

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARIN GERİ  
KAZANIMI VE MUĞLA İLİ PİLOT PROJE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çevre Müh. Esra YILMAZ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR**

**Haziran 2006**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARIN GERİ  
KAZANIMI VE MUĞLA İLİ PİLOT PROJE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çevre Müh. Esra YILMAZ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜH.**

**Bu tez 14 /06 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Prof. Dr. Saim Özdemir  
Jüri Başkanı**

**Prof. Dr. Bülent Şengörür  
Üye**

**Prof. Dr. Osman Çerezci  
Üye**

## ÖNSÖZ

Öncelikle; bu tezin hazırlanma aşamasında bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve çalışmalarımnda her konuda yardımcı olan danışman hocam Prof. Dr. Saim Özdemir' e sonsuz teşekkürlerimi arz ederim

Bilgilerini benimle paylaşan ve Muğla ilinde yapmış olduğumuz pilot projeye sonuna kadar sahip çıkıp maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Exitcom yönetici ve çalışanlarına özellikle Genel Müdür Kerim Daşkaya , Proje Müdürü Ebru Ulu'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bununla birlikte; beni yetiştiren ve hiçbir zaman maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili babam Mustafa Yılmaz' a ve sevgili annem Gülsen Yılmaz' a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Esra YILMAZ

Haziran 2006, Adapazarı

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY.....	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARA GENEL BAKIŞ.....	2
2.1. Elektrikli ve Elektronik Atıklardan Kaynaklanan Çevre Sorunları....	2
2.2. Elektrikli ve Elektronik Atıkların İnsan Sağlığına Zararları.....	3
2.2.1. Kurşun .....	3
2.2.2. Civa .....	4
2.2.3. Kadmiyum .....	4
2.2.4. Bromlu alev geciktiriciler .....	4
2.2.5. Fosfor .....	4
2.2.6. Baryum .....	4
2.2.7. Altı değerlikli krom.....	5
2.2.8. Berilyum.....	5
2.2.9. Plastikler.....	5
BÖLÜM 3.	
ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİNDE AB DİREKTİFLERİ.	6

3.1.RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances).....	6
3.1.1. RoHS Şartlarında Üretim.....	8
3.2. WEEE ( Waste Electrical Electronic Equipment).....	9
3.3. Elektrikli ve Elektronik Atık Yönetiminde Türkiye ‘deki Durum.....	12
 BÖLÜM 4.	
ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİNDE AB ÜLKELERİ	
UYGULAMALARI .....	13
4.1. Belçika .....	13
4.2. Hollanda.....	14
4.3. İsveç.....	15
4.4. İsviçre.....	15
 BÖLÜM 5.	
ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARIN GERİ KAZANIMI.....	
5.1.Toplama.....	17
5.2.Biriktirme Sistemi.....	18
5.3.Taşıma.....	18
5.4.AEEE Depolama.....	19
5.5.Geri Dönüşüm.....	19
5.5.1. Elektrikli ve elektronik atık geri dönüşüm prosesi.....	25
5.5.2 Buzdolabı geri dönüşüm prosesi.....	31
 BÖLÜM 6.	
PİLOT PROJE UYGULAMASI : MUĞLA İLİNDE ELEKTRİKLİ VE	
ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİ.....	
6.1. Pilot Proje Uygulamasında Muğla İlinin Seçilme Sebepleri.....	32
6.2. Muğla İlinde AEEE Yönetimi İçin Yapılan Çalışmalar.....	33
6.3. Muğla İli Pilot Proje Sonuçları.....	37
 BÖLÜM 7.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	42

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AEEE	: Atık Elektrikli Elektronik Eşya
BAG	: Bromlu Alev Geciktiriciler
CFC	: Kloroflorokarbon
CRT	: Cathode Ray Tube
e-atık	: Elektrikli ve Elektronik Atık
EU	: European Union
IT	: Information Technology
Kg	: Kilogram
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
PBDD	: Polibrominli Dibenso Dioksin
PBDE	: Polibrominli Difenil Eter
PBDF	: Polibrominli Dibenso Furan
PC	: Personal Computer
PCB	: Klorlubifenil
PVC	: Polivinil klorür
PU	: Poliüretan
PS	: Polyester
RoHS	: Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances
WEEE	: Waste Electrical Electronic Equipment
YEKAP	: Yeniden Kazanım Projesi

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. WEEE İşareti.....	12
Şekil 5.1. E-atık Geri Kazanım Döngüsü.....	17
Şekil 5.2. E-atık Geri Dönüşüm Aşamaları.....	20
Şekil 5.3. Elektronik Atıklar İçin Standart Bir Tesis.....	23
Şekil 5.4. Tesis İçinde Malzeme Akışı.....	24
Şekil 5.5. E-atık Tesise Giriş Malzemesi.....	26
Şekil 5.6. Kırıcıdan Sonra Fe.....	26
Şekil 5.7. Girdap Akımı Ayırıcısı 1 için Karışık Malzeme.....	27
Şekil 5.8. Girdap Akımı Ayırıcısı 1 Çıkışı Metal Parçaları.....	27
Şekil 5.9. Temiz Çelik – Özenle Seçilmiş.....	28
Şekil 5.10. Girdap Akımı Ayırıcısı 2 Çıkışı Metal Parçaları.....	28
Şekil 5.11. Ayırıcı Tabla Çıkışı Plastik Parçaları.....	29
Şekil 5.12. Ayırıcı Tabla Çıkışı Metal Parçaları.....	29
Şekil 5.13. Genel Bir Buzdolabı Geri Dönüşüm Tesisi Görünümü.....	30
Şekil 6.1. Muğla ili E-atık Biriktirme Konteynırı.....	34
Şekil 6.2. E-atık Toplama Projesi Broşür Ön Yüzü .....	35
Şekil 6.3. E-atık Toplama Projesi Broşür ArkaYüzü.....	36
Şekil 6.4. Muğla İli E-atık Toplama Sistemi.....	37
Şekil 6.5. E-atık Toplama Projesinde Toplanan Atık Tür ve Miktarları.....	38

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. RoHS Kapsamında Kullanımı Yasaklanan 6 madde.....	7
Tablo 3.2. Sağlığa Zararlı Maddelerin Kullanım Yerleri.....	7
Tablo 3.3. RoHS Kapsamında Zararlı Maddeler Yerine Önerilen Maddeler.....	9
Tablo 4.1. Belçika’da WEEE Geri dönüşüm hedefleri.....	14
Tablo 4.2. Hollanda’da WEEE Geri kazanım Hedefleri.....	15
Tablo 5.1. E-atık Kategorilerine Göre Geri Kazanılan Hammadde Oranları.....	21
Tablo 5.2. E-atık lardan Geri Kazanılan Hammadde Miktarları.....	22
Tablo 6.1. Muğla İlinde E-atıkların Toplanması İlişkin Yer Ve Zamanı Gösteren Programı.....	37



## ÖZET

Anahtar Kelimeler: E-atık , Geri Kazanım, AEEE, RoHS, Atık Yönetimi

Son yıllarda hızla gelişen teknoloji, elektrikli ve elektronik ürünlerdeki tüketimi artırmakla birlikte elektrikli ve elektronik atık (e-atık) problemini de beraberinde getirmiştir. 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 içermesi bertaraf aşamasında ciddi önlemlerin alınması gerekli kılmaktadır. 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 incelenerek Muğla ilinde uygulanan bir pilot proje ile evlerden ve teknik servislerden e-atıkların ayrı toplanması ve geri dönüşümü çalışması yapılarak sonuçları sunulmuş ve sonuç olarak bu pilot projedeki e-atık yönetimi anlayışının bütün ülke geneline uygulanabilirliği belirtilmiştir.

# **RECYCLING OF WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENTS: CASE STUDY OF MUĞLA MUNICIPALITY**

## **SUMMARY**

Keywords: E-waste, Recycling, WEEE, RoHS, Waste Management

In recent years consumption of electrical and electronic equipments have been increased by technology and because of this waste electrical and electronic (e-waste) equipments problem have been come together .The e-wastes contain certain heavy metals such as mercury, lead, cadmium, chromium etc. CFC, PCB, PVC, halogenated compounds, asbestos and arsenic they require substantial precautions in disposal stage. In this study Restriction of the use of certain Hazardous Substances (Rohs) and WEEE management which state in EU directives, applications in EU countries have been researched. E-waste recycling and studies in our country about e-waste management examined then in Muğla municipality a pilot project about e-waste collecting from houses, technical services and recycling of them have been done then results were presented Finally applying to all over our country this e-waste management has been stated.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Elektrikli ve elektronik cihaz ve aletlerin kullanıcısı için kullanım değeri kalmayan / kullanım ömrünü tamamlayan ürünler e-atık olarak tanımlanabilir. Bu tanım içerisinde Tv , bilgisayar, yazıcı, telefon, faks, fotokopi makineleri , baskı devreler, entegre devreler, kablolar ve elektrikli ve elektronik ürünlerin üretiminde kullanılan tüm malzemeler sayılabilir.

Özellikle PC' ler, mobil telefonlar ve eğlence sektöründe kullanılan elektrikli ve elektronik ürünlerde tüm dünyada sürekli olarak atık miktarı artış göstermektedir. 1994 yılında yaklaşık olarak 20 milyon PC ( yaklaşık 7 milyon ton ) teknolojinin gerisinde kalmıştır. 2004 yılında bu rakam 100 milyon PC'nin üzerine çıkmıştır. 1994 ve 2003 yılları arasında ise 500 milyon PC kullanım ömrünü tamamlamıştır. 500 milyon PC yaklaşık olarak 2,872, 000 ton plastik, 718,000 ton kurşun , 1363 ton kadmiyum ve 287 ton civa içermektedir[1].

PC yalnızca e-atıkların bir kısmını oluşturmaktadır. 2005 yılında yaklaşık 130 milyon mobil telefon kullanım ömrünü tamamlamıştır. Benzer durum diğer taşınabilir elektrikli ve elektronik cihazlarda da görülmektedir Mp3 çalarlar, bilgisayar oyunları bu cihazlar arasında sayılabilir[1].

İçerdikleri zararlı bileşikler göz önüne alındığında ve e-atık miktarı günden güne artış göstermekte iken uygun atık yönetimi anlayışları geliştirilmeli ve çevresel zararlar minimuma indirilmelidir. Bu çalışmada e-atıkların diğer atıklardan ayrı olarak toplanıp geri kazanımı konusunda örnek uygulama yapılarak, uygulanabilir atık yönetimi anlayışı ortaya konulmuştur.

## **BÖLÜM 2. ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARA GENEL BAKIŞ**

### **2.1. Elektrikli ve Elektronik Atıklardan Kaynaklanan Çevre Sorunları**

Elektrikli ve elektronik atıkları tehlikeli atık gurubu haline getiren içermiş oldukları civa, kurşun, kadmiyum ve krom gibi ağır metaller , kloroflorokarbon (CFC), klorlubifeniller (PCB), polivinilklorürür (PVC) ve bromlu alev geciktiriciler gibi halojenli bileşikler ile asbest ve arseniktir[2].

Kurşun, civa, kadmiyum, krom gibi metaller toprakta 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[2].

Diğer bir kirletici grubu ise bromlu alev geciktiricilerdir(BAG) , daha ekonomik olması, daha kolay işlenebilmesi ve daha 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 kullanılmaktadır[3],[4].

BAG plastik geri kazanımı prosesinde PBDE, PBDF ve PBDD oluşumuna yol açtıkları gözlenmiştir.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[2].

Artık foklarında PBB'lerin tespit edilmiş olması bu maddelerin geniş bir alana yayılabileceğini göstermektedir. PBB'ler katı atık depomla alanlarında sızıntı suyunda saf suya oranla 200 kat daha fazla çözünmektedir.Besin zincirine kolaylıkla geçebildikleri ve hayvanlarda çok kalıcı olarak buldukları tespit edilmiştir[5],[6].

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[5].

Alev geciktirici maddeler içeren atıkların yakılması işleminde, bakırın bir katalizör gibi çalışarak dioksin oluşma riskini arttırdığı bilinmektedir[5].

## **2.2. Elektrikli ve Elektronik Atıkların İnsan Sağlığına Zararları**

Yapılan araştırmalarda elektrikli ve elektronik atıkların içerdiği kirleticilerin zararları şu şekilde belirtilmektedir;

### **2.2.1. Kurşun (Pb)**

CRT tüpleri, eski lehimler ve entegre devreler kurşun içerir. Zararlı maddelerden bilhassa kurşun sağlığımız açısından önemlidir. Kurşunun hem solunum hem de sindirim yoluyla alınması sağlık sorunları yaratabilmektedir. Bu yüzden pillerdeki, boyalardaki, borulardaki ve benzindeki kurşun kullanımı yakın geçmişte büyük ölçüde terk edilmiştir. Kurşunun zehirli etkisinden en fazla zarar gören organlar şunlardır:

- Merkezi sinir sistemi (bilhassa çocuklarda)

- Böbrekler ve
- Üreme sistemleridir.

Yoğun miktarda kurşun alan bünyelerde reaksiyon süresinin uzaması, parmaklarda, el ve ayak bileklerinde zayıflık, hafıza kaybı ve kan hastalıkları gibi sorunlar görülmektedir[7].

### **2.2.2. Cıva (Hg)**

Düşük dozlarda bile zehirlidir ve beyin ve böbreklere zarar verir. Anne sütüyle geçebilir. Bir çay kaşığının 70'te biri bile 81000 m<sup>2</sup>'lık bir göldeki suyu kirletip yaşayan balıkların yenmesini engeller[7].

### **2.2.3. Kadmiyum (Cd)**

Cd insan vücudunda böbrekte birikir ve insanı zehirler. Kırılgan kemiklere etkisi vardır. Yüzeje bindirilmiş aletler, yonga resistörleri, infrared dedektörleri, yarı iletkenler ve eski tip CRT tüpleri Cd içerir. Ayrıca plastiklerde stabilizatör olarak kullanılır[7].

### **2.2.4. Bromlu alev geciktiriciler (BAG)**

Normal gelişme için hormonal fonksiyonları önemli derecede etkiler. BAG işyeri ve ofislerdeki bilgisayarlar üzerindeki tozlarda bulunmaktadır ve ABD ve İsveç'te anne sütünde çok fazla miktarda rastlanmıştır[7].

### **2.2.5. Fosfor (P)**

CTR tüpün iç yüzünü kaplamak için kullanılır. Kırılan tüplerden oluşan tozların teneffüsü çok risklidir. Fosforun zararı pek fazla bilinmemektedir[7].

### **2.2.6. Baryum (Ba)**

CRT tüpünden radyasyonu azaltmak için kullanılır Kısa süre Ba maruziyeti beyin şişmesine, kas zayıflığına, kalp ve karaciğer hastalığına neden olabilmektedir[7].

### **2.2.7. Altı değerlikli krom (Cr<sup>+6</sup>)**

Korozyon koruması ve işlenmemiş galvaniz çelik levhalar ve sertleştirilmiş çelik için kullanılır. DNA hasarı ve astimik bronşite sebep olabilir[7].

### **2.2.8. Berilyum (Be)**

Ana kart ve bağlantılarda bulunur. Son zamanlarda Be kanserojen olarak sınıflanmaktadır[7].

### **2.2.9. Plastikler**

Bir bilgisayarda ortalama 7 kg civarında PVC'de içeren plastik bulunur. Belli sıcaklıkta yandığında dioksin oluşur. Plastik kombinasyonları basılı devrelerde, PVC en tehlikeli plastiktir[7].

## **BÖLÜM 3. ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİNDE AB DİREKTİFLERİ**

Avrupa Birliği'nin çevreye ve insan sağlığına zararlı olan maddelerin kullanımına sınırlama getiren RoHS ile atık elektrikli ve elektronik eşyaların geri kazanımını zorunlu hale getiren WEEE yönetmelikleri ile ,birliğin gelişen teknolojinin çevreye verdiği büyük zarardan, çevreyi ve insan sağlığını koruyabilmek için 2003 yılında uygulamaya geçmiştir. 1 Ocak 2006'dan itibaren Avrupa Birliği sınırları içerisinde üretilecek yada satışa sunulacak elektrikli ve elektronik ürünlerinin, RoHS ve WEEE yönetmeliğine uyumluluğunun zorunlu hale getirilmiştir[10].

### **3.1. RoHS (Restriction of The Use of Certain Hazardous Substances)**

RoHS, Avrupa Birliği tarafından dikte edilen; elektronik cihaz üretiminin çevreye zarar vermemesi için, sağlığa zararlı maddelerin elektrikli ve elektronik ürünlerdeki kullanım miktarlarını kısıtlayan kurallardır. Sağlığa zararlı maddelerin kısıtlanması hem kapasitör, transistör, entegre devre, konnektör, vb gibi elektronik malzeme üreticileri için, hem de bu ürünleri kullanarak baskılı devre, yarı mamul veya mamul ürün yapan üreticiler için geçerlidir. Bu kurallara uyması için firmalara Temmuz 2006 tarihine kadar mühlet tanınmıştır. Bu tarihten sonra da zararlı maddelerin kullanımına eski ürünlerin tamiri nedeniyle müsaade edilebilmekte, ancak yeni üretimlerde RoHS kurallarına uyulması istenmektedir. Birçok firma şimdiden



üretimlerini bu kurallar çerçevesinde yapmak üzere değişikliklere başlamıştır. Dünyanın diğer bölgeleri de benzer tedbirleri kabul etmişlerdir. Bunlardan Japonya bu konudaki önlemleri ilk başlatan ülkedir. Avrupa Birliği Japonya'dan sonra gelmektedir. ABD ise Ocak 2007 tarihi itibarıyla benzer uygulamaya geçmeyi hedeflemiş olarak üçüncü sıradadır. Asya ülkeleri ve bilhassa üretimin büyük çoğunluğunu yapan Çin'de bulunan ufak firmalar bu konuda yavaş davranırsa da, bu ülke yönetimleri RoHS kurallarına uyma konusunda kararlıdır[9],[10].

RoHS kuralları birçok kişi tarafından "kurşunsuz üretim" gibi algılsa da aslında sağlığa zararlı maddeler sadece kurşundan ibaret değildir Rohs kapsamında kullanımı yasaklanan 6 madde ve müsaade edilen maksimum miktarlar şunlardır[10].

Tablo 3.1. RoHS Kapsamında Kullanımı Yasaklanan 6 Madde

-Cd	Kadmiyum	% 0.01ppm
-Hg	Civa	% 0.1 ppm
-Cr (VI)	Krom ( 6 değerlikli)	% 0.1 ppm
-PBB	Polibrominli Bifenil	% 0.1 ppm
-PBDE	Polibrominli Difenil Eter	% 0.1 ppm
-Pb	Kurşun	% 0.1 ppm

Tablo 3.2. Sağlığa Zararlı Maddelerin Kullanım Yerleri

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

RoHS kapsamından etkilenen ürünler şunlardır:

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

RoHS kapsamından etkilenen iş sahaları ise şunlardır:

- Kendi markası altında elektrik ve elektronik cihaz üretimi ve satışı yapanlar.
- Başka üreticiler tarafından yapılan ürünleri kendi markası altında satanlar.
- Üye ülkelere profesyonel olarak elektronik ürün ithalatı ve ihracatı yapanlar.

RoHS standardına uymamanın cezası konusunda her Avrupa Birliği ülkesi kendisine göre kanun ve kurallar koymaktadır. İngiltere Ticaret ve İçişleri Departmanı tarafından önerilen cezalar, RoHS uyumlu olmayan ürünle ilgili olarak: Ürünün pazarda yasaklanması. RoHS ihlalden sorumlu olan kişilerle ilgili olarak: 3ay ila 2 yıl arası hapis ve en az 5,000 Sterlin para cezası şeklindedir[10].

### **3.1.1. RoHS Şartlarında Üretim**

RoHS kurallara uygun olarak üretilmiş malzemelerin ürün kodlarında bazı firmalar değişiklik yaparken bazı firmalar ürün kodlarını değiştirmemeyi, ancak paketleme esnasında "RoHS uyumludur" ibaresi kullanmayı tercih etmiştir.

Sağlığa zararlı maddeler üretimde birçok faydalar sağlamaktadır ve bunlardan vazgeçmek bazı üretim zorluklarını da beraberinde getirecektir.[9],[10].

Tablo 3.3. RoHS Kapsamında Zararlı Maddeler Yerine Önerilen Maddeler

Zararlı Madde	Yerine Önerilen Madde ve Dezavantajı
Kurşun/Kalay İçeren 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 Kontaklar	Altın kaplama kontaklar Ömür süresi çok daha kısadır ve civa kullanmadan kontak 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.

### 3.2. WEEE ( Waste Electrical Electronic Equipment)

WEEE kuralları elektrik ve elektronik cihazların geri dönüşüm ve geri kazanım (tamir / iyileştirme gibi yöntemlerle) oranını arttırmak ve üreticileri bu yönde daha bilinçli kılmak için düşünülmüştür. Bu kapsamda firmalar; tasarımlarını ve üretimlerini modüler, tamir edilebilir, yükseltilebilir özelliklerde yapmaya teşvik edilmektedirler. Özellikle bilgisayar sektöründe daha yüksek kapasiteli birimlerin ve daha hızlı işlemcilerin çıkmasıyla ürünler ekonomik ömrünü tüketmeden çöpe atılmaktadır. Dünya üzerinde her yıl çöpe atılan elektronik ürün miktarı 6 milyon ton civarındadır. Bu hem tabiatı kirletmekte, hem de dünyanın fakir bölgelerinde bilgisayar imkanına sahip olmayan nüfusa sağlanabilecek katkıları ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca, bir hammaddenin atıklardan geri kazanılması maden yataklarını işletmekten veya yeni maden yatakları aramaktan daha ekonomik olmaktadır. Birleşmiş Milletler tarafından yaptırılan bir araştırmaya göre bir bilgisayarın üretimi için ağırlığı kadar kimyasal madde (birçoğu zehirli), ağırlığının

10 katı kadar fosil tabanlı yakıt (ki bu da global ısınmayı arttırmaktadır) ve 1.5 ton kadar da su kullanılmaktadır. Bu yüzden, dünya üzerinde geri dönüşüm ve geri kazanım giderek daha fazla arzu edilir hale gelmiştir. Geri dönüşüm ve geri kazanım düşüncesinden etkilenen ürünler RoHS benzeri olmakla birlikte biraz daha detaylı olup şunlardan oluşmaktadır[8],[10].

- Ev elektroniği (küçük cihazlar)
- Ev elektroniği (büyük cihazlar)
- IT ve haberleşme cihazları
- Tüketici ürünleri
- Aydınlanma ürünleri
- Elektrik ve elektronik aletler (sabit ve büyük endüstriyel cihazlar hariç)
- Oyuncaklar, eğlence ve spor için üretilen ürünler
- Tıbbi cihazlar (implant ürünleri ve enfeksiyon taşıyanlar hariç)
- Ölçüm ve kontrol cihazları
- Otomatik atık cihazları

WEEE kapsamındaki cihazların geri dönüşümü için bu cihazların; toplanması, hammaddelerinin ayrıştırılması veya tamir edilerek geri kazanılması hedeflenmiştir. Bu işlemleri organize etmek ve gerekli finansmanı sağlamak sorumluluğu üreticilere yüklenmiştir. Üreticiler bunu tek başlarına veya birleşerek toplu halde yapma serbestisine sahiptir. Paralelde yürütülen RoHS standartları sayesinde çalışanların fazla miktarda zararlı maddelere maruz kalmaması sağlanarak geri dönüşüm esnasında çok özel önlemlere gerek olmayacağı ve ayrıştırma masraflarının da azalacağı düşünülmektedir. Bu işlemlerden dolayı ürün maliyetlerinde %1-2 arasında bir artış olabileceği hesaplanmıştır [8],[10].

WEEE hem toplama hem de geri dönüşüm miktarları için hedefler koymaktadır. Bu konuda her ülke kendi hedefini belirlemektedir. WEEE standartları üreticilerin sorumlulukları açısından 13 Ağustos 2005 tarihinde başlamış olup atık toplama ve ayrıştırma hedefleri için son tarih 1 Aralık 2006 olarak belirlenmiştir. İngiltere'nin belirlediği hedef, bu tarihte ev başına 4 kg WEEE ürünü toplamak şeklindedir (iş çevreleri için hedef henüz belirlenmemiştir). İrlanda ise 2 senelik uzatma hakkını

kullanarak bu tarihi 1 Aralık 2008 olarak belirlemiştir (İrlanda ve Yunanistan için gerek altyapı eksikliği, gerekse elektronik cihaz kullanımının daha az seviyede olması nedeniyle atık toplama hedefleri için 2 senelik ek süre hakkı tanınmıştır). İrlanda'da WEEE ihlalleri için öngörülen en fazla ceza €15,000,000 ve/veya 10 yıl hapis olarak belirlenmiştir[10],[11].

Birçok firma gerek WEEE nedeniyle, gerekse RoHS nedeniyle üretimini yeniden tasarlamak durumunda kalabilecektir. Bu nedenle, bazı modeller veya ürünler piyasadan kalkarken bazı yeni modeller veya ürünler de piyasaya çıkabilecektir.

WEEE kurallarının işletilmesi genel olarak şöyledir:

-Üye ülkeler kendi ülkelerindeki WEEE kapsamına giren üreticileri bildirecek ve kayıt altına alınmasını sağlayacaktır.

-Perakende satıcılar sattıkları ürüne karşılık tüketicinin iade etmek istediği WEEE uyumlu elektronik eşya varsa bunu kabul etmek mecburiyetindedir (eskisini getirene indirimli yeni mal veren kampanyalar gibi). Kampanya yoksa eski ürün sıfır ücretten de iade edilebilecektir. Alımı gerçekleştiren müşteriye eski malı iade etmesi için 15 gün süre tanınacaktır.

-Buzdolabı, çamaşır makinesi, fırın gibi büyük ve ağır elektrikli eşyaları eve teslim eden satıcı eski eşyayı da derhal teslim almakla yükümlüdür (eğer eski eşya kullanıldığı yerden/tesisattan sökülmüş, temizlenmiş ve teslim edilmeye hazırısa). Eğer eski eşya o anda teslim alınmaya hazır değilse, tüketici eski eşyayı 30 gün içinde iade edebilecektir.

-WEEE ürünlerini teslim alabilmesi için satıcıların bir form doldurarak (€20) gibi cüzi bir ücret ödeyerek) yerel makamlara kaydolması gerekmektedir. Ancak bu şekilde kaydı olan satıcılar eski WEEE ürünlerini yerel makamların göstereceği toplama merkezlerine dökebileceklerdir.

-Satıcılar WEEE ürünlerini yerel toplama merkezlerine dökerken ayrıca bir ücret ödemeyecektir.

-WEEE işaretli ürünlerin tüketici tarafından çöpe atılması engellenmiştir. Tüketici bu tür ürünleri kayıtlı satıcılar üzerinden toplama merkezlerine gönderebilecek, bunun için de herhangi bir masraf yapmayacaktır. WEEE ürünlerinin tüketiciler veya yetkili olmayan satıcılar tarafından çöpe atılmasını engellemek için ürünlerin üzerinde buna ilişkin bir etiket bulunacaktır.[8],[11].



Şekil 3.1. WEEE İşareti

### 3.3. Elektrikli ve Elektronik Atık Yönetiminde Türkiye 'de ki Yasal Durum

Ülkemizde elektrikli ve elektronik atıkların yönetimi konusunda henüz bir yönetmelik bulunmamakla beraber 2005 yılı içerisinde AB direktifleri doğrultusunda Matra Projesi adı altında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından AEEE yönetmeliği oluşturulması için çalışmalar yapılmıştır. Elektrikli ve elektronik eşya üreticilerinden ve geri kazanım sektör temsilcilerinin görüşleri de alınarak yönetmelik çalışmaları tamamlanarak 2006 yılı içerisinde yürürlüğe girmesi beklenmektedir.

## **BÖLÜM 4. ELEKTRİKLI VE ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİNDE AB ÜLKELERİ UYGULAMALARI**

### **4.1. Belçika**

Şubat 2001 tarihi itibariyle WEEE yönetimi için 3 adet yönetmelik tüm Belçika' da yürürlüğe girmiştir.

Bu yönetmeliklerde 7 ana kategori tanımlanmıştır.

- Dondurucu ve buzdolabı ekipmanları
- Büyük beyaz eşyalar
- Küçük beyaz eşyalar
- Kahverengi eşyalar
- Küçük el aletleri
- Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları
- Bahçe aletleri

Bu yönetmelikler çerçevesinde üreticilere kendi ürünlerini geri alma sistemiyle toplanması sorumluluğu getirilmiştir. Bayiler yada distribütörler benzer bir ürün sattıklarında eskisini bedelsiz olarak almak zorundalar. WEEE yönetim prensibinin ilk adımını toplanan ürünlerden, yeniden kullanılabilir olan ürünlerin ayrılması oluşturmaktadır[11].

Tablo 4.1. Belçika’da WEEE Geri Dönüşüm Hedefleri

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

2002 yılında Belçika’da 38.875 ton WEEE ( kişi başı 3,5 kg) toplanmış , % 80 geri kazanım oranına ulaşılmıştır[11].

#### 4.2. Hollanda

WEEE kararnamesi 21 Nisan 1998’te yayımlanmıştır. Kısmen 1 Haziran 1998’de yürürlüğe girmiştir ve tamamen 1 Ocak 1999’ta uygulamaya başlanmıştır[11].

Elektrikli ve Elektronik eşyalarda 14 kategori oluşturulmuştur. Üreticilere piyasaya sürdükleri elektrikli ve elektronik eşyaları atık durumuna geldiğinde geri almak ve geri dönüşüm yaptırmak zorunluluğu getirilmiştir. Ayrıca Üreticiler yerel yönetimlerin toplama noktalarından ve bakım servislerine gelen kendi markalarını almak zorunluluğu getirilmiştir[11].



Tablo 4.2. Hollanda'da WEEE Geri kazanım Hedefleri

	Geri Kazanım Oranları
TV	% 69
Büyük Beyaz Eşya Araçları	% 73
Buzdolabı ve Dondurucu Ekipmanlar	% 75
Küçük Araçlar	% 53

2001 yılı sonuçlarına göre Hollanda'da kişi başına yılda 4,13 kg AEEE toplanmıştır[11].

### 4.3. İsveç

Elektrikli ve elektronik ürünlerde üretici sorumluluğu 1 Temmuz 2001 yılında getirilmiştir. Üreticilerin sorumluluğunda olan 10 kategori belirlenmiştir. Buzdolapları ve derin dondurucular bu kategorilerin dışında tutulmuştur çünkü İsveç'te buzdolabı ve derin dondurucular için belediyelerin sorumlulukları bulunmaktadır. Bayilere yeni bir ürün sattıklarında aynı ürünün eskisini geri alma sorumluluğu getirilmiştir. AEEE için üreticiler belediyelerle işbirliği yaparak toplama noktaları oluşturabilirler.

Tüketiciler yeni bir ürün almadan da isterlerse eski ürünlerini AEEE konusunda yetkili yerel sorumlulara teslim edebilirler ve büyük ve ağır ürünlerin teslimi için mevcut olan toplama servislerinden faydalanabilirler.

2001 yılında İsveç'te ilk altı ay 30.000 ton AEEE sanayi kuruluşlarından ve evlerden toplanmıştır bu da kişi başına 7 kg 'ye denk gelmektedir.

### 4.4. İsviçre

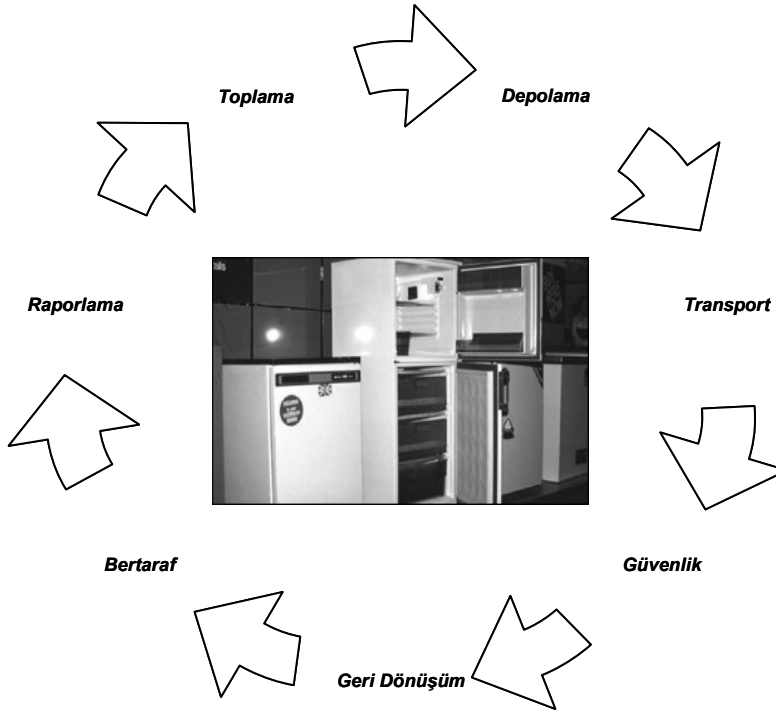
İsviçre'de 1 Temmuz 1998 yılında e-atıkların geri alınması ve bertaraf edilmesi zorunluluğu getirilmiştir[11].

Üreticiler kendi markaları olan ürünleri geri almak durumundadırlar .Belediyelerin geri alma yada bir toplama noktası oluşturma bir zorunlulukları yoktur. Bayilere de yeni bir ürün sattıklarında eskisini geri almak zorunluluğu getirilmiştir[11].

İsviçre'de kişi başına yıllık 8 kg AEEE toplanmıştır. Ömrü dolmuş elektrikli ve elektronik ekipmanların % 75 inden fazlası geri kazanılmış, yaklaşık % 20 si yakılmış ve % 3 lük bir kısmı özel depolara gömülmüştür[11].

## BÖLÜM 5. ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARIN GERİ KAZANIMI

AEEE yönetimi ve geri kazanımı; toplamadan taşımaya, depolamadan işlemeye, nihai bertaraftan raporlamaya kadar bir dolaşım sisteminin oluşturulmasını ve yönetilmesini gerektirmektedir [12].



Şekil 5.1 E-atık Geri Kazanım Döngüsü

### 5.1. Toplama

Elektronik atıkların toplama izninin sadece yetkili ( lisanslı ) geri dönüşüm kuruluşlarına verilmesi gerekmektedir çünkü elektronik atıkların yeniden değerlendirilmesi uzmanlık gerektiren bir meslek dalıdır. Gelişmiş ülkelerde de bu tür atıklar diğer atıklarda olduğu gibi sadece lisanslı kuruluşlar tarafından

yapılmaktadır . Lisanslı kuruluşlar ;

- Uzman kadro tarafından atıkların yerinde tespitinin yapılması
- Gerekli durumlarda laboratuvar testlerinin yaptırılması
- Atık protokolünün yapılması çalışmalarını yerine getirmektedir [12].

## 5.2. Biriktirme Sistemi

Avrupa Birliği Direktifi'nde de belirtildiği üzere AEEE'ler evsel ve diğer atıklarla karıştırılmaması gereklidir [12].

Atığı toplayan kuruluş; atığı üreten kurum yada kuruluş ve belediyeler ile;

- Protokol oluşturulması
- AEEE atık biriktirilmesine uygun standart konteynır sistemi uygulanması
- Biriktirilen atıkların teslimi ve nakli için Çevre Bakanlığı standardı olan Ulusal Atık Taşıma Formu kullanılmalıdır [12].

Biriktirme noktalarına standart konteynır sistemi uygulanabilecek alanlar

- Üretim sahaları
- Belediye toplama noktaları
- Kurumsal son kullanıcı sanayi fabrika sahaları
- Fason fabrika sahaları
- OSB'ler dir [12].

## 5.3. Taşıma sistemi

AEEE taşımacılığı Geri Kazanım sisteminin çok önemli bir parçasıdır .

Boş bırak-dolu al konteynır sistemi uygulanmasında; biriktirme noktasından işlenmesine kadar sistem oluşmalı, bu sayede el değmeden taşınması yapılmış olacaktır .

-Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de atık konteynır taşımacılığı bir standart olmalıdır

-AEEE' ler tehlikeli atık taşıma lisansı araçlarla yapılmalıdır [12].

#### **5.4. AEEE Depolama**

AEEE depolaması aşağıdaki şartların yerine getirilmesini gerektirmektedir.

-Uygun bölgede ve uygun şartlarda kapalı alanda depolama

-Çevreye zarar verilmemesi

-Ses ve görüntü kirliliğinin olmaması

-Sıhhi şartlarda çalışılması

-İş Güvenliğinin maksimum düzeyde olması

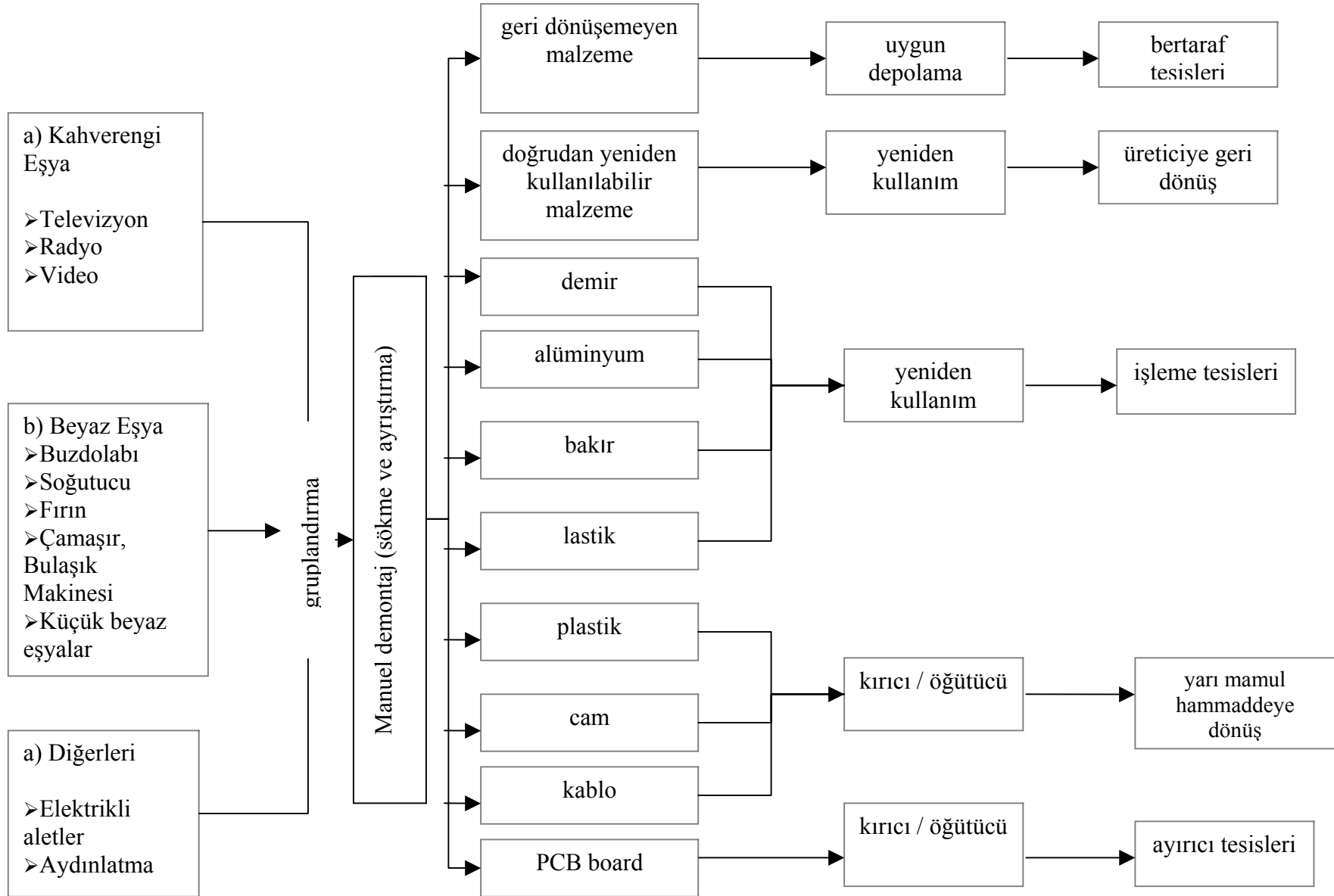
-Kalifiye uzman personel çalıştırılması yada eğitilmesi

-Raporlama ( Günlük kayıtların tutulması ) [12].

Görüntü ve çevre kirliliği olmaması ve kolayca nakli ve işlenmesi açısından arazide ve açıkta depolanmamalı , standart kasalarda yada konteynırlarda biriktirilip nakli ve depolaması yapılmalıdır [12].

#### **5.5. Geri Dönüşüm**

Elektrikli ve elektronik atıkların kategorileri, bu kategorilerden çıkan ürünler ve ürünlerin değerlendirme yerleri Şekil 5.2 de gösterilmektedir.



Şekil 5.2.E-atık Geri Dönüşüm Aşamaları [12].

Tablo 5.1. E – atık Kategorilerine Göre Geri Kazanılan Hammadde Oranları [12].

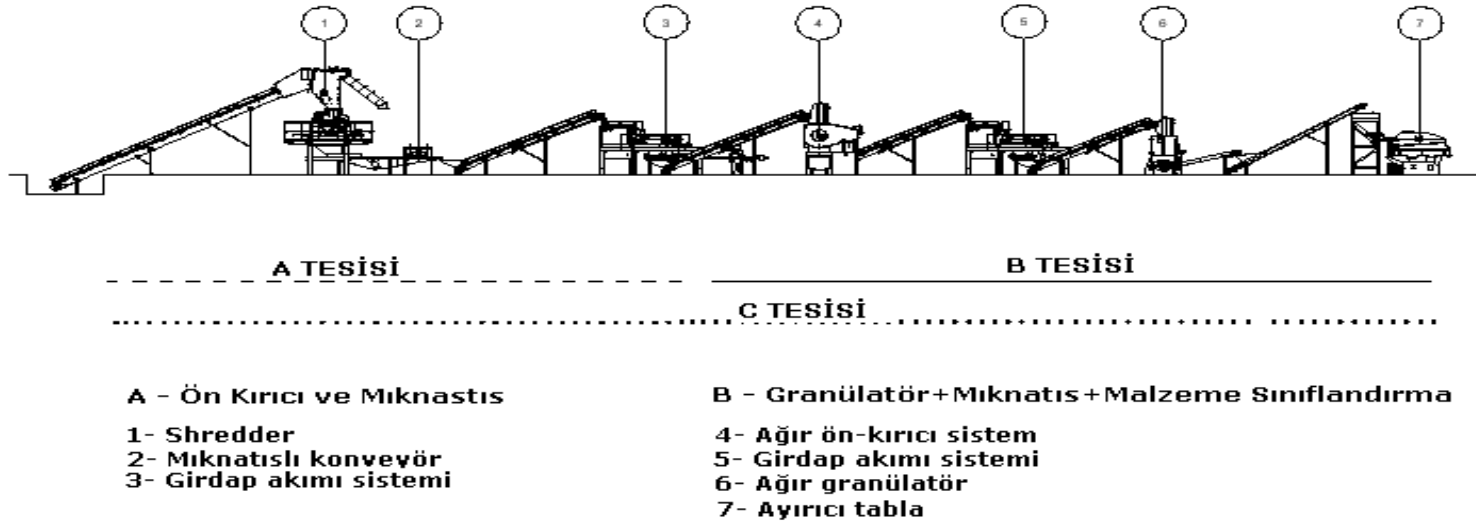
Ekipman Kategorileri	Demir	Demir Dışı Metaller	Cam	Plastik	Diğer
Büyük evsel uygulamalar	%61	%7	%3	%9	%21
Küçük evsel uygulamalar	%19	%1	%0	%48	%32
IT ekipmanları	%43	%0	%4	%30	%20
Telekomünikasyon	%13	%7	%0	%74	%6
TV radyo vb	%11	%2	%35	%31	%22
Şarjlı ve gazlı lambalar	%2	%2	%89	%3	%3

Tablo 5.2. E-atıklardan Geri Kazanılan Hammadde Miktarları [12].

Fraksiyonlar	PC	HDD	Power Supply	Klavye	Printer	Monitör
Yumuşak Alüminyum	0,154	0,177	-	-	0,007	-
Sert Alüminyum	-	0,209	-	-	0,216	-
Demir	4,356	0,063	0,505	0,197	0,46	0,6
Fan	-	-	0,085	-	0,039	-
Motor	-	-	-	-	0,731	-
Bakır	-	0,003	-	-	-	0,278
Kablo	0,081	-	0,209	0,037	0,072	0,51
TV Kartı	0,027	-	-	-	-	-
Power Supply	1,317	-	-	-	-	-
Hard disk	0,284	-	-	-	-	-
Floppy	0,232	-	-	-	-	-
CD- Rom	0,286	-	-	-	-	-
işlemci	0,015	-	-	-	-	-
1.Sınıf Board	0,577	-	-	-	0,0721	-
3.sınıf Board	-	-	0,445	0,0065	-	1,5
Yüksek kalite board	0,107	0,041	-	-	0,084	-
Hoparlör	0,015	-	-	-	-	-
Soket	0,021	-	-	0,006	0,037	0,079
Plastik	0,087	-	-	0,64	1,78	3
Cam	-	-	-	-	-	7,5
pil	-	-	-	-	0,011	-
Plastik pul	-	-	-	-	0,48	-
Vida Civata	-	-	-	-	0,028	-
Toplam	7.559 KG	0,493 KG	1,244 KG	0,887 KG	4.017 KG	13.467 KG

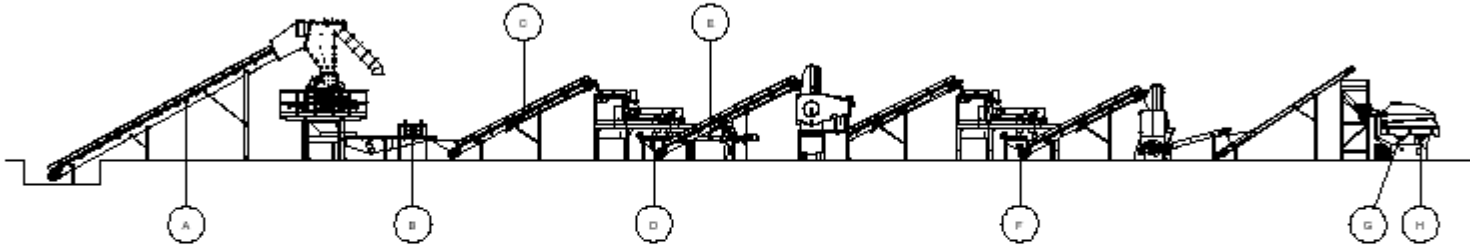


**Elektronik Atıklar İçin Standart Bir Tesis**



Şekil 5.3. Elektronik Atıklar İçin Standart Bir Tesis [12].

## Tesis İçinde Malzeme Akışı



### Çıkan Parçalar (output)

- |   |  |
|---|--|
| A- Giriş Malzemesi  | E- Temiz çelik (elle ayrışmış)                         |
| B- Kırıcıdan sonra demir malzeme                          | F- Girdap Akımı Ayrıştırıcısı 2 çıkışı metal parçaları |
| C- Girdap Akımı Ayrıştırıcısı 1 için karışık malzeme      | G- Ayrıştırıcı Tabla'dan çıkan plastik parçalar        |
| D- Girdap Akımı Ayrıştırıcısı 1'den sonra metal parçaları | H- Ayrıştırıcı Tabla'dan çıkan metal parçalar          |

Şekil 5.4. Tesis İçerisinde Malzeme Akışı [12].

### 5.5.1. Elektronik atık geri dönüşüm prosesi

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

**Mıknatıslı Konveyör:** Burada bir boşaltma konveyörünün üzerinde bulunan kırılmış Atıklar bir mıknatıs konveyörün altından geçer ve serbest çeliğin çoğu ayrışır.

**Girdap Akımı Ayırıcı 1:** İlk “Girdap Akımı Ayırıcı”sı, karışık ağır metal parçalarını ayıracaktır. Bunların içinde bulunan temiz çelik özenle seçilmiş olacaktır.

**Ağır Ön-Kırıcı:** Burada malzeme ikinci girdap akımı ayırıcısındaki daha önemli ayrıştırma için gerekli boyutlara küçültmektedir.

**Girdap Akımı Ayırıcı 2:** Burada hafif metal parçaları ayrıştırılmaktadır.

**Ağır Granülötör:** 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[12].



Şekil 5.5. E-atık Tesisine Giriş Malzemesi [12].



Şekil 5.6. Kırıcıdan Sonra Fe [12].



Şekil 5.7. Girdap Akımı Ayırıcısı 1 için Karışık Malzeme [12].



Şekil 5.8. Girdap Akımı Ayırıcısı 1 Çıkışı Metal Parçaları [12].



Şekil 5.9. Temiz Çelik özenle seçilmiş [12].



Şekil 5.10. Girdap Akımı Ayırıcısı 2 Çıkışı Metal Parçaları [12].

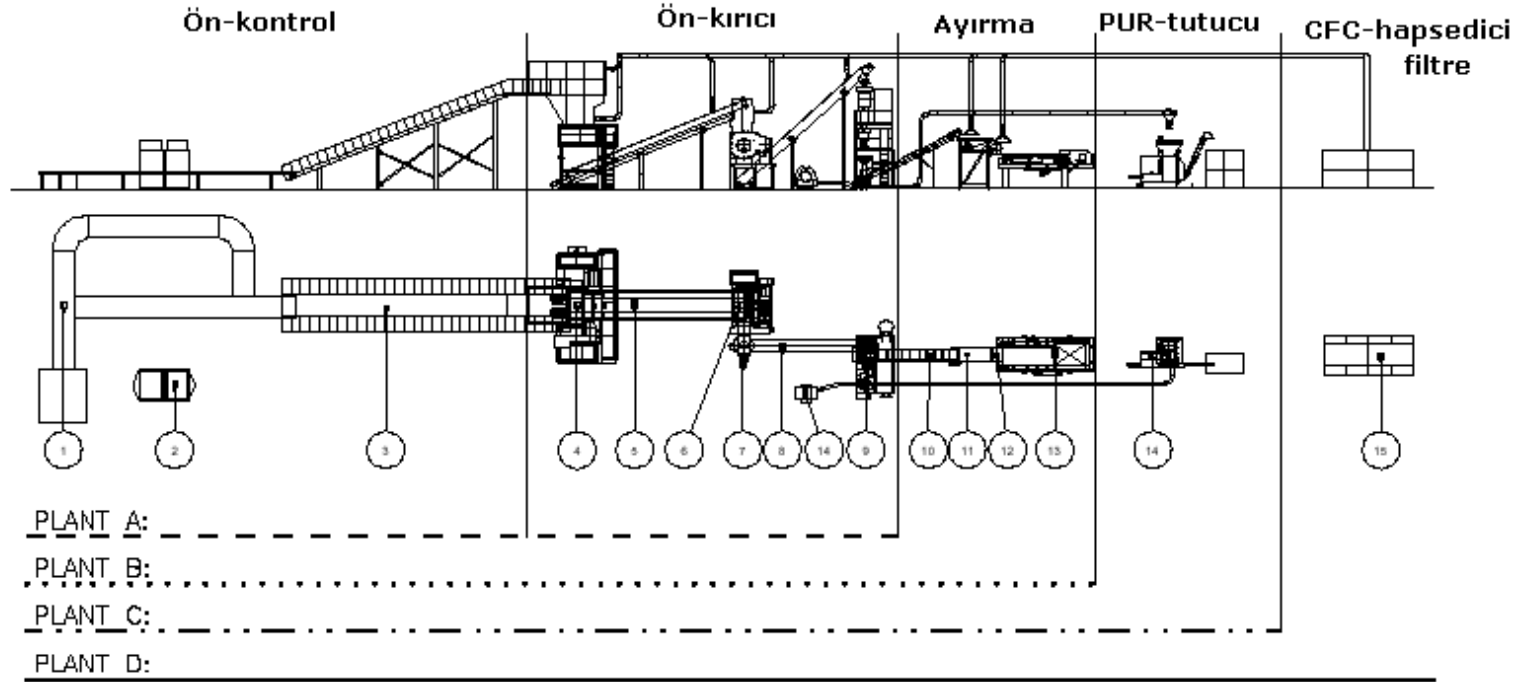


Şekil 5.11. Ayırıcı Tabla Çıkışı Plastik Parçaları [12].



Şekil 5.12. Ayırıcı Tabla Çıkışı Metal Parçaları [12].

## Genel Bir Buzdolabı Tesisi Görünüm



- |                           |                    |                                       |
|---------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| ① Giriş                   | ⑥ Granülör         | ⑪ Titreşimli konveyör                 |
| ② Yağ ve CFC sıvılaştırma | ⑦ Pervane konveyör | ⑫ Drum mıknatıs                       |
| ③ Konveyör girişi         | ⑧ Pervane konveyör | ⑬ Girdap akımı mıknatıs               |
| ④ Ön-kırıcı               | ⑨ Rüzgar ayırıcı   | ⑭ PUR küçültücü                       |
| ⑤ Pervane                 | ⑩ Konveyör girişi  | ⑮ Hapsedilmiş CFC işlenmesi/bertarafı |

Şekil 5.13. Genel Bir Buzdolabı Geri Dönüşüm Tesisi Görünümü [12].



### 5.5.2. Buzdolabı geri dönüşüm prosesi

#### Hazırlık Aşaması

- Kerpetenler ile soğutucu devre delinir ve yağ ve ODS karışımı olan sıvı soğutucu çıkarılır. Bu aşamada sıkıştırıcı ve soğutucu devre manuel olarak çıkarılmaktadır.
- Tepsi, ızgara gibi plakalar ile kapı contaları, cıva anahtarlar, fiş ve kabloların manuel çıkartılır.
- Buzdolabı yıkanır, artık kırma işlemi için hazırdır.

#### Kırıcı

- Buzdolabının kırılması işlemi kapalı bir alanda yapılmalıdır.
- Patlama riskini önlemek için nitrojen enjekte edilir.
- Buzdolabı çapraz kırıcı/ganülatöre verilir.
- Zengin nitrojen karışımı ODS toplanır ve yoğunlaştırılarak zapt edilir.

#### Ön ayrıştırma

Poliüretan (PU) ve polyesterin (PS) hafif parçalar rüzgar etkisiyle ayrıştırılır. PS toplanırken PU köpük rüzgar etkisiyle uçmaya devam ederek ileride toplanır. Kurutulur ve geri dönüşüm prosesine ve arıtma seviyesine bağlı olarak toplanır veya daha ileri işlemlere tabi tutulur.

#### Girdap Akımı ve Mıknatıs

Demir olmayan ağır plastik/cam parçalar ve demir ayrıştırılır.

Bir buzdolabı yaklaşık 65-70 kg gelmektedir. Demontaj sonucunda 2 kg 700 gr buzluaktaki alüminyum, 10-11 kg motor, 4-5 kg demir (arkasındaki siyah koruyucu ve ızgaralar), Motordan soğutucuya giden içinde gaz bulunan alüminyum bağlantı borusu alüminyum, markasına göre buzdolabının içi sac veya plastik, dış kısımdaki sac ile içteki plastik arasında bulunan köpük çıkmaktadır [12].

## **BÖLÜM 6. PİLOT PROJE UYGULAMASI: MUĞLA İLİNDE ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİ**

### **6.1. Pilot Proje Uygulamasında Muğla İlinin Seçilme Sebepleri**

E-atık tüketiciden toplanma projesi uygulanan Muğla merkez ilçenin nüfusu 83.611'dir. Bu rakam Türkiye nüfusunun yaklaşık % 0,11'ine denk gelmektedir.

Muğla Belediyesi, YEKAP (Yeniden Kazanım Projesi) adı altında Çevre ve Temizlik Müdürlüğü ve Çevre Geliştirme Derneği tarafından başarıyla yürütülen bir Ambalaj Atıkları Yönetim Planına sahiptir.

YEKAP sayesinde;

- Atıkların ayrı toplanması konusunda duyarlı ve bilinçli bir halk mevcuttur,
- Atıklar ıslak ve kuru olarak kaynağında ayrıştırılmaktadır,
- Değerlendirilebilir atıkların emniyetli bir şekilde geri kazanımı sağlanmakta ve kayıtları tutulmaktadır,
- Muğla şehir temizliği ve atık yönetim sisteminin sağlanmasında 500 gönüllü vatandaş görev almaktadır.

E-atık toplama projesinde Muğla Belediyesi ile işbirliği yapan Exitcom Doğa Geri Dönüşüm firması elektrikli ve elektronik atıklar konusunda Türkiye'de girişimde bulunmaya karar vermiş ve Kocaeli merkez olmak üzere 2003 yılında Türkiye'nin ilk elektrikli ve elektronik atık geri kazanım firmasını kurmuştur. Alanında öncülük ve önderlik yapmayı amaçlayan Exitcom; ulusal ve uluslararası yönetmeliklerin çevre ile ilgili aldığı kararlar çerçevesinde, doğayı ve doğal kaynakları korumayı ve geri kazanımı temel ilke olarak benimsemiştir. Kullanılmayan veya kullanılmayan elektrikli ve elektronik eşyaların toplanıp işlenmesi, yarı mamul ve hammadde olarak

geri dönüşümünün yapılması, elde edilen yarı mamul ve hammaddenin yeniden üretimde kullanılması için pazara sürülmesini amaç edinmiştir.

Bu çerçevede Exitcom, elektrikli ve elektronik eşyaların çevre ve insan sağlığı açısından uygun koşullarda toplanmasından taşınmasına, depolanmasından işlenmesine, güvenliğinden nihai bertarafına ve raporlamasına kadar bir atık yönetim hizmeti sağla maktadır.

Almanya, İzmir ve Ankara'da şubeleri bulunan Exitcom; Türkiye'de elektrikli ve elektronik eşyaların geri kazanımı alanında kurulan ilk firma ve faaliyet alanında ISO 14001 sertifikası alan ilk firma olma ünvanlarını elinde bulundurmaktadır

## **6.2. Muğla İlinde E-Atık Yönetimi İçin Yapılan Çalışmalar**

12 Nisan 2005' de Muğla Belediyesi ve Exitcom Elektronik Geri dönüşüm Firması arasında bir protokol imzalanmış ve üstelenilecek sorumluluklar belirlenmiştir.

Bu protokole göre;

-Muğla Belediyesi e-atıkların biriktirileceği konteynırı yerleştirmek için bir yer tahsis etmekle ve halkın bilinçlendirme çalışmalarını yürütmekle sorumlu olmuştur.

-Exitcom, Muğla Belediyesi tarafından gösterilen yere konteynır tahsis etmekle, halkın bilinçlendirilmesinde kullanılacak broşür vb. materyalleri hazırlamakla, konteynırda biriken atıkların taşınmasını ve geri kazanımını yapmakla sorumlu olmuştur.

28 Nisan 2005'te Exitcom, Muğla Belediyesi tarafından gösterilen "belediye toplama noktası"na 30 metreküplük bir konteynır bırakmıştır (Şekil 6.1).

Belediye toplama noktası, yeterli depolama kapasitesi, sınırlı depolama süresi, kapalı ve hava şartlarına korumalı alan, uygun zemin ve biriktirme konteynırlarına sahiptir

Biriktirme konteynırını yeniden kullanılması olası malzemeleri muhafaza etmek, malzemelerin demontajını kolaylaştırmak, ticari değeri olan malzemeler için hırsızlığı önlemek, sızıntı ve kirliliği önlemek açısından önemlidir



Şekil 6.1. Muğla İli e-atık Biriktirme Konteynırını

Temmuz 2005 itibariyle Muğla Belediyesi halkına elektronik atıkların toplama sistemi konusunda bilinçlendirme çalıŐmalarına başlanmıştır. Bu amaçla hazırlanan broŐürler ve afiŐler halka daęıtılmıŐ (Şekil 6.2, 6.3), Kent Konseyine ve gönüllülere e-atık geri kazanımı konusunda sunum yapılmıştır. Yerel basın ve medya aracılığı ve direk Belediye kanalıyla halka duyuru yapılmıştır. E- atıkların seçilen mahallelerden toplanması için toplama saatlerini ve günlerini gösteren bir program oluŐturulmuŐ ve gönüllüler aracılığıyla halka duyurulmuŐtur (Tablo 6.1). Muğla ilinden e-atıkların toplanma sistemi akıŐ Őeması Şekil 6.4’de gösterilmiŐtir.

**GELECEK İÇİN GERİ KAZANIM.**

**ELEKTRİKLI ve ELEKTRONİK ATIKLARIN ÇEVRE ve İNSAN SAĞLIĞINI TEHDİT ETTİĞİNİ BİLİYOR MUYDUNUZ !**



**MUĞLA BELEDİYESİ  
ELEKTRONİK ATIK TOPLAMA MERKEZİ**

**EXITCOM DOĞA ELEKTRONİK GERİ DÖNÜŞÜM**  
Tel:0.262.322 63 51 www.exitcom.com

**YERİNE KABUL EDİLMİYEN ATIKLAR**

- Patlayıcı maddeler
- Patlayıcı maddeler
- Radyoaktif atıklar
- Pil, batarya ve kondansatörler
- Floresan Lambalar
- Boy PCB ve plakeler

**MUĞLA BELEDİYESİ**

**YENİDEN KAZANIM PROJESİ**

**YEKAP**

**ELEKTRONİK ATIK TOPLAMA PROJESİ**



**ELEKTRONİK ATIK ÇÖP DEĞİLDİR.**

MUĞLA BELEDİYESİ ÇEVRE VE BELEDİYE HİZMETLERİNİ GELİŞTİRME DERNEĞİ



Şekil 6.2. E-atık Toplama Projesi Broşür Ön Yüzü

**Teknoloji Çağının Zararlı Atıkları:  
Elektrikli & Elektronik Atıklar**

Teknolojinin çok hızlı gelişmesi, her geçen gün yeni bir cep telefonu ve bilgisayar modelinin ortaya çıkması bu cihazlara alt atık miktarının da aynı hızla artmasına sebep olmaktadır. Üretim ve tüketimdeki bu artış nedeni ile ülkemizin elektronik çöplüğüne dönmesi kaçınılmaz bir sonudur. Dünya'da alüminyum, bakır gibi doğal kaynakların tükenmeye başladığını düşünürsek kritik bir döneme yaklaşmaktayız. Çevre ve insan sağlığını tehdit eden bu atıkları ayrı toplamak ve geri kazanmak akılcı yoldur.

**Elektrikli & Elektronik Atıkların Zararları :**

Elektrikli ve elektronik atıklar; toprak, hava ve suya karıştığında zararlıyı özelliği bulunan Selen, Arsen, Kadmium, Kurşun, Kalay, Çinko, Nikel... gibi ağır metaller içermektedir. Bu atıkların, çevre ve insan sağlığını tehdit etmemeleri için ayrı toplanmaları ve emniyetli bir şekilde geri kazanılmaları gerekmektedir.

**Geri Kazanımın Faydaları :**

Doğal kaynaklarımız korunur,  
Çevremizdeki atık miktarı azalır,  
Ülke ekonomisine katkı sağlanır,  
Enerji tasarrufu sağlanır.

Metallerin geri kazanılması için harcanan enerji, metallerinin madenlerden çıkarılması için gereken enerjiden çok daha azdır.

Geri kazanılmış metalden 1 ton;  
Alüminyum elde etmek için gereken enerji cevherden elde edilecek alüminyum için harcanan enerjinin %4'ü,  
Bakır elde etmek için gereken enerji cevherden elde edilecek bakır için gereken enerjinin %13'ü,  
Demirçelik için ise %19'u kadardır.

**YEKAP**

**YENİDEN KAZANIM PROJESİ**

**GERİ KAZANILABİLEN ELEKTRONİK ATIKLAR :**

- \* Bilgisayar
- \* Yazıcı, tarayıcı
- \* Fax, fotokopi makinesi
- \* Yazarkasa, daktilo
- \* Telefon, cep telefonu
- \* Televizyon
- \* Müzik setleri
- \* VCD, DVD player
- \* Video
- \* Uydu sistemleri
- \* Fotoğraf makinesi
- \* Kamera
- \* Buzdolabı
- \* Derin dondurucu
- \* Klima
- \* Çamaşır, Bulaşık makinesi
- \* Fırın
- \* Isıtıcılar
- \* Küçük ev aletleri ( ütü, saç kurutma makinesi vb. )
- \* Elektrik süpürgesi
- \* Kablo
- \* Motor
- \* Güç kaynağı
- \* Akü gibi her türlü elektrikli ve elektronik cihaz ve malzemeler

**ELEKTRONİK ATIKLARIN GERİ KAZANIMINA KATKIDA BULUNARAK GELECEĞİNİZE SAHİP ÇIKIN**

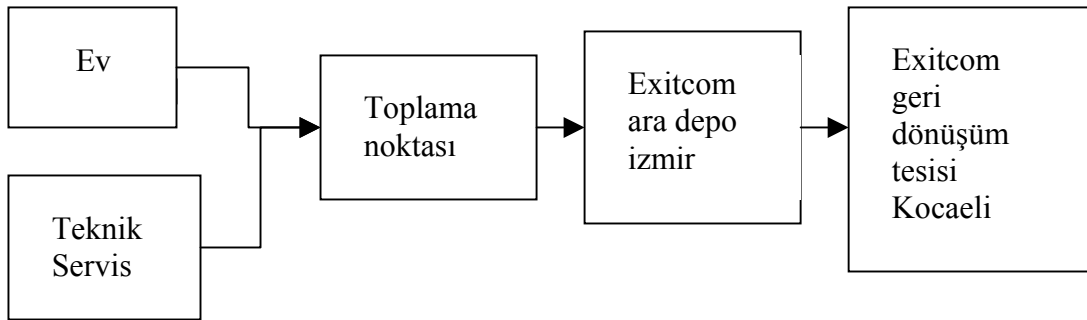
**ELEKTRONİK ATIKLARINIZ İÇİN BELEDİYE İLE İRTİBATA GEÇİNİZ.**

**ALO 153**

Şekil 6.3. E-atık Toplama Projesi Broşür Arka Yüzü

Tablo 6.1. Elektronik Atıkların Toplanmasına İlişkin Yer Ve Zamanı Gösteren Program

Günler	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Yerler							
Muslihittin Mah.	13.00						
Orhaniye Mah.		13.00					
Emirbeyazıt Mah			13.00				
Diğer Mahalleler						13.00	13.00
Çarşı Merkezi	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	
Kamu Kurumları				13.00			
Okullar/Üniversite					13.00		
Sanayi Sitesi						13.00	



Şekil 6.4. Muğla İli E-atık Toplama Sistemi

### 6.3. Muğla İli Pilot Proje Sonuçları

12 Nisan 2005 tarihinde Muğla İlinde başlatılan e-atıkların evlerden ve teknik servislerden toplanması projesinde 20 Nisan 2006 tarihi itibarıyla 4488 kg elektrikli ve elektronik atık toplanmıştır. Exitcom firması lisanslı araçlarıyla geri dönüşüm tesisine nakledilen atıklardan % 90 oranında geri kazanım sağlanmıştır. % 10 'luk geri kazanılamayan bertaraf edilmesi gereken atıklar ise İzmit'te bulunan İZAYDAŞ tesisine bertaraf edilmek üzere gönderilmiştir. Muğla belediyesinden toplanan atıkların türleri ve kg cinsinden miktarları Şekil 6.5'de belirtilmektedir



Şekil 6.5. E-atık Toplama Projesinde Toplanan Atık Tür ve Miktarları

Şekil 6.5’de görüldüğü gibi e-atık olarak nitelenen atıklar içinde en fazla bölümü ütü, mikserler, tost makinesi ve fritözler, elektrik süpürgeleri, saç kurutma makinesi gibi elektrikli ev aletleri oluşturmuştur. Çalışmanın yapıldığı dönemde, televizyonlar 1690 kg ile toplam atıklar içinde ikinci en büyük grubu oluşturmuştur. Değiştirilme sıklığı daha seyrek olan diğer elektronik eşyalar ve metal aksamı fazla olduğu için toplayıcılar tarafından da talep gören beyaz eşya miktarları bu proje kapsamında daha az toplanmasına neden olmuştur.

Proje 12 Nisan 2005-20 Nisan 2006 tarihleri arasında yürütülmüştür. Bu süre içinde toplanan atık miktarı nüfusa oranlandığında kişi başına 0.054 kg e-atık hesaplanmaktadır. Kişi başına düşen e-atık miktarı Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında son derece düşüktür. Kişi başına e-atık miktarı Belçika’da 3.5 kg, Hollanda’da 4.13 kg, hatta e-atık toplama ve yönetim konusunda ileri gitmiş İsviçre’de 8 kg’a çıkmaktadır[11].

Hazırlanmakta olan Elektrikli ve Elektronik Atıkların Kontrolü yönetmeliği yürürlüğe girmesi ile e-atıkların kayıt altına alınması zorunlu olacağından ve sadece lisanslı



geri kazanım kuruluşları tarafından toplanacağından bu miktar ülkemizde de artacaktır. Bu nedenle pilot olarak çalışılan e-atık toplama, geri dönüştürme ve değerlendirme sistemi örnek olabilecek atık yönetimi modelini ortaya konulmuştur.

## **BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Elektrikli ve Elektronik atıkların evlerden ve teknik servislerden, diğer atıklardan ayrı olarak toplanması konusunda Muğla ilinde yapılan pilot projede halk konuya son derece duyarlı yaklaşmış, vermiş oldukları elektrikli ve elektronik atıkları karşılığında bir ücret talep etmemişler ve bu atıkların geri kazanılmasının önemi konusunda yeterli bilince ulaştıkları görülmüştür. Muğla ilinde bir senedir uygulanmakta olan e-atık toplama projesi istenilen başarıya ulaşmış ve her geçen gün toplanan atık miktarının artışı gözlenmiştir.

Ülkemizde 2006 yılı içerisinde yürürlüğe girmesi beklenen Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Yönetmeliği ile e-atık geri kazanımının daha çok önem kazanacağı, e-atık geri kazanım firmalarının sayısında artış olacağı beklenmektedir.

Evlerden atıkların türlerine göre ayrılarak toplanmasında belediye yetkililerine ve sivil toplum kuruluşlarına büyük görevler düşmektedir. Yetkililerin çevre bilinci konusunda duyarlı olması, halka geri kazanımın önemini anlatmak hususunda sorumluluk almaları ve geri kazanım için projeler oluşturmaları sonucunda Avrupa ülkelerinde yıllardır uygulanmakta olan atık geri kazanımının ülkemizde de yapılabilirliği aşikardır.

Bu çalışmada uygulanan atık yönetimi ile ulaşılan sonuç ülkemizin tüm şehirlerinde de uygulanabilirliğini göstermektedir.

## **KAYNAKLAR**

- [1] ROLF, V. HEIDI, ;O. DEEPALI, ; S. MAX, ; S. HEINZ, B. Global Perspectives on e-waste Environmental Impact Assessment Review
- [2] ROBERT K.H et.al. Strategic Sustainable Development-Selection , Design and Synergies of Applied Tools, Journal of Cleaner Production , Article in Press
- [3] USEPA (2001) Electronics: A New Opp for Waste Prevention, Reuse&Recycling Solid Wastes and Emergency Response, Pub. No. EPA 530-F-01-006.
- [4] SJODIN, A. ; PATTERSON Jr, D.G.; 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
- [5] European Union (2000) Proposal for a Directive of European Parliament and of the Council on Waste Electrical and Electronic Equipments. Brussels
- [6] MCDONALD, T. A, 2002. Brominated Flame Reterdants (BFRs) Primer. Brominated Flame Reterdants& Electronic Conference and Round Table, San Francisco, California.
- [7] KAYA M. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Teknoloji Merkezi. Küresel Elektronik Atık (E-atık) Pazarı
- [8] WEEE Directive 2002/96/ EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003
- [9] Rohs Directive 2002/95/ EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003
- [10] [www. bimel.com.tr](http://www.bimel.com.tr) RoHS and Weee.
- [11] Association of Cities and Response for Recycling (ACRR) A Guide for Local Authorities, The Management of Waste Electrical and Electronic Equipments
- [12] Exitcom Doğa Elektronik Geri Dönüşüm Firması Üretim Bilgileri

## **ÖZGEÇMİŞ**

1982 yılında Kars ili Selim ilçesinde doğan Esra Yılmaz ; ilk, orta ve lise öğrenimini Adapazarı'nda tamamladı. 1999 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2003 yılında bu bölümden mezun oldu. 2004 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen Exitcom Doğa Elektronik Geri Dönüşüm Firmasında Müşteri ve Çevre Koordinatörü olarak görev yapmaktadır.