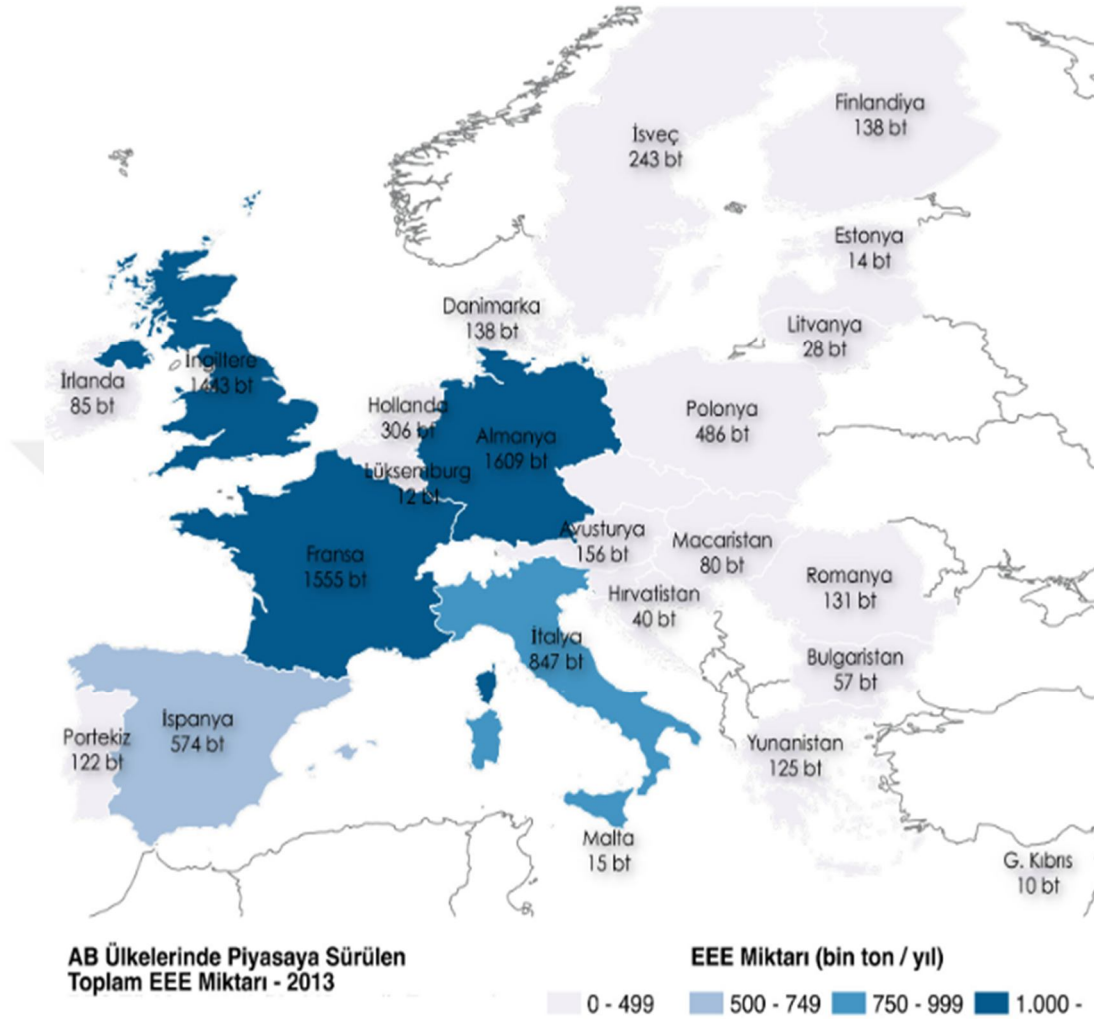


Şekil 7.3 2013 yılı AB üyesi ülkelerde piyasaya sürülen EEE miktarı (Sayman vd., 2016)

AB üyesi ülkelerde kişi başı piyasaya sürülen yıllık EEE miktarı, Şekil 7.3'de gösterilmektedir. Kişi başına düşen EEE miktarı en fazla İsveç ve Finlandiya ülkelerinde 25 kg olarak belirtilmişken en az miktarlar ise 8 kg miktar ile Macaristan, Bulgaristan ülkelerini takip eden 7 kg ile Romanya ülkesine aittir. Doğu ve Güney Avrupa ülkelerine oranla, Batı ve Kuzey Avrupa ülkelerinde çok daha fazla EEE satışı yapıldığı görülmektedir.

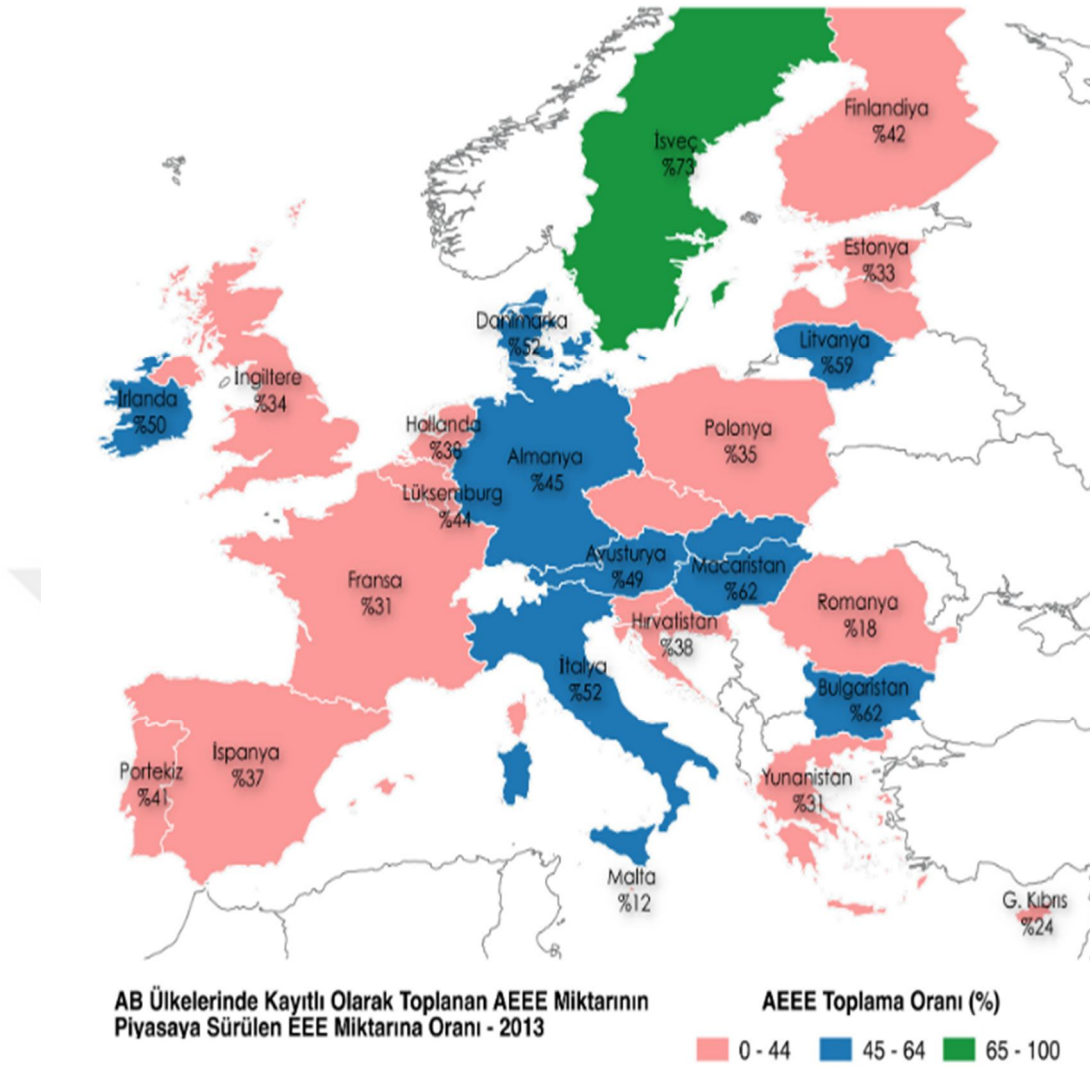
Şekil 7.4'te AB ülkeleri piyasasına sürülen yıllık EEE miktarı gösterilmektedir. Nüfus ve kişi başı EEE satış miktarının yüksek seyrettiği Almanya, Fransa ve İngiltere piyasasındaki yıllık EEE miktarı, 1,5 milyon ton seviyesindedir. En az

miktarlar ise 0.01-0.04 milyon ton civarlarında seyreden Kıbrıs ve Hırvatistan ülkelerine aittir.



Şekil 7.4 2013 yılı AB ülkelerinde piyasaya sürülen EEE miktarı (Sayman vd., 2016)

Şekil 7.5'te ise piyasaya sürülmüş olan EEE miktarına oran ile toplanan AEEE'lerin oranı gösterilmektedir. 2013 yılının verilerine sahip bu grafikte, en yüksek AEEE toplama oranına sahip ülke %73 ile İsveç'tir ve AB ülkelerinde 2013 yılı kişi başı hedefi 4kg olmuştur. Batı ve Kuzey Avrupa ülkeleri belirlenen bu hedefe kolay ulaşmıştır, fakat Doğu Avrupa ülkeleri için bu hedef ulaşılması daha zor olmuştur.



Şekil 7.5 2013 yılı AB ülkelerinde piyasaya sürülen EEE ve toplanan AEEE oranı (Sayman vd., 2016)

AEEE Direktifinin güncellenmesiesnasında yapılan değişikliklerde yüzde bazında hedeflerin belirlenişi, farklı atık yönetimi ve pratiğine sahip ülkeleri aynı hedefe koşmak yerine, her ülkenin mevcut potansiyeli ve durumuna ilişkin hedeflerin belirlenmesi amacını taşımıştır. Bu açıdan bakıldığında, Batı ve Doğu Avrupa ülkeleri için belirlenmiş olan yüzdelik hedefe ulaşılması yolunda atılan adımlar adil sayılır niteliktedir. Bununla birlikte, 2013 yılı itibari ile toplamda 10 Avrupa ülkesi 2016 hedefine ulaşmıştır ve bir diğeri ise 2019 için belirlenen yüzdelik hedefi 6 yıl öncesi gibi bir zamanda tamamlamıştır. Daha öncesinde belirtildiği gibi, dünya genelinde AEEE toplama oranları oldukça düşüktür. Bazı AB ülkelerinde atık

toplama yüzdeleri düşük seyretse de, küresel ölçek baz alındığında en yüksek atık toplama oranları bu bölgeye aittir. Türkiye’de kayda geçen AEEE toplama oranı %1 ila %2 oranındadır. Küresel E-atık Raporu’na göre 2016 yılında da İsveç ülkesi % 62,6 geri dönüşüm oranıyla AB ülkeleri yanısıra dünya çapında da birincidir.

Avrupa Birliği’ndeki ülkelerde gerek finansal yönetimin verimli bir şekilde yürütülmesi için, gerekse sistematik bir veri havuzu oluşturmak için ulusal kayıt merkezleri oluşturulmuştur. Bunun yanında bir de üreticilerin sorumluluklarını üstlenmek üzere, üreticilerin bir araya gelerek meydana getirdiği ve merkezi idare tarafından yetkilendirilmiş kuruluşlar ile tüm e-atık yönetiminin verimli bir şekilde yürütülmesini sağlayan koordinasyon merkezleri yer almaktadır (UNEP, 2011).

Ulusal Kayıt Merkezleri: Avrupa Birliği’ne üye ülkelerde elektrikli ve elektronik ürünleri üreten üreticilerin piyasaya sürdükleri elektronik ürünler atık olduktan sonra, onların yönetimine ilişkin genişletilmiş üretici sorumlulukları gereği ayıracakları finansmanı tespit etmeleri açısından dâhil olmaları gereken veri tabanına ulusal kayıt merkezi denilmektedir. Ulusal kayıt merkezine dâhil olma yolları Birliğe üye ülkeler arasında farklılıklar arz etmektedir (REC, 2011).

Fransa, İspanya, Avusturya, Çek, Estonya, Fransa, Letonya, Litvanya, Hollanda, Slovakya ve İsveç gibi ülkelerde ulusal kayıt sistemine üye olmak isteyen üreticiler ilk etapta hiçbir ücret ödememektedirler (REC, 2011).

Danimarka, Finlandiya, Almanya, Macaristan, İrlanda, Polonya, Portekiz, İngiltere ve İtalya gibi Birlik üyesi ülkelerde ulusal kayıt sistemine dâhil olmanın bedeli 2006 rakamlarına göre 13 €’dan 2.000 €’ya kadar değişiklik seyretmektedir (REC, 2011).

Danimarka, Çek Cumhuriyeti, İrlanda, Litvanya, Polonya, Portekiz ve İsveç’te ulusal kayıt merkezine dâhil olan her üretici yıllık olarak kayıt işlemini yenilemesi gerekmektedir. Bu yenileme ücreti Danimarka ve Litvanya için ücretsiz, İsveç için her üreticiden 350 € tutarında sabit ücretle mümkün iken, diğer ülkelerde kayıt yenileme işlemi üreticinin işlem hacmi ile doğru orantılı olarak hesaplanmak kaydıyla tahsil edilmektedir (REC, 2011).

Koordinasyon Merkezleri: AEEE Kontrolü yönetmeliğine göre üreticiler, piyasaya sürenler, son tüketiciler, yerel yönetimler, merkezi idare ve geri dönüşüm tesisleri

gibi çok sayıda paydaşın bir arada bulunduğu elektronik atıkların yönetiminde, yetkilendirilmiş kuruluşlarla ya da yetkilendirilmiş kuruluştan hizmet almayan üreticiler ile yerel yönetimler arasındaki koordinasyonu sağlamak üzere koordinasyon merkezi tanımı geliştirilmiştir.

Koordinasyon Merkezleri'nin faaliyetleri ülke bazında farklılıklar göstermektedir. Fransave İtalya'daki yetkili koordinasyon merkezleri, toplama merkezlerinin paylaştırılması görevlerini yürütürken, diğer bazı Avrupa Birliği ülkelerinde yetkilendirilmiş kuruluşların görevlerine ek görevler yürütmektedir. Örneğin Almanya'da faaliyet gösteren EAR aslında bir koordinasyon merkezi iken, bunun yanında ulusal kayıt sisteminde bünyesinde barındırmaktadır (REC, 2011).

Tıpkı Almanya'daki EAR gibi, Danimarka'daki DPA sistemi de aynı zamanda bir ulusal kayıt sistemidir. DPA'nın görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Yasal olarak üretici kayıtlarını sistemleştirmek ve sisteme işletilmesi,
- Taraf konumundaki yasal olan tüm üretici ve ithalatçıların kayıtlarını toplamak,
- Kolektif üretici kuruluşlarının kaydının yapılması (yetkilendirilmiş kuruluşlar),
- Yerel makamlardan (belediyelerden) bilgi almak,
- Yasal ücretlerin hesaplaması ve vergilendirilmesi,
- AEEE'lerin, yasal üretici ve ithalatçılar arasında paylaşılması,
- Taraf olan tüm kişiler ve kurumlar için bilgilendirmeler sunmak.

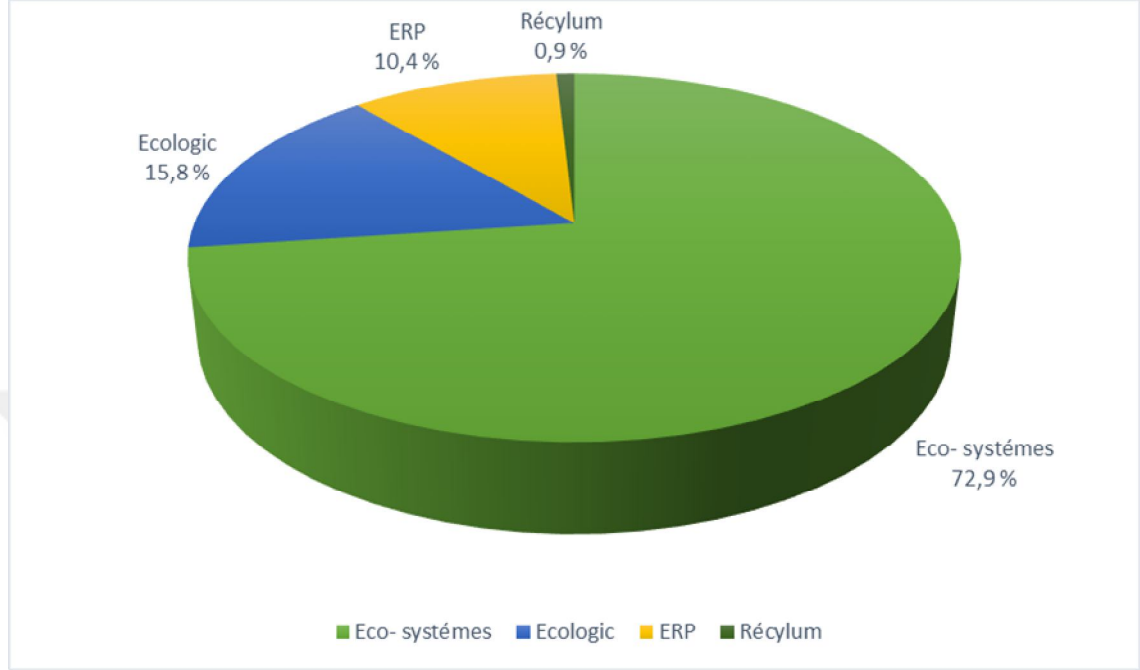
Koordinasyon Merkezleri'nin sadece AEEE için koordinasyon görevini yürütmesi mümkün iken, Danimarka gibi bazı Birlik üyesi devletlerde AEEE yanı sıra ömrünü tamamlamış lastikler, pil ve akümülatörler de aynı koordinasyon merkezi tarafından koordine edilmektedir (REC, 2011).

7.2.Bazı AB Ülkelerinde E-atık Yönetiminde Uygulamalar

7.2.1. Fransa

Fransa'da üreticilerin genişletilmiş üretici sorumluluklarını yerine getirmek üzere dört yetkilendirilmiş kuruluş bulunmaktadır. Üreticiler sorumluluklarını ancak Şekil 7.6'da görülen yetkilendirilmiş kuruluşlara üye olmak suretiyle yerine

getirebilirler, bireysel girişimler kabul edilmemektedir. 2006 yılında yetkilendirilmiş kuruluşlar ile toplama merkezleri (belediyeler gibi) arasındaki koordinasyonu sağlamak için OCAD3E kurulmuştur (REC, 2011).



Şekil 7.6 Fransa'daki yetkilendirilmiş kuruluşlar ve temsiliyet yüzdeleri (Kahraman, 2014)

7.2.2.Almanya

1 Haziran 2012'de Hammadde Geri Dönüşümü Yasasının yürürlüğe girmesiyle Almanya, hammadde geri kazanımını bir adım daha ileri taşımayı hedeflemiştir. Her yıl Almanya'da 500 milyar EURO hammadde işlenmektedir. Bu sebeple özellikle içinde çok değerli metalleri bulunduran e-atıkların kazanımı konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen CloseWEEE projesi Almanya tarafından uygulanmaktadır. Bu projede amaç üreticilerin, Avrupa yönetmeliğince mecbur kılınan geri dönüşüm yükümlülüğünü yerine getirmelerine yardımcı olmak ve gerekli hammadde ihtiyacı konusunda ekonomik anlamda faydalanmaktır. Ayrıca proje kapsamında internet platformu üzerinden elektronik eşyaların nasıl söküldüğü, neresinde hangi değerli metallerin olduğuna dair bilgiler de verilerek bu durumu bir iş kolu haline getirmeyi hedeflemektedir.

Almanya'daki model, üreticilerin sorumluluklarını yerine getirirken her konuda oldukça özgür olmalarını gerektirmektedir. Nasıl sorumluluklarını yerine getirirken bireysel olarak hareket edebiliyorsa, yetkilendirilmiş kuruluşlara üye olarak, koordinasyon merkezi ile irtibatta olarak da e-atıkların yönetimi konusunda faaliyetlerini yürütebilmektedir.

Diğer AB ülkelerindeki uygulamalarından farklı olarak Almanya'da e-atıkların toplanmasının yönetiminde, üreticiler yükümlülüklerini doğrudan bir lojistik ve toplama firmasıyla sözleşme imzalayarak devredebilmektedir (REC, 2011).

7.2.3.İtalya

İtalya'daki e-atık yönetimi ülkede bulunan 15 yetkilendirilmiş kuruluşun bir araya gelerek oluşturdukları "Centro di Coordinamento RAEE" isimli WEEE koordinasyon merkeziyle yönetilmektedir.

Toplama merkezleri ile yetkilendirilmiş kuruluşlar arasında, üreticilerin pazar payları dikkate alınarak bir paylaşım yapılmaktadır. Eksik ya da fazla toplama sonuçlarını optimize etmek amacıyla koordinasyon merkezi tarafından toplama merkezleri ile yetkilendirilmiş kuruluş paylaşımları her yıl değiştirilmek suretiyle güncellenmektedir (REC, 2011).



Şekil 7.7 İtalya'daki yetkilendirilmiş kuruluşlar (Kahraman, 2014)

İtalya'da " Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlardan Atıkların Toplanması ve Arıtılması Sistemi 2017 Yıllık Raporu " , WEEE Koordinasyon Merkezi tarafından Milano'da sunulmuştur.

2017'de yayınlanan Ulusal veri WEEE koleksiyonuna göre 2017 yılında, Kolektif Sistemler tarafından yönetilen toplam WEEE koleksiyonu 296.274.320 kg'dır. Büyüme trendini pekiştiren tatmin edici bir sonuç 2014 yılında, yıllık % 4.7'lik bir artışla başlamıştır. Yani önceki yıla göre 13 milyon kilogramdan fazla WEEE toplanmıştır. Kişi başına düşen e-atık miktarı ortalama 4,9 kg'dır.

İtalya'nın Avrupa toplama hedeflerine ulaşmak için, WEEE'nin resmi olmayan ticaretiyle mücadeleye yönelik çalışmalar, hem İtalyan Devleti hem de tüm WEEE Sistemi için öncelikli bir amaç olmaya devam etmektedir.

7.2.4.Belçika

Belçika hükümetinin Sağlık Gıda Zinciri Güvenliği ve Çevre Bakanlığı tarafından (Ministry of Health Food Chain Safety Environment) yürütülen atık yönetiminde WEEE yönetimi için Şubat 2001 tarihi itibarıyla 3 adet yönetmelik tüm Belçika'da yürürlüğe girmiştir.

Bu yönetmeliklerde 7 ana kategori tanımlanmıştır;

- 1)Dondurucu ve buzdolabı ekipmanları
- 2)Büyük beyaz eşyalar
- 3)Küçük beyaz eşyalar
- 4)Kahverengi eşyalar
- 5)Küçük el aletleri
- 6)Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları
- 7)Bahçe aletleri

Bu yönetmeliklere bağlı olarak üreticilere kendi ürünlerini geri alma zorunluluğu getirilmiştir. Böylece atıkların toplanması sistemi oluşturulmuştur. Bayiler ya da distribütörler bir ürün sattıklarında aynı türdeki ürünün eskisini bedelsiz olarak

almak zorundadırlar. WEEE yönetiminin ilk adımı toplanan ürünlerden, yeniden kullanılabilir olacak olan ürünlerin ayrıştırılmasıdır.

Tablo 7.8 Belçika’da WEEE geri dönüşüm hedefleri (ACRR, 2006)

	Geri Dönüşüm Hedefleri	Demir Metaller	Demir Dışı Metaller	Plastikler
Büyük Beyaz Eşyalar	%90	%95	%95	
Buzdolabı ve Dondurucu Ekipmanlar	%70	-	-	%20 Geri Dönüşüm
TV ve PC Ekranları	%70	-	-	
Diğerleri	%70	-	-	%100 Geri Kazanım

Tablo 7.8’de görüldüğü gibi WEEE Direktifine göre Belçika’daki geri dönüşüm hedefleri; büyük beyaz eşyalar için % 90 iken, buzdolabı ve dondurucu ekipmanlar ile TV ve PC ekranları için ise % 70 olarak gösterilmiştir. 2002 yılında Belçika’da 38.875 ton WEEE (kişi başı 3,5 kg) toplanmış, % 80 geri kazanım oranına ulaşılmıştır (ACRR, 2006).

7.2.5. Hollanda

Hollanda’da Konut Mekansal Planlama ve Çevre Bakanlığı (Ministry of Housing Spatial Planning and the Environment) tarafından yürütülen atık yönetimi sisteminde 21 Nisan 1998’te WEEE kararnamesi yayımlanmıştır. Kısmen 1 Haziran 1998’de yürürlüğe giren kararname, tamamen uygulanmaya ise 1 Ocak 1999’ta başlanmıştır. Elektrikli ve elektronik eşyalar için 14 kategori oluşturulmuştur. Üreticiler için pazara sürdükleri elektrikli ve elektronik eşyaları atık durumuna geldiğinde geri almak ve geri dönüşüm yaptırmak zorunluluğu getirilmiştir. Bununla beraber üreticilere kendi markalarını yerel yönetimlerin toplama noktalarından, bakım servislerine getirenleri de servislerden geri alma zorunluluğu da getirilmiştir (Ay, 2012).

Tablo 7.9 Hollanda’da WEEE geri kazanım hedefleri (ACRR, 2006)

EŞYALAR	GERİ KAZANIM ORANLARI
TV	%69
Büyük Beyaz Eşya Araçları	%73
Buzdolabı ve Dondurucu Ekipmanlar	%75
Küçük Araçlar	%53

WEEE Direktifine göre Hollanda’da geri dönüşüm hedefleri Tablo 7.9’da görüldüğü gibi sırasıyla % 75 buzdolabı ve dondurucu ekipmanlar, % 73 büyük beyaz eşya araçları, % 69 TV ve % 53 küçük araçlar olarak belirlenmiştir. 2011 yılı sonuçlarına göre Hollanda’da kişi başına yılda 4.13 kg AEEE toplanmıştır (ACRR, 2006).

7.2.6.İsveç

İsveç atıklar konusunda tüm dünyanın örnek alacağı ülkelerdendir. İsveç yasalarına göre üreticiler kendi ürünleriyle alakalı toplanma ve geri dönüşüm masraflarını karşılamakla yükümlüdürler. 1990’lı yıllardan itibaren yürürlüğe giren bu tip yasalar, şirketlerin çevreyi koruması için atılmış önemli adımlar arasındadır. İsveç’te bu tip yasaların yardımıyla çöpler imha tesislerine gitmeden önce evlerde ve iş yerlerinde filtrelenip, geri dönüştürülebilecek ürünler önceden ayrıştırılması sağlanmaktadır. Bu nedenle ülkede yıllık üretilen çöpün yüzde 99’u geri dönüşümden geçmektedir. Avrupa Birliği’nin tam üyesi olarak İsveç’in AB’nin atık yönetimi ile ilgili yönetmeliklerine ve düzenlemelerine bağlı olduğunu ve bu düzenlemelerin ulusal mevzuattan öncelikli olduğunu dikkate alması en önemli husustur (Selin vd., 2006). WEEE Direktifinin kabul edilmesinden önce İsveç, elektronik atık malların gönüllü olarak toplanması, toplanması ve geri dönüştürülmesi için önemli bir çerçeveye sahipti (Perez - Belis vd., 2015). İsveç’te elektrikli ve elektronik ürünlerde üretici sorumluluğu ise 1 Temmuz 2001 yılında getirilmiştir. Bununla birlikte, Nisan 2005’e kadar, İsveç WEEE Yönergesinin hükümlerini ulusal yasalarına aktarmıştır (Yla-Mella vd., 2014).

Kirleten öder prensibine önem veren İsveç’te düzenlemenin kilit bir ilkesi olan bağlılık kavramı da önmelidir. Sübvansiyon, bireysel Üye Devletlerin Direktifin

uygulanması için uygun eylem ve kararları alma hakkına sahip olduğu anlamına gelmektedir. Yla-Mella ve arkadaşlarına (2014) göre sübvansiyon, “üye devletlerin karar alma ve eylem alma kapasitesini korur; ancak, “önerilen eylemin ölçeği ve etkileri nedeniyle” üye devletler tarafından hedeflere yeterince ulaşamadığında toplumun da müdahalesine izin vermektedir. Bu nedenle İsveç, WEEE Direktifini 2005'teki İsveç Tüzük Kurallarında belirtilen elektronik ve elektrikli ürünlere ilişkin üretici sorumluluğunu arttırmıştır (Yla-Mella ve diğerleri, 2014).

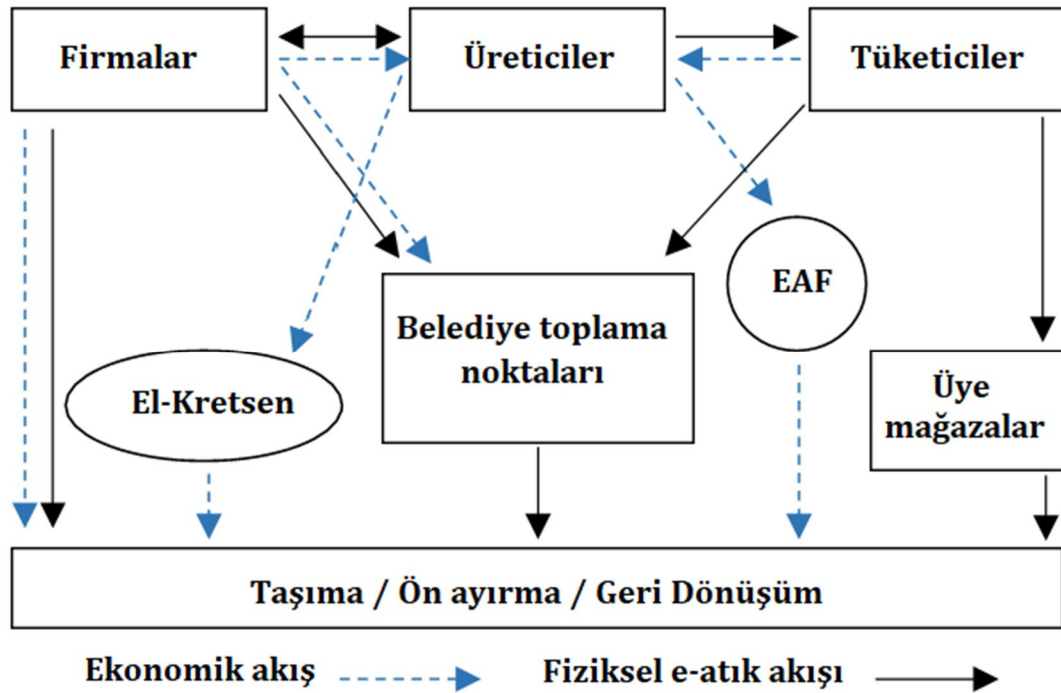
Buna göre İsveç'te elektrikli ve elektronik eşya satan bir üretici, İsveç EPA (Çevre Koruma Ajansı)'sına kaydolmak zorundadır ve malları, kullanım ömrü sona erdiğinde, toplama ve geri dönüşüm sürecine girmesi gerekmektedir. İsveç'te e-atıkların toplanması PRO(Producer Responsible Organization)'nın sorumluluğundadır. PRO, belirlenmiş kamu ve distribütörlerin toplama noktalarından atıkları toplayarak, daha sonraki muamele ve geri dönüşümü sağlayarak ve hükümete raporlama yaparak üyelerinin yükümlülüklerini yerine getiren bir kuruluştur (Mayers, 2007). PRO kar amacı gütmeyen yetkilendirilmiş kuruluştur. İsveç'te e-atıkların toplanmasından geri kazanımına kadar tüm süreçten sorumlu PRO (Producer Responsible Organization)'a kayıtlı iki kuruluş bulunmaktadır. Bunlar El-Kretsen ve İsveç Geri Dönüşüm Elektronik Ürünleri Birliği'dir (EAF). El-Kretsen 2001 yılında üretici sorumluluğuyla ticari kuruluşların sorumluluklarını kolaylaştırmak için kurulmuştur. El-Kretsen, e-atık toplama ve geri dönüşüm sistemini yönetme sorumluluğunu üstlenir ve e-atıkları bölge sakinlerinden toplamak için tüm yerel makamlarla sözleşme yapmaktadır. Hane halkından toplanan e-atıklar için El-Kretsen'nin alt birimi olan Elretur yetkili kuruluşu ilgilenmektedir. 2008 yılında ise İsveç Geri Dönüşüm Elektronik Ürünleri Birliği (EAF) kurulmuştur (Zhang ve Bashiri, 2017).

EAF e-atık sisteminin çok küçük bir parçasıdır. Tablo 7.10'de görüldüğü gibi 2013 yılında El-Kretsen neredeyse toplam miktarda e-atık toplama işlemi üstlenirken, EAF bunların yalnızca% 1'ini toplamıştır.El-Kretsen, 1602 üreticiye sahipken ve EAF'in üye sayısı 126'dır.

Tablo 7.10 İsveç’te bulunan kuruluşlar ve özellikleri (Ivert vd., 2015)

PRO	PRO Tipi	Üyeleri	E-atık toplama oranı (2013)	Toplama noktaları sayısı
El-Kretsen	Kar amacı gütmeyen	1602	%99	1000’den fazla
EAF	Kar amacı gütmeyen	69	%1	126

Üreticilerin sorumluluğunda tutulan 10 kategori belirlenmiştir. Buzdolapları ve derin dondurucular bu kategorilerin dışında tutulmuştur. İsveç’te buzdolabı ve derin dondurucular belediyelerin sorumluluğunda bulunmaktadır. Bayilere de yeni bir ürün sattıklarında aynı ürünün eskisini geri alma sorumluluğu getirilmiştir.

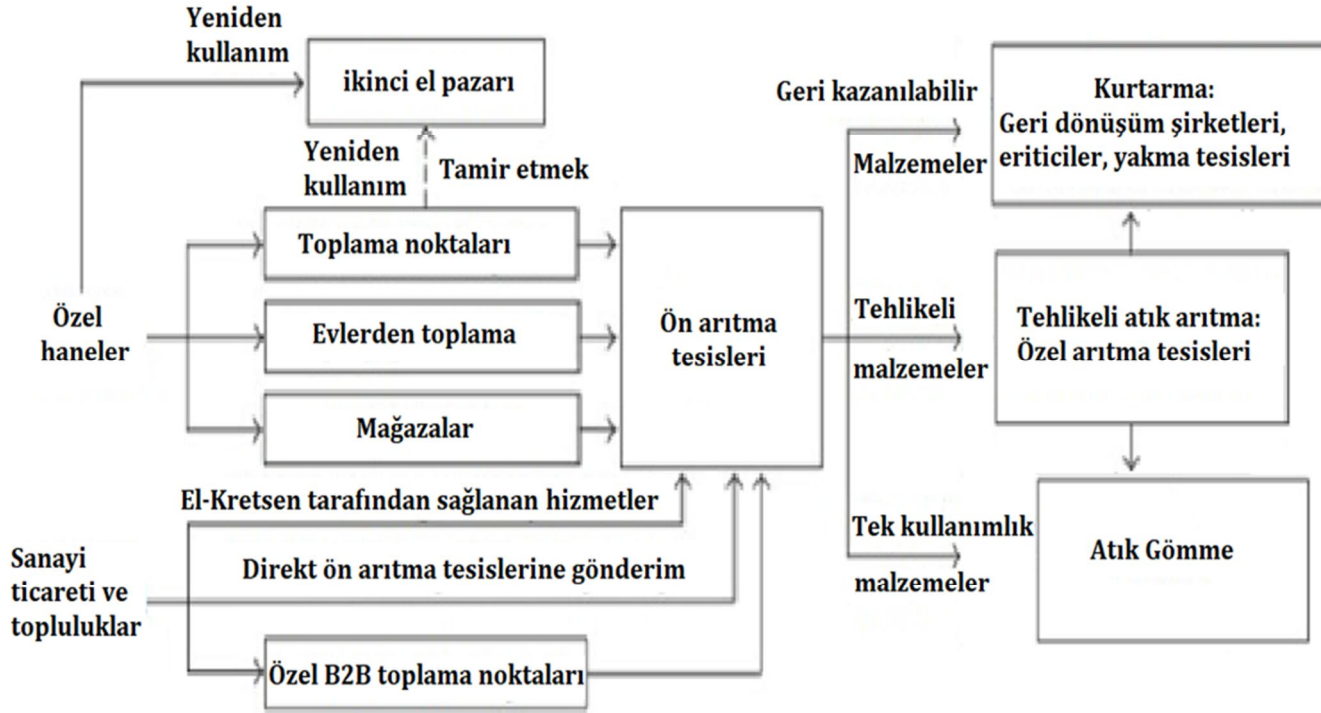


Şekil 7.8 İsveç’te e-atıkların geri kazanımı sistemi (Zhang ve Bashiri, 2017)

Şekil 7.8’de İsveç’teki e-atık sisteminin çerçevesini göstermektedir. El-Kretsen’in e-atıkları belediye toplama alanlarından geri dönüşüm alanlarına taşınması için bazı

lojistik şirketleriyle sözleşme yapmaktadır. El-Kretsen’de e-atıkların ön-ayırma ve geri dönüşümden sonra geriye kalan parçalar diğer geri dönüşüm firmalarına verilmektedir. E-atıklar için her mahallede e-atıklar için konteynırlar olduğu gibi, tüketicilerin ulaşabileceği çok fazla toplama noktaları mevcuttur. Ayrıca e-atıkları toplamak üzere haftanın belli günlerinde e-atık taşıma araçları mahalleleri dolaşarak tüketicilere ulaşır. Büyük e-atıkları toplama noktalarına götürmektedirler.





Şekil 7.9 İsveç'te atık elektronik ürünlerin geri kazanımı, toplanması ve geri dönüştürülmesi için tipik süreç (Yla-Mella vd., 2014)

Şekil 7.9’de görüldüğü gibi e-atıklar toplama noktalarından, evlerden ve mağazalardan toplanıp tekrar kullanılabilecek olanlar değerlendirilir. Geri kalanlar ise tesislere yönlendirilir. Ön ayırma tesislerinde alınan parçalardan sonra ise kalan malzemeler ilgili tesislere gönderilir.

2020 yılı için sıfır atık hedefi ortaya koyan İsveç sadece e-atıklar için değil tüm atıkların geri dönüşümünde çalışmalar yürütmektedir. Atıklar konusunda İsveç’in ana amacı atıkları geri dönüştürmek bunun mümkün olmadığında da atıklardan enerji üretmektedir. Özellikle belediyelerin oluşturduğu alt yapıyla İsveç’te Çöp Devrimi olarak adlandırılan sistemde atıkların evlerden başlayarak ayrıştırılması sağlanmaktadır. Her evin önünde metaller, plastikler, evsel atıklar, e-atıklar için ayrı ayrı çöp kutuları bulunmaktadır. Ayrıca bireylerin kolaylıkla ulaşabileceği fazla sayıda toplama noktaları da bulunmaktadır. İsveç’te diğer ülkelerde benzer yasalar olmasına rağmen geri dönüşümde dünyada birinci olmasını sağlayan en büyük etken ise bilinçli bir halktır. Bu konuda halk ciddi manada belediyelere ve toplama merkezlerine kolaylık sağlamaktadır. Belediyelerin ayrıca atık bırakıldığında paraya dönüştürülen fişler veya depozito veren geri dönüşüm makineleri de halkın atık yönetimine katılımını teşvik etmiştir. İsveç’te geri dönüştürülemeyecek ürünleri bile yakarak ısı veya enerji elde ettiğinden tüm atıklarını değerlendirmektedir. Öyle ki 32 tane özel elektrik üretimi tesisi olan İsveç oluşan enerjinin yanısıra hatırı sayılır oranda ısı da elde etmektedir. Oluşan bu ısı da soğuk bir bölge olmayan İsveç’te bölgesel soğutma veya sanayi amaçlı buhar üretimi için kullanılmaktadır. Hatta son yıllarda çöpi neredeyse kalmayan İsveç ülkesi Norveç, İtalya, İrlanda gibi komşu ülkelerden atıklarını satın alarak geri dönüştürmektedir. Enerji üretimini bu ülkelerden aldığı çöplerle sağlamaktadır. E-atıklar konusunda halkı bilinçlendirmek için pek çok çalışma yürüten İsveç, son yıllar-da halkın kendi e-atıklarını bertaraf edebileceği mikro geri dönüşüm tesisleri kurmayı planlamaktadır (Semiz vd., 2017).

7.2.7. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD'deki elektrik elektronik aletlerin toplamı milli üretimin %6'sı oranındadır. ABD'de bundan yaklaşık 15 yıl kadar önce nüfusun % 16'sı kişisel bilgisayara sahiptir ve günümüzde bu sayı % 60'ın üzerindedir. 1981 yılından bu yana Dünya'da yaklaşık olarak 1 milyar kişisel bilgisayar satışı gerçekleşmiştir ve bu satışın 400 milyonu Amerika'da gerçekleşmiş ve yalnızca 2003 yılı verilerine göre, bu satış oranı 50 milyonu aşmıştır. 1997-2003 yılları arasında 253 milyon adet bilgisayar satılırken, 2004 yılının başında ve 2007 yılının sonunda ise yeni kullanıcılar tarafından, 250 milyon adet kişisel bilgisayar satın alınmıştır. Bunun yanısıra ABD'de 300-500 milyon adet kullanım dışı bilgisayarın olduğu kaydedilmiştir (Kaya,2003).

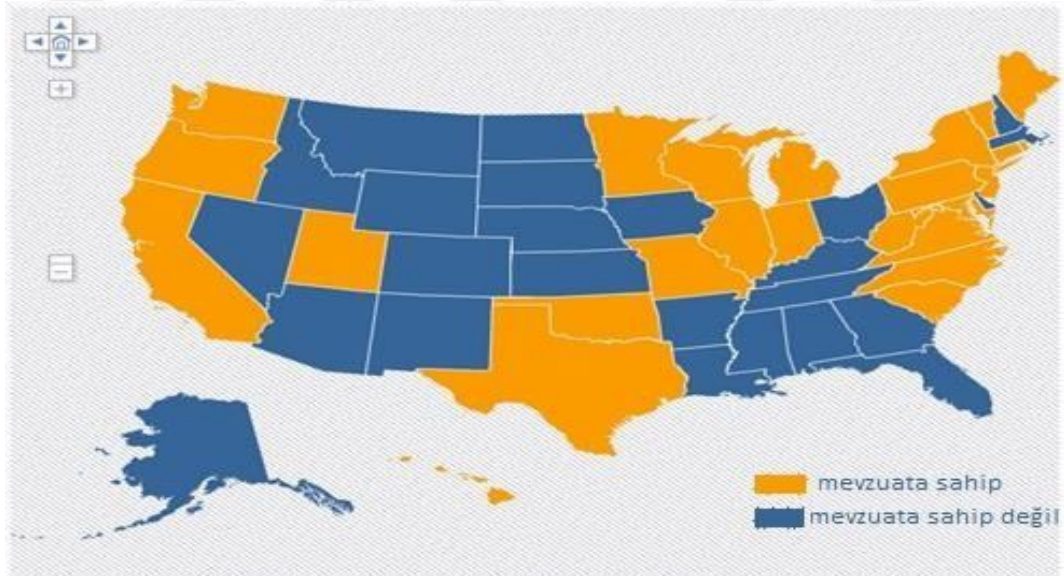
AEEE yönetimi ABD' de eyaletten eyalete farklılıklar arz etmektedir. California, Florida, NewYork, Oregon, Texas, Virginia ve Washington gibi eyaletler ileri teknoloji tabanlı endüstriye sahip olması sebebiyle AEEE konusuna diğerlerine göre daha özel ilgi duymaktadır. Fakat bunun yanı sıra Maine gibi diğer eyaletlerde de bu konuda ciddi girişimler bulunmaktadır (SavageveOgilvie,2006).

Kuzeydoğu Geri Dönüşüm Konseyi (NERC), Kuzeydoğu Atık Yönetimi Görevlileri Birliği ve Kuzeybatı Ürün Koruma Konseyi gibi bölgesel girişimlerde bulunmaktadır. Bu organlar, devletler ve yerel topluluklar ile yasama politikası geliştirmek için bölgesel düzeyde çalışmaktadırlar. Ulusal düzeyde ise Çevre Koruma Ajansı (EPA) AEEE yönetimini şekillendirme konusunda aktif rol oynamaktadır. Kaynakların Korunması Mücadelesi (RCC) adındaki alt biriminde EPA, elektronik ürünlerin perakendecileri ve imalatçıları ile bunun yanı sıra devlet kurumları ile ürünlerin çevresel etkilerini, kullanımlarını ve elektronik atıkların bertarafını azaltmak için çalışmalar yürütmektedir (Fredholm, 2008). 2003 yılında, bir tür AEEE yönetim programı olarak, katot ışını tüplerinin (CRTs) California, Maine, Massachusetts ve Minnesota gibi 38 eyaletin katı atık depolama sahalarında depolanması yasaklanmıştır. Hedefler ulusal geri dönüşümde % 35' lik bir artışı içermektedir. EPA'nın ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini azaltmak için imalat, dağıtım, kullanım ve imhasını içeren sorumluluk paylaşımını içerecek şekilde bir yönetim politikası benimsemiştir (Savage veOgilvie,2006).

AEEE yönetimi ile ilgili faaliyette bulunup ileri teknolojiye kilit rol oynayan Apple, AT&T, HP, IBM ve Motorola gibi firmalar, Ulusal Elektrik Üreticileri Derneği (NEMA) ve ABD elektronik endüstrisini temsil eden İmalatçılar Birliği' ni oluşturmaktadırlar. Söz konusu firmalar ve diğer elektronik üreticileri yeni ürün satın alırken eskisini teslim etmek anlamında gelen Take-Back sistemini benimsemektedirler (Savage ve Ogilvie, 2006).

Amerika' da dünyaca ünlü elektronik devleri, kullanım ömrünü tamamlamış elektronikleri değerlendirmek üzere büyük çaplı tesisler kurmaktadır. Sony Electronics' in e-atıkların değerlendirilmesi ve mümkün olduğunca atık parçalarının tekrar üretim sürecine dahil olması için Amerikan Plastik Konseyi ve Panasonic/Matsushita Electric ile 5 yıllık sözleşme imzalayarak Sony Electronics Waste Management Inc. Şirketini de fiilen kurmuştur (Savage ve Ogilvie, 2006).

ABD' de de bulunan Ulusal Elektronik Geri Dönüşüm Merkezi (NCER)' ne göre şu anda e-atık yasalarına sahip 25 eyalet bulunmaktadır. Şekil 7.10' da turuncu renkteki eyaletler bir tür elektronik geri dönüşüm programı mevzuatına geçmişlerdir, mavi renktekiler ise henüz bir e- atık mevzuatına sahip değildir.



Şekil 7.10 Amerika eyaletlerinin e-atık mevzuatları (NCER,2018)

Turuncu renkle belirtilen eyaletlerin e- atık mevzuatını yürürlüğe koymaları 2003-2014 yılları arasında gerçekleşmiştir. ABD' deki her bir eyaletin e-atık mevzuatlarını yürürlüğe koyma zamanları Tablo 7.11' de ifade edilmiştir.

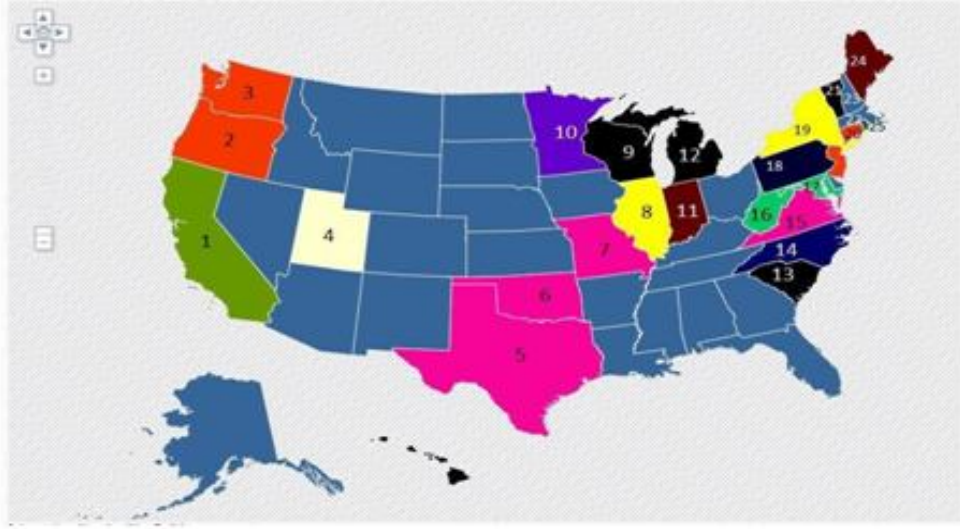
Tablo 7.11 Amerika eyaletlerinin e-atık mevzuatlarını uygulama zamanları (NCER, 2018)

Yıl	Eyalet(ler)
2003	California
2004	Maine
2005	Maryland
2006	Washington
2007	Conneticut, Minnesota, Oregon,Texas, North Carrollina
2008	New Jersey, Oklahoma, Virginia, West Virginia, Missouri, Hawaii, Rhode Island, Illionis, Michigan
2009	Indiana, Wisconsin
2010	Vermont, South Carolina, New York, Pennsylvania
2011	Utah
2014	District of Columbia

Elektronik atık mevduatına sahip olan eyaletlerde, birtakım öncelikler söz konusudur. Bu öncelikler kapsamında masaüstü bilgisayarlar, monitörler ve laptoplar olmak üzere en az 3 parça e-atık üzerinde çalışmalar yürütülmekte olup, bu sayının yaklaşık 15 parçaya çıktığı eyaletlerde bulunmaktadır (NCER,2018).

Şekil 7.11’ de haritada e-atıklar konusunda yasal mevduatı olan eyaletler numaralandırılmıştır. En kapsamlı e-atık faaliyetlerine sahip eyalet olan New York (19)’ ta CRT televizyonlar, bilgisayarlar, bilgisayar aksesuarları ve donanımları (klavyeler, fareler, yazıcılar vb.) video kameralar, müzik çalarlar,kablolu uydu alıcıları ile elektronik ve video oyun konsolları e-atık yönetiminde yer almaktadır (NCER, 2018).

5, 6, 7 ve 15 numaralı eyaletler (Texas, Oklahoma, Missouri ve Virginia) masaüstü bilgisayarlar, monitörler ve laptoplar konusunda geri dönüşüm faaliyetleri ile ilgili çalışmaktadırlar. 2, 3 ve 20 numaralı eyaletler (Oregon, Washington ve Connecticut) masaüstü bilgisayarlar, monitörler, laptoplar (4inch’in üzerindeki boyutlar) ve TV’ler (4inch’in üzerindeki boyutlar) konusunda geri dönüşüm faaliyetleri gerçekleştirmektedir (NCER, 2018).



Şekil 7.11 Amerika eyaletlerinde e-atık yönetiminde ürün kapsamı (NCER,2018).

E-atık geri dönüşüm faaliyetleri yürütülen eyaletlerde toplama çalışmaları için hedef noktalar belirlenmiştir. Özellikle sanayi ve elektronik kullanımının yoğun olduğu yerlerde evlerin ve küçük iş yerlerinin e-atıklarının yanısıra, daha büyük çaplı işletmelerde hedef toplama noktası durumundadır. Ev elektronikleri, küçük işletmeler, okullar, kar amacı gütmeyen dernekler, küçük kamu kurumları ve hayır kurumları e-atık geri dönüşüm faaliyeti için hedef noktalar olarak eyaletler de sınıflandırılmaktadır. California, Hawaii, Maryland, New York ve West Virginia eyaletleri tüm hedef noktalar için e-atık yönetimi faaliyetleri yürütürken, diğer eyaletlere ilişkin bilgiler Tablo 7.12’ de yer almaktadır (NCER,2018).

Tablo 7.12 ABD eyaletlerinde e-atık yönetimine dâhil olan hedef toplama noktaları (NCER, 2018)

Yıl	Eyalet(ler)
Ev elektronikleri	North Carolina, Indiana, California, Michigan, Pennsylvaaia, New Jersey, Minnesota, Illionis, South Carolina, Connecticut, Utah, Maine, Oregon, Rhode Island, Washington, Vermont
Küçük işletmeler	Indiana, Michigan, Pennsylvania, New Jersey, Maine, Oregon, Washington, Vermont
Okullar	Indiana, Maine, Rhode Island, Washington, Vermont
Kar amacı gütmeyen kuruluşlar	North Carolina, Oregon
Küçük ölçekli kamu kurumları	Connecticut, Minnesota, Oregon, Texas, North Carrollina, Washington
Hayır kurumları	Michigan, Washington, Vermont
Bilgisayar kullanıcıları	Texas, Oklahoma, Virginia, Missouri

Elektronik atıklar Amerika’da genellikle katı atık depolama tesislerine kabul edilmemektedir. CRT Televizyonlar, Monitörler, Dizüstü bilgisayarlar ve masaüstü bilgisayarları e-atık geri dönüşüm faaliyetlerine ilişkin yasal mevduata sahip eyaletlerde katı atık depolama alanlarına kesinlikle kabul edilmemektedir. Katı atık depolama alanlarına elektronik atıkların kabul edilmemesi yasal düzenlemesi 25 eyalette 2000’ li yıllarda başlamış olup, bu süreç 2018 yıllarına kadar devam etmiştir (ERCC, 2018).

7.2.8. Avustralya

Avustralya elektronik atıklarla ilgili olarak yasal düzenlemeleri Federal Hükümet ajandasına 1990’ ların sonlarına doğru almıştır. Çevreyi Koruma ve Doğa Mirası Konseyi (EPHC) 2002 yılında elektronik atıkları bir atık problemi olarak tanımlamış ve bununla ilgili olarak birtakım faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. 2009 yılında televizyonlardan ve bilgisayarlardan kaynaklanan atıkların çok büyük bir problem olduğu vurgulanarak Ulusal Televizyon ve Bilgisayar Geri Dönüşümü Programı yayınlanmıştır (Savage ve Ogilvie, 2006).

Bunun yanı sıra 1989 yılında yayınlanan Tehlikeli Atıklar Eylem Planı (Hazardous Waste Act) ve Basel Sözleşmesi de Avustralya' daki e-atık yönetiminin yasal zeminini oluşturmaktadır (Davis ve Herat, 2008).

Ulusal Televizyon ve Bilgisayar Geri Dönüşümü Programı, bilgisayar ve televizyon üreticilerinin sağladığı finansal kaynaklar ile elektronik atıkların toplanması ve geri dönüştürülmesi faaliyetlerini yürütmektedirler. Alışveriş merkezleri veyerel yönetimlerin oluşturdukları toplama noktaları ile elektronik atıklar toplanmaktadır. Avustralya, elektronik eşya üreticilerinin üye olduğu ve e-atık faaliyetlerini yürütmek üzere yetki verdiği 3 adet yetkilendirilmiş kuruluşa sahiptir. DHL Tedarik Zinciri, Avustralya ve Yeni Zelanda Geri Dönüşüm Platformu (ANZRP) ve E-Cycle Solutions yetkilendirilmiş kuruluşları Ulusal Televizyon ve Bilgisayar Geri Dönüşümü Programı çatısında Çevreyi Koruma ve Doğa Mirası Konseyi (EPHC)' ne sorumlu bir şekilde çalışmaları yürütmektedir. Yetkilendirilmiş kuruluşlar ile yerel yönetimler ve politika geliştiriciler arasında Product Stewardship yapılanması koordinasyonu yürütmektedir (NTCRS,2014).

7.2.9. Kanada

Kanada Çevre Bakanlığı'nın (Canasian Counsil of Ministers of the Enviroment) sorumluluğunda olmak üzere Kanada ilk defa ulusal seviyede 2004 yılında elektronik atıklarla ilgilenmeye başlamıştır. Aralarında tüketicilerin değerlendirilmesi, e-atıkların karıştırılması, tarafların sorumluluklarının belirlenmesi, performans hedefleri ve geri dönüşüm standartlarının da olduğu toplamda 12 prensip ile çalışmalarını yürütmekte olan CCME, çevre ve ekonomik ilişkiler açısından her Kanadalı hane için dengeli bir politika yürütmeyi misyon edinmiştir. 2004 yılından itibaren her il (province) kendi bölgesel programlarını oluşturmaya başlamıştır. Örnek vermek gerekirse Alberta, Kanada genelinde ilk olarak e-atık yönetimi programını belirleyen ildir ve ardından British Columbia' nın Su, Toprak ve Hava Koruma Bakanlığı genişletilmiş üretici sorumluluğunu kurgulamıştır (Savage ve Ogilvie, 2006).

Ülkede ilk defa e-atık programı oluşturan Alberta, ilk olarak masaüstü bilgisayarlar ve dizüstü bilgisayarlar (laptop, notebook) ile başlayan elektronik atık yönetimi, daha sonraları televizyon, yazıcılar ve diğer elektronik ürünler ile

genişletilmişlerdir. 1 şubat 2005 tarihinden itibaren e-atık yönetimine dâhil olan ürünler kapsamında piyasaya sürenlerden e-atık yönetimi harcı toplanmaktadır ki bu harçlar laptop ve notebook bilgisayarlar için 5 Kanada Doları'ndan, 46 inch ve üzeri ekran byklgne sahip televizyonlar için 45 Kanada Doları'na kadar çıkmaktadır. Kar amacı gütmeksizin, bir yetkilendirilmiş kuruluş misyonuyla alışan Alberta Geri Dönüşüm Yönetimi Otoritesi (ARMA) piyasaya sürenlerden, distribütörlerden ve üreticilerden harçları toplamak üzere ulusal sevide görevlendirilmiştir (Savage ve Ogilvie, 2006; ARMA, 2014). Yıllık olarak şeffaf bir şekilde kamuoyuna sunulan raporlar, toplanan harçların ayrı bir hesapta tutulduğu ve bu meblağlar ile toplama noktaları ve e-atık yönetiminin diğerk ihtiyaçları için ödemelerin yapıldığı görülmektedir (Savage ve Ogilvie, 2006).

2005 yılı itibariyle başlayan e-atık yönetimi programı esnasında piyasada satışta bulunan elektronik ürünlere ilişkin, daha sonra bunların e-atık haline dönüşmesi ile herhangi bir e-atık yönetimi harcı talep edilmemiştir. Daha sonra 2005 yılının sonunda California e-atık yönetimi ve AB lkelerinde uygulanan WEEE Direktifi rnek alınarak Electronic Product Stewardship Canada (EPSC) ismiyle bir koordinasyon merkezi kurulmuştur (Savage ve Ogilvie, 2006). Kanada'da kurulan EPSC, ülkede hkim durumunda bulunan Apple, Brother International Corporation, Canon, Dell, Epson, Hewlett Packard, Hitachi, IBM, Lexmark, LG Electronics, Panasonic, Sanyo, Sharp, Sony, Thomson ve Toshiba gibi üreticilerin de havuza dâhil olmasıyla Kanada Bilgi Teknolojileri Derneğini ve Kanada Elektro-Federasyon Derneğini kurmuşlardır (Savage ve Ogilvie, 2006).

7.2.10. Çin

Çin, dünyada yoğun elektronik üretimini gerçekleştiren ülkelerin lideri konumundadır. Yoğun emeğe dayalı bir sektör olan elektronik üretimi ve elektronik atıkların geri dönüşümü sonucu ikincil hammadde olarak kullanılabilmesi Çin'i dünyada bir numaralı illegal geri dönüşüm ve sağlıksız demontaj (ayırma, sökme) yapan ülke konumuna getirmiştir (Wang ve Huisman, 2011).

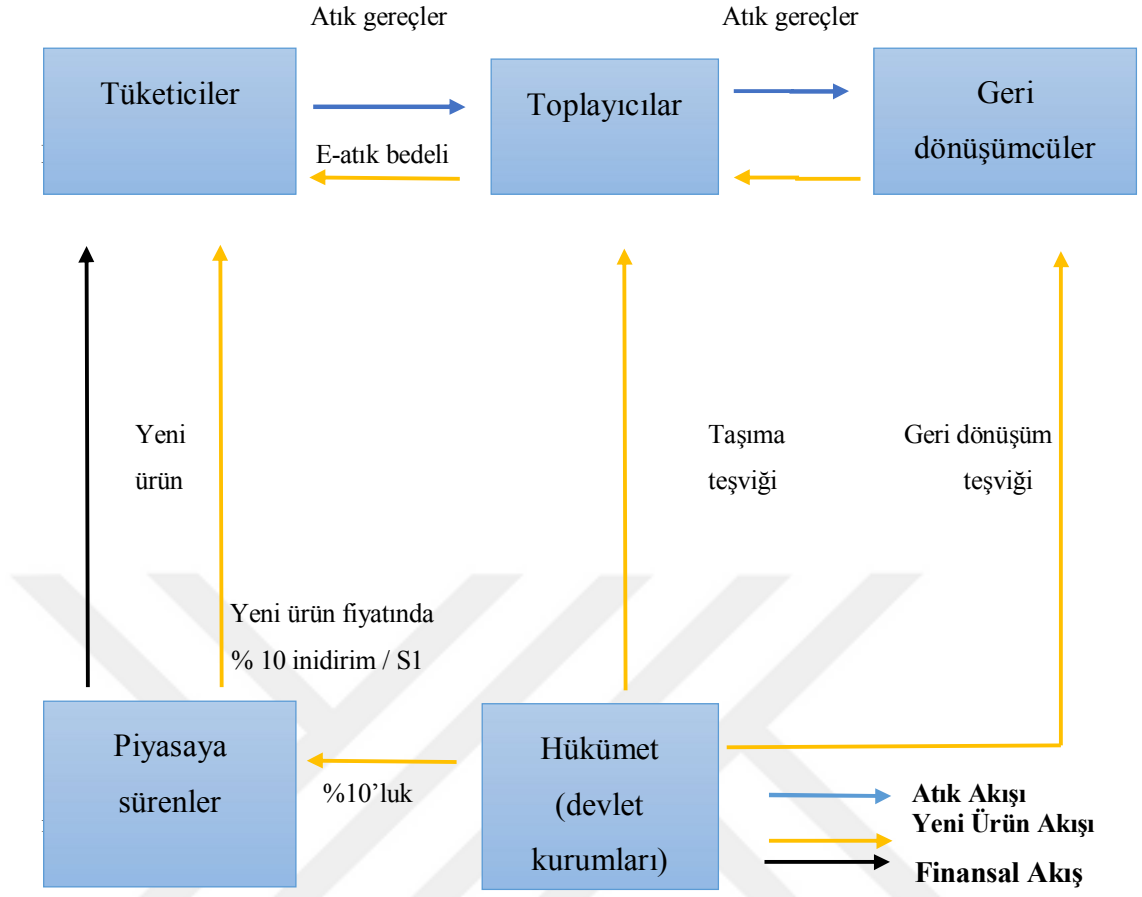
2004 yılında Devlet Reformlardan ve Gelişmelerden Sorumlu Komisyonu'nun girişimiyle Çin'de Evsel Elektronik rnlerin ve Elektroniklerin Geri

Dönüşümünün Yönetimi Yönetmeliği yayınlanmış ve üst konseyde de kabul edilmiştir (Savage ve Ogilvie, 2006).

Söz konusu yönetmelik ile e-atıkların geri dönüşümü ve uygun bertaraflarının yanısıra, çevresel koruma ve insan sağlığının korunması amaçlanmıştır. Bu yönetmelik ile televizyonlar, çamaşır makineleri, buzdolapları, klimalar ve bilgisayarlar öncelikli olarak kapsama alınmış olup kapsama alınan bu kategorilerde take-back sistemi (yenisini alırken, eskisini getir) önerilmektedir (Kahraman, 2014).

Çin e-atık yönetimini kurgulayan yukarıda bahsi geçen yönetmeliğe göre ev elektroniği üreticileri, ürünlerini geri dönüşüme ve/veya yeniden kullanıma uygun olarak dizayn etmekle, toksik olmayan madde kullanmakla sorumludurlar. Ayrıca üreticiler kendi elektronik atıklarını ve kullanılmış ev elektroniklerinin uygun bertarafının sağlanması amacıyla gerek kendileri gerekse geri dönüşüm firmalarıyla anlaşmak suretiyle faaliyetler yürütmeyi taahhüt etmek yükümlülüğündedirler (Savage ve Ogilvie, 2006).

Ağustos 2009'da Çin hükümetinin getirdiği eski ev elektroniklerine yeni takas programı ile (household appliance old for new trade in programme) ev eşyalarında eski ürünlerden kurtulmak ve daha ekonomik ve verimli yeni nesil ürünlerin tercih edilmesi amaçlanmıştır. Yeni alınacak bir ürün sırasında eski ürünün getirilmesi halinde % 10 indirim gerçekleştirilmektedir (Wang ve Huisman, 2011).



Şekil 7.12 Çin’de ev elektronikleri için takas sisteminin uygulanması

Eski ev elektronikleri için Şekil 7.112’de belirtilen takas programı ilk olarak Çin’de 4 eyalettteki 5 şehirde pilot uygulama olarak başlatılmıştır. Gerek yeni ve verimli elektroniklerin satışı gerekse eski ve yakın zamanda e-atık olacak ürünlerin toplanması konularında önemli başarılar elde edilmiştir. Ağustos 2009’dan Mayıs 2010’a kadar 13.88 milyon e-atık bu bölgede toplanırken, 13.13 milyon yeni ürünün 6 milyar \$ tutarındaki satışı da gerçekleştirilmiştir. Şekil 7.12’de belirtilen atık akışı, yeni ürün akış ve finansal akış tutanlamıyla devlet desteğiyle sürdürülebilir olarak kurgulanmıştır. Devlet hem piyasaya sürenlere, hem e-atık toplayıcılarına hem de geri dönüşümcülere gerçekleştirdikleri faaliyetlerin bir kısmını karşılamak amaçlı olarak teşvikler vermektedir (Wang ve Huisman, 2011).

Çin’de e-atıkların resmi ve gayri resmi olarak iki şekilde toplanması gerçekleştirilmektedir. Informal toplama sistemi genel olarak kendi hesabına çalışan göçmen vatandaşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Çalıştıkları bölgede hemen

hemen her haneye gidebildikleri için bu bakımdan oldukça verimli bir toplama sistemi olarak görülmektedir. Kendi hesabına çalışan formal toplayıcılar, düşük bedel karşılığında e-atıkları tüketicilerden almakta ve aldıkları ürünün durumunu değerlendirdikten sonra, ya farklı bölgelerde ikinci el olarak satmakta ya da daha yüksek bir fiyattan hurda olarak daha büyük informal toplayıcı ve ayırıcılara satmaktadırlar (Green ve Series, 2013).

Aşağıda yer alan tablo 7.13’de 2005 yılında yapılan bir pazar araştırmasına göre informal e-atık toplayıcılarının e-atıkları hanelerden aldıkları fiyatlar ve ellerinden çıkardıkları fiyatlar arasındaki ilişkiyi göstermiştir. Burada da görüldüğü gibi e-atıkların alış ve satış fiyatları arasındaki büyük fark, Çin’de ve emek yoğun faaliyet gösteren diğer ülkelerdeki illegal e-atık sektörünün büyüme nedenlerini gözler önüne sermektedir (He vd., 2006).

Tablo 7.13 Informal atık toplayıcılarının e-atık alış-satış fiyatları, 2005 (Green & Series, 2013)

	CRT TV (B&W)	CRT TV (colour)	Buzdolabı	Çamaşır Makinesi	Klima	Bilgisayar
Hanelerden alış (\$/ürün)	1.6-3.2	7.-15.7	7.-23.6	11-15.7	12.6-30	11-47.2
Daha büyük firmalara ya da ikinci el olarak satış (\$/ürün)	6.3-12.6	47.2-62.9	28.3-47.2	31.5-66.1	12.6- 126.8	23.6-62.9

Çin’de formal toplayıcılar ile informal toplayıcıları birbirinden ayırt etmek zor iken, bunları ayıran en net farklılık vergi ödemeleri olarak kabul edilmektedir (He vd., 2006).

7.2.10.1.Çin’de e-atıkların değerlendirilmesi

- **Manuel Ayırma:** Kablolar, basılı devreler, CRT tüpleri, plastik, metal, kondansatörler, değersiz pil, LED ve odundan ayrılır. Değerli kısımlar rafinaj veya şartlandırma işleminden geçirilmektedir.

- **RafinasyonveŞartlandırma:** Farklı e-atıkların direkt kullanılabilir materyalleri ile ikincil malzemeyi üretmek için olan kısımlar, rafinasyon ve şartlandırma işleminden geçirilmektedir.

-**Nihai Yok Etme:** Belediyenin çöplüğüne veya dökülmesi illegal alanlara dökülmektedir. Gaz ve su toplama sistemleri mevcuttur. İlegal atık toplayıcıları kontrolsüz sahaları kullanmaktadır ve açıkta yakma yapılmaktadır (Ay, 2012).

7.2.11.Japonya

Japonya evsel atıklarının yönetim ile ilgili yasal alt yapıyı 1998 yılında başlatmış olup, 2001 yılı itibariyle, Kaynakların Verimli Kullanılmasının Tanıtımı Kanunu ile tam olarak uygulanabilir hale getirilmiştir (Bo ve Yamamoto, 2010; Savage ve Ogilvie, 2006). Elektronik atıklarla ilgili yasal düzenlemenin yapılması, e-atıkların geri dönüşümünün ekonomik olarak önemli bir süreç olduğunu ifade eden endüstri kuruluşlarının girişimiyle gerçekleşmiştir (Savage ve Ogilvie, 2006).

Yasal düzenlemenin amacı 3 madde olarak tanımlanmıştır (Bove Yamamoto, 2010):

- ✓ Toplama miktarlarının artması ve yeniden kullanımın yaygınlaştırılması,
- ✓ Kullanılan değerli maden kullanımının ve atık miktarının azaltılması,
- ✓ Toplanan ürünlerdeki bileşenlerin tekrar üretim sürecine dahil edilmesi.

E-Atık yönetimi Japonya’da ilk olarak televizyonlar, klimalar, buzdolapları ve çamaşır makinelerini zorunlu olarak içermekleyen, daha sonraları kişisel bilgisayarlar, yazıcılar, tarayıcılar vb. diğer ürünleride kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Kahraman, 2014).

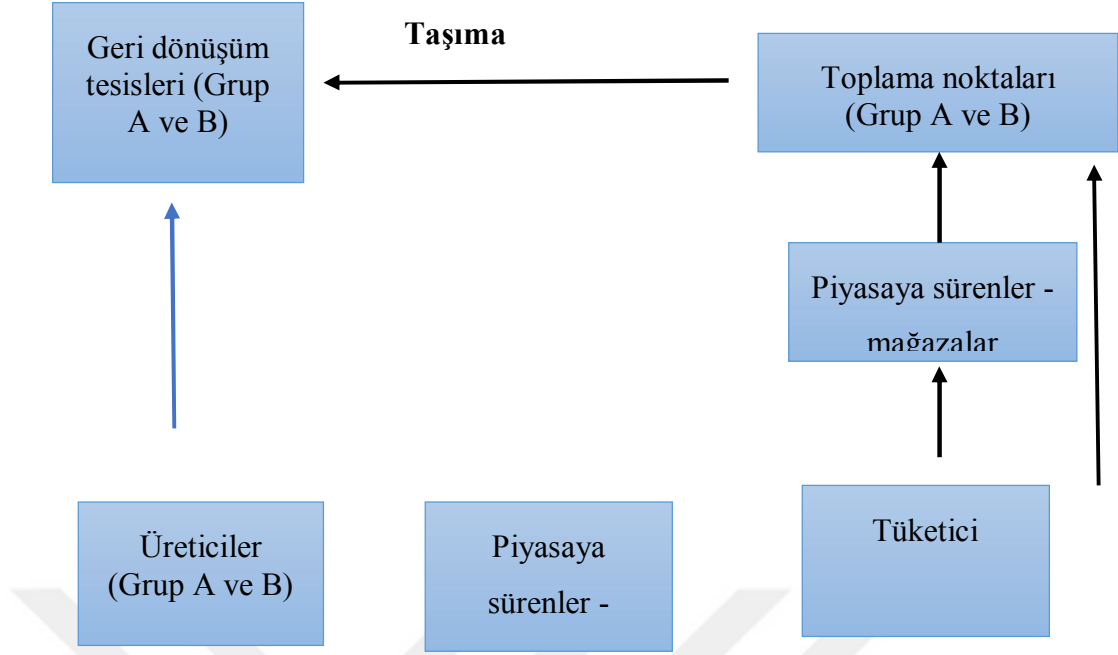
Japonya’da ilk olarak televizyonlar, klimalar, buz dolapları ve çamaşır makinelerini zorunlu olarak içermekleyen, daha sonraları kişisel bilgisayarlar, yazıcılar, tarayıcılar vb. diğerürünleri de kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Kahraman, 2014).

Kaynakların Verimli Kullanılmasının Tanıtımı Kanunu (LPUR)'nın geri dönüşümü arttırması ve atık miktarının azaltılması gibi amaçlarının yanı sıra, Japonya'da e-atık yönetiminde paydaşlar arası iş dağılımını planlayan bir de Ev Elektroniklerinin Özel Bileşenlerinin Geri Dönüşümü Kanunu (LRHA) bulunmaktadır. Japonya'nın e-atık mevzuatı, e-atıkların AB ülkelerine ihraç edilmesi esnasında uluslararası anlaşmazlıkların çıkmaması için uyarlanarak AB'nin WEEE Direktifi ile birlikte çalışacak şekilde dizayn edilmiştir (Chung ve Murakami-Suzuki, 2008; Savage ve Ogilvie, 2006).

Japonya'da elektronik ürün üreticileri kendi ürünlerinden kaynaklanan e-atıkların geri dönüşümü için gerekli olan finansman ihtiyacını karşılamakla sorumlu tutulmuşlardır.

Piyasaya sürenler ise, Norveç, İsveç, Hollanda ve Belçika gibi ülkelerde nasıl yeni bir ürün satışı yapıldığında, satışı yapılan ürün karşılığında o düzeyde bir e-atık geri alınıyorsa, bu Japonya'da da bu şekilde gerçekleştirilmektedir. Piyasaya sürenler bu konu dayasal olarak yükümlü tutulmuşlardır.

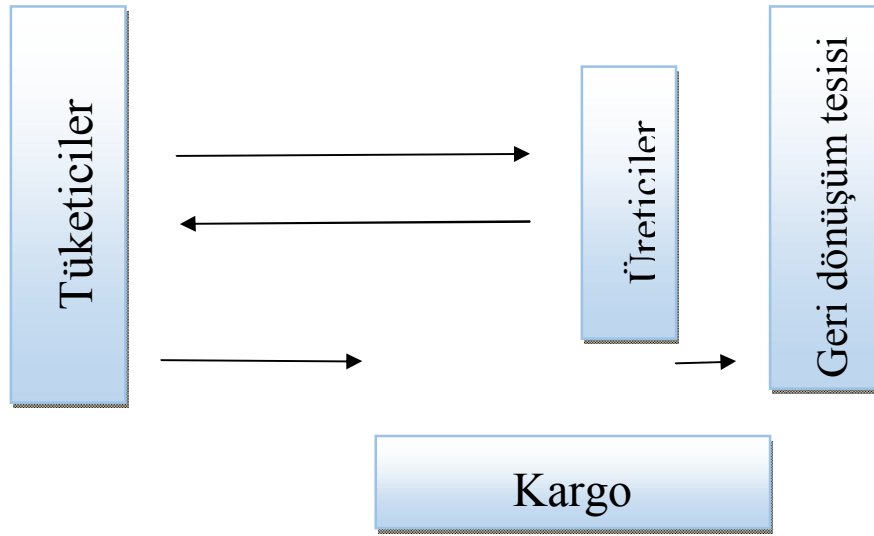
Piyasaya süren büyük firmaların olmadığı kırsal bölgelerde, e-atıkların toplanması ve geri dönüşüme kazandırılması yerel yönetimler aracılığıyla gerçekleştirilmek durumundadır. Genişletilmiş üretici sorumluluğunun yanı sıra tüketicilerden de bir miktar geri dönüşüm ücretinin alınması ile e-atık yönetim finansmanı AB ülkelerinden de iyi durumda olduğu gözlenmektedir (Savage ve Ogilvie, 2006). Japonya'da hafif elektronik ürünlerin kullanım ömrü sonunda değerlendirilmesi için Elektrikli Ev Gereçleri Derneği (Association for Electric Home Appliances) tarafından e-atık geri dönüşüm biletleri sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem iki şekilde faaliyet göstermektedir: Birincisinde tüketiciler piyasaya sürenlere geri dönüşüm ve lojistik için bir miktar harç ödemektedirler, diğerinde ise doğrudan geri dönüşüm firmalarına harç ödemektedirler (Bo ve Yamamoto, 2010).



Şekil 7.13 Japonya’da e-atık yönetim sistemi (Bo ve Yamamoto, 2010)

Şekil 7.13’de de görüldüğü gibi e-Atıklar Grup A ve Grup B olarak iki grupta incelenmektedir. E-Atıklarda klima, televizyon alıcısı, buzdolabı ve çamaşır makineleri Grup A’ya dâhil olmaktadır ve bilet sistemi ile piyasaya sürenlere ulaştırılarak geri dönüşüme kazandırılmaları sağlanmaktadır, bunun için nakliye harcı ve geri dönüşüm harcı tüketicilerden mağazalarca tahsil edilmektedir. Bunun yanı sıra bir de bilet sistemine dâhil olmaksızın doğrudan toplama noktalarına bırakılacak e-atıklar sadece geri dönüşüm harcı ödenerek geri dönüşüm sürecine kazandırılabilir. Japonya’da Matsushita ve Toshiba markaları Grup A kategorisinde birleşerek yetkilendirilmiş kuruluş oluşturmuştur, buna karşılık Hitachi, Sharp, Mitsubishi, Sanyo ve Sony markaları ise Grup B olarak yetkilendirilmiş kuruluşlar oluşturmaktadırlar (Bo ve Yamamoto, 2010).

Japonya’da kullanılmış bilgisayarların e-atık olduktan sonraki yönetimi ise diğer e-atıklara göre birtakım farklılıklar arz etmektedir. Ekim 2003’ten önce satın alınmış bilgisayarlar tıpkı diğer e-atıklar gibi (Şekil 7.14) tüketiciyi birtakım nakliye ve geri dönüşüm harçlarına maruz bırakmakta iken, Ekim 2013 sonrasında ise bu harç meblağları ürün fiyatına dâhil edilerek doğrudan üretici veya piyasaya süren mağazalardan tahsil edilmektedir (Chung ve Murakami-Suzuki, 2008).



Şekil 7.14 Japonya’da Ekim 2003 öncesi kullanılmış bilgisayarların yönetimi (Chung ve Murakami-Suzuki, 2008)

7.3.12.İsviçre

İsviçre’de 1 Temmuz 1998 yılında e-atıkların geri alınması ve bertaraf edilmesi zorunluluğu getirilmiştir (Morf, L.S., Tremp, 2007).

Üreticiler kendi markaları olan ürünleri geri almak durumundadırlar. Belediyelerin geri alma ya da bir toplama noktası oluşturma gibi bir zorunlulukları yoktur. Bayilere de yeni bir ürün sattıklarında eskisini geri almak zorunluluğu getirilmiştir (ACRR, The Management of WEEE).

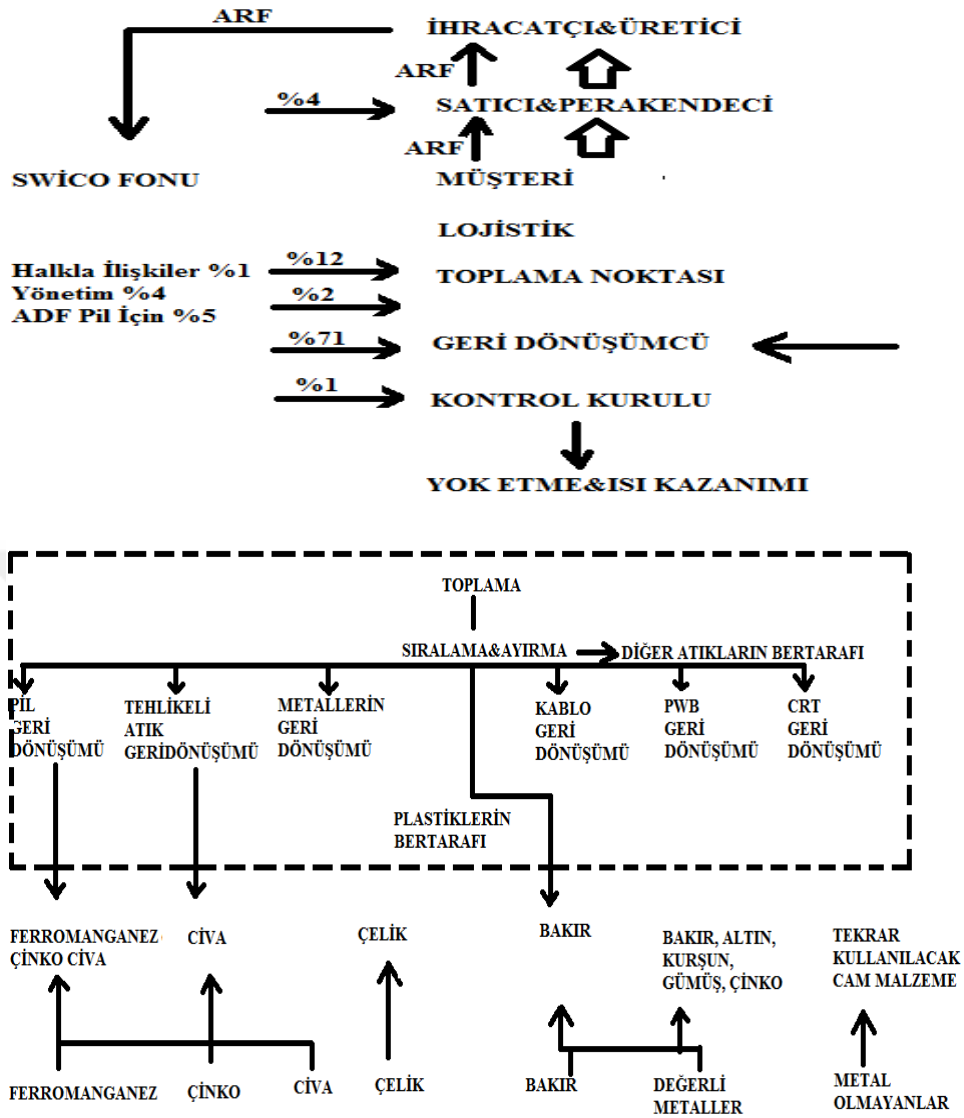
7.3.12.1. İsviçre e-atık geri dönüşüm sistemi (SWICO)

İsviçre’de şekil 7.15’de gösterilen Swico Geri Dönüşüm Programı 2003 yılı Eylül ayında başlatılmıştır. Geri dönüşüm sistemini oluşturan nedenleri birbirine bağlayan kompleks yapıların tanımlanması ve bunların insanlar ve çevreye olan etkilerinin belirlenmesi için iç içe üç katmanlı basit bir model geliştirilmiştir. Çevre ve insan modelin merkezinde yer almaktadır. İş gücü, sağlık ve çevre üzerinde e-atık geri dönüşüm sistemi e-atık geri dönüşüm sisteminin doğrudan ve dolaylı bir etkisi vardır. Geri dönüşüm sistematize ve teknolojik elementler ile ifade edilmiştir. Malzeme ve finansman akış bir ürünün ömrü boyunca belirlidir. Geri dönüşüm

sisteminin genel bir çerçevesi oluşturulmuştur. Ekonomi, politika, yasalar, bilim-teknoloji ve kültürel konular sistemin ilişkilerini etkilemektedir (Ay, 2012).

SWICO geri dönüşüm sistemini ön ödemeli geri dönüşüm parası (ARF) finanse etmektedir. Yeni bir elektronik cihaz aldığı anda tüketici ARF bedeli / fonu üzerinden ödeme yapmaktadır. SWICO’da toplanan paranın miktarı, geri dönüşümde, lojistikte, atık toplamada ve yönetim giderlerinde kullanılmaktadır. Geri dönüşüm firmaları, gelirinin üçte birini satışı yapılan geri dönüşüm malzemelerinden ve üçte ikisini de SWICO fonundan almaktadır (Ay,2012).





Şekil 7.15 SWICO e-atık geri dönüşüm sistemi akım şeması (Ay, 2012)

7.2.13. Hindistan

Yılda 4.5 milyon yeni bilgisayar ile birçok ikinci el ya da ömrü kısa bilgisayar ithal eden Hindistan, dünyanın en eski atık bilgisayar deposudur. Okullara bağış adı altında e-atıklar yasal olmayan yollardan bu ülkeye gönderilmektedir ve bilgisayarlar, Au veya Pt gibi değerli metallerin elde edilmesi için fakir halk tarafından kırılmakta, yakılmakta veya ergitilmektedir. Çoğu kişi tehlikeli Cd ve Pb cinsinden metaryalin ciddi sağlık problemleri riskinin farkında değildir. Normal oranın 10 katı Pb sayısı hastaların kan oranlarında hızla artmaktadır ve denetimsiz e-atık geri dönüşümü

beyin göçmesine sebep olurken, 10 µg/dl Pb, çocuklarda IQ seviyesini azaltmaktadır. Atık işlenlerinde genellikle fakir çocuk ve kadınlar çalıştırılırken, Hindistan’da çevre ve insan sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir (Ay, 2012).

7.2.13.1. Güney Afrika’da e-atıkların değerlendirilmesi

Demontaj: Basılı devreler, CRT, kablolar, plastikler, metaller, baz metaller, kondansatörler, değersiz pil, LCD ve odundan ayrılır.

Parçalama: Tekrar kullanılabilir parçalar ve ikincil hammadde parçalanır ve rafine edilerek şartlandırılır.

Eleme ve Diğer İşlemler: Al ve Cu ayrılır ve stoklanır.

Ağır Ortam Kazanımı: Pulvarizasyon sonrası banttan ağır malzemenin manuel ekstraksiyonu.

Şartlandırma: Metalikler ve diğer kısımlar rafinasyon için ince öğütülür.

Rafinasyon: Rand ve impala rafinerilerinde ayrılmış, şartlandırılmış metaller rafine edilir.

Nihai Yok Etme: Gaz ve su toplama sistemli belediye atık sahasına dökülür. Su ve hava emisyonu kontrol altındadır (Ay, 2012).

Dünya genelinde elektronik atık sorunu gelişmekte olan ülkelere gelişmiş sayılan ülkelerim artık kullanılamaz haldeki bilgisayarlarını göndermesi ile daha da büyümüştür(Ay,2012). Örneğin, Asya ülkelerine ABD e-atık geri dönüşümüne sokulması gereken bu atıkları ihraç etmektedir ve sonuç olarak, Hindistan ve Çin gibi ülkeler hızlı bir biçimde Dünya’nın e-atık çöplüğüne dönüşmektedir. Özellikle de Kuzey Amerika’dan, Singapur’dan ve Güney Kore’den gönderilen eski bilgisayarların bu ülkelerin önemli gelir kaynaklarından olduğu bilinmektedir.

Hint Hükümeti’nin yasaklamalarına rağmen ülkeye diğer e-atıklarla beraber bağış ve hibe yolu ile girmiş bulunan eski bilgisayarlar Ahmetabad kentinde ve yurt dışından gelen bu e-atıkların yanı sıra üretilmiş olan yer elelektronik cihazlarda bu yine bu kentin çöplüklerinde toplanmaktadır (Ay, 2012).

Her yıl 1000 tondan fazla eklenen e-atığın yanı sıra, Hindistan’da 1,38 milyon adet eski bilgisayar bulunmaktadır ve rekor sayı 20 milyon ile Kuzey Amerika’ya ait olmakta, bahsi geçen e-atıkların içerisinde monitör, klavye, yazıcı, anakart,

işlemciler, sabit disk gibi parçalar bulunmaktadır. Bu parçaların aksamlarındaki bakır, altın, alüminyum ve platin gibi değerli kısımları işçiler kendi elleri ile ayıklarken, kurşun ve benzeri tehlikeli maddelerin ise toprak ve suya karışması söz konusudur (Ay, 2012).

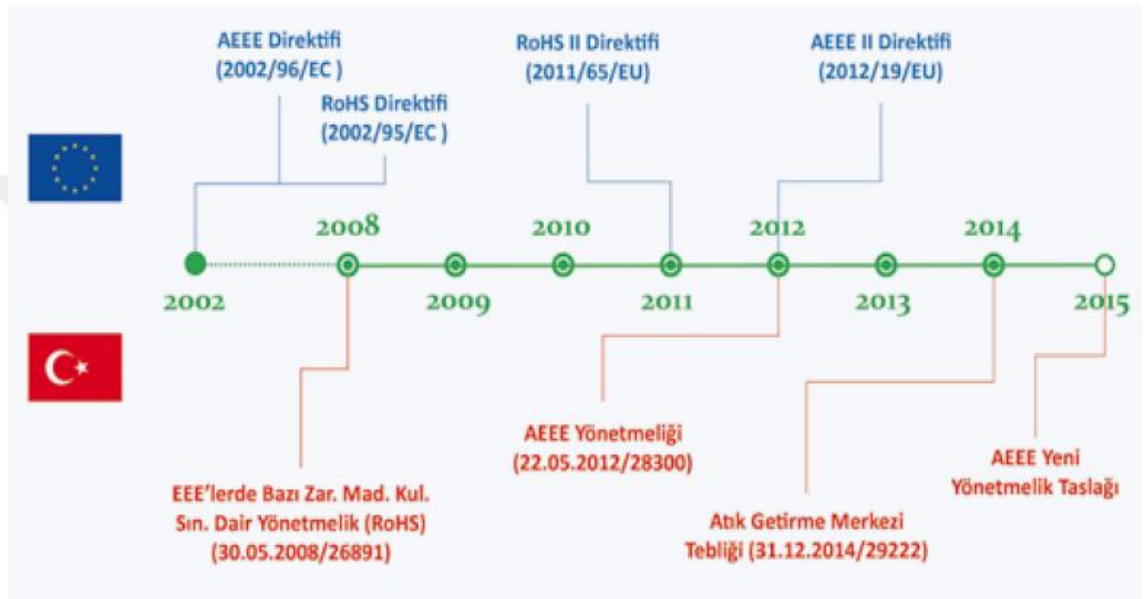


8. TÜRKİYE’DE E-ATIK YÖNETİMİ

Türkiye’de elektronik atıklar konusuna dair ilk çalışma 1991 yılında yayınlanmış olan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’ne 2002’de, Elektronik Atıkların ilave edilmesi ile yapılmıştır. Daha sonra ise, 1991 tarihli Avrupa Birliği direktifi doğrultusunda, Hollanda’yla ortak yürütülen “MATRA Katılım Öncesi Projeler Programı” dahilinde 2004’te yürürlüğe giren “Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği” yayınlanmıştır. Bu yönetmelikle, pil ve akülerin üretiminde zararlı kimyasal madde kullanımlarına sınırlamalar getirilmiş, üreticiler toplama, taşıma, bertaraf ve çevresel zararlardan sorumlututulmuş, bu kategoride yer alan ürünlerin evsel ve diğer atıklar ile beraberce depolanması, alıcı ortama verilmesi ve yakılması kesinlikle yasaklanmıştır. 2005 yılında yürürlüğe giren “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”de kısmen elektronik atıklar için kapsayıcı olsada ilk somut adım 30 Mayıs 2008 tarihinde yayınlanan ve tam 1 sene sonra 30 Mayıs 2009 tarihinde yürürlüğe giren “Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik” ile atılmıştır. Bahsi geçen yönetmelik gereğince, bazı elektrikli ve elektronik eşyaların kurşun (Pb), cıva (Hg), artı altı değerlikli krom (Cr^{+6}), polibromürlü bifenilleri (PBB), polibromürlü difenileterler (PBDE) ve kadmiyumun (Cd) bulundurması yasaklatılmıştır (Dursun, 2009).

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2008 yılının Kasım ayında bir soru önergesine verilen yazılı cevapta 2002/96/EC sayılı Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar Direktifi kapsamında hazırlanan yönetmelik taslağı 2008 yılı sonunda yayınlanacağı ifade edilmiştir. Ancak belirtilen tarihten 2 yıl sonra 2010 yılının Ekim ayında ilgili yönetmeliğin taslağı kamuoyununa sunulmuştur. E-atıklar konusunda 30.05.2008 tarih ve 26891 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik ” yayımlanmış, yayınlanma tarihinin ardından bir sene sonra da yürürlüğe alınmıştır. Bundan iki sene sonra da 22 Mayıs 2012 tarihli ve 28300 Sayılı “Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği” Resmi Gazetede yayınlanarak, büyük ölçüde yürürlüğe girmiştir.

Türkiye’de yönetmeliğin yayınladığı dönemde, AB de AEEE Direktifini yenilemiştir. ÇŞB yönetmeliğini Türkiye,güncellenen AEEE Direktifine göre yenilemektedir. Bu doğrultuda, 2015’te tasarı olarak bir yönetmelik yayınlanmış ve daha sonraki süreç içerisinde yaşanan gelişmeler altında tasarı bir kez daha yenilenerek, 2016’ta Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın internet sitesinde görüşe tekrar sunulmuştur. Şekil 8.1’de AEEE mevzuatının AB ve Türkiye’deki tarihçesi özetlenmiştir.



Şekil 8.1 AEEE ile AB ve Türkiye’de ilgili mevzuat tarihçesi

Yönetmelikte, elektrikli ve elektronik eşya atıklarının oluşumu ve bertaraf edilmesi gereken atık miktarının azaltılmasına gidilmesi amacı ile uygulanacak olan atıkların tekrar kullanımı, geri dönüşümü ve diğer geri kazanım yöntemlerinin desteklenmesi, teşvik edilmesiyle aynı zamanda bunların işlenmesinde ve bertarafında iştegalde bulunan ticari kuruluşların çevresel veriminin artırılması hedeflenmiştir.

8.1. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Yönetiminde Paydaşlar

AEEE yönetimi çevresel ve ekonomik boyutlarından dolayı AB yönetmeliği ve ulusal mevzuatta da bahsedildiği gibi üretici, tüketici ve belediyeler gibi paydaş sayılan birçok kişi ve kuruma önemli sorumluluklar yüklenmiştir. Paydaşlar kendi sorumluluklarını yerine getirmekle beraber diğer paydaşlarla da iş birliği içinde olmalıdır.

AEEE yönetiminde sorumlu paydaşlar aşağıdaki gibidir :

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Yetkili İdare)
- Yetkilendirilmiş Kuruluşlar
- İlgili Diğer Kamu Kurumları
- EEE Üreticileri (Üreticiler, dağıtıcı işletmeler ve tüketiciler)
- Lisanslı Tesisler
- Belediyeler (Büyükşehir Belediyeleri dâhil)

8.1.1. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı sorumlulukları

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, AEEE Kontrolü Yönetimindeen yetkili mercidir. AEEE'lerin yönetimi için; diğer paydaşlardan koordinasyonu sağlayan kurumdur; geri getirme, geri dönüşüm ve geri kazanım tesisleri tarafından hazırlanan belgeleri ayrıca denetlemektedir. Belediyelerin hazırladığı AEEE Yönetim Planını ÇŞB değerlendirerek onay vermektedir. Bununla birlikte gerekli denetim ve izlemeleri yapmakve usulsüzlükler tespit ettiğinde de gerekli yaptırımlarınuygulanmasını sağlamak, ÇŞB'nin sorumluluğundadır. Gerekli gördüğü durumlarda ÇŞB,kendi yetkisinin bazısını Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinedevrebilmektedir. AEEE taşıma araçlarına taşıma lisansı verilmesi, faaliyetlerinin izlenmesi ve denetlenmesi, gerekli durumlarda lisansın iptal edilmesi ve/veya yenilenmesi ile görevli ve yetkili olan kurum Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleridir.

8.1.2.Yetkilendirilmiş kuruluşlar (YK) ve koordinasyon merkezi sorumlulukları

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş kar amacı gütmeyen kuruluşlardır. Üreticilerin yükümlülüklerini yerine getirmek için oluşturulmuştur. Yetkilendirilmiş Kuruluşlar (YK), yönetmelikte belirtilen AEEE'lerintoplanma, geri kazanımı ve geri dönüşümü hedeflerinin gerçekleştirilmesiamacı ile atık yönetim planı hazırlamak ve ÇŞB'ye sunmak, üreticiler adına belediyeler ve geçici faaliyet belgesi ya da çevre izin ve lisanslı işleme tesisleri ile işbirliği yapmak ve, bu çerçevede yürütülen faaliyetleri izlemek, sözleşme yaptığı belediyelerde getirme

merkezlerinde toplanan AEEE'lerin geri kazanımını sağlamak üzere hepsini geri almak veya aldirmek ile yükümlüdür.

Ayrıca, AEEE yönetimi ile ilgili Bakanlığa raporlamanın yapılması, getirme merkezlerinde ürün gruplarına uygun toplama konteynerlerini sağlanması ve üreticiler adına AEEE yönetimi ile ilgili bilinçlendirme kampanyaları düzenlenmesi ve gerekli yazılı ve görsel dokümanları, broşürleri, vb. sağlanması yine YK'ların yükümlülüğündedir. Belediyeler ile birlikte de eğitim ve bilgilendirme faaliyetlerini gerçekleştirebilirler.

Koordinasyon merkezleri, YK'ların özellikle atığa erişimlerini sağlamaktadır. Böylece, YK'ların tüm belediyelere ulaşması sağlanarak tüm ülkede atık toplanması sağlanmış olmaktadır. Bahsi geçen merkezler Avrupa ülkelerinde standart fiyatlar belirlemiştir, böylelikle, ton başına verilmesi sağlanacak olan destek için tartışmalar engellenmiş olmaktadır. Türkiye'de bir Koordinasyon Merkezi henüz yoktur. Türkiye'de, ÇŞB tarafından lisansı verilmiş olan, mevcut durumda AEEE'lerin toplanmasından geri kazanımına kadar sorumlu 3 Yetkilendirilmiş Kuruluş mevcuttur:

- AGİD (Aydınlatma Gereçleri İmalatçıları Derneği)

Kuruluş Yılı: 1997

Genel Müdürlük Yeri: İstanbul

Atık Kolları: Aydınlatma Ekipmanları, Küçük Ev Eşyaları, Elektrikli ve Elektronik Aletler, Oyuncaklar, Eğlence ve Spor Ekipmanları, İzleme ve Kontrol Aletleri

- ELDAY (Elektrik ve Elektronik Geri Dönüşüm ve Atık Yönetimi Derneği)

Kuruluş Yılı: 2014

Genel Müdürlük Yeri: İstanbul

Atık Kolları: Buzdolabı, Soğutucular, İklimlendirme Cihazları, Büyük Beyaz Eşyalar, Otomatlar, Televizyon ve Monitörler

- TÜBİSAD (Türkiye Bilişim Sanayicileri ve İşadamları Derneği)

Kuruluş Yılı: 1979

Genel Müdürlük Yeri: İstanbul

Atık Kolları: Tüketici Ekipmanları, Bilişim ve Telekomünikasyon Ekipmanları, Televizyon ve Monitörler

8.1.3. EEE üreticilerinin sorumlulukları

Üreticiler, elektrikli ve elektronik eşyaların çevreyle uyumlu üretiminin ve tasarımının gerçekleştirilmesi sağlayacak olan paydaşlardır. Ayrı toplama süreçlerinde üreticilere büyük sorumluluk düşmektedir. Üreticiler, tüketicilerin bırakabileceği toplama merkezleri (Atık Getirme Merkezi), AEEE'leri taşıma, geri kazanım veya bertaraflarının ekonomik yükünü, “üretici sorumluluğu” ilkesi bağlamında üstlenmekle yükümlüdür. AEEE'lerin bilinçsiz olarak değerlendirilmesinin, kayıt dışı işlemlerin önlenmesi için gereken önlemlerin alınması ile de yükümlüdür. Yönetmelikte geçtiği üzere, üreticiler e-atıkların toplanmasının yanı sıra geri dönüşüm ve geri kazandırmadan da sorumludur. Tablo 8.1'de EEE üreticilerinin geri kazanım, Tablo 8.2'de ise geri dönüşüm hedefleri sunulmuştur.

Tablo 8.1 EEE üreticilerinin geri kazanım hedefleri(AEEE, 2012)

Eletrikli ve Elektronik Eşya Kategorileri	Yıllar	
	2013	2018
Ağırlıkça (%) olarak		
Büyük ev eşyaları(%)	75	80
Küçük ev aletleri(%)	55	70
Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları(%)	60	75
Tüketici ekipmanları(%)	60	75
Işıklandırma cihaz ve aletleri(%)	50	70
Gaz deşarj lambaları	70	80
Elektrikli ve elektronik aletler(%)	50	70
Oyuncaklar,eğlence,spor aletleri(%)	50	70
Tıbbi cihazlar(%)	---	---
İzleme ve kontrol aletleri(%)	50	70
Otomatlar(%)	70	80

Tablo 8.2 EEE üreticilerinin geri dönüşüm hedefleri (AEEE, 2012)

Elektrikli ve Elektronik Eşya Kategorileri	Yıllar	
	2013	2018
Ağırlıkça (%) olarak		
Büyük ev eşyaları(%)	65	75
Küçük ev aletleri(%)	40	50
Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları(%)	50	65
Tüketici ekipmanları(%)	50	65
İşıklandırma cihaz ve aletleri(%)	20	50
Gaz deşarj lambaları	55	80
Elektrikli ve elektronik aletler(%)	40	50
Oyuncaklar,eğlence,spor aletleri(%)	40	50
Tıbbi cihazlar(%)	---	---
İzleme ve kontrol aletleri(%)	40	50
Otomatlar(%)	65	75

AEEE Yönetmeliği'nde üreticilerin, “belediyeler ve dağıtıcılar tarafından toplanan evsel AEEE’leri; atık getirme merkez veya dağıtıcılarından başlamak sureti ile nakliye maliyetlerini karşılamak, 14. maddede belirtilen teknik özellikleri karşılayan tesislerde işlenmesini sağlamak, işleme imkânının bulunmadığı durumlarda bertarafı için bir sistem kurmak ve maliyetlerini karşılamak, evsel olmayan AEEE’lerin toplanması, işlenmesi ve bertaraf edilmesi amacı ile bir sistem kurmak ve belediyelerin yetki alanı dışında evsel AEEE’lerin toplanması için il özel idareleri ile yapılacak ortak çalışmaları desteklemek” yükümlülükleri açıkça belirtilmiştir. Üreticilerin yükümlülüklerinin, daha önce de belirtildiği gibi ÇŞB tarafından yetkilendirilmiş olan kuruluşlar aracılığıyla da gerçekleştirilme olanağı mevcuttur. Bunlar dışında üreticiler de YK’lar gibi halkı bilinçlendirme konusunda da yükümlüdür.

8.1.4.Belediyelerin sorumlulukları

AEEE Yönetimindeki önemli paydaşlardan biri de tüketicilerle yakın ilişkileri olan belediyelerdir. Elektronik atıkların toplanmasından bertarafına kadar olan AEEE yönetim planını hazırlamak belediyelerin görevidir. Ayrıca tüketicilerin bilgilendirilmesiyle beraber atıkların toplanmasının yapılması veya yaptırılması

konusunda yine belediyenin yükümlülüğündedir. Sadece e-atıkların toplanması değil diğer atıkların da toplanması amacıyla kurulacak olan atık getirme merkezlerinin kurulması/kurdurulması ve işletilmesi belediyelerin sorumluluğundadır.

Belediyelerin buna bağlı olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından atık getirme merkezlerinin oluşturulması ve AEEE toplama başlangıç yılları Tablo 8.3'te gösterilmiştir.

Tablo 8.3 Belediye nüfuslarına göre getirme merkezi kurma takvimi(AEEE, 2012)

Belediye Nüfusu	Getirme Merkezi Oluşturma ve AEEE Toplama Başlangıç Yılları
400.000'den fazla	1/5/2013
200.000-400.000 arası	1/1/2014
100.000-.200.000 arası	1/1/2015
50.000-100.000 arası	1/1/2016
10.000-50.000 arası	1/1/2017
10.000'den az	1/1/2018

Belediyelerin bu tür faaliyetlerinin yanı sıra, belgeleme konusunda da sorumlulukları mevcuttur. Belediyeler atık getirme merkezlerine gelen atıkları Koordinasyon Merkezince (Ülkemizde henüz yoktur) belirlenen lisanslı işleme merkezlerine göndermekle ve bu aşamaları Koordinasyon Merkezlerine karşı belgelemekle sorumludur. Büyükşehir belediyeleri belirtilen bu görevlerden sorumlu olmazken, AEEE'lerin toplanmasını sağlamak amacıyla küçük belediyelerin çalışmalarını koordine etmek, bununla birlikte eğitim ve bilgilendirme çalışmalarına katılmayla yükümlüdür.

8.1.5. İşleme tesislerinin yükümlülükleri

AEEE Kontrolü yönetmeliğine göre işleme faaliyeti; AEEE'lerin arındırma, söküm, parçalanma, geri kazanım veya bertarafa hazırlanması amacı ile bir tesise teslim edildikten sonrasında yapılan her türlü uygulama ile AEEE'lerin geri kazanımının veya bertarafının gerçekleştirilmesi için olan tüm diğer işlemlerdir. İşleme tesisleri, işleme faaliyetleri tanımının kapsamına giren arındırılması, sökümü, parçalanması,

parçalama sonrası oluşan atıkların geri kazanımı faaliyetlerinden üç faaliyeti asgari düzeyde gerçekleştiren tesisler olarak tanımlanmıştır. Yönetmelikte belirtildiği üzere işleme tesisleri; aktarma merkezleri aracılığı ile AEEE toplanımının, AEEE'lerin geri dönüşümü ve geri kazanım işlemlerinin sağlanması adına uygun yöntem ve teknolojileri kullanmak ile sorumludur. Tesise alınan, işlenen ve bertaraf edilen atık miktarını ve geri kazanım ile geri dönüşüm miktarlarının kayıtlarını tutmakla sorumludurlar. Bu kayıtları beş yıl süreyle muhafaza etmek zorundadır. Hazırlanan aylık faaliyet raporlarını ÇŞB'ye göndermekle görevlidir.

8.1.6. Dağıtıcıların sorumlulukları

AEEE Kontrolü Yönetmeliği'ne göre dağıtıcılar yeni bir ürün satıldığında tüketicinin talebi doğrultusunda aynı işlevi gören benzer eski eşyayı hiçbir kriterine bakmaksızın almakla yükümlüdür. Ayrıca eğer dağıtıcı satacağı ürünü nakliyeyle alıcının adresine teslim ediyorsa aynı işlevi gören eski eşyayı hiçbir ücret talep etmeden almakla görevlidir.

Elektrikli ve elektronik eşyaların dağıtıcıları, teslim aldıkları elektronik atıkları Koordinasyon Merkezi'ne bildirmekle ve çevre lisanslı işleme tesislerine göndermekle görevlendirilmişler ve mekanlarının büyüklüğüne uygun olarak evsel AEEE'lerin muhafazasını sağlamak için toplama kutusu veya konteyner bulundurmakla sorumlu tutulmuştur.

8.1.7. Tüketicilerin sorumlulukları

AEEE Yönetiminin son basamağı olan tüketiciler, elektronik atıklarını diğer evsel atıklarından ayrı bir biçimde biriktirmek ile ve bu atıklarını, belediyeler tarafından oluşturulan atık toplama merkezine ulaştırmakla sorumlu tutulmuşlardır. Bununla beraber diğer en önemli sorumluluklardan biri de kayıt dışı toplanmanın ve bunun olumsuz getirilerinin önüne geçmek adına elektronik atıklarını kayıt dışı toplama yapanlara vermeme konusunda sorumludurlar.

9. TÜRKİYE GENELİ E-ATIK MİKTARLARI

Türkiye’de 2006 yılında toplanan 1818 ton AEEE, 2013 yılına gelindiğinde 9500 ton seviyesinde artmış bulunmaktadır (Sayman vd., 2016). 2014 yılında 503 bin ton seviyesine çıkan e-atık miktarı, 2016 yılında da 623 bin tona ulaşmıştır.

Tablo 9.1 Yıllara göre Türkiye’de oluşan toplam atık ve e-atık miktarları

Yıllar	Nüfus	Toplam atık miktarı (milyon ton)	Toplam e-atık miktarı (bin ton)	Kişi başına düşen e-atık miktarı (kg)
2006	68.626.337	25.28	1818	0.02
2014	77.695.904	28.01	503	6.5
2016	79.814.871	31.58	623	7.9

Kaynak : TÜİK verileri

Tablo 9.1’de yıllara göre toplam atık ve e-atıkların miktarları sunulmuştur. E-atık miktarı düşük çıkmıştır; kayıtsızca ve kontrolsüzce toplanan AEEE’ler bu düşük oranın sebebi olarak gösterilmektedir. Bazı resmi olmayan işletmeler ve hurdacılar tarafından AEEE’ler kayıt dışı toplanmakta ve atıklar kendi yöntemleri ile işlenmektedir. Bu yöntemler, çevre ve insan sağlığı için tehlike oluşturmakta ve AEEE’lerin bileşenlerindeki aynı zamanda ekonomik değeri yüksek olan bazı maddelerin de geri dönüşümleri sağlanamamaktadır, dolayısı ile ekonomi açısından hedeflenen performans olumsuz etkilenmektedir. Gayri resmi olan işletme standartlarının yükseltilmesive kayıt altına alınacak olmaları, hem Türkiye’deki geri dönüşümü yükseltecek hem de, çevre ve insan sağlığı için katkı sağlamış olacaktır. Atık toplam oranlarının düşük olmasındaki sebepler, finansal açıdan belediyelerin yetersizlikleri, e-atık yönetmelik hedeflerinin olmaması, mevcut atık toplama altyapısındaki yetersizlik ve tüketicilerin farkındasızlığı sayılabilir. Türkiye’de, EEE üreticisi toplam sayısı resmi olarak bilinmemekte, istatistiklerin gizli tutulması nedeni ile EEEE üreticileri listesinin TÜİK tarafından açıklanmasına izin

verilmemektedir. Bununla beraber, geçmişte EEE ihraç etmiş olan en az 14,000 sayıda işletme bulunduğu TÜİK tarafından belirtilenler arasındadır. ÇŞB'nin EEE üretici sicili işlemek üzere bir sistemi kurduğu doğrudur fakat kayıt sistemine dâhil edilmemiş firmalar mevcuttur.

AEEE'lerin toplanma sürecinin ardından, AEEE işleme tesislerine gönderim süreci başlamaktadır. Her ne kadar, geri dönüşüm tesisi olarak ifade edilse de bu tesisler, tesislerde genellikle, AEEE'leri sökme ve sökülen parçaların içerdikleri demir, bakır, krom gibi bileşenlerine ve kullanım alanlarına göre ayrıştırma işlemi gerçekleştirilmekte ve nihai geri dönüşüm için üretim maddelerine ayrıştırılmış olan AEEE'ler, geri dönüşüm için, üretim tesislerine gönderilmektedir. Örneğin, ayrıştırılmış olan demir, demir çelik fabrikalarına gönderilmektedir. Özellikle demir, bakır gibi AEEE'lerin bazı kollarında ayrıştırma yapmak, ana maddeler bakımından kolay nitelendirilebilecek bir süreçtir fakat, cep telefonlarının, elektronik kartların, vb., içerisindeki değerli maddelere erişim zordur; yüksek teknoloji ve büyük yatırımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye'de, bu alanda çalışmalar devam etmektedir ama yurt içinde değerlendirilemeyen bu parçaların çoğu başta Almanya olmak üzere, Fransa ve Belçika gibi ülkelere ihraç edilmektedir.

Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015), e-atıkları 9 grupta toplamaktadır. Tablo 9.2'de yönetmelikteki AEEE atık kodları ve bu kodların açıklamaları verilmiştir.

Tablo 9.2 E-Atık kodları ve tanımları (Kahraman ve Salihoğlu, 2016)

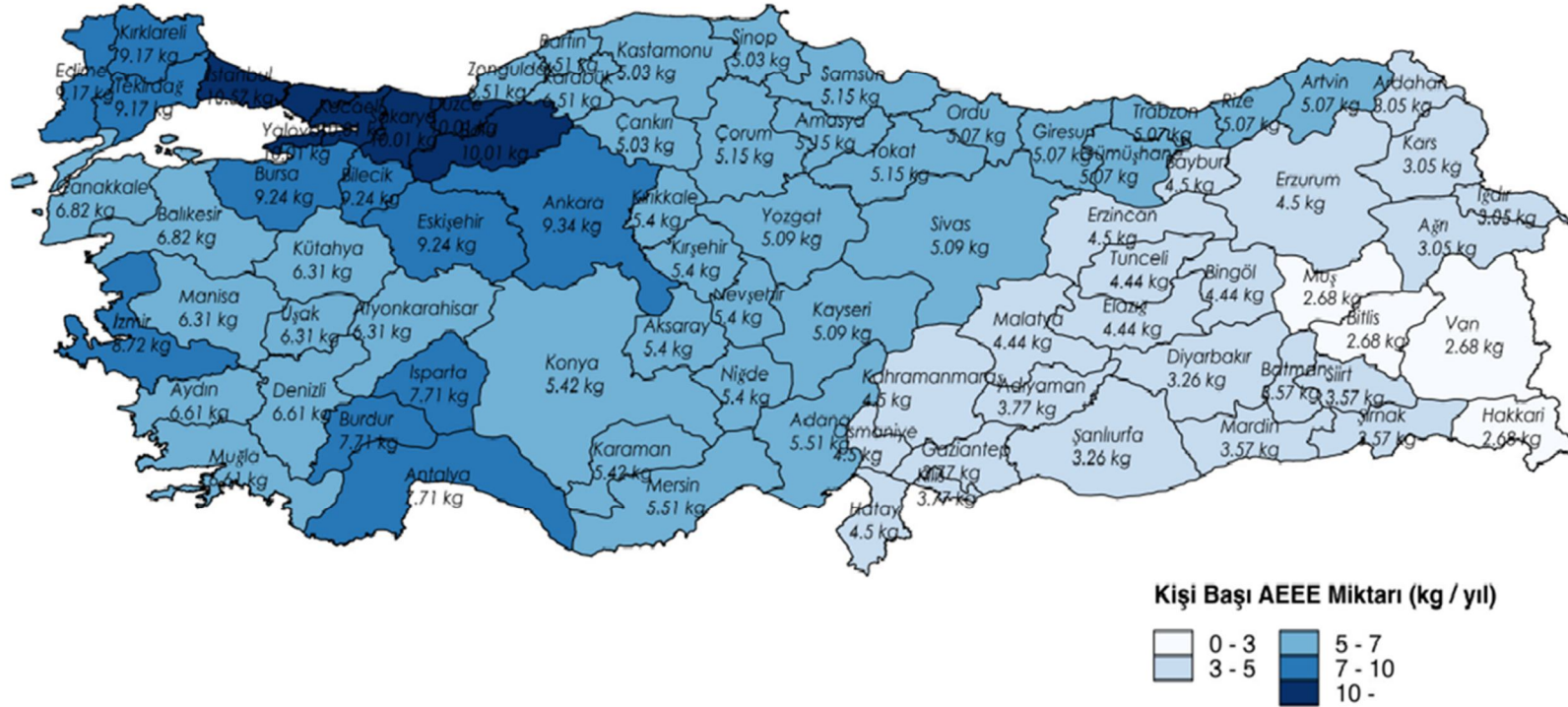
Atık Kodları	Tanımı
160209	PCB’ler içeren transformatörler ve kapasitörler
160211	Kloroflorokarbon, HCFC, HFC içeren ıskarta ekipmanlar
160212	Serbest asbest içeren ıskarta ekipman
160213	16 02 09’dan 16 02 12’ye kadar olanların dışındaki tehlikeli parçalar içeren ıskarta ekipmanlar
160214	16 02 09’dan 16 02 13’e kadar olanların dışındaki ıskarta ekipmanlar
200121	Floresan lambalar ve diğer cıva içeren atıklar
200123	Kloroflorokarbonlar içeren ıskartaya çıkartılmış ekipmanlar
200135	20 01 21 ve 20 01 23 dışındaki tehlikeli parçalar içeren ve ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar
200136	20 01 21, 20 01 23 ve 20 01 35 dışındaki ıskarta elektrikli ve elektronik ekipmanlar

Tablo 9.3’te görüldüğü gibi 2013-2018 yıllarında, her bir e-atık kategorisi için “bir yıl için kişi başı AEEE” olarak hesaplanan atık toplama hedefi, 2018 için kişi başı toplam e-atık miktarı için en az 4 kg olması gerektiği şeklinde düzenlenmiştir. Avrupa Birliği güncel toplama hedeflerine bağlı olarak yönetmelik de güncellenme sürecindedir. Taslak aşamasında olan yeni yönetmeliğin yayımlanmasıyla bu tablo da yenilenecektir.

Tablo 9.3 Türkiye yıllara göre toplama hedefleri (AEEE, 2012)

EEE Kategorileri	Yıllara Göre Toplama Hedefi (kg/kişi-yıl)				
	2013	2014	2015	2016	2018
1.Buzdolabı/Soğutucular/İklimlendirme cihazları	0,05	0,09	0,17	0,34	0,68
2.Büyük beyaz eşyalar (Buzdolabı/soğutucular/iklimlendirme cihazları hariç)	0,1	0,15	0,32	0,64	1,3
3.Televizyon ve monitörler	0,06	0,10	0,22	0,44	0,86
4.Bilişim ve telekomünikasyon ve tüketici ekipmanları (Televizyon ve monitörler hariç)	0,05	0,08	0,16	0,32	0,64
5.Aydınlatma ekipmanları	0,01	0,02	0,02	0,04	0,08
6.Küçük ev aletleri, elektrikli ve elektronik aletler, oyuncaklar, spor ve eğlence ekipmanları, izleme ve kontrol aletleri	0,03	0,06	0,11	0,22	0,44
TOPLAM EVSEL AEEE (kg/kişi-yıl)	0,3	0,5	1	2	4

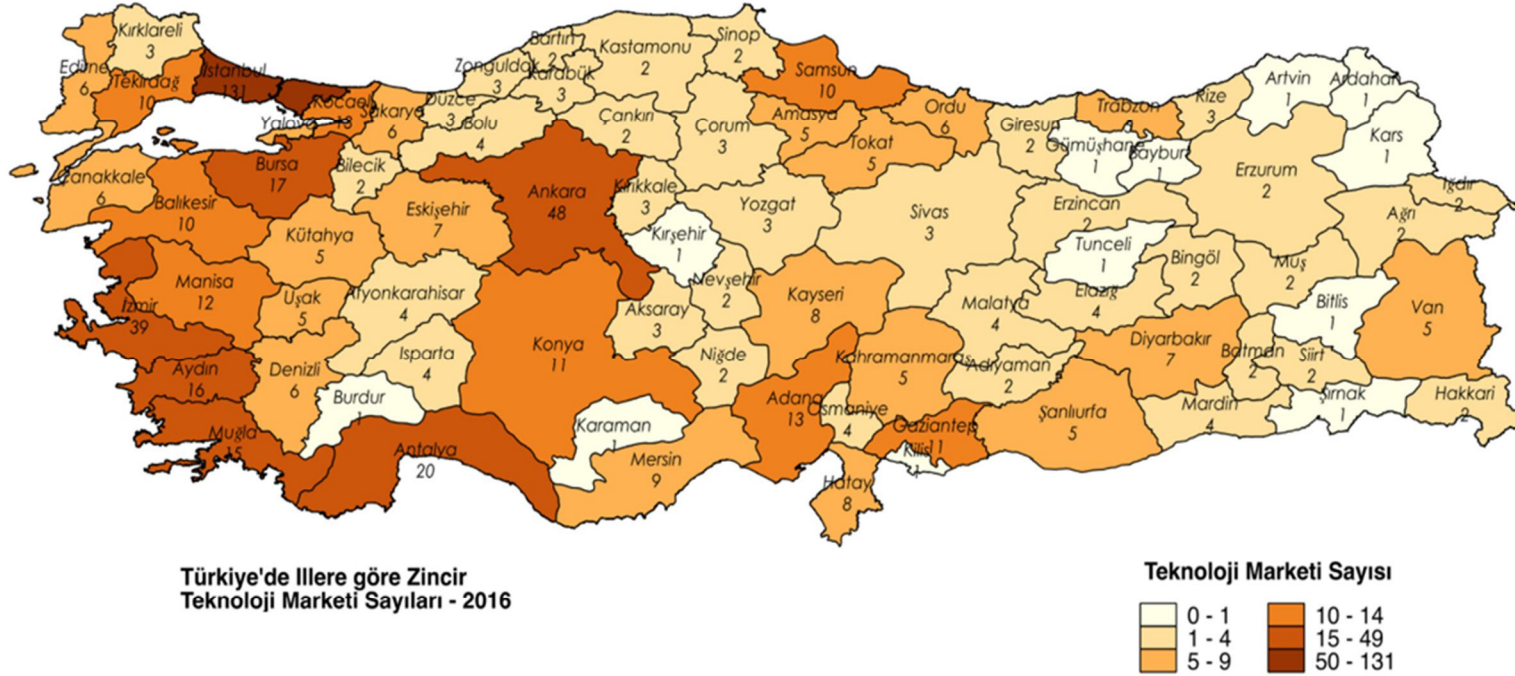
2015 yılında AB ölçeğinde gerçekleştirilen “Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya (AEEE) Toplama Hedefleri Çalışması” başlıklı Avrupa Komisyonu raporuna göre Türkiye için oluşan AEEE miktarı, 2019 yılı için toplam 594 kt olarak öngörülmüştür. (EC, 2015). Şekil 9.1’de bu rakamın illere dağıtılması ile illerde oluşan kişi başı AEEE miktarları sunulmuştur.



Şekil 9.1 Türkiye’de illere göre kişi başı AEEE miktarı (REC, 2016)

Şekil 9.1’de görüldüğü gibi İstanbul, Kocaeli, Düzce, Yalova gibi illerde 10’un üzerinde kişi başına düşen atık miktarı ile yönetmelikte hedeflenen 4 kg miktarın iki katından fazladır. Muş, Bitlis, Van, Hakkari illerinde ise 2 civarında seyreden e-atık miktarı 2018 hedefinin altında kaldığı görülmektedir. Erzincan, Kahramanmaraş, Hatay, Bayburt, Erzurum illeri ise hedefi sınır değerlerle geçmiştir. Mardin, Batman, Siirt, Şırnak ise 0.03 gibi küçük bir oranla hedefin altında kalan illerdir.





Şekil 9.2 2016 yılı Türkiye'deki illere göre zincir teknoloji marketi sayıları (REC, 2016)

Şekil 9.2’te görüldüğü gibi her ilde en az 1 adet olan teknoloji mağazası Türkiye genelinde toplamda 596 adettir. Üreticilerin de ürettiği ürünlerden sorumlu olması nedeniyle üreticilerin satışlarını yaptıkları teknoloji mağazalarında atık toplama konusunda faaliyetlerde bulunması beklenmektedir. Bu durum hem üretici hem de tüketici için kolaylık sağlayacaktır.



Türkiye’de tüketicilerin vazgeçilmez noktaları olan AVM’ler de e-atıkların toplanması konusunda önem arz etmektedir. Belediyeler atık getirme merkezlerini oluştururken AVM’leri ve teknoloji mağazalarını da dikkate alarak onları da toplama noktası olarak dahil etmesi daha iyi bir atık yönetimi sistemi oluşturacaktır. Şekil 9.4’te görüldüğü gibi İstanbul’da 132, Ankara’da 32, İzmir’de 19 tane AVM bulunmakta iken 17 ilde AVM yoktur.

Çevre ve şehirlik bakanlığının çevre il durum raporlarından alınan 2012 -2017 yıllarına ait atık elektrikli ve elektronik eşyaların toplam miktarları Tablo 9.4’te gösterilmiştir. 2018 yılına ait il durum raporları henüz yayınlanmadığından tabloda yer verilmemiştir. Toplamda 26 ile ait e-atık miktarları paylaşılmış olup, geriye kalan 55 ilde bu konuda aktif çalışmalar olmadığından veri kaydı paylaşılammıştır. Bu konudaki ciddi çalışmalar özellikle sanayileşmenin iyi olduğu İstanbul, Kocaeli, Bursa, Sakarya gibi illerde gerçekleşmektedir. Bu iller diğer illere nispeten daha iyi e-atık yönetimine sahiptir.

Tablo9.4 Türkiye’deki illerin yıllara göre toplanan atık elektrikli ve elektronik eşya miktarları (ton)

İLLER	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Toplam
Amasya	-	-	3	6	24	27	60,00
Ankara	-	1635,5	1768,9	3900	4023,8	1795,2	13123,40
Antalya	3,4	19,9	17,3	29,2	34,2	8099	8203,00
Ardahan	-	-	-	-	1,36	-	1,36
Bolu	-	-	1530,7	6262,25	509,453	2040,153	10342,56
Bursa	-	-	2300,18	5361,75	4956,17	5124,82	17742,92
Denizli	2,15	5,88	9,39	1611,9	1236,4	51,614	2917,33
Düzce	2,322	0,678	3,525	1,429	3,802	1,428	13,18
Edirne	6,906	2,957	5,554	5,5	6,083	2,622	29,62
Elazığ	0,04	0,03	0,35	0,39	0,075	0,044	0,93
Erzincan	-	-	-	3,22	1,18	0,039	4,44
Erzurum	-	0,58	1,509	0,399	4,209	6,725	13,42
Eskişehir	-	0,468	0,531	8,039	15,592	4,579	29,21
İstanbul	3767	4504	6978	6827	7924	9504	39504,00
İzmir	24,17	37,55	33,11	31,02	17,22	1275	1418,07
Karabük	-	-	-	4660	3972	4024	12656,00
Kayseri	-	3,5	4,25	-	19,838	-	27,59
Kocaeli	44372	46177	45953	46251	36558	35864	255175,00
Kütahya	-	100	250	1570	2550	5140	9610,00
Manisa	549,792	844,374	284,789	718,24	889,003	977,903	4264,10
Mersin	-	-	-	-	11,28	5,39	16,67
Ordu	0,95	0,05	0,06	2,837	17,53	1,92	23,35
Sakarya	-	184,57	114,09	348,41	394,71	243,77	1285,55
Sivas	-	6,2	3,4	5,2	8,4	14	37,20
Tekirdağ	-	42	4	20	264	104	434,00
Yalova	-	-	-	0,3	1,463	0,993	2,76
Genel Toplam	48.728,73	53.565,237	59.265,638	77.324,084	63.443,768	74.308,2	

Tablo 9.4 ve Tablo 9.5 incelendiğinde Türkiye’de e-atık yönetimi konusunda az da olsa ilerlemenin olduğu görülmektedir. Yine tablolardan en fazla e-atık miktarının gerek nüfus yoğunluğunun fazla olması gerekse sanayinin gelişmiş olması nedeniyle İstanbul’da toplandığı görülmektedir. Ankara, Bursa, Kocaeli gibi sanayisi gelişmiş olan diğer şehirlerde toplanan e-atık miktarı açısından İstanbul’u takip etmektedir.

Türkiye genelinde 2012 yılından itibaren toplanan e-atık miktarı 2017 yılına kadar her geçen yıl artış göstermiştir. Fakat Türkiye genelinde 55 ille ilgili e-atık miktarı bakımından kayıt olmaması büyük bir eksikliktir. Bu da göstermektedir ki e-atık yönetmeliğinin Türkiye’de 2012 yılında yürürlüğe girmesine rağmen, yönetmeliğin uygulamasında büyük eksiklikler vardır. Kaldı ki elektronik ve elektrikli eşyaları üretenlerin, tüketenlerin, satanların ve belediyelerin e-atıkların toplanması geri kazanılması konusunda büyük sorumlulukları vardır.

Tablo 9.5 Türkiye’de bulunan illere göre atık elektrikli ve elektronik eşya işleme tesisi sayıları

İLLER	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Amasya	-	-	-	1	1	1
Ankara	-	-	3	9	16	18
Antalya	-	-	1	1	1	2
Balıkesir	1	1	1	1	1	1
Bolu	-	-	-	1	1	1
Bursa	-	-	4	4	7	8
Denizli	-	-	2	2	2	2
Eskişehir	-	-	3	5	5	5
Kocaeli	3	3	7	9	9	9
Manisa	2	2	2	2	2	2
Mardin	-	-	-	-	-	1
Nevşehir	-	-	-	-	-	2
Niğde	-	-	-	-	1	1
Sakarya	-	1	2	2	2	2
Zonguldak	-	-	-	-	1	1
TOPLAM	6	7	25	37	49	56

Tablo 9.5’te görüldüğü gibi Türkiye genelinde 2012 yılından itibaren e-atık işleme tesisinde artış mevcuttur. Türkiye’de elektrikli ve elektronik eşya işleme tesisi isedoğal olarak en fazla atığın oluştuğu Ankara, Kocaeli ve Bursa illerinde olduğu görülmektedir. Balıkesir, Bolu, Mardin, Niğde, Zonguldak illerinde 1 adet tesis bulunmaktadır. Türkiye’de 2017 itibariyle 56 adet lisanslı tesis, 14 adet geçici faaliyet belgesi almış tesis olmak üzere toplamda 70 adet elektrikli ve elektronik eşya işleme tesisi bulunmaktadır.

Tablo 9.6 Türkiye’de bulunan işleme tesislerinde illere göre işlenen e-atık miktarı (ton)

İLLER	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Toplam
Bolu	-	-	1102,46	6019,28	509,259	1611,719	9242,718
Bursa	-	-	2300,176	5361,754	4956,166	5664,192	18282,288
Denizli	-	28,84	89,88	24,7	1235,028	51,614	1430,062
Eskişehir	-	-	-	8038,65	16109,153	4207	28354,803
Balıkesir	-	-	-	-	1,85	155	156,85
Ankara	-	-	-	722,177	-	10437,6	11159,777
Antalya	-	-	-	-	10,6	-	10,6
Manisa	-	-	-	-	2556,672	2812,339	5369,011
Niğde	-	-	-	-	0,886	9,625	10,511
Sakarya	-	-	-	-	10,17	-	10,17
TOPLAM	0	28,84	3492,516	20166,561	26274,898	34564,464	

Tablo 9.6 incelendiğinde 2012 yılından 2017 yılına kadar işlenen e-atık miktarının arttığı görülmektedir. Bu durum tesislerin her geçen yıl daha iyi çalışmalar yaptığını göstermektedir. En fazla e-atık işleme miktarı ise 2017 yılına aittir. 5 adet tesise sahip olan Eskişehir ili en fazla e-atığın işlendiği il iken, onu takip eden Bursa ili ise 8 adet tesisle ikinci sıradadır. 3.sırayı ise 18 adet tesisi olan Ankara almaktadır. En fazla tesise sahip olan Ankara’nın birinci sırada olması beklenirken 5 adet tesisi olan Eskişehir’in ilk sırada yer alması tesislerde de çalışmaların değişiklik gösterdiğini göstermektedir. Bununla beraber durum raporlarında tesis sayıları belirtilen bazı illerin işlenen e-atık miktarları belirtilmemesi dikkat çekicidir.

10. TÜRKİYE’DE BAZI İLLERDEKİ E-ATIK MİKTARLARI

Türkiye’de e-atık yönetimi tam anlamıyla uygulanmadığı için bu tez kapsamında her bir il için detaylı veriler kullanılamıştır. Sadece e-atık yönetimi açısından daha iyi durumda olan Sakarya, Kocaeli, İstanbul ve Kayseri’nin verileri paylaşılmıştır.

10.1.Sakarya İli E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi

Tablo 10.1, Tablo 10.2 ile Şekil 10.1, Şekil 10.2, Şekil 10.3, Şekil 10.4, Şekil 10.5, Şekil 10.6, Şekil 10.7, Şekil 10.8, Şekil 10.9 ve Şekil 10.10’da görüldüğü gibi Sakarya ilinde 2009-2018 yılları arasında elde edilen atık elektrikli ve elektronik eşyaların aylık olarak toplam verileri ile atık kategorisi bazındaki veriler aktarılmıştır.

Tablo 10.1 Sakarya Büyükşehir Belediyesi 2009-2018 arası e-atık miktarları (kg)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ocak		1059	703	2367						
Şubat			1444		1275				2880	
Mart		537				3260	4520	1805		
Nisan		357	881	187	3520	2300	3830			3.120
Mayıs		4880					8900	4840	3649	
Haziran		4644	840		4171	1750		4840		
Temmuz			1014		3774				5840	
Ağustos		493		1960		1900				
Eylül			3442							
Ekim		686		2916		1260				
Kasım	760	127	2311					3000		
Aralık	4020				1973	3260				
Genel Toplam	4780	12783	10635	7430	14713	13730	17250	14485	12369	3120

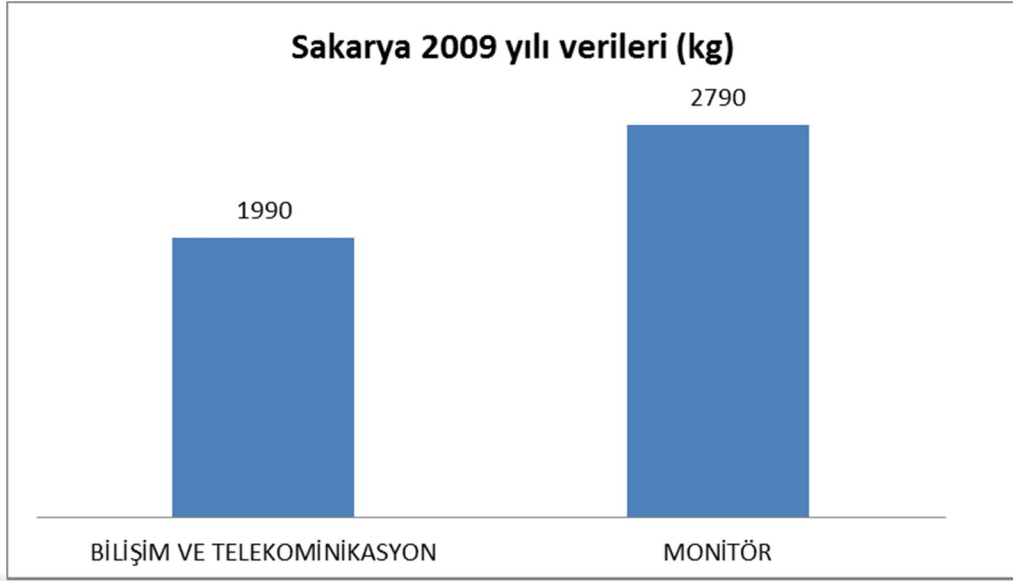
Tablo 10.1’de Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından 2009 yılından itibaren kaydı tutulan atık elektrikli ve elektronik eşyaların “kg” cinsinden miktarları verilmiştir. En yüksek e-atık miktarının 2015 yılında olduğu görülmektedir.

Tablo 10.2 Sakarya ilinde yıllara göre kişi başına düşen AEEE miktarları (kg)

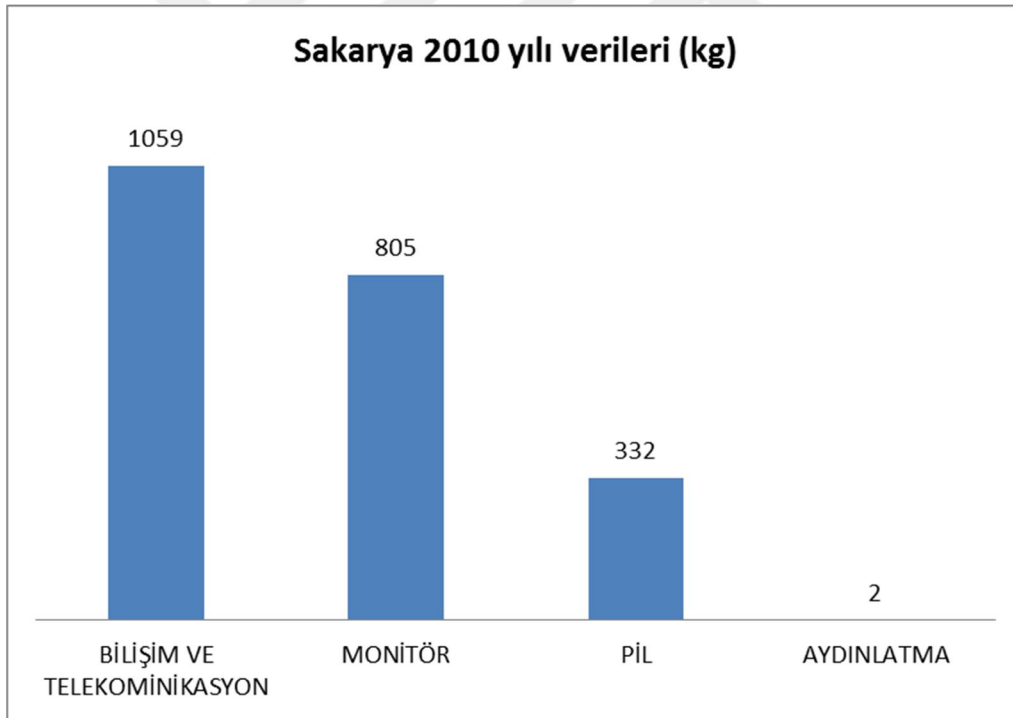
Yıl	Nüfus	Kişi Başına Düşen AEEE “kg”
2009	861570	0,006
2010	872872	0,015
2011	888556	0,012
2012	902267	0,008
2013	917373	0,016
2014	932706	0,015
2015	953181	0,018
2016	976948	0,015
2017	990214	0,012
2018	1010700	0,003

Kaynak: TÜİK, Yıllara Göre Nüfus Verileri

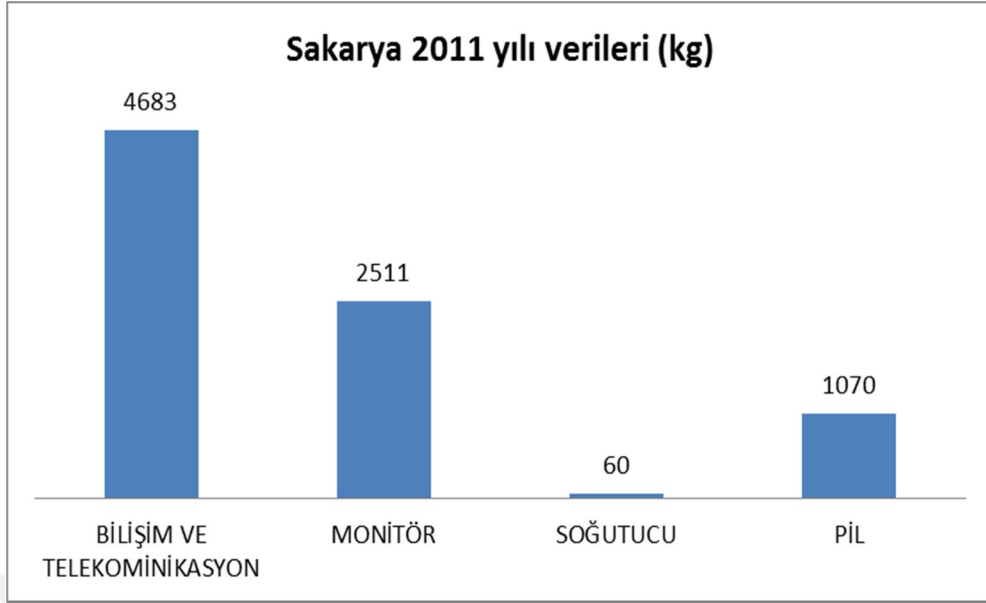
Tablo 10.2’de Sakarya ilinin 2009-2018 yılları arası nüfus sayısı verilmiştir. Sakarya’da kişi başına düşen en yüksek e-atık miktarı 2015 yılında olmasına rağmen, beklentilerin aksine toplanan en düşük e-atık miktarı ise 2018 yılında kişi başına 0.003’tür. AEEE Yönetmeliğine göre kişi başı yıllara göre hedeflenen evsel AEEE toplama oranının Sakarya ili bazında çok altında kaldığı söylenebilir.



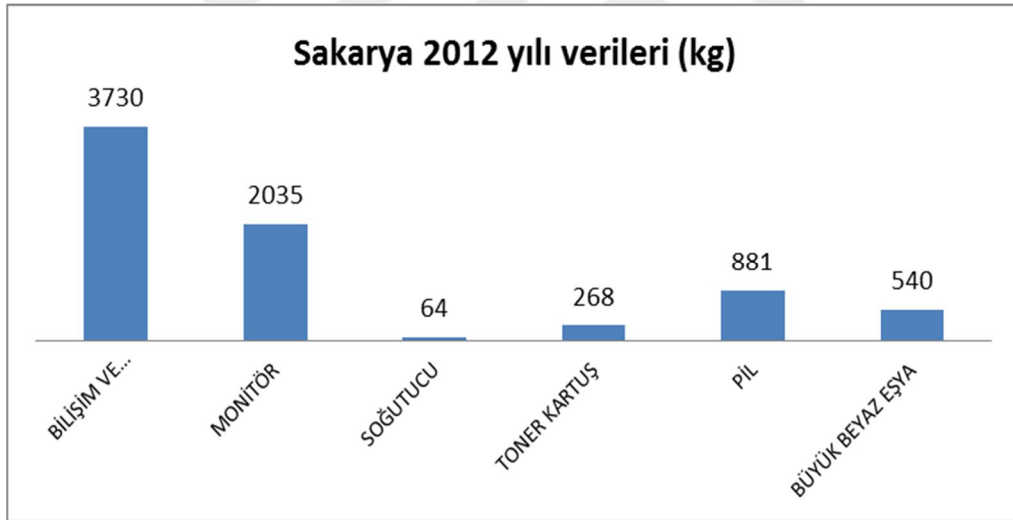
Şekil 10.1 2009 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



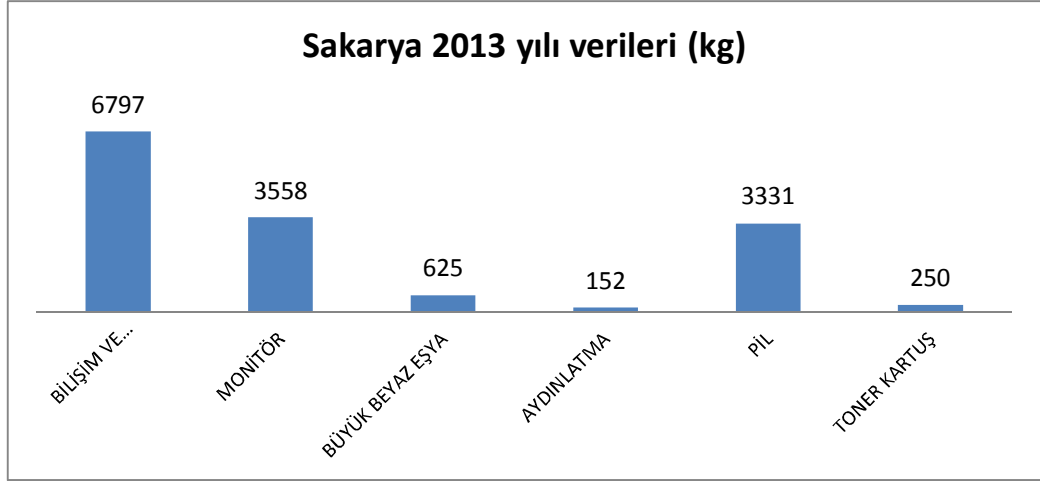
Şekil 10.2 2010 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



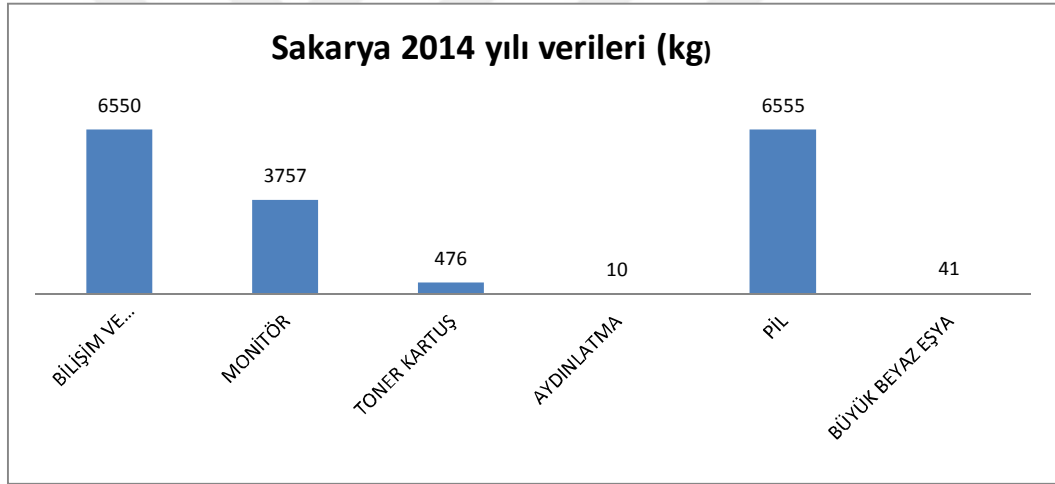
Şekil 10.3 2011 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



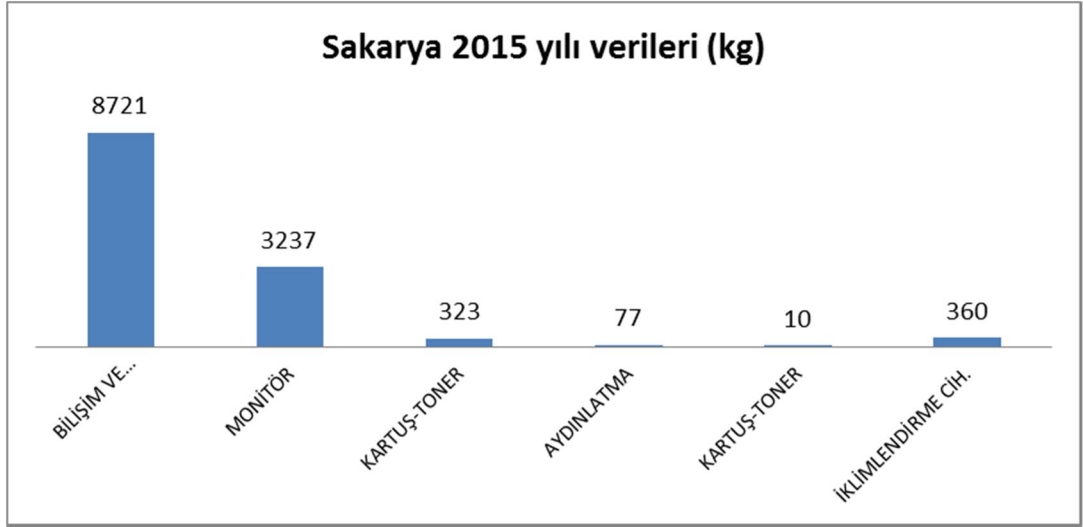
Şekil 10.4 2012 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



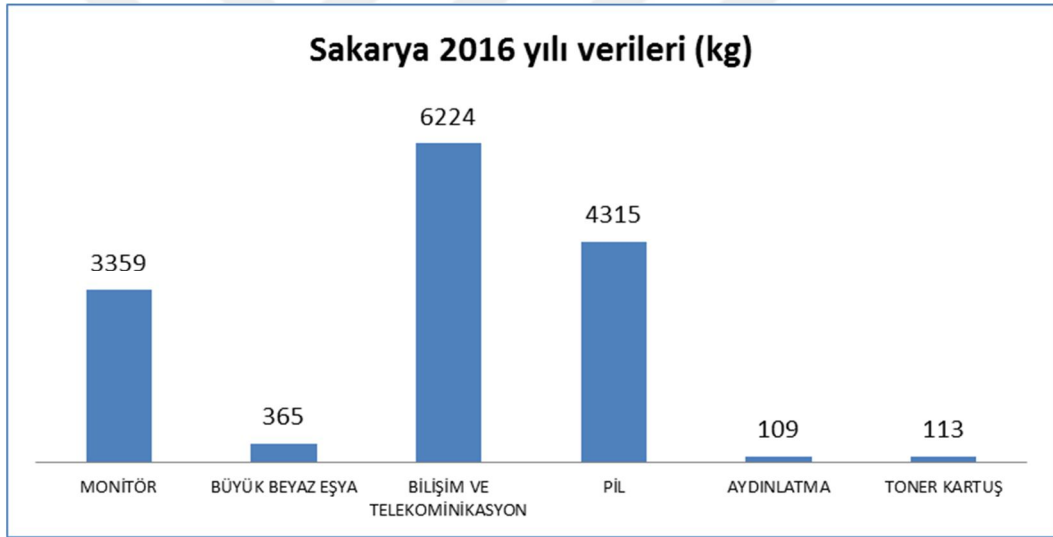
Şekil 10.5 2013 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



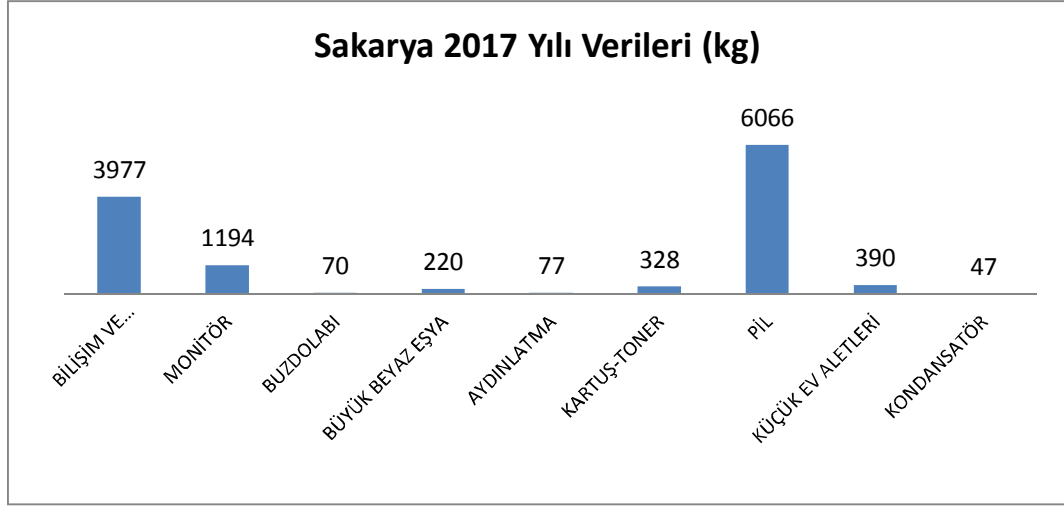
Şekil 10.6 2014 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



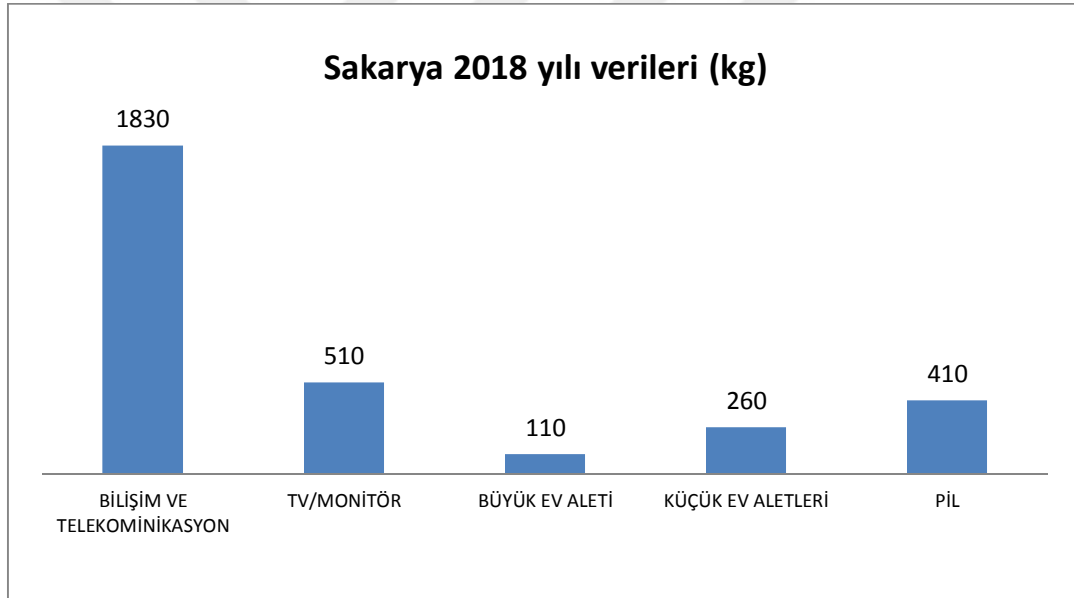
Şekil 10.7 2015 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



Şekil 10.8 2016 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



Şekil 10.9 2017 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)



Şekil 10.10 2018 yılında Sakarya ilinde toplanan e-atık miktarları (kg)

Sakarya ilinde 2009-2018 yılları arasında e-atıkla ilgili detaylı verildiği Şekil 10.1-10.10 incelendiğinde en fazla bilişim ve telekomünikasyon ve monitörlerin toplandığı, toplanan atık pil miktarında ise son yıllarda artış olduğu görülmektedir.

10.2. Kocaeli İli E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi

Kocaeli ilinde 2009-2018 yılları arasında elde edilen atık elektrikli ve elektronik eşyaların aylık olarak toplam miktarları ile e-atık kategorisi bazında miktarlar aktarılmıştır.

Tablo 10.3 Kocaeli ili 2009-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ocak		175	636	989	1537	1443			854	383
Şubat		180	571	664	789	429	1443	60	600	
Mart		132			396	104	286		312	75
Nisan		278	1104	297	860	1066	520		91	480
Mayıs		492	584		45	833	325	117	105	105
Haziran		492	951		740					494
Temmuz		75		413	962				226	
Ağustos	848		650		600	2158		968	377	
Eylül		639	78		572	295			256	390
Ekim	230	780		900	262	24	520		249	331
Kasım	195	603	1114	656		676	240	2293	1391	18
Aralık	507	384	1324	637	598	1586	2418	160	634	197
Genel Toplam	1780	4230	7012	4556	7361	8614	5752	3598	5095	2473

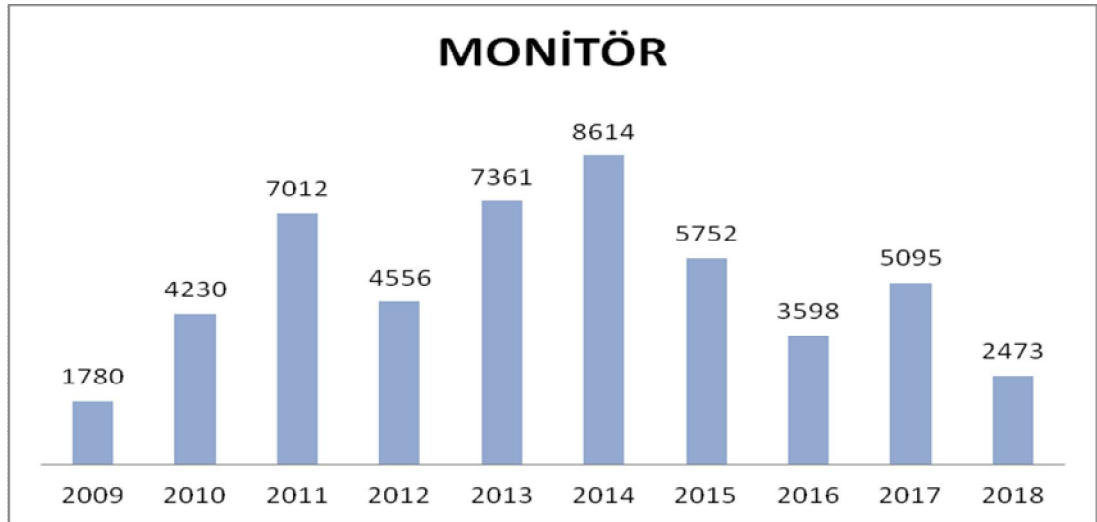
Tablo 10.3'te Kocaeli ilinde 2009 yılından itibaren kaydı tutulan atık elektrikli ve elektronik eşyaların "kg" cinsinden miktarları verilmiştir. En yüksek miktarın 8614 kg ile 2014 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Tablo 10.3'ten de anlaşılacağı üzere Kocaeli'nde de son yıllarda toplanan e-atık miktarları artsa da çok düşük miktarlardadır.

Tablo 10.4 Kocaeli ilinde yıllara göre kişi başına düşen AEEE miktarları (kg)

Yıl	Nüfus	Kişi Başına Düşen e-atık “kg”
2009	1522408	0,001
2010	1560138	0,003
2011	1601720	0,004
2012	1634691	0,003
2013	1676202	0,004
2014	1722795	0,005
2015	1780055	0,003
2016	1830772	0,002
2017	1883270	0,003
2018	1906391	0,001

Kaynak: TÜİK, Yıllara Göre Nüfus Verileri

Tablo 10.4’te Kocaeli ilinin 2009-2018 yılları arası nüfus sayısı ve kişi başına toplanan e-atık miktarları verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere Kocaeli’nde kişi başına toplanan e-atık miktarı 2009-2018 yılları arasında ilgili yönetmelikte hedeflenen değerin çok altındadır.



Şekil 10.11 Kocaeli ilinde 2009-2018 yılları arası atık kategorisi (kg)

Kocaeli ilinde 2009-2018 yılları arasında Şekil 10.11’de görüldüğü gibi e-atık kategorisindesadece monitör toplandığı görülmüştür. Bunun yanında grafikte yıllık sayının değişim oranı görülmektedir.Bu verilere göre Kocaeli halkının en çok elektronik eşya olarak mönitör satın aldığı düşünülebilir.

10.3.İstanbul İli (Şişli, Kadıköy ve Maltepe) E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi

Aşağıdaki tablo ve şekillerde İstanbul’un Şişli, Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde 2010-2018 yılları arasında elde edilen atık elektrikli ve elektronik eşyaların aylık olarak toplam miktarları ile e-atık kategorisi bazındaki miktarlar ise şekillerle gösterilmiştir.

Tablo 10.5 Şişli ilçesi 2010-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg)

YIL	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ocak		326							2700
Şubat		98		1613					4070
Mart						5700			
Nisan	333	586	1070				5655		4640
Mayıs			579		1540	2880		7490	
Haziran		373			1200			2850	
Temmuz							3780		2460
Ağustos			555	665					
Eylül						1640			
Ekim	614								1442
Kasım	1278								
Aralık			5	1433					
Genel Toplam	2225	1383	2209	3711	2740	10220	9435	10340	15312

Tablo 10.5’te Şişli ilçesinde 2010 yılından itibaren kaydı tutulan atık elektrikli ve elektronik eşyaların “kg” cinsinden miktarları verilmiştir. E-atıkların kayıt altına alındığı 2010 yılından itibaren sürekli arttığı göze çarpmaktadır. Şişli ilçesinde toplanan en fazla e-atık miktarı ise 15.312 kg ile 2018 yılındadır.

Tablo 10.6 Kadıköy ilçesi 2014-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg)

YIL	2014	2015	2016	2017	2018
Ocak	10.622	5.254	5.504	11.288	5.010
Şubat	7.773	6.953	6.896	22.706	3.533
Mart	1.843	6.979	9.748	8.628	7.486
Nisan		9.222	7.870	3.978	6.158
Mayıs	6.077	3.756	5.586	9.855	3.703
Haziran	5.505	36.702	7.320	10.054	3.251
Temmuz	6.265	3.821	30.612	6.341	5.397
Ağustos	9.134	4.197	6.435	3.010	1.823
Eylül	23.922	7.901	4.868	4.342	3.643
Ekim	25.596	9.635	3.308	13.280	2.845
Kasım	12.360	4.620	8.904	8.788	3.702
Aralık	5.969	8.254	3.923	8.647	3.948
Genel Toplam	115.066	107.293	100.974	110.918	50.497

Tablo 10.6’da Kadıköy ilçesinde 2014 yılından itibaren kaydı tutulan atık elektrikli ve elektronik eşyaların “kg” cinsinden miktarları verilmiştir. İncelenen il ve ilçeler ile karşılaştırıldığında e-atık miktarlarının yüksekliği göze çarpmaktadır.

Tablo 10.7 Maltepe ilçesi 2014-2018 yıllarında toplanan e-atık miktarları (kg)

YIL	2014	2015	2017	2018
Ocak	67	18		
Şubat	982	22		
Mart	137			1.058
Nisan				
Mayıs	321			980
Haziran	926			
Temmuz	502			2.950
Ağustos	148			
Eylül	1.121			
Ekim	831	38		
Kasım	909			2.899
Aralık	737		1.050	
Genel Toplam	6.680	78	1.050	7.888

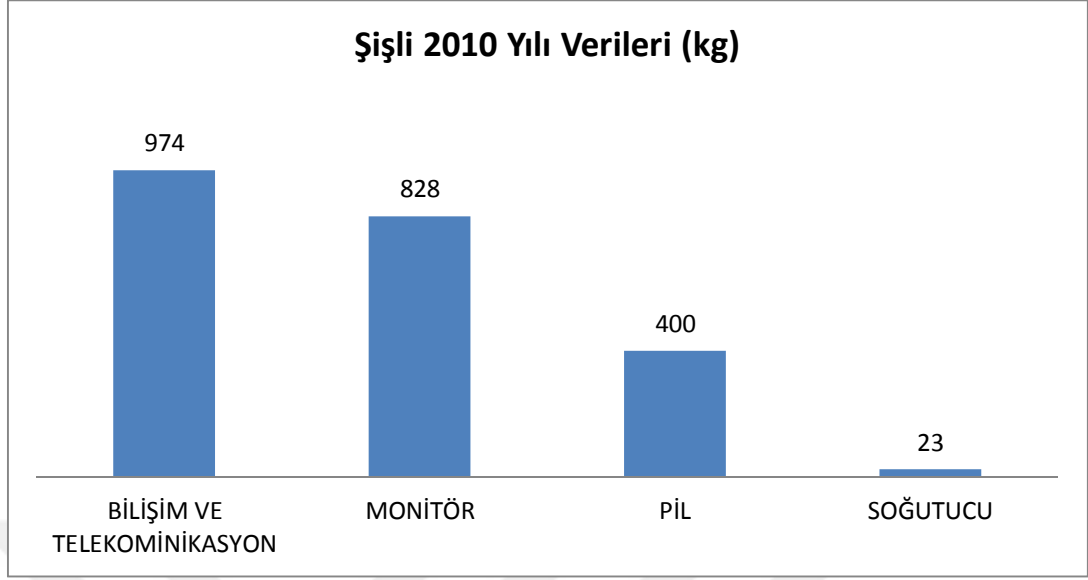
Tablo 10.7’de Maltepe ilçesinde 2014 yılından itibaren kaydı tutulan atık elektrikli ve elektronik eşyaların “kg” cinsinden sayıları verilmiştir. 2014 ve 2018 yılında daha yüksek e-atık toplandığı göze çarpmaktadır.

Tablo 10.8 Şişli, Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde yıllara göre kişi başına düşen AEEE miktarları (kg)

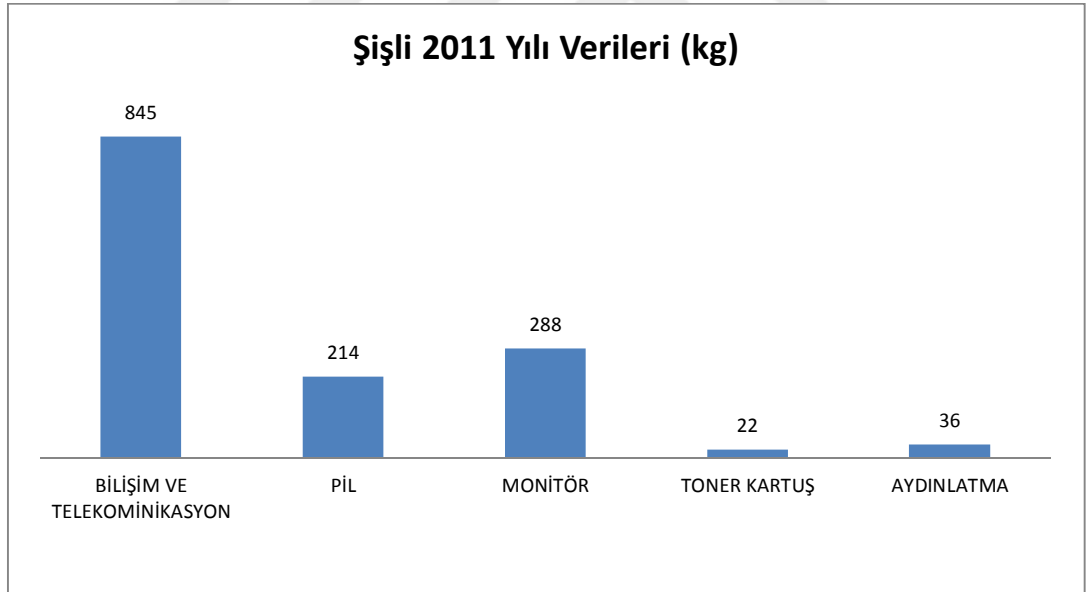
Yıl	Şişli-Nüfus	Kişi Başına Düşen AEEE “kg”	Kadıköy Nüfus	Kişi Başına Düşen AEEE “kg”	Maltepe Nüfus	Kişi Başına Düşen AEEE “kg”
2010	317337	0,007				
2011	320763	0,004				
2012	318217	0,007				
2013	274420	0,014				
2014	272380	0,010	482571	0,238	476806	0,014
2015	274017	0,037	465954	0,230	487337	0,000
2016	272803	0,035	452302	0,223	490151	0,000
2017	274196	0,038	451453	0,246	497586	0,002
2018	274289	0,056	458638	0,110	497034	0,016

Kaynak: TÜİK, Yıllara Göre Nüfus Verileri

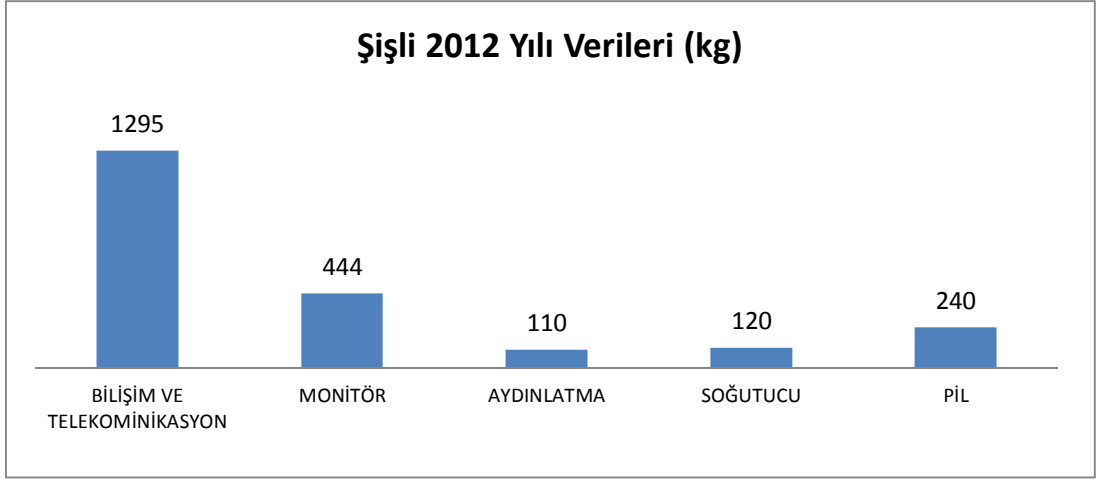
Tablo 10.8’de Şişli, Kadıköy ve Maltepe ilçelerinin yıllara göre nüfus ve kişi başına düşen e-atık miktarları verilmiştir. Yönetmelikte belirtilen kişi başı yıllara göre hedeflenen AEEE toplama oranının Şişli ve Maltepe ilçelerinden yüksek olduğu, Kadıköy ilçesinde ise oranların hedeflenen oranlara daha yakın olduğu görülmektedir. Tablo 10.8 incelendiğinde en fazla e-atıkların toplandığı yerin Kadıköy olduğu görülmektedir. Kadıköy’de sadece 2014 yılında 115.066 kg e-atık toplanmıştır. Kadıköy’de kişi başına toplanan e-atık miktarına bakıldığında ise 2017 yılında 0.246 kg olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlarda Türkiye’de e-atık yönetim planını az da olsa en iyi uygulayan yerleşim biriminin Kadıköy olduğunu göstermektedir.



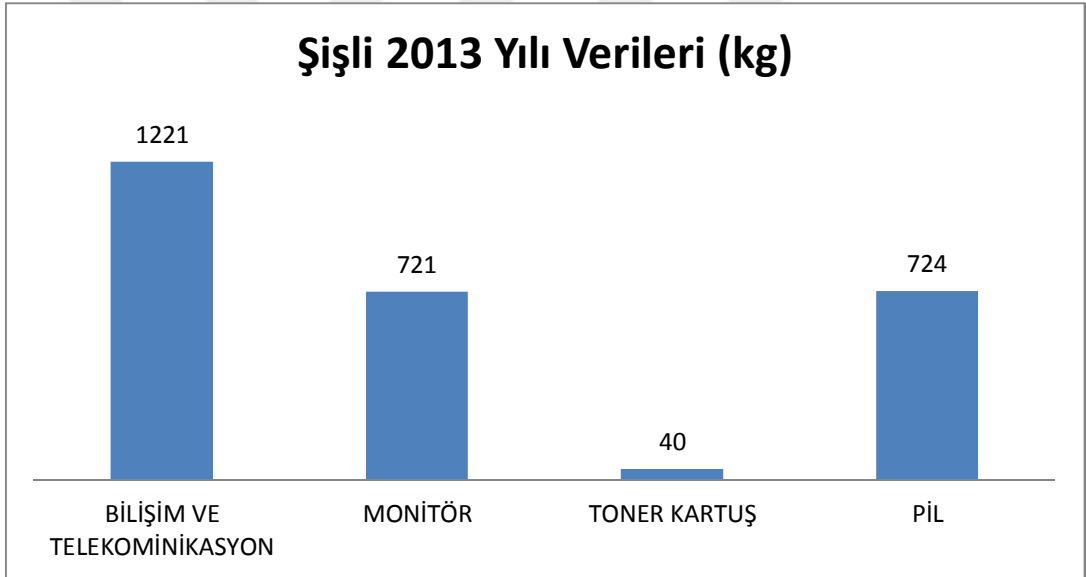
Şekil 10.12 Şişli ilçesinde 2010 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



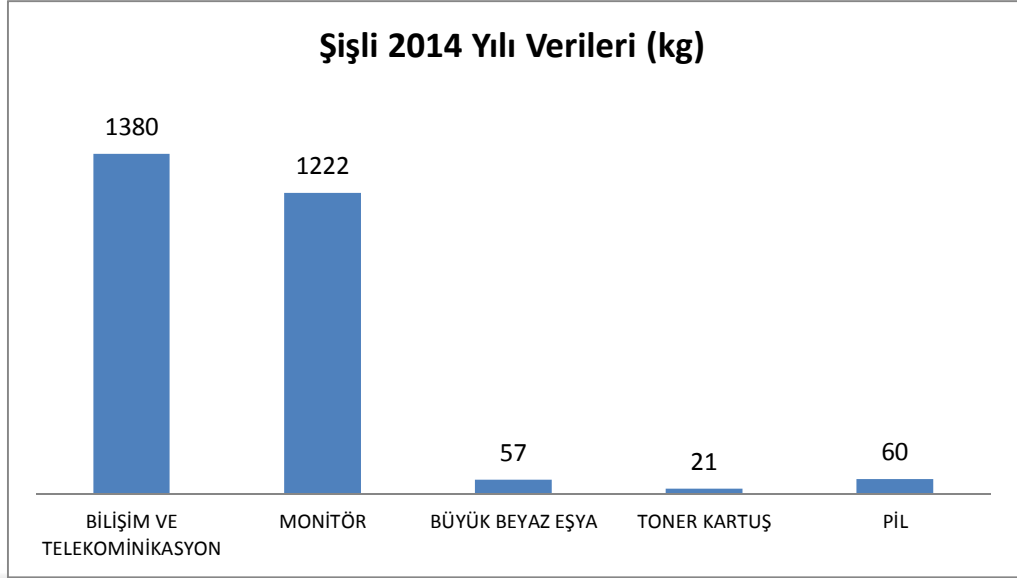
Şekil 10.13 Şişli ilçesinde 2011 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



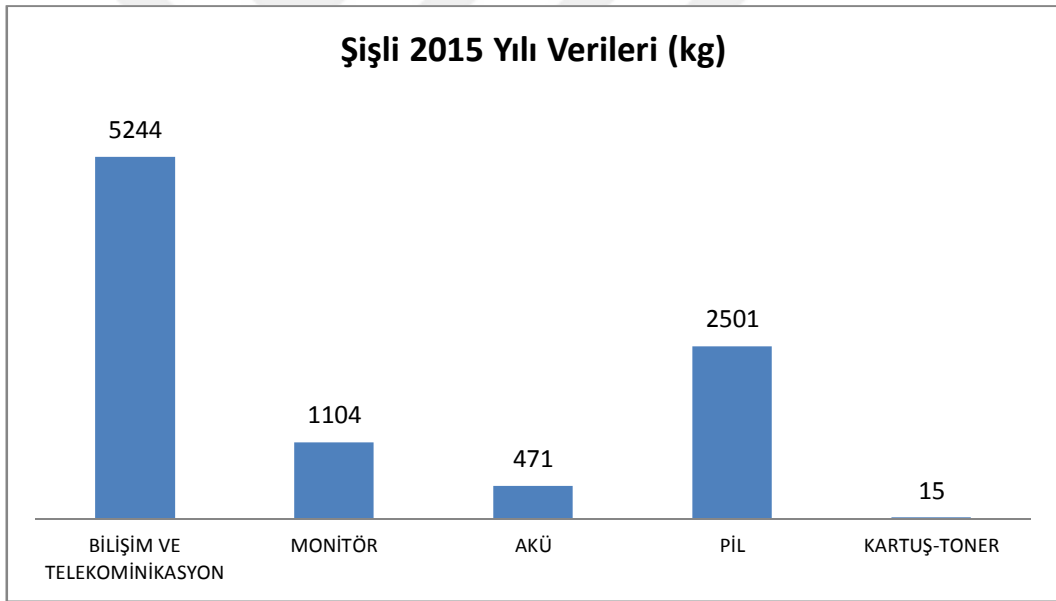
Şekil 10.14 Şişli ilçesinde 2012 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



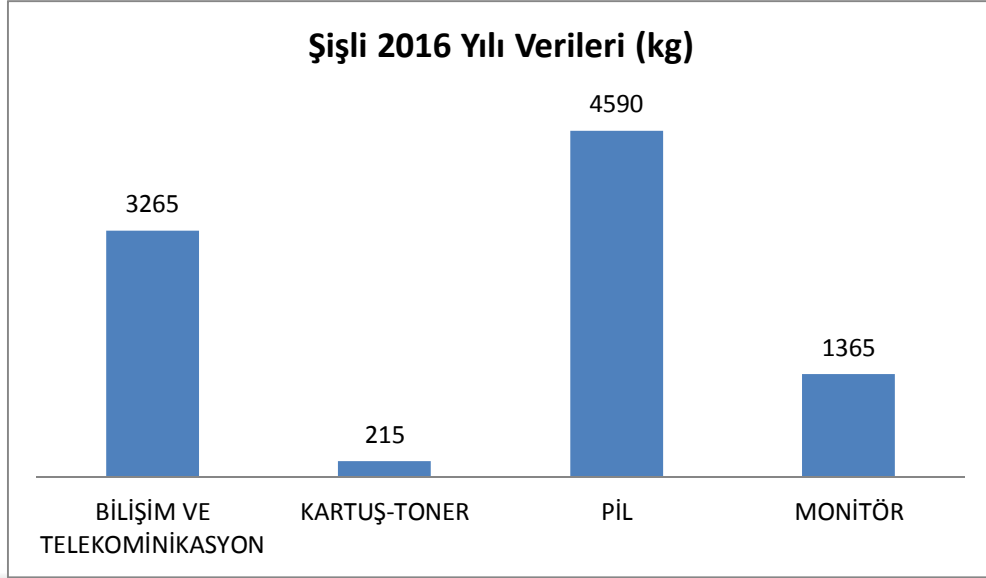
Şekil 10.15 Şişli ilçesinde 2013 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



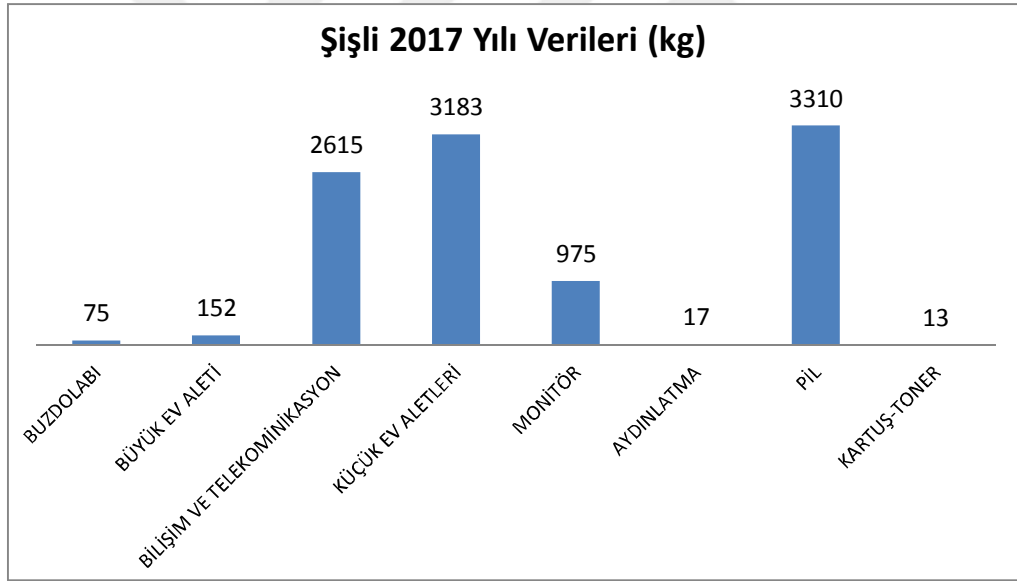
Şekil 10.16 Şişli ilçesinde 2014 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



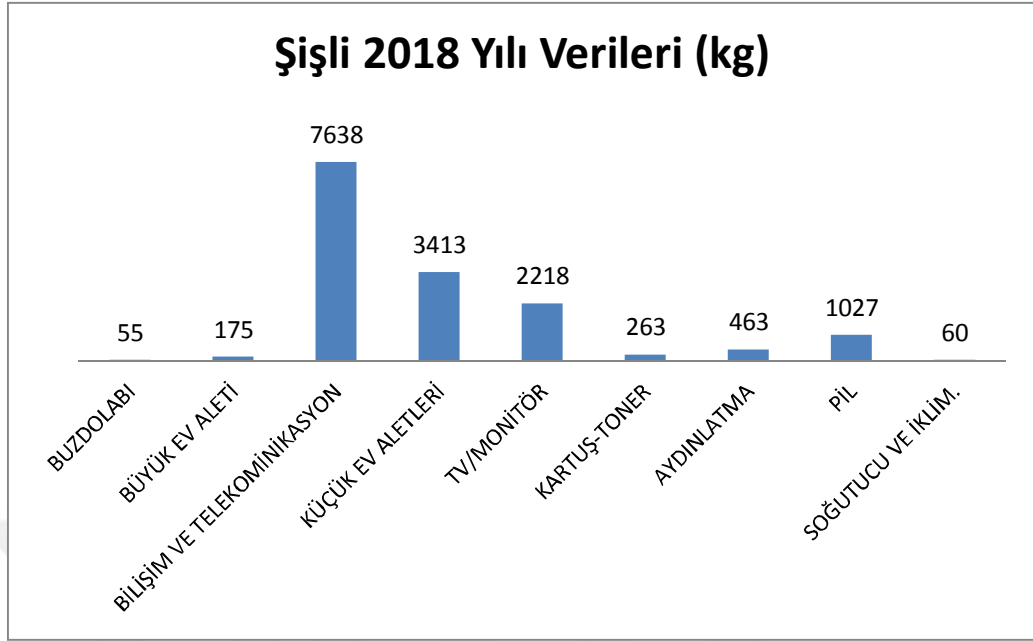
Şekil 10.17 Şişli ilçesinde 2015 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



Şekil 10.18 Şişli ilçesinde 2016 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



Şekil 10.19 Şişli ilçesinde 2017 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)



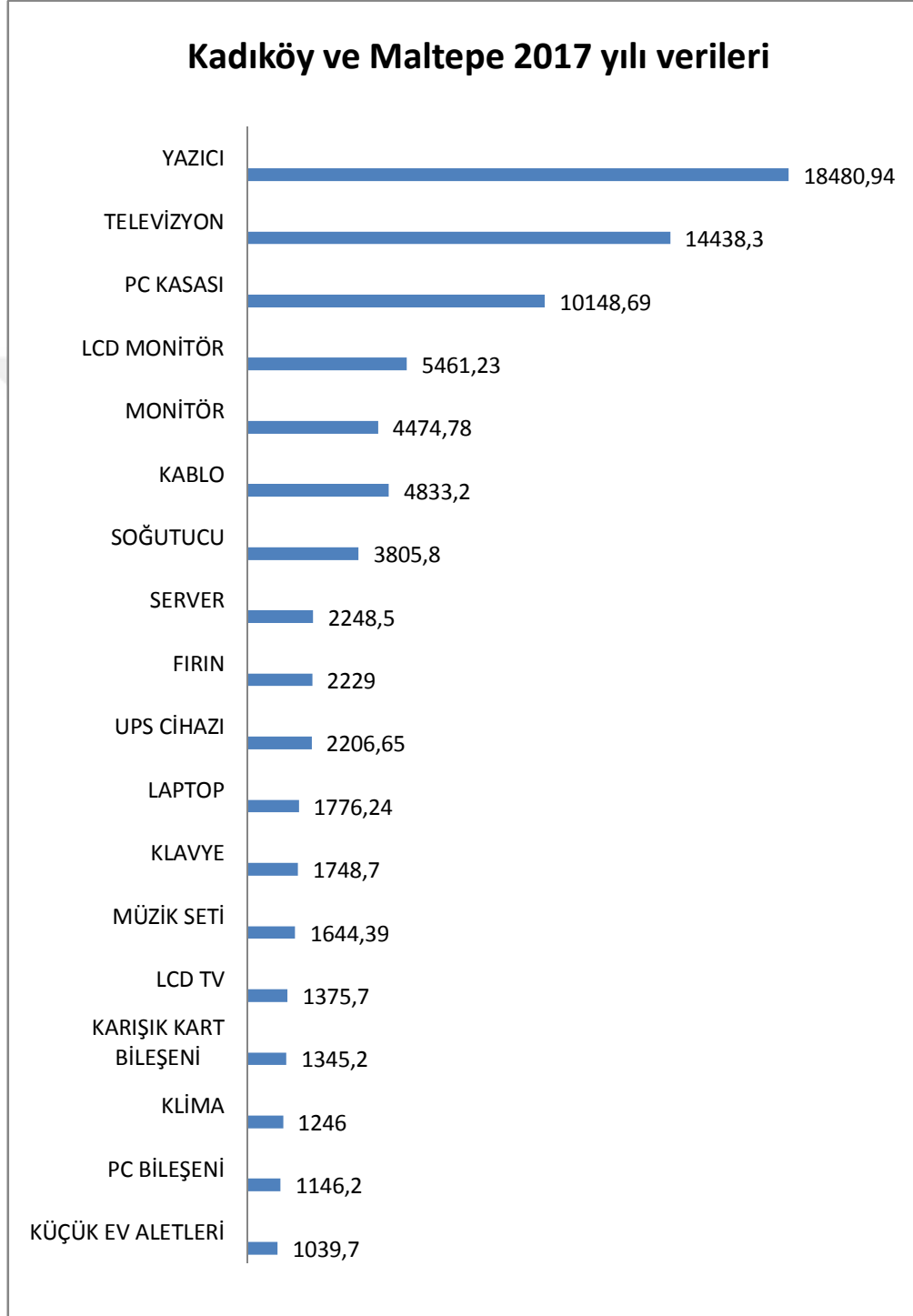
Şekil 10.20 Şişli ilçesinde 2018 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)

Şekil 10.12 – 10.20 incelendiğinde 2018 yılında Şişli ilçesinde bilişim ve telekomünikasyon ve küçük ev aletlerinin sayısı en fazladır. Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde atık kategorisi bazında 2017 yılı öncesine ait veri bulunmamaktadır. Bunun nedeni ise kategorilerin kaydı için gerekli yazılımın 2017 yılından itibaren kullanılmaya başlamasıdır. Atık kategorisi bazında Kadıköy ve Maltepe ilçeleri adına elde edilen veriler ayrılmış şekilde olmayıp; iki ilçenin verisi kayıt yapan kuruluş tarafından birlikte kaydedilmiştir. Bu nedenle atık kategorisi bazında değerlendirme her iki ilçenin ortak verisi ile yapılacaktır.

Tablo 10.9 Kadıköy-Maltepe 2017-2018 toplanan e-atık kategorileri

Atık Kategorileri							
Adaptör	El Feneri	Karışık Bileşeni	Kart	Metal Asma Aparat	Play Station	Switch	Web Cam
Akü	Elektrikli Isıtıcı	Karışık Kaset		Meyve Sıkacağı	Pompa	Şarj Cihazı	Yazar Kasa
Amfi	Elektrik Motoru	Kaset		Mikrodalga Fırın	Pos Cihazı	Şohben	Yazıcı
Ampul	Etiket Makinası	Kaset Çalar		Mikrofon	Power Supply	Tablet Pc	Yüz Saunası
Anakart	El Terminali	Katalitik Soba		Mikser	Powerbank	Tansiyon Aleti	Zil
Anten	Faks Makinası	Kettle		Modem	Projeksiyon	Tarayıcı	
Ayak Masajı Makinası	Fan	Kızartma Makinası		Monitör	Radyatör	Tartı	
Barkod Okuyucu	Fırın	Kiosk		Mouse	Radyo	Telefon	
Barkod Yazıcı	Film Makinası	Klavye		Mp3 Çalar	Ram	Televizyon	
Cd Dvd	Floppy	Klima		Mutfak Robotu	Rc Araba	Telsiz	
Bulaşık Makinası	Aydınlatma	Kondisyon Aleti		Müzik Seti	Receiver	Telsiz Telefon	
Bebek Telsizi	Fotokopi Makinası	Koşu Bandı		Navigasyon	Regülatör	Tepegöz	
Buhar Makinası	Fritöz	Kulaklık		Notebook	Rondo	Terazi	
Blender	Halı Yıkama Makinası	Kumanda		Ocak	Router	Termosifon	
Cd Rom	Harddisk	Kurutma Makinası		Org	Saat	Tıbbi Cihaz	
Cep Telefonu	Hava Temizleyici	Küçük Aletleri	Ev	Oto Teyp	Saç Düzleştirici	Tost Makinası	
Dvd Player	Hesap Makinası	Lamba		Oyun Konsolu	Saç Kurutma Makinası	Tıraş Makinası	
Diğer 3.Kategori	Hoparlör	Laptop		Ölçü Aleti	Santral	Tripot	
Diğer 4.Kategori	Izgara	Lcd Monitör		Para Makinası	Sayma	Server	Ups Cihazı
Dikiş Makinası	Kablo	Lcd Televizyon		Pc Bileşeni	Server Kabini	Uydu Alıcısı	
Ekmek Kızartma Makinası	Kablo Ucu	Ledy Shower		Pc Kasası	Ses Sistemi	Ütü	
Davlumbaz	Kağıt İmha Makinası	Masa Lambası		Pikap	Soğutucu	Vantilatör	
Çamaşır Makinası	Kahve Makinası	Masaj Aleti		Pil	Su Arıtma Makinası	Vcd Player	
Elektrik Süpürgesi	Kamera	Matkap		Plak Çalar	Su Sebili	Video Player	

Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde 2017 ve 2018 yılında kayıt altına alınan verilerde Tablo 10.9’da belirtilen atıkların kayıtları yapılmıştır. Şekil 10.21’de 2017 yılında en fazla toplanan atık türleri belirtilmiştir.

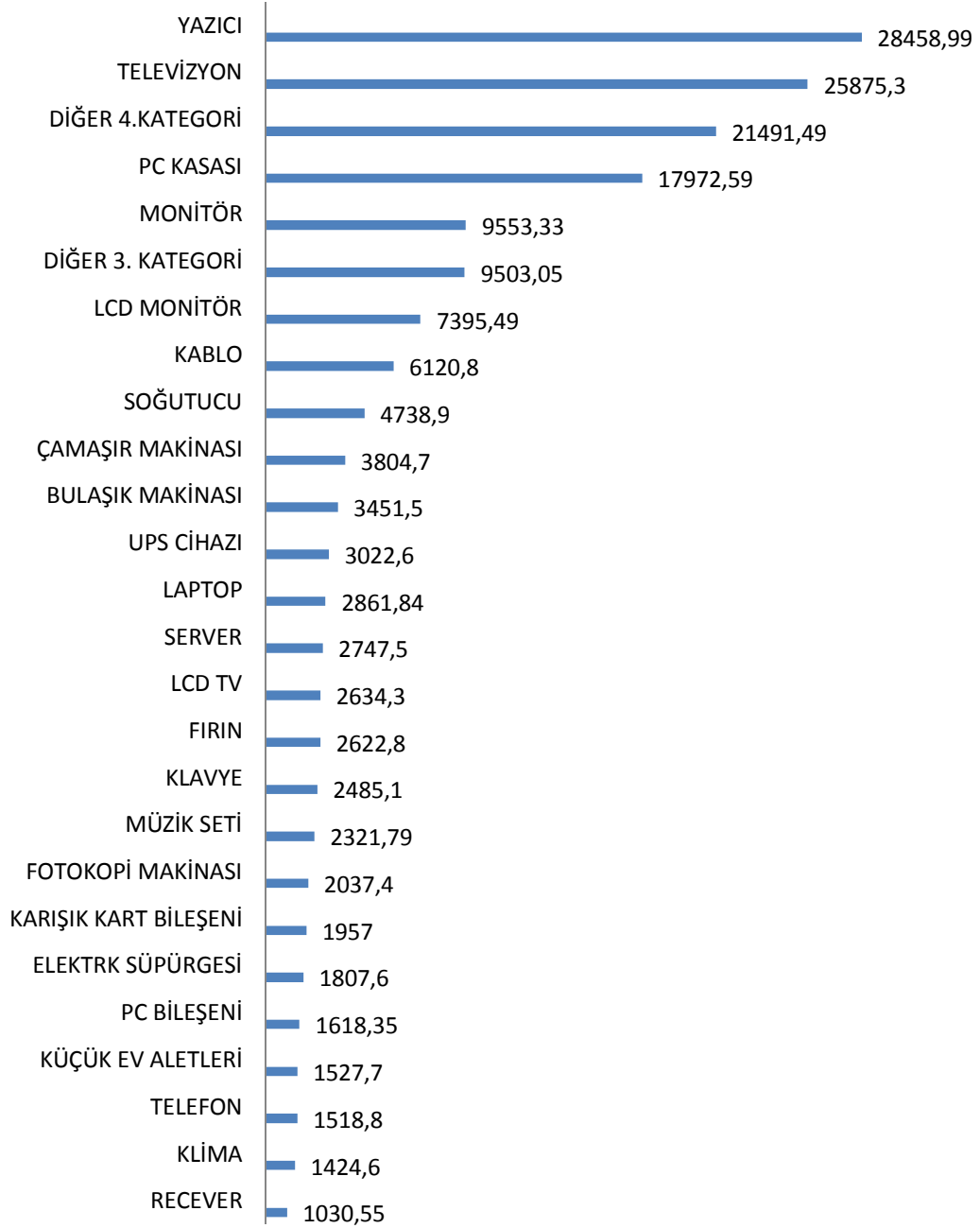


Şekil 10.21 Kadıköy ve Maltepe ilçeleri 2017 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)

Şekil 10.21’de 2017 yılında Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde toplanan ve ağırlığı 1000 kg’nin üzerinde olan e-atık türleri belirtilmiştir. Buna göre 2017 yılında en fazla e-atıklar sırasıyla yazıcı, televizyon, PC kasası ve monitör şeklinde sıralanmaktadır.



Kadıköy ve Maltepe 2018 yılı verileri



Şekil 10.22 Kadıköy ve Maltepe ilçeleri 2018 yılında toplanan e-atık miktarları (kg)

Şekil 10.22’de 2018 yılında Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde toplanan ve ağırlığı 1000 kg’nin üzerinde olan atık türleri belirtilmiştir. Buna göre 2018 yılında en fazla

toplanan e-atıklar yazıcı, televizyon, PC kasası, monitör şeklindedir. Özellikle 2017 ve 2018 yıllarında ilk sırayı bu e-atıkların alması ofis malzemelerine dikkat çekmektedir ki bu da yoğun bir iş potansiyelini işaret etmektedir.

10.4.Kayseri İli (Melikgazi Kocasinan, Talas)E-Atık Miktarları ve Yıllık Değişimi

Kayseri 1.380.980 nüfusuyla İç A Anadolu'nun hızla gelişen şehirlerinden biridir. Bu rakam Türkiye nüfusunun yaklaşık %1.73'üne denk gelmektedir. Kayseri bu nüfusuyla büyük şehir belediyesi olup merkeze bağlı 6 adet merkez ilçe belediyesi bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

- Develi Belediyesi
- Hacılar Belediyesi
- Kocasinan Belediyesi
- Melikgazi Belediyesi
- Talas Belediyesi
- Yahyalı Belediyesi

2012 tarihli, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre tüketici ile atık işleme tesisleri arasındaki en büyük rol belediyelere aittir. Bu bağlamda atık elektrikli ve elektronik atıklar konusunda bölgedeki durum ve saha uygulamaları hakkında bilgi almak için Kayseri Büyükşehir Belediyesi'yle görüşülmüştür.

Kayseri Büyükşehir Belediyesinden alınan bilgilere göre e-atıklar konusunda faaliyet gösteren merkez ilçe belediyeleri, Kocasinan belediyesi ve Melikgazi belediyeleridir.

10.4.1 Melikgazi Belediyesinde yapılan çalışmalar

554.549 kişilik nüfusuyla Melikgazi Belediyesi Kayseri'nin en fazla nüfusa sahip merkez ilçe belediyesidir. Alınan bilgilere göre Melikgazi Belediyesi atıklar konusunda yaklaşık 14 yıllık bir geçmişe sahiptir. Türkiye'de atıkları toplama ve

ayırma konusunda faaliyete başlayan ilk kamu kuruluşu Melikgazi Belediyesidir. Aynı zamanda yine kamu atık toplama aracını ilk kullanan belediyedir.



Resim 10.1 Atık toplama aracı

Melikgazi Belediyesi tehlikesiz atıklar, bitkisel atık yağlar, atık lastikler, piller ve elektrikli ve elektronik atıkların toplanması ve geri kazanımı ile ilgili aktif çalışmalar gerçekleştirmektedir. Belediyenin planlı olarak topladığı atıklara ait toplama saatleri ve noktaları, depolama alanı ve biriktirme konteynırları mevcuttur (Resim 10.1, Resim 10.2).



Resim 10.2 Melikgazi Belediyesine ait atık depolama alanı

Melikgazi Belediyesi e-atıkların toplanması ve geri kazanımı konusunda Exitcom Recycling Atık Taşıma Toplama Depolama Elektronik ve Gemi San. Tic. Ltd. Şti ile anlaşmalı olarak faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Hannover Almanya'da 1999 yılında kurulan Exitcom, atık elektrikli ve elektronik ekipmanlarının geri dönüşümüne ilişkin hizmet veren bir geri kazanım firmasıdır. 2002 yılından bugüne

değın yaptığı çalışma ve yatırımlar ile alanındaki uzmanlığını ve öncü kimliğini pekiştiren Exitcom, 2003 yılında Türkiye’de ilk e-atık geri kazanım şirketi olarak başladığı faaliyetlerinde de birçok büyük projede başarı ile yer almıştır.

Almanya/Hannover ve Türkiye/Kocaeli olarak 2 ana noktada devamlı hizmetlerinisunan şirket; e-atık, çevre teknolojileri, tersine tedarik zinciri yönetimi gibi konularda, bütüncül çözümler ve danışmanlık hizmetleri sağlamaktadır. Yılda 15 bin ton atık işleme kapasitesine sahip bir firma olanExitcom, tüm faaliyet süreçlerine entegre etmiş olduğu ISO 14001, ISO 9001, OHSAS 18001 yönetim sistemleri ile de çevreye, insana ve kaliteye verdiği önemi göstermiştir. Türkiye’de elektrikli ve elektronik eşyaların geri kazanımı alanında kurulmuş ilk firma olan Exitcom, e-atıkların toplanmasından, geri kazanımına kadar olan süreci en iyi şekilde yapmayı hedeflemiştir.

Exitcom elektrikli ve elektronik atıkların türü, ağırlıkları, içerdiği tehlikeli madde oranları vb. özelliklerine göre aşağıdaki gruplamaya göre ayırmıştır

Exitcom Tesislerinde İşlenen Atık Grubu

Grup 1 : Buzdolabı / Soğutucu / İklimlendirme Cihazları

Grup 2 : Büyük Beyaz Eşya

Grup 3 : Televizyon / Monitör

Grup 4 : Bilişim ve Telekomünikasyon

Grup 5 : Aydınlatma Ekipmanları

Grup 6 : Küçük Ev Aletleri / Oyuncak / Spor ve Eğlence Ekipmanları

İzleme ve Kontrol Aletleri

Toner / Kartuş

Pil

Kablo

Akü Exitcom’da geri dönüşüm süreci aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir;

- **Toplama:** Elektrikli ve elektronik atıkların ayrı ayrı toplanabilmesi için atık çıkışları miktarına göre belirlenmiş olan değişik ebatlarda konteynırlaştırılmaktadır ve konteynır dolunca, boş olanı ile değiştirilmektedir.
- **Taşıma:** Exitcom firmasına ait tehlikeli atık taşıma lisansı ve GPS Araç takip sistemini kullanan araçlar ve Tehlikeli Atık Taşıma Sertifikası (ADR) belgeli şoförler ancak elektronik atıkları taşımaktadır.
- **Değerlendirme ve Ayırma:** Ayrılan atıkların, bir kısmı yeniden kullanıma, geri dönüştürülemeyenleri ise bertaraf edilmek için gönderilmektedir. Geriye kalan atıklar işlenmek üzere depolanmaktadır.
- **Depolama:** Atıklar, geri dönüşüm veya imha işlemi tamamlanana kadar yüksek güvenlik standartlarında kamera ve alarm sistemi ile donatılan kapalı tesislerin özel konteynırlarında depolanmaktadır.
- **İmha:** Ön ayırma sonrası geri dönüşüm sürecine alınmış olan ve imha edilmeyi bekleyen ürünler gerek kırıcılar yardımı ile, gerekse de uzman personel tarafından tekrar kullanılamayacak duruma getirilmektedir ve kamera kayıtlı imha görüntülerini içeren raporları ilgili müşterilere göndermektedir.
- **Geri Dönüşüm:** İşleme kapsamında yer alan tüm atıkları türüne göre özel geri dönüşüm yöntemleri ile hammadde olarak imalat süreçlerine geri kazandırılmaktadır.
- **Yeniden Kullanım:** Yapılan araştırmalar, üretilen tüm elektronik cihazların %20 kadarını yeniden kullanılabileceğini göstermiştir. Bu sebeple, atıkların öncelikle yeniden kullanılıp kullanılmayacağına bakmak gerekmektedir. Toplanan atıkların sıkı bir biçimde kontrolden geçirilmesi ve yeniden kullanılabilecek durumda olanlarının, atık sahibinin izni dahilinde ve ilgili kanunlar çerçevesinde işlem den geçirilerek yeniden kullanıma sunulması gerekmektedir.
- **Bertaraf:** Çok düşük oranlarda olmakla birlikte değerlendirilemeyen atık ve atık madde miktarı, lisanslı bertaraf tesislerinde, insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen bir şekilde özel yöntemler ile yasalar çerçevesinde bertaraf edilmektedir.
- **Raporlama:** Geri dönüşümün her aşamasında atıklar gerçekleştirilen faaliyetlerin kaydı tutulmaktadır; ilgili mevzuata göre işlenmesi gereken tüm rapor ve tutanaklar tanzim edilmek sureti ile paydaşlara teslim edilmektedir. Ayrıca tesiste

gerçekleştirilen işlem faaliyetleri sonucunda, geri kazanım ve bertaraf oranları da raporlanmaktadır.

Melikgazi Belediyesine ait katı atık faaliyetlerini de beraberinde yürüttüğü elektrikli ve elektronik atıkların toplanması işlemi, belediyenin 51 mahallesinden haftalık olarak gerçekleşmektedir. Elektrikli ve elektronik atıkların ebatlarına göre tesise getirilmesi değişim göstermektedir. Ev sahiplerine atıklarını biriktirmeleri için poşetler verilmektedir. Ev sahipleri radyo, telefon gibi küçük cihazları poşette biriktirirken; televizyon, monitör, kasa, buzdolabı gibi büyük e-atıklar atık sahibinin tesisi arayıp bildirmesi doğrultusunda araçlarla alınmaktadır. Elektrikli ve elektronik atıkların toplandığı araç aynı zamanda ambalaj atıkların da toplandığı araçlar olup aşağıdaki gibidir.



Resim 10.3 Atık Elektrikli ve elektronik eşya toplama aracı

Melikgazi belediyesinden alınan bilgilere göre e-atıklar en çok kamu kuruluşlarından (okul, üniversite, hastane, vb.) toplanırken en az da evlerden toplanmaktadır. Özellikle kamu kuruluşlarında elektrikli ve elektronik cihazlarında toplu değişimler yapıldığı zamanlarda çalışan cihazlar da atık olarak tesise gönderilmektedir. Bu hem milli servet adına hem de çalışan cihazlar için üzücü bir durum teşkil etmektedir.

Melikgazi belediyesine ait atık elektrikli ve elektronik eşyaların toplama yeri atık toplama tesisi içinde küçük bir bölgeye yapılmıştır. Çok fazla e-atık olmadığı için böyle bir yer uygun görülmüştür. Yönetmeliğe göre üstü kapalı ve altı su geçirmez taban şartına uyularak hazırlanan atık elektrikli ve elektronik eşyaların depolama alanı Resim 10.4 ve Resim 10.5'teki gibidir.



Resim 10.4 Melikgazi Belediyesi e-atık depolama alanı

Öncelikle deponi alanına getirilen atık elektrikli ve elektronik eşyalar ön elemeyden geçirilip, çalışıp çalışmadığı, kullanılabilirliği kontrol edilmektedir. Kullanılabilir durumda olanlar tesis tarafından ihtiyaç sahiplerine verilmektedir.



Resim 10.5 Melikgazi Belediyesi e-atık depolama alanı içeriden görünüş

Belediye tarafından Ulusal Atık Taşıma Formu düzenlenerek EXITCOM'a teslim edilmektedir. Exitcom Recycling tesise kabul ettiği e-atıklara ait atık türlerinin

ağırlıklarını gösteren atık ayrıştırma raporunu belediyeye bildirmektedir (Resim 10.6).



MELİKGAZİ BELEDİYESİ
Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü
Altınoluk mahallesi Seher Bulvarı
Melikgazi Belediyesi Geridonusum Tesisleri
KAYSERİ
Tel:0 352 321 12 08

16.06.2015

Atık Ayrıştırma Raporu

İşbu belge ile 05/06/2015 tarihinde şirketimize toplam 5920 Kg atık kabul etmiş bulunuyoruz. Tesise kabul ettiğimiz atıklara ait ayrıştırma raporu tutar ve atık türlerinin ağırlıkları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Atık Türü	Atık Grubu	Kg
E-Atık	Grup 4	2786 Kg
TV/Monitör	Grup 3	126 Kg
Pil	-	3008 kg
TOPLAM		5920 Kg

EXITCOM Recycling Atık Taşıma Toplama Depolama Elektronik ve Gemi Sanayi Tic. Ltd. Şti
Çepni Mah.Suadiye Bağdat Caddesi 40
41170 Suadiye Kocaeli
Tel: 0262 352 3676
Fax: 0262 352 3681

Saygılarımızla

Exitcom Recycling

Sevde POYRAZ

Resim 10.6 Exitcom Recycling tarafından Melikgazi Belediyesi ile paylaşılan atık ayrıştırma raporu

Exitcom Recycling taşıma belgesi ise aşağıdaki gibidir.

T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI ULUSAL ATIK TAŞIMA FORMU	
FORM 9- A	
B (B) kopyası "Bertarafçı" tarafından "Üretici"ye gönderilir. "Atık Üreticisi" tarafından muhafaza edilecektir. Form Ulusal Atık Taşıma Kılavuzundaki bilgilere uygun olarak doldurulacaktır.	UATF Seri: B UATF No: 1603785
1) ÜRETİCİ	
1) Firmanın Unvanı: Melikgazi Belediyesi	12) Atık Kodu: 20 01 36
2) Firmanın Sahip veya Sahiplerinin Adı, Soyadı:	13) Atık Adı: Elektronik Atık
Firmanın Adresi: Melikgazi Belediyesi	14) 20 °C 'de Fiziksel Özellikleri: Katı
3) İlın Adı ve Kodu: Kocaeli 38	15) Renk: Kırmızı
4) İlçenin Adı: Melikgazi	16) Ağırlık: 1 Ton 0 Kg
5) Mahalle/Semt: Sarıyeri mh.	17) Ambalaj ve Konteynır Türü: 7
6) Cadde/Sk: Abdülhak Hakkı Karagöz Cd.	18) Ambalaj ve Konteynır Sayısı: 8
7) Kapı No:	19) Atık Çıkış Tarihi: 02.10.2016
8) İşyerinin Vergi Numarası:	20) Sorumlu Kişinin Adı ve Soyadı: Fatih Özalp
9) Telefon Numarası:	21) Sorumlu Kişinin İmzası:
10) Faks Numarası:	
11) H Numarası:	
2) TAŞIYICI	
1) Firmanın Unvanı:	11) Lisans No: 41 914 792
2) Firmanın Sahip veya Sahiplerinin Adı, Soyadı:	12) Taşıt Plaka No: 41 914 792
Firmanın Adresi: BASKAN NAKLİYAT VE KOMİSYONCULUK	13) Taşıma Şekli: Yolcu
3) İlın Adı ve Kodu: Kocaeli 38	14) Teslim Tarihi: 03.10.2016
4) İlçenin Adı: Ergin YILMAZ	15) Sorumlu Kişinin Adı ve Soyadı: Tuncay KUSE
5) Mahalle/Semt: Kirazpınar Mh. Emlak Konutları 1. Etap B4 /9	16) Sorumlu Kişinin İmzası:
6) Cadde/Sk: Ulucınar V.D. 36344176644 GEBZE / KOCAELİ	
7) Kapı No:	
8) İşyerinin Vergi Numarası:	
9) Telefon Numarası:	
10) Faks Numarası:	
3) ALICI	
1) Firmanın Unvanı:	11) Lisans No: 39524
2) Firmanın Sahip veya Sahiplerinin Adı, Soyadı:	12) Atığın Ağırlığı: 210
Firmanın Adresi: EXITCOM RECYCLING	13) Atık Bertaraf Yöntemi/Geri Kazanım Yöntemi: 212
3) İlın Adı ve Kodu: Kocaeli 38	14) Lisanslı Ara Depolama Tesisinden Atık Transferi (Kutuya X işareti koyunuz): 11
4) İlçenin Adı: Atık Taşıma Toplama Depolama Elektronik	a) Arıtılmadan Bertaraf/ Geri Kazanım Tesisine Gönderilen Atıklar
5) Mahalle/Semt: Gemi San. Tic. Ltd. Şti.	b) Arıtılarak Bertaraf/ Geri Kazanım Tesisine Gönderilen Atıklar (başka atık üreterek)
6) Cadde/Sk: Çepni Mah. Süadiye Bağdat Cad. No. 40 Kartepe-KOCAELİ	c) Arıtılarak Bertaraf/ Geri Kazanım Tesisine Gönderilen Atıklar (başka atık üretmeden)
7) Kapı No: Tel. : 0 262 352 36 76 Faks : 0262 352 36 81	d) Diğer (belirtiniz)
8) İşyerinin Vergi Numarası:	14. soru işaretlendiğinde (a, b, c, d) işlemleri için Ara depolama tesisi tarafından yeni bir EK-9-A formu düzenlenmesi zorunludur.
9) Telefon Numarası:	15) Atık Kabul Tarihi: 03.10.2016
10) Faks Numarası:	16) Sorumlu Kişinin Adı, Soyadı: Sevde POYRAZ
	İmzası:

Resim10.7 Melikgazi Belediyesine ait atık taşıma formu

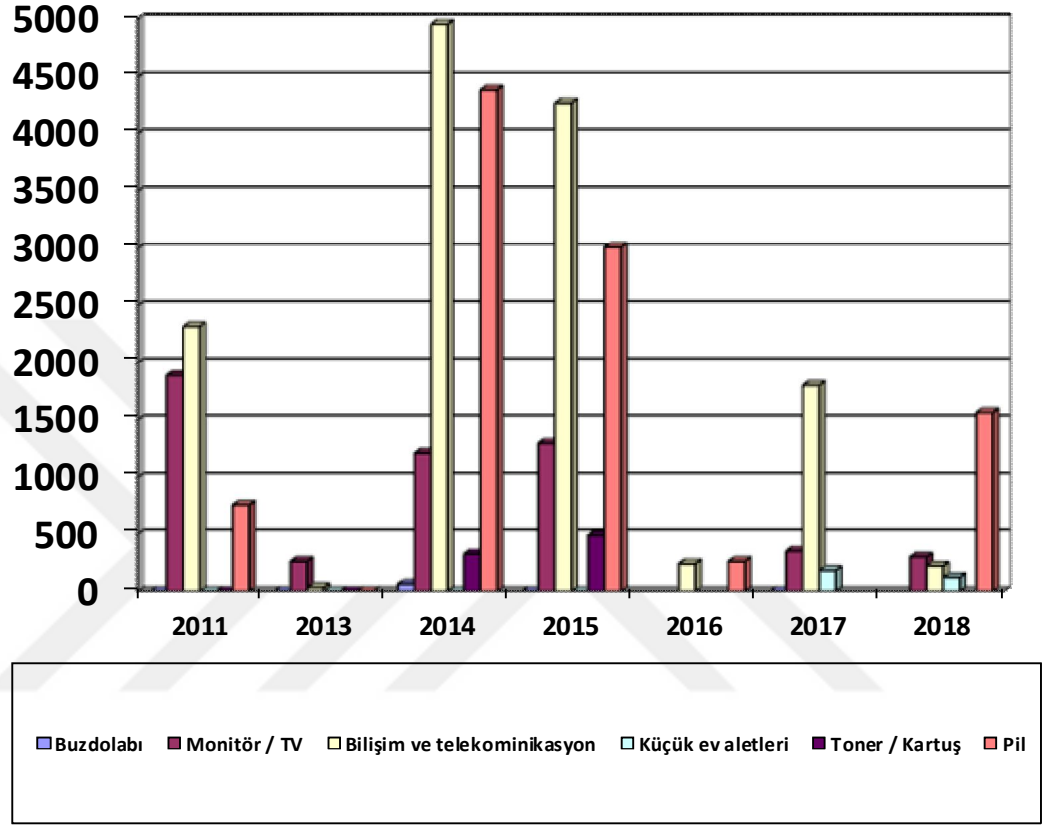
Melikgazi Belediyesine ait atık elektrikli ve elektronik eşyaların tesiste çoktan aza doğru sıralaması şu şekildedir;

1. Monitör
2. Kasa
3. Bilgisayar Ekipmanları

Tablo 10.10 Melikgazi Belediyesi 2011-2018 yılları arası e-atık miktarları (kg)

YILLAR	Toplama tarihleri	Buzdolabı	Monitör /TV	Bilişim ve Telekomünikasyon	Küçük ev aletleri	Toner / Kartuş	Pil	Toplam
2011	14.11.2011		1.885	2.315			750	4.950
2013	26.01.2013		260	33				293
2014	07.04.2014		507	1.188			1.025	2.720
	18.06.2014	62		1.401			2.817	4.218
	15.10.2014		676	2.034			330	3.040
	14.11.2014		26	330		326	214	896
2015	12.02.2015		1.170	1.483		487		3.140
	05.06.2015		126	2.786			3.008	5.920
2016	3.10.2016			240			261	501
2017	31.03.2017		351	1.798	182			2.331
2018	20.11.2018		299	221	120		1.560	2.200
Genel Toplam		62	650	13.829	302	813	1.560	

Tablo 10.10 incelendiğinde en fazla atığın 2015 yılında toplandığı görülmektedir. Atık kategorisi bazında ise bilişim ve telekomünikasyon türünde atıkların en yüksek oranda toplandığı tespit edilmiştir.



Şekil 10.23 Melikgazi belediyesi 2011-2018 yılları arasında e-atıkların kategori bazında miktarları (kg)

Şekil 10.23’de görüldüğü gibi incelendiğinde Melikgazi belediyesinin 2011-2018 yılları arasında her yıl en fazla bilişim ve telekomünikasyon grubunda e-atık toplandığı görülmüştür. Sadece 2018 yılında pil miktarı fazladır. Bu da Kayseri halkının telefon, bilgisayar gibi elektronik eşyaları daha fazla tükettiğini göstermektedir.

10.4.2 Kocasinan Belediyesinde yapılan çalışmalar

393.844 nüfusuyla Kocasinan Belediyesi atıklarla ilgili faaliyetlerine kendi bünyesindeki KAYÇEV Çevre Teknolojileri ve Enerji Sanayi Ticaret Anonim Şirketi ile başlamıştır (Resim 10.8).



Resim 10.8Kocasinan Belediyesi Kaycev ambalaj atığı toplama ayırma tesisi

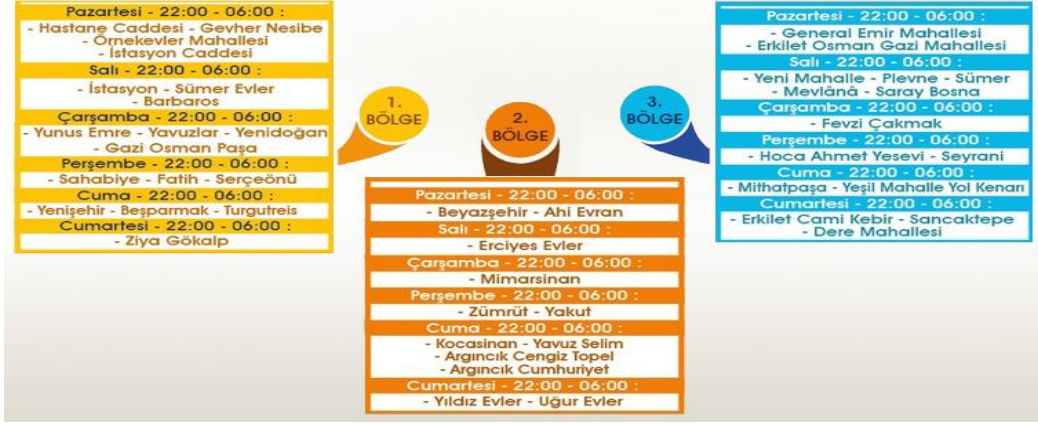
KAYÇEV Ambalaj Atığı Toplama Ayırma Tesisi 33 çalışanıyla hizmet vermektedir. Tesiste atıkların işlem aşaması sırasıyla;

- Giriş Konveyörü ve Atık Haznesi
- Balistik Ayırıcı
- 2D Ayıklama Konveyörü
- 3D Ayıklama Konveyörü
- Pres Konveyörü
- Pres
- Balyanın Stok Alanına Taşınması

şeklinde gerçekleşmektedir.

KAYÇEV Ambalaj Atığı Toplama ve Ayırma Tesisinden alınan bilgilere göre Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların toplanması depolanması işlemleri bu tesiste

gerçekleşmektedir. Tesise günlük 30 ton atık gelmektedir. Atıkların toplanma şeması ise Resim 10.9'daki gibidir.



Resim 10.9 Kocasinan Belediyesi KAYÇEV ambalaj atığı tesisine ait atıkların toplanması şeması

Resim 10.9'daki şemaya göre atık elektrikli ve elektronik eşyalar en çok 3. Bölgeden toplanmaktadır. 3. Bölgede daha çok okul gibi kamu kurumları olduğu için atık elektrikli ve elektronik eşyalar bu bölgeden çıkmaktadır. Büyük boyutlu e-atıklar fazla olmamakla birlikte en çok telefon atıkları toplanmaktadır. Atık elektrikli ve elektronik eşyalar için konut sakinlerine biriktirilmesi için poşet verilmektedir. Bunun yanı sıra Resim 10.10'da görüldüğü gibi e-atıkların biriktirilmesi için belediyeye ait karton kutular konut sahiplerine bırakılmaktadır.



Resim 10.10 Kocasinan Belediyesine ait atık elektrikli ve elektronik eşyaların toplandığı kutu

Mahalle sakinleri e-atıkları KAYÇEV tarafından verilen poşetlerde veya kutuda biriktirmektedirler. Büyük boyutlu e-atıklarda ise tesis aranmakta ve tesisin araçlarıyla ilgili yerden e-atık alınmaktadır.



Resim 10.11 Kocasinan Belediyesine ait atık elektrikli ve elektronik eşyalar

Tesise gelen e-atıklar işçiler tarafından çalışılıp çalışmadığı kontrol edilmektedir. Çalışır vaziyettekiler ihtiyaç sahipleri için ayrılmaktadır. Geri kalanlar ise içindeki

değerleri parçaları çıkarılıp biriktirilmektedir. Şehirdeki isteyen şirketlere verilmektedir (Resim 10.11, Resim 10.12).



Resim 10.12 Atık elektrikli ve elektronik eşyaların ayrılmış değerleri kısımları

Geriye kalan kısımlar ise tesisteki stok alanına toplanıp biriktirilmektedir. Melikgazi Belediyesi gibi Exitcom firmasına gönderilmektedir.



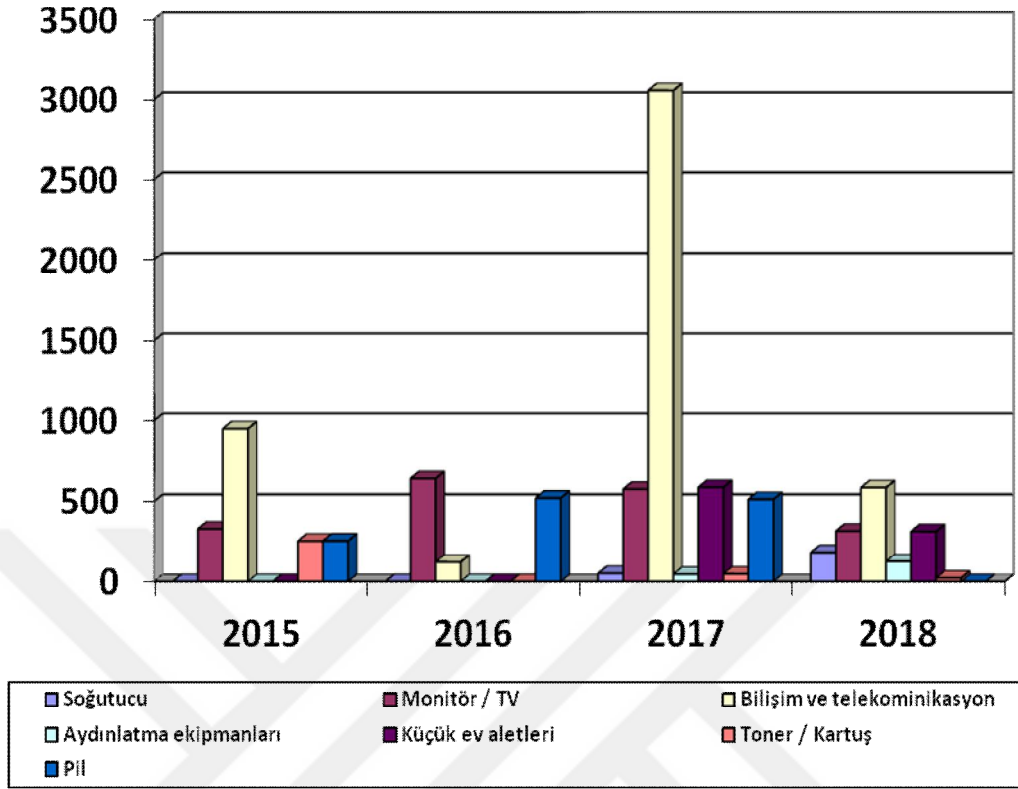
Resim 10.13 Kocasinan Belediyesi KAYÇEV stok alanında biriktirilen atık elektrikli ve elektronik eşya artıkları

Tesinin yönetmeliğe uygun atık elektrikli ve elektronik eşyalar için bir deponi alanı bulunmamaktadır. Resim 10.11,10.12 ve 10.13'te görüldüğü gibi gelişigüzel geçici depolama alanlarında biriktirilmektedir. Exitcomdan alınan veriler doğrultusunda Kocasinan ilçesinde toplanan e-atık miktarları Tablo 10.10'da sunulmuştur.

Tablo 10.11 Kocasinan Belediyesi 2015-2018 yılları arası atık elektrikli ve elektronik eşya miktarları (kg)

YILLAR	Toplama tarihleri	Soğutucu	Monitör TV	Bilişim ve telekomünikasyon kasyon	Aydınlatma ve ısıtma ekipmanları	Küçük ev aletleri	Toner kartuş	Pil	Toplam
2015	03.11.2015		325	949			250	251	1775
2016	27.05.2016		640	120				520	1280
2017	31.3.2017	50	65	2.853				282	3250
	09.12.2017		510	202	45	586	47	230	1620
2018	20.11.2018	180	312	584	44	309	21		1450
	28.12.2018				80				80
Genel Toplam		230	1852	4708	169	895	318	1283	

Tablo 10.11 incelendiğinde en fazla elektrikli ve elektronik atığın 2017 yılında toplandığı görülmektedir. Şekil 10.24'te Kocasinan belediyesinin yıllara göre e-atıkların kategorilerine göre değişim oranları görülmektedir. 2015,2017 ve 2018 yıllarında en fazla bilişim ve telekomünikasyon kategorisinde atık toplandığı görülürken 2016 yılında ise en çok küçük ev aletleri toplandığı görülmektedir. Bu durum 2016 yılında küçük ev aletlerinde mevcut bir kampanya olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 10.24 Kocasinan Belediyesi 2015-2018 yılları arasında e-atıkların kategori bazında miktarları (kg)

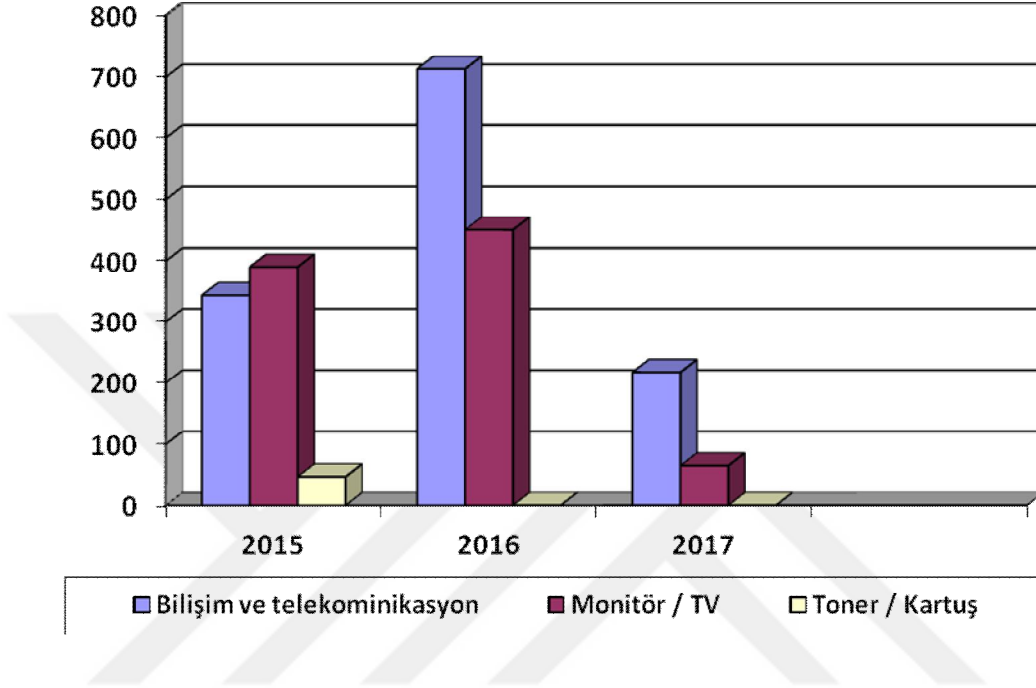
10.4.3. Talas Belediyesinde yapılan çalışmalar

Talas Belediyesinde atık elektrikli ve elektronik eşyalar konusunda çalışmalar halen devam etmekte olup; henüz bir deponi alanı olmayan Talas belediyesinde çok az miktarda olsa toplanan e-atıklar Exitcom firmasınca talep doğrultusunda toplanmaktadır.

Tablo 10.12 Talas Belediyesi 2015-2017 yılları arası e-atık miktarları (kg)

YILLAR	Toplama tarihleri	Monitör / TV	Bilişim ve telekomünikasyon	Toner / Kartuş	Toplam
2015	12.02.2015	390	343	47	780
2016	03.10.2016	450	713		1163
2017	31.03.2017	65	217		282
Genel Toplam		905	1273	47	

Tablo 10.12 incelendiğinde en fazla elektrikli ve elektronik atığın 1163 kg ile 2016 yılında toplandığı görülmektedir. Şekil 10.25’te görüldüğü gibi e-atık kategorileri bazında ise 2015, 2016 ve 2017 yıllarında bilişim ve telekomünikasyon türünde en fazla e-atığın toplandığı görülmektedir.



Şekil 10.25 Talas belediyesi 2015-2018 yılları arasında e-atıkların kategori bazında miktarları (kg)

10.4.4 Halkın bilinçlenmesine yönelik yapılan çalışmalar

Kayseri’de halkın bilinçlenmesine yönelik çalışmalar, atık elektrikli ve elektronik eşyalar konusunda aktif olan Melikgazi Belediyesi ile Kocasinan Belediyesi tarafından yapılan çalışmalarla gerçekleştirilmektedir. İlgili belediyelerin bilinçlendirme çalışmaları için EXITCOM şirketi ile birlikte hareket edilmektedir. EXITCOM tarafından hazırlanan atık elektrikli ve elektronik eşyalar hakkında bilgileri içeren Resim 10.14’te görüldüğü gibi broşürler belediyelere gönderilmektedir. Broşürler personeller tarafından her ailelere ulaştırılmaktadır.



Resim 10.14. Exitcom tarafından hazırlanan broşürler

Bununla beraber algı oluşturmak amacıyla yine ailelere dağıtılmak üzere Exitcom tarafından belediyelere üzerinde atık elektrikli ve elektronik eşyalar hakkında bilgileri içeren kalem, defter, kutu gibi promosyon ürünleri de gönderilmektedir. Bu yapılan çalışmalar sonucunda oldukça olumlu dönüşler alınmaktadır. Aileler kullanılmayacak durumdaki atık elektrikli ve elektronik eşyasını kendisi de tesis birimlerine kadar teslim etmektedir. Getiremeceği durumlarda da tesis aranarak bilgilendirilmekte, tesisten araç gönderilerek e-atık alınabilmektedir. Bunların yanısıra sosyal medyadan paylaşımlar, billboardlarda afişler ve bilgilendirmeler, araç üstlerine reklam giydirme yapılarak da halkın dikkati çekilmektedir. Özellikle bu konuda 2012 yılında Erciyes Üniversitesi öğrencileri tarafından elektrik atık sergisi düzenlenmiştir (Resim 10.15). Bir hafta süren bu sergi öğrenciler tarafından büyük ilgi görmüştür.



Resim 10.15 Halkın bilinçlenmesine yönelik yapılan çalışmalar

Melikgazi belediyesinden alınan bilgilere göre 2017 yılında Çevre Mühendisliği bölümü öğrencileri tarafından geliri işitme engelli öğrencilere destek olmak üzere e-atık toplama kampanyası olarak bitirme projesi hazırlamışlardır. Belediyeye birlikte yürütülen çalışmada e-atık toplama tesisinden biriktirme kutuları temin edilmiştir. Kampüste biriktirme kutuları 17 Nisan 2017 itibariyle bırakılmış Haziran sonuna kadar bekletilmiştir. Toplamda 3 kutu (yaklaşık 300kg'a denk gelmektedir) e-atık toplanmıştır. Toplanmış e-atıklarla EXITCOM tarafından 80.yıl İşitme Engelliler Ortaokulu öğrencilerinin tüm spor malzemesi ihtiyaçları karşılanmıştır (Resim 10.15).

SONUÇ

Bilim ve teknolojide meydana gelen gelişmeler ile birlikte elektrikli ve elektronik ürünlerin tüketim oranları hızla artış göstermiş ve bu durum beraberinde e-atık problemini ortaya çıkarmıştır. E-atıkların civa, kurşun, kadmiyum, krom gibi ağır metaller, kloroflorokarbon (CFC), klorlubifeniller (PCB), polivinil klorür (PVC) ve bromlu alev geciktiriciler gibi halojenli bileşikler, asbest ve arsenik gibi tehlikeli ve toksik kirleticiler barındırıyor olması, bu atıkların bertaraf edilmesi aşamasında gerekli önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir.

Bu çalışmada Avrupa Birliği direktiflerinde belirtilen elektrikli ve elektronik üretimde zararlı maddelerin sınırlandırılması olan RoHS ve AEEE yönetimi konuları incelenmiş Avrupa birliği ülkelerindeki uygulamaları araştırılmış, elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanım yöntemi ve ülkemizdeki e-atık yönetimi konusundaki çalışmalar incelenmiş olup; atık elektrikli ve elektronik atıkların neler olduğu, bu atıklarının geri kazanım yöntemleri Avrupadaki ve ülkemizdeki yasal düzenlemeler hakkında bilgiler verilmiştir.

Küresel e-atık raporuna göre 2016 yılında Dünyada 44.7 milyon ton e-atık oluşmuştur. Bu miktarın 2021 yılında 52.2 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir.

Ülkeler genelinde 2016 yılında en fazla e-atık 7211 kilotonla Çin'e aittir. ABD ise 6295 kilo ton e-atık miktarı belirlenmiştir. Türkiye ise 623 kilo ton ile 17. sırada yer almaktadır. E-atık konusunda ise İsveç %62,7 oranla geri dönüşümde birinci sıradadır. Türkiye ise %5 gibi bir geri dönüşüm oranına sahiptir. Çok büyük bir ülke olmayan İsveç'in e-atık yönetiminde bu denli iyi olmasının arkasında uygulanan yönetmelikler ve yasalar, paydaşların koordinasyon halinde olması ve en önemlisi bilinçli halk bulunmaktadır.

Ülkemizde elektrikli ve elektronik atıklarla ilgili geri kazanım, bertaraf yapan firmalar ve teknolojileri irdelenmiş ayrıca atık elektrikli ve elektronik atıkların bünyesinde bulunan zararlı ve geri kazanılabilir atıkların neler olduğu bu maddelerin geri dönüşüm ve bertarafının nasıl yapıldığı konularına yer verilmiştir.

Yönetmeliğe göre e-atıkların kaynağında ayrı toplanması ve kayıt altına alınması gerekmektedir. Fakat bu çalışma kapsamında Türkiye'deki illerin büyük çoğunluğunda e-atık yönetim sistemi olmadığından veri temininde büyük sıkıntı yaşanmıştır. Çalışma kapsamında sadece 26 ilin verilerine ulaşılmıştır. Veriler

ışığında 2012-2017 yılları arasında en fazla e-atık 255.175 tonla Kocaeli'dir. Daha sonra ise 39.504 tonla İstanbul ikinci sırayı almaktadır. En fazla e-atık 77.324,084 ton ile 2015 yılında toplanmıştır. Bununla beraber Türkiye'de 2017 yılı itibariyle toplam 56 tane lisanslı tesis bulunmaktadır. En fazla tesis sayısı ise 18 tane tesisi olan Ankara ilimize aittir. Geriye kalanlar ise sanayinin gelişmiş olduğu Marmara bölgesindedir. Tesislerimiz de her ne kadar işletme tesisleri olsa da Türkiye'de özellikle e-atıkların içinde bulunan değerli altın, gümüş gibi bileşenlerin yüksek teknoloji gerektirdiğinden dolayı kazanımının yapılmadığı, bunların yurt dışına ihraç edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında sanayinin gelişmiş olduğu iller olan Sakarya, Kocaeli ve İstanbul'daki veriler kısmen de olsa değerlendirilmiş, Kayseri'nin ise e-atık yönetim sistemi incelenmiştir.

İncelenen illerde toplanan atık miktarlarının hedeflenen atık miktarları ile karşılaştırmaları yapılmış ve bu karşılaştırmalar sonucunda hedeflenen sayıya çok uzak olduğu görülmüştür. E-atık yönetimini kısmen de olsa uygulayan iller içerisinde en fazla e-atığın toplandığı yer ise Kocaeli ve İstanbul-Kadıköy olduğu görülmüştür. Yönetmelikte belirtilen kişi başına e-atık miktarının 4 kg olması gerektiği bilgisiyle ilgili illerin de kişi başına düşen e-atık miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda hedeflenen miktara çok uzak olduğu görülmüştür. En yakın değerin ise 0.25 kg civarında yıllık değerlerle Kadıköy ilçesine ait olduğuna ulaşılmıştır. Kategori bazında ise çalışılan illerde en çok bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları ile monitörlerin toplandığı görülmüştür. Bu durum konunun üzerinde daha fazla durularak, gerek toplumsal bilinçlendirme, gerekse yapısal politikalar ile hedeflenen sayılara ulaşılabilceğini göstermektedir. Zira yapılan çalışmalar son derece olumlu ancak; geliştirilmesi gereken çalışmalardır.

Kayseri ilinde yapılan çalışmalar ayrıntılı olarak incelenmiş olup; yıllara göre toplanan atık sayıları, atık tesislerinin mevcut durumu ve geri dönüşümün ne şekilde yapıldığına ilişkin bilgiler verilmiştir. Bu doğrultuda Melikgazi, Kocasinan ve Talas ilçelerinde bulunan tesisler incelenmiş ve atık kategorileri bazında toplama, taşıma, değerlendirme ve ayırma, depolama, imha, geri dönüşüm, yeniden kullanım, bertaraf ve raporlama aşamalarının ne şekillerde yapıldığına dair teorik ve görsel veriler paylaşılmıştır. Bunun yanında Kayseri halkını e-atık konusunda bilinçlendirmek

amacıyla hazırlanan broşür veya görseller de paylaşılarak, Kayseri’de e-atık konusuna verilen öneme vurgu yapılmıştır. Fakat Kayseri’de bunun karşılığı alınmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak dünyada İsveç, ABD, İsviçre, Almanya, Fransa vb. gibi ülkelerde Türkiye’den yıllar önce WEEE Direktifi ve Rohs direktifine bağlı olarak e-atık yönetimi uygulanmaya başlanmıştır. Ülkeler e-atık yönetimi açısından incelendiğinde ise İsveç, ABD, Çin, Almanya ülkelerinde e-atıkların daha çok toplandığı ve e-atık yönetim sisteminin daha iyi geliştirildiği görülmüştür. Türkiye’de ise e-atıklarla ilgili yönetmeliğimiz 2012 yılında yayımlanmasına rağmen, bu tez kapsamında kapsamındaki araştırmalarımızda hiçbir ilimizde e-atık yönetim sistemimizin tam oturmadığı görülmüştür. Halbuki e-atıklarla ilgili yönetmeliğe bakıldığında elektrikli ve elektronik eşya üreticileri, satıcılar, ilgili belediyeler ve biz tüketiciler olarak büyük sorumluluklarımız bulunmaktadır. Bu kapsamda en başta belediyelerin e-atık toplama noktası oluşturmaları ve biz tüketicilerinde e-atıklarını o noktalara teslim etmemiz ve üreticilerin/satıcıların da bu e-atıkları alıp geri dönüşüme göndermeleri zorunludur. Ayrıca elektrikli ve elektronik eşya dağıtıcıları hem satış esnasında hem de nakliyede tüketicinin talebi doğrultusunda hiçbir ücret almadan eski elektronik eşyasını almakla yükümlüdür. Görüldüğü gibi yönetmeliğin yayınlanmasından yedi yıl geçmesine rağmen bu kapsamdaki sorumluların hiçbiri görevini yerine getirmemiştir. Aslında bu konuda en büyük sorumluluk Çevre ve Şehircilik bakanlığı ve İl Müdürlüklerine düşmektedir. Bakanlık ve İl Müdürlüklerinin gerekli denetimleri ve yaptırımları yapması durumunda çok daha fazla miktarda e-atık toplanacak ve kayıt altına alınıp milli ekonomiye katkı sağlayacaktır.

ÖNERİLER

1. E-Atıklar konusunda bakanlık ve Çevre İl Müdürlükleri diğer sorumlularla iş birliği içinde olmalı, denetimleri sıkılaştırmalı, eksik ve olumsuz koşullarda cezai yaptırımlar uygulanmalıdır.
2. E-atık geri dönüşüm tesisleri incelenmeli ve çalışmaları sürekli olarak denetlenmelidir.

3. E-atık için belediyelerin, toplama noktalarının, yetkili kuruluşların, işletme tesislerinin de kayıt yapabileceği bir bilgi sistemi oluşturulmalı her paydaş toplanılan e-atık miktarını ve kategorisini sisteme sürekli olarak işlemleri sağlanmalıdır. Bu sayede veri kaybının önüne geçilecek ve her ilde oluşan atık miktarları sayısal olarak daha net bir şekilde ortaya çıkacaktır. Ayrıca geri dönüşüm oranları bu sayede kıyaslanabilecek ve daha iyisine ulaşmak için çalışmalar arttırılacaktır.
4. Halkın bilinçlendirilmesi konusunda daha fazla çalışma yapılmalıdır. Atıkları kaynağında toplamanın ne denli önemli olduğu konusunda tüketicilere bilgi sağlanmalıdır. Geri kazanım ve geri dönüşümün önemi belirtilerek, e-atıkların hurdacılara verilmemesi sağlanmalıdır.
5. Hurdacılar tarafından e-atıkların toplanmasının önüne geçmek amacıyla caydırıcı cezalar uygulanmalı ve bunun yasal düzenlemeleri yapılmalıdır. Belediyeler hurdacılar ile iş birliği halinde olarak hurdacıları resmileştirip toplama konusunda yardımlaşma sağlanmalıdır.
6. Elektronik eşya satan büyük mağazalara ve AVM'lere bu konuda çeşitli sorumluluklar yüklenmeli ve büyük zincir mağazaların e-atık konusunda bilgilendirici çalışmalar yürüterek, e-atık toplama sorumluluğu yüklenmelidir. Mekanlarının büyüklüklerine göre kumbara veya konteynır bulundurmaları sağlanmalıdır.
7. Yeni geri dönüşüm tesislerinin kurulması ve tesis sayısının artırılması noktasında devlet tarafından teşvik uygulamaları geliştirilmelidir.
8. AEEE ayrı toplanması hususunda konteynırlar ve kumbara sayıları arttırılmalıdır. Özellikle halkın kolaylıkla ulaşabileceği yerlere toplama noktaları yapılmalıdır. İsveç'teki gibi sadece bu iş için araçlar görevlendirilmeli ve belli haftalarda mahallelerde gezerek halka ulaşılmalıdır.
9. ROHS Direktifi tam anlamıyla uygulanmalı ve mevzuat noktasında uyumlu düzenlemeler yapılarak, daha az tehlikeli materyaller kullanılarak üretim faaliyetleri yürütülmelidir.
10. Özellikle elektronik eşya üretiminde piyasa devlet tarafından kontrol edilmelidir. Üreticilerin ürettikleri elektronik eşyaların daha kaliteli olması ve atık haline geldiğinde geri kazanılabilirliği sağlanacak şekilde olmalıdır.

11.Yetkili kuruluş sayısı çoğaltılmalıdır. Her ilde en az bir tane yetkilendirilmiş kuruluş ve kordinasyon merkezi bulunması sağlanmalıdır. Bu kuruluşların da denetimleri sıkılaştırılmalıdır.

12. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı raporlama faaliyetlerini yakından incelemeli ve bu konuda yapılabilecek ihmal veya hataların önüne geçilmelidir.

13. İvedi şekilde illerde koordinasyon merkezleri kurularak Türkiye geneli merkezi e-atık toplama sisteminin temelleri atılmalıdır.

14.E-atıklarda bulunan değerli metallerin geri kazanımı için tesisler kurulması sağlanmalı yurt dışına ihraç etmek yerine ülkemizde geri kazanımı sağlanarak ekonomisine katkı sağlanması sağlanmalıdır.



KAYNAKÇA

- Ackah, M.**, (2017). Informal E-waste recycling in developing countries: review of metal(loid)s pollution, environmental impacts and transport pathways. *Environ Sci Pollut Res*, 24, s 24092–24101.
- ACRR**,(2006). The Management of Waste Electrical and Electronic Equipment, A Guide for Local and Regional Authorities, *The Association of Cities and Regions for Recycling(ACRR)*
- Agyei-Mensah, S. &Oteng-Ababio, M.**,(2012). Perceptions of health and environmental impacts of e-waste management in Ghana. *International journal of environmental health research*, 22(6), .500–517
- ARMA**, (2014). The promise of responsible environmental stewardship 2012-13 annual report
- Anonim** (1983). Çevre Kanunu, *Resmi Gazete*, (2872) sayılı,, Türkiye
- Anonim**, (1998). Dış Ticarete Çevre Koruma Kaynaklı Tarife Dışı Engeller ve Türk Sanayii İçin Eylem Planı, Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği(TÜSİAD), İstanbul
- Anonim**, (2012), Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği (28300) T.C. *Resmi Gazete* 22 Mayıs
- Anonim**, (2015), Çevre Atık Yönetimi Yönetmeliği (29314 sayılı), T.C. *Resmi Gazete*, 02 Nisan
- Anonim**, (1991). Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (20814 sayılı), T.C. *Resmi Gazete*, Nisan 1991.
- Ay E.**,(2012). Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Geri Kazanımının Değerlendirilmesi Ve Samsun İlinde Seçilen Pilot Bir Bölgede Uygulanması, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD*, (Yüksek Lisans Tezi) Samsun
- Awasthi, A. Kumar ve Li, J.**, (2017). Management of electrical and electronic waste: A comparative evaluation of China and India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, s 434–447
- Aydın, B.**,(2011). Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıklarının Geri Kazanımı, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD*, (Yüksek Lisans tezi) Isparta, 142s
- Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J.**,(2015). The Global E Waste Monitor – 2014, *United Nations University*, Bonn.
- Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P.**, (2017). The Global E-Waste Monitor–2017. Bonn: *United Nations University*, International Telecommunication Union, International Solid Waste Association.
- Bertram, M.,Graedel, T.E., Rechberger, H., Spatari, S.**, (2002). The Contemporary European Copper Cycle: Waste Management Subsystem. *Ecological Economics*, 42 (1-2), 43-57

- Bo, B. & Yamamoto, K.,** (2010). Characteristics Of E-Waste Recycling Systems İn Japan And China, 500–506
- Boliden,** (2005). *Rönnskär Smelter, Broşür*, Şubat, 8 s
- Boliden,** (2009). *World's Largest Recycler Of Electronic And Metal Scrap, Broşür*, 2s.
- Bringden, K. and Labunska, I. and Santillo, D.,** (2005). Recycling Of Electronic Wastes İn China And India : Workplace And Environmental Contamination Electronic Wastes Contamination, s 73-52
- Chen, A. Dietrich N.K., Huo X., Ho S.,** (2011). Developmental neurotoxics in e-waste: an emerging health concern. *Environmental health perspectives*, 119(4), 431–438
- Chung, S.-W. & Murakami-Suzuki, R.,** (2008). A comparative study of e-waste recycling systems in japan, south korea and taiwan from the epr perspective : *Implications for developing countries*, s 127-139
- Cui J., Zhang L.,** (2008). Metallurgical Recovery Of Metals From Electronic Waste: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, 158, 228-256
- Cui, J. & Forssberg, E.,** (2003). Mechanical Recycling Of Waste Electric And Electronic Equipment: A Review. *Journal Of Hazardous Materials*, 99(3), 243–263.
- Culver, J.,** (2005). The Life Cycle of a CPU, [http:// www.cpushack.net/](http://www.cpushack.net/) (Ziyaret Tarihi: 08 Ağustos 2018)
- Çelik, C.,** (2007). Elektrik Elektronik Atıklardan Metal ve Plastik Geri Kazanımının Araştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği ABD*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 60s
- Çevikel, B.,** (2009). Elektronik Atıklardan Değerli Metal Geri Kazanımı, *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD*, (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya, 59s
- Çevre Orman Bakanlığı,** (2009), Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, *PCB ve PCT içeren atıkların yönetimi el kılavuzu*, 155s
- Çevre ve Orman Bakanlığı** (2009). Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Pil ve Akümülatörlerin Yönetimi, Kasım 2009
- Çevre ve Orman Bakanlığı,** (2006), 2007-2023 AB Çevre Uyum Stratejisi Raporu
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,** (2015), *Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Yönetimi, AEEE El Kitabı*
- Çığgı, T.,** (2006). Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıklarının Geri Kazanımı İçin Tesis Konstrüksiyonu ve Sistem Parametrelerinin Araştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul
- Dalmijn W.L., van Houwelingen J.A.,** (1995). New Developments İn The Processing Of The Non-Ferrous Metal Fraction Of Car Scrap, In: p.b. Queneau, R.D. Peterson (eds.), In: Proceedings Of The Third International

Symposium On Recycling Of Metals And Engineered Materials, *Point Clear, Tms, Warrendale, USA*, 739-750.

- Davis, G. & Herat, S.**, (2008). Electronic Waste: The Local Government Perspective In Queensland, Australia. *Resources, Conservation And Recycling*, 52(8-9), 1031– 1039.
- Deng, W.J. Zheng J.S., Bi X.H., Fu J.M. Wong M.H.**, (2007). Distribution Of PBDEs In Air Particles From An Electronic Waste Recycling Site Compared With Guangzhou and Hong Kong , South China., *Environment international*, 33, 1063–1069
- Dursun, O.**, (2009). E-Atık 2: Türkiye’de Durum., *Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Haber Bülteni*, 12–13
- EC**, (2015), Assessment of Separate Collection Schemes in the 28 Capitals of the EU (http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_%20Final%20Report.pdf ET. 18.02.2019 Engineering, 7, 975-984)
- ERCC**, (2018) Electronics Recycling Coordination Clearinghouse <https://www.ecycleclearinghouse.org/contentpage.aspx?pageid=62> ET. 08.02.2019
- EU**, (2000). EC 2000/0158 (COD) and 2000/159 (COD), Proposal For A Directive Of The European Parliament And Of The Council On Waste Electrical And Electronic Equipment, Proposal For A Directive Of The European Parliament And Of The Council On The Restriction Of The Us
- EU**, (2003a). The Restriction Of The Use Of Certain Hazardous In Electrical And Electronic Equipment (RoHS), 2002/95/EC, European Union: *Official Journal of the European Union*
- EU**, (2012). Directive 2012/19/EU Of The European Parliament And Of The Council Of 4 July 2012 On Waste Electrical And Electronic Equipment (WEEE), *European Commission*.
- European Union** (2000) Proposal for a Directive of European Parliament and of the Council on Waste Electrical and Electronic Equipments., Brussels
- Evli S.**, (2012), Atıkların Geri Kazanımı İle Satışlar Ve Müşteri Sayısı Arasındaki İlişki, *Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD* (Yüksek lisans tezi), Çorum
- Fredholm, S.**, (2008). Evaluating Electronic Waste Recycling Systems: The influence of physical architecture on system performance., (Yüksek Lisans Tezi), *Massachusetts Institute of Technology*
- Furuuchi, M., Gotoh, K.**, (1988). Continuous Shape Separation Of Binary Mixture Of Granular Particles, *Powder Technology*, 54,. 31-37
- Furuuchi, M., Gotoh, K.**, (1992). Shape Separation Of Particles, *Powder Technology*, 73,. 19.
- Furuuchi, M., Yamada, C., Gotoh K.**, (1993). Shape Separation Of Particulates By A Rotating Horizontal Sieve Drum. *Powder Technology*, 75,. 113-118

- Garlapati, V. K.** (2016). "E-Waste In India And Developed Countries: Management, Recycling, Business And Biotechnological Initiatives", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 874–881
- Gesing A.J., Reno D., Grisier R., Dalton R., Wolanski R.,**(1998). Non-Ferrous Metal Recovery From Auto Shredder Residue Using Eddy Current Separators, In: Proceedings of the TMS Annual Meeting, San Antonio, *TMS, Warrendale, USA*, 973–984
- Goosey, M., Kellner, R.,**(2002). A Scoping Study: End-of-Life Printed Circuit Boards. *Intellect and the Department of Trade and Industry*, Makati City
- Green, S. & Series, P.,**(2013). E-waste in China : *A country report*
- Gungor A., Gupta S.M.,**(1998). Disassembly Sequence Planning For Products With Defective Parts In Product Recovery. *Computers & Industrial Engineering*, 35,. 161-164.
- Hagelüken C.,**(2006b). Improving Metal Returns And Eco-Efficiency In Electronic Recycling A Holistic Approach To Interface Optimization Between Preprocessing And Integrated Metal Smelting And Refining. In: *Proceedings of the 2006 IEEE International Symposium On Electronics And The Environment*, pp. 218-233.
- Hagelüken, C.,**(2006a). Recycling Of Electronic Scrap At Umicore Precious Metals., *Acta metallurgica slovac*a, 111–120
- He, W. vd.,**(2006). WEEE Recovery Strategies and the WEEE Treatment Status in China. *Journal of Hazardous Materials*, 136,.502–512.
- Heacock, M. vd.,** (2016) "E-Waste and Harm to Vulnerable Populations: A Growing Global Problem", *Environmental Health Perspectives*, May, 124(5): 550-555.
- Higashiyama Y., Asano K.,**(1998). Recent Progress In Electrostatic Separation Technology. *Particulate Science and Technology*, 16, 77-90
- Hoberg, H.,**(1993). Applications Of Mineral Processing In Waste Treatment And Scrap Recycling, In: Proceedings of the XVIII International Mineral Processing Congress, Sydney, Australia, *Australasian Institute of Mining & Metallurgy*, Parkville, Australia, 27s.
- Hoffmann, J.E.,**(1992). Recovering Precious Metals From Electronic Scrap, 43-48 <http://atiksahasi.com/Dunyada-ve-Turkiyede-Geri-Donusumun-Tarihi-22> (E.T. 10 Ağustos 2018)
- Huisman, J. vd,** (2007). *2008 Review of directive 2002/96 on waste electrical and electronic equipment (WEEE), Report*
- Ivert, I., vd.,** (2015). WEEE System Setup, A Comparison of Sweden, Norway, and Denmark, *Ivl wedisvh Environmental Research Institute*, 16s
- Julius, J.,**(2006). Processing of WEEE, Institute and Chair of Processing and Recycling Solid Waste Materials (I.A.R.), *RWTH Aachen*, 2-4.
- Kahraman A.C.,**(2014) Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Türkiye’de EAtık Yönetimi Ve Uygulamaya Yönelik Stratejik Analizler, *İstanbul Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mührdisliği ABD* (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul

- Kahraman A.E., Salihoğlu, G.,** (2016). Türkiye’de Elektrikli Ve Elektronik Atık Üretimi: Bursa Örneği, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2 (21), s 95-106
- Kang, H.Y., Schoenung, J.M.,**(2006). Economic Analysis of Electronic Waste Recycling: Modeling the Cost and Revenue of a Materials Recovery Facility in California.,1672-1680
- Kaya M., Sözeri A.,** Elektronik Atık (E-Atık) Geri Dönüşüm/Kazanım Sistemi, Osmangazi Üniversitesi, Teknoloji Araştırma Merkezi (TEKAM), *Anadolu Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü*, Eskişehir 30-31Mayıs 2007,1-16
- Kaya, M., Sözeri, A.,**(2007). Elektronik Atık (E-Atık) Geri Dönüşümü/ Kazanımı, AB Sürecinde Türkiye’de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu
- Kaya, M.,** (2003), Bilgi Çağının Zehirli Atıkları(E-Atıklar), *Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi*
- Kaytaz, Y.,** 1990. *Cevher Hazırlama. İ.T.Ü. Gümüşsuyu Matbaası*, İstanbul,124s
- Keleş R., HAMAMCI C.,**(2005). *Çevre Politikası*, 5. Baskı, İmge Kitapevi, Ankara, 684s
- Kumar, V., Bee, D.J, Shirodkar, P.S, Tumkor, S., Bettig, B.P., Sutherland, J.W.,**(2005). Towards Sustainable Product And Material Flow Cycles: Identifying Barriers To Achieving Product Multi-Use And Zero Waste. In: Proceedings Of IMECE 2005. *ASME International Mechanical Engineering Congress And Exposition*
- Koruca, H.İ., Kaya, Ü.,** (2018). Elektronik Atıkların Çevreye Etkisi Ve Topluma Farkındalık Kazandırmak İçin Öneriler, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Temmuz 2018, 6(73), s 368-378
- Lee, C.H, Chang, C.T, Fan, K.S, Chang, T.C.,**(2004). An Overview Of Recycling And Treatment Of Scrap Computers. *Journal of Hazardous Materials*, 114, 93-100.
- Lee, J.C., Song, H.T., Yoo, J.M.,**(2007). Present Status Of The Recycling Of Waste Electrical And Electronic Equipment in Korea. *Resources Conservation and Recyclings*, 50 (4), 380-397
- Lepawsky, Josh and McNabb, Chris** (2010). Mapping international flows of electronic waste. *The Canadian Geographer*, 54(2), s177–195
- Lepawsky, Josh** (2015). The changing geography of global trade in electronic discards: time to rethink the e-waste problem. *The Geographical Journal*, June, 181(2), s 147–159.
- Luo, C., Liu C., Wang Y., Liu X., Zhang G., Li X.,** (2011). Heavy Metal Contamination In Soils And Vegetables Near An E-Waste Processing Site, South China. *Journal Of Hazardous Materials*, 186(1), 481–490
- Luo, Q., Wong, M. & Cai, Z.,**(2007). Determination Of Polybrominated Diphenyl Ethers İn Freshwater Fishes From A River Polluted By E-Wastes., *Talanta*, 72, 1644–1649.

- Lyons J.**, Nisan 2007. Türkiye Çevre Sayfalarından (<http://st.fatih.edu.tr>)
- Mahesh, P.**,(2007). E-Waste: WEEE Other Side of The Digital Revolution, *Toxics Link*, Factsheet No: 31, 6s.
- Malhotra, S.C.**,(1985). Trends and Opportunities in Electronic Scrap Reclamation. *Conservation & recycling*, 8(3-4), 327–333
- Mathieu, G.I., Provencher, R., Tellier, J.G.**,(1990). Mechanical Sorting Of Aluminum Metal From Spent Potlining, In: *Proceedings of the 119th TMS Annual Meeting*, Anaheim, TMS, Warrendale, USA., 361-367
- Mayers, C.K.**, (2007). Strategic, Financial, And Design Implications Of Extended Producer Responsibility In Europe: A Producer Case Study. *Journal of Industrial Ecology*, 11(3), s113- 131.
- MBM**, (2001). Electronic Scrap: A Growing Resource, *Metal Bulletin Monthly* (MBM), 21-24s.
- Mcdonald, T. A.**,(2002). Brominated Flame Reterdants (BFRs) Primer. Brominated Flame Reterdants& Electronic Conference and Round Table, San Francisco, California
- Meier-Staude, R., Koehnlechner, R.**,(2000). Elektrostatische Trennung Von Leiter/Nichtleitergemischen In Der Betrieblichen Praxis (Electrostatic Separation Of Conductor/Non-Conductor Mixtures In Operational Practice). *Aufbereitungs Technik* 41,. 118-123
- Meyer, M.**,(1995). Development and Realization Of Shredder Fluff Recycling, In: P.B. Queneau, R.D. Peterson (Eds.), In: *Proceedings of the Third International Symposium on Recycling of Metals and Engineered Materials*, Point Clear, TMS, Warrendale, USA.,765–776
- Morf, L.S., Tremp, J., Gloor, R., Schuppisser, F., Stengele, M., Taverna, R.**,(2007) Metals, Non-Metals and PCB in Electrical And Electronic Waste Actual Levels in Switzerland. *Waste Management*, 1306-1316.
- Muson, S.E.,Jang, Y.C., Townsend, T.G., Chung, I.H.**,(2000) Characterization of Lead Leachability From Cathode Ray Tubes Using The Toxicity Characterization Leaching Procedure. *Environmental Scienceand Technology*, 34, 4376-4381.
- Nanda, V., Pring, G.** (2014). International Environmental Law and Policy for the 21st Century, 2nd Revised Edition, *BRILL Pupl.* ss. 467
- NCER**, (2018) National Centre For Electronics Recycling-E-Waste Law Applying in USA.,<http://www.electronicsrecycling.org/> E.T. 08.02.2019
- NEP**,(2005). *Minimizing Hazardous Wastes, A Simplified Guide to Basel Convention*, United Nations Environment Programme
- Ngoc, N., Ramu K.,Agusa T., Nyugen T.**,(2009). Chemosphere Contamination by trace elements at e-waste recycling sites in Bangalore , India. *Chemosphere*, 76(1), 9–15

- Norrgran, D.A., Wernham, J.A.,**(1991). Recycling and Secondary Recovery Applications Using an Eddy-Current Separator. *Mineral and Metal Processing*, 8, 184-187
- NTCRS,** (2014). *National Television And Computer Recycling Scheme Outcomes in 2012-2013, Report*, 10s
- Ogungbuyi, O., Nnorom I., Osibanjo O., Schluep M.,**(2012). E-Waste Country Assessment Nigeria. *UNEP Report*.
- Ohya, H., Endoh, S., Yamamoto, M., Iwata, H.,**(1993). Analysis Of Particle Motion Regarding Shape Separation Using An Inclined Conveyor. *Powder Technology*, 77,. 55-59
- Özkaya, S. Y.** (2017). “Tehlikeli Atıklar ve Çevre”, <http://www.mfa.gov.tr/tehlikeli-atiklar-ve-cevre.tr.mfa> , E.T. 05.02.2019
- Özyurt, E.,**(1999). Elektronik Hurda Kapsamında Baskı Devrelerinin Geri Kazanımı. *İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi,*(Lisans Tezi), İstanbul
- Perez -Belis, V., vd.,** (2015). An in -Depth Literature Review Of The Waste Electrical And Electronic Equipment Context: Trends and evolution. *Waste Management & Research*, 33(1), s3-29.
- Perkins, Devin N.,vd.,** (2014). E-Waste: A Global Hazard. *Annals of Global Health*, 80, s 286-295
- Pickren, G.,** (2014). Political ecologies of electronic waste: uncertainty and legitimacy in the governance of e-waste geographies. *Environment and Planning A*, 46, s 26-45.
- Puckett, J. vd.,**(2002). *Exporting Harm The High-Tech Trashing of Asia*
- REC,** (2011). Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyalar Direktif (AEEE) (2002/96/EC) Düzenleyici Etki Analizi
- REC,** (2016). Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği. Ankara: Bölgesel Çevre Merkezi.
- Ritcey, G.M.,**(2006). *Solvent extraction in hydrometallurgy: present and future*, *Tsinghua Science & Technology*, 11 (2), 137-152
- Robert K.H. vd.,** (2001) Strategic Sustainable Development-Selection , Design and Synergies of Applied Tools, *Journal of Cleaner Production* , Article in Press 10(2002), 197-214
- Robinson, B.H.,**(2009). E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *The Science of the total environment*, 408(2),183–191
- Rochmana, Fauziah F., Ashtona, Weslyne S., vd.,** (2017). E-waste, money and power: Mapping electronic waste flows in Yogyakarta, Indonesia. *Environmental Development*, 24, s 1–8

- Sadegh, S.M., Bafghi M.S., Moradkhani D., vd.,** (2007). A Review On Hydrometallurgical Extraction And Recovery Of Cadmium From Various Resources. *Minerals Engineering*, 20 (3), 211-220
- Sander, K., Tojo, N. & Vernon, J.,**(2007). The Producer Responsibility Principle Of The WEEE Directive Final Report
- Savage, M. & Ogilvie, S.,**(2006). Implementation Of The Waste Electric And Electronic Equipment Directive In The EU
- Sayman R.Ü., Akpulat O., REC Türkiye,**(2016), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *AEEE Kontrolü Yönetmeliği Belediye Uygulama Rehberi*
- Schluep, M. Müller E. Rochat D.,**(2012). E-Waste Assessment Methodology Training & Reference Manual, Report
- Schubert, H.,**(1994). Wirbelstromsortierung-Grundlagen, Scheider, Anwendungen, (Eddy Current Separation-Foundations, Separators, Application). *Aufbereitungs Technik*, 35, 553-562
- Schubert, H., G., Warlitz G.,**(1994). Sorting Metal/Non-Metal Mixtures Using a Corona Electrostatic Separator. *Aufbereitungs-Technik*, 35, 449-456
- Selin, H., vd.,** (2006). Raising global standards: hazardous substances and e- waste management in the European Union. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 48(10), s6-18.
- Semiz, G. K. vd.,** (2017). *TÜBİSAD E-atık Eğitim Kitapçığı 2017*. İstanbul: TÜBİSAD.
- Shamsuddin, M.,**(1986). Metal Recovery From Scrap And Waste. *J. Metals*, 38 (2),. 24-31
- Shuey, S.A., Taylor, P.,**(2005). "Review of Pyrometallurgical Treatment of Electronic Scrap", *Mining Engineering*, 57(4), 67-70
- Sjodin, A., Patterson J.R., Bergman A.,**(2002) Occupational Exposure to Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) at Recycling of Electronic Goods. Brominated Flame Reterdants& Electronic Conference and Round Table, San Francisco, California
- Stahl, I., Beier, P.M.,**(1997). Sorting Of Plastics Using The Electrostatic Separation Process, In: H. Hoberg, H. Von Blottnitz (Eds.), In: Proceedings of the XX International Mineral Processing Congress, Aachen, GDMB, Clausthal Zellerfeld, Germany. 5,. 395-401
- Sum, E.Y.L.,**(1991). The Recovery of Metals from Electronic Scrap. *Journal of the Minerals Metals & Materials Society (JOM)*, 43 (4), 53-61.
- Tavlarides, L.L., Bae, J.H., Lee, C.K.,**(1985). Solvent Extraction, Membranes, And Ion Exchange İn Hydrometallurgical Dilute Metals Separation. *Seperation Science and Technology*, 22 (2-3), 581-617 Techniques For The Recovery Of Metal From Post-Consumer Wastes Minerals
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği** (25755 sayılı) T.C. Resmi Gazete 13.03.2005

- Topçu, Ferhunde H.** (2017). Uluslararası Düzeyde Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Ticareti ve Sorunlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 22, Kayfor 15 Özel Sayısı, s. 1689-1705
- TSKB**, 2017 <http://www.tskb.com.tr/web/333-3447-1-1/tskb-site-tr/tr-blog/tr-blog-yazilar/elektronik-atiklar-ve-geri-donusum>(E.T. 12.04.2019)
- Tulger, G.**,(2010). Türkiye’de elektrikli ve elektronik atıkların yönetiminin planlanması ve tesis yeri seçiminde çok ölçütlü karar verme tekniklerinin kullanımı. *Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi)*, Eskişehir
- URL-1** CIA, Computer Industry Almanac, [http:// www.c-i-a.com/](http://www.c-i-a.com/) (E.T.: 08 Ağustos 2018)
- URL-2** <https://www.bimel.com.tr/tr/rohs-ve-weee> (E.T. : 01 Şubat 2019)
- URL-3**, Secretariat of The Basel Convention (2018). <http://www.basel.int/Countries/CountryProfiles/tabid/4498/Default.aspx>, (E.T.: 05.02.2019)
- Uisman, J. vd.**, 2007, 2008 Review Of Directive 2002/96 On Waste Electrical And Electronic Equipment (WEEE), *Report*
- Ulugöl S.**, PCB (Poliklorlu Bifenil) İçeren Ekipmanların Bertarafı, *Enerji ve Çevre Dünyası*, 56/1 (Ocak 2007) ,59-61
- UNEP**,(2011). *Manual 3 : WEEE / E-Waste “Take Back System,”*, *Report*
- UNU**, (2015). The Global E-Waste Monitor 2014. <https://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf> E.T. 12.02.2019
- USEPA** (2001) Electronics: A New Opp for Waste Prevention, Reuse&Recycling Solid Wastes and Emergency Response, Pub. No. EPA 530-F-01-006
- USGS**,(2001). Obsolete Computers, “Gold Mine” or High-Tech Trash? Resource Recovery from Recycling. *USGS (US Geological Survey)*, Fact Sheet
- Üçüncüoğlu, C.**,(2010). Türkiye İçin En İyi AEEE Yönetim Senaryosunun Belirlenmesi İçin Bulanık Bir Çoklu Kriter Analizi, *Galatasaray Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul
- Van Der Valk, H.J.L., Braam, B.C., Dalmijn, W.L.**,(1982). Eddy-Current Separation By Permanent Magnets Part I. Theory. *Resource Conservation*, 12, 233-252
- Wang, F. & Huisman, J.**,(2011). Formalisation Of E-Waste Collection And Recycling İn China., *Report*
- Wang, F.**,(2014). E-waste: Collect More , Treat Better., Doktora, *Design for Sustainability Program, Delft University*.
- Wang, H. Han M., Yang S., Chen Y., Liu Q., Ke S.**,(2011). Urinary Heavy Metal Levels And Relevant Factors Among People Exposed To E-Waste Dismantling. *Environment international*,7(1),80–85

- Wernham, J.A., Marin, J.A., Heubel, D.E.,**(1993). Aluminum Removal From Recycled Pet, In: Proceedings of the First International Conference on Processing Materials for Properties, Honolulu, TMS, Warrendale, USA, 759-762.
- White, C. D., Masanet, E., Rosen, C. M., Beckman, S.L.,**(2003). Product Recovery With Some Byte: an Overview of Management Challenges and Environmental Consequences in Reverse Manufacturing for the Computer Industry, *Journal of Cleaner Production*, 445-458.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M. Ve Böni, H.,**(2005). Global Perspectives on E-Waste, *Environmental Impact Assessment Review*, 436-458
- Wilson, R.J., Veasey, T.J.,**(1994). Squires Application of Mineral Processing
- Yang, B.,**(1994). Ion Exchange İn Organic Extractant System, Lizi Jiaohuan Yu Xifu/Ion Exchange and Adsorption, 10 (2), 168–179
- Yazıcı, E.Y., Deveci, H.,**(2009). E-atıklardan Metallerin Geri Kazanımı. *Madencilik Dergisi*, 48 (3), 3-18
- Yılmaz E.,**(2006), Elektrikli Ve Elektronik Atıkların Geri Kazanımı Ve Muğla İli Pilot Proje Uygulaması, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD (Yüksek Lisans Tezi), Muğla
- Yla-Mella, Y, Pongracz, E., Keiski, R.L.,**(2004). Recovery of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) in Finland. In: Pongracz E, editor. Proceedings of The Waste Minimization And Resource Use Optimization Conference, Oulu, Finland., 83-92
- Yla-Mella, J., vd.,** (2014). Overview of the WEEE Directive And Its Implementation In The Nordic Countries: National Realisations And Best Practices. *Journal of Waste Management*, 2014
- Zhang S., Forssberg, E.,**(1998a). Mechanical Recycling of Electronics Scrap – The Current Status and Prospects, *Waste Management and Research*, s119-128.
- Zhang, S., Forssberg, E.**(1997). Mechanical Separation-Oriented Characterization Of Electronic Scrap. Resources, *Conservation and Recycling*, 21, s247-269
- Zhang, S., Forssberg, E., Houwelingen, J. van, Rem, P., Wei, L-Y.,**(2000). End-Of Life Electric and Electronic Equipment Management Towards the 21st Century, *Waste Management&Research*, 18, s73-85.
- Zhang, S., Forssberg, E.,**(1998b). Optimization Of Electrodynamic Separation For Metals Recovery From Electronic Scrap. Resources, *Conservation and Recycling*, 22, s143-162
- Zhang Y., Bashiri P.,** (2017). An investigation Into Swedish E-Waste Collection And Recycling System : A Case Study In Gothenburg, University Of Gothenburg, School Of Business, *Economic Of Law*, 69s

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel bilgiler

Adı Soyadı : Seda BİLGİN LASTİKÇİ
Doğum Yeri ve Tarihi : Şarkışla, 10.05.1989
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dil : İngilizce
İletişim Adresi : Merkezefendi Mah. G-58 Sk. No:1/4 İslam Apt.
D:3 Zeytinburnu İSTANBUL
Telefon : 0545 210 8242
E-posta Adresi : su1020@windowslive.com

Eğitim ve Akedemik Durumu

Lise : Şarkışla Anadolu Lisesi, 2007
Lisans : Cumhuriyet Üniversitesi, 2012
Yüksek Lisans : Cumhuriyet Üniversitesi, 2019