T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK ve FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİKLİ ATIKLARIN YÖNETİMİ BİR TELEKOMÜNİKASYON ŞİRKETİ ÖRNEĞİ

MUSTAFA KABAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GEBZE
2014

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK ve FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİKLİ ATIKLARIN YÖNETİMİ BİR TELEKOMÜNİKASYON ŞİRKETİ ÖRNEĞİ

MUSTAFA KABAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMANI
PROF. DR. ELİF ERHAN

GEBZE
2014

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ	**YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU**

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 30/12/2013 tarih ve 2013/68 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 08/01/2014 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Mustafa KABAK'ın tez çalışması Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE
(TEZ DANIŞMANI) : Prof. Dr. Elif ERHAN

ÜYE : Doç. Dr. Nihal BEKTAŞ

ÜYE : Doç. Dr. Nilay COŞGUN

ONAY

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ...../..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Bu çalışma; Elektrikli ve Elektronikli atıkların yönetimi, bir Telekomünikasyon şirketinde oluşan PSTN (Genel Aktarmalı Telefon Şebekesi-Public Switched Telephone Network) Santral demontajları ve Fiber Dönüşüm projesi kapsamında oluşan bakır kablo atıklarının ele alınmasıyla hazırlanmıştır. Belirtilen Elektrikli ve Elektronikli atıkların, içerikleri, ortaya çıkan atık miktarları ve periyotları, geri dönüşebilme ya da yeniden kullanılabilmelerinin değerlendirilmesi gibi parametreler göz önüne alınmak suretiyle katı atık ve elektronik atıkların yönetimi çerçevesinde gerekli analizler ortaya konmuştur. Yönetim sonucu elde edilen ekonomik kazanç ve kayıplar değerlendirilmiş, daha etkin yönetim metotları konusunda önerilerde bulunulmuştur. Yapılan anket çalışmasıyla şirketteki e-atık bilgi düzeyi ve atık yönetimine bakış açısı değerlendirilmiştir.

Türkiye'de tarihsel olarak kullanılan PSTN Santrallerinin kullanım ömürleri ve demontajları sonucunda ortaya çıkan atıklarının akıbetleri(yönetimi), şirkete ve ülkeye ekonomik katkısı ya da zararının maliyet analizi, yerlerine gelen yeni teknolojilerin ilerleyen yıllarda oluşturabileceği atıkların durumu, yönetilmesindeki yanlışlar ve doğrular gibi konular ele alınmış olup, hali hazırda yapılan yönetimin avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli ve Elektronik atık, PSTN, Fiber Dönüşümü, Atık Yönetimi, Ekonomik Kazanç, Anket Çalışması.

SUMMARY

This study Electrical and Electronic, waste management, a telecommunications company formed in the PSTN (Public Switched Telephone Network-Public Switched Telephone Network) Plant Dismantling and Fiber Conversion project consisting of copper cable waste handling has been prepared with. Specified Electrical and Electronic, type of waste, the contents of the resulting waste amounts and periods, back convertibility or again they can be used as evaluation parameters taken into consideration by solid waste and electronic waste management in accordance with the required analyzes have been revealed. Management as a result of the economic gains and losses evaluated, recommendations are made about more effective management methods. A survey conducted by the level of knowledge in the company of e-waste and waste management perspective is evaluated.

Plants used historically in our country, PSTN life cycles, and the fate of waste resulting from dismantling (management), or loss of the company and the cost analysis of economic contribution to the country, places of waste from the status of new technologies can create the following years, the management of issues such as errors and truths have been taken, already discussed the advantages and disadvantages of management.

Keywords: Electrical and Electronic waste, PSTN, Fiber Conversion, Waste Management, Economic Gain, Survey.

TEŞEKKÜR

Öncelikle tüm çalışmam boyunca her anlamda destek veren, yol gösteren, güler yüzünü, pozitif yaklaşımlarını ve bana güvenini esirgemeyen Prof. Dr. Elif ERHAN Hocama,

Çalışmalarım esnasında gerek dataların toplanması gerek diğer çözümlenemeyen noktalarda yanımda olan, Sinan ŞEN, Eyüp Murat GÖRGÖZ, Ekrem ODABAŞI, Savaş SELOĞLU ve Bayram ERZİNCAN'lıya,

Hayatımın tüm dönemlerinde, gözlerimin içine sevgi dolu bakışlarını yerleştiren, maddi manevi her desteklerini esirgemeyen, zor anlarımda daima yüreklendiren anneme, babama, eşime, oğluma ve kardeşlerime,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLOLAR DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı	2
1.2. Literatür Taraması	3
2. E-ATIKLARIN AB MÜKTESEBATINDA ELE ALINIŞ ŞEKLİ VE TÜRKİYE'DEKİ MEVZUATIN UYUMLU HALE GETİRİLMESİ	7
2.1. WEEE Direktiflerinin Uygulama Hedefleri	8
2.2. RoHS Direktifi Uygulama Hedefleri	10
3.E-ATIK YÖNETİMİ	14
3.1. Atık Miktarı	15
3.2. Atık İçeriği	16
3.2.1. AEEE' lerin İçindeki Tehlikeli Maddeler	17
3.2.2. AEEE'lerden Kaynaklı Ağır Metallerin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkisi	19
3.2.3. AEEE' lerden Kaynaklı BFR'ler ve PCF'lerin Etkisi	20
3.3. Atık Azaltımı, Geri Dönüşümü, Yeniden Kullanımı Ve Bertarafı	21
3.3.1. Bir Örnek Atık Toplama ve Miktar Belirleme Çalışması Kadıköy Belediyesi E-Atık Yönetim Projesi	24
4. METARYAL - METOD	27

4.1. Örnekleme Yapılan Şirket 27
4.1.1. Şirket Yapısı 27
4.1.2. Şirket Hizmetleri 28
4.1.3. Telefon Santralleri 28
4.1.3.1. DMS Santralinin Çalışma Sistemi ve Bölümleri 29
4.1.4. Şirket Atık Yönetimi 32
4.2. Alan Çalışmaları 35
4.2.1. Fiber Dönüşüm Projesi ve Bakır Kablo Atık 35
4.2.1.1. Hedef ve Kapsam 35
4.2.1.2. Envanter Analizi 35
4.2.1.2.1. Veri Toplama 35
4.2.1.2.2. Varsayımlar 36
4.2.1.2.3. Hesaplama Yöntemi 36
4.2.2.Santral Dönüşümleri ve E-Atık Oluşumları 36
4.2.2.1. Hedef ve Kapsam 37
4.2.2.2. Envanter Analizi 37
4.2.2.2.1. Veri Toplama 37
4.2.2.2.2. Varsayımlar 37
4.2.2.2.3. Hesaplama Yöntemi 38
5.BULGULAR VE TARTIŞMA 39
5.1. Mevcut Durum 39
5.2. Fiber Dönüşüm Projesi ve Bakır Kablo Atık Yönetimi 40
5.2.1. 2011 - 2012 Fiber Dönüşüm Miktarları 40
5.2.2. Bakır Kablo Atıklarının Yönetimi 45
5.2.3. Fiber Dönüşüm Projesi Maliyet Analizi ve Değerlendirmeler 46
5.3. Santral Söküm Miktarları ve E-atık Yönetimi 48
5.3.1. Santral Atıklarının Yönetimi 52
5.3.1.1. PCB'li Devre Kartlarının İçeriği ve Yönetimi 52
5.3.2. Santral Dönüşümleri Maliyet Analizi ve 54

Değerlendirmeler
5.4. Anket Çalışması sonuçları 57
5.4.1. Kişisel Bilgiler 57
5.4.2. Anket Farkındalık Değerlendirmeleri 60
6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME 67

KAYNAKLAR 69
ÖZGEÇMİŞ 71
EKLER 72

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler ve Açıklamalar

Kısaltmalar:

CO	:	Karbonmonoksit
CO2	:	Karbondioksit
H2S	:	Hidrojen sülfür
AB	:	Avrupa Birliği
ADR	:	Tehlikeli Karayol Ulusal taşımacı İlişkin Avrupa Anlaşma
AEEE	:	Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar
AKM	:	Atık Koordinasyon Merkezi
APM	:	Avrupa Plastik İmalatçıları Birliği
BERR	:	Business Enterprise and Regulatory Reform
BFR	:	Bromlu alevlenmeyi geciktiriciler
CE	:	Conformité Européenne
CFC	:	Kloroflorokarbonlar
CRT	:	Cathode ray tube (Katod ışınlı tüp)
DMS	:	Digital Multiplex System
DSL	:	Digital subscriber line (Dijital abone hattı)
EEA	:	Elektrikli ve elektronikli atıklar
EEE	:	Elektrikli ve Elektronik Eşyalar
EMS	:	Çevre Denetim ve Yönetim Programları
FAO	:	Foodand Agriculture Organization
GSH	:	Global System for Mobile Communications
GTZ	:	Deut Gesellsc Technische Zusammenarbeit
HBC	:	Hexabromocyclododecane
ICE	:	Elektronik Ekip Geri Dönüşüm Sanayici Birliği
ICSG	:	Uluslararası Bakır Çalışmaları Grubu
IT	:	Bilgi Teknolojileri
LCD	:	Liquid crystal display
LME	:	Londra Meal Borsası
MTM	:	Maintenance Trunk Module
NGN	:	New generation network
OEC	:	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

ÖEB	:	Ödemeye esas birim fiyatı
PBB	:	Polibromlubifeniller
PBDE	:	Polibromludifenil eterlerin
PCB	:	Printed Circuit Board
PM	:	Network kartları
PSTN	:	Public switched telephone network
RoHS	:	Restriction of Hazardous Substances
SBBF	:	Hurda kablo sözleşme baz birim fiyatı
TBBP	:	Tetrabromobisphenol A
TDI	:	Tolere edilebilir günlük alım
UATF	:	Ulusal atık Taşıma Formu
WEEE	:	Waste Electrical and Electronic Equipment

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No:		Sayfa
2.1:	RoHS 2 direktifi takvimi.	11
2.2:	RoHS 2 karar ağacı.	13
3.1:	EEE. Ayırma işlemi.	21
4.1:	DMS santralinin önden görünümü.	30
4.2:	Abone kartları.	31
4.3:	MTM kartları.	31
4.4:	Enerji sağlayıcı sistemler.	32
4.5:	Santral kabloları.	32
4.6:	Atık yönetim şeması.	34
5.1:	2011 yılı fiber dönüşümüne başlanan iller.	40
5.2:	2011 yılı toplanan atık bakır kablo miktarı.	41
5.3:	2012 yılı fiber dönüşümü gerçekleştirilen iller.	41
5.4:	2012 yılı toplanan atık bakır kablo miktarı.	42
5.5:	2011-2012 kıyaslaması.	43
5.6:	Bakır kabloların atık yönetimi.	45
5.7:	2012 yılı demonte edilen dms santral miktarları.	50
5.8:	Demonte santrallerin elektronik atık olarak nitelendirilen kısımları.	51
5.9:	Demonte santrallerin kablo atığı olarak nitelendirilen kısımları.	51
5.10:	Demonte santrallerin metal atığı olarak nitelendirilen kısımları.	51
5.11:	PCB'li devre kartlarının bazıları.	53
5.12:	PCB devre kartlarının kısımları.	53
5.13:	Eğitim durumu.	58
5.14:	Cinsiyet.	58
5.15:	Yaş aralığı.	59
5.16:	Aylık kazanç.	60
5.17:	Elektrikli ve elektronik ekipman atığı kapsamında değer lendirilen ürünlerin durumu.	61

5.18: Bozulan ve kullanılamaz hale gelen elektrikli ve elektronik eşyaların değerlendirilme biçiminin durumu. 62
5.19: Öğrenim durumuna göre cep telefonu değiştirme grafiği. 64
5.20: Öğrenim durumuna beyaz eşya değiştirme grafiği. 65
5.21: Elektronik eşya değiştirme sebepleri. 66

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No:		Sayfa
1.1:	Oluşabilecek AEEE Miktarlarını Tahmin İçin Kullanılan Bazı Yöntemler.	4
1.2:	Yıllara Göre EEE Miktarı.	5
3.1:	EEE Materyal İçerikleri.	16
3.2:	EEE Kategorilerine Göre Materyal İçerikleri.	17
3.3:	AEEE'lerde Bulunan Tehlikeli Maddeler.	18
3.4:	Üretici Sorumluluğu Yaklaşımları.	23
3.5:	Yıllara Göre Kadıköy İlçesinde Toplanana EEE Miktarı.	25
4.1:	DMS Santral tipleri.	27
5.1:	2011 Yılı 7 İlde Toplanan Bakır Kablo Atık Miktarları ve Yüzdeleri.	40
5.2:	2012 Yılı 7 İlde Toplanan Bakır Kablo Atık Miktarları ve Yüzdeleri.	42
5.3:	2011-2012 Kıyaslaması.	43
5.4:	Atık Kablo Satış Formülü.	46
5.5:	Londra Meal Borsası Fiyatları.	46
5.6:	Formüller Sonucu Satış Fiyatları.	47
5.7:	2011 Yılı Atık Bakır Kablodan Elde Edilen Ortalama Toplam Kazanç.	47
5.8:	2012 Yılı Atık Bakır Kablodan Elde Edilen Ortalama Toplam Kazanç.	48
5.9:	Atık İçerikleri.	49
5.10:	2012 Yılı Demonte Edilen DMS Santral Verileri.	50
5.11:	Elektronik Atık Fiyatları.	54
5.12:	Şirketin Bölgelerine Göre AEEE'lerden Elde Edilen.	54
5.13:	2006 Yılı Baskılı Devre İçeriği.	55
5.14:	2010 Yılı Metallerin Ekonomik Değeri.	55
5.15:	Şirketin AEEE'lerden Elde Edebileceği Değerler.	56
5.16:	Şirketteki Bakırın Ekonomik Değeri.	57
5.17:	Eğitim Durumu.	57
5.18:	Cinsiyet.	58
5.19:	Yaş Aralığı.	59

5.20: Aylık Kazanç. 59
5.21: Elektrikli Ve Elektronik Ekipman Atığı Kapsamında Değerlendirilen Ürünlerin Durumu. 60
5.22: Bozulan ve Kullanılamaz Hale Gelen Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Değerlendirilme Biçimi. 62
5.23: Cep Telefonu Değiştirme Sıklığı. 63
5.24: Beyaz Eşya Değiştirme Sıklığı. 64
5.25: Beyaz Eşya Değiştirme Sebebi. 65

1. GİRİŞ

Teknoloji hayatın her alanına girmiş bulunmaktadır. Haberleşme başta olmak üzere diğer tüm yönleriyle birlikte bu ilerlemeler günlük yaşam için giderek vazgeçilmez bir hale gelmektedir. Beyaz eşyalar, bilgisayarlar, televizyonlar, cep telefonları, elektronik ekipmanlar, telekomünikasyon cihazları hayatı kolaylaştırmalarının yanında, oluşturduğu yığınlar dolusu elektronik atığı (E-Atık) da ortaya çıkartmaktadır. Ortaya çıkan bu atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı özellikle gelişmiş ülkelerde daha sistematik ve güvenilir bir şekilde yönetilmektedir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkeler kuşağında ise etkin bir atık yönetiminden söz edilememektedir.

Telekomünikasyon teknolojilerinin hızla ilerlemesinin bir sonucu olarak, telekomünikasyon atık miktarında hızlı bir artış gözlenmektedir. Telekomünikasyon atıkları E–atık sınıfına dahil olup, içeriği tehlikeli ve tehlikesiz atıklar olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır. Telekomünikasyon Atıkları, diğer E-atıklara oranla yüksek miktarlarda değerli metal içermekte ve ekonomik açıdan değer taşımaktadır.

Elektrikli ve elektronik atıklar günlük yaşamın parçası haline gelmiş bir çok farklı ekipmandan kaynaklanmaktadır. Yapılan değerlendirmede; % 27,7'si büyük soğutucu cihazlar, % 17,7'si ev tipi buzdolapları, % 13,3'ü televizyon alıcıları, % 8,3'ü kişisel bilgisayar ekipmanları (Cathode Ray Tube (CRT: Katot Işınlı Tüp) monitörleri), "% 8'i merkezi veri işlemesi yapan bilişim ve telekomünikasyon" ekipmanları, % 7,8'i CRT monitörleri haricindeki tüketici ekipmanları, % 7'si küçük ev aletleri, % 3,6'sı daha küçük boyutlardaki büyük ev eşyaları, % 3'ü büyük ve sabit sanayi aletleri dışındaki matkap, testere ve dikiş makinesi ve % 1,7'si de çeşitli aydınlatma ekipmanlarıdır. Bunlar dışındaki atık türlerinin miktarı %1'ler seviyesinde bulunmaktadır. Atıkların oransal dağılımına bakıldığında, ilk beş sırayı ev tipi ekipmanların oluşturduğu tespit edilmiştir [1].

E-atıkların yaklaşık onda birini temsil eden "bilişim ve telekomünikasyon" atıkları, sabit hat santralleri (PSTN), internet sağlayıcı sistemler (DSL, Digital Subscriber Line: Dijital Abone Hattı) ve tüm bunların bağlantısını sağlayan bakır ve fiber optik iletim kablolarından oluşmaktadır.

Günümüzde, eskitip olarak sınıflandırılan 'Digital Multiplex System' (DMS) santraller yerlerini giderek daha küçük ölçekli yeni nesil santrallere bırakmaktadır. Bu yenileştirme çalışmaları kapsamında çok sayıda eskitip santral sökülmekte ve oluşan atıklar her hangi bir özel depolama işlemine tabi tutulmaksızın, hurda sınıfında işlem görmektedir. Oysa bu atıkların endüstriyel atık planı çerçevesinde ele alınmaları gerekmektedir. Elektronik atıkların, başta insan ve çevre üzerindeki etkilerini minimize etmeye yönelik şekilde biriktirilmesi (depolama), toplanması, taşınması, bertarafı ve geri kazanım işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Geri dönüşüm, değerli metal atıkların geri kazanılarak sınırlı kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Mevcut durumda sıradan hurda olarak işlem görmekte olan bu atıklar sistemli depolama ve geri dönüşüm işlemlerinin planlanmasıyla, Türkiye ve Dünya ekonomisine taşıdıkları ekonomik değer ölçüsünde yeniden kazandırılabilecektir.

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Teknolojinin hızla ilerlemesi ve tüketim taleplerinin artması sonucu elektrikli ve elektronik sistemlerin değiştirilmesi/dönüştürülmesi süreci büyük bir hız kazanmıştır. Bu tez kapsamında elektrikli ve elektronik atıkların Türkiye'de e-atık yönetimi açısından uygulamadaki mevcut durumun belirlenmesine katkıda bulunacak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye'de halen internet teknolojilerine yönelik büyük bir teknoloji dönüştürme projesini gerçekleştirmekte olan bir firmanın mevcut uygulamalarından hareketle, sağlanan veriler e-atık yönetimi kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Örnek olarak seçilen firma bir telekominikasyon şirketi olup, Türkiye çapında sabit hat sağlayıcı santrallerini ve bakır kablo iletim hatlarını yeni fiber teknoloji ile değiştirmektedir. Veriler, uygulamadan kaynaklanabilecek çevresel riskler ve atıkların verimli şekilde geri kazanılması açısından dünyadaki diğer uygulama örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Atıkların daha verimli şekilde geri kazanılmasına ilişkin ekonomik bir analiz yapılmıştır. Söz konusu dönüşüm projelerinin uygulanmasının Türkiye'de e-atıkların yönetimi konusunda kazandıracağı tecrübenin önemi değerlendirilmiştir.

Ayrıca söz konusu uygulamayı fiilen gerçekleştirenler olarak, şirket çalışanlarının e-atık konusundaki farkındalıkları hakkında bilgi edinilmesine yönelik

bir anket çalışması yapılmıştır. Anket sonuçları tezin sonunda bulunan ekler bölümünde yer almaktadır. Tezin sonunda, özellikle çevresel boyutu olan tüm uygulamalarda şirket çalışanlarının bilinç düzeyinin yükseltilmesinin önemini vurgulanmıştır. Anket çalışması;

- Yetmiş beş şirket çalışanına uygulandı.
- Çalışanlara kişisel bilgileri, elektrikli ve elektronik ekipman kullanım alışkanlıkları ve e-atık yönetim bilgi düzeylerine yönelik sorular yöneltildi.
- Alınan sonuçlar çerçevesinde bilinç düzeyleri ve farkındalıkları değerlendirildi.
- Sonuçlar tablo ve grafiksel olarak yansıtıldı.

1.2. Literatür Çalışması

Bu konu üzerine yapılan çalışmalar genel olarak, elektrikli ve elektronik atıkların yönetimi, atıkların bertarafı, atık miktarının belirlenmesi ve bertaraf yöntemlerinin seçimi gibi daha noktasal durumlar olarak ele alınmıştır. Konuya yönetimsel bir değerlendirme yapan örneklere rastlanamamıştır. Elektrikli ve elektronikli atıkların oransal bir parçası olan telekomünikasyon atıkları içerik ve miktar bazında farklı çalışmalarda belirtilmiş olup, ekonomik analiz ve atık yönetimi çerçevesinde kapsamlı olarak değerlendirilmemiştir.

Atık miktarlarının belirlenmesi konusunda yapılan bir çalışmada, tekrar kullanım, geri kazanım ve geri dönüşümü içeren AEEE(Atık Elektrikli ve Elektronikli Ekipman) yönetiminin alt yapısının oluşturulması, geri kazanım politikasının performansının değerlendirilebilmesi için oluşan/oluşabilecek atık miktarının doğru bir şekilde tahmin edilmesinin büyük önem taşıdığı belirtilmiştir. Oluşacak AEEE'lerin miktarını hesaplamak için kullanılan bazı metotlar aşağıdaki tabloda verilmiştir [2].

Tablo 1.1: Oluşabilecek AEEE miktarlarını tahmin için kullanılan bazı yöntemler.

Metod	Açıklama
Piyasa arz metodu (Market Supply Metodu)	İlgili ekipmanın satış verileri ve ortalama yaşam ömründen faydalanılarak oluşacak atık miktarı tahmin edilir. 2 temel kabul yapılır: • Belirli bir yılda satılan ekipmanın yaşam ömrü sonunda atık haline geleceği • Ekipmanın ortalama yaşam ömründeki sapmanın ihmal edilecek düzeyde olduğu
Piyasa arz A metodu (Market supply A methode)	Piyasa arz metodu ile aynı yöntem kullanılır ancak farklı olarak aşağıdaki kabul yapılır: Ekipmanın ortalama yaşam ömründeki sapma ihmal edilmez ve sapmaların dağılımı tüketici anketleri ile elde edilir.
Tüketim kullanım metodu (consumptionusemethode)	Hanelerde stoklanan ekipman düzeyi belirlenir. Bu değer ekipmanın ortalama yaşam ömrüne bölünerek oluşacak atık AEEE miktarı bulunur. Stok seviyesi, hanelere giren ekipman düzeyi ve hane sayısı göz önünde tutularak bulunur.

Herhangi bir elektrikli elektronik ekipman için oluşacak yıllık atık miktarı global olarak; W = M x N / L ifadesi ile kabaca hesaplanabilir.

- Ekipmanın ağırlığı (kg) =M
- Hizmette (piyasada)olan ekipman sayısı = N
- Ekipman için ortalama yaşam ömrü(yıl) = L [3].

Yine yapılan bir diğer çalışmada, AEEE' lerin kullanım ömürlerini etkileyecek hususlara değinilmiştir. Gelişen teknoloji, ülkenin demografik yapısı gibi çeşitli faktörlerin göz önünde bulundurulması oluşacak AEEE projeksiyonlarının sağlıklı yapılmasında rol oynadığı tespit edilmiştir. 2009 yılında Amerika genelinde 2136 katılımcı ile yapılan bir araştırmada hane başına 2,4 adet büyük elektronik eşyanın(TV, monitör, bilgisayar.), 4,1 adet küçük elektronik eşyanın (cep telefonu, MP3 çalar) atılmayıp evlerde tutulduğunu göstermiştir. Bu çalışmada 30-49 yaş grubundaki insanların büyük elektronik aletleri, 30 yaşın altındaki grubun ise daha çok küçük elektronik eşyaları atmayıp evlerinde tuttuğu belirtilmektedir. Gelir seviyesi ve ev sahibi olma durumunun ise umulanın aksine insanların atık elektronik eşyaları evlerinde tutup tutmamaları üzerine fazla bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir [4].

Elde edilen atık miktarlarının nüfusa bölünmesi ile yıllık kişi başı kg olarak AEEE miktarı da bulunmaktadır. Bu değer geri kazanım hedeflerinin konulması ve verimliliğinin takibinde bir gösterge olarak da kullanılmaktadır. Tablo 1.2.'de bazı Avrupa ülkelerindeki kişi başı AEEE miktarları yer almaktadır.

Tablo 1.2: Rapor edilen AEEE(kg/nüfus).

Ülke	GSMH(ABD$/kişi)	AEEE (kg/kişi)	Hesaplama yılı
Danimarka	34.600	23.Şub	2000
Estonya	16.700	08.Şub	2005
Finlandiya	30.900	23.0	2003
Fransa	29.900	24.0	2003
Almanya	30.400	14.Haz	2005
Macaristan	16.300	11.Nis	2005
Litvanya	13.700	06.Mar	2005
Polonya	13.300	08.Nis	2008(tahmini)
İsveç	29.800	23.Eyl	1999
UK	30.300	29.Nis 23	2005(evsel + evsel olmayan) 2006(Londra çalışması)
Bulgaristan	9.600	05.Tem	2006

E-atıkların içerdiği ağır metaller ve değerli metallerle ilgili yapılan bir çalışmada, bu tehlikeli ağır metallerin nasıl uzaklaştırılacağı ve değerli metallerin

nasıl geri kazanılacağına değinilmiştir. Gelişmiş ülkelerde uygulanan değerli metal geri kazanım yöntemlerine karşın, Türkiye de uygulanmakta olan e-atık geri kazanım sistemi ve bu sistemin değerli metal geri kazanım eksikleri dile getirilmiştir.

Türkiye'deki geri dönüşüm proseslerinin birçoğunun manuel veya mekanik olarak yapıldığı belirtilmiş, bu yöntemlerle e-atıkların içindeki tehlikeli maddelerin ayrıştırılmakta olduğu, demir, metal, plastik gibi çok karmaşık yapıları oluşturmayan maddelerin geri kazanımının sağlandığı söylenmiştir. Ancak elektronik atıkların geri kazanımından elde edilecek gelirin en büyük kaynağını bu atıklar içindeki değerli metallerin (altın, gümüş, paladyum vs.) oluşturduğu da ortaya konmuştur. Türkiye' de metalurjik yöntemleri içeren herhangi bir teknolojinin bulunmadığı, değerli metalleri içeren e-atık parçaları kategorilerine göre sınıflandırılarak yurtdışındaki rafinerilere ihraç edilebildiğine değiniliyor. Atıklardan elde edilen değerli metallerin fiyatlandırmasını borsa üzerinden gerçekleştirildiği, ancak ihracat yolu ile gönderilen atıklara ait süreci uzaktan tam manası ile takip etmenin zorluğu nedeniyle bu geri kazanım ve hammadde döngüsünün yapılacak olan yatırımlarla ülkemiz içinde gerçekleştirilmesinin daha ekonomik olacağı sonucuna varılmıştır [5].

E-atıklar içerisinde plastik malzemenin geri kazanım verimi hususunda yapılan bir çalışmada, malzemelerin iki farklı özelliğinden yararlanılarak yapılan ayırma ve zenginleştirme prosesleriyle (Havalı masa yöntemi) plastiğin % 40 oranında geri kazanılabildiği ortaya konmuştur [6].

2. E-ATIKLARIN AB MÜKTESEBATINDA ELE ALINIŞ ŞEKLİ VE TÜRKİYE'DEKİ MEVZUATIN UYUMLU HALE GETİRİLMESİ

E-Atıklar AB Müktesebatında, elektrikli ve elektronik eşyalar (EEE) kapsamında yönlendirme yapan Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) ve Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Direktifleri çerçevesinde ele alınmaktadır. Türkiye AB'e uyum sürecinde, çevre faslı çalışmaları kapsamında ilgili konulardaki gerekli temel yasal düzenlemeleri tamamlamış durumdadır. Gelinen nokta itibarı ile atık oluşum ve yönetim sürecinin bileşenleri (özel ve tüzel kişiler olarak) tanımlanmış, görev, yetki ve sorumlulukları belirlenmiştir. Genel ve özel hedefler WEEE ve RoHS direktifleri çerçevesinde yapılan projeksiyon ile yıllara göre kademelendirilmiş bulunmaktadır. Buna göre 2013-2018 yılları arasında kişi başına toplanması hedeflenen kg atık miktarları belirlenmiştir.

Avrupa Birliği ülkelerince geliştirilen bu uygulamalar halen üyelik müzakerelerini sürdürmekte olan Türkiye için de ilgili alanlarda gerekli kanuni düzenlemelerin yapılmasında bir rota oluşmuştur. EEE'ın üretim aşamalarındaki düzenlemeler (RoHS direktifleri), atık oluşumunun azaltılması ve kontrolünü içeren WEEE direktifleri doğrultusunda "Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği" çıkartılmıştır (yıl litre). Bu eşyaların üretimi, çevre açısından uygun olmayan malzemelerin kullanımının yasaklanması, üretim ve kullanım sonrası ortaya çıkan atıkların azaltılması ve yönetilmesi noktasında adımlar atılmıştır.

Kanuni düzenlemelerin uygulamada yerini bulması amacıyla uluslararsı ortak projeler geliştirilmiştir. Türkiye'de elektrikli ve elektronik atıkların yönetimiyle ilgili gerçekleştirilen ilk çalışma 2004 yılında Marta Projesi kapsamında Hollanda Hükümeti ile gerçekleştirilmiştir. Orman Bakanlığı, TAIEX – 2007 Yılı Teknik Destek Programı bünyesinde AEEE"lerin (Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar) yönetimi konusunda "Çalışma Ziyareti" başvurusunda bulunmuştur. Daha sonra, İngiltere'de WEEE ve ROHS direktiflerinin uyumlaştırılması, yürürlüğe girmesi ve uygulanmasına dair yetkili merci olan UK Department for Business Enterprise and Regulatory Reform (BERR) ile bilgi alışverişini güçlendirecek çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaları takiben Türkiye'de ilgili Bakanlık ve sektör temsilcilerinin ortak çalışmaları sonucu "Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı

Zararlı Maddelerin Sınırlandırılmasına Dair Taslak Yönetmelik" hazırlanmıştır. "EEE Yönetmeliği" 30.05.2008 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

2872 sayılı Çevre Kanununun 8, 11 ve 12. maddeleri, 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun, Avrupa Birliğinin 2002/95/EC sayılı Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına İlişkin Direktif -2002/96/EC sayılı Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Direktifleri dayanak tutularak, 22.05.2012 tarihinde "Atık Elektrikli Ve Elektronikli Eşyaların Kontörlü Yönetmeliği" resmi gazetede yayınlanıştır [7].

2.1. WEEE Direktiflerinin Uygulama Hedefleri

2002 yılında hazırlanmış olup, 2003 yılında Avrupa parlamentosundan geçmiştir. 4 Temmuz 2012 tarihinde ise revize edilmiştir.

Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının oluşumunun önlenmesi ve bu tür atıkların azaltılması için yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve diğer geri kazanım şekillerinin geliştirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Ekonomik işletmelerin (üreticiler, dağıtıcılar ve tüketiciler) çevresel performanslarının geliştirilmesi, bu atıkların belirli bir işleme tabii tutulmasını gerekliliğini ortaya koyar. Bu direktif büyük ve küçük ev aletlerini, Bilgi Teknolojileri (IT) ve telekomünikasyon ekipmanlarını, tüketici ekipmanlarını, aydınlatma ekipmanlarını, elektrikli ve elektronik araçları (büyük ölçekli sabit endüstriyel araçlar hariç), oyuncak, eğlence ve spor ekipmanlarını, tıbbi aletleri (kontamine olanlar hariç), kontrol ve izleme aygıtlarını ve otomatik dispenserleri kapsamaktadır. Üye ülkeler;

- Elektrikli ve elektronik ekipmanların atıklarının parçalanabilirlik olanaklarını ve geri kazanımını teşvik edeceklerdir.
- Özellikle yeniden kullanımını ve geri dönüşümünü göz önüne alarak dizayn edilmesini ve üretilmesini teşvik edeceklerdir.
- Elektrikli ve elektronik atıkların ayrılmamış olarak belediye çöplüklerine verilmesini en aza indirecek ve bu atıklar için ayrı toplama sistemi kuracaklardır.
- Son tüketiciler ve dağıtıcılar bu tür atıkları ücretsiz geri verecektir.
- Üreticiler ayrı veya kolektif toplama sistemlerini kuracak ve işleteceklerdir.

- İnsan sağlığı ve güvenliği açısından risk taşıyan kontamine atıkların alımı kabul edilmeyecektir.
- Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının yetkilendirilmiş kuruluşlara iletilmesini garanti edecektirler.

Elektrikli ve elektronik ekipman üreticileri en iyi işlem, geri kazanım ve geri dönüşüm tekniklerini uygulamalıdır. İşlemlerden sorumlu olan kuruluşlar yetkili otoritelerden izin almalıdır. Bu kuruluşlar topluluğun Çevre Denetim ve Yönetim Programlarına (EMAS) katılmaya teşvik edilmelidir. Topluluğun dışındaki işlemler, eğer ithalatçı direktifin gerekliliklerine eşit koşullar altında işlemleri gerçekleştirebiliyorsa direktifin hedefleri yerine kabul edilir.

- Üreticiler ayrı olarak toplanmış elektrikli ve elektronik ekipmanın geri kazanımı için sistemler kurmalıdır. 31 Aralık 2006 tarihine kadar, her ekipman başına ortalama ağırlık olarak geri kazanım oranı;
- Büyük ev aletleri ve otomatik dispenserler için en az % 80,
- Küçük ev aletleri aydınlatma ekipmanları, elektrikli ve elektronik araçlar, oyuncaklar, eğlence ve spor ekipmanları ve kontrol ve izleme aygıtları için % 70,
- Bilgi teknolojileri(IT) - telekomünikasyon ve tüketici ekipmanları için % 75 olmalıdır.
- Aynı tarihe kadar, ekipman başına ekipman bileşenlerinin, materyallerinin ve maddelerinin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü her bir aletin ortalama ağırlığı olarak;
- Lambaların atılımında en az % 80,
- Büyük ev aletlerinin ve otomatik dispenserlerin % 75,
- Küçük ev aletlerinin, aydınlatma ekipmanlarının, elektrikli ve elektronik aletlerin, oyuncakların, eğlence - spor aletlerinin ve izleme - kontrol aygıtlarının % 50
- Bilgi Teknolojileri (IT) - telekomünikasyon ve tüketici ekipmanlarının % 65' i oranında gerçekleşmelidir.

13 Ağustos 2004 tarihine kadar komisyon, yukarıda verilen oranlara uymaya ilişkin kuralları hazırlayacaktır. Üreticiler işleme geri kazanım ve geri dönüşüm

tesislerine giriş ve çıkışlarda elektrikli ve elektronik atık ağırlığını belirlemelidir. 31 Aralık 2008 tarihine kadar Avrupa Parlamentosu ve Konseyi geri kazanım, geri dönüşüm ve yeniden kullanıma ilişkin yeni hedefler koyacaktır. 4 Temmuz 2012 tarihinde yapılan revizyonda ise;

- 2016 yılı itibariyle, 3 yıldır satışta bulunan her 100 tonluk cihaz satışı için, 45 tonluk e-atığın toplanması,
- 2019 yılı itibariyle bu oranın % 65'e çıkarılması.

Üye ülkelerdeki üreticiler diğer üye ülkelere elektrikli ve elektronikli ekipman sattıklarında ilgili üye ülkede bahse konu olan direktifteki sorumluluklardan yükümlü tutacakları yetkili temsilciyi atamak zorundadır, denmektedir [8].

2.2. RoHS Direktifi Uygulama Hedefleri

RoHS 1 ve RoHS 2 olmak üzere sırasıyla 2002 ve 2011 yıllarında iki direktif hazırlanmıştır.

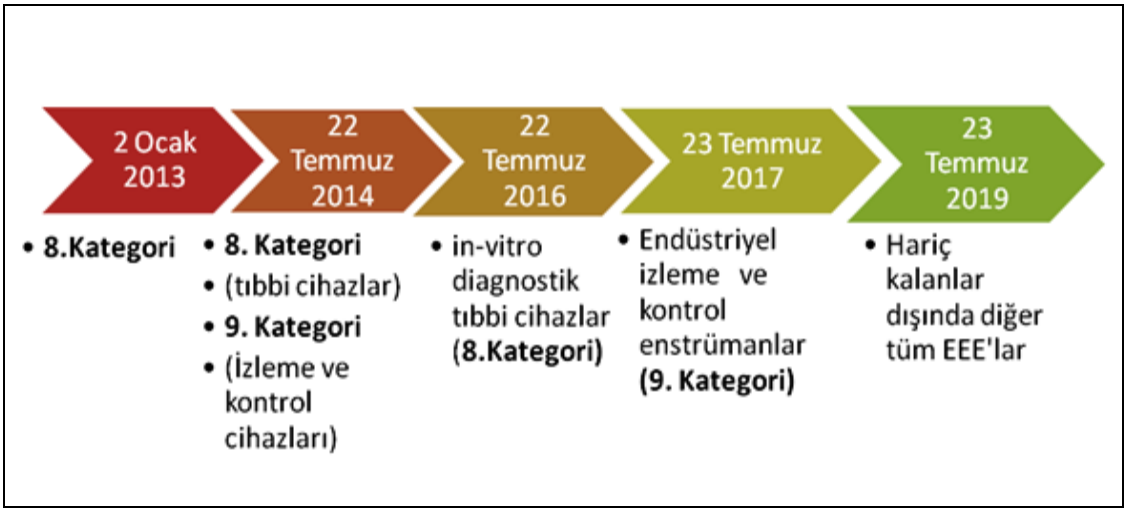
EEE'lerdeki tehlikeli maddelerin kısıtlanması noktasında hazırlanan bir direktiftir. Cihazların üretimi esnasında kullanılan teknolojilerin ve malzemelerin çevreye zarar vermemesi gerekliliği bu direktiflerde vurgulanmaktadır. Yeni çıkartılmış olan RoHS 2 Direktifi birincisine göre daha sıkı tutulmuş olup önemli farklar içermektedir. RoHS 2 de getirilen başlıca yeniliklerden bahsedecek olursak:

- 22 Temmuz 2019'a kadar kablolar ve yedek parçaların eksiksiz uyumuyla beraber elektirkli ve elektronik eşyaların tamamını kademeli olarak kapsar
- Önemli tanımlara açıklık getirilmesi
- EEE'deki yeni tehlikeli maddelerin, atıkla ilgili kriterlere dayalı kısıtlama açısından değerlendirme metodolojisi
- Kısıtlanmış madde listesinin komisyon tarafından 2014'e kadar ve ertesinde gözden geçirilmesi
- Üye ülkelere yeni madde kısıtlamaları için verilen fırsat
- Muafiyetlerin garanti edilmesi, süresinin uzatılması/yenilenmesi veya silinmesi için daha açık ve şeffaf kurallar

- Üreticiler için muafiyetlere başvurma yükümlülüğü ve önemli değerlendirmeleri yürütmesi
- Yeni Mevzuat Çatısı (CE İşaretleme ve Uygunluk Değerlendirmesi)

Elektrik ve elektronik eşyalarda tehlikeli maddelerin kısıtlanmasına ilişkin 2002/95/EC Direktifi eski RoHS Direktifinin yerini alan AB'nin yeni direktif (RoHS 2) ile kurşun, civa, kadmiyum, +6 değerlikli krom ve alev geciktiricilerden polibromlubifeniller (PBB) ve polibromludifenil eterlerin (PBDE) kısıtlanması yine devam etmektedir [9].

Yeni direktif (RoHS 2), 22 Temmuz 2019 tarihine kadar aşağıdaki takvime göre aşamalı bir şekilde uygulanacak:



Şekil 2.1: RoHS 2 direktifi takvimi.

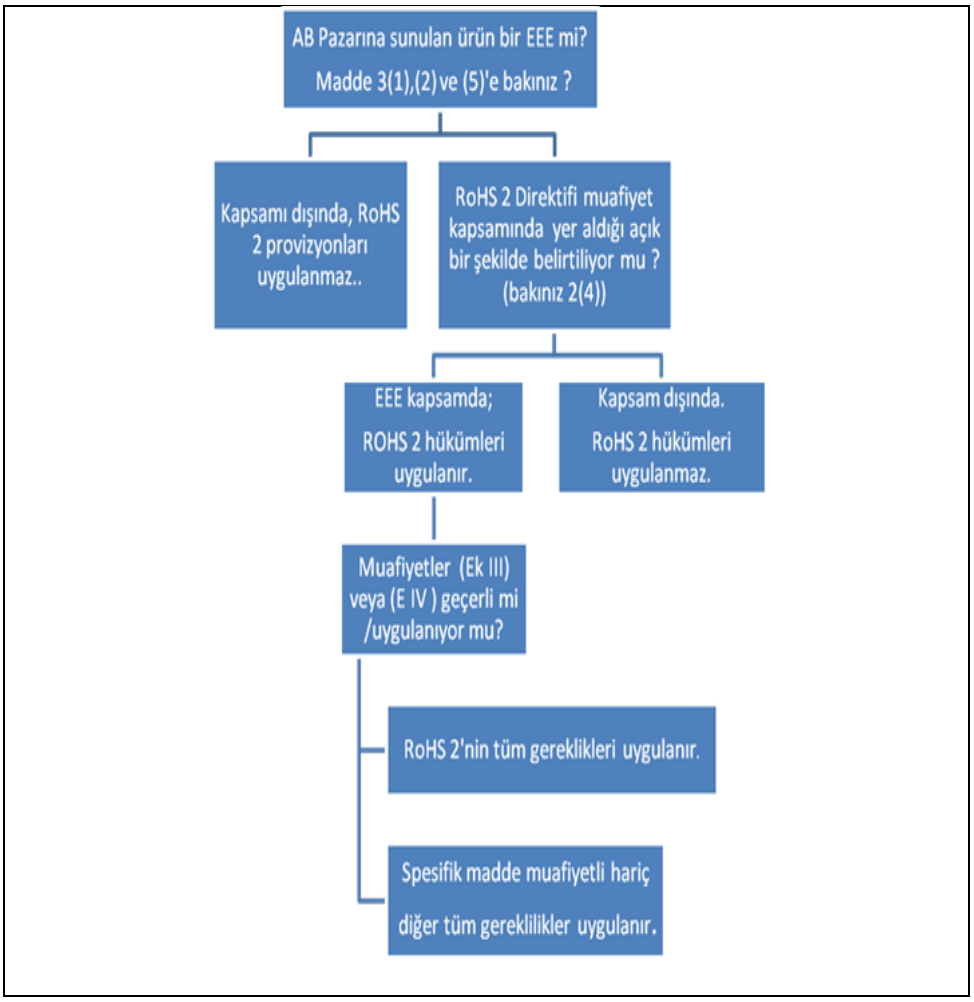
Yeni direktif (RoHS 2) kapsamında, uygulama elektrikli ve elektronik ekipmanların tamamını (tıbbi cihazlar, izleme ve kontrol aletleri dâhil) içine alacak şekilde genişletildi. Böylece ürün kategorisi, eski direktifin kapsamındaki 8 kategoriye üç yeni kategori daha eklenerek 11'e çıkarıldı:

- Büyük ev aletleri
- Küçük ev aletleri
- IT ve telekomünikasyon ekipmanları
- Tüketici ekipmanları

- Aydınlatma cihazları
- Elektrikli ve elektronik araçlar
- Oyuncaklar, eğlence ve spor ekipmanları
- Tıbbi cihazlar
- Endüstriyel izleme ve kontrol aletleri de dahil endüstriyel izleme ve kontrol aletleri
- Otomatik dağıtıcılar
- Yukarıdaki kategorilerin kapsamına girmeyen diğer elektrikli ve elektronik ekipmanlar [10].

RoHS 2 Direktifi, eski direktifte (2002/95/EC sayılı Direktif) olduğu gibi aynı tehlikeli maddeleri kısıtlamakta olup, Temmuz 2014'e kadar gözden geçirilecektir. RoHS 2 Direktifi Ek-II'de yer alan kısıtlanmış 6 tehlikeli madde ve homojen materyal içinde ağırlıkça tolere edilen maksimum konsantrasyonlar aşağıdaki gibidir:

- Kurşun (% 0,1)
- Civa (% 0,1)
- Kadmiyum (% 0,01)
- (+6) Değerlikli Krom (% 0,1)
- Polibromlıbifeniller (PBB) (% 0,1)
- Polibromludifenil eterler (PBDE) (% 0,1) [5]
- RoHS 2 Direktifi uyumu için gereklilikler:
- CE İşareti
- AB Uygunluk Deklarasyonu (EU Declaration of Conformity "EU DoC")
- Dâhili üretim kontrolü
- Teknik dokümantasyon
- RoHS 2 gerekliliklerinin ürününüze uygulanıp uygulanmadığını aşağıda belirtilen karar ağacını takip ederek bulabilirsiniz [11].



Şekil 2.2: RoHS 2 karar ağacı.

3.E-ATIK YÖNETİMİ

E-Atık ya da İngilizce tanımıyla WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), kullanım ömrünü tamamlamış olan, içerisinde bir veya daha fazla elektrik iletim elemanı bulunduran ürünlere verilen addır. E-atıklar için kabul edilmiş kesin bir kapsam olmamakla beraber bozuk, kırık, tamir edilemez olarak görülen veri işleme, telekomünikasyon, iş, eğlence veya ev için kullanılan elektrikli ve elektronik tüm araç gereçler (TV, Çamaşır makinası, ütü, elektrikli mutfak aletleri vb.) genel olarak bu gruba dâhil edilmektedir.

Çevre, içinde bulunduğumuz tüm canlı ve cansız varlıkların birbirleriyle ilişkilerini içine alan ortamı ifade etmektedir. Çevrenin doğal yapısının ve ekolojisinin bozulması, dengesinin değişmesi durumunda tüm canlılar bu olumsuzluklardan etkilenmektedir. Elektrikli ve elektronik ekipmanların bazıları kurşun, berilyum, baryum ve cıva gibi çevre ve insan sağlığını tehdit eden toksik maddeler içermektedir. Bu elementler uygun yöntemlerle ayrıştırılıp, bertaraf edilmedikleri takdirde, insan ve çevre sağlığı üzerinde çok ciddi bir tehdit unsuru oluşturmaktadır.

Dünyada ve Türkiye'de elektronik eşya sektörü büyürken, e-atıkların çöp içindeki oranı hızla artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde e-atıklar katı atıkların ortalama % 1'ini oluştururken bu oranın 5 yıl içinde ikiye katlanması beklenmektedir. Elektronik atıkların iki ana özelliği vardır:

- Tehlikeli ve toksik maddeler içerebilirler.
- İçerdikleri metal, cam, plastik ve yeniden kullanılabilen diğer malzemelerden dolayı değerlidirler.

Bu nedenle e-atıklar hem insan, çevre ve doğayı tehdit eden bir tehlike, hem de yeni iş imkânı sağlayacak ve yüksek getiri potansiyeli olan bir sektör olarak görülebilir. Dünya genelinde e-atıklarla ilgili iki ana faaliyet yürütülmektedir.

Yeni üretilmekte olan elektronik eşyalarda tehlikeli ve toksik maddelerin kullanımı yasaklanmaya çalışılmakta, yeni ürün tasarımında geri dönüşümün göz önüne alınması özendirilmektedir.

Diğer yandan ürünler atığa dönüştüğünde bunların toplanması, işlenmesi, yeniden kullanımı, tehlikeli atıkların insan, çevre ve doğayı riske sokmadan bertarafı konusunda yeni teknolojiler geliştirilmekte, yatırımlar yapılmaktadır.

E-atıkların büyük bir çoğunluğu teknolojinin de gelişmesine paralel olarak daha ömürlerini doldurmadan atık kategorisinde yer alabiliyorlar. Hızlı teknolojik değişimlerin doğurduğu bu sonuç oluşan e-atığın hızlı bir şekilde çoğaldığını gözler önüne seriyor. Özellikle e-atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü ya da bertarafı noktasında iyi değerlendirilip hangi yöntemin kullanılması gerektiği iyi belirlenmelidir. Geri dönüşüm ya da bertaraf tercihi yeniden kullanılıp kullanılamayacağı iyi bir değerlendirme yaptıktan sonra başvurulacak bir yöntem olmalıdır. Özellikle bilgisayar, elektronik ev eşyaları ve telekomünikasyon ekipmanları gibi atıkların iyi bir analiz sürecinden geçirildikten sonra bertaraf yöntemine karar verilmelidir.

3.1. Atık Miktarı

Dünyada ve ülkemizde hızla gelişen teknoloji e-atık miktarının artışı ve çeşitliliği noktasında önemli uyarılar vermektedir. Bundan 20-30 yıl önce 10 sene boyunca kullandığımız beyaz eşyalar, 10 yıl önce 4-5 sene kullandığımız cep telefonları yerini çok kısa periyotlarla değiştirdiğimiz birçok teknolojik ekipmana bırakmış durumda. Bunun yanında yeni doğan ekipmanlar, gelişen telekomünikasyon cihazları ve önümüzdeki yıllarda atık olarak karşımıza çıkabilecek yüzlerce yeni elektronik ekipmanı atık olarak elimizde bulacağımız aşikâr.

Özellikle gelişmiş ülkelerde e-atık sirkülasyonu daha önceleri başlamış durumdaydı. O ülkelerde oluşturulan atık yönetim planları, kurulan geri dönüşüm sistemleri bu atıklarla başa çıkabilmelerini kolaylaştırdı. Asıl sıkıntılı durumların oluştuğu ülkeler ise gelişmekte olan ve gelişmemmiş ülkelerde ortaya çıkıyor. Teknolojinin gelişim periyodu noktasal değil dünya üzerindeki hemen hemen her ülkeyi etkileyen bir durum haline geldi. En gelişmiş ülkedeki cihazlar bile gelişmekte olan ya da gelişmemiş ülkelere çok hızlı bir şekilde ulaşabiliyor. Bu da teknolojinin gelişimi ve gelişmişliği çokta orantılı olarak gitmediğini gösteriyor. Bu durum sistemlerini hazırlamamış, yasal alt yapısını oluşturmamış ülkeler adına oldukça sıkıntılı durumlar ortaya çıkartıyor. Bir de bunun üzerine gelişmiş ülkelerin

ellerindeki fazla atıkları gelişmemiş ülkelere gönderebilme çabasında hesaba katarsak bu ülkelerin e-atık çöplüğüne dönme ihtimaliyle karşı karşıya olduğumuzu rahatça görebiliriz.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı, Dünya çapında yaklaşık 20-50 milyon ton arasında e-atık oluştuğunu ve yıllık artış miktarının diğer atıklardan 3 kat daha fazla olduğunu belirtmiştir.

3.2. Atık İçeriği

Avrupa Plastik İmalatçıları Birliği (APME – The Association of Plastics Manufactures in Europe), Uluslararası Bakır Çalışmaları Grubu (ICSG-International Copper Study Group) verilerine ve Almanya'da gerçekleştirilen materyal içeriği analizlerine göre Batı Avrupa'da ve Almanya'da elektrikli ve elektronik ekipmanlardaki yer alan materyaller Tablo 1.10'de verilmiştir. Tablo 1.11'de ise Elektronik Ekipman Geri Dönüşüm Sanayicileri Birliği (ICER –Industry Council For Electronic Equipment Recycling) verilerine göre elektrikli ve elektronik ekipman türlerine göre materyal içeriği verilmiştir [12].

Tablo 3.1: EEE materyal içerikleri.

Malzeme	APME (ağırlıkça %)	ICSG(ağırlıkça%)	Almanya(Ağırlıkça %)
Demirli Metal	38	48	47
Demirsiz Metal	28	15	9,5
Plastik	19	20	20
Cam	4	5	8,5
Tahta	1	3	-
Diğer	10	9	14

Tablo 3.2: EEE kategorilerine göre materyal içerikleri.

EEE türü	Malzeme ve yüzdesi				
	Demirli Metal	Demirsiz Metal	Cam	Plastik	Diğer
Büyük e v aletleri	61	7	3	9	21
Küçük ev aletleri	19	1	0	48	32
Bilişim Teknolojisi cihazları	43	0	4	30	20
İletişim cihazları13	13	7	0	74	6
Kahverengi eşya (TV,Radyo vb.)	11	2	35	31	22

3.2.1. AEEE' lerin İçindeki Tehlikeli Maddeler

Elektrikli ve elektronik atıklar değerli bileşenlerinin yanında ağır metaller, Kloroflorokarbonlar (CFC) gibi gazlar, yağ ve bromlu yanmayı geciktiriciler gibi çeşitli kirleticileri de bünyelerinde barındırmaktadırlar. Tablo 3.3'de AEEE'lerde bulunan bazı tehlikeli maddeler bulunmaktadır.

Tablo 3.3: AEEE'lerde bulunan tehlikeli maddeler.

Tehlikeli Madde	**Açıklama**
Kadmiyum (Cd):	Kadmiyum insan vücudunda böbrekte birikir, insanı zehirler ve kansere sebep olur. İskelet sistemi üzerinde de olumsuz etkilere sahip olup kırılgan kemiklere neden olur. Biyolojik olarak birikir ve aktarılır. Yüzeye bindirilmiş aletler, yonga dirençleri, kızılötesi detektörleri, yarı iletkenler ve eski tip katot ışını tüpleri kadmiyum içerir. Ayrıca plastiklerde stabilizatör olarak kullanılır.
Bromlu Alev Geciktiriciler (BFR)	İnsan sağlığı açısından kanserojen ve nörotoksik olup üreme üzerinde negatif etkiye sahiptirler. Normal gelişme için hormonal fonksiyonları önemli derecede etkiler. Gömme alanlarından çözünerek sızarlar ve buharlaşarak belirli mesafelere yayılırlar. Biyolojik olarak birikir ve aktarılırlar. Yakılmaları halinde dioksin ve furan oluşumuna sebebiyet verirler. BFR işyeri ve ofislerdeki bilgisayarlar üzerindeki tozlarda bulunmaktadır
Krom (Cr+6):	Deriyle temas halinde alerjik reaksiyona sebep olur. Genotoksik olduğundan DNA hasarı ve astimik bronşite sebep olabilir. Hücre içerisine kolaylıkla emilir ve zehirleyici etkiye sahiptir. Korozyon koruması ve işlenmemiş galvaniz çelik levhalar ve serleştirilmiş çelik için kullanılır
Kurşun (Pb):	Kurşunun sağlık üzerine olumsuz etkileri iyi bilinmektedir. Sinir sistemi, endokrin ve dolaşım sistemi hasarına neden olur. Çocuklarda beyin hasarı ve üreme bozuklukları nedeniyle kurşun içeren birçok ürün yasaklanmıştır. Doğada birikir ve bitki, hayvan ve mikroorganizmalar üzerinde yüksek derecede zehirleyici etkiye sahiptir. Katot ışını tüpleri, eski lehimler ve entegre devreler kurşun içerir.
Cıva (Hg):	Düşük dozlarda bile zehirlidir ve beyin ve böbreklere zarar verir. Vücutta birikir ve anne sütüyle geçebilir. Bir çay kaşığının 70'te biri bile 80.000 m2 alana sahip bir göldeki suyu kirleterek yaşayan organizmalar tarafından biriktirilmesine sebep olur.
Berilyum (Be):	Ana kart ve bağlantılarda bulunur. Son zamanlarda berilyum kanserojen olarak sınıflanmaktadır.

Nikel (Ni):	Endokrin, bağışıklık sistemini, deri ve gözler üzerinde olumsuz etkiye sahiptir.
Baryum (Ba):	Katot ışını tüplerinde radyasyonu azaltmak için kullanılır. Kısa süre baryuma maruz kalma beyin şişmesine, kas zayıflığına, kalp ve karaciğer hastalığına neden olabilmektedir
Plastikler:	Bir bilgisayarda ortalama 7 kg civarında PVC içeren plastik bulunur. Belli sıcaklıkta yandığında dioksin oluşur. Plastik birleşimleri baskılı devrelerde kullanılır. PVC en tehlikeli plastiktir.

3.2.2. AEEE'lerden Kaynaklı Ağır Metallerin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkisi

AEEE'lerde bulunan önemli kirleticilerden ilkini ağır metaller oluşturmaktadır. Bu bakımdan Guiyu eyaletleri uygun olmayan geri kazanım yöntemleri nedeniyle literatürde iyi bilinmektedir. Wong ve arkadaşları, AEEE geri kazanımın uygun olmayan koşullarda yapıldığı Guiyu (Çin) bölgesindeki Lianjiangand ve Nanyang nehirlerinde çözünmüş ağır metali miktarını Guiyu dışından aldıkları örneklerle karşılaştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda Lianjiangand ve Nanyang nehirlerinin Guiyu dışındaki diğer tatlı su kaynaklarına oranla daha fazla ağır metal konsantrasyonu içerdiğini göstermektedir. Wong ve arkadaşları aynı bölgede yaptıkları bir başka çalışmada ise nehir sedimentlerinin ciddi derece Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn ile kontamine olduğunu saptamışlardır 2004 yılında Hu ve arkadaşları ise Guiyu çevresinde yaşayan 1-6 yaş arasındaki çocukların kanlarındaki kurşun seviyesini araştırmışlar ve çocukların % 81,8'inin kanında kurşun seviyesinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmalarında ise Guiyu bölgesinde geri kazanım yerlerinin yakınlarında yaşayan 1-7 yaşındaki çocukların kanındaki kurşun ve kadmiyum seviyelerinin diğer gölgelere göre daha yüksek olduğu tespit etmişlerdir.

Ağır metal ile kontamine olan topraklarda yetişen ekinlerin bu metalleri bünyesine alarak biriktirdiği, insan ve hayvan sağlığı için risk oluşturduğu bilinmektedir. Fu ve arkadaşları yakınlarında geri kazanım çalışmalarının yapıldığı Tauzu bölgesinde kırsal köy alanlarında yetişen pirinçlerdeki ağır metalleri araştırmışlardır. Toprak örneklerinde tespit ettikleri ağır metaller (As, Ba, Cd, Cu,

Pb, Ni, Mn, Hg, Cr, Co) arasında Cd, Cu, Hg'nin ciddi miktarda toprağa kontamine olduğunu görmüşlerdir. Cr, Ni, Cr'nin ulusal standartlarında belirtilen maksimum izin verilen konsantrasyonu sınır değerlerini aşmadığı ancak daha önceki çalışmalarıyla kıyaslandığında topraktaki miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Ulusal gıda güvenlik standartları açısından, inceledikleri tüm pirinç örneklerinde Pb'nin maksimum izin verilen konsantrasyonu sınır değerlerin çok üstünde olduğu görmüşlerdir. Fu ve arkadaşları bölgede yaşayanların günlük aldıkları Pb hesapladıklarında bunun FAO (Foodand Agriculture Organization) tarafından önerilen tolere edilebilir günlük alımın (TDI) üzerinde olabileceği sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde Zhang Jun-hui ve arkadaşları da yaptıkları çalışmalarında e-atık geri kazanımın tarım alanı üzerinde tehlikeli sonuçlarını ve ağır metal kontaminasyonunu kanıtlamaktadır [13].

3.2.3. AEEE' lerden Kaynaklı BFR'ler ve PCF'lerin Etkisi

Bromlu alevlenmeyi geciktiriciler (BFR) brom içeren organik bileşiklerdir. Polimer ve diğer materyale ilave edilerek tekstil, inşaat ve yalıtım malzemesi, araç ekipmanı, elektrikli ve elektronik ekipmanlar gibi çeşitli uygulamalarda materyalin yanmaya karşı direncini arttırmak için kullanılırlar. Bromlu alevlenmeyi geciktiriciler heterojen bir halojenli organik bileşikler ailesinden meydana gelmektedir. Bunlar arasında,

- PBDE'ler (polybrominateddiphenylethers)
- PBB'ler (polybrominatedBiphenyls)
- HBCD'ler (hexabromocyclododecane)
- TBBPA'ler (tetrabromobisphenol A) polimerlerde sıklıkla kullanılırlar.

Elektrikli ve elektronik atıkların kontrolsüz ayrıştırılması, açık ortamda yakılmaları veya düzensiz depolanmaları sonucu yanmayı önleyiciler çevreye karışabildiği veya gıda yoluyla insanlara geçebildiği bilinmektedir. Yapılan çalışmalar PBDE'lerin balıklarda birikebileceğini ve besin zinciri ile insanlara geçebileceğini göstermektedir.

Luo ve arkadaşları Guiyu bölgesin de e-atık geri kazanım tesislerine yakın nehirlerden topladıkları balıklarda biriken PBDE miktarının dünya üzerinde diğer

bölgelerde rapor edilenlere göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Ayrıca balıkların dokularındaki yağ oranı arttıkça PBDE'lerin birikiminin de arttığını görmüşlerdir. Zhao ve arkadaşları Zhejiang bölgesinde elektronik atık ayrıştırma sitelerinin yakınlarında topladıkları 191 yiyecek örneğini kontrol sitesinden aldıkları örneklerle karşılaştırmıştır. Kirleticinin bünyeye günlük alınım değerlerini hesaplandıklarında bu değerlerin PBB'ler (385,5 ng/gün,) PBDE'ler (195,9 ng/gün) ve PCB(Printed Circuit Board)'ler (12.372,9 ng/gün) için kontrol sitesinden elde ettikleri değerlere göre 2-3 kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bulgularını literatürdeki diğer çalışmalar ile karşılaştıran Zhao ve arkadaşları elektronik atıkların uygun olmayan biçimde ayrıştırılıp geri kazanımının yapıldığı bölgelerde yaşayanların diğer bölgelerde yaşayanlara göre bu kirleticilere daha fazla maruz kaldıklarını belirtmektedir [14].

Şekil 3.1: EEE. ayırma işlemi.

3.3. Atık Azatlımı, Geri Dönüşümü, Yeniden Kullanımı Ve Bertaraftı

Atık yönetiminde yasal alt yapı ve ilgili paydaşların sorumluluklarının atık yönetiminin sürdürülebilir olması açısından önem taşımaktadır. AEEE yönetimi için (Almanya, İsviçre, Japonya gibi) bazı ülkeler yasal altyapılarını oluştururken bazı

ülkeler ise yasal alt yapı hazırlıklarını sürdürmektedir (Türkiye gibi). AEEE, ambalaj atığı, atık piller gibi çeşitli atıkların yönetiminde önemli bir çevre koruma stratejisi haline gelmektedir. Genişletilmiş üretici sorumluluğu, ürününden tüm yaşam ömrü boyunca, özellikle ürünün tekrar geri alınması, geri kazanılması ve nihai bertarafının yapılmasında üreticinin sorumlu olduğu bir çevre koruma stratejisi olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla üreticinin ürün sorumluluğu geçmiş müşteri aşamasına kadar uzamaktadır. Genişletilmiş Üretici Sorumluluğunun 2 temel prensibi;

- Atık yükünün finansman yükümlülüğünün bir bölümünü üstlenen belediyelerin yükünü azaltmak,
- Doğal kaynak tüketen üreticileri ikincil malzeme kullanmaya teşvik etmek ve atığı azaltacak biçimde ürün dizayn etmelerini sağlamaktır.
- Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu en genel ambalaj atıklarına uygulanmaktadır. Bununla birlikte AEEE, hurda arabalar gibi atıkların yönetiminde de Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu kullanılmaktadır.
- Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütüne (OECD) göre Genişletilmiş Üretici Sorumluluğunun 4 prensip hedefi bulunmaktadır.
- Kaynak azaltmak.
- Atık önlemek.
- Daha çevreci ürün dizayn etmek.
- Sürdürülebilir Gelişmeyi attırmak için döngüyü tamamlamak.

Aşağıdaki tabloda genişletilmiş üretici sorumluluğu yaklaşımları yer almaktadır [15].

Tablo 3.4: Üretici sorumluluğu yaklaşımları.

GÜS yaklaşım tipi	**Araç tipi**	**Uygulama Örneği**
Ürün Geri Alma Programı	Zorunlu Geri Alma	Ambalaj (Almanya)
	Gönüllü veya pazarlıklı geri alma	Ambalaj (Hollanda, Norveç)
Düzenleyici Yaklaşım	Minimum Ürün Standardı	EEE, Piller
	Belirli tehlikeli materyal veya ürünü yasaklama	Pillerdeki Cd (İsveç)
	Bertaraf yasağı	Düzenli depolama sahalarında AEEE (İsviçre)
	Zorunlu tutulmuş geri kazanım	Ambalaj (Almanya, İsveç, Avusturya)
Gönüllü Endüstri Uygulamaları	Gönüllü uygulama ilkeleri	
	Finansal kiralama, hizmet satımı, etiketleme	Fotokopi makinesi, araç
Ekonomik Araçlar	Depozito, iade düzeni	İçecek ambalajları (Kore, Kanada)
	İleri geri kazanım ücreti	EEE (İsveç, İsviçre)
	Bertaraf ücreti	EEE (Japonya)
	Materyal vergisi/sübvansiyonlar	

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında çok çeşitli mekanik ve fiziksel geri kazanım yöntemlerinden yararlanılmaktadır. AEEE geri kazanımı atığın oluşması geri dönüşüm tesisine nakliye edilmesi ve sınıflandırılmasıyla başlamaktadır. Atık içindeki materyallerin serbest hale getirilmesi, ardından da boyutlarının küçültülmesi ve boyut farkına göre ayırma işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Geri dönüşüm işleminde, değerli materyaller ile değersiz materyallerin birbirinden ayrılması amaçlandığı gibi değerli olan materyallerin ayrı saflıkta birbirinden ayrılması da öngörülmektedir. Bu nedenle, materyallerin özelliklerine bağlı olarak, bir veya birkaç yöntem birlikte uygulanabilmektedir.

Günümüzde atık yönetimi piramidinde tekrar kullanım geri kazanım ve geri dönüşümden de önce gelmektedir. Oluşan elektrikli ve elektronik atıkların bir bölümü bazı parçaları değiştirilmek suretiyle ikinci el olarak tekrar kullanılabilmektedir. Özellikle kırsal kesimlerde veya düşük gelir durumunda olanlar için tamir sonrası eski elektrikli ve elektronik ekipmanlar ikinci el piyasasına sürülebilmektedir. Deng ve arkadaşları çalışmalarında, eski buzdolapları için geri kazanım ve tekrar kullanımı da içeren çeşitli senaryoları değerlendirmişlerdir. Kullanım süresi az (8 yıl ve altı) ve kompresörü iyi durumda olan buzdolaplarının

tamirden sonra tekrar satılmasının ekonomik olarak en iyi seçenek olduğunu tespit etmişlerdir.

3.3.1. Bir Örnek Atık Toplama ve Miktar Belirleme Çalışması - Kadıköy Belediyesi E-Atık Yönetim Projesi

Kadıköy Belediyesi 2008 yılından itibaren ilçede e-atıkları toplamaktadır. 01.06.2008 tarihinde başlatılan bu çalışmalar Avrupa Birliği Şehir ve Belediyeler Hibe Programı kapsamında İsveç-Torsby Belediyesi ortaklığıyla bir proje geliştirilerek başlatılmış ve yaklaşık 2 yıl sürdürülen "Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıklarının Yönetimi'' projesi, Avrupa Birliği tarafından da desteklenmiştir.

Projeyle, atık elektrikli ve elektronik eşyalar (AEEE) ile ilgili konularda; kamu bilincini artırmak, AEEE miktarını azaltmak, EEE'nin yaşam süresini uzatmak, sürdürülebilir bir çevre ve kent ekonomisi oluşturmak amaçlanmıştır. Hibe projesi kapsamında, atık toplama aracı alınmış, toplama ve ayrıştırma istasyonu kurulmuştur.

Projenin İstanbul ili Anadolu yakasında duyuruları yapılmış, bilinçlendirme ve eğitim toplantıları yapılarak, evlerden ve işyerlerinden ücretsiz olarak toplanan ikinci el bilgisayar ve ekipmanları ayrıştırılarak yeniden kullanılabilir duruma getirilmiş ve "Anadolu'ya Yardım Kampanyası" kapsamında ihtiyaç sahibi okullara gönderilmiştir.

2008 ila 2010 yılları arasında yapılan AEEE çalışmaları kapsamında; 228358 parça AEEE sınıfında malzeme toplanmış, 673 adet bilgisayar da yeniden kullanıma sunularak projenin günümüze kadar sürdürülebilirliği de sağlanmıştır.

İlçede AEEE'lerin toplanması ve taşınması çalışmaları; yönetmelik gereği e-atıklar, elektrikli ve elektronik eşya taşımak için özel olarak tasarlanmış lisanslı araçlarla (2 adet) ve ADR(Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması) teknik eğitimini alarak, AEEE araçlarını kullanmaya yetkinlik kazanmış kişiler tarafından yapılmaktadır

Vatandaşların Atık Getirme Merkezi'ne ya da toplama noktalarına bırakamadıkları ve alınmasını talep ettikleri (özel kuruluşlar, kamu kurumları ve konutlar) her türlü atık elektrikli ve elektronik eşyalar randevu verilerek, belirlenen rotaya göre lisanslı e-atık aracımızla ücretsiz bulundukları adreslerden alınarak, Atık

Getirme Merkezi'ne getirilmektedir. Gene ilçe sınırları içerisinde belirlenen yerlerde oluşturulan toplama noktalarından alınan AEEE atıkları da, e-atık toplama aracımızla alınıp, Atık Getirme Merkezi' ne götürülmektedir.

Atık elektrikli ve elektronik eşyalarda atık kompozisyonu çok çeşitli olmasına rağmen daha çok bilgisayar ekipmanları, monitörler ve telekomünikasyon cihazlarının geri dönüşümü gerçekleşmektedir. AEEE İşleme Tesisinde AEEE'leri geri dönüşüme kazandırmak üzere, Florasan Kırıcı, Bakır Kırıcı, CRT (Monitör Kırıcı), Plastik Kırıcı cihazları bulunmaktadır.

2012 yılında Atık Koordinasyon Merkezi'ne (AKM) gelen toplam 280 talep ve bildirim neticelendirilerek, 474 adet AEEE geri dönüşüme kazandırılmak üzere Merdivenköy'de bulunan AEEE Getirme Merkezi'ne yönlendirilmiştir [16].

Tablo 3.5: Yıllara göre kadıköy ilçesinde toplanana EEE miktarı.

2013 Yılı ilk 3 ayı itibarıyla Kadıköy İlçesi'nde 17.917 kg. atık elektrikli ve elektronik eşya toplanmıştır.
2012 yılında Kadıköy İlçesi'nde 53.917 kg. atık elektrikli ve elektronik eşya toplanmıştır.
2011 yılında Kadıköy İlçesi'nde 62.500 kg. atık elektrikli ve elektronik eşya toplanmıştır
2010 yılında Kadıköy İlçesi'nde 94.438 kg. atık elektrikli ve elektronik eşya toplanmıştır.
2009 yılında Kadıköy İlçesi'nde 42.200 kg. atık elektrikli ve elektronik eşya toplanmıştır.

Alınmış olan tüm talepler doğrultusunda yukarıda belirtilen AEEE atıkları yasal prosedür çerçevesinde toplanarak ayrıştırılmış ve çevre sağlığı korunarak bertaraf edilmeleri sağlanmıştır.

Mevcut durumda Kadıköy'de 10 ayrı yerde AEEE Getirme noktası oluşturuldu.

Getir Bırak Noktaları: Belediye Binası - Koşuyolu Mahalle Evi - Merdivenköy AEEE Getirme Merkezi - Sahrayıcedid Muhtarlığı - Erenköy Gönüllü Evi- Feneryolu Gönüllü Evi - Zühtüpaşa Gönüllü Evi - Marmara Üniversitesi - Doğuş Üniversitesi - Lions Kuyubaşı Merkez Binası (Toplam 10 adet)

Ömrünü tamamlamış atık elektrikli ve elektronik eşyalarınızı geri dönüşüme gönderdiğiniz takdirde;

- Doğal kaynaklarımızı korur,
- Enerji tasarrufu sağlar,
- Atık miktarları azaltılarak geri dönüşümle geleceğe yatırım yapmış olursunuz.
- Günümüzde Avrupa ülkelerinde elektronik atıkların toplanmasının oluşumuna.

oranı, 1/3'lük bir orandır. 2016 yılına kadar e-atıkların toplanmasın da beklenen oran ise % 85 olup, geri dönüşümünün sağlanması beklenen oran ise % 55 ila % 75 arasındadır.

Türkiye'de yıllık 500 bin ton elektronik atık meydana geliyor ve bunun sadece % 1'i (5 bin ton) geri dönüştürülebiliyor.

İletişimin vazgeçilmezi cep telefonu geri dönüşümünde; 1 ton cep telefonundan 230 gr 1 ton eski maden atığından 62 gr. değerli atık kazanılmaktadır [17].

4.METARYAL – METOD

Bu çalışmada örnek bir Telekomünikasyon Şirketi üzerinden e-atıkların yönetim ve ekonomik kazanç analizleri yapılmıştır.

4.1. Örnekleme Yapılan Şirket

4.1.1. Şirket Yapısı

Örneklemesi yapılan şirket Türkiye'nin bütün bölgelerini içeren bir yönetim şekline sahiptir. Tüm bölgelerde geniş alt yapı sistemleri ve bina lokasyonları vardır. Tüm bölgelerde ki yönetim anlayışı ufak farklar dışında aynı şekilde oluşturulmuştur.

İstanbul 1, İstanbul 2, Batı 1, Batı 2, Anadolu Merkez 1, Anadolu Merkez 2, Güney 1, Güney 2, Kuzey 1, Kuzey 2 ve Doğu 1 ve Doğu 2 olmak üzere 12 temel bölgede Müdürlükler kurulmuştur. Bölgeler İl Müdürlükleri ve Telekom Müdürlüklerinde oluşmaktadır. Bölge Müdürlüklerine bağlı İhtisas Müdürlükleri koordinasyon görevini üstlenmişlerdir.

Tablo 4.1: Şirket bölge yapılanması.

AND. MERK-1	Ankara, Bartın, Bolu, Çankırı, Düzce, Eskişehir, Karabük, Kastamonu, Kırıkkale, Zonguldak
AND. MERK-2	Aksaray, Kayseri, Kırşehir, Malatya, Nevşehir, Sivas, Yozgat
BATI-1	Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla, Uşak
BATI-2	Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Kütahya, Yalova
DOĞU-1	Ağrı, Ardahan, Bingöl, Bitlis, Erzincan, Erzurum, Hakkâri, Iğdır, Kars, Muş. Tunceli, Van
DOĞU-2	Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Elazığ, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak
GÜNEY-1	Afyon, Antalya, Burdur, Isparta, Karaman, Konya
GÜNEY-2	Adana, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Mersin, Niğde, Osmaniye
İSTANBUL-1	Edirne, İstanbul Avrupa, Kırklareli, Tekirdağ
İSTANBUL-2	İstanbul Avrupa, Kocaeli, Sakarya
KUZEY-1	Amasya, Çorum, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat
KUZEY-2	Artvin, Bayburt, Giresun, Gümüşhane, Rize, Trabzon

4.1.2. Şirket Hizmetleri

Telekomünikasyon; TELE + COMMUNICATION kelimelerinin birleşiminden ortaya çıkarak dilimize TELEKOMÜNİKASYON olarak girmiş evrensel bir terimdir. Uzak ile bilgi alışverişi (Uziletişim) gibi genel bir anlamı vardır. TELE; normal duyu yoluyla algılanamayacak uzaklık COMMUNICATION; bilgi alış-verişi (iletişim) demektir. Şirketin sunmuş olduğu üç çeşit hizmet vardır. Bunlar;

- Sabit hat (Telefon)
- İnternet
- Geniş Bant Hizmetleri (Dijital yayın vb.) olarak tanımlanmaktadır.

Sabit hat taleplerinin cep telefonlarının yanında hızla azalmaya başlaması şirketin bu hizmet için uyguladığı politikalarında değişmesine sebep olmuştur. Yatırımlar teknolojik olarak daha çok tercih edilen internet ve geniş bant hizmetlerine kaydırılmıştır.

4.1.3. Telefon Santralleri

Telefon insan hayatına 1876 yılında girmiştir. Türkiye ilk defa 1908 yılında kullanılmaya başlanılan telefon, 1911 yılında ilk telefon santralleri olan Kadıköy ve Beyoğlu Telefon Santrallerinin açılmasıyla yaygınlaşmaya başlamıştır.

1970'li yıllarda ilk defa ROTARY denen analog sistemli santraller kurulmuştur. Bu tip santraller büyük hacimde yer kaplıyor olup, sınırlı sayıda müşteriye hizmet verebiliyorlardı. 1980'li yıllarında sökülen rotary tip santrallerin oluşturdukları atıklar hakkında bilgi sahibi olunamıyor.

1980'li yıllardan sonra kurulumu yapılan CROSSBAR(XBAR) Santraller elektromekanik anahtarlama sistemiyle çalışan santraller tipleridir. 2000'li yılların başlarında teknolojik olarak yetersiz kalan bu tip santrallerin sökülme işlemleri tamamlanmıştır. Sökümü yapılan santrallerin büyük bir bölümü daha az gelişmiş ülkelere gönderilerek, yeniden kullanımı sağlanmıştır.

2000'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanan DMS Santraller sayısal anahtarlama sistemiyle çalışmaktadırlar. Sayısal sistemlerin ilk defa kullanılmaya başlandığı bu santral tipleri yeni nesil santrallere geçişte köprü oluşturmuşlardır.

DMS Santrallerinin söküm işlemleri beş yıldır devam etmektedir. Söküm işlemi yapılan DMS Santraller herhangi bir atık yönetim sistemine tabi tutulmayıp, hurda sisteminde satışları yapılmaktadır.

Türkiye'ye ilk defa Kanada'nın Northell Telekom şirketinden 1985 yılında gelmeye başlayan DMS santrallerin kurulumu NETAŞ tarafından yapılmıştır. Bakır kablolar ile çalışan bu sistemler fiber teknolojisi ile uyumlu olmadığından günümüzde yeni nesil santrallere geçiş zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Yeni nesil santraller dediğimiz NGN santraller fiber teknolojisine cevap veren sistemlerdir. Dönüşümleri halen devam etmektedir.

4.1.3.1. DMS Santralinin Çalışma Sistemi ve Bölümleri

DMS Santraller sesin bir yerden başka bir yere ulaştırılmasını sağlayan sayısal anahtarlama mantığıyla çalışan santral sistemleridir. Santral her bir aboneye 1 abone kartı ile ulaşır. Her abonenin santral çatısındaki kart gözlerinde konuşmasını sağlayan ve temel bilgilerini içeren elektronik kartlar mevcuttur. Santrali genel olarak 5 ana kısma ayırmak mümkündür. Bunlar;

- Santral çatısı (sistemlerin yerleştiği metal aksam)
- Santral kartları (konuşmayı ve özel bilgilerin beyni olan PCB kartlar)
- Santral kabloları (iletimi sağlayan bakır kablolar)
- Santral enerji sağlayıcıları (jeneratörler ve konvektörler)
- Santral soğutma sistemleri (santralin sürekli serin kalmasını sağlayan klimalar)

Sesin gideceği yere bağlı olarak 3 tip DMS Santral geliştirilmiştir. Bunlar çalışma mantığı olarak aynı olsalar da görevleri bakımından farklılıklar göstermektedirler. Aşağıdaki tabloda DMS Santral tipleri gösterilmiştir.

Tablo 4.2: DMS santral tipleri.

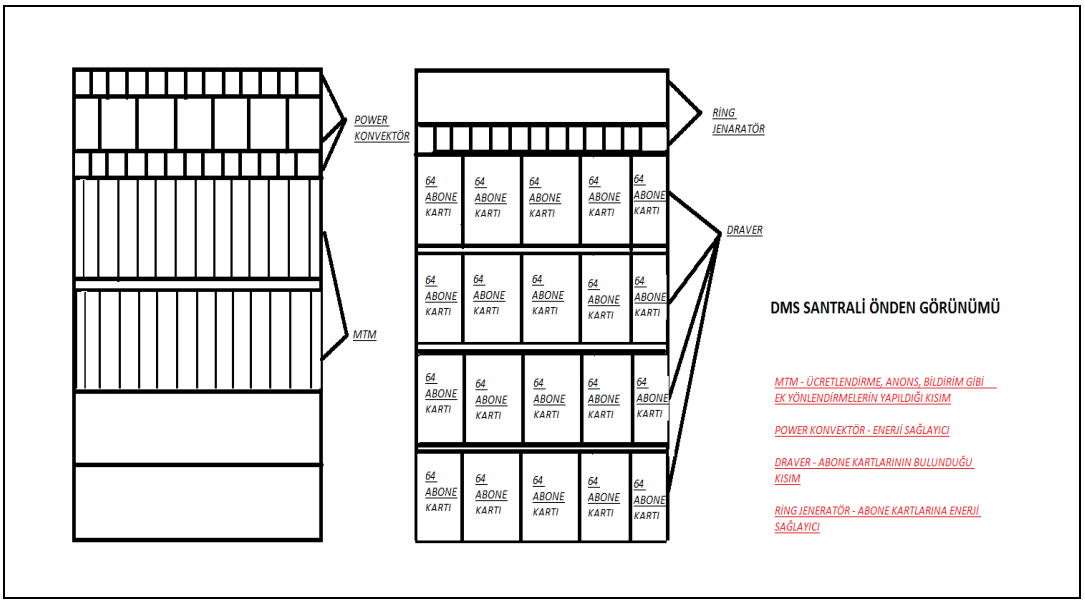
3 TİP DMS SANTRAL SİTEMİ VAR - DMS 100/DMS 200/DMS300
DMS 100 = ABONE SANTRALİ
DMS 200 = TALL TANDEM - LOKAL TANDEM – ŞEHİRLERARASI
DMS 300 = ULUSLARARASI SANTRALLER

Tabloda görülen üç santralden birincisi olan abone santrali, sesin şehir içinde direkt müşteriye ulaştırılmasını sağlayan santraldir. DMS 100 olarak adlandırılan bu santrallerden tüm şehir içi bölgelerde bulunmak zorundadır.

DMS 200 olarak görülen santraller şehirlerarası bağlantı görevini üstlenen santraller olup, sayısı fazla bulunmamaktadır. Şehirlerde birer ikişer tane bulunan bu santrallerin görevi sadece bağlantıyı sağlamaktır.

DMS 300 olarak adlandırılan santraller uluslararası bağlantıyı sağlayan santrallerdir. Güvenlik derecesi oldukça yüksek olan bu santraller ülke çapında 10'u geçmez. En büyük santral sistemleri de bunlardır.

Sesin ulaşmasını sağlayan santral kartları santral çatısı içerisine koyulmuş durumdadır. Onlarca çeşit elektronik kart farklı görevler üstlenmiştir. Aşağıdaki şekilde bir DMS Santralinin önden bakışıyla kart sistemleri görülmektedir.



Şekil 4.1: DMS Santralinin önden görünümü.

Şekilde görülen draver olarak adlandırılan kısım abone kartlarının bulunduğu kısımdır. Her bir sütunda 64 adet kart bulunur. Her bir kart da bir aboneyi temsil eder. Her bir sütunda 320 adet abone kartı mevcuttur. Toplamda şekilde görülen sadece bir çatı olup, 1280 adet abone kartı bulundurur.

Şekil 4.2: Abone kartları.

MTM (Maintenance Trunk Module) diye adlandırılmış olan kısım ise onlarca farklı elektronik kartı barındıran kısımdır. Buranın temel görevi ise telefondaki ek hizmetlerin yönetildiği kısım olmasıdır. Örneğin; bilgilendirme, telesekreter vb. ek hizmetler farklı MTM kartları ile sağlanmaktadır.

Şekil 4.3: MTM kartları.

Bu kartların yanında her bir sütunun beyni olarak adlandırılan PM Network Kartlar da sisteme düşey olarak monte edilmiş durumdadır. Her bir sütuna 1 kart yani 1280 aboneye bir kart olmak üzere tüm sistemi kontrol eden kartlardır.

Yine power konvektör ve ring jeneratör olarak adlandırılan kısımlar ise sisteme enerji sağlayan kısımlar olarak görev yapmaktadır. MTM Kartlarına power konvektör, abone kartlarına ise ring jeneratör enerji sağlar. Aralarındaki fark enerjiyi kullanma şekilleridir.

Şekil 4.4: Enerji sağlayıcı sistemler.

Santral kabloları da abone kartları ve MTM Kartlarının arkasına bağlanıp onlardan aldığı komutu muayene odasına (repertitör) gönderen kablolardır. DMS Santraller için tamamı bakır olan bu kablolar sayısal mantığın taşındığı yerlerdir.

Şekil 4.5: Santral kabloları.

Bunların yanında bu sistemlerin serin kalmasını sağlayan soğutma sistemleri mevcuttur. Santral sisteminden bağımsız olarak düşünülse de sistemlerin bozulmadan sağlıklı çalışmasını sağlayan klimalardır.

4.1.4. Şirket Atık Yönetimi

Örneklemesi yapılan şirkette e-atıkları da içine alan yetersiz bir atık yönetimi uygulanmaktadır. Şirketin yapısına uyumlu olarak ortak atıklar bir elden toplanıp lisanslı firmalara veriliyor.

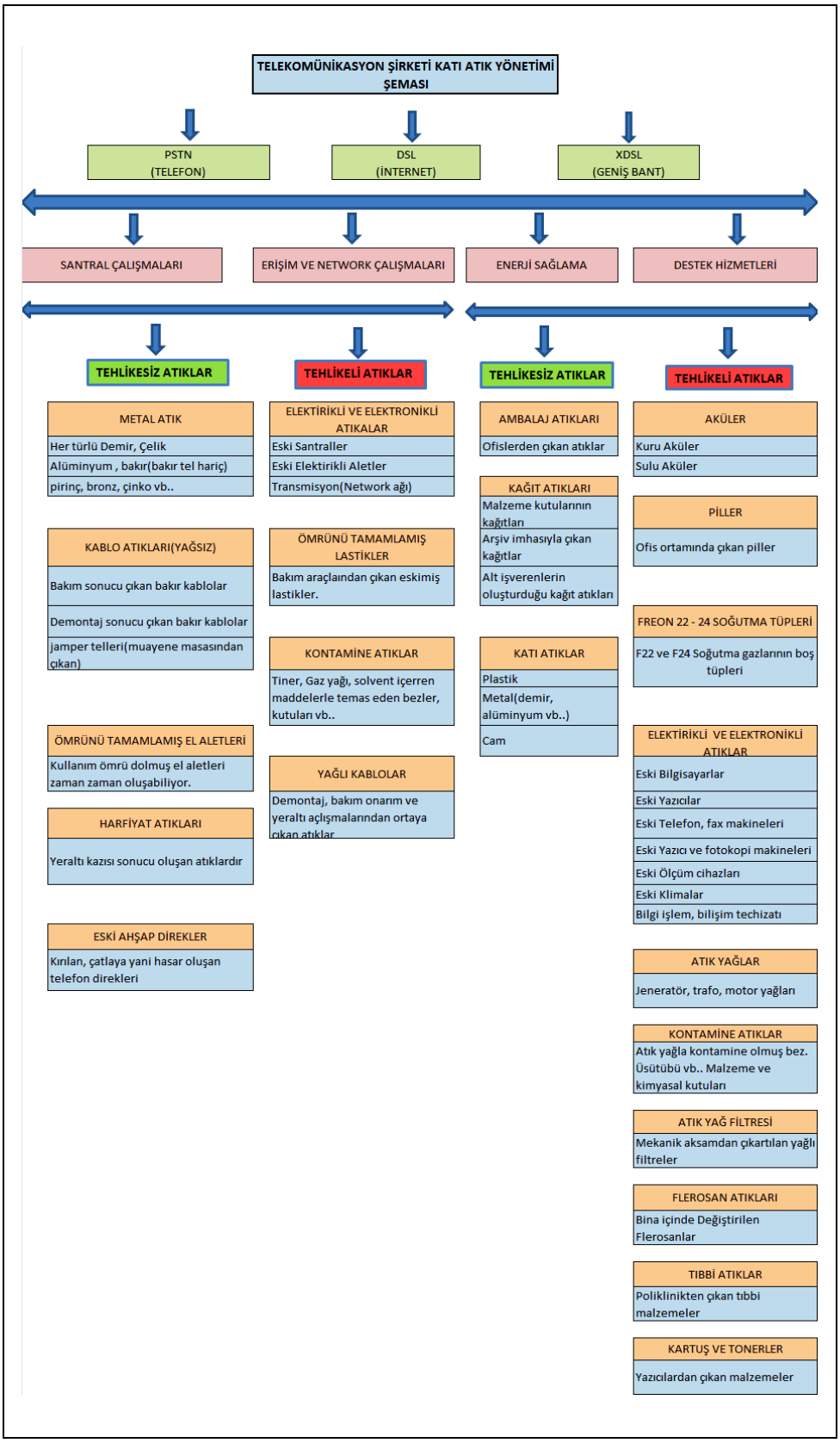
Şirkette farklı türlerde atıklar oluşabilmektedir. Atık su, zehirli gazlar ve sera gazları, tehlikeli ve tehlikesiz katı atıklar şirkette meydana gelen atık kombinasyonunu oluşturmaktadır.

Atık sular sistematik olarak yönetilemiyor. Fakat yemekhane çıkışına konulan bir yağ tutucu ile yağların kanalizasyona gitmesi engellenmeye çalışılıyor. Suların kâğıt üzerinde bir yönetimi olmasa da yemekhaneden çıkan yağlı sular yağ tutucu ile giderilmeye çalışılıyor. Bunun yanında lavabolara gelen sular da basit filtrasyon ve dezenfeksiyon işlemine tabi tutularak kullanıma hazır hale getiriliyor. Lavabo ve tuvaletlerdeki atık su için geri dönüşüm sistemi uygulanmış değilse de planlanan bir proje ile bu kahverengi suların arıtılarak bahçe sulamada kullanılması öngörülüyor.

Şirket hava kirliliğine sebep olabilecek, jeneratörlerden çıkan CO (Karbonmonoksit) gazları, akülerden çıkan H2S (Hidrojen sülfür) gazları yine soğutma sistemlerindeki klimalardan çıkan CO2 (Karbondioksit) gazları doğaya bırakmaktadır. Bu gazlar Karbon Saydamlık Projesi kapsamında Karbon Bankası ile yapılan anlaşmalarla yürütülmektedir. Bu çerçeve de Ortama salınan tüm karbon içerikli atıklar için belli miktarlarda ödeme yapılıyor.

Şirket atıklarının büyük bir bölümünü Katı Atıklar oluşturmaktadır. Katı atıkların tehlikeli ve tehlikesiz atık başlıkları altında Endüstriyel Atık olarak yönetimleri yapılmaktadır. Farlı Müdürlüklerden ortaya çıkan bu atıklar kurulan kapalı bir tehlikeli atık deposunda, yönetmeliklerin belirlediği zaman dilimlerinde bekletilerek, lisanslı firmalara bu depolardan UATF (Ulusal atık Taşıma Formu) ile teslim edilmektedirler. Tehlikesiz atık olarak nitelendirdiğimiz ambalaj atıkları, metal atıkları, kâğıt atıkları, cam atıkları, plastik atıkları ise mevzuatın direktifleri çerçevesin de belediyenin belirlemiş olduğu lisanslı bir firmaya ücretsiz olarak verilmektedir.

Bu atıkların haricinde özel atık olarak nitelendirilen diğer atıklarda oluşmaktadır. Hafriyat atıkları bunlardan miktar olarak en çok oluşan atıklardır. Bu atıklar şirketin yapmış olduğu kazılar sonucu ortaya çıkan atıklardır. Araç lastiklerinin eskimesi sonucu ortaya çıkan lastik atıkları da bir diğer özel atık grubudur.



Şekil 4.6: Atık yönetim şeması.

4.2. Alan Çalışmaları

4.2.1. Fiber Dönüşüm Projesi ve Bakır Kablo Atık Yönetimi

Örneklemesi yapılan şirket, yaklaşık üç yıldır tüm iletişim altyapısını fiber ağ ile değiştirmek için çalışmalarını sürdürmektedir. 2011 yılında belli başlı illerde başlatılan proje bugün Türkiye'nin nerdeyse tamamına ulaşmış durumdadır. Fiber altyapısı tüm şehirlere ulaşsada henüz tüm Türkiye'nin yaklaşık %30'u bu dönüşümden gerçekleştirebilmiş durumdadır.

4.2.1.1. Hedef ve Kapsam

Bu çalışmada 2011 ve 2012 yılı bakır kablo atık verileri kullanılarak şirkette ortaya çıkan bakır kablo atık miktarının analizi, yönetim kademelerindeki eksik ve yanlışlar, çevreye verilen zarar ele alınarak optimum bir mali kazanç ve atık yönetim stratejisi ortaya koymak hedeflenmiştir.

Fiber dönüşümleri sonucu oluşan bakır kablo atıkları iki grupta değerlendirilmektedir. Bunlar;

- Yağsız bakır kablo atıkları – Tehlikesiz Atık
- Yağlı bakır kablo atıklarıdır – Tehlikeli Atık

4.2.1.2. Envanter Analizi

4.2.1.2.1. Veri Toplama

Bu çalışmada şirketin yapısı ele alınarak Türkiye genelinde faaliyetine devam eden bölgelerden 7 il seçilmiş olup, analizler bu yedi il üzerinden yürütülmüştür. Seçim ülkenin nüfus, kozmopolit yapı ve bölgesel farklılıkları göz önüne alınarak yapılmıştır. Analizlerin yapılmasını sağlayan veriler şirketin veri deposu olarak çalışanlarına açık sitesinden ve ilgili müdürlükteki uzman ve yönetici seviyesi çalışanlardan elde edilmiştir.

4.2.1.2.2. Varsayımlar

Bu çalışmada maliyet analizleri yapılırken yağlı kablolar yağsız olarak düşünülmüştür. Yağlı kabloların şirket içerisinde tehlikeli atık olarak toplanamıyor olması yağlı kabloların yağsız gibi işlem görerek satışının gerçekleşmesine neden olmaktadır.

Maliyet analizleri yapılırken formül hesaplamalarında kullanılan bakır fiyatları Londra borsasından alınmış olup, 2013 yılı haziran ayı içerisinde sabit bir gün değerlendirmeye alınmıştır.

Maliyet hesaplarında diğer işletme giderleri dikkate alınmamıştır. Taşıma, toplama, biriktirme, geri dönüşüm.

4.2.1.2.3. Hesaplama Yöntemi

Bu çalışmada elde edilen bütün parasal veriler TL cinsinden ifade edilmiştir. Hesaplamalar yapılırken şirketin kullanmış olduğu formül dikkate alınmış, karşılaştırmalar da sadece baz fiyatlar değiştirilmiştir. Olması gereken baz fiyatın belirlenmesinde ülke içi piyasa koşulları dikkate alınmıştır.

Parasal analizler yapılırken taşıma, geri dönüşüm yada bertaraf işlemleri, biriktirme, toplama gibi atık yönetim adımlarında ki giderler dikkate alınmamış çıkan bakır kablo üzerinden net değerlendirmeler yapılmıştır.

4.2.2. Santral Dönüşümleri ve E-Atık Oluşumları

Örneklemesi yapılan şirketin sağladığı en kapsamlı hizmet sabit hat denilen ev telefon hizmetidir. Sabit hat bir telefonun çalışabilmesi için temel sistem santrallerdir. Santraller sesin iki yönlü iletilmesi sağlayan hem sesin gittiğin yerde, hem ara lakasyonlarda, hem de sesin vardığı yerde bulunması gereken sistemler bütünüdür.

Ülkemizde teknolojideki değişimin hızlanmaya başladığı 2000'li yılların başlarından itibaren santrallerdeki dönüşüm hızında da ciddi bir artış gözlemlenmiştir. Eski tip santraller (Crosbar, DMS vb.) yerine daha az hacim kaplayan, daha çok müşteriye bir noktadan kolayca hizmet ulaştırılmasını sağlayan yeni nesil santraller kurulmaya başlanıldı.

Sökülen sabit hat santralleri, santral çatıları, santral kartları, santral kabloları gibi farklı türde e-atıklardan oluşmaktadır. Bir sabit hat santralinin en önemli e-atık kısmını santral kartları oluşturmaktadır.

Yaklaşık beş yıldır DMS santrallerinin dönüşümleri devam etmektedir.. Önümüzde birkaç yıl içerisinde tüm DMS Santrallerinin sökülmesi planlanmaktadır.

4.2.2.1. Hedef ve Kapsam

Bu çalışmada örneklemesi yapılan şirketin 2012 yılı demonte edilen santral atıklara ait veriler kullanılarak ortaya çıkan ve çıkabilecek e-atık türlerini belirlenmesi, bu atıkların yönetim kademelerinin oluşturulması önerileri ve santral atıklarından elde edilebilecek ekonomik kazancın değerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda şirketin 12 bölgesinden elde edilen veriler kullanılmış olup DMS santraller sökümleri üzerinden çalışma yürütülmüştür.

4.2.2.2. Envanter Analizi

4.2.2.2.1. Veri Toplama

Bu çalışmada örneklemesi yapılan şirketin 12 bölgesinden alınan santral atık miktar verileri ve şirketin Satınalma biriminin satış fiyatları dikkate alınarak çalışma yapılmıştır. Santral atıklarının kısımları şirket içerisinde belirlenen ayrım dikkate alınarak ön veri çalışması yapılmıştır.

4.2.2.2.2. Varsayımlar

Bu çalışmada santral atıklarının ekonomik anlamda kazancını ortaya koyarken şirket içi ortalama baz fiyatlar dikkate alınmıştır. Kaybedilen parasal değerin belirlenmesinde ise uluslararası standartlarda kullanılan satış fiyatları dikkate alınmıştır.

İçeriğinde PCB'li devre kartlarının bulunduğu elektronik sistemlerin çevreye zararı, atık yönetim modelleri çalışılırken içerdikleri ağır metal miktarları ortalama bir PCB devre kartı içeriği dikkate alınarak tartışılmıştır. Kartların maliyet analizi

yapılırken Hegelugen' in kartlar için belirlediği değerli metal miktarları dikkate alınmıştır.

Çalışmada yapılan maliyet analizi sonuçlarının şirket açısından değerlendirmesi için yapılan parasal analizler 2013 yılı haziran ayı borsa fiyatları dikkate alınarak gram miktar üzerinden değerlendirilmiştir.

4.2.2.2.3. Hesaplama Yöntemi

Bu çalışmada santral atıklarının maliyet analizi yapılırken atıklar şirketin yaptığı şekilde 3 temel parçaya ayırılmak kaydıyla hesaplamalar yapılmıştır. Elektronik sistemler, kablolar ve metal kısımlar kendi içlerinde değerlendirilmiştir. Elektronik sistemlerin içerisinde; PCCB' li kartlar, jeneratörler, elektronik tüm sistemler, Kablo; santral içi bağlantıyı sağlayan tüm bakır kablolar, Metal kısım; Tüm santral çatısı metal özellikleri ayrımı yapılmadan demir hurda olarak değerlendirilip maliyet analiz çalışmaları bu şeklide yönlendirilmiştir.

5.BULGULAR VE TARTIŞMA

Bir telekomünikasyon şirketinin örneklemesi alınarak, ortaya çıkan telekomünikasyon atık miktarının projeksiyonu, atık yönetim yanlışları ve önerileri, atıkların çevreyle etkileşimleri, kaybedilen ekonomik değer ve bilinç düzeyi analizleri yapılmıştır.

5.1. Mevcut Durum

Dünyada ve Türkiye'de e-atıkların gelişen teknolojik değişimlere orantılı olarak arttığı gözlemlenmektedir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan statüsünde bulunan ülkeler teknolojik dönüşümden tüketim bazında bir pay almış olsalar da e-atıkların yönetimi konusunda bir etki gösterememektedirler. E- atıkların bertarafı için oluşturulması gereken tesislerin sınırlı oluşu, toplama noktasında biriken e-atık yığınlarına yol açmaktadır.

Şirketsel yönetim çerçevesinden bakılan e-atıkların tek düze ve tekelden plansız hurda anlayışıyla yönetildiği, atık yönetiminin kademeleri olan biriktirme, toplama, taşıma, depolama ve geri kazanım süreçlerinin istenilen şekilde işlemediği görülmektedir.

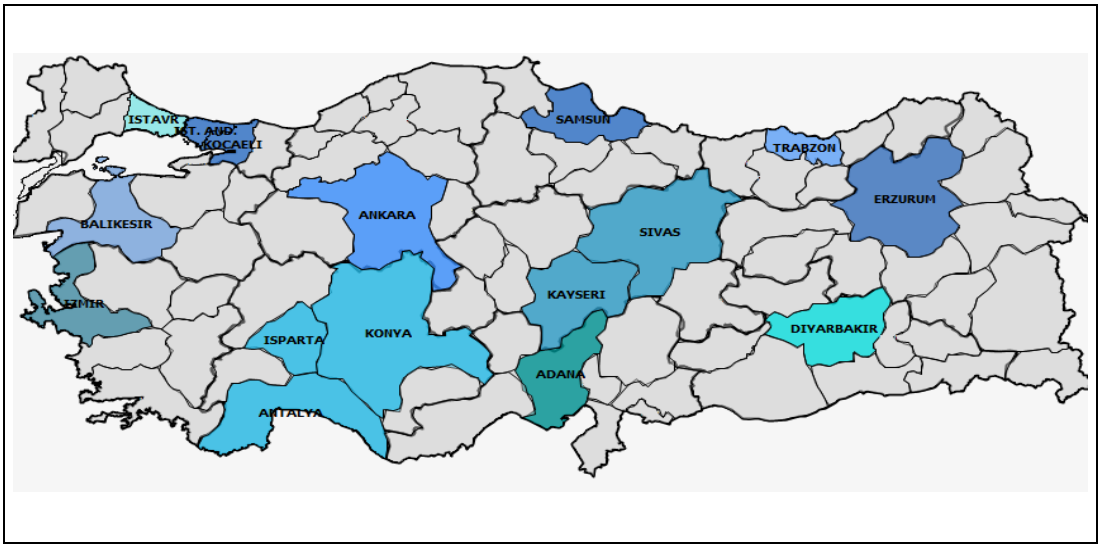
Örneklemesi yapılan şirkette dönüşümleri yapılan sabit hat santralleri ve bakır kablo hatlarından ekonomik anlamda kayıplar yaşandığı ortaya konulmuştur.

Yapılan anket çalışmasının sonuçlarından insanların hızlı teknolojik tüketimi benimsemeye başladıkları görülmektedir. Ekonomik kazancının ortalamanın altında olması bile bu hızlı dönüşümün durdurulamadığını göstermiştir. Fakat bunun yanında ortaya çıkan e-atıkların çevreye ve insana olan zararları ve bu atıkların yönetiminde kendilerine düşen görevin ne olduğu konusunda ki bilinç seviyesinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

5.2. Fiber Dönüşüm Projesi ve Bakır Kablo Atık Yönetimi

5.2.1. 2011 - 2012 Fiber Dönüşüm Miktarları

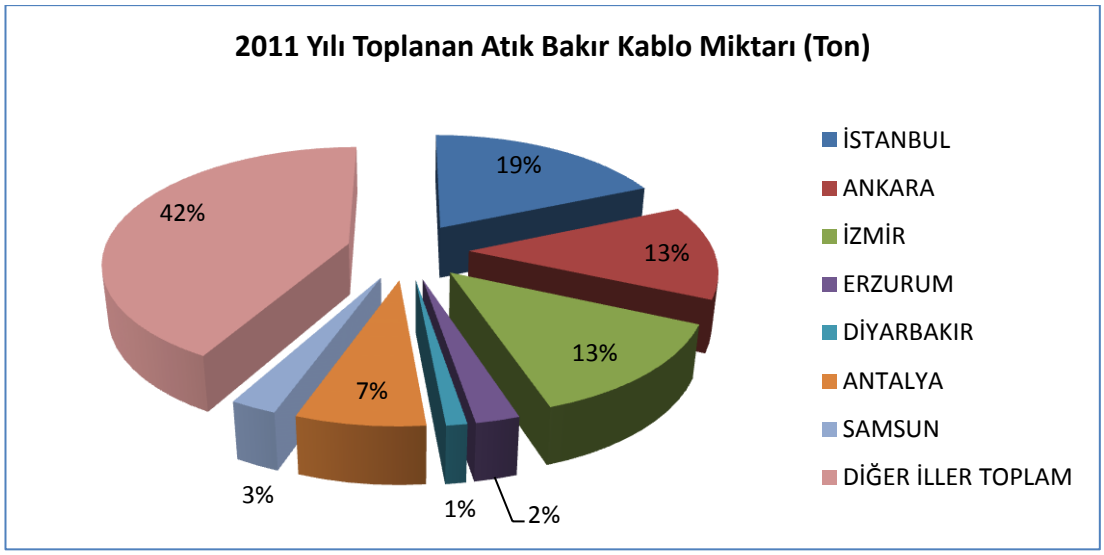
Bu çalışma 7 il üzerinden aldığımız verilerle yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablo ve şekillerde belirtilmiştir.



Şekil 5.1: 2011 yılı fiber dönüşümüne başlanan iller.

Tablo 5.1: 2011 yılı 7 ilde toplanan bakır kablo atık miktarları ve yüzdeleri.

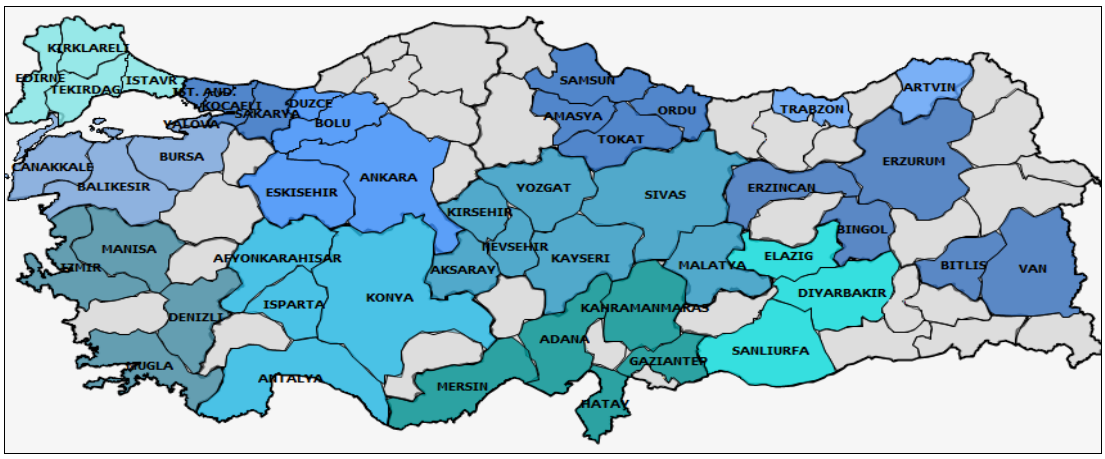
İLLER	Toplanan atık kablo miktarı (ton)	Oransal Değerlendirme (%100)
İSTANBUL	1924	18,56%
ANKARA	1354	13,06%
İZMİR	1380	13,31%
ERZURUM	250	2,41%
DİYARBAKIR	119	1,15%
ANTALYA	732	7,06%
SAMSUN	265	2,56%
DİĞER İLLER TOPLAM	4343	41,89%
TOPLAM	10367	100%



Şekil 5.2: 2011 yılı toplanan atık bakır kablo miktarı.

2012 yılına gelindiğinde projenin yürütüldüğü il sayısının yaklaşık 4 katına çıkmıştır. 50 ili içine alan çalışmalar 2012 yılında da devam etmiştir. Halen projenin devam ettiği yerlerde de dönüşümlere son verilmemiştir.

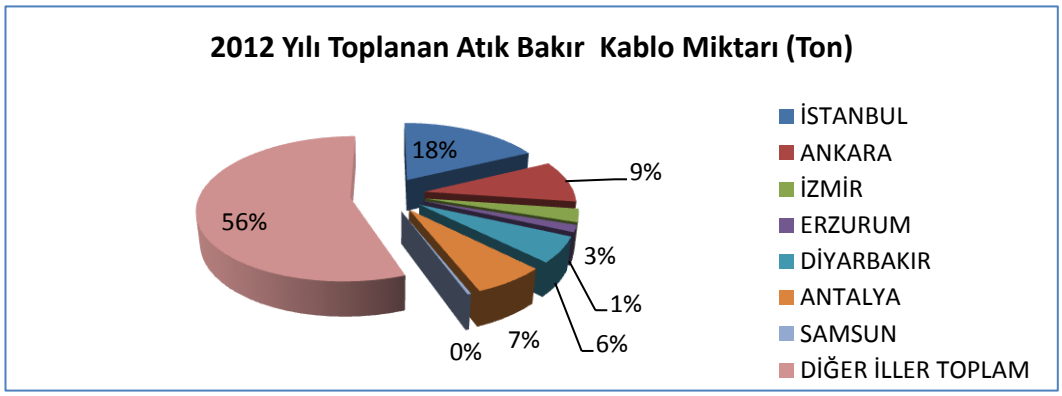
2012 yılına ait dönüşüm bilgileri aşağıdaki tablo ve şekillerde belirtilmiştir.



Şekil 5.3: 2012 yılı fiber dönüşümü gerçekleştirilen iller.

Tablo 5.2: 2012 Yılı 7 ilde toplanan bakır kablo atık miktarları ve yüzdeleri.

İLLER	Toplanan atık kablo miktarı (ton)	Oransal Değerlendirme (%100)
İSTANBUL	1599	17,78%
ANKARA	850	9,45%
İZMİR	264	2,93%
ERZURUM	140	1,56%
DİYARBAKIR	515	5,73%
ANTALYA	593	6,59%
SAMSUN	30	0,33%
DİĞER İLLER TOPLAM	5004	55,63%
TOPLAM	8995	100%



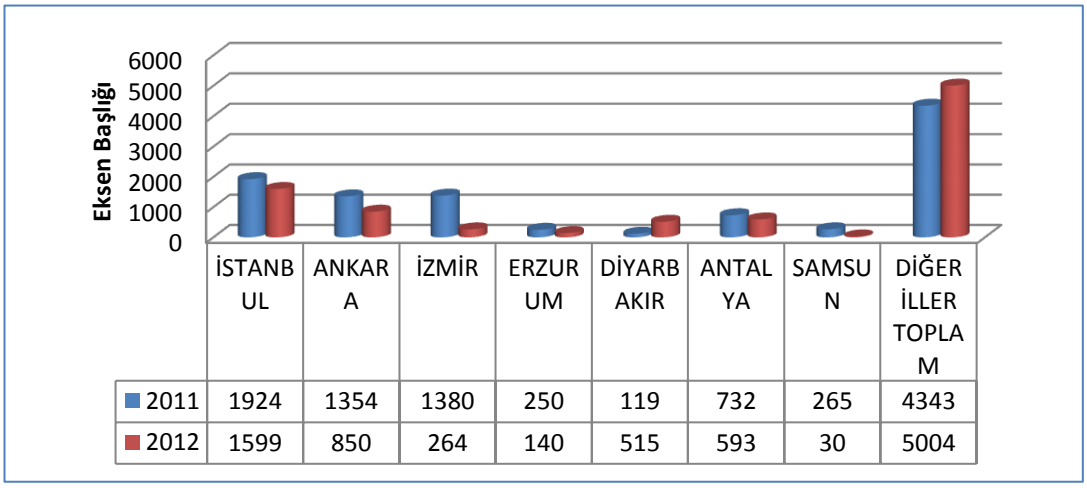
Şekil 5.4: 2012 yılı yoplanan atık bakır kablo miktarı.

2012 yılında dönüşümde bir yavaşlama görülmektedir. Bunun asıl sebebi şirket yatırımlarının bir kısmının pazarlama ve reklam bölümüne kaymasından kaynaklanmaktadır. Diğer önemli sebebi ise 2012 yılı içerisinde şirketin organizasyon ve yönetim kademesindeki değişimler farklı algılar ortaya çıkarmış olup, yeni düzenlemelerin yapılmış olmasıdır.

2011 ve 2012 yılları arasındaki değerlendirme aşağıdaki tablo ve şekillerde verilmiştir.

Tablo 5.3: 2011-2012 Kıyaslaması.

İLLER	Toplanan Atık Bakır Kablo Miktarı (Ton)	
	2011	**2012**
İSTANBUL	1924	1599
ANKARA	1354	850
İZMİR	1380	264
ERZURUM	250	140
DİYARBAKIR	119	515
ANTALYA	732	593
SAMSUN	265	30
DİĞER İLLER TOPLAM	4343	5004



Şekil 5.5: 2011-2012 Kıyaslaması.

Fiber dönüşümü 2013 yılında da devam etmektedir. 2012 yılı sonuna kadar yaklaşık %30'u çıkartılmış olan bakır kabloların 2013 yılı yarısına kadar %40'ları geçeceği planlanmaktadır. 2013 yılı içerisinde yapılan bir hamle ile çıkartılan bakır kablolar şirketin kendi oluşturduğu bir tesiste kırım işlemine tabi tutulmaya başlanmıştır. Bu da ekonomik anlamda daha iyi sonuçlar alabilecekleri göstergesini ortaya koymaktadır.

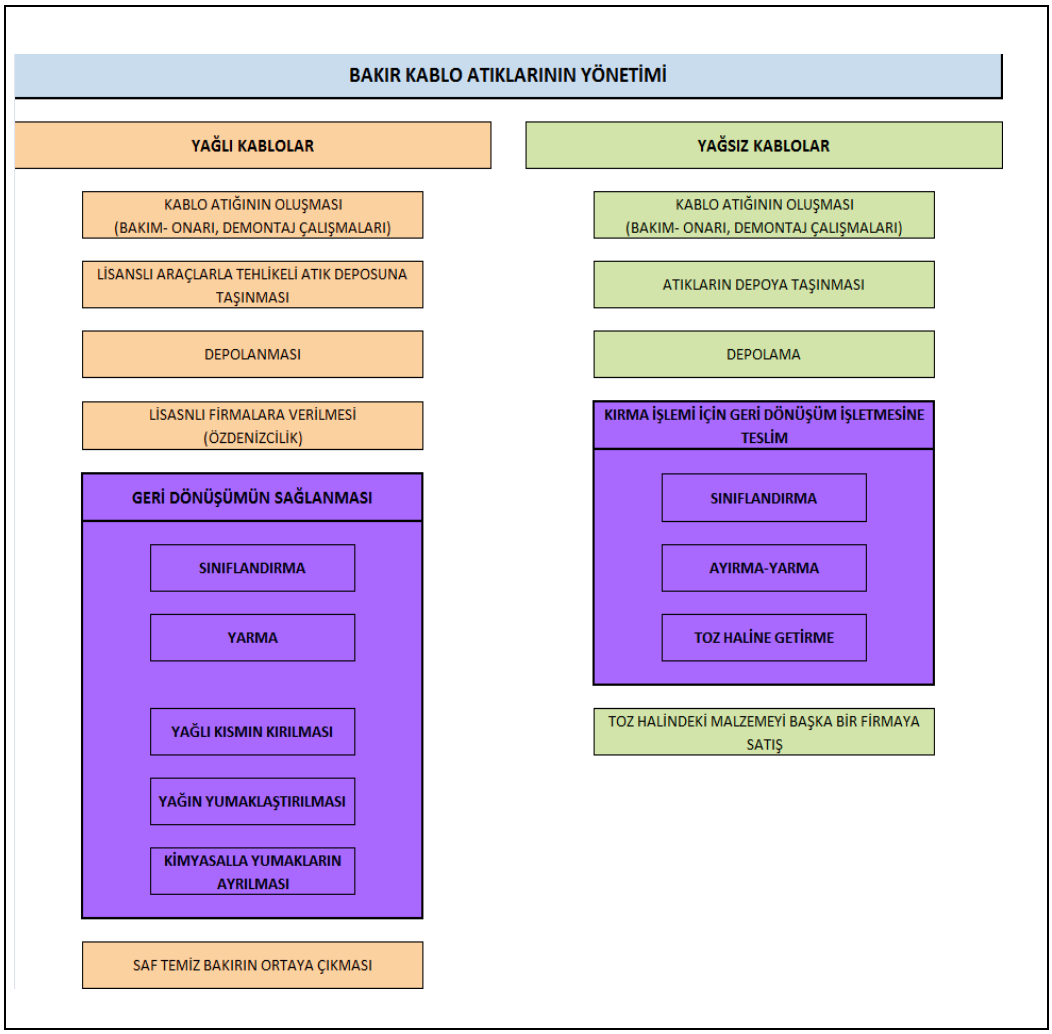
5.2.2. Bakır Kablo Atıklarının Yönetimi

Fiber dönüşümleri sonucu ortaya çıkan bakır kablolar yağlı ve yağsız olarak ayrılmaktadır.

Yağlı kablolar tehlikeli atık olarak değerlendirilirken, diğer kablo atıkları tehlikesiz olarak değerlendirilmektedirler. İki atığın yönetiminde farklılıklar bulunur. Yağlı atık kablo mutlaka lisanslı araçlarla taşınmalı ve yine UATF'lerle tehlikeli atık bertaraf, geri dönüşüm ya da depolama lisansı olan firmalara verilmelidir. Tehlikesiz atıkların ise lisanslı araçlarla taşınmasına ya da tehlikeli atık lisansı olan bir firmaya verilmesine gerek yoktur. Bu temel kriter oldukça önemlidir. Bunun yanında bu iki atığın depolama esnasında da karıştırılmaması temel kurallardan bir tanesidir. Yağlı ve yağsız kabloların birlikte depolanması tüm atıkların yağlı yani tehlikeli atık olarak değerlendirilmesine sebebiyet vermektedir.

Bu iki farklı kablo atığının geri dönüştürme işlemleri arasında da farklılıklar vardır. Yağlı kablolardaki kimyasal yağların geri dönüştürme esnasında mutlaka uzaklaştırılması gerekmektedir.

Ekonomik olarak tehlikeli yağlı kablolar daha düşük ekonomik değere sahiptirler. Uygulanan işlemlerin daha fazla oluşu, lisans işlemlerinden kaynaklanan giderler bu durumu ortaya çıkartmaktadır.



Şekil 5.6: Bakır kabloların atık yönetimi.

5.2.3. Fiber Dönüşüm Projesi Maliyet Analizi ve Değerlendirmeler

- Yapılan maliyet analizi çalışması ile,

- Şirketin bu projeden elde ettiği ekonomik kazanç,
- Projenin tamamı sonlandığında elde edeceği ekonomik kazanç,
- Uygulanacak daha doğru bir yönetimle sağlayacağı kazancın ne olabileceği sonuçlarına varılacaktır. Ayrıca;

- Bakır kabloların atık yönetiminde yapılan hatalar,
- Şirket hiyerarşisinde atık yönetiminin yerinin varlığı gibi noktalar da değerlendirilecektir.

Şirkette ortaya çıkan bakır kablo atıkları Satınalma Birimi tarafından oluşturulan bir satış formülü üzerinden değerlendiriliyor.

Yağlı ve yağsız(kuru) atık kablolar aynı formül üzerinden satışa sunulmaktadır. Tek fark; formüldeki SBBF fiyatındaki değişiklik olarak göze çarpmaktadır.

Tablo 5.4: Atık kablo satış formülü.

Atık Kablo Satış Formülü
ÖEBF =((LME2/LME1)*SBBF*0,8)+(SBBF*0,2)
LME1= İhale tarihinde bakırın LME değeri LME2 = Teslim tarihindeki bakırın LME değeri SBBF =Hurda kablo sözleşme baz birim fiyatı(4.22 TL/KG) - Sözleşmede belirlenen fiyat SBBF =Hurda kablo sözleşme baz birim fiyatı(3,55 TL/KG) - Sözleşmede belirlenen fiyat ÖEBF= Ödemeye Esas Birim Fiyatı

Tablo 5.5: Londra metal borsası fiyatları.

LME BORSA FİYATI(İHALE TARİHİ)	
(DOLAR/TON) için 10 Haziran 2013	
	Official price
Aluminium	1,884.00
Aluminium alloy	1,860.00
Cobalt	30,200.00
Copper(Bakır)	7,120.00 = 1424 tl
Lead	2,123.00
NASAAC	1,871.00
Molybdenum	24,000.00
Nickel	14,855.00
Steel billet	145
Tin	20,845.00
Zinc	1,849.50

LME BORSA FİYATI(TESLİM TARİHİ)	
(DOLAR/TON) için 21 Haziran 2013	
	Official price
Aluminium	1,748.00
Aluminium alloy	1,760.00
Cobalt	30,500.00
Copper	6,777.00 = 1354 tl
Lead	2,017.00
NASAAC	1,861.00
Molybdenum	23,200.00
Nickel	13,780.00
Steel billet	130,00
Tin	19,515.00
Zinc	1,809.00

Kullanılan formüldeki en önemli iki parametre Londra Meal Borsası'ndaki bakırın değeri ve sözleşmede belirlenen baz birim fiyatıdır.

Tablolarda da görüldüğü üzere yağlı kablolar için belirlenen baz fiyat yağsız kablo için belirlenen fiyatın altındadır. Yapılan araştırmada belirlenen baz fiyatların piyasa şartlarına göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ortalama 8-10 TL/KG

civarlarındaki fiyat burada ancak 4,5 LT/KG'a çıkabilmektedir. Bunun en büyük nedeni satışı yapan birime farklı teknik birimlerden bir müdahale olamamasıdır. Fiyatı belirleyen iç dinamikler sadece satış birimi olduğundan ekonomik anlamda ciddi bir kayıp yaşanmaktadır.

Organizasyonda satış işlerini gerçekleştiren birimin teknik anlamdaki yetersizlikleri satış stratejisindeki yanlışların ortaya çıkmasında ki sebepleri oluşturmaktadır.

Şirkette yağlı ve yağsız kablolar doğru bir atık yönetimiyle yönetilmemektedir. Yetersiz kurulmuş bir atık deposunun oluşu tehlikeli atıkların birçoğunun dılarda kalmasına ya da tehlikesizlerle birlikte tutulmasına sebebiyet vermektedir.

Oluşturulacak bir çevre birimi ya da atık yönetim merkezi ile kaybedilen ekonomik değerler tespit edilebilir, atık yönetiminde ki eksikler düzeltilebilir duruma getirilebilir.

Aşağıdaki analizde şirketin Fiber Dönüşüm Projesi'nden şu ana kadar kazandığı ekonomik değer hesaplanmıştır.

Tablo 5.6: Formüller sonucu satış fiyatları.

SATILAN MALZEME	SATIŞ FİYATLARI
KURU BAKIR KABLO	4,054 TL / KG
YAĞLI BAKIR KABLO	3,41 TL / KG

Tablo 5.7: 2011 yılı atık bakır kablodan elde edilen ortalama toplam kazanç.

2011		
İLLER	Toplanan atık kablo miktarı(ton)	ELDE EDİLEN GELİR
İSTANBUL	1924	7.799.896.,00 TL
ANKARA	1354	5.489.116.,00 TL
İZMİR	1380	5.594.520.,00 TL
ERZURUM	250	1.013.500.00 TL
DİYARBAKIR	119	482.426.,00 TL
ANTALYA	732	2.967.528.,00 TL
SAMSUN	265	1.074.310.,00 TL
DİĞER İLLER TOPLAM	4343	17.606.522.,00 TL
TOPLAM	10367	42.027.818.,00 TL

Tablo 5.8: 2012 yılı atık bakır kablodan elde edilen ortalama toplam kazanç.

2012		
İLLER	**Toplanan atık kablo miktarı(ton)**	**ELDE EDİLEN GELİR**
İSTANBUL	1599	6.482.346,00 TL
ANKARA	850	3.445.900,00 TL
İZMİR	264	1.070.256,00 TL
ERZURUM	140	567.560,00 TL
DİYARBAKIR	515	2.087.810,00 TL
ANTALYA	593	2.404.022,00 TL
SAMSUN	30	121.620,00 TL
DİĞER İLLER TOPLAM	5004	20.286.216,00 TL
TOPLAM	**8995**	**36.465.730,00 TL**

Toplamda 2 yılda elde edilen kazanç 78.493.548.000,00 TL olup, eğer şirket piyasa değerlerinde bu satış işlemlerini yapıyor olsa yaklaşık 2 katı kadar kazanç sağlanabilecektir.

5.3. Santral Söküm Miktarları ve E-atık Yönetimi

Yapılan çalışmada şirketin 2012 yılı içerisinde sökülen DMS Santral miktarları dikkate alınmıştır. 12 bölgenin tamamından alınan veriler atık miktarı konusunda direkt sonuçlar bulmaya yardımcı olmuş ve projeksiyon yapma imkanı vermiştir.

Şirket, atıkların hurda olarak satışını gerçekleştirmektedir. Satışı yaparken herhangi bir atık yönetimi uygulamak gibi bir yöntemleri olmadığı görülmektedir. Yine de satış fiyat politikasını esas alarak santrallerde 3 ana atık grubu mevcut durumdadır. Bunlar;

- Elektronik sistem atıkları
- Metal atıkları
- Kablo atıkları olarak belirlenmiştir.

Aşağıdaki tabloda ana atık kısımlarının içerikleri noktasında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

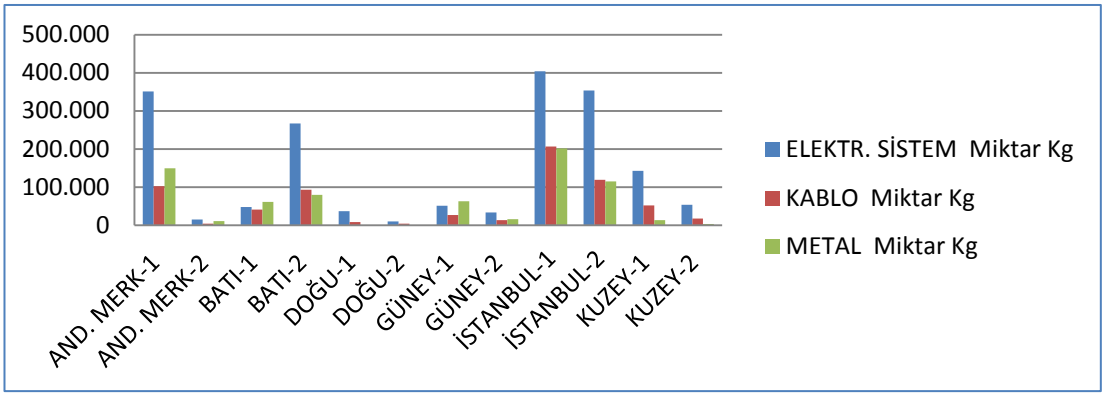
Tablo 5.9: Atık içerikleri.

<table>
<tr><th>ELEKTR. SİSTEM</th><th>KABLO</th><th>METAL</th></tr>
<tr><td>Power Konvektör(invertör)</td><td rowspan="6">Santralde kartlardan çıkan muayene masasına kablo odasına giden kablolar.</td><td rowspan="6">Havalandırma yakaları, santral kapakları, rak demirleri.</td></tr>
<tr><td>Ring Jeneratör</td></tr>
<tr><td>PM Kartları</td></tr>
<tr><td>MTM Kartları</td></tr>
<tr><td>Kontrol Kartları</td></tr>
<tr><td>Abone Kartları</td></tr>
<tr><td>▼</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Kapaklar hariç santral kart kısımlarının tümü elektronik sistem olarak verilmiş.</td></tr>
</table>

Elektronik sistemler olarak adlandırılmış kısım PCB'li kartlar ve yine PCB tabanlı elektronik kartlardan oluşmaktadır. Kablolar ise kartlardan çıkan ve kablo odasına kadar uzanan kısmı oluşturmaktadır. Metal kısımda, santral kapakları, rak demirleri ve havalandırma yakalarıdır. Metal aksam olarak verilmesi gereken büyük çatı sistemleri elektronik sistem içerisinde verilmiştir. Kartların ve sistemlerin ayrılamıyor olması bunda en büyük etken olmuştur. 2012 yılına ait demonte edilen santral miktarları aşağıdaki tablo ve şekillerde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

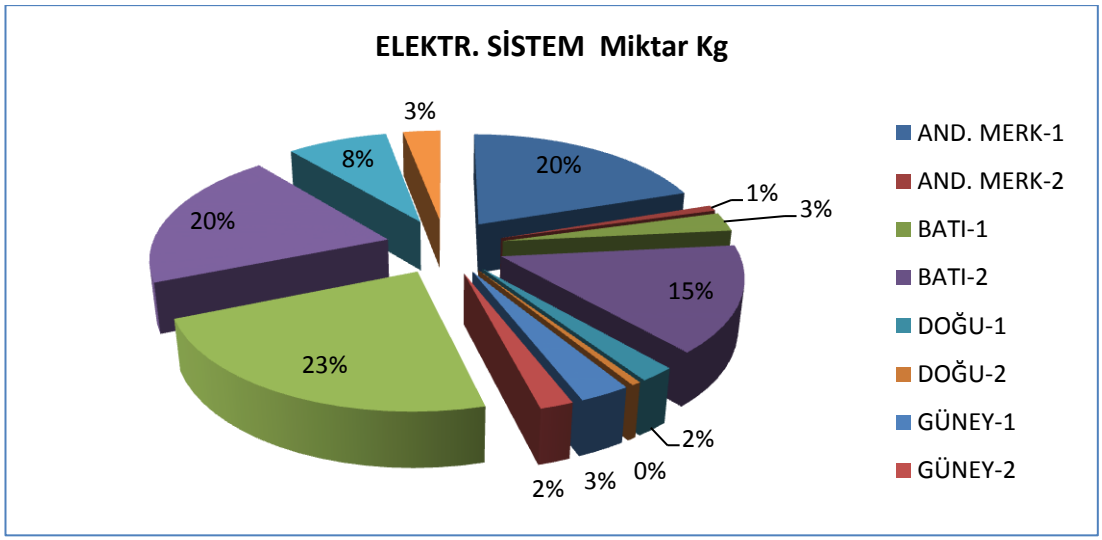
Tablo 5.10: 2012 yılı demonte edilen DMS santral verileri.

BÖLGE ADI	ELEKTR. SİSTEM	KABLO	METAL
	Miktar Kg	Miktar Kg	Miktar Kg
AND. MERK-1	350.565	102.145	149.570
AND. MERK-2	14.930	4.210	11.010
BATI-1	47.900	40.630	61.110
BATI-2	266.510	92.720	79.170
DOĞU-1	36.510	8.560	0
DOĞU-2	9.650	4.040	0
GÜNEY-1	51.160	26.280	63.140
GÜNEY-2	33.570	13.010	15.660
İSTANBUL-1	404.245	206.352	201.580
İSTANBUL-2	353.496	118.850	114.750
KUZEY-1	142.986	51.590	12.950
KUZEY-2	53.120	17.750	2.950
TOPLAM	1.764.642	686.137	711.890

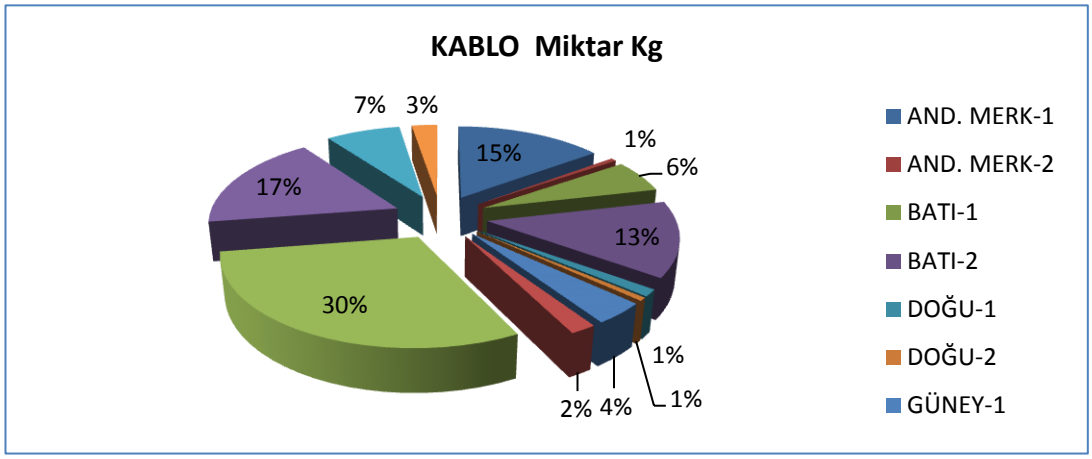


Şekil 5.7: 2012 yılı demonte edilen DMS santral miktarları.

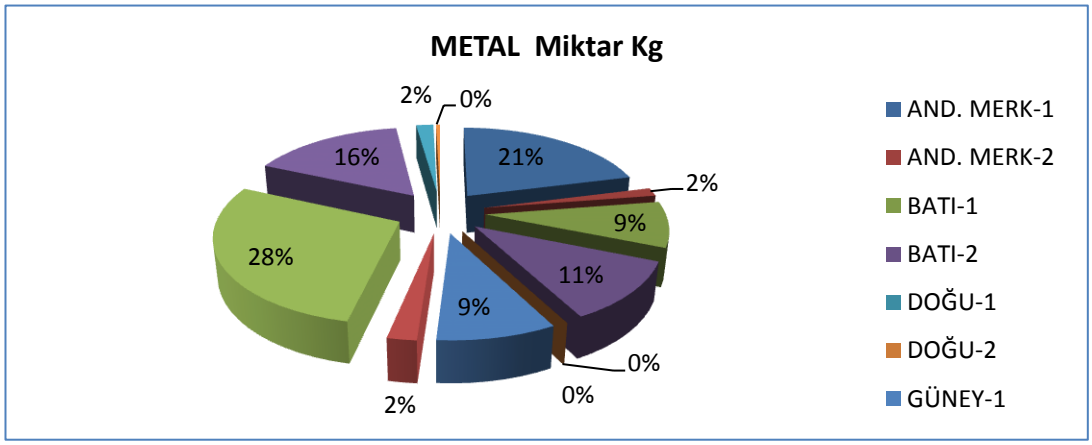
Grafikten ve tablodan da görülebileceği üzere nüfus yoğunluğu çok olan İstanbul, Ankara ve İzmir şehirlerinin bulunduğu alanlarda dönüşüm miktarı diğer yerlere oranla yüksektir. Doğu illerinde henüz bir dönüşüm yapılmamıştır. Bu da şirketin fiber yatırımında doğu illerini daha arka planda bıraktığını göstermektedir.



Şekil 5.8: Demonte santrallerin elektronik atık olarak nitelendirilen kısımları.



Şekil 5.9: Demonte santrallerin kablo atığı olarak nitelendirilen kısımları.



Şekil 5.10: Demonte santrallerin metal atığı olarak nitelendirilen kısımları.

5.3.1. Santral Atıklarının Yönetimi

Santral atıklarının yönetimi elektronik sistem atıkları, metal atıkları ve kablo atıkları olarak üç bölüme ayrılarak yürütülmektedir. Şirket içerisinde uygulanan ortak bir atık yönetimi mevcut değildir. Atıkların satışları Satınalma Birimi tarafından yapılmaktadır. Atıkların tehlikeli tehlikesiz olarak ayrımı da yapılamamaktadır.

Santral atıklarının miktar olarak büyük bir kısmını elektronik sistem atıkları oluşturmaktadır. Ayrımı doğru yapılamayan elektronik atıklar, metal atıkları ve kablo atıkları geniş bir atık içeriği ile belirlenen tekdüze fiyatlar üzerinden elden çıkartılmaktadır.

5.3.1.1. PCB'li Devre Kartlarının İçeriği ve Yönetimi

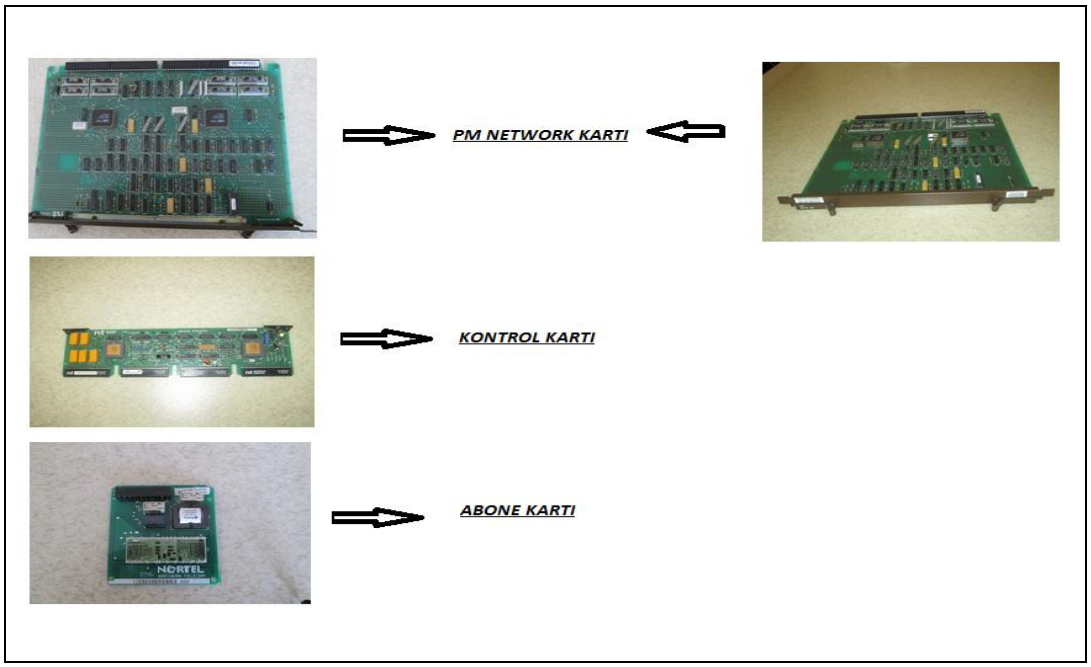
Elektronik devre kartlarının ana malzemesini oluşturan PCB' li kartlar, ağır metal içeriklerinin yanı sıra altın, gümüş, platin, bakır, paladyum gibi değerli metallerde içermektedirler.

Türkiye de PCB' li kartlardan metal geri kazanım oldukça sınırlıdır. Kartları alan işletmelerin büyük bir bölümü metal geri kazanım için atıkları diğer ülkelere göndermektedir. Örneklemesi yapılan şirkette bu tür atıklar bilinmemekte ve ayrılamamaktadır.

Santralin elektronik PCB'li devre kartları dört temel bölüme ayrılmaktadır ;

- Abone Kartları
- MTM Kartları
- PM (Network Kartları)
- Kontrol Kartları

Abone kartlarının miktarı diğer kartlara oranla yüksek değerlerdedir.



Şekil 5.11: PCB'li devre kartlarının bazıları.

PCB DEVRE KARTLARININ(BASKILI DEVRE KARTLARI) İÇERİĞİ (ATIK KOMPOZİSYONU)

DİYOT	DİRENÇLER
Diyot, yalnızca bir yönde akım geçiren devre elemanıdır	Potansiyel enerjisi yüksek elektronların iletken (demir, bakır, alüminyum v.b.) üzerinden bir ortamdan farklı bir ortama hareket ederken iletkenin bu kuvvete karşı koymasına Direnç denir
Ledler yarı iletken malzemelerdir.	Seramik
Ana maddeleri silikondur.	İletken(demir, bakır, alüminyum)
	Toz Karbon

TRANSİSTÖR	BOBİNLER
Geçirgeç veya transistör, yarı iletken malzemeden yapılmış elektronik devre elemanıdır. Transistörler elektronik cihazların temel yapı taşlarındandır. Günlük hayatta kullanılan elektronik cihazlarda birkaç taneden birkaç milyara varan sayıda transistör bulunabilir.	Bobin bir iletken üzerinden geçen akımı manyetik alan çizgilerine çevirerek yapısal olarak enerji dönüşümünü gerçekleştirir.
Yarı iletken(germanyum ve silisyum)	Saç
Fosforlu bronzdan	Pirinç
Plastik ve Metal kılıf	Demir
	Bakır tel

KONDANSİTÖR	PLASTİK YEŞİL TABAN
Kondansatör, elektronların kutuplanarak elektriksel yükü elektrik alanın içerisinde depolayabilme özelliklerinden faydalanılarak, bir yalıtkan malzemenin iki metal tabaka arasına yerleştirilmesiyle oluşturulan temel elektrik ve elektronik devre elemanı.	Kartın ana kısmı. Devrelerin işelndiği tabla.
Yalıtkan(cam, seramik vb..)	Bakır
Metal (alüminyum, gümüş , kurşunvb..)	Fenol türevli selülözik kağıt
Plastik film(polikarbonat, polyester vb..)	Epoksi
Mika	Lehim(kalay, kurşun)
	PCB

Şekil 5.12: PCB devre kartlarının kısımları.

5.3.2. Santral Dönüşümleri Maliyet Analizi ve Değerlendirmeler

Şirket, dönüşümü yapılan santral atıklarının yönetimini yapamamaktadır. Atıkları hurda olarak herhangi teknik ve geçerli bir ayrıma tabi tutmadan Satınalma birimine satışını yaptırmaktadır. Değeri bilinmeyen birçok elektronik atık ve metal hurda düşük fiyatlarla satılmaktadır.

Yapılan araştırmada şirketin bu durumla ilgili herhangi bir çalışması olmadığı da gözlemlenmektedir.

Tablo 5.11: Elektronik atık fiyatları.

METAL HURDASI	0,25 KRŞ/KG
KABLOLAR	4,054 TL/KG
ELEKTRONİK SİSTEMLER	2,8 TL /KG

Tablo 5.12: Şirketin bölgelerine göre AEEE'lerden elde edilen gelirler.

BÖLGE ADI	ELEKTR. SİSTEM	KABLO	METAL	ELDE EDİLEN GELİR ELEKTRONİK SİSTEMELR	ELDE EDİLEN GELİR KABLO	ELDE EDİLEN GELİR METAL
	Miktar Kg	Miktar Kg	Miktar Kg			
AND. MERK-1	350.565	102.145	149.570	981.582,00 TL	414.095,83 TL	37.392,50 TL
AND. MERK-2	14.930	4.210	11.010	41.804,00 TL	17.067,34 TL	2.752,50 TL
BATI-1	47.900	40.630	61.110	134.120,00 TL	164.714,02 TL	15.277,50 TL
BATI-2	266.510	92.720	79.170	746.228,00 TL	375.886,88 TL	19.792,50 TL
DOĞU-1	36.510	8.560	0	102.228,00 TL	34.702,24 TL	0,00 TL
DOĞU-2	9.650	4.040	0	27.020,00 TL	16.378,16 TL	0,00 TL
GÜNEY-1	51.160	26.280	63.140	143.248,00 TL	106.539,12 TL	15.785,00 TL
GÜNEY-2	33.570	13.010	15.660	93.996,00 TL	52.742,54 TL	3.915,00 TL
İST. -1	404.245	206.352	201.580	1.131.886,00 TL	836.551,01 TL	50.395,00 TL
İST.-2	353.496	118.850	114.750	989.788,80 TL	481.817,90 TL	28.687,50 TL
KUZEY-1	142.986	51.590	12.950	400.360,80 TL	209.145,86 TL	3.237,50 TL
KUZEY-2	53.120	17.750	2.950	148.736,00 TL	71.958,50 TL	737,50 TL
TOPLAM	**1.764.642**	**686.137**	**711.890**	**4.940.997,60 TL**	**2.781.599,40 TL**	**177.972,50 TL**
7.900.569,50 TL						

Metal hurdası olarak değerlendirilen atıkların içerisinde bakır bloklar bulunmaktadır. Bugün bakırın kg fiyatı yaklaşık 10 TL. civarındadır. Fakat bu atık grubu 0,25 KRŞ. gibi çok düşük bir fiyata bilinçsizce verilmektedir.

Elektronik sistemler denilen atıklarda heterojen bir yapıya sahiptir. PCB kartlar 2,8 TL'ye verilmektedir. Hegeluken 2006 yılında bir baskılı devre kartında bulunan bileşenleri şu şekilde vermiştir.

Tablo 5.13: 2006 yılı baskılı devre içeriği.

	Altın	**Gümüş**	**Paladyum**	**Bakır**
Baskılı devre kartında bulunma miktarı	250 gr/ton	1000 gr/ton	110 gr/ton	Bir baskılı devre kartının ağırlığının % 20'si

Tablo 5.14: 2010 Yılı metallerin ekonomik değeri.

Metal	**Birim fiyat**	**Ekonomik değer**
Au	1.347,21 $ (troy ons)	74.015,71 $
Ag	23,20 $ (troy ons)	5.102 $
Pd	1.701 $ (troy ons)	40.687 $
Cu	8.262 $ (metrik ton)	11.000 $

Bu çerçevede yapılan maliyet analizinde şirketin elde edebileceği tahmini yaklaşık değer aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.15: Şirketin AEEE'lerden elde edebileceği değerler.

BÖLGE ADI	ELEKTR. SİSTEM	%60'ı PCB' li DEVRE KARTI	ALTIN (TL)	GÜMÜŞ(TL)	PALADYUM(TL)	BAKIR(TL)
	Miktar Kg	Miktar Ton				
AND. MERK-1	350.565	210	4.206.780,00 TL	4.206.780,00 TL	17.121.594,60 TL	420,68 TL
AND. MERK-2	14.930	9	179.160,00 TL	179.160,00 TL	729.181,20 TL	17,92 TL
BATI-1	47.900	29	574.800,00 TL	574.800,00 TL	2.339.436,00 TL	57,48 TL
BATI-2	266.510	160	3.198.120,00 TL	3.198.120,00 TL	13.016.348,40 TL	319,81 TL
DOĞU-1	36.510	22	438.120,00 TL	438.120,00 TL	1.783.148,40 TL	43,81 TL
DOĞU-2	9.650	6	115.800,00 TL	115.800,00 TL	471.306,00 TL	11,58 TL
GÜNEY-1	51.160	31	613.920,00 TL	613.920,00 TL	2.498.654,40 TL	61,39 TL
GÜNEY-2	33.570	20	402.840,00 TL	402.840,00 TL	1.639.558,80 TL	40,28 TL
İSTANBUL-1	404.245	243	4.850.940,00 TL	4.850.940,00 TL	19.743.325,80 TL	485,09 TL
İSTANBUL-2	353.496	212	4.241.952,00 TL	4.241.952,00 TL	17.264.744,64 TL	424,20 TL
KUZEY-1	142.986	86	1.715.832,00 TL	1.715.832,00 TL	6.983.436,24 TL	171,58 TL
KUZEY-2	53.120	32	637.440,00 TL	637.440,00 TL	2.594.380,80 TL	63,74 TL
TOPLAM	1.764.642	**1059**	21.175.704,00 TL	21.175.704,00 TL	86.185.115,28 TL	2.117,57 TL
128.538.640,85 TL						

Tablo 5.13'e bakıldığında elektronik sistem atıklarının %60'nın PCB'li devre kartlarının oluşturduğu görülmektedir. Şirketin oluşturabileceği bir atık yönetimi ile bu tür atıklar kazanılabilir ve yüksek ekonomik kazançlar elde edilebilir

Metal atıklarının içeriğinde de %30 oranında bakır dökümlerin olduğu tespit edilmiştir. Bakırın ayrılabilmesi durumunda kazanılabilecek ekonomik değer Tablo 5.16 da verilmiştir.

Tablo 5.16: Şirketteki bakırın ekonomik değeri.

BÖLGE ADI	METAL	%30 Bakır	BAKIR TL
	Miktar Kg		
AND. MERK-1	149.570	44.871	437.492
AND. MERK-2	11.010	3.303	32.204
BATI-1	61.110	18.333	178.747
BATI-2	79.170	23.751	231.572
DOĞU-1	0	0	0
DOĞU-2	0	0	0
GÜNEY-1	63.140	18.942	184.685
GÜNEY-2	15.660	4.698	45.806
İSTANBUL-1	201.580	60.474	589.622
İSTANBUL-2	114.750	34.425	335.644
KUZEY-1	12.950	3.885	37.879
KUZEY-2	2.950	885	8.629
TOPLAM	**711.890**	**213.567**	**2.082.278**

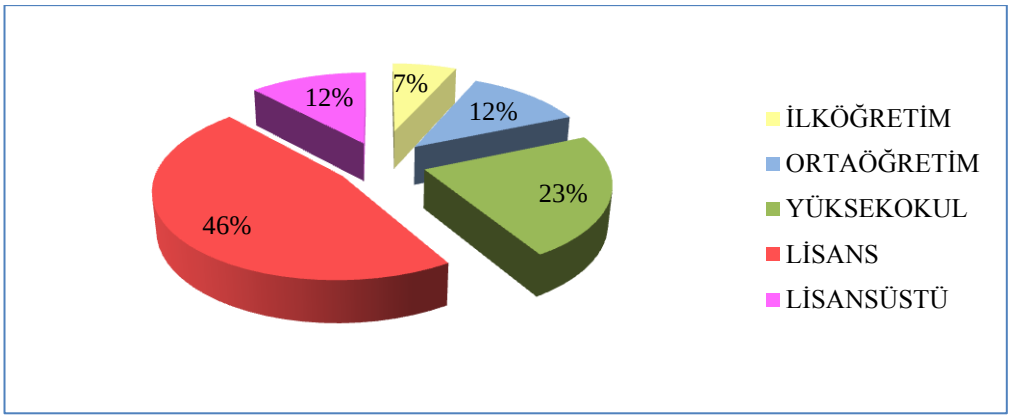
5.4. Anket Çalışması sonuçları

5.4.1. Kişisel Bilgiler

Ankete katılanların, % 6,7'si ilkokul, % 12'si ortaöğretim, % 22,7'si yüksekokul, % 46,7'si lisans ve % 12'si de lisansüstü mezunudur.

Tablo 5.17: Eğitim durumu.

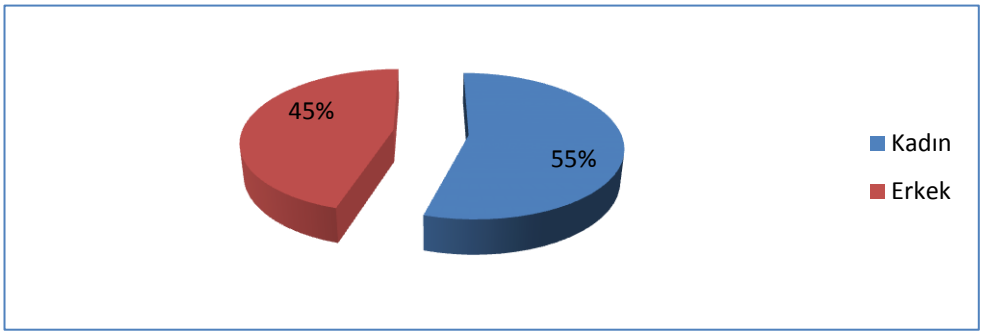
EĞİTİM DURUMU	KİŞİ SAYISI	YÜZDE(%)
İlköğretim	5	6,7
Ortaöğretim	9	12,0
Yüksekokul	17	22,7
Lisans	35	46,7
Lisansüstü	9	12,0



Şekil 5.13: Eğitim durumu.

Tablo 5.18: Cinsiyet.

CİNSİYET	KİŞİ SAYISI	YÜZDE(%)
Kadın	41	54,7
Erkek	34	45,3

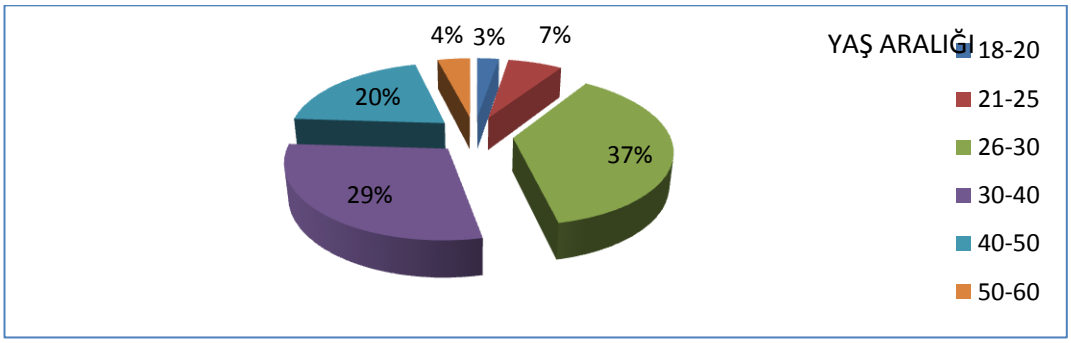


Şekil 5.14: Cinsiyet.

Ankete katılanların % 2'si 18-20 yaş aralığında, % 5'i 21-25 yaş aralığında, % 28'i 26-30 yaş aralığında, % 22'si 30-40 yaş aralığında, % 15'i 40-50 yaş aralığında, % 3'ü ise 50-60 yaş aralığındadır.

Tablo 5.19: Yaş aralığı.

YAŞ ARALIĞI	KİŞİ SAYISI	YÜZDE(%)
18-20	2	2,7
21-25	5	6,7
26-30	28	37,3
30-40	22	29,3
40-50	15	20,0
50-60	3	4,0

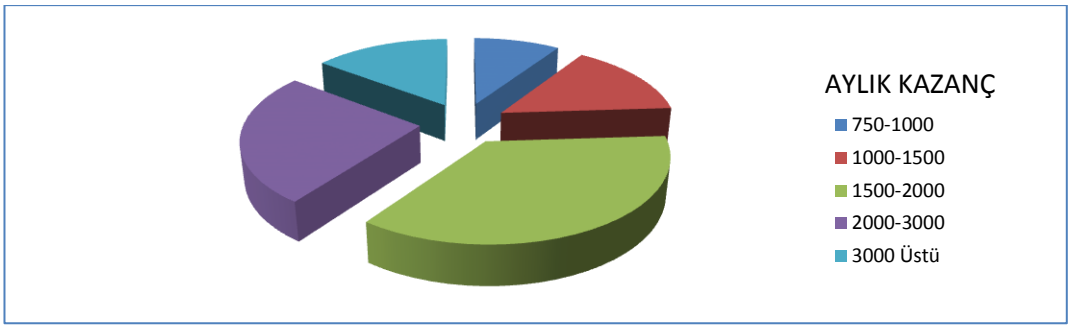


Şekil 5.15: Yaş aralığı.

Ankete katılanların % 9,3'ü aylık 750-1000 TL arası , % 14,7'si 1000-1500 TL arası, % 36'sı 1500-2000 TL arası, % 25,3'ü 2000-3000 TL arası ve % 11'i de 3000 TL üstü kazanç sağlayabilmektedir.

Tablo 5.20: Aylık kazanç.

AYLIK KAZANÇ (TL)	SAYI	YÜZDE(%)
750-1000	7	9,3
1000-1500	11	14,7
1500-2000	27	36,0
2000-3000	19	25,3
3000 Üstü	11	14,7



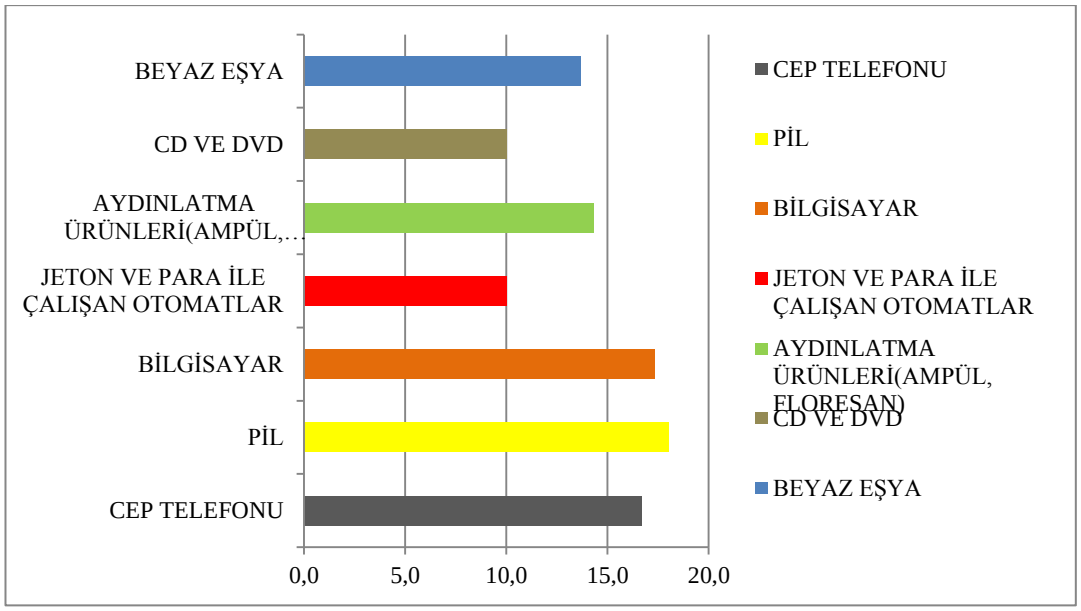
Şekil 5.16: Aylık kazanç.

5.4.2. Anket Farkındalık Değerlendirmeleri

Birinci soruda tüketicilere cep telefonu, pil, bilgisayar, jeton ve para ile çalışan otomatlar, aydınlatma ürünleri, CD, DVD ve beyaz eşyaların hangilerinin elektrikli ve elektronik ekipman atığı kapsamında değerlendirildiği sorulmuştur. Ankete katıların vermiş oldukları cevaplar Tablo 5.21'de ve Şekil 3.19'de görülmektedir.

Tablo 5.21 Elektrikli ve elektronik ekipman atığı kapsamında değerlendirilen ürünlerin durumu.

ATIKLAR	EVET SAYISI	YÜZDE(%)
Cep Telefonu	50	16,7
Pil	54	18,0
Bilgisayar	52	17,3
Jeton Ve Para İle Çalışan Otomatlar	30	10,0
Aydınlatma Ürünleri(Ampul, Floresan)	43	14,3
CD ve DVD	30	10,0
Beyaz Eşya	41	13,7



Şekil 5.17: Elektrikli ve elektronik ekipman atığı kapsamında değerlendirilen ürünlerin durumu.

En çok işaretlenen seçenek % 18 ile pil olmuştur. Halbuki pil, elektrikli ve elektronik ekipman atığı kapsamında bulunmamaktadır. Katılımcıların pili bu kapsamda ve atık olarak değerlendirmesinin nedeni, ülkemizde çeşitli yerlerde pil atık kutularının görülmesi ve kullanıcıların pili artık bir atık olarak düşünerek bu durumu kabul etmesi olduğu düşünülmektedir.

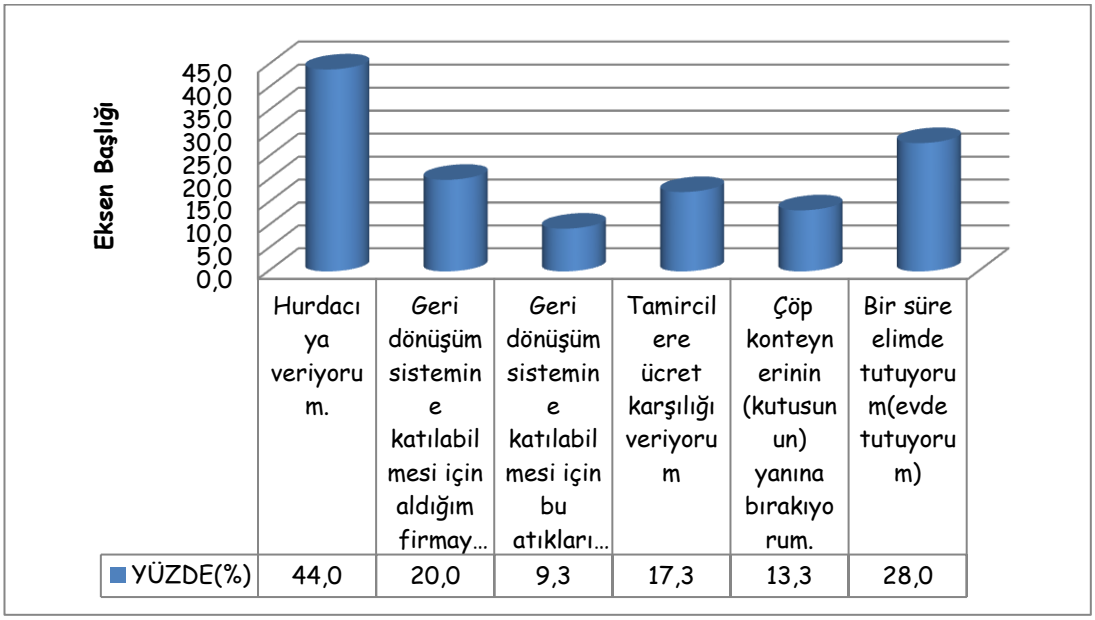
Katılımcılar, jeton ve para ile çalışan otomatlar, CD, DVD ve beyaz eşya gibi atıklarını bu kapsamda daha az görmektedirler. Hâlbuki bu tür atıklarda e-atık kapsamında olmakla birlikte gerek yönetiminin yapılmıyor olması, gerekse halkın bu konuda bilgilendirilmemiş olması bunda önemli bir rol oynamaktadır.

Cep telefonları ve bilgisayarlar ise katılımcılar tarafından e-atık kapsamında alınan doğru tercihler olarak göze çarpıyor. Bu da gelişen teknolojik düzenlemelerle kullanıcıların bilinç düzeyindeki orantıdan kaynaklandığı düşünülmektedir

İkinci soruda katılımcılara bozulan ve kullanılamaz hale gelen elektrikli ve elektronik eşyalarını ne yaptıkları sorulmuştur. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar Tablo 5.22'da ve Şekil 5.18'da görülmektedir.

Tablo 5.22: Bozulan ve kullanılamaz hale gelen elektrikli ve elektronik eşyaların değerlendirilme biçimi.

DEĞERLENDİRME BİÇMİ	SAYI	YÜZDE(%)
Hurdacıya veriyorum.	33	44,0
Geri dönüşüm sistemine katılabilmesi için aldığım firmaya geri veriyorum.	15	20,0
Geri dönüşüm sistemine katılabilmesi için bu atıkların geri dönüşümünü firmalarına veriyorum.	7	9,3
Tamircilere ücret karşılığı veriyorum	13	17,3
Çöp konteynerinin (kutusunun) yanına bırakıyorum.	10	13,3
Bir süre elimde tutuyorum(evde tutuyorum)	21	28,0



Şekil 5.18: Bozulan ve kullanılamaz hale gelen elektrikli ve elektronik eşyaların değerlendirilme biçiminin durumu

Katılımcıların % 44'ü bozulan ve kullanılamaz hale gelen elektrikli ve elektronik ekipman atıklarını hurdacıya verdiklerini belirtmiştir. Bu oranın oldukça yüksek olduğu düşünülmektedir. Bozulan ve kullanılamaz hale gelen ürünlerin geri dönüşüm sistemine katılabilmesi için alınan firmaya geri verilme oranı % 20 olması

firmaların bu konularda yapmış oldukları faaliyetlerin yetersiz olduğu, fakat yine de bazı faaliyetlerin varlığını göstermektedir.

'Çöp konteynırının yanına bırakıyorum.' seçiminin % 13'lerde kalmış olması da kullanıcıların konuya hassasiyet göstermeye başladıklarının bir sonucu olduğu neticesine varılabilir.

Anket, kullanıcıların %20'sinin de bir müddet atıkları ellerinde tuttuklarını göstermektedir. Bu tercih bize kullanıcıların atıklarını vermek için bir arayışta olduğunu ve atıkları verebilecekleri lokasyonların da yetersizliğini göstermektedir.

Katılımcılara e-atıkların içerisinde değerli metallerin varlığı soruldu. Katılımcıların % 49'u değerli metallerin varlığından haberdar. Fakat % 51'lik kısım ise değerli metallerin olmadığını düşünmektedir.

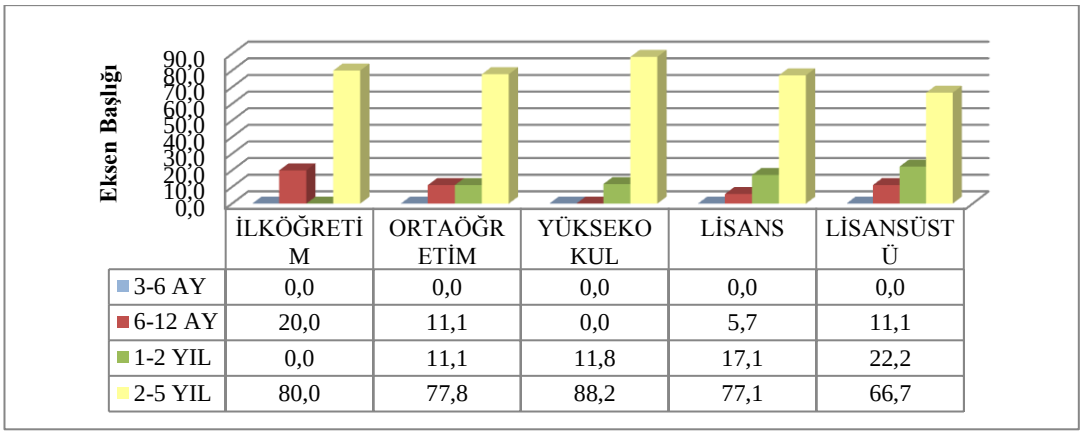
Katılımcılara e-atıkların içerisinde kimyasal maddelerin varlığı soruldu. Katılımcıların % 77'si gibi önemli bir kısmı kimyasalların varlığından haberdar durumdadır.

Katılımcıların % 57'si soğutma ünitelerindeki gazlardan haberdar durumdadır. Bunun sebebi özellikle buzdolaplarındaki soğutma gazlarıyla ilgili yaşanan problemlerin çok oluşu ve tüketicilerin bu gazla muhatap oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu soruda katılımcılara cep telefonlarını hangi sıklıkta değiştirdikleri soruldu. Sorunun değerlendirilmesi eğitim durumları göz önüne alınarak yapıldı. Tüm eğitim durumlarında cep telefonu değişim sıklık oranı 2-5 yıl üzerinde yoğunlaştığı görüldü. Ayrıca 3-6 ay içerisinde cep telefonu değişimi yapana rastlanmadı. Genel oranlar aşağıda tabloda belirtildiği gibidir.

Tablo 5.23: Cep telefonu değiştirme sıklığı.

EĞİTİM DURUMU/ SIKLIK	3-6 AY	%	6-12 AY	%	1-2 YIL	%	2-5 YIL	%
İLKÖĞRETİM	0	0,0	1	20,0	0	0,0	4	80,0
ORTAÖĞRETİM	0	0,0	1	11,1	1	11,1	7	77,8
YÜKSEKOKUL	0	0,0	0	0,0	2	11,8	15	88,2
LİSANS	0	0,0	2	5,7	6	17,1	27	77,1
LİSANSÜSTÜ	0	0,0	1	11,1	2	22,2	6	66,7
TOPLAM % SIKLIK		0,0		6,7		14,7		78,7

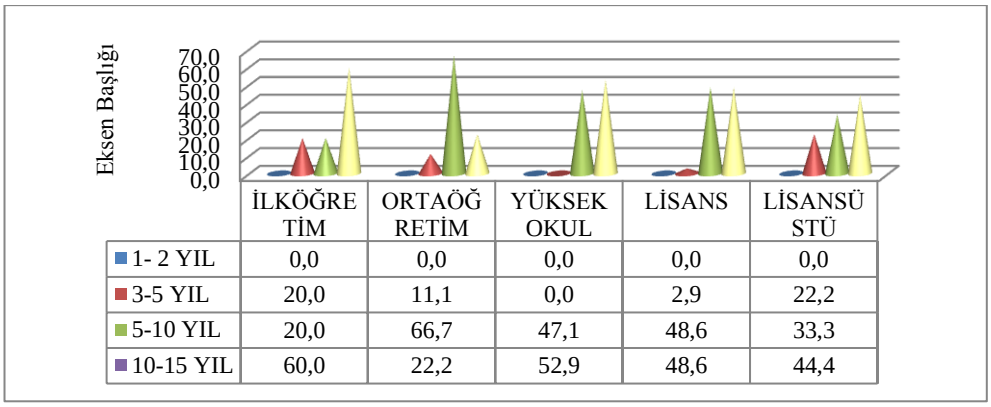


. Şekil 5.19: Öğrenim durumuna göre cep telefonu değiştirme grafiği.

Katılımcılara evlerindeki beyaz eşyalarını hangi sıklıkla değiştirdikleri soruldu. Katılımcılar 5-10 yıl ve 10-15 yıl seçeneğini eşit oranda (% 46,7 oranında) tercih ettikleri görülmektedir. Genel sonuçlar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 5.24: Beyaz eşya değiştirme sıklığı.

EĞİTİM DURUMU/ SIKLIK	1-2 YIL	%	3-5 YIL	%	5-10 YIL	%	10-15 YIL	%
İLKÖĞRETİM	0	0,0	1	20,0	1	20,0	3	60,0
ORTAÖĞRETİM	0	0,0	1	11,1	6	66,7	2	22,2
YÜKSEKOKUL	0	0,0	0	0,0	8	47,1	9	52,9
LİSANS	0	0,0	1	2,9	17	48,6	17	48,6
LİSANSÜSTÜ	0	0,0	2	22,2	3	33,3	4	44,4
TOPLAM % SIKLIK		0,0		6,7		46,7		46,7

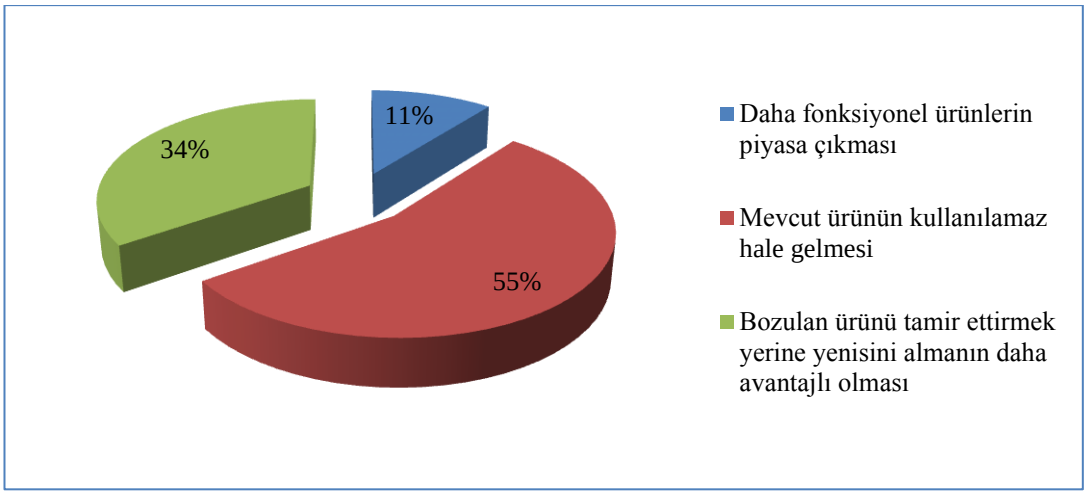


Şekil 5.20: Öğrenim durumuna göre cep telefonu değiştirme grafiği.

Katılımcılara buzdolabı, fırın, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi gibi beyaz eşyalarını değiştirme sebepleri soruldu. % 54,7'si mevcut ürünün kullanılmaz hale gelmesi tercihinde bulundu. Yeni ve üst modeller için ise beyaz eşya değiştirme durumu % 10,7 ile düşük oranlarda seyretmekte olduğu görülmektedir. Bu da ülkemizin ekonomik olarak gelişmekte olan bir ülke olması ve temel ihtiyaçların daha öncelikli olmasına dayandığı düşünülmektedir. Genel sonuçlar aşağıdaki tabloda daha ayrıntılı görülmektedir.

Tablo 5.25: Beyaz eşya değiştirme sebebi.

DEĞİŞTİRME SEBEPLARİ	KİŞİ SAYISI	YÜZDE(%)
Daha fonksiyonel ürünlerin piyasa çıkması	8	10,7
Mevcut ürünün kullanılamaz hale gelmesi	41	54,7
Bozulan ürünü tamir ettirmek yerine yenisini almanın daha avantajlı olması	26	34,7



Şekil 5.21: Elektronik eşya değiştirme sebepleri.

Katılımcılara ülkemizde elektrikli ve elektronikli atıklara yönelik bir yönetmelik olup olmadığı soruldu. Katılımcıların % 32'si bu durumdan haberdar olduğu görülmüştür.

Katılımcılara yaşadıkları çevrede elektrikli ve elektronik atık toplama kaplarına rastlayıp rastlamadıkları soruldu. Katılımcıların % 26'sı atık kaplarını gördüğünü belirtiyor. Ülkemizdeki atık yönetiminin durumu düşünüldüğünde bu yönde projelerin yavaş yavaş artmaya başladığı sonucunu varılabileceği düşünülmektedir. Verilen cevaplarda fikrim yok seçeneğinin oldukça fazla olması da konunun tüketiciler tarafından tam olarak bilinmediği ve bilgilendirmenin de eksik olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada Elektrikli ve Elektronik Atıkların yönetim eksikleri, mevzuat çalışmaları, atık miktar, içerik ve geri kazanım şekilleri araştırılmıştır. Örnek bir Telekomünikasyon Şirketi üzerinden bakır kablo ve santral atıklarının yönetimi, çevresel etkileri ve maliyet analizleri hazırlanmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler maddeler halinde sıralanmıştır.

- Örneklemesi yapılan şirkette fiber dönüşümleri sonucu açığa çıkan bakır kablo atıklarından 78.493.548,00 TL gelir elde edildiği, fakat doğru bir atık yönetim modelinin uygulanması halinde yaklaşık 2 katı daha fazla gelir elde edilebileceği ortaya konmuştur.
- Örneklemesi yapılan şirkette, sökümü yapılan Santral Atıklarından 7.900.569,50 TL gelir elde edildiği, fakat doğru bir atık yönetim modelinin uygulanması halinde yaklaşık 128.538.640,85 TL gelir elde edilebileceği ortaya konmuştur.
- Şirkette Santral Atıklarının doğru yönetilememesi sonucu iç yapı bakır kablolarının(santral bağlantı kabloları) metal hurdası olarak satıldığı bunun sonucunda 2.082.278 TL gibi bir ekonomik değerin yok olduğu tespit edilmiştir.
- Örneklemesi yapılan şirketin cirosu yıllık ortalama 2,5 milyar TL olduğu ortaya konulmuştur. Atıklarından kaybedilen ekonomik değer yaklaşık 250.000 TL (Çeyrek milyar TL) olduğu düşünüldüğünde kazancın 1/10 gibi yüksek oranlı bir ekonomik kayıp oluşmaktadır.
- Yapılan çalışmada e-atık miktarının oldukça hızı bir şekilde arttığı ortaya konulmuştur.
- Türkiye'de uygulanabilen bir e-atık yönetim modelinin henüz oluşmadığı belirlenmiş olup, örnek Telekomünikasyon Şirketi üzerinden de açıklanmıştır.
- Yasal şartlar gelişmiş ülkelerde hızlı bir şekilde uygulamaya geçerken, Türkiye'nin bu hızı yakalayamadığı, Atık geri dönüşüm merkezlerinin kurulamaması sonucu az olan atık toplama merkezlerini bile hurda yığını haline geldiği belirlenmiştir.
- Örneklemesi yapılan şirkette hem yağlı hem de yağsız olmak kaydıyla 2 tür bakır kablo atığı ortaya çıktığı görülmüştür. Tehlikeli yağlı kablolar için bir atık yönetim modelinin belirlenemediği ortaya konulmuştur.

- Örneklemesi yapılan şirkette organizasyonda yapacağı değişiklikler sonucu oluşturabileceği aktif bir atık yönetim birimiyle hem ekonomik kazancını oldukça yükseltebileceği hem de düzgün bir atık yönetimiyle çevreye daha az zarar veren bir model oluşturabilir.
- Yapılan anket çalışmasıyla e-atık içeriği ve ekonomik değeri anlamında fazlaca bilgiye sahip olunmadığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Çiftlik S., Handırı İ., Beyhan M., Akçil A., Ilgar M., Gönüllü M., (2009), "Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi " , Türkiye'de Katı Atık Yönetim Sempozyumu, 3-4 , İstanbul, Türkiye , 12-17 Haziran.

[2] Kumar P., Shibari S., (2007), Estimation And Material Flow Analysis Of Waste Electrical And Electronic Equipment (WEEE)- A Case Study Of Mangalore City, International Conference on sustainable solid waste management, Chennai, 148-154, Karnataka / India, 23-28 Temmuz.

[3] Robinson B. H., (2009) "E-Waste:An Assesment Of Global Production And Environmental İmpacts" Science Of Total Environment, 408, 183-191.

[4] Çiftlik S., Handırı İ., Beyhan M., Akçil A., Ilgar M., Gönüllü M., (2009), "Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi " , Türkiye'de Katı Atık Yönetim Sempozyumu, 5-6 , İstanbul, Türkiye , 12-17 Haziran.

[5] Çevikel B., (2009), "Elektrikli ve Elektronik atıklardan Değerli Metal Geri Kazanımı", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.

[6] Çelik C., (2007), "Elektrikli ve Elektronik atıklardan Plastik Geri Kazanımının Araştırılması" , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

[7] Web 1, (2013), http://www.iso.org.tr/tr/web/statiksayfalar/cevrebilgielektrikli (Erişim Tarihi: 14.01.2013).

[8] Web 2, (2013), http://ab.immib.org.tr/web/index.php?option=com_content, (Erişim Tarihi: 22.03.2013).

[9] Web 3, (2013), http://ab.immib.org.tr/web/index.php?option=com_content, (Erişim Tarihi: 22.03.2013).

[10] ResGaz 1, (2012), Atık Elektrikli ve Elektronikli Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, 22 Mayıs 2012 tarih ve 28300 sayılı Resmi Gazete.

[11] Web 14, (2013), http://ab.immib.org.tr/web/eklenti/AEEE-sunumlar/CSB-AEEE_sunum.pdf, (Erişim Tarihi: 12.05.2013).

[12] Çığın C. T., (2006),"Elektrikli Ve Elektronik Ekipman Atıklarının Geri Kazanımı İçin Tesis Kontrüksiyonu Ve Sistem Parametrelerinin Araştırılması" Yüksek lisnans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

[13] Jun-Hui Z., (2009) "Eco-toxicity and metal contamination of paddy soil in an e-waste recycling area" Journal Of Hazardous Materials, 165, 744-750.

[14] Zhao G., Zhou H., Wang D., (2009) "PBBs,PDBEs and Pcbs İn Foods Collected From E-Waste Disessambly Sites And Daily İntakes By Local Residents" Science Of Total Environment", 407, 2565-2575.

[15] Khetriwal D. S., (2009) "Producer Responsibility For E-Waste Management:Key İssues For Consideration – Learning From The Swiss Experience", Journal of environmenta Management, 90, 153-165.

[16] ResGaz 1, (2012), Atık Elektrikli ve Elektronikli Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, 22 Mayıs 2012 tarih ve 28300 sayılı Resmi Gazete.

[17] ResGaz 1, (2012), Atık Elektrikli ve Elektronikli Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, 22 Mayıs 2012 tarih ve 28300 sayılı Resmi Gazete.

ÖZGEÇMİŞ

30.10. 1986 yılında İstanbul Bakırköy' de dünyaya geldi. İlk ve Ortaokul eğitimini 1992 – 2000 yılları arasında Esenler Mareşal Fevzi Çakmak İlk Öğretim okulunda yaptıktan sonra lise eğitimini 2000 – 2004 yılları arasında Kemal Hasoğlu Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesinde tamamladı.

2004 yılında Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde başladı ve 2008 yılında mezun oldu. Aynı yıl içerisinde Nema Holding Şirketinde proje mühendisi olarak göreve başladı ve 3 aylık bir çalışmanın ardından Özel bir şirkete Çevre Mühendisi olarak girdi. 2 yıllık Çevre Mühendisliği deneyiminden sonra 2010 yılının sonlarında aynı şirketin İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümünde İSG Uzmanı olarak görev yapmaya başladı ve hâlihazırda aynı göreve devam ediyor.

2009 yılında GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimine başladı ve hâlihazırda devam etmektedir.

EKLER

EK A: Tez Çalışması Kapsamında Yapılan Anket Çalışması

•Elektrikli Ve Elektronikli Ekipman Tüketimi Ve Oluşan E-Atıklar Konusunda Bilinç Düzeyinin Ölçülmesine Yönelik Anket Çalışması

Örneklemesi yapılan Telekomünikasyon Şirketinde, çalışanlar arasında bilinç düzeyini ölçmek için bir anket uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışmada çalışanlara, e-atıkların kullanımı, değiştirilmesi, fiziksel atık içeriği ve yönetilmesi hususunda sorular yönlendirilerek çalışma yapılmıştır. Anket soruları tabloda verilmiştir.

Tablo A1.1: 2012 Anket soruları

ANKET (ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİKLİ ATIKLAR)					
Kişisel Bilgiler					
EĞİTİM DURUMU					
İlköğretim	Ortaöğretim	Ön lisans	Lisans	Lisansüstü	
CİNSİYET					
Erkek	Kadın				
YAŞ ARALIĞI					
18 – 20	21-25	26 -30	30 – 40	40 – 50	50 -60
AYLIK KAZANÇ					
750 – 1000	1000 – 1500	1500 - 2000	2000 – 3000	3000 Üstü	
GENEL SORULAR					
1.Sizce hangileri elektrikli ve elektronik ekipman (ürün) atıkları kapsamındadır?					
Cep telefonu					
Pil					
Bilgisayar					
Jeton veya para ile çalışan otomatlar					
Aydınlatma ürünleri (ampul, floresan, vb.)					
CD ve DVD ler					
Beyaz eşya					
2. Bozulan ve kullanılamaz hale gelen elektrikli ve elektronik eşyalarınızı ne yapıyorsunuz?					
Hurdacıya veriyorum.					
Geri dönüşüm sistemine katılabilmesi için aldığım firmaya geri veriyorum.					
Geri dönüşüm sistemine katılabilmesi için bu atıkların geri dönüşümünü firmalarına veriyorum.					

Tablo A1.1: devamı

Tamircilere ücret karşılığı veriyorum
Çöp konteynerinin (kutusunun) yanına bırakıyorum.
Bir süre elimde tutuyorum(evde tutuyorum)
3. Elektrikli ve elektronik ekipmanların içerisinde ALTIN, GÜMÜŞ gibi değerli metaller var mıdır ?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
4. Elektrikli ve elektronik ekipmanların içerisinde KİMYASAL MADDELER var mıdır ?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
5.. Soğutma ünitesi bulunduran elektrikli ve elektronik eşyaların (buzdolabı, derin dondurucu vb.) yapısındaki CFC (Kloro Floro Karbon) gazlarının insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğunu bu anket sorusunda görmeden önce biliyor muydunuz?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
6. Cep telefonunuzu ne sıklıkla değiştiriyorsunuz?
3 – 6 ay 6 - 12 1 – 2 yıl 2 – 5 yıl
7. Elektrikli ve elektronik ekipmanların üzerinde çöpe atılmamalı gibi bir uyarı işareti gördünüz mü ?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
8. Buzdolabı, fırın, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi gibi beyaz eşyalarınızı hangi sıklıkla yeniliyorsunuz?
1 – 2 yıl 3 - 5 yıl 5 - 10 yıl 10 - 15 yıl
9. Ülkemizde Elektrikli ve elektronik atıklarla ilgili bir yönetmelik var mıdır ?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
10. İş yerinizde Elektrikli ve elektronik atık toplama kaplarına gördünüz mü?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
11. Yaşadığınız çevrede Elektrikli ve elektronik atık toplama kaplarına gördünüz mü?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
12. Bildiğiniz bir Elektrikli ve elektronik atık toplama merkezi var mı?
EVET HAYIR FİKRİM YOK
13.Buzdolabı, fırın, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi gibi beyaz eşyalarınızı yenileme sebebiniz nedir?
Daha fonksiyonel ürünlerin piyasa çıkması
Mevcut ürünün kullanılamaz hale gelmesi
Bozulan ürünü tamir ettirmek yerine yenisini almanın daha avantajlı olması
14. Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarından metallerin geri kazanılması doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar mı?
EVET HAYIR FİKRİM YOK