

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA PROGRAMI

**TERSİNE LOJİSTİK AÇISINDAN ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİNİN
İNCELENMESİ VE BİLGİSAYAR ATIKLARI ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN HANİFİ ŞAHİN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ ATIL TAŞER

BİLECİK, 2023

10592692

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA PROGRAMI

**TERSİNE LOJİSTİK AÇISINDAN ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİNİN
İNCELENMESİ VE BİLGİSAYAR ATIKLARI ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN HANİFİ ŞAHİN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ ATIL TAŞER

BİLECİK, 2023

10592692

BEYAN

“Tersine Lojistik Açısından Elektronik Atık Yönetiminin İncelenmesi ve Bilgisayar Atıkları Üzerine Bir Uygulama” adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR	☐	DESTEK ALINMAMIŞTIR	☒
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:		/.....	

Öğrenci Adı ve Soyadı

Hakan Hanifi ŞAHİN

Tarih

../../2023

İmza

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasının yazılma sürecinde yardımlarını esirgemeyen her daim fikir ve önerileri ile katkı sağlayan değerli arkadaşım Bünyamin ÇELEBİ' ye ve çalışmamın her aşamasını titizlikle takip eden danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Atıl TAŞER bilgi birikimleri, tecrübesiyle bulunmuş olduğu katkı ve emekleri için teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Yüksek Lisans ve eğitim sürecimin her aşamasında desteğini, yardımlarını esirgemeyen her koşulda yanımda olan kıymetli eşim, kızım ve aileme teşekkür ederim.

Hakan Hanifi ŞAHİN

../../2023



ÖZET

TERSİNE LOJİSTİK AÇISINDAN ELEKTRONİK ATIK YÖNETİMİNİN İNCELENMESİ VE BİLGİSAYAR ATIKLARI ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Birlikte yaşama olgusunun oluşması ile ihtiyaçlar ticaret kavramı altında oluşmaya başlamıştır. Kaynakların yeterli olduğu yerleşik hayatın başladığı dünya koşullarında ileri lojistik faaliyetleri gündemde yerine almaktadır. Günümüz koşullarına gelindiğinde insan ihtiyaçların sınırsız, kaynakların ise kıt olması sebebiyle sürdürülebilir bir gelecek için teoriler, fikirler ve projeler oluşturulmuştur. Tersine lojistik kavramı (reverse logistics) 1981 yılında Lambert ve Stock tarafından literatürde ilk tanımlama ve tasnifler yapılmıştır. Sektör olarak otomotiv, tekstil, gıda, ambalaj, metal sanayi ve elektronik eşya gibi birçok alanda boy göstermektedir. Elektrikli ve elektronik atıklar içerisinde barındırdığı çeşitli bileşenler ile sıfır atık projesi kapsamında yer alan diğer sektörlerden elde edilen metal, plastik, cam, kâğıt, ahşap vb. atık türlerinin bütününe kapsamaktadır. Kapsam yelpazesinin geniş olması analiz edilmesi yönünün itici gücünü oluşturmuştur. Elektronik atıkların içerisinde yer alan bilgisayar atıkları ise elektronik eşyaların barındırdığı materyaller ile benzerlik göstermekte, fakat yeniden kullanım oranı, yarı mamul olarak RAM, CPU, devre kartları, işlemci, hard disk gibi ara ürünlere sahip olmaktadır. Aynı zamanda modernizasyon ile başka bir ürüne entegre olabilme kabiliyeti ve altın, gümüş, alüminyum, bakır, paladyum gibi değerli madenleri barındırma yüzdesi olarak daha fazla oran ihtiva etmektedir. SWOT analiz yöntemi kullanılarak çalışmada bilgisayar ve elektronik atık alanında faaliyet gösteren firmalardan edinilen bulgular ışığında sektöre yönelik güçlü ve zayıf yönler ile fırsat ve tehditler konu başlıklarında değerlendirilmiştir. Analiz ile zayıf yönler giderilmesi mümkün kılınması imkânı dahilinde güçlü yön haline getirilmesinin sağlanması gerekliliğine vurgu yapılmıştır. Fırsat ve tehditler değerlendirilerek, tehdit konumunda bulunan bilgisayar atıklarından elde edilen kıymetli madenlerin hammadde ihracatında kullanılması, yetişmiş işgücü yetersizliği, Türkiye’de işleme tesis yetersizliği gibi olumsuz etmenlerin fırsata dönüştürülmesinin gerekliliği hakkında tespitlerde bulunulmuştur. Yapılan bu çalışmada tersine lojistik sürecinde bilgisayar ve elektronik atıkların maksimum geri dönüştürülmesi sağlanarak, çevreye duyarlı, sürdürülebilir teknolojik gelecek oluşturmak amaçlanmaktadır. Aynı zamanda ülke olarak sektörde, uluslararası pazarda yerimizi almak ve endüstriyel sektörün gelişimine katkı sağlamak hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tersine Lojistik, Elektrikli ve Elektronik Atıklar, Bilgisayar Atıkları, SWOT Analizi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ELECTRONIC WASTE MANAGEMENT IN TERMS OF REVERSE LOGISTICS AND AN APPLICATION ON COMPUTER WASTE

With the emergence of the phenomenon of living together, needs began to emerge under the concept of trade. In the world conditions where resources are sufficient and settled life has begun, advanced logistics activities are on the agenda. In today's conditions, human needs are unlimited and resources are scarce, so theories, ideas and projects have been created for a sustainable future. The concept of reverse logistics was first defined and classified in the literature by Lambert and Stock in 1981. As a sector, it appears in many areas such as automotive, textile, food, packaging, metal industry and electronic goods. Electrical and electronic waste contains various components and metal, plastic, glass, paper, wood, etc. obtained from other sectors within the scope of the zero waste project. It covers all types of waste. The wide range of coverage has been the driving force for analysis. Computer waste, which is included in electronic waste, is similar to the materials contained in electronic goods, but its reuse rate is higher than intermediate products such as RAM, CPU, circuit boards, processors and hard disks as semi-finished products. At the same time, it has the ability to integrate into another product through modernization and contains a higher percentage of precious metals such as gold, silver, aluminum, copper and palladium. Using the SWOT analysis method, the study evaluated the strengths, weaknesses, opportunities and threats for the sector in the light of the findings obtained from companies operating in the field of computer and electronic waste. It was emphasized that it is necessary to make it possible to eliminate weaknesses through analysis and to turn them into strengths. By evaluating the opportunities and threats, determinations were made about the necessity of turning negative factors such as the use of precious metals obtained from threatening computer waste in raw material exports, the lack of trained labor force, and the inadequacy of processing facilities in Turkey into opportunities. This study aims to create an environmentally friendly, sustainable technological future by ensuring maximum recycling of computer and electronic waste in the reverse logistics process. At the same time, it is aimed to take our place as a country in the international market and to contribute to the development of the industrial sector.

Keywords: Reverse Logistics, Electrical and Electronic Waste, Computer Waste, SWOT Analysis

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	i
GRAFİKLER LİSTESİ.....	iii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
1. GİRİŞ.....	1
2. TERSİNE LOJİSTİK	3
2.1. Tersine Lojistik Kavramı, Tanımı ve Önemi	3
2.2. Tersine Lojistik ve İleri Lojistiğin Karşılaştırılması	6
2.3. Tersine Lojistiğin Önündeki Engeller.....	8
2.3.1. Bilgi ve Teknoloji Sistemi Eksikliği	8
2.3.2. Ürün Kalitesindeki Problemleri.....	9
2.3.3. Kurum Politikaları	9
2.3.4. Stratejik Plan Eksikliği.....	10
2.3.5. Üst Yönetimin Destek Eksikliği.....	10
2.3.6. Eğitim Eksikliği	10
2.3.7. Finansal Kısıtlar	11
2.3.8. Tersine Lojistik Değişimine Karşı Direnç.....	11
2.4. Tersine Lojistik Sürecinin Oluşum Nedenleri.....	12
2.4.1. Ekonomik Nedenler.....	12
2.4.2. Yasal Zorunluluklar	13
2.4.3. Kurumsal Sorumluluklar	14

2.5. Ürünlerin Tersine Lojistik Akış Kategorileri	15
2.5.1. Üretimden Geri Dönüşler	16
2.5.2. Dağıtımdan Dönüşler	17
2.5.3. Müşteriden Dönüşler	18
2.6. Tersine Lojistik Faaliyetleri.....	20
2.6.1. Tamir	22
2.6.2. Yeniden Kullanma.....	23
2.6.3. Ürün Yenileştirme	23
2.6.4. Yeniden Üretim.....	25
2.6.5. Ürünün Kısmi Kullanımı (Ürün Yamyamlaştırma)	26
2.6.6. Geri Dönüşüm.....	26
2.6.7. Yakma ve Gömme	28
2.7. Tersine Lojistik Ağı	29
2.7.1. Tersine Lojistik Ağ Yapısı	32
2.7.2. Tersine Lojistik Ağ Türleri	34
2.7.3. Tersine Lojistik Ağındaki Temel faaliyetler	35
2.7.3.1. Geri Dönüştürme	39
2.7.3.2. Yeniden Üretim	40
2.7.3.3. Yeniden Kullanma	41
2.7.3.4. Yenileme.....	41
2.7.3.5. Onarma	42
2.7.3.6. Dış Kaynak Kullanım	42
3. ELEKTRONİK ATIK	44
3.1. Elektronik Atıkların Tanımı ve Kapsamı.....	46
3.2. Dünyada ve Ülkemizde Elektronik Atık Potansiyeli	48
3.3. Elektronik Atıklardan Kaynaklanan Çevre Sorunları	52

3.4. Tarihsel Süreç ve Yasal Düzenlemeler.....	53
3.4.1. Uluslararası Yasal Düzenlemeler.....	55
3.4.2. Basel Sözleşmesi.....	56
3.4.3. RoHS Direktifler.....	57
3.4.4. RoHS Şartlarında Üretim.....	59
3.4.5. WEEE Direktifleri.....	61
3.4.6. Türkiye’deki Yasal Durum.....	67
3.5. Elektronik Atıkların Özellikleri ve Bileşenleri	70
3.5.1 Materyal Bileşimleri.....	70
3.5.2. Zararlı Maddeler ve Bileşenler	72
3.5.3 Elektrikli ve Elektronik Atıkların Fiziksel Özellikleri	76
3.5.3.1 Manyetik, Yoğunluk ve Elektrik İletkenliği Özellikleri.....	76
3.5.3.2 Tane Boyutu, Şekil ve Serbestleşme Derecesi Özellikleri.....	77
3.6. Elektronik Atıkların Geri Kazanımı.....	78
3.6.1. Ön Muamele İşlemleri.....	79
3.6.2. Sökme ve Demontaj.....	81
3.6.3. Kırma ve Öğütme	82
3.6.4 Gravite ile Ayırma.....	84
3.6.5 Manyetik Ayırma	84
3.6.6. Elektrostatik Ayırma	86
3.7. Geri Kazanım Teknikleri	88
3.8. Bertaraf İşlemleri.....	90
3.8.1. Depolama.....	91
3.8.2. Yakma.....	91
3.9. Cpu, Board ve Konektörlerden Kral Suyu İle Altın Geri Kazanımı	92
4. BİLGİSAYAR ATIKLARI	96

4.1. Elektronik Atıklar Açısından Bilgisayar Atıkların Önemi.....	97
4.2. Bilgisayar Atıkların Tersine Lojistik Sürecinde Değerlendirilmesi.....	98
4.3. E Firmasında Elektronik Atıkların ve Bilgisayar Atıkların İncelenmesi.....	99
4.4. Bilgisayar Atıkları Mekanik/Fiziksel Geri Dönüşüm Yöntemleri	105
4.4.1. Dizüstü Bilgisayar.....	106
4.4.2. Masaüstü Bilgisayar	107
4.5. Elektronik Atıkların Bileşiminin Karşılaştırılması	109
5. ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK İLE BİLGİSAYAR ATIKLARIN FİRMALAR	
NEZDİNDEKİ KONUMUNUN SWOT ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	110
5.1. Araştırmanın Önemi.....	110
5.2. Araştırmanın Amacı.....	110
5.3. Araştırmanın Yöntemi	111
5.4. Swot Analizi İle Değerlendirilmesi.....	112
5.4.1. Bulgular	113
5.4.2. Güçlü Yanlar.....	113
5.4.2.1. Elektronik Atıkların Çok Çeşitli Bileşenlerden Oluşması	113
5.4.2.2. Geri Dönüştürülme Kabiliyetinin Yüksek Olması	114
5.4.2.3. Maddi Değere Sahip Kıymetli Madenler Barındırması.....	114
5.4.2.4. Bileşenlerinin Yeniden Kullanıma Yüksek Oranda Dahil Edilebilmesi	115
5.4.2.5. Atık Durumdaki Parçalarından Enerji Üretilmesi	115
5.4.2.6. Elektronik Atık ve Bileşenlerinin İhracat Olanakları.....	116
5.4.2.7. Atık Geri Dönüşümünün Teknolojinin Geleceğini Oluşturması	116
5.4.2.8. Çevreye Duyarlı Olumlu Etkiye Sahip Olması	117
5.4.2.9. Geri Dönüşümde Sürdürülebilirliğe Katkısı Olması.....	117
5.4.2.10. Katma Değer Yaratma Olanakları.....	118

5.4.3. Zayıf Yanlar	118
5.4.3.1. Geri dönüştürme Tesislerinin Eksikliği	118
5.4.3.2. İşleme Tesislerinin Ekipman ve Üretim Yetersizliği	119
5.4.3.3. Elektronik Atıkların Barındırdığı Zararlı Maddeler	119
5.4.3.4. İhracatın Ham Madde ile Sınırlı Olması	120
5.4.3.5. Yeniden Kullanıma Kazandırma Bilgi Eksikliği	120
5.4.3.6. Teknolojik Rekabet Düzeyi	121
5.4.3.7. Dünya Standartlarını Yakalama Düzeyi	121
5.4.3.8. Maliyetlerinden Ötürü Sektörün Varlığı	122
5.4.3.9. Güçlü Bir Geçmiş Sahip Olmama	122
5.4.3.10. Nitelikli İş Gücüne İhtiyacı Olması	123
5.4.3.11. Sektörün Geleceğine Yönelik Yatırım Kısıtları	124
5.4.4. Fırsatlar	124
5.4.4.1. Bilgisayar Atıkların Maddi Değeri Yüksek Madenleri Barındırması	124
5.4.4.2. Geri Kazanım Oranının Yüksek Olması	125
5.4.4.3. Teknolojik Ağa Yakınlık	126
5.4.4.4. Kıymetli Birden Çok Bileşene Sahip Olması	126
5.4.4.5. Çevreye ve Doğaya Etkisi	127
5.4.4.6. Protokoller ve İş Birlikleri	127
5.4.4.7. Yan Ürün Oluşturma Olanakları	128
5.4.4.8. Yan Gelir Elde Etme Olanakları	128
5.4.4.9. Projeler ve Ar-Ge Geliştirme	129
5.4.4.10. İlgili Kamu Kurum ve Kuruluşları Tarafından Verilen Teşvikler	129
5.4.4.11. Firmalara Maliyet Avantajı Sağlaması	130

5.4.5. Tehditler	130
5.4.5.1. Sektörde Rekabet Yetersizliği.....	130
5.4.5.2. Kamu Kurum, Kuruluş Destek ve Teşvik Eksiklikleri	131
5.4.5.3. Yatırım Kısıtları.....	131
5.4.5.4. Elektronik Atıkların İçerdiği Zararlı Maddelerin Varlığı.....	132
5.4.5.5. Farklı Ülkelerdeki İşleme Tesisleri	133
5.4.5.6. Siyasi Belirsizlikler.....	133
5.4.5.7. Elektronik Atık Tesis Maliyetlerindeki Yükseklikler	133
5.4.5.8. Döviz Kurlarındaki Dalgalanmalar	134
5.4.5.9. Elektronik Bileşen Kaynakların Tükenmesi	134
5.4.5.10. Yetişmiş Eleman Sıkıntısı.....	135
6. SONUÇ	136
KAYNAKÇA	144

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Tersine Lojistik Unsurları Toplu Olarak Verilmiştir.	6
Tablo 2.2. İleri Ve Tersine Lojistik Karşılaştırması.....	7
Tablo 2.3. Tersine Lojistikte Maliyet Düzeyi	8
Tablo 2.4. Ekonomik Nedenlerin Direkt Ve Dolaylı Olarak Kazanımları.....	13
Tablo 2.5. Geri Kazanım Faaliyetlerinin Özellikleri Ve Örnekleri	29
Tablo 2.6. Tersine Lojistik Faaliyetleri	35
Tablo 3.1. Elektronik Atık Kompozisyonu Malzeme Grubu İçerik (Ağırlıkça %).....	46
Tablo 3.2. Elektrikli Ve Elektronik Ekipmanlara İlişkin Ömürler	54
Tablo 3.3. Fonksiyonel Ve Teknolojik Ömürlerinin Karşılaştırılması.....	55
Tablo 3.4. RoHS Kapsamında Kullanıma Yasaklanan 6 Madde	58
Tablo 3.5. Sağlığa Zararlı Maddelerin Kullanım Yerleri	59
Tablo 3.6. RoHS Kapsamında Zararlı Maddeler Yerine Önerilen Maddeler.....	60
Tablo 3.7. RoHS Kapsamında Kullanımı Sınırlandırılan Madde Oranları	61
Tablo 3.8. WEEE ve RoHS Mevzuat Özeti	66
Tablo 3.9. AEEE Geri Kazanım Oranı Hedefleri.....	68
Tablo 3.10. Elektrikli ve Elektronik Eşya Materyal İçerikleri	70
Tablo 3.11. Elektrikli Ve Elektronik Eşya Kategorilerine Göre Materyal İçerikleri	71
Tablo 3.12. Büyük Ve Küçük Beyaz Eşyaların Materyal İçerikleri.....	71
Tablo 3.13. Elektronik Eşyaların İçerik Analizleri	72
Tablo 3.14. Karmaşık Bileşenlerin Materyal İçerikleri.....	72
Tablo 3.15. EEE Atıklarında Yer Alan Zararlı Bileşenler	73
Tablo 3.16. E-Atıkların İçerdiği Kimyasal Ve Zararlar	74
Tablo 3.17. Atık Kodları	75
Tablo 3.18. Board Analiz Sonuçları	93
Tablo 3.19. CPU Analiz Sonuçları	94

Tablo 4.1. Tv ve Bilgisayar Demontajı Sonucu Çıkan Malzeme Oranları	96
Tablo 4.2. Değerli Metal Miktarları	104
Tablo 4.3. Dizüstü Bilgisayar Analiz Sonuçları	106
Tablo 4.4. Masaüstü Bilgisayar Materyal Ağırlık Oranları.....	108
Tablo 4.5. Çeşitli Elektronik Atıkların Bileşiminin Genel Analiz Sonuçları.....	109
Tablo 5.1. Güçlü Yanlar	113
Tablo 5.2. Zayıf Yanlar	118
Tablo 5.3. Firmaların AEEE Maliyetleri	122
Tablo 5.4. Fırsatlar	124
Tablo 5.5. Tehditler	130

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. İleri Ve Tersine Lojistik Dağıtım.....	6
Şekil 2.2. Tersine Lojistik Unsurları	16
Şekil 2.3. Tersine Lojistik Geri Dönüşüm Sebepleri	20
Şekil 2.4. Ürün Yeniden Kazanma Yönetim Faaliyetleri	21
Şekil 2.5. Ürünün Geri Alım Opsiyonları Akış Süreci	22
Şekil 2.6. Tersine Lojistik Yeniden İşleme Tabi Tutulmasındaki Aşamalar	28
Şekil 2.7. Tersine Lojistik Ağ Şeması.....	32
Şekil 2.8. Genel Bir Tersine Lojistik Ağ Yapısı	34
Şekil 2.9. Tersine Lojistik Süreci.....	36
Şekil 2.10. Tersine Lojistik Sisteminde Yer Alan Faaliyetler	37
Şekil 2.11. Ürün Kurtarma Seçenekleri Piramidi	38
Şekil 2.12. Tersine Lojistik Sürecinde 4 Temel Adım.....	39
Şekil 3.1. Mevzuatların Öngördüğü Ve Uygulamadaki E-Atık Döngüsü	48
Şekil 3.2. Dünya'da Elektrik Ve Elektronikten Oluşan Ürünler	50
Şekil 3.3. Ülkemizde Kategori Başına Üretilen E-Atık Miktarları (Kt)	51
Şekil 3.4. AEEE'lerin İnsan Vücuduna Olumsuz Etkileri.....	52
Şekil 3.5. AB Ve Türkiye'deki AEEE Mevzuat Tarihçesi.....	53
Şekil 3.6. İsviçre'de Bulunan Belediye Toplama Merkezi.....	53
Şekil 3.7. Çorlu Ve İzmit Belediyelerinde Bulunan Atık Toplama Üniteleri.....	54
Şekil 3.8. TS EN 50419 Standardına Göre İşaretleme.....	65
Şekil 3.9. Türkiye'de İller Bazında Kişi Başına Üretilen AEEE Miktarları	68
Şekil 3.10. Elektronik Atıklardan Ayırıştırılan Plastik, Metaller Ve Çipler	76
Şekil 3.11. AEEE'nin Yönetimi İçin Seçenekler	78
Şekil 3.12. AEEE'den Metallerin Geri Kazanımı İçin Uygulanabilecek Farklı Proses Seçenekleri (Kesikli Çizgiler Seçimli Yolları Göstermektedir).....	80

Şekil 3.13. Kesicide Boyut Küçültme İşlemi (Güç Kutusu)	82
Şekil 3.14. Kesicide Boyut Küçültme İşlemi (Klavye).....	83
Şekil 3.15. Kesiciden Alınan Malzeme.....	83
Şekil 3.16. EEEA'lar İçin Kırma Ekipmanları: (A) Kesme Makinesi; (B) Çekip Değirmeni .	84
Şekil 3.17. Sabit Mıknatıslı Ambur Tipi Rulo Tipi Manyetik Ayırıcı (Rulo Tipi Ayırıcılarda Kullanılan Sabit Mıknatıslı Tambur)	85
Şekil 3.18. Endüstride Kullanılan Manyetik Ayırıcı Tipleri.....	86
Şekil 3.19. İndüksiyon Gaz İyon Bombardımanı Prensipli Elektrostatik Ayırıcı.....	87
Şekil 3.20. 4 Farklı Tip Board Görünümleri	93
Şekil 3.21. CPU Görünümleri	93
Şekil 3.22. Konektör Görünümü	94
Şekil 4.1. Atık Bilgisayarların Geri Dönüşümündeki Safhalar.....	98
Şekil 4.2. Dünyada Elektronik Ürün Üretiminde Kullanılan Değerli Metal Miktarları	100
Şekil 4.3. ABD'li Ünlü Yatırım Bankası Goldman Sachs.....	101
Şekil 4.4. Geri Dönüşüm Çağı Varsayımları	102
Şekil 4.5. Dünyada Elektronik Atık Varsayımları	102
Şekil 4.6. Dünyada Elektronik Atık Varsayımları	103
Şekil 4.7. Türkiye'de ki Elektronik Atık Miktarları ve Çeşitli Madenler	103
Şekil 4.8. Deney Numunesi.....	105
Şekil 4.9. Dizüstü Bilgisayar Deney Numunesi.....	106
Şekil 4.10. Masaüstü Bilgisayar Deney Numunesi.....	108
Şekil 5.1. İşletme Stratejik Planlama Süreci ve SWOT Analizi	112
Şekil 5.2. SWOT Analiz Değerlendirmesi.....	135

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 3.1. 2004-2017 Yılları Arasında Hanelerde Bilişim Teknolojisi Bulunma Oranları (%)	49
Grafik 3.2. E-Atık Geri Dönüşüm Yapılan Ürünler.....	76
Grafik 3.3. CPU, Devre Kartı, Konektörlerin Geri Kazanımından Elde Edilen Altın Miktarı	95
Grafik 4.1. Cep Telefonu ve PC Satış Rakamları	101
Grafik 4.2. Dizüstü Bilgisayar Ağırlık Sonuçları.....	107
Grafik 4.3. Masaüstü Bilgisayar Materyal Ağırlık Oranları	108
Grafik 4.4. Çeşitli Elektronik Atıkların Bileşiminin Karşılaştırılması	109

KISALTMALAR LİSTESİ

AB : Avrupa Birliği

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

AEEE : Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya

APME : The Association of Plastics Manufactures in Europe (Avrupa Plastik İmalatçıları Birliği)

BFR : Brominated Flame Retardants (Bromlu Alev Geciktiriciler)

BM : Birleşmiş Milletler

DPT : Devlet Planlama Teşkilatı

E-ATIK : Elektrikli ve Elektronik Atık

EEE : Elektrikli ve Elektronik Ekipman

EEEA : Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atığı

EHAR : Electrical Household Appliance Recycling (Elektrikli Ev Gereçlerinin Geri Dönüşümü)

EPA : Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Örgütü)

ESO : Electronic Scrap Ordinance (Elektronik Atık Yasası)

GDFTF : Geri Dönüşüm Faktörü Transfer Fonksiyonu

ICER : Industry Council For Electronic Equipment Recycling (Elektronik Ekipman Geri Dönüşüm Sanayicileri Birliği)

ICSG : International Copper Study Group (Uluslar Arası Bakır Çalışmaları Grubu)

JIT : Tam Zamanında Üretim (Just in Time)

LCD : Liquid Crystal Display (Sıvı Kristalli Görüntüleyici)

LED : Light Emitting Diyotes (Işık Yayan Diyot)

LPG : Liquified Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)

NMH : Nickel Metal Hydride (Nikel Metal Hidrid)

OECD : Organization for Economic Cooperation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

PUR : Polyurethane (Poliüretan)

RoHS : Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances (Bazı Zararlı Maddelerin Kullanılmasının Sınırlandırılması)

STZY : Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi

T.C. : Türkiye Cumhuriyeti

TESİD : Türk Elektronik Sanayicileri Derneği

TOBB : Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği

TÜRKBED : Türkiye Beyaz Eşya Sanayicileri Derneği

TÜSİAD : Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği

UNEP : United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)

WEEE : Waste Electrical and Electronic Equipment (Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atığı)

1. GİRİŞ

Dünyada yaşamın var oluşundan günümüz koşullarına kadar geçen süre içerisinde canlı yaşamı birçok evreden geçmiştir. Göçebe olarak başlayan yaşam döngüsü, yerleşik hayata daha sonra toplu yaşam ile söz konusu döngü kalıcı olarak devamlılığını sürdürmüştür. Bu döngünün sonucu olarak tüketim, üretim ve ticaret kavramları oluşmuş ve günümüze kadar varlığını, sınırsız ihtiyaçlar ve kıt kaynaklar süreçler bütünü olarak sürdürmektedir. İhtiyaçların sınırlı ve kaynakların yeterli olduğu dönemlerde, ilk etaplarda başlayan ticaret döngüsü değiş tokuş usulü ile başlamış daha sonra toplulukların etkileşimi, kültürel etkileşim ve küresel ticaret olarak günümüz koşulları ile yerini almıştır.

İhtiyaçların sınırlı ve kaynakların yeterli ölçüde olduğu süreçte daha çok ileri lojistik kavramına yönelik, tüketim temelli faaliyetler yerini almış ve teoriler bu yönde tanımlanmıştır. İlk kez 1981 yılında Lambert ve Stock tarafından Tersine Lojistik (Reverse Logistick) kavramı tanımlamalar ile literatüre kazandırılmış ve bu kavram önemini giderek arttırarak günümüz koşullarında son halini almıştır (Karaçay, 2005:318). İhtiyaçların sınırsız, kaynakların kıt olduğu günümüzde; enerji, gıda, tekstil, teknoloji gibi günlük hayatta kullanımda olan bütün ürün gruplarının üretimi büyük çoğunlukla kıt kaynaklardan karşılanmaktadır. Bu durum tersine lojistik kavramının öneminin artmasına temel neden teşkil etmektedir. Geleceğimize yönelik daha yaşanabilir bir dünya, kullanılabilir kaynak ve sürdürülebilir çevre ile canlı yaşamı bırakmak için tersine lojistik kavramı tam anlamı ile kullanılmak zorunda olunan bir sistem olarak günlük yaşamımızın bir parçası olmuştur.

Sıfır atık projesi gibi ülkemizin de yerine aldığı uluslararası platformların temas ettiği çeşitli projeler ile tersine lojistik kavramı desteklenmektedir. Tersine lojistik içerisinde analizlerin odak noktasını oluşturan elektrikli ve elektronik ürünlerin varlığına, geleceğine, kaynaklarının korunmasına, yeniden kullanımına ve geri dönüştürülmesine ayrı bir önem verilmiştir. Bu önem; içerisinde bulundurduğu altın, gümüş, bakır, alüminyum, paladyum gibi madenlerin kaynak açısından diğer materyallere göre kıt olması, birçok ürünün hammaddesi konumunda olması ve ekonomik olarak kıymetli olmasından kaynaklanmaktadır. E-atıklar sıfır atık projesi kapsamında geri dönüştürülme ve bertaraf etme noktasında sınıflandırma yapıldığında tehlikeli atık sınıfına girmektedir. Uluslararası platformda belirlenen standartlar, yasal mevzuat ve yönetmelikler dışında depolama, ayrıştırma, geri dönüştürme ve bertaraf etme noktasında diğer atıklardan farklı davranılmasında, çevre ve canlı yaşamına geri dönüşü olmayan ciddi zararlarının etkisinin olması yer almaktadır. Söz konusu tehlikeli atıklar

uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından oluşturulan yasal mevzuat, yönetmelik ve cezai yaptırımlar ile kontrol altında tutulmaktadır. Bu konuda faaliyet gösteren ülke ve kuruluşlar ile eş güdümlü şekilde çalışılarak dünyanın geleceğini tehlikeli atıkların etkisinin minimize edilmesi hususunda kontrol altında tutulmaya yönelik çeşitli düzenlemeler yapılmaktadır.

Çalışmanın son konusunu oluşturan bilgisayar atıkları içerisinde altın, bakır, alüminyum, paladyum gibi ekonomik değeri yüksek olan madenler barındırmaktadır. RAM, CPU, işlemci, hard disk, ekran ve devre kartları gibi evsafını koruduğu müddetçe yeni veya başka bir ürün için yarı mamul konumunda bulunan elektrikli ve elektronik ürünler arasında ayrı bir öneme sahip olmaktadır. Aynı zamanda bilgisayar atıkları elektronik atıkların bütününde var olan metal, plastik, cam, gibi temel maddeler barındırmasının yanında cıva, kurşun, kadmiyum gibi canlı ve çevre yaşamını olumsuz etkileyen tehlikeli maddeler de içermektedir. Bahse konu bu alt konu başlıklarını, olumlu ve olumsuz yönlerini SWOT analizi yöntemi kullanılarak tasvir edilmiştir. SWOT analizi ile elektrikli ve elektronik atıklar ve bilgisayar atıklarının güçlü yanları, zayıf yanları, fırsatlar ve tehditler konu başlıkları altında incelenmiştir. Söz konusu atıklar hakkında faaliyet yürüten firmalardan, daha önce hazırlanmış sektöre yönelik güçlü ve zayıf yönler ile fırsat ve tehditleri içeren sorular firmaların yönetici pozisyonundaki personellerine görüşme yapılarak yönetilmiştir. Edinilen bulgular ışığında Türkiye’de güçlü yönler kalıcı hale getirilmesinin, zayıf yönlerinin imkân kabiliyetinde giderilerek güçlü yön oluşturmak hedeflenmiştir. Türkiye’ de mevcut olmayan işleme tesisleri, yetişmiş işgücü, hammadde ihracatına konu olan mamuller yapılacak atılım, teşvik ve projeler ile fırsata dönüştürülmek amaçlanmaktadır. Sektöre yönelik söz sahibi ülke pozisyonunda olmak ve sürdürülebilir teknolojik gelecek için maksimum geri dönüşüm, minimum doğaya olumsuz etki yetkinliğine ve kabiliyetine sahip olmak vurgulanmaktadır.

2. TERSİNE LOJİSTİK

2.1. Tersine Lojistik Kavramı, Tanımı ve Önemi

Tersine Lojistik kavramı dağıtım, üretim ve müşteriden dönüş olmak üzere geri kazanım süreci kapsamında nitelendirilerek, tasvir edilmektedir. Belirtilen başlıklar altında ortaya çıkan atıkların ayrıştırılması, depolanması, nakliyesi ve bertaraf edilmesiyle ilgili hükümet düzenlemeleri, yoğun rekabet yaşandığı küresel dünya koşulları sonucu meydana gelen maliyet düşüşlerindeki artan önem, pazarlama faaliyetleri bakımından çevreyle uyumlu bir pozisyon gösterme gerekliliği gibi sebepler ile atık olarak görülen malzemeler ile geri kazanım, değer kazanma faaliyetlerine yönelmeleri sonucu tersine lojistik kavramının önemi ortaya çıkmıştır.

Tersine lojistik genellikle ürün geri kazanım kavramları çerçevesi etrafında oluşum göstererek meydana gelmiştir. İleri lojistik olarak da adlandırılan günümüzün genel akış sürecini ifade eden bir ürünün veya materyalin üretiminden, tüketim aşamasına kadar olan süreci ifade edilirken, tersine lojistik bunun tersine geri dönüş, geri kazanım olarak nitelendirilmektedir. Bahse konu süreç ise sadece tüketim aşamasından olmayıp aynı zamanda ürünün üretim aşamasından, dağıtım aşamasından veya tüketiciden geri dönüş olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tersine lojistik kavramı 1970 yılında yapılan çalışmada “tersine kanallar ya da tersine akış” olarak adlandırılmıştır. 1980’li yıllarda ilk tersine lojistik tanımlaması Lambert ve Stock tarafından yapılmıştır. Stock tarafından 1992 yılında yapılan çalışmada tersine lojistik “atıkların geri dönüşümü, yok edilmesi ve tehlikeli maddelerin yönetimi, daha geniş bir açıdan kaynakların parçalanması, geri dönüşümü, onarımı, tekrar kullanımı ve yok edilmesi amacıyla kullanılan lojistiğin bir rolü” olarak tanımlanmıştır (Öçal, 2021:4).

Rogers ve Tibben-Lembke, 1998 yılında tersine lojistiği kavramını daha detaylı bir şekilde tanımlaması yapmıştır. Bu tanımlamaya göre *"tersine lojistik, hammadde, yarı mamul ve mamullerin ya da bu ürünlere ait ambalaj malzemelerinin üretim, dağıtım ya da tüketim noktalarından yeniden üretime dâhil olacakları üretim işletmelerine geri getirilmesinin maliyet açısından etkin şekilde planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir."* Bahse konu süreç imalden sonra kullanımı uygun olmayan materyallerin tekrar dönüştürülmeye sevk edilmesi veya kullanılamayacak konumda olan malzemelerin bertaraf edilmesi işlemlerinin tasarlanması, uygulanması kontrol edilmesi süreçler bütünüdür. Firmaların kullanımı sağlanmış malzemelere kıymet eklemek, standartlara uygun olarak geri kazanılmasını yerine getirmek, doğaya minimum zararı olacak durumda

bertaraf edilmek üzere yok etmek için tersine lojistik faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir. Bu kapsamda tersine lojistik; envanter yönetimi, depolama, taşıma ve geri dönüştürme işlemlerini de kapsam alanına dahil olan yönetim sürecidir (Büyükkökük ve Ergülen, 2016: 49).

Günümüzde kaynakların kıt, ihtiyaçların ise sınırsız olması nedeniyle kullanım ömrünü bitiren malzemelerin geri dönüştürülme süreci gittikçe önemli hale gelmektedir. Geri dönüştürülmesi mümkün materyallerin geri dönüştürülmesi, yeniden kullanılabilme imkânı olan malzemelerin yeniden değerlendirilmesi ve imal sürecinde tekrar kullanılması, enerji kullanım ve işgücü maliyetlerinden tasarruf edilme imkânı ile tersine lojistik süreci işletmeler için önem arz eden bir etmen olmaktadır. Bahse konu nedenler ile tersine lojistik kapsamında faaliyetlerin uygulanması zorunlu derecede önemli hale gelmektedir. Diğer bir bakış açısı ile de toplumda çevre duyarlılığının artması, küresel ısınma ve çevre kirliliği sonucu uluslararası kuruluşlar tarafından yapılan yasal düzenlemeler, mevzuat ve uygulamaya konulan anlaşmalar gereği yürürlüğe giren uygulamalar ile işletmeler tersine lojistik faaliyetleri konusunda, faaliyetleri haya geçirmek noktasında zorunlu kılınmaktadır. Tersine lojistik faaliyetlerinin bir diğer kazanımı çevresel etki, sürdürülebilirlik ve sosyal açıdan kıymetlendirmeye tabi tutulmaktadır (Sarkis, 2010: 337).

Planlama süreci etkili tersine lojistik uygulamasının yürütülebilmesi, kullanım ömrü tamamlanmış ürünlerin geri kazanılması kapsamında tekrar kullanılma dahil edebilmesi, firmaların yeni ürün üretim ihtiyaçlarının azalmasına ve maliyet avantajına sahip olmasını sağlamaktadır. Ürünlerin yeniden pazara dahil edilmesi ile ürünlerin üretim amacıyla kullanılan enerji harcamalarının azalması ve üretim maliyetlerinde azalma meydana gelmektedir. Bu durumla birlikte maliyet avantajı yakalamak isteği ile birlikte yok olmakta olan doğal kaynakların sürdürülebilir gelecek oluşturmak için önemli bir fonksiyon halini almaktadır. Söz konusu durumla birlikte enerji gereksiniminin doğal kaynaklardan yerine getirilmesi, kullanılabilir su kaynaklarının tükenmesi, kuraklık, küresel ısınma ve çevrenin kirlenmesi ile beraber kullanım nedeniyle çevreye atılan atık miktarında yaşanan artma ile yaşanabilir bir doğa açısından bir tehdit unsuru olmaktadır (Dietz vd., 2020:136).

Firmaların uygulamaya sokacakları tersine lojistik kapsamındaki stratejiler, doğaya zararlı etkinin azaltılması, doğal kaynakların etkin ve verimli kullanılması ve küresel çapta ortaya çıkan ısınmanın minimuma indirilmesinin sağlanmasıdır (Fettahlıoğlu ve Birin, 2016: 91). Günümüz şartlarında artmakta olan çevre sorunları, direkt canlı yaşamına etki etmesi, sürdürülebilir yaşam için gıda imalatı, insan yaşamı için önem arz eden su ve hava gibi hayatı

faktörlerin yok olması riski sonucu bilinç ve çevreye olan duyarlılıkta artış meydana gelmektedir. Birçok sivil toplum kuruluşu ile uluslararası kuruluşların faaliyet yürüttüğü çevreye duyarlı, bilinçli toplum oluşturma aynı zamanda küresel, dünya çapında çevreye zararlı etmenlerin etkisinin minimuma indirilmesine yönelik yoğun faaliyetler yürütülmektedir (Ayhan, 2012: 29).

Firmaların yürüttüğü faaliyetler ile tersine lojistiğe bağlantılı kapsamda meydana getirilen çevreye duyarlı uygulamalar ile toplumsal hassasiyet ve duyarlılık etkisinin defaten vurgulanması ile temel alınması esastır (Baran vd., 2017:2). Bu şekilde oluşturulan imaj ile tersine lojistik kapsamında yürütülen faaliyetlerin değerini artmasına ve kullanıcıları cazip gelecek, firmaların kar konusunda tedirginliklerinin oluşmasının engellenmesi sağlanabilecektir.

Otomobil, elektronik, elektrikli ve beyaz eşya gibi ürünlerin Avrupa'da toplanmasının sorumluluğu imalatçıları verilmiştir. Yasal mevzuatlar sonucu uluslararası kuruluşlarda ve ülkelerde geri kazanım tesisleri kurulmaktadır. Otomotiv sektöründe kaza sonucu hasar almış otomobillerin % 90 tekrar kazanılmak üzere işlenmekte ve sisteme dahil edilmektedir (Hilleberg vd., 2001).

Geri kazanım kapsamında, en etkin dönüşüm otomotiv sanayi sektöründe gerçekleşmektedir. ABD'de camın %20'si, kağıt ürünlerinin %30'u ve alüminyum kutuların %61'i geri dönüştürülürken, 10 milyon araba ve kamyonun her yıl %95'i geri dönüşüme girmekte ve bu araçların %75'i yeniden kullanım için geri kazandırılabilir (Güngör ve Gupta, 1998:161-164). Firmalar, gelişen koşullar ışığında, tersine lojistik tasarımları geliştirmekte ve stratejilerini bu duruma göre yapmaktadırlar. Örneğin, BMW'nin stratejik amacı, 21. yy.'da tamamıyla geri kazanılabilir otomobiller tasarlamaktır (Dowlatabadi, 2000:143-155).

Tersine lojistik faaliyetleri otomotiv ile birlikte elektronik, tıbbi, bilgisayar ve ilaç gibi ürün gruplarını barındıran birçok alanda yerine getirilmektedir. "Tersine lojistik uygulayan büyük firmalar arasında BMW, Delphi, DuPont, General Motors, HP sayılabilir (a.g.e.). Lojistik maliyetleri ABD ekonomisinin yaklaşık %9.9'unu oluşturmaktadır." (Rogers ve Tibben-Lembke, 2001:129-148). Tersine lojistik faaliyetlerinin miktarlarını tamamen belirlemek, şirketler tersine lojistik süreçlerini yeteri kadar takibini yapmadıklarından, zor bir durumdur. Rogers ve Tibben-Lembke'nin tarafından yapılan analizde şirketlerden toplanan bulgular ışığında, "tersine lojistik maliyetlerinin, toplam lojistik maliyetlerinin yaklaşık %4'ü kadar olduğu

tahmin edilmektedir. Bu durumda tersine lojistik maliyetlerinin, ABD GSMH'sının yüzde yarısı kadar olduğu söylenebilir. Genel harcama düzeyi, sektöre, firmanın zincirdeki pozisyonuna ve kanal seçimine göre değişse de, tersine lojistik aktivitelerinin ekonomide önemli bir rolü olduğu ve öneminin daha da artacağı söylenebilir."

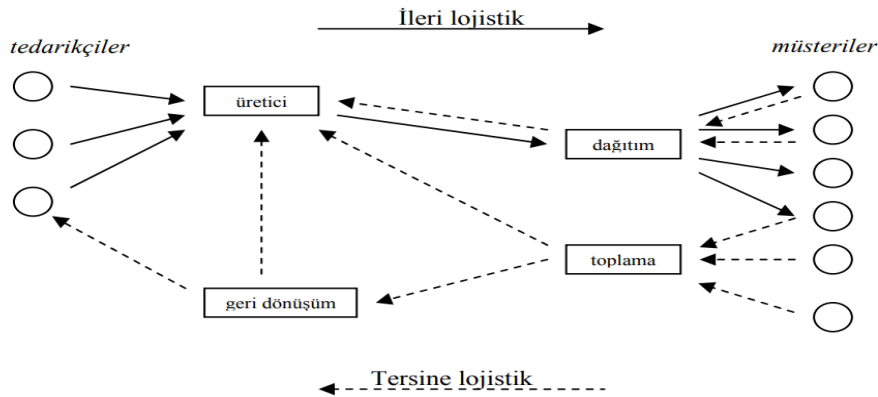
Tablo 2.1. Tersine Lojistik Unsurları Toplu Olarak Verilmiştir.

Nedir?	Girdiler	Aktiviteler	Çıktı	Nereden?	Nereye
* Süreçler * Görevler * Yetenek ve aktiviteler	* Atılmış ürünler * Kullanılmış ürünler * Daha önce gönderilmiş ürün ve parçalar * Zararlı ve zararlı olmayan atıktan ürün ve paketler * Hammadde * Bilgi * Süreç içi stoklar * Nihai ürün	* Etkili ve maliyet etkin akışın planlama, uygulama ve kontrolü * Toplama * Nakliye * Depolama * İşleme * Kabul * Geri kazanım * Paketleme * Gönderme * Azaltma * Yönetme * Yok etme	* Yeniden kullanılabilen ürünler * Geri dönüşüm * Yeniden üretim * Yok etme * Azaltma * Yönetme * Geri alım değeri	* Tüketim noktası	* Üretici merkezi * Toplama noktaları * Orijin noktası

Kaynak: (Lourenço ve Soto, 2002)

2.2. Tersine Lojistik ve İleri Lojistiğin Karşılaştırılması

İleri ve tersine lojistik kavramları arasındaki farklılıkları tasnif etmek, etkili bir tersine lojistik dağıtım ağı meydana getirmek ve aşamalarını anlamak için gerekli bir olgudur. Söz konusu farklılıkların bilinmesi tersine lojistik süreç tasarımlarında işletmelere ve analizcilere büyük kolaylık oluşturacaktır (Karaçay, 2005:317-332).



Şekil 2.1. İleri ve Tersine Lojistik Dağıtım

Kaynak: (Fleischmann vd., 1997:1-17)

İleri ve tersine lojistik oluşumunun tasnifi yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de ileri lojistik akış sürecinin, tersine lojistik açısından simetriğini oluşturmaması olduğudur. Aynı süreçlerin tamamen geri akış şemasında yer almadığıdır. Bu farklılıkları tedarik ile müşteri arasındaki ileri lojistikte mevcut süreç argümanlarının tersine lojistikte gerek dağıtım aşamasından gerekse müşteriye ulaştıktan sonra geri kazanım aşamasından yeniden kullanma, kazanma faaliyetlerini kapsadığından içerisinde bulundurduğu süreç akışı farklılıklar göstermektedir.

Bu iki kavramında çeşitli özellikleri yönünden karşılaştırılmak istenildiğinde tablo 2.2.'deki gibi bir karşılaştırılma yapılmakta ve gerekli açıklamalar verilmiştir.

Tablo 2.2. İleri ve Tersine Lojistik Karşılaştırması

İleri Lojistik	Tersine Lojistik
* Tahminler göreceli olarak açık/belirgindir. * Nakliye "birden çoka doğru" dur. * Ürün kalitesi standarttır. * Ürün paketleme bir örnektir. * Gidilecek yer/rotalama belirlidir. * Kanallar standartlaştırılmıştır. * Fiyat genellikle standarttır. * İleri dağıtım maliyetleri muhasebe sistemi ile yakından takip edilir. * Stok yönetimi tutarlıdır. * Taraflar arası anlaşmalar açık ve anlaşılırdır. * Pazarlama metotları belirlidir. * Ürünleri izlemek için gerçek zamanlı bilgilere ulaşılabilir.	* Tahminler daha zordur. * Nakliye "çoktan bire doğru"dur. * Ürün kalitesi standart değildir. * Ürün paketi çoğunlukla zarar görmüştür. * Gidilecek yer/rotalama belirli değildir. * İstisnalarla yönlendirilir. * Fiyatlama birçok faktöre bağlıdır. * Tersine lojistik maliyetleri daha az belirgindir. * Stok yönetimi tutarlı değildir. * Taraflarla anlaşmalar ilave varsayımlar sebebi ile daha karmaşıktır. * Pazarlama, pek çok faktörün etkisiyle daha karmaşıktır. * Süreçlerin izlenebilirliği daha azdır.

Kaynak: (Çetin, 2013:53)

Tersine lojistik ve İleri lojistikte maliyetler açısından karşılaştırıldığında ise ileri lojistikte maliyetler Muhasebe sistemleri ile belirlenmiştir. İleri lojistik akış süreci planlı maliyet kalemlerini takip edilmek üzere adlandırılmıştır. Fakat, ileri ile tersine lojistik kapsamında oluşan maliyetler kıyaslandığında, ileri lojistikten farklı meydana gelmektedir. Tablo 2.2.'de, ileri ve tersine lojistik maliyet kalemlerinin kıyaslanması verilmiştir. Tersine lojistik faaliyetlerinin önemli maliyet kalemlerinden birini, nakliye faaliyetlerine yönelik maliyetler oluşturmaktadır. (Tablo 2.3.) Nakliye maliyetlerinin düşük olması, ambalajlamanın düzenli olmaması, tersine lojistik süreci kapsamında geri akış olacak yer ile mesafe farkına göre nakliye maliyetlerinin artması söz konusu olabilecektir. Stok tutma kalem maliyetinde

farklılıklar meydana gelmektedir, düşük oranlarda olmasından kaynaklı stok maliyetinin az olması beklenmektedir. Ayrıca, ambalajlamanın düzenli olmaması, deformasyona, bozulmalara ve mevsimsel kaynaklı düzensiz oluşan dalgalanmaların bahse konu durumda ikinci kullanıma sokulan ürünlerin kıymetlerinde düşürebilmesi muhtemel ihtimaldir.

Tablo 2.3. Tersine Lojistikte Maliyet Düzeyi

Maliyet Kalemleri	İleri Lojistik ile Karşılaştırması
* Nakliye	* Daha yüksektir.
* Stok bulundurma maliyeti	* Daha azdır.
* Fire/kayıp	* Çok azdır.
* Eskime	* Daha yüksek olabilir.
* Toplama	* Çok yüksek-daha az standartlaştırılmış.
* Sınıflama/kalite tanımlama	* Çok daha yüksek.
* Yenileme/yeniden paketlenme	* Tersine lojistik için önemlidir, ileri lojistikte yoktur.

Kaynak: (Tibben-Lembke ve Rogers, 2002:271-282)

İleri ve tersine lojistik hakkındaki süreçteki karşılaşılabilecek söz konusu değişikliklerin tahmin edilmesi şirketlere ve analizcilere olması gereken tersine lojistik strateji faaliyet tasarımlarında kolay imkân sağlanması planlanacaktır.

2.3. Tersine Lojistiğin Önündeki Engeller

Tersine Lojistik ile daha önce yapılmış olan akademik çalışmalarda söz konusunu süreç sürecinde sorun oluşturabilecek bazı zorluklar, belirsizlikler ya da güçlüklerin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda örnekler ürünlerin geri dönüşünün ne zaman gerçekleşeceği, iadesi olan ürünlerin hangi kalite derecesine sahip olacağı, geri kazanım sürecindeki ürünlerin ne kadarının ne derece bozulmaya maruz kaldığı, ürünlerin ne kadarının kurtarılabileceği, geri dönen ürünlerde hangi parçalar ve bileşenlerde iade olacağı sorun oluşturmaktadır (Hilleberg vd., 2001). İşletmeler malzeme miktarının belirsizliği, izlenecek rotanın bilinmemesi, malzemelerin çeşitliliği, geri kazandırılan ürünün pazar talebinin bilinmemesi, geri dönüşlerin zamanlamasının belirsizliği gibi süreci yavaşlatan, faaliyetleri zorlaştıran ve olumsuz etkilerde bulunan konularda zorluklar yaşanmaktadır.

2.3.1. Bilgi ve Teknoloji Sistemi Eksikliği

Tersine lojistik faaliyetlerinin uygulanabilirliğinin başındaki engellerden önem derecesi olarak en önde bilgi ve teknoloji sistemlerindeki eksiklikler sonucu meydana gelmektedir. Gelişmiş konumda ileri seviyedeki teknolojik ve bilgi sistemleri ile birlikte geri kazanım, çevre, tekrar kullanım ve aynı süreçleri barındıran ürün inovasyon ve geliştirme

programları tersine lojistik sürecinde faydalı ve etkili olabilmektedir. Üretim aşamasında kullanılan malzemenin özellikleri ve ürünün teknolojik geçmişi geri kazanım sürecindeki malzemenin değerinin belirlenmesinde önemli faktörü oluşturmaktadır. Aynı zamanda mevcut değer gördüğü pazar, malzemenin ekonomik değeri, geri dönüşüm için çevreye verdiği zarar veya çevreye uyumluluk derecesi, tüketiciden geri dönüşteki ürünün ne kadarının geri kazanıma kullanılabilirliği, malzemenin kullanım ömrü, katma değeri gibi özelliklerinin analiz edilmesi tersine lojistik akış şemasında büyük bir paya öneme sahiptir.

2.3.2 Ürün Kalitesindeki Problemleri

Sorun sahasını teşkil eden diğer bir unsur ise tersine lojistik faaliyet kapsamında ürün kalitesinin, ürünün faydalanma ömrünün sonunda geri kazanılmak istenen aşamadaki malzemenin kalitesinin kullanılabilirliğinin durumudur. Tersine lojistikte ileri lojistik kalite açısından karşılaştırıldığında kalitenin ileri lojistiğe göre daha kalitesiz olduğu ortaya konulmuştur. Yeniden kazanım sürecine girmiş bulunmakta olan malzemelerde aranan kalite en az kullanılmamış ürün kalitesi hedef olarak belirlenmiştir. Ürünlerin hangi aşamada hatalı, zarar görmüş, tedarik sürecinden dönmüş aralığına bakılarak fiyatlandırma ile tersine lojistik sürecine dahil edilerek fiyatlandırılması kalite ölçülmesi yapılmaktadır. Tersine lojistik kapsamında geri kazanım amaçlı toplanan ürünler incelemeye tabi tutulup, analiz edilmesinin ardından ilgili işleme tesisine geri dönüşüm amacı ile gönderilmektedir. Bahse konu süreç kapsamında ileri lojistiğe kıyasla, tersine lojistik daha fiyatlandırma olarak daha uygundur (Ravi ve Shankar, 2005:1011-1029).

2.3.3. Kurum Politikaları

Kurum politikaları, kısıtlayıcı politikalar kapsamında tersine lojistiğin gelişmesinin önündeki önemli engellerden birini oluşturmaktadır. Yönetim kademesinin tersine lojistik aşamalarını önemsememesi ve ilgili sürecin gelişimi tersine lojistiğe verilen kurum politikalarına dayalı olarak farklılıklar göstermektedir. Söz konusu politikalara hakim olan şirketler, nihaî mal kalitesini geri kazanılan materyalleri kullanmak suretiyle riske atmak istememektedir. Bu durumda sıfır birinci kalitede malzeme imal için tasarlanan politikalar, geri dönüştürülen malzemelerin ayrıştırılması ve söz konusu malzemelerin ikinci kalite ürün elde edilerek kıymetlendirmesini etki etmektedir. Küresel çapta üretim potansiyeli ve organizasyon şeması ile birlikte firmalar tedarik zincirlerine geri kazanım faaliyetlerini eklemişlerdir. Bu süreci standartlara uygun koşullarda yerine getiren firmalar rakiplerine karşı söz konusu süreçte avantajlı hale gelmiştir (Ravi ve Shankar, 2005:1011-1029).

2.3.4. Stratejik Plan Eksikliği

Küresel dünya, uluslararası iş birlikleri, ekonomik değerler ve e-ticaret gibi etmenler nedeni ile tersine lojistik stratejik planlamanın bir parçası haline gelmiştir. Stratejik planlama, tersine lojistikte şirketlerin oluşturmak istedikleri strateji, skalalarının oluşturulması ve bu gaye, strateji belirlemek için uzun yıllara yönelik taslakların oluşturulmasıdır. Günümüz koşullarında, teknolojiye meydana gelen süratli şekilde oluşan değişiklik neticesinde tüketici ve temin faaliyetini icra edenlerin hareketlerindeki farklılıklara bağlantılı tersine lojistik uygulamaları, stratejik plan oluşturma noktasında büyük bir ihtiyaç doğmaktadır. Küresel pazarda tersine lojistik açısından ortaya konulan hedeflere ulaşmak için günümüz koşullarına uygun politikalar ve stratejik planlamalar büyük öneme sahiptir.

2.3.5. Üst Yönetimin Destek Eksikliği

Etkili bir tersine lojistik faaliyeti önündeki temel sorunlardan bazıları da yönetimdeki başarısızlıktır. Faaliyetlerin başarılı ve etkili şekilde amaçlarını yerine getirebilmesi ve gelişiminin sağlanabilmesi yönetim kademesindeki desteği tam olarak alınması ciddi önem arz etmektedir. Etkili liderlik, tersine lojistik faaliyetlerinde gelişim için önemli bir kıymet kazanmak için gerekli bir unsurdur. Yönetim kademesinin desteği ile tedarik zincirindeki tüm aktörlerin bütünleşmesini sağlayarak hedeflere ulaşmada uygun ve etkili bir strateji, avantaj sağlamaktadır. Üst yönetim stratejik ve operasyonel harekât planları ile tersine lojistiğe sürekli ve devamlı destek sağlamalıdır.

2.3.6. Eğitim Eksikliği

Tersine lojistik süreçlerinin gerçekleşmesinde karşılaştığı bir kısım sorunlardan biri de insan ilişki kaynaklarında yaşanan eksikliklerdir. Ticari olarak meydana gelecek değişimlerde ayak uydurmada yaşanan temel sorunu eğitimsizlikten kaynaklanmaktadır. Planlı ve plansız gerçekleştirilen bir organizasyon sürecinde başarı elde edebilmek için, planlı eğitim ve öğretim öncelik arz eden bir unsurdur. Tersine lojistik, kast sistemine benzer nitelikteki yapısı ile katmanlar arasında üstten, alta yönlü eğitimin olması gerekliliğini önemli kılmaktadır. Günümüz koşullarında tersine lojistik sürecinin etkin bir şekilde yerine getirilmesinde, yenileme veya onarım süreci baz alınarak bahse konu süreçlerdeki teknolojik gelişmelerin sürece dahil olabilmesi için çalışanlara gelişmekte olan faaliyetlere uyum sağlaması entegre olabilmesi için gerekli eğitimler verilmesi gerekmektedir. Verilecek eğitim içerik olarak; ürün inovasyon gerçekleştirme, hedef kitle yönetimi gibi önemli eğitimler ile

gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde, gelişen teknolojik entegre olabilme kapsamında daha hızlı uyum sağlanabilecektir (Ravi ve Shankar, 2005:1011-1029).

2.3.7. Finansal Kısıtlar

Maliyet kaynaklı karşılaşılan temel engel, sorunlardan tersine lojistik kavramında finansal alanda yaşanan sıkıntılardır. Ekonomik alanda yaşanan değişikliklerde bir numaralı problemi maliyetlerden kaynaklanmaktadır. Tersine lojistik sürecinde insan kaynağı ile altyapı ihtiyaçları finansal araçlar ile giderilmektedir. Sürecin bütününe yerine getirilebilmesi için etkili şekilde işleyen programlı oluşturulmuş teknoloji ve bilgi sistemlerin varlığı ile mümkündür. Bahse konu sistematik süreç ile birlikte geri dönüşü sağlanan ürünlerin takibi ve geri dönüşüm kısımları yerine getirilebilmektedir. Tersine lojistik süreç bütününde etkili personeli eğitimleri ile etkin süreç yönetim ile gerçekleşmekte bahse konu bütün süreçler çok maliyetli bir unsur oluşturmaktadır. Tersine lojistik süreç kapsamında gerçekleşen bütün organizasyonlar finansal destek ile mümkün olmakta ve kavramlar işletmelerin karlarının artırılmasında önemli rol oynamaktadır (Ravi ve Shankar, 2005:1011-1029).

2.3.8. Tersine Lojistik Değişimine Karşı Direnç

Tersine lojistik aşamalarının uygulanabilir olmalarına uluslararası platformda sorun oluşturan en önemli etmen değişime karşı olarak ortaya çıkan dirençtir. Canlı doğasının temelinde engel olmak benimseyememek yatmaktadır. İnsanlar değişim olgusunu mümkün olduğunca karşı koymaktadırlar, ancak tersine lojistik, oluşum itibarıyla önemli ve ciddi dönüşümler, değişimler gerektirmektedir. Firmalar nezdinde kısıtlı derecede alma yetisine sahip olanlar genel itibarıyla değişime karşı olgular ortaya koymaktadır. Söz konusu yapıdaki firmalar mevcut yapıyı değiştirmek yerine, sürdürmekte oldukları politikaları ve işlerini mevcut pozisyonda devam ettirmekte ısrar etmektedirler. Günümüz şartlarında oluşan rekabet ortamında kâr marjının düşmesi işletmelerin tüketiciden dönün ürünleri yeniden tekrar kullanıma sokma noktasında ilgi odağı olmuştur. Tersine lojistik süreci kapsamında oluşan çevreye uyum, geri dönüşüme katkı politikaları ile geleceğin dünyasına büyük katkılar sunmaktadır. Tersine lojistiğin kapsamında geri dönüşüm sürecine dahil olabilecek bütün etmenlerin; ekonomik, çevresel duyarlılık, sürdürülebilir gelecek gibi olumlu etkilerin fark edilememesi geri dönüşüm sürecinin önünde adeta bir takoz görevi görmektedir. Tersine lojistik faaliyetleri çok büyük meblağ yatırımlara gereksinim duyduğundan finansal eksiklikler söz konusu süreci sekteye uğratmaktadır (Ravi ve Shankar, 2005:1011-1029).

2.4.Tersine Lojistik Sürecinin Oluşum Nedenleri

Kamu ve özel işletmelerde, tersine lojistiğin uygulanma nedenleri “ekonomik”, “pazarlama” ve “yasal” olmak üzere temel olarak üçe ayrılmaktadır (De Brito ve Dekker, 2003).

Tersine lojistik sürecinin önem kazanmasına etki eden küresel dünyada kaynakların kıt olması, maliyetlerin yüksek olması ile birlikte kar elde etmek, çevresel sorumluluklar, yasal zorunluluklar ile bu süreç önem kazanarak uygulamaların oluşturulup incelenmesinde üç etken ile nedenler incelenmektedir. Bu nedenleri; Ekonomik nedenler, yasal zorunluluklar ve kurumsal sorumluluk başlıkları altında toplamak mümkündür.

2.4.1. Ekonomik Nedenler

Tersine lojistik faaliyetleri, firmaları imalat, tamir, kaynak avantajı ve kıymet kazandırma gibi unsurlar ile direkt olarak etkilemektedir. Ayrıca küresel pazarda çevreye duyarlı marka imkânı oluşturmak, kullanıcılar ile ilikler olumlu yönleri ve pazarda payını korumak gibi dolaylı yoldan kazanımları mevcut kılmaktadır (Bulut ve Deran, 2007: 336).

Tersine lojistik faaliyetlerinin direkt olarak maliyet avantajı, ürüne değer katma, geri kazanım, ürün girdisi gibi konularda ekonomiye katkısı kaçınılmazdır. Tersine lojistik kavramının dolaylı olarak ise çevreye duyarlı, müşteri ilişkilerindeki olumlu kazanımlar ile piyasada pazar payını koruma ve uluslararası normlara uygunluk gibi kazanımlar şeklinde gerçekleşmektedir (Fleischmann, 2001).

İşletmeler tersine lojistik faaliyetleri ile üretimden dönen ürünleri kullanarak hammadde kullanımını azaltmak suretiyle, tüketimden dönen kalite oranı yüksek ürünleri kullanabilmektedir. Mevcut pazarlarda yeniden kullanıma sokarak, kullanılması imkânsız ama değerli malzemeler içeren ürünleri bertaraf ettirerek tersine lojistik sürecinde ekonomik avantajlar sağlanmaktadır. Bahse konu süreçte elektronik pazarında oluşan çok sayıda ürün kullanım ömrünü tamamlama noktasında beklenenden daha kısa süre zarfında yaklaştığında geri kazanım sürecine daha çabuk ve niteliklerini yitirmeden dahil olabilmektedir.

Tersine lojistik ile birlikte rekabet ortamında bir işletme yeniden kullanımla birlikte, rekabet ettiği işletmelerin teknolojik gelişmişliğine sahip olmasını engelleyebilir ya da pazara dahil olmasını kısıtlayabilir. Örneğin bir lastik üreticisi firmanın müşterilerine rekabet ortamında avantajı yakalayabilmek ve maliyetlerini minimize etmek için müşterilerine yeniden dış açma opsiyonunu sunmaktadır.

Tablo 2.4. Ekonomik Nedenlerin Direkt ve Dolaylı Olarak Kazınimleri

Doğrudan Kazanımlar	Dolaylı Kazanımlar
* Malzeme girişi * Maliyet düşüşü * Katma değerli geri kazanım	* Tahmin edilen/engellenen yasalar * Pazarı koruma * Yeşil imaj (çevresel imaj) * Gelişmiş müşteri/tedarikçi ilişkisi

Kaynak: (Fleischmann, 2001)

2.4.2. Yasal Zorunluluklar

Tersine lojistik faaliyetlerinin günümüz koşullarında önemini arttırmasında ve üretici sorumluluğunu özellikle vurgulayan bir konuma getirilmesinde yasal düzenlemeler ve zorunluluklar önemli bir unsurdur. Yasalar zorunluluklar üreticilerin üretim sürecinde çevre üzerinde olumsuz etkiye yol açabilecek unsurlarını sınırlandırmaktadır. Sıfır bir ürünün üretildiği andan, atık konumuna gelene kadar olan süreçler bütünü, geri dönüşüm süreci boyunca imalatçılar sorumlu tutulmaktadır. Geri dönüşüm sınırlamaları, kotalar ve ambalaj standartları da üreticileri geri alma sorumluluğunu ortaya koymaktadır.

Ters lojistik uygulama nedenlerinden biri de yasal zorunluluklardır. Pek çok ülkede tüketicinin korunması kapsamında getirilen düzenlemeler (Satılan ürünün geri alınması) firmaları ürettikleri ürünlerin belirli bir kısmını toplamakla yükümlü kılmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği; “çevresel etkileri azaltabilmek için yeşil yasaların geliştirilmesi ve uygulanmasına önem vermektedir. Alman Atık ve Paketleme Yasası kapsamında, üreticiler, dağıtımıcılar ve perakendeciler paketleme atıklarının en az %60-%75’ini geri dönüştürmek zorundadırlar.” (Çekerol, 2013:187). Yazara göre Almanya’da geri dönüştürülebilir otomobillerin üretilmesi planlanmaktadır. Yasal düzenlemelerin “ürünlerin yaşam döngülerinin sonunda toplanması, yeniden kullanımı, atık yönetimi ve bununla ilgili atıkların azaltılması, ürün ya da malzeme geri dönüşlerinin arttırılmasında yaptırımlara sahip olacağını” vurgulamaktadır.

Ülkemizde geri dönüşüm kapsamında; çevre kanunu ve söz konusu kanuna tabu olarak hazırlanan ve çıkarılan yasal mevzuatlar ile yönetmeliklerle düzenlenmektedir."

- Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği (APAK)
- Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği
- Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolleri Hakkında Yönetmelik
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
- Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği

- Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik ve
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"

Yasal mevzuatlar ile birlikte üretim yapan işletmeler ürettikleri malzemeler bütün süreç boyunca sorumluluklar devam etmektedir. Firmalar ömrünü tamamlamış ürünleri maksimum kapasitede geri dönüşüme dahil etmekte ve bu süreç yasal mevzuatlar ile garanti altına alınmaktadır.

2.4.3. Kurumsal Sorumluluklar

Kurumsal sorumluluk; işletmelerin, uygulamaları barındırdıkları ilkeler ve kıymet verdiği sorumluluklar ile tersine lojistik faaliyetlerin gerçekleşmesini sağlamaktır (Dekker vd., 2004). Günümüzde koşullarında akaryakıt istasyonları dahil, geri dönüşüme konu olabilecek çalışma sektörleri elektronik atık kapsamında yer alan işletmeler, ekonomik ve çevresel uygulamalar ile liderlik etmekle kurumsal sorumluluk kapsamında farklı türde çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Firmaların tersine lojistiği kullanmalarının diğer önemli bir sebebi, ürettikleri ürünlerle ilgili bilgileri koruma istekleridir. Böylece firmalar ikincil pazar ya da rakiplere sızabilecek hassas bileşenleri önlemeyi sağlamaya çalışmaktadırlar. Orijinal Ekipman Üreticileri (OEM), kullanılmış ürünün geri alınmasını, ürünlerindeki bilginin diğer üreticilerin eline geçmemesi ve rekabet avantajını korumak için kullanmakta olduğunu vurgulamaktadır. Varlığı koruma ve kurumsal Sorumluluk tersine lojistik sorumluluğunun oluşup-gelişmesi için işletmelerin uyması gereken prensip ve değerleri içermektedir (Şengül, 2011: 413-415).

Geri dönüşüm, kazanım amaçlı çevreye uyumlu üretim yapmayı amaçlayan üreticiler aynı zamanda yasal düzenlemeler, bürokrasinin kurumsal baskısı, tüketicilerin sosyal çerçevede izlenim oluşturmalarına bağlı olarak da tersine lojistik faaliyetlerini hayata geçirip uygulamaktadırlar. Aynı zamanda işletmeler tersine lojistik faaliyetlerini gerçekleştirirken işletmelerine özgü bir kurumsal kimlik, kurumsal değer, imaj oluşturmak amacıyla bahse konu değerlere sıkı sıkıya bağlı kalıp bu faaliyetleri yerine getirmekteki benimsemiş oldukları ilkeler çerçevesinde hareket etmektedir.

Bilgi işlem sanayinde faaliyet gösteren Japon üretici Fujitsu 1990 yılından bu yana yürüttüğü “Green Life 21” adlı girişimle çevreye saygılı ürün üretme hedefinin benimsendiği kurumsal kimliği sayesinde “yeşil” ürünler üretmektedir. Bu sayede 100 ürününden 66’sı

“yeşil”dir ve dünyada ilk defa %40 enerji tasarrufu sağlayan bilgisayarlar üretmişlerdir (Diaz vd., 2004: 88).

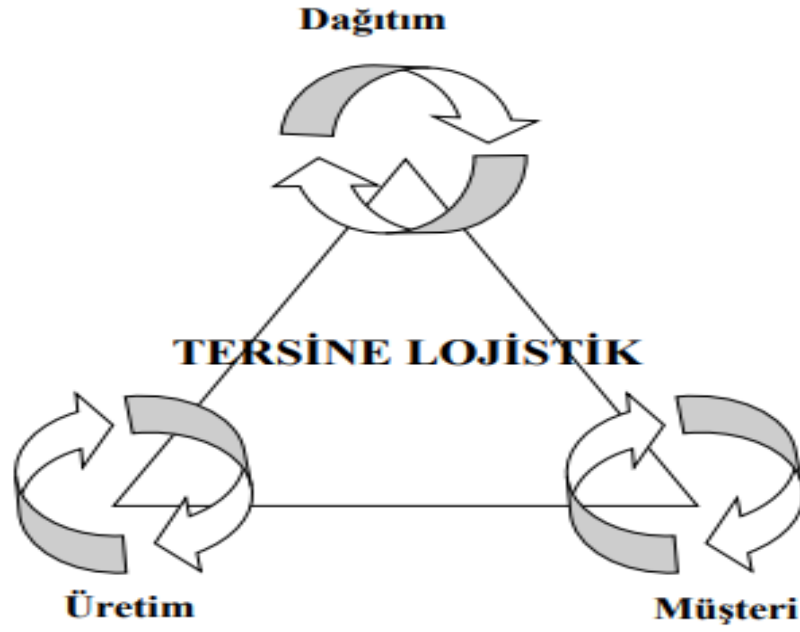
Günümüz koşullarında işletmelerin rekabet avantajı yakalama ve uluslararası pazarda ilişkisel pazarlama kapsamında yer almalarını, mevcut yapılarını ve pazar paylarını koruyabilme aşamasında tüketicilerine ürünleri hakkında garanti vermeleri, para ve ürün iade garantisi, birçok hizmet noktasında tamir, servis, bakım ve onarım hizmetinin verilmesi gibi kurumsal değer anlamında önem atfeden hizmetler ile tüketiciler tarafından tercih edilme avantajı yakalayabilmekte ve uluslararası piyasada yerini korumada potansiyel faydalar sağlamaktadır.

2.5. Ürünlerin Tersine Lojistik Akış Kategorileri

Kullanım ömrünü tamamlamış, fonksiyonlarını ve evsafını yitirmiş, ihtiyaç duyulmayan ürünler gönderici ilişkili tersine lojistik faaliyetleri temas eden faaliyetler tekrar kullanıma kazandırılmak üzere üretim aşamasından veya müşterinin kullanımının sonucu olarak geri dönüştürme sürecine dahil olmaktadır. Ayrıca işletmenin dağıtım aşamasında deformasyona uğrama, herhangi bir kaza sonucu veya dağıtım kanalı sürecinde oluşabilecek kalite kayıpları ve birçok neden ile geri dönüşüme kazandırılabilir.

Tersine lojistik faaliyetleri kapsamında bahse konu ürünler çeşitli aşamalardan geri dönüşüme katılabilmektedir. Kullanım ömrünü tamamlamış materyaller, ürünler, malzemeler, araç/gereçler ve tamamen kullanıma uygun teknolojik sistemler farklı sebeplerden kaynaklı tersine lojistik sürecine tekrar kazandırılabilir. Bahse konu sebeplere kalite niteliklerini karşılayamama, tüketici tarafından istenmeme, gereğinden ekstra üretim, kullanım ömrünü tamamlama, garanti kapsam dışında kalma gibi nedenler ile örneklendirilebilir (Demirel ve Gökçen, 2008:903-912). Bu katılım temel olarak geleneksel tedarik hiyerarşisine göre üretim, dağıtım ve müşteriden dönüş olarak 3 kategoride tersine lojistik akış sürecine dahil olmaktadır (Şekil 2.2.).

- Üretim dönüşleri
- Dağıtım dönüşleri
- Müşteri dönüşleri



Şekil 2.2. Tersine Lojistik Unsurları

Kaynak: (Kılıç, 2005)

2.5.1. Üretimden Geri Dönüşler

Tersine lojistik akış sürecinde üretim dönüş olarak nitelendirilen dönüş sürecini genel olarak kalite kontrolden dönüşler, üretim artıklarından dönüşler, hammadde fazlalıkları ve artıklarından dönüşler olarak nitelendirmek mümkün olmaktadır. Genel bakış açısından ziyade geri kazandırılması gereken ürün, parça ve fazlalıkların geri dönmesi işlemleri üretim geri dönüşleri aşamasını oluşturmaktadır. Aynı zamanda üretim sonrasında elde edilen artıklar, yetersiz kaliteden kaynaklanan ve üretim bandından kaynaklı tekrar dahil edilen ürünler, parçalar ve materyaller üretim kısımlarına yeniden gönderilerek, geri kazandırılmak suretiyle "içe geri dönüş " ile ekonomiye katkı sağlanmış olmaktadır. Üretimden geri dönüş ile birlikte çevresel mevzuat ve düzenlemeler ile üretim aşamasında ortaya çıkan emisyonların azaltılması ve tehlikeli atıkların azaltılması ile çevreye de ayrıca uyumlu bir geri dönüş sağlanmaktadır.

Üretim dönüşlerinden kasıt bir çeşit "iç tersine akış" ın gerçekleşmesi durumudur. Üretim safhasında ortaya çıkan geri kazanılabilen ürünlerin ya da parçaların değerlendirilmesidir. Bir işletme çeşitli sebeplerden dolayı üretim dönüşleriyle karşılaşabilir. Tedarik edilen hammaddenin tamamının üretim faaliyetlerinde kullanılmaması hammadde artığının olmasına yol açar. Üretim faaliyetlerinde ise yarı ürün ya da nihai ürünlerin kalite kontrol safhasını geçememesi nedeniyle yeniden üretim sürecine gönderilmesi gereken

ürünler olabilir. Aynı zamanda bitmiş ürünlerin ya da yan ürünlerin artması durumuyla da karşılaşılabilir. Yan ürünler genellikle alternatif tedarik zincirlerinde kullanılır. Ham madde ve ürün artıkları ihtiyaç olmayan ürün kategorisinde değerlendirilirken, kalite kontrolden geri dönen ürünler hatalı ürün kategorisinde incelenir (Fleischmann 2001:23).

Geri dönüşüm kapsamında parçaların, malzemelerin ve materyallerin geri kazanılması boyutuna gelen üretim aşamalarındaki bütün dönüşler üretimden dönünler projesine dahil olmaktadır. Üretimden dönüşler; hammaddeler atık haline gelebilir, süreç boyunca nitelikli ürünler kalite aşamalarında takılabilir, çeşitli sebeplerden dolayı tekrar işleme ihtiyaç duyulabilir, materyaller üretim aşamasında köhne kullanılamaz hale gelebilir ve nihai ürüne dönüşmeyebilmektedir. Hammadde kaynaklı fazla üretilen ve hurda, köhneye dönüşen ürünler “ihtiyaç duyulmayan ürün” olarak değerlendirilirken, kalite aşamalarından geçemeyen ürünler “hatalı ürün” olarak değerlendirilmektedir.

2.5.2. Dağıtımdan Dönüşler

Tersine lojistik faaliyetleri akış kategorileri kapsamında dağıtım aşamasından geri dönen geri alıma konu olan bütün ürünler dağıtımdan gelenler, dönenler olarak tasnif edilmektedir. Tersine lojistik kapsamında ürünlerin yeniden dönüşüme gönderilmesi genel itibariyle; kullanıcı/canlı yaşamına duyarlılığı olarak tehdit niteliğindeki ürünler geri çağırılmakla mümkün olmaktadır (Köse, 2009:23). Geri çağırılan ürünler yeniden üreticiye ya da tedarikçiye döner. Dağıtımdan dönen ürünlerin geri getirilmesi, ticari geri alımları, ticari olarak dönenler (yanlış/ zarar görmüş dağıtımlar, garanti kapsamında satılmayan ürünlerin iadesi), stok ve fonksiyonel kaynaklı olarak geri çağırılan ürünler olarak belirtmek doğru olacaktır.

Ticari olarak dağıtımdan dönüşler genel itibariyle toptancıdan, tedarik edene doğru akış ile gerçekleştirilen sözleşme kaynaklı opsiyonlu olarak gerçekleşmektedir. Bahse konu süreç nakliye sırasında hatalı gelmiş veya zarar görmüş dağıtımlarda, çok kısa raf ömrü olan ürünlerde, satılamama durumunda perakendecilerin, tedarikçilerin üreticilere ve toptancılara geri gönderdikleri durumlarda olur. Bu son durum son kullanma tarihi geçmiş ürün ömrü çok uzun olan (ilaç ve gıda gibi) ve artık satılamayacak ürünleri de içerir. Stok ayarlamaları ayrıca zincirdeki bir aktörün stokları yeniden dağıttığı durumlarda örneğin depolar arasında veya mağazalar arasında olduğu gibi mevsimsel ürünlerin olduğu durumlarda söz konusu olmaktadır. Son olarak fonksiyonel dönüşler bu da doğal işlevi gereği zincir içinde ileri ve geri giden ürünlerdir. Bu duruma uygun ahşap ve plastik paletler örnek verilebilir. Kullanım

amaçları diğer ürünleri tekrar tekrar evsafını yitirmeden taşınmasını sağlamaktır. Diğer bir örnekte sandıklar, konteynırlar ve paketler olarak belirtilmektedir (Dekker vd., 2004). Dağıtım dönüşleri şu kısımlarca tasnif edilmiştir.

- Üründen geri dönenler.
- B2B ticari dönüşler (satılmayan ürünler, yanlış/zarar görmüş dağıtımlar)
- Stok ayarlamaları şeklindedir.
- Fonksiyonel dönüşler ise (Dağıtım maddeleri/taşıyıcılar/paletler) şeklindedir

2.5.3. Müşteriden Dönüşler

Tersine lojistik faaliyet kategorilerinden biri olan müşterilerden dönüşlerinden öncelikle söz edebilmek için ürünlerin nihai kullanıcıya ulaşması gerekmektedir. Ürün tüketiciye ulaştıktan sonra birçok sebepten kaynaklı geri dönüş gerçekleşebilir. Bahse konu geri dönüşleri; tüketici iadeleri, garanti ve servis dönüşleri, tüketici tarafından kullanımı sona ermiş ürünler ve kullanım ömrünü tamamlamış ürünler olmak üzere dört kategoride incelenebilir. Üretilen materyalin tüketici yani müşterinin eline geçmesi sonrası geri dönüşü ifade edilmektedir (Dekker vd., 2004).

B2C kapsamında değerlendirilen ticari alımlar, son kullanıcı eline geçen ürünü teslim aldığı anda ürün hakkında yaşadığı beğeni kaybı sonucu geriye yönelik gerçekleştirilen alımlardır. Giysilerde beden uyumsuzlukları, fabrikasyon sebeplerden kaynaklı sorunlar bahse konu duruma örnek olarak verilmekte ve bu sebeplerden kaynaklı bedel iadesi veya ürün iadesi halinde gerçekleşmektedir (Dekker vd., 2004).

Kullanım ömrü süresince düzgün amacını yerine getirmeyen ve hizmet etmeyen ürünler müşteriden dönüş kapsamındadır. Materyallerin hangi tarih aralığında, miktarda ve hangi malzemenin gerekli olacağı tam olarak kestirilememektedir. Garantisi olan malzemeler onarımı mümkün olmakla birlikte, fiyatı verilebilmekte veya ürün yenisi ile değiştirilebilmektedir. Garanti dışında kalan ürünler ise fiyatları karşılığında onarıma tabi tutulmaktadır (Dekker vd., 2004).

Ömrü tamamlanmış ürünlerin geri dönüşleri; malzemenin kullanım sürecinin bir kısmında şişe, konteynır, kiralama gibi tekrar kullanımı mümkün olan genellikle taşıma amaçlı ikinci el pazarda görülmektedir (Dekker vd., 2004; Östlin vd., 2008:336-348).

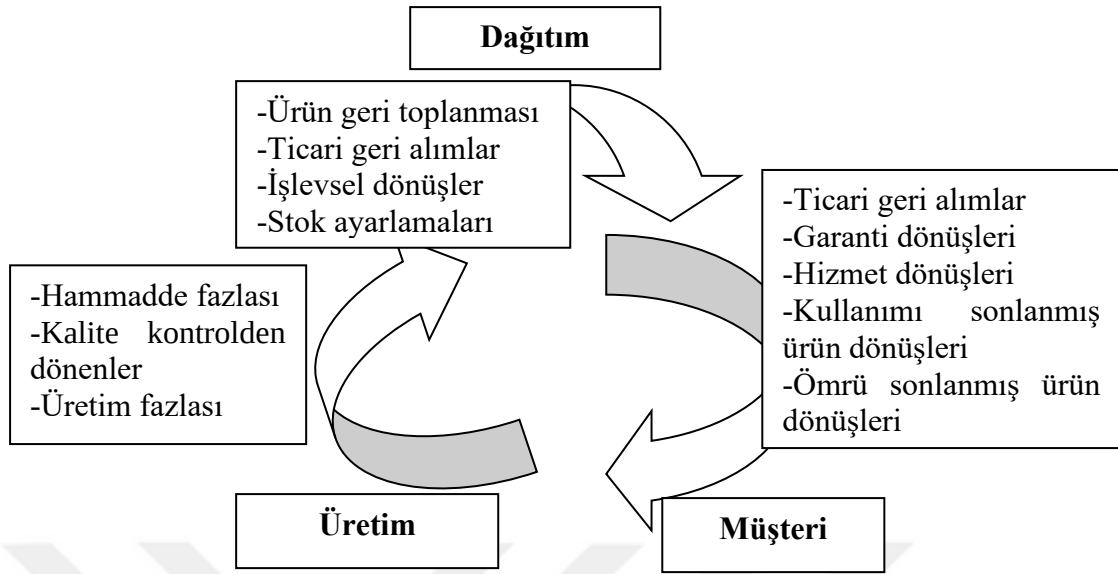
Ömrü bitmiş boyutsal veya ekonomik kıymeti bitmiş ürünler, kullanım ömrünü tamamlamış dönüşler kapsamındadır. Bahse konu materyaller geri dönüşüm kapsamında

mevzuat hükümleri ile belirlenmiş, tekrar kullanım kapasitesine sahip üreticiler veya kıymetli malzeme toplayan birimler tarafından toplanmaktadır (Dekker vd., 2004; Östlin vd., 2008:336-348).

Müşteriden dönüşler içerisinde tüketici iadelerini incelediğimizde, müşterilerin materyalleri fiyatı karşılığında teslim alım aşamasından, herhangi bir tarih aralığında ürünle alakalı kararını, düşüncesini farklı yönde etkilenmesini, müşterinin ürün hakkında isteklerini karşılayamaması gibi farklı nedenler söz konusu malzemeden beklenen memnuniyetin sağlanamaması neticesinde geri verme işleminin gerçekleşmesidir. Bu tür iade işlemleri sonucunda müşterilerin firmalar tarafından ürün hakkında bedel iadesi gibi konular hakkında bilgi sahibi olması gereklidir. Kurumlar bakımından müşterinin garanti kapsamındaki ürün hakkındaki oluşabilecek olumsuz riskini paylaşmak, bir tür hizmet anlayışı oluşması gerekmektedir; bu yönle ayrıca son kullanıcı hakkı olan durumlardan kaynaklı tercih etme davranışlarını doğru yönde hareketle şekillendirebilecektir.

Tersine lojistik akış sürecine dahil olan ürün gruplarına garanti ve servisten dönüşleri de içermektedir. Belirtilen kalite sağlayamayan, çalışmayan ve vaat edilen kalite standartlarını karşılayamayan, işlevini tam olarak yerine getiremeyen ürünlerin üreticisine geri gönderilmesidir. Yedek parça kapsamında ürünlerin hareketi de garanti ve servis dönüşleri içerisinde değerlendirilebilir. Geri dönüşü mümkün ürünler, tüketici kaynaklı sorunlar veya taşıma sırasında hasar almış olabilmektedir. Tedarikçisine söz konusu sebeplerden kaynaklı dönüşler onarıma tabi tutulan ürün grupları kapsamındadır. Müşteriden geri dönüşler kapsamında başka alternatifler, ürün işlevini kaybetmesi sonucu atık olarak değerlendirilme, ürünün bedelinin tüketiciye geri ödetilmesi ya da eski ürünün yeni ürünle değiştirilme kapsamında değerlendirilmesidir.

Müşteriden geri dönüş kapsamında incelenen bir başka durum ise kullanımı sona ermiş ürünlerin geri dönüşleri olarak, ürünün yaşam döngüsün belirli bir aşamasında geçmesi sonucu sona gelmesi, ekonomik ve işlevsel hiçbir özelliğini kalmadığında, tüketici tarafından tamamen kullanımı sona erdiğinde geri kazanımı ortadan kalktığında gerçekleşir. Depozitolu şişeler, kullanılmış kitaplar benzeri kapsamda değerlendirilen birçok ürün kategorisinde geri dönüşler üreticilerine yoğun şekilde geri dönmesine olanak tanınması tersine lojistik faaliyetler üzerine daha çok yoğun akış sürecine girmesine sebep olmuştur. Bu kapsamda geri dönen ürünler geri kazanım faaliyetlerinde değerlendirilirken, geri dönüşümle de tekrar kazanım sağlanabilmektedir.



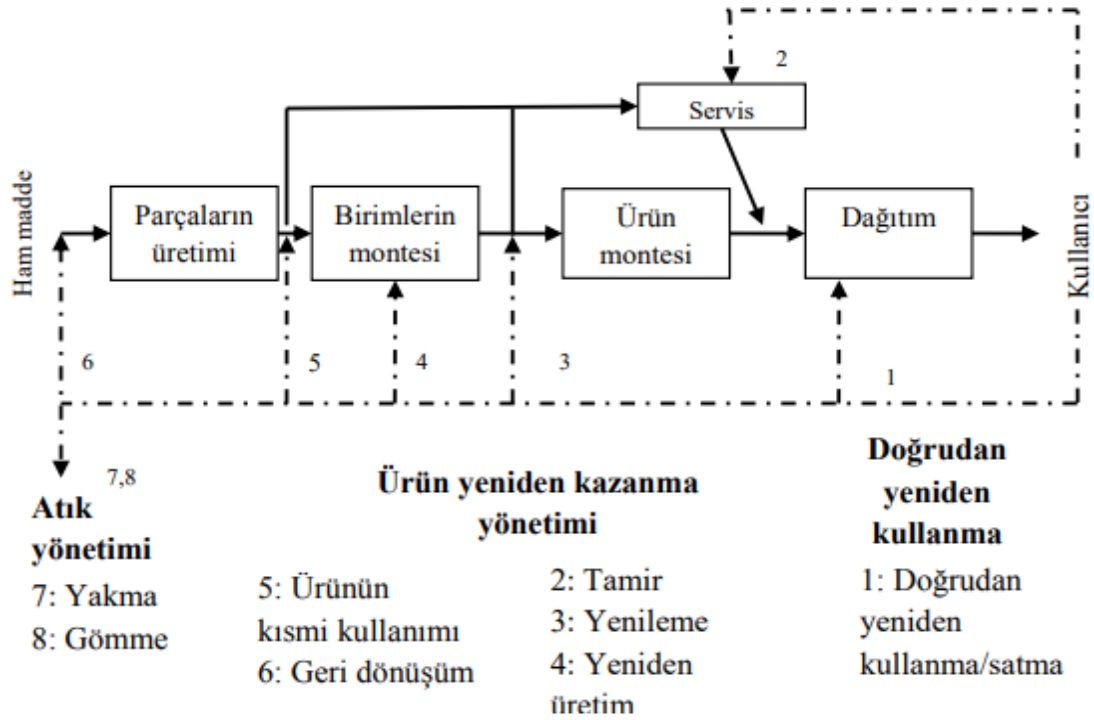
Şekil 2.3. Tersine Lojistik Geri Dönüşüm Sebepleri

Kaynak: (Köse, 2009)

2.6. Tersine Lojistik Faaliyetleri

Tersine lojistik faaliyetlerindeki temel amaç, üretimde girdi olarak kullanılan kaynakların (malzeme, enerji vb.) tüketiminde tasarruf sağlanması sonucunda kaynak kullanımının azaltılmasıdır. Tersine lojistik, daha önce üretimi gerçekleştirmiş parçaların (hammadde, malzeme, yarı mamul) geri kazanım yoluyla yeniden kullanımının hedeflenmesidir. Bir başka amaç ise tersine lojistik faaliyetleri kapsamında kullanım dışı kalan atık materyallerin tekrar imalat sürecine geri kazandırılması için geri dönüşüm yapılmasıdır. Tersine lojistik süreci sonucunda tekrar kullanılamayacak durumda olan malzeme ve ürünler gömme ya da yakma işlemleriyle bertaraf edilmektedir.

İşletmeler tersine lojistik faaliyetlerinin doğru ve etkin bir biçimde hedeflerine ulaşabilmek ve devamlılık tekrar kazanımı kapsamında materyallerin tersine lojistik süreçlerinin bütünü gerçekleştirilmesi konusunda belirsizliklerin giderilmesi gerekmektedir. Tersine lojistik aşamaları kapsamı dahilinde ve geri kazanım boyunca her türlü materyalin son kullanım yerinin belirlenmesi gerekmektedir. Geri kazanımı mümkün ürünler üzerinde herhangi bir işleme tabi olmadan doğrudan satma, geri dönüşümü mümkün olan kısımları ya da ürünün tamamını yeniden kazanma, tamir etme ya da yok etme gibi seçenekler vardır.

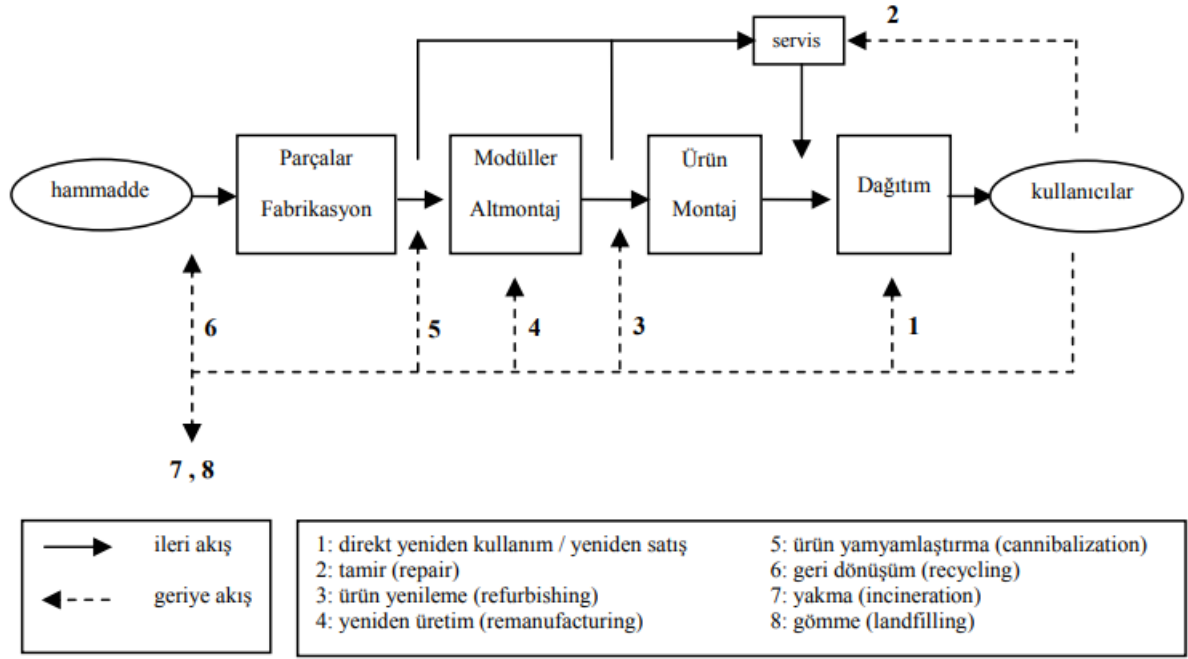


Şekil 2.4. Ürün Yeniden Kazanma Yönetim Faaliyetleri

Kaynak: (Thierry vd., 1995,118)

2001 yılında Stock tarafından, daha önce yapılmış tanımlamaları geliştirmek suretiyle tersine lojistik kavramını; “ürün geri dönüşleri, kaynak azaltımı, yeniden kullanım, ürün ikamesi, tamir, yeniden üretim, geri dönüşüm ve imha edilmesi süreçlerini kapsayan faaliyetlerin bütününde lojistiğin rolü” tanımlamış ve gelişimine katkı sağlamıştır (Yıldız, 2013: 46).

Yeniden kullanmak üzere geri kazandırmak nedeniyle kullanıcılardan toplanan malzemeler birtakım süreçlerden geçmektedir. Bu süreçlerde geri toplanan bileşenler kullanım yerlerine göre ayrıştırılmaktadır. Ürünleri müşterilerden geri toplama, işleme tesislerine taşıma, depolama, kullanım amaçlarına göre tasnif etme ve geri kazandırılması mümkün olmayan ürünleri imha etme olmak üzere çeşitli faaliyetlerden, süreçlerden geçmektedir. Şekil 2.5.'de söz konusu faaliyetler şematik olarak gösterilmiştir (Coşkun, 2011: 26).



Şekil 2.5. Ürünün Geri Alım Opsiyonları Akış Süreci

Kaynak: (Thierry vd., 1995)

2.6.1. Tamir

Evsafını tamamen ya da bir kısmını yitirmiş ürünler kullanıcılara yeniden kullanılabilir hale getirilmek için tersine lojistik sürecine iade edilir. Geri dönüşü bu şekilde gerçekleşen ürünler hakkında yapılacak olan işlemler, evsafını yitirmiş yenileriyle değiştirilmesi gereken parçaları, işlev gören parçaları değiştirirken de dikkat edilmesi gereken husus yeniden bir bütün halinde aktif şekilde çalışmasını sağlayacak iyileştirmeler meydana getirmektir. Yapılan bu işlemler sonucunda tüketicilerin nezdinde, tamirata gerçekleşen ürünlerin kalitesi çoğunlukla yeni ürünlerin kalitesinden farklı olmaktadır. Kalitenin daha düşük olduğu düşüncesi tüketicilerde hâkim olmaktadır. Tamir edilerek bütün haline getirilen ürünler için genellikle ürünün kısıtlı parçalarında monte ve demonte işlemleri yapılabilmektedir. Yapılan bu işlemler tüketicinin bulunduğu ortamda gerçekleşebileceği gibi, üretici tarafından yönetilen tamir ünite merkezlerinde de gerçekleştirilebilir.

Geri kazanım sürecine dahil olan ürünler yeniden kullanıma sunulmak üzere tamir edilmektedir. Onarım aşaması kısıtlı şekilde parçaların eklenip, çıkartılması ile mümkün olmakla birlikte, kırılmış bileşenlerin yenisi ile dönüştürülmesi suretiyle mümkün olmaktadır. Onarımı tamamlanan ürün orijinal ürüne kıyasla kalite bakımından daha düşük olabilmektedir (Karaçay, 2005:317-332).

Tamir işlemi geri toplanan ürünleri yeniden kullanıma kazandırma amaçlı bir dizi onarım sürecini ifade etmektedir. Toplanan ürünlerin incelenmesi sonucu ömrünü tamamlamış parçalar ile yeni parçaların değiştirilmesi ardından yeni bir ürün elde etmek amaçlanmaktadır (Coşkun, 2011: 27). Tamir işlemi genel itibariyle sökme ve montaj olmak üzere bir dizi işlem gerektirmektedir. Yapılan işlemler sonucunda kullanıcılar üzerinde kalite olarak yeni ürün kalitesinden düşük özellikte olma algısı oluşmaktadır (Bulut ve Deran, 2007: 333).

2.6.2. Yeniden Kullanma

Geri alım kapsamında kullanılmış, işlevinin bir kısmını yitirmiş ürünlerin büyük bir kısmı yeniden kullanılma sokulmaktadır. Yeniden kullanımdaki amaç, kullanılmış ürün veya bileşenlerinden, kullanılabilir durumdaki sınırlı birtakım parçanın geri alınmasıdır. Kullanılabilir durumdaki bahse konu parçalar, başka ürünlerin parçalarının tamir, yenilenme veya yeniden üretimde yeniden kullanılmasında bütünleyici konumda olmaktadır.

Müşterilerden dönen kullanılmış durumda bulunan malzemeler 3 farklı geri dönüştürülme ile tekrar kullanıma kazandırılmaktadır. Kısıtlı birtakım bileşenler yeniden kullanıma kazandırılması yamyamlaştırma yöntemi ile tekrar kullanıma dahil edilir. Bahse konu süreç ile birlikte bileşenler, farklı bir ürünün parçası olarak, bambaşka bir malzeme olarak ve onarım ile tekrar kullanılmaktadır (Karaçay, 2005:317-332).

Tersine lojistik kapsamında geri kazanım sürecine girmiş olan ürünlerin bazıları üretim sürecine dâhil olmadan bir takım temizlik ve kısıtlı bir tamir işleminden sonra yeniden kullanılabilir hale getirilmektedir. Bahse konu tür ürünler taşıma için kullanılan paletler, konteynırlar, kasalar ya da şişelerden meydana gelmektedir. Mevcut ürünlerin stok durumu, toplama ve dağıtım işlemleri söz konusu ürünlerin değerlendirilmesinde ve öneminin ortaya çıkmasında büyük paya sahiptir.

2.6.3. Ürün Yenileştirme

Ürün yenileştirme işleminin ana nedeni, kullanımı gerçekleşmiş ürünlerin, belirlenmiş standartlarda ürünlerde kalite düzeyini yakalayabilmek ve belirtilen seviyeye getirebilmektir. Kalite standartları, yeni üründe olduğu kadar kalite düzeyinde değildir. Kullanım kaynaklı işlevinin bir kısmını yitirmiş ürün demontaj ile bileşenlerine ayrıldıktan sonra kritik durumdaki parçalar kontrol edilir ve gerekmesi durumunda değiştirilir. Parçaya uyumlu bileşenler yenilenmiş ürüne monte edilir. Ürün yenileme akış sürecindeki eski bileşenler,

teknik olarak daha kaliteli olan bileşenler ve hammaddeler, parçalar, fabrikasyon modüller, alt montaj, dağıtım, ürün, montaj servis aşamalarında: "direkt yeniden kullanım / yeniden satış, ürün yamyamlaştırma (cannibalization), tamir (repair), geri dönüşüm (recycling), ürün yenileme (refurbishing), yakma (incineration), yeniden üretim (remanufacturing), gömme (landfilling)" lojistik akış sürecinde aşamalarındaki parçalarla değiştirilerek, ürün geliştirmesi (upgrade) gerçekleştirilir. Ürün yenileştirme, aynı zamanda ürünün kalitesini artırır ve ömrünü uzatır.

Tüketici tarafından atık duruma gelmiş materyali, belirli bir kalite seviyesine ulaştırmak için malzeme yenileme yapılmaktadır. Kalite kapsamları sıfır ürüne kıyasla standartlarda sıkı şartlar bulunmamaktadır. Önemli bileşenler ekleme, çıkarma ile test edilerek uygunluğu denenir ve uygun olan kullanılır. Ticari ile askeri kapsamındaki uçaklar ürün yenilemeye örnek olarak gösterilmektedir. Söz konusu süreçle hedef kaliteyi ve kullanım ömrünü arttırmaktır (Karaçay, 2005:317-332).

Yenileme işleminin amacı ürünü belirli bir kalite standardına getirmektir. Fakat hedeflenen kalite standardı yeni bir ürünün kalitesinden daha düşüktür. Aynı zamanda kalite standartlarının yeni ürüne kıyasla daha az katı kuralları vardır. Yenileme işlemine dâhil olacak bütün birimler dikkatlice incelenir, gerekiyorsa tamir edilir ve ihtiyaç halinde gerekli parçalar yenisiyle değiştirilir. Kontrolden geçen birimler yenilenen ürüne monte edilir. Bazen de yenileme işleminde modası geçmiş/eski birimler teknolojik olarak daha üstünleriyle değiştirilerek teknolojik olarak güncellenmiş olurlar. Yenileme işlemi önemli ölçüde ürünün kalitesini iyileştirir ve ömrünü uzatır (Thierry vd., 1995:119).

Yeniden işleme ise geri dönüşüme oranla daha karışık bir süreçtir. Bu faaliyetler esnasında geri dönen ürünler tamamen demonte edilir. Demonte edilen bütün parçalar/birimler kapsamlı bir biçimde incelenir ve sınıflandırılır. Eğer gerekiyorsa parçaların /birimlerin iyileştirme/yenileme işlemi yapılır ve tekrar montesi gerçekleşir. Teknolojik olarak iyileştirme işleminin de gerçekleştirildiği ürünler, yeni bir ürün elde etmenin %50 ya da %60 daha az maliyetiyle “yeni gibi” nitelendirilebilecek kalite standardına getirilebilir. Aslında yapılan tüm bu işlemler sonunda hedeflenen, kullanılmış ürünün kalitesini yeni bir ürünün kalite standartlarına ulaştırmaktır. Yeniden işleme faaliyetinin yapıldığı ürünlere örnek uçak motorları, imalat tezgâhları ve fotokopi makineleri verilebilir (Thierry vd., 1995:119). 29. Geleneksel üretim faaliyetlerinin aksine, geri dönen ürünlerin yeniden işlenmesine dair iyi tanımlanmış bir süreçler zinciri olmayabilir. Demonte sonrasında elde edilen farklı parçalar ve

malzeme grupları sebebiyle yeniden işleme sürecini yürütecek birimlerin yüksek oranda koordinasyonu gereklidir. Çünkü bazı durumlarda demonte işlemi için mevcut üretim sistemi kullanılabilir. Farklı parçaların/birimlerin aynı onarım sisteminden geçmesi gerekiyorsa kapasite problemlerini de ortaya çıkarabilir. Bu yüzden cevaplanması gereken birinci soru işletmenin bu tür faaliyetleri yürütebilecek üretim kapasitesine, teknolojisine sahip olup olmadığı ve bu süreçlerin planlı, koordineli ve etkin çalışıp çalışmadığıdır (Diaz vd., 2004:57-58).

2.6.4. Yeniden Üretim

Kullanılmış, işlevinin bir kısmını yitirmiş geri dönüşüme tabi olabilecek ürünleri yeni ürüne uygun kalite standartlarına çıkarmak yeniden üretimin temel amacı olmaktadır. Kullanılmış ürünler tamamıyla demonte edilerek bileşenlerine ayrılır ve tüm bileşenler, materyaller kontrole tabi tutulur. Eskimiş, evsafını kaybetmiş, günümüz koşullarına göre demode olmuş malzeme ve bileşenler yeni parçalar ile monte/demonte edilmektedir. Onarılması mümkün olan malzeme, bileşen ve materyaller onarıma tabi tutulur ve testlerden geçirilir. Kullanıma uygun durumda olan parçalar, alt montajlar ve bileşenler monte edilir. Yeniden üretime dahil olması durumunda da üründe modernizasyon sağlanabilir.

Kullanım ömrünün tamamlayan birtakım materyaller aynı zamanda ekonomik değer olan girdi olarak tekrar değerlendirilmektedir. Kullanıcılardan geri toplanan materyallerin kullanım durumları incelenerek niteliklerini kaybetmiş, kırılmış, eski parçaların yerine yeni ürünler ile değiştirilmektedir (Dirik, 2012:61-91). Geri toplanan ürünleri yeni ürünlerde kullanmak üzere kullanılarak tekrar pazara, piyasaya sürmek amaçlanmaktadır. Geri dönün ürünler üretim basamağından bütün parçaları sökülerek incelemeye tabi tutulur. Üründe gelişme sağlanabilmek ve tamir işlemini başarılı şekilde yerine getirebilmek için, eskimiş, yıpranmış, işlevini kaybetmiş bileşenler yenisi ile değiştirilmek suretiyle yapılmaktadır (Karaçay, 2005:317-332).

Yeniden üretim ile birlikte ürün elde edilmekte, aynı zamanda enerji, kaynak, zaman ve emekten kazanç sağlanmaktadır. Canlı yaşamına ve çevreye zararlı bileşenlerin etkisi minimuma indirilmekte ve hammadde oranında kullanılabilirlik arttırılmakta ve doğaya bırakılan tehlikeli atık konusunda önemli azalmalar meydana getirilmektedir. Bahse konu stratejik uygulama ürünün yeniden kullanıma kazandırılması her açıdan olanaklı ve karlı bir faaliyet bütünüdür (Özgün, 2007: 19).

2.6.5. Ürünün Kısmi Kullanımı (Ürün Yamyamlaştırma)

Ürün yamyamlaştırma bir bakıma ürünün yeniden iyileştirilmesi aşamasında belli bir kısmının kullanılmasıdır. Ürünlerin kısmi kullanımı sürecinde hedef materyalin tekrar kullanıma dahil edilebilecek kısmının kısıtlı birtakım bileşenlerini tekrar kullanıma kazandırabilmektir. Geri kazanma sürecine tabi kılınan özellikteki ürünler dikkatlice kontrol edilerek ve demonte (sökme) işlemi gerçekleştirilir. Yeniden kazanılması mümkün olan parçalar bir başka ürününü tamirinde, yenilenmesinde veya baştan yeniden üretilmesinde kullanılmaktadır. Ürünün kısmi kullanımında hedeflenen amaç kalite standardı benzer parçaların yeniden kullanıma kazandırılmasıdır. Kullanımı gerçekleşmiş ve tekrar kullanma imkânı mümkün olabilecek bileşenler ayrıştırılarak, ayırma işlemi prosesi kısmıdır. Ürün yamyamlaştırılmasında kazanılan parçalar başka ürün ve parçaların yenileme, onarım ve yeniden üretim sürecinde kullanılmaktadır.

Tamir, yenileme, yeniden imalat gibi ürün geri kazanma alternatiflerinde geri dönen ürünün büyük bir miktarı yeniden kullanılır. Ürünün kısmi kullanımında ise ürünün yeniden iyileştirilmesi sürecinde sadece belirli bir kısmının kullanılmasıdır. Bu faaliyetlerde amaç ürünün yeniden kullanılabilir olan sınırlı bir grup parçasını yeniden kazanabilmektir. Bu tür özellik taşıdığı belirlenen kullanılmış ürünler dikkatlice incelendikten sonra demonte edilir. Sonrasındaki işlemler ise yeniden kazanılma imkânı olan bu parçaları başka ürün ve materyallerin tamirinde, yenilenmesinde veya yeniden üretilmesinde kullanılmasıdır. Ürünün kısmi kullanımı işleminde hedeflenen kalite standardı ne tür parçaların yeniden kullanılacağı ile ilgilidir. Ürünün kısmi kullanımı diğer ürün geri kazanma alternatiflerinden farkı ise ürünün yeniden üretilmesinde kullanılacak parçalar daha katı kalite standartlarını karşılamak zorunda iken, ürün yamyamlaştırma kullanılmış ürünlerin ve yeniden kullanılabilir potansiyeli olan parçaların/birimlerin seçilerek demonte edilmesi süreçlerini içerir (Thierry vd., 1995:119).

2.6.6. Geri Dönüşüm

Tersine lojistik faaliyetleri kapsamındaki ürün geri alım aşamalarındaki amaç, kullanılmış tekrar kazanılması mümkün olan malzeme ve bileşenlerin teknik evsafalarının olanaklar kapsamında korunması olmuştur. Yeniden dönüşüm sürecinde, materyal ile modüllerin söz konusu özellikleri ve işlevleri kaybolmaktadır. Geri dönüşümdeki amaç, kullanılmış ve atık durumundaki parçaların, bileşenlerin yeniden kullanılabilmesini sağlamaktır. Geri dönüşüme birçok kullanılmış ürün konu olmaktadır. Cam, kâğıt, plastik,

elektronik ve lastik geri dönüşüme konu olan başlıca ürün grupları arasında yer almakla birlikte, ABD, İngiltere, Almanya, Fransa, İsveç gibi gelişimini tamamlamış ülkelerde hurdaya ayrılmış otomobil ağırlığının %75'ini denk gelen yaklaşık bütün metal parçalar yeniden dönüştürülmek üzere sürece dahil olabilmektedir.

Tersine lojistik sürecinin asıl amacı geri dönüşümü sağlamaktır. Kullanımı tamamlanmış bileşenlerin niteliklerinin mümkün olduğunda yitirilmeden yeniden kullanıma dahil edilebilmesidir. Geri dönüşüm sürecinde evsaf ve nitelik kayıpları ortaya çıkabilmektedir (Bulut ve Deran, 2007: 334). Geri dönüşüm faaliyetinde ilk başta toplanan eşyalar inceleme ve sökme işlemine tabi tutulmaktadır. Sökülen bileşenler kullanım yerlerine göre tasnif edilmekte ve hammadde kapsamında ürüne dönüştürüleceği kısma dahil edilmektedir. Ürünler bütün olarak sökme işlemine tabi olduklarında kimlik kaybı yaşanmaktadır (Coşkun, 2011:28). Süreçte amaç kullanılmış eşyaların parçalarının tekrar kullanıma kazandırılmasıdır (Özgün, 2007: 24).

Tersine lojistik faaliyetleri kapsamında geri kazanım ve yeniden üretme, üreticileri çeşitli nedenlerden kaynaklı geri dönmüş ürünlerin ve parçaların geri dönüştürülmüş ve yeniden kazanım sağlanmış ürün haline getirilme sürecine dahil olan lojistik faaliyetlerdir. Bahse konu faaliyetlerin amacı, yapılan işlemler sonunda geri dönüştürülmesi mümkün olan ya da yeniden üretilmiş ürüne modernizasyon ile değer katmaktır. Geri dönüşüm faaliyetleri kapsamında çok uzun süredir kâğıt, cam, plastik, metal gibi ürünler ile geri dönüşüm gerçekleştirilmektedir. Mevcut üretim kapasitesi, teknolojiler ve süreçlerin hepsi yeniden geri dönüştürme sürecini gerçekleştirmek için kullanılmaktadır.

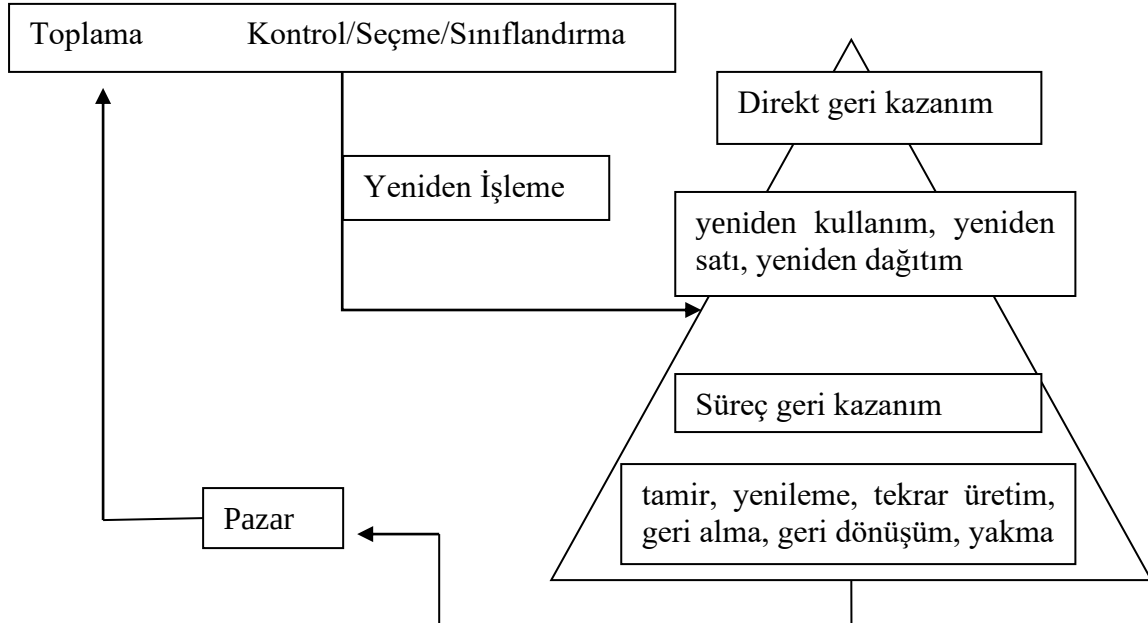
Geri dönüşüm faaliyetler ile üreticiler geri dönen ürünü söküp parçalarına ayırırlar. Ayırdıkları mevcut parçaları kısmi özelliklerine göre sınıflandırmaya tabi tutarlar ve en son süreçte kullanılabilir ana malzeme haline dönüştürülerek yeni oluşturulan parçaların bileşenlerin üretiminde kullanılırlar. Bu süreç sonucunda ürün tamamen parçalarına ayrılan ürün, kimliğini ve kullanılabilirliğini kaybeder. Üreticiler bünyesinde geri dönüştürme faaliyetlerini devam ettirebilmek için geleneksel üretim planlaması yöntemleri süreç faaliyetleri ile uyum sağlamalıdır.

2.6.7. Yakma ve Gömme

Çeşitli sebeplerden kaynaklı olarak tekrar kullanımı mümkün olmayan malzeme, bileşen ve materyallerin yakmak veya gömmek suretiyle yok edilmesidir (Fleischmann, 2001).

Tersine lojistik faaliyetlerin kapsamında değerlendirildiğinde çok tercih edilen bir metot olarak görülmesede, alternatifler arasında yer almaktadır. Yakma ve gömme olarak nitelendirilen faaliyetler, ürün deforme olması ya da imalat esnasında meydana gelen zararlı atıkların standartlara duyarlı canlı yaşamına ve çevreye zararı minimize edilerek imha edilmek suretiyle yerine getirilen süreçler bütünüdür. Yok etme sırasında eşyanın tehlikeli bileşen barındırıp barındırmadığı incelenir. Bu süreç çoğunlukla ekonomik açıdan fayda sağlamayacak ürünlerde tercih edilen bir yöntemdir.

Geri dönüşüm faaliyetleri sonucu elde edilen bileşenlerin söz konusu yöntemler ile bertaraf edilmeye çalışılması çok kabul gören bir yöntem olmamakla birlikte tersine lojistik sürecine yönelik ikincil bir yöntem olarak yerini almaktadır. Yeniden kazanma ve kullanma faaliyetlerine dahil edilmesi ekonomik olarak fayda etkin olmayan, evsafını ve kullanım yerini kaybetmiş ürünler için uygulanabilme alanı bulmaktadır.



Şekil 2.6. Tersine Lojistik Yeniden İşleme Tabi Tutulmasındaki Aşamalar

Kaynak: (Dekker vd.,2004)

Tablo 2.5. Geri Kazanım Faaliyetlerinin Özellikleri ve Örnekleri

Geri kazanma faaliyeti	Faaliyetin Amacı	Kalite standardı	Yapılan işlemler	Örnekler
Tamir	Geri dönen ürünü tekrar çalışır hale getirmek	Tamir edilen ürünün kalitesi, yeni ürün kalite standartları kadar katı değildir	Parçaları/birimleri inceleme + tamir etme + gerekli parçaları değiştirme Demonte+yeni teknolojiyi koyma+monte	Beyaz eşyalar
Yenileme	Geri dönen ürünü belirli bir kalite seviyesine getirmek	Yenilenen ürünün kalitesi	Fonksiyonunu yitirmiş parçaları tamir etme/yenileme Demonte+monte	Bilgisayarlar
Geri dönüşüm	Geri dönen ürünün İçeriğindeki materyalleri yeniden kazanmak	-	Demonte+sınıflandırma+hammadde haline dönüştürme	Kağıt, cam, metal, plastik
Yeniden üretme	Geri dönen ürünü “yeni” bir ürünün kalite seviyesine getirmek	Yeniden üretilen ürünün kalitesi yeni bir ürüne eşdeğer olacak şekildedir.	Demonte+sınıflandırma+resstore etme+yeniden monte	Bilgisayar
Ürünün kısmi kullanımı	Geri dönen ürünün belirli parçalarını alarak yeni ürüne monte etmek	Ne tür birimler/parçalar kullanıldığına bağlıdır.	Demonte+sınıflandırma+sınırlı parçaları alma+yeni ürüne monte	Donanım
Doğrudan yeniden kullanım	Geri dönen ürünü temizlik, bakım gibi işlemlerden sonra yeniden kullanmak	-	Temizlik/Bakım	Şişeler, paletler, konteynerler
Yakma/Gömme	Kullanılmayan ürünler için yapılacak faaliyetler arasındaki son alternatif	-	Ürünün yakılarak ya da gömülerek yok edilmesi	Lastık

Kaynak: (Thierry vd., 1995)

2.7. Tersine Lojistik Ağı

Tersine lojistik ağı; yeniden kazanım, baştan ürün elde etme, tekrar kullanıma dahil etme, ürün yamyamlaştırma, tamir, dış kaynak kullanımı çerçevesinde, ürünlerin

kazanımlarını (Assets utilization) arttırma, ürünlerin tekrar kazanılmasının yerine getirilmesi, geri dönüştürmek suretiyle maliyet etkinliğinin sağlanması ile kâr marjına kazanımın sağlanması, çevreye etki mevzuatlarının gerektirdiği yükümlülükleri yerine getirilmesi sağlanarak, çevreyi korumaya katkı sağlanması ve satışın ardından verilen hizmet ve kalite anlamında garanti gibi benzer kampanyalar ile müşteri ilişkilerini geliştirme olarak bir organizasyon şeması olarak tasvir etmek mümkün olmaktadır. Ayrıca tersine lojistik ağ geri toplanması kesin eşyaları ile tehlikeli kapsamda bulunan kullanımı tamamlanmış eşyaların imal edenler aracılığıyla geri toplanması amacıyla çıkarılan yasal mevzuatlar gereği oluşturulan ağ olarak tanımlanmaktadır. Zorunlu olarak bahse konu ağı oluşturmak amacıyla imalatçılar maliyet konusunda azaltılmanın önemine vurgu yapmaktadırlar. Bu nedenle firmalar bahse konu ağı oluşmak yerine geri toplanması zorunlu ürünleri lojistik hizmet üreten, geri dönüşüm işleri gerçekleştiren firmalar kullanılmaktadırlar. Aynı zamanda yerel kuruluşlar olan belediyeler ile protokoller yapılmak suretiyle geri dönüşüm noktaları oluşturulmaktadır (Şengül, 2011: 56-57).

Genel itibariyle Tersine Lojistik Ağı yerel yönetim birimlerinin canlı yaşamına ve doğaya tehlikeli atıkların azaltılmasına yönelik yasal mevzuatlar çerçevesinde oluşturmuş oldukları ağlardır. İşlevini ve ömrünü yitirmiş ürün veya malzemeler işlenerek yeniden kazanabilmek amacıyla kullanıcılardan geri toplanmaktadır. Toplama, Depolama, sökme ve yeniden kullanıma kazandırma amacıyla; plastik, metal, atık pillerin, şişe ve camların, ve kağıt ürünlerin depolanmak suretiyle geri dönüşüm istasyonlarına gönderilmesi en eski verilebilecek geri dönüştürme ürünlerine örnek olarak verilebilir.

Özel tersine lojistik ağı, genel tersine lojistik ağına göre çekme sistem amaçlı oluşturmuş bir uygulama faaliyetler bütünüdür. Geri dönüşümü ekonomik olarak mümkün ve avantajlı konumdaki hurda bileşen ya da kullanım ömrünü tamamlamış eşyalar ile ilgilenilir. Geri dönüşüm ve taşıma masrafları imalatçıların sorumluluğundadır. Kar getirisi önemli bir unsurunu oluşturmaktadır, bu nedenle geri dönüşüm sürecinin ekonomik kıymeti olabilmesi için öncelikle ekonomik bir değer ihtiva etmesi gerekmektedir.

Geçmişten gelen tedarik usul süreçlerinde yer aldığı üzere, lojistik ağ kapsamında yeniden dönüşümü sağlanan materyallerin defaten kullanılabilir duruma getirilebilmesi ve geri kazanım süreçlerine dahil edilmesi gereklidir. Üretim merkezlerinin, muhafaza etmek ve birbirleri ile tercih edilen lojistik bağdaşmaların tedarik sürecinin maksimum fayda sağlama bakımından önemli bir unsuru oluşturmaktadır. Tersine lojistik ve lojistik ağ yapısı arasında

da karlılık açısından benzer bir ilişki söz konusudur. Tersine lojistik ağ açısından muhafaza ve taşıma arasında ilişkinin belirtilmesi gereklidir. Firmalar tüketicilerden tekrar kullanılabilir durumdaki materyalleri toplama yöntemini, yeniden kazanılması mümkün olan bileşenlerin ekonomik kıymetlerine göre parçalarına hangi ortamda ayrıştırılması gerekeceğini belirlemesi gerekmektedir. Bahse konu malzemelerin işleme ve yeniden kullanıcılara hangi koşullarda hizmet edeceğinin tespit edilmesi önemli bir süreci arz etmektedir.

Tersine lojistik süreçleri, araştırmalarda taktik, stratejik ve operasyonel tarafları bakımından değerlendirildiğinde, etkili lojistik ağ meydana getirmek üzere birden fazla proses ve analiz ortaya atılmıştır. Yapılan araştırmalarda tersine lojistik ağ tasarımının ileri seviyede stratejik faaliyetleri de dahil etmenin önemine vurgu yaparak tersine lojistik kapsamında maliyet açısından minimize edilmeye yönelik prosesler geliştirilmektedir. Söz konusu maliyetler; yetişmiş iş gücü, taşıma, nakliye, yeniden üretim araç ve gereç maliyet kalemlerinden oluşmaktadır (Thierry vd., 1995).

Dowlatsahi 2000 yılında tersine lojistik faaliyetlerinin gelişmesine yönelik çeşitli çalışmalar yürütmüştür. Proses tasarlama ile süreci etki eden iki faktör olan strateji ve operasyonel unsurlar üstüne düşerek, operasyonel faktörlere kıyasla stratejik faktörlerin önemine vurgu yapmıştır. Stratejik faktör maliyet kalemleri olarak; müşteri ilişkileri, toplam kalite, yasal mevzuatlar, çevreye duyarlılık tarzında süreçler tersine lojistik kavram dizaynının gelişmesine etkileyen faktörler olarak yer almaktadır.

Operasyonel faktörler; tüketici, maliyet/fayda incelemeleri, nakliye, depolama, stok yönetimi, geri dönüştürme, yeniden üretim ve ambalajlama olarak karşımıza çıkmaktadır. Tersine lojistik ağı geliştirilirken dikkat edilmesi gereken beş faktörü şöyle tanımlamıştır (Şekil 2.7.):

1- Maliyet: Maliyetler, tersine lojistiğin her adımıyla ilişkilidir; örneğin geri dönüşüm operasyonları için gerekli müşteri hizmet servisinin bir maliyeti vardır.

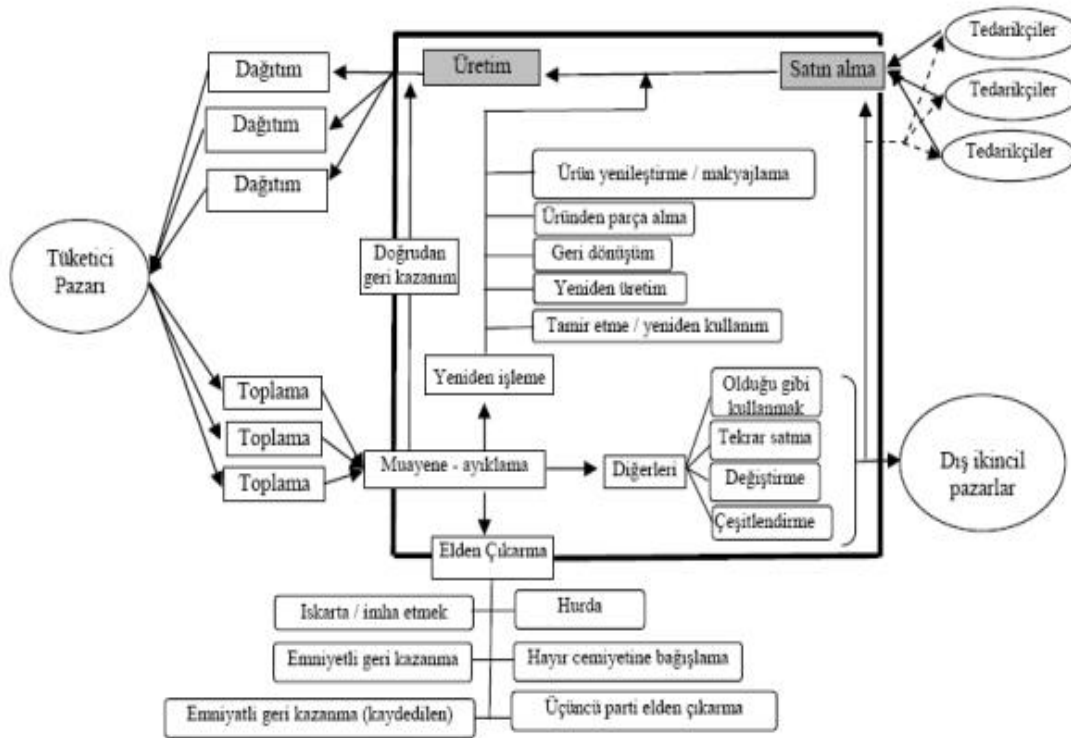
2- Kalite: Stratejik kalite, yeniden üretilen, tamir edilen ve geri dönüştürülen ürünlerin kalitesiyle ilişkilidir.

3- Müşteri servisi: Bu stratejinin temel amacı müşteri beklentilerini karşılamaktır.

4- Çevresel kaygılar: Müşteriler firmanın yapmış olduğu bertaraf işleminin çevreye zarar vermeyecek şekilde gerçekleşmesini isterler. Bu yüzden, tersine lojistik stratejileri, çevresel düzenlemelere ve gereksinimlere uygun olmalıdır.

5- Yasal düzenlemeler: Yasal düzenlemelerdeki artıştan dolayı firmalar tersine lojistik stratejilerini bu düzenlemelere uymak için verimli hale getirmelidir. Bu sayede kullanılan ve

ömrü tamamlanan ürünlerin meydana getirdiği tehlikeli atıklar etkin bir şekilde ortadan kaldırılmış olacaktır. (Dowlatshahi, 2000:143-155).



Şekil 2.7. Tersine Lojistik Ağ Şeması

Kaynak: (İlgün, 2010:37)

2.7.1. Tersine Lojistik Ağ Yapısı

Kullanılmış ürünün toplanması, depolanması, tekrar işleme tabi tutulması ve geri dağıtılmasına başlıca tersine lojistik ağ faaliyetlerini içerir. Tersine lojistik ağların oluşturulması, ileri lojistik ağlarının tasarlanması kadar basit değildir. Tersine lojistik ağ da müşterilerden geri toplandığında, takip edecekleri süreçler ürünün durumuna göre değişmektedir. Ayrıca ürün tüm bileşenleri üretim tesislerine geri gönderilmeye değerde olması gerekecektir. Yenilenen ürünler için geri dağıtılması aşaması olan pazarların bilinmeyenlerini oluşturması ağ tasarımını daha da zor hale getirmektedir.

Gelişmiş etkili bir tersine lojistik ağın gerekleri aşağıdaki gibidir.

1) Özel toplama merkezi: Ürün niteliklerinin fazla ve niteliklerindeki farklılıktan kaynaklı özel bir toplamana merkezine ihtiyaç olacaktır.

2) Sınıflandırma sistemi: Etkili tasnif edilmiş sınıflandırma işlemi, çeşitlilikteki fazlalıktan kaynaklıdır.

3) Stok politikası: Esnek yapıda oluşturulmuş stok politikası, Tersine lojistik süreç aşamaları ile bağlantı bulunan ayrıştırma işlemi, esnek yapıli stok politikası için son derece önemlidir.

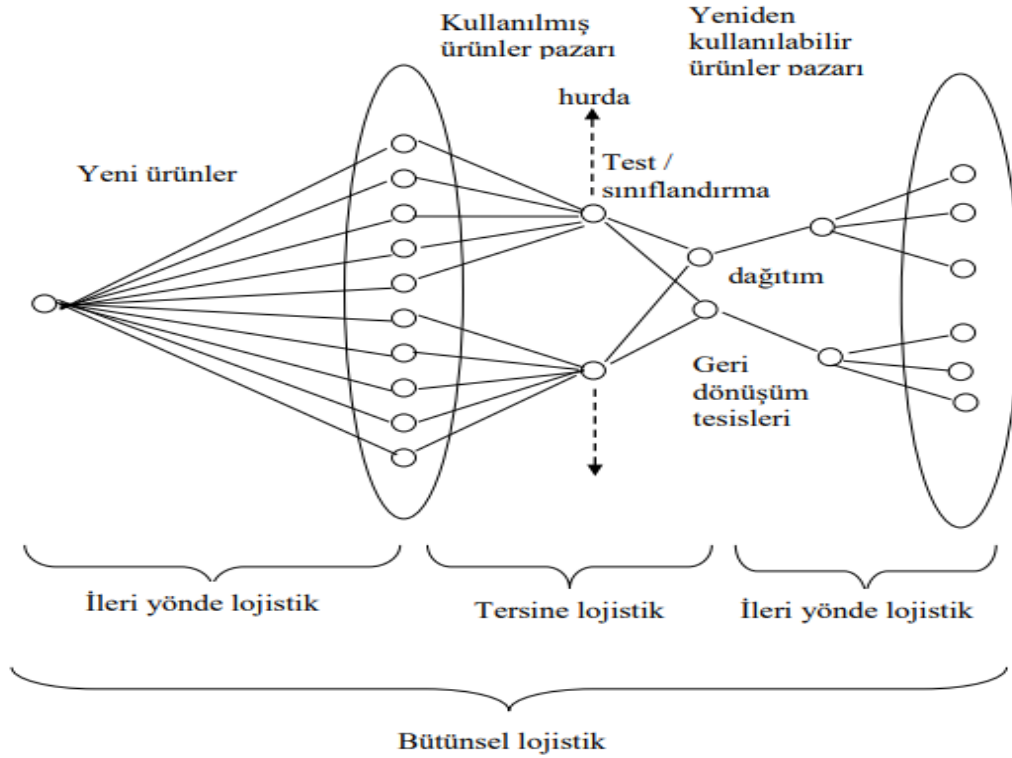
4) Zamanlama politikası: Birincil olarak yapılması gerekli zamanlama politikası kaynakların geri alınması ve çevrede oluşturulacak tahribatın önüne geçilmesi için oldukça önemlidir. Ürün devir zamanı olarak da zamanlama politikasından söz etmek gereklidir. Devir zaman ile geri toplanan eşyaların imha edilmesi süreci ile direkt olarak etkileşim içindedir. Geri toplanan malzeme hızlı şekilde ele alınması ile piyasada kalan malzemeye kıyasla ekonomik kıymet bir o kadar yüksek olacaktır. Devir zamanı ile tersine ve ileri lojistik akış birlikte hareket edilen kapalı döngü tedarik kapsamında ürün geri toplamayı etkin şekilde öngörülmesini mümkün kılmaktadır. Kullanım ömürleri kısa olan ürünlerin kıymetlerini erken kaybetmelerinden kaynaklı geri dönüşüm faaliyetlerinin hızlı gerçekleşmesi gerekmektedir. Örnek olarak kişisel bilgisayarlarda pazarlama süresi 26 hafta, yarıiletkenler ürünler bu süre bu süre 9 ay olarak hesaplanmaktadır.

5) Enformasyon akışı: Geri dönüş süreçlerinin izleme maliyetleri sebebiyle yüksek verimli enformasyon akış sistemi önemlidir. Enformasyon akışı; kapsamlı, esnek olmalı ve gerçek zaman (bilgisayarda problemi çözerken geçen süre) kapasitesine entegre edilmesi kolay olmalıdır. Ürünün enformasyonla ilişkili olarak; konuma ilişkin enformasyon, kullanıma ilişkin enformasyon, yaşamaya ilişkin enformasyon, pazar enformasyonu ve işlem enformasyonu olarak sıralanır.

6) Esneklik: Kapasiteye nakliye, uygulama, depolama gibi konularda esnek yapıda ki bir sistem tasarlamak son derece önemlidir.

7) Çok parçalı koordinasyon: Geri toplanan ürünlerinin uygulama açısından etkili olabilmesi, tersine lojistiğe uygun olacak ağ sisteminin titizlikle tasarlanması ve yönetilmesi, söz konusu ağ maliyetlerinin ekonomik açıdan etki etmesinden kaynaklı önem arz etmektedir. Ayrıca ağ maliyetleri, malzemeleri geri toplama ve ürünü modernize ile çevre mevzuatlarına uygunluk bakımından ekstra maliyet yükü getirebilmektedir.

Bahse konu ağ materyallerinden, fiziksel olarak ilk temas eden kullanıcıdan son tüketim birimine kadar olan süreçteki, tüketiciden tekrar imalatçıya tersine yönlü hareketini kapsamaktadır (Kılıç, 2005).



Şekil 2.8. Genel Bir Tersine Lojistik Ağ Yapısı

Kaynak: (Kılıç, 2005)

2.7.2. Tersine Lojistik Ağ Türleri

Tersine lojistik ağ oluşturulurken; tekrar kazanılması planlanan ürünün özellikleri, kazanılmış ürünün tekrar kullanımdaki fonksiyonu ve karşılaşılabilecek söz konusu süreçteki kanuni mecburiyetler önemlidir. Tersine lojistik ağ türleri olarak;

Genel Tersine Lojistik Ağı (Public Reverse Logistics Network): Yerel yönetimlerin kullanım sonucu ortaya çıkan atıklarını azaltmaları ve geri döndürmeleri için kanuni zorunluluklar çerçevesinde meydana getirdikleri ağlardır. Bu kapsamda ağlarda tersine lojistik bakımından geri kazanma süreçleri bakımından depolama, sökme, montaj, geri dönüşüm ve yeniden kullanma süreçleri kullanılmaktadır. Atık pillerin, plastik, cam ve kâğıt malzemelerinin geri dönüşümü için bahse konu atıkların katı durumda bulunan atıklardan tamamen ayrı bir yerde depolanıp muhafaza edilerek, geri dönüşüm merkezlerine gönderilmesi gerekmektedir. Genel tersine lojistik ağları itme sistemli bir yapıya sahiptir. Genel tersine lojistik ağ olarak bahse konu bu sistemler yerel yönetimler olan belediyelerle iş birliği içerisinde hurda ürün bırakma merkezleri oluşturulur.

Özel Tersine Lojistik Ağı (Private Reverse Logistics Network) veya Katma Değerli Geri Kazanım için OEM Ağları (OEM Networks for Value Added Recovery): Özel tersine

lojistik ağılara aynı zamanda katma değerli geri kazanım için OEM ağı olarak da adlandırılmaktadır. Bahse konu ağ, geri kazanımı sürecini ekonomik olan ürünler üzerinde ilgi alanları oluşturmuştur. Çekme sistemli bir yapıya sahip olan bu ağlarda üreticiler, geri dönüşüm ve nakliye masraflarını kendi bünyelerinde karşılamaktadırlar. Söz konusu ağlarda geri dönüşüme konu olan sürecin ekonomik olarak değer ifade etmesi gerekmektedir. Bu ağlarda ürün, bileşen ve malzeme açısından kaliteyle ilişkili alternatif geri kazanım koşullarını da barındırması gerekmektedir. Geri kazanılan ürünün değerinin maksimum olması için derecelendirme, ayırma ve testler arası bağlantının olması önemli bir unsur oluşturmaktadır.

2.7.3. Tersine Lojistik Ağındaki Temel faaliyetler

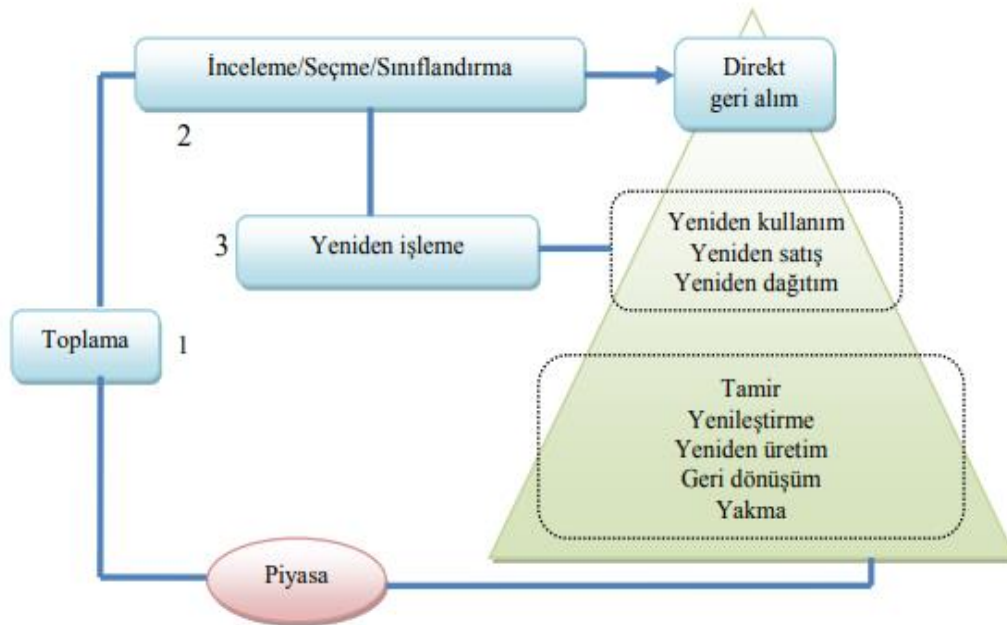
Cooper ve Stephan 1994 tarafından tersine lojistik sisteminin etkili bir şekilde yönetilebilmesi; geri dönüştürülecek ürünlerin toplanması, çizilecek yöntem ve tekniklerin belirlenmesi, materyallerin depolanması, müşteri ilişkileri gelişimi ve performansın ölçülmesi olarak altı farklı aşama tersine lojistik basamakları olarak tasnif edilmiştir. Tersine lojistik süreçlerinde tekrar kazanım amaçlı dönüşümü sağlanan materyallerin hedefini ulaşabilmesi için bu süreç anlaşılır şekilde düzenlenmelidir (Cooper ve Stephan, 1994:39-41). Rogers ve Tibben-Lembke bu süreç kısımlarını ürün ve ambalaj olarak ayırmıştır.

Tablo 2.6. Tersine Lojistik Faaliyetleri

Malzeme	Tersine Lojistik Faaliyetleri
Ürün	Tedarikçiye dönüş Yeniden satış Pazar yolu ile satış Parçalamak ve sökmek Onarıp yenilemek Yeniden üretim Islah etme işlemi Geri dönüştürme Toprağa gömülmesi
Ambalaj	Yeniden kullanma Yenileme Islah etme işlemi Geri dönüştürme Parçalamak ve sökmek

Kaynak: (Rogers ve Tibben-Lembke, 2001:129-148)

Tersine lojistik kapsamında ürünü tekrar çağırma, söz konusu faaliyetlerden bir kısmını oluşturmaktadır. Sürecin ilk ayağı ürünü toplama, tasnif etme ve niteliklerine göre sınıflandırma işlemleridir. Süreç geri alım ile tekrar kullanıma dahil etme olabileceği gibi direkt olabilmekte ve tekrar kullanıma kazandırılma söz konusu süreç son bulmaktadır. İlk ayağı oluşturan toplama; müşterilerden ürünleri yeniden kazanım için belirlenen konuma getirilmesi ile başlayarak evsaf ve durumlarına göre kıymetlendirilmesi ile devam etmektedir. Materyaller nitelikleri ve kullanılabilir derecesine göre sınıflandırılmakta, kullanılabilir durumda olanlarda direkt pazara dahil edilmekte, onarıma ihtiyacı olan ürünler modernize ile tamir ünitelerine gönderilerek onarım sonucu tekrar kazanılmakta ve yeniden dağıtılmaktadır. Kullanılamaz durumda olanlar yakma, gömme gibi diğer bertaraf işlemlerine göre işlem görmekte süreç tamamlanmaktadır (De Brito ve Dekker, 2003).

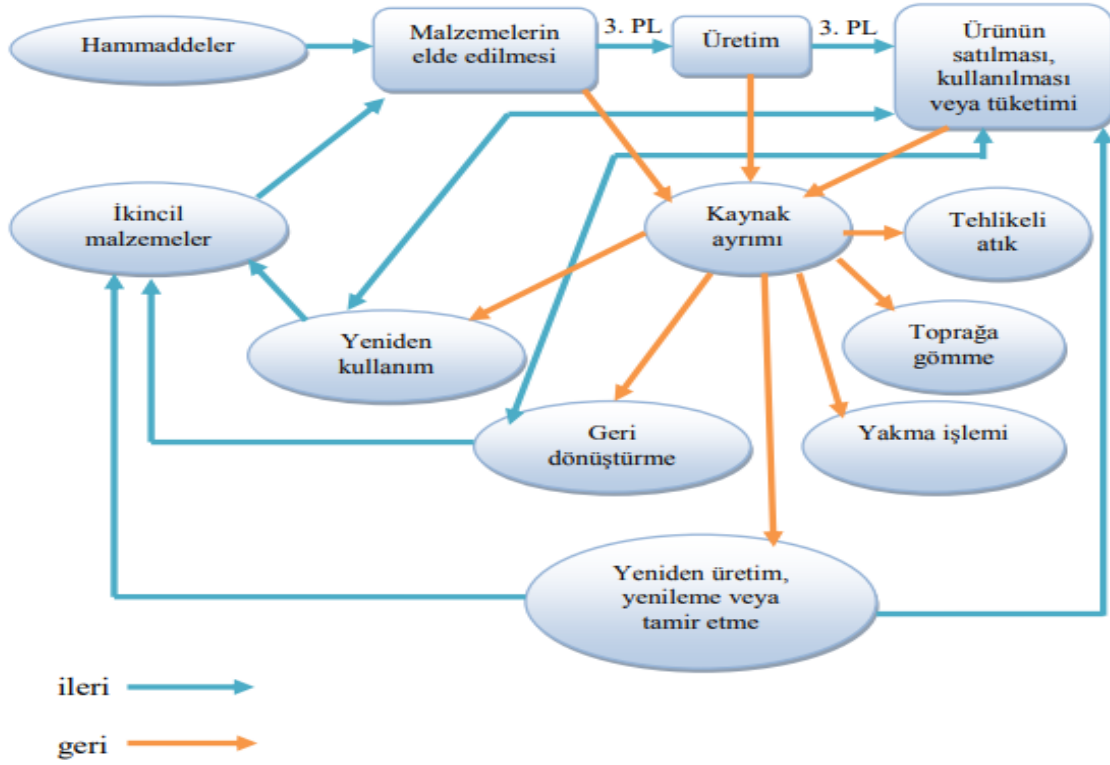


Şekil 2.9. Tersine Lojistik Süreci

Kaynak: (De Brito ve Dekker, 2003)

Belirten aşamaları gerçekleştirilememesi sonucunda materyaller gömülme suretiyle aşama tamamlanmaktadır. Söz konusu gömülme işlemi hem çevreye zararlı olması sebebiyle hem de maliyetli bir faaliyet oluşturduğu için bu aşamaların doğru ve gerçeği yansıtır şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Sürecin ikinci ayağını oluşturan "İnceleme/Seçme/Sınıflandırma" faaliyetleri doğrudan geri alımı oluşturmakla birlikte, üçüncü ayağı oluşturan "yeniden işleme" süreci Şekil 2.9.'da gösterildiği üzere "yeniden kullanım, yeniden satış ve yeniden dağıtım" faaliyetlerin bütününe kapsamaktır. Şekil 2.10.'da

görüldüğü üzere Stock ve çalışma arkadaşları tersine lojistik işlemlerini "Direkt Geri Alım, Yeniden İşleme, Toplama, Piyasa, Yeniden Kullanım, Yeniden Satış, Yeniden Dağıtım, Tamir, Yenileştirme, Yeniden Üretim, Geri dönüşüm, Yakma" gibi aşamalar başlıkları altında ele almışlardır (Stock vd., 2002:16-17).



Şekil 2.10. Tersine Lojistik Sisteminde Yer Alan Faaliyetler

Kaynak: (Stock vd., 2002:16-17)

Tersine lojistik süreçlerinde tekrar kullanıma dahil etme faaliyetleri aşağıdaki gibi aktarılmıştır (Bayles, 2000).

"Yeniden kullanma: geri toplanan ürün evsafını yitirmediği takdirde tekrar başka kullanıcıya satılabilir veya ambalaj malzemeleri yeniden kullanıma dahil edilebilir.

Tamir etme/yeniden paketleme: geri dönüştürülmek üzere toplanan ürünü yeniden kullanıma dahil etmek üzere tamir etme ve yeniden paketlemek üzere yapılan işlemdir.

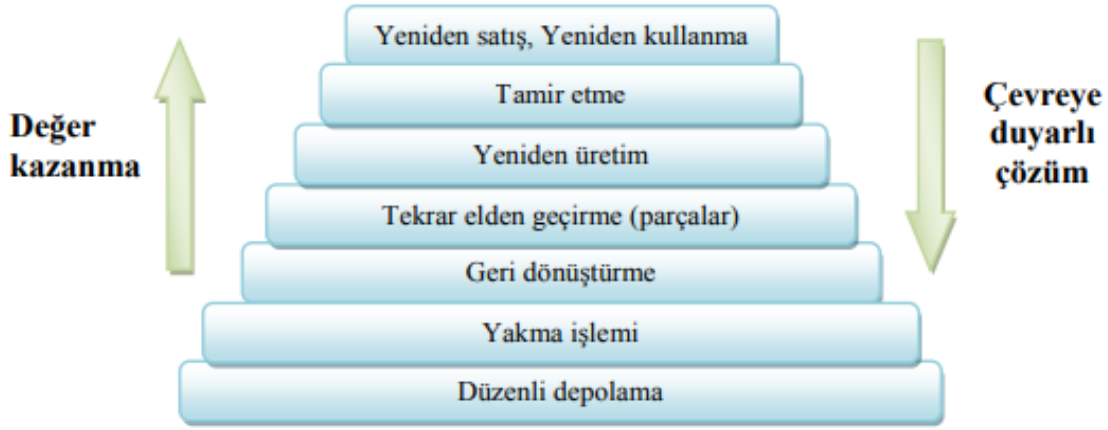
Geri dönüştürme: toplanan eşyalar tekrar kullanılamayacak durumda ve bozuk ise geri dönüştürülme işlemi uygulanır.

Islah etme: eşyaları tekrar kullanılabilir konuma getirmek üzere parça ve bileşenleri temizleme işlemine tabi tutulur.

Yenileme: Islah etme işlemi ile birlikte daha fazla detaylı işlem basamaklarından geçirildiği işlemler bütünüdür.

Yeniden üretim: Ürünün tekrar kullanılabilmesi için bütün bileşenleri ayrıştırılarak, tamamen demonte edilir ve baştan üretime dahil edilerek geri dönüşümü sağlanabilir." (Bayles, 2000).

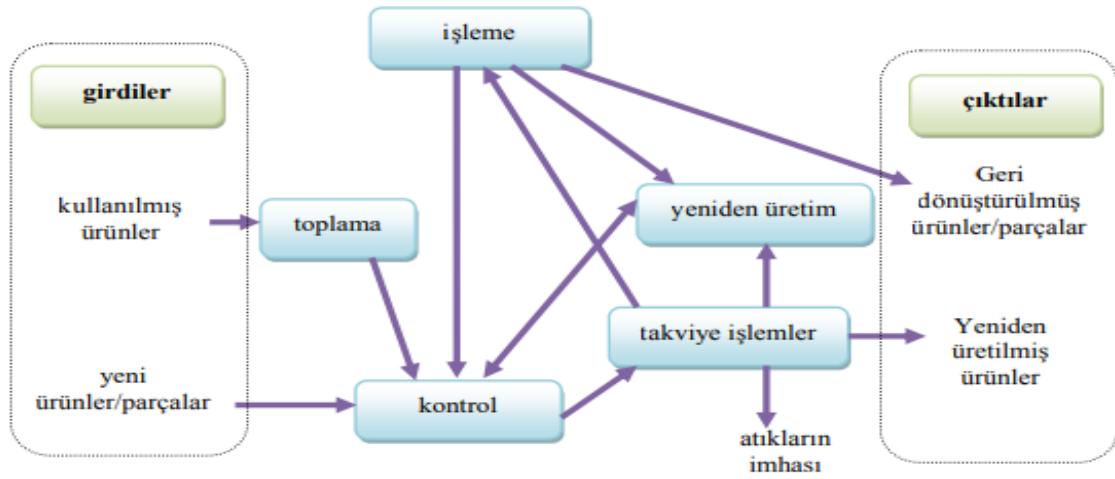
Şirketlerin yeniden kullanım amaçlı geri alınan materyalleri tekrar kazanmaya yönelik faaliyetler Şekil 2.10.'de gösterilmiştir. Oluşturulan şekilde lojistik karışıklık her basamakta farklı şekilde gösterilmiştir. Materyal kurtarma basamaklarında yukarıya çıktıkça üstte yer alan aşamalar firmalara kıymet katmaktadır, ayrıca bahse konu diğer aşamalara göre alt yapı olarak tersine lojistik ihtiyacın arttığı belirtilmiştir (Skapa ve Klapalova, 2000:1254-1265).



Şekil 2.11. Ürün Kurtarma Seçenekleri Piramidi

Kaynak: (Skapa ve Klapalova, 2000:1254-1265)

Tersine lojistik sistemine yönelik eklenecek materyallerin tespit edilmesi, toplanma, ayrıştırılma ve kıymetlendirme şeklinde aşamaları halinde değerlendirilmiştir. Sürecin birinci basamağını oluşturan sisteme kazandırılacak ürünlerin tespit edilmesi sürecin yönetim ve maliyet denetlemeleri açısından önem arz etmektedir. Sonraki adımı sürece kazandırılacak konumda olacak ürünlerin kullanıcılardan toplama aşaması yer almaktadır. İkinci aşama kullanıcılardan gelen ve üretim ile ortaya çıkan atık sonucu kıymetlendirilmek üzere toplanan kısımdır. Sürece dahil edilmesi planlanan ürünlere tabi tutulacak yöntem ve işlemlere binaen ayrıştırılması yapılmaktadır. Son aşamayı oluşturan kıymetlendirme sürecini ürünlerin yeniden kullanıma dahil edilmesi değerlendirilmekte ve kullanılamayacak durumda olanlar yok edilmeye tabi tutulmaktadır. Söz konusu sisteme ait Şekil 2.12.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.12. Tersine Lojistik Sürecinde 4 Temel Adım

Kaynak: (Lambert vd., 2011:561-581)

2.7.3.1. Geri Dönüştürme

Çevreye zararlı olan kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerin, kullanım sonrası tüketicilerden toplatılması için konulmuş kanunlardan ve mevzuatlar sonucu kurulan ağlardır. Toplatılma sonucu elde edilen kullanım ömrünü tamamlamış ürünlerden bir ekonomik değer elde etme ihtimali çok zayıftır. Firmalar maliyetlerini minimize etmek için bahse konu ürünlerini kendileri toplamak yerine, ürünleri toplamak için lojistik hizmet alımı yaparak geri dönüşüm sürecini profesyonel açıdan yönetmektedirler. Başka bir ürün toplama metodu ise yerel yönetimler olan belediyeler ile iş birliği protokoller aracılığıyla atık toplama noktaları vasıtasıyla geri dönüşüm sürecini gerçekleştirmektir. Bahse konu atık toplama noktalarında test etme ve derecelendirmeden ziyade, ürünleri sınıflarına göre tasnif edilir ve geri dönüşüm süreci için ürün ayrımı yapılmış olmaktadır.

Geri dönüşüm süreci düşük kar marjlı ancak büyük yatırım gerektiren bir organizasyon yapısına sahip olmak birlikte genel kurulma nedeni çevreye zararlı konumdaki atıkların geri dönüştürülme sürecinde çıkarılan kanunlar ve mevzuat gereğidir. Geri dönüşüm sürecinde ürünler genellikle özellik ve fonksiyonlarını yitirmektedir. Bu sebeple en uygun ürünler başlıca şişe, pil, kâğıt, hurda metal gibi geri dönüşümü özellik açısından tekrar mümkün olabilen ürünler arasından yer almaktadır.

Geri dönüştürme kapsamında oluşturulan ağ tasarımının amacı; kullanımını tamamlamış malzeme ve parçaları meydana getiren bileşenlerin yeniden kullanıma dahil

edilmesini yerine getirmektir. Geri dönüştürme amacı ile geri toplanan eşyalar ve bileşenler nitelik ve evsafirını kaybetmektedir (Demirel ve Gökçen, 2008: 905).

Geri kazanım boyunca materyallerin evsaf ve nitelikleri özelliklerini kaybetmektedir. Kullanım sonucu ömrünü tamamlamış ürünler tekrar kullanabilmek hedeflenmektedir. Ahşap, plastik gibi niteliklere sahip ürünler gere kazanıma dahil edilerek, tekrar kullanılan materyaller arasında yer almaktadır. Söz konusu süreci araştırmasına dahil eden birden fazla çalışma mevcuttur.

2.7.3.2. Yeniden Üretim

Tersine lojistik faaliyetleri kapsamında yeniden üretimin başlıca amacı geri dönüşümü mümkün ürünleri yeniden kullanılabilir, yeni ürün konumuna getirebilmektir. Bu aşamada test süreci titiz ve yoğun çalışma gerektirmektedir. Yeniden üretim koşullarının sağlanabileceği planlanan tesisinin kurulacağı konumu tespit etmek, yeniden üretilmesi mümkün ürünlerin sürdürülebilirliğini sağlamak, yeniden üretim ağ şemasında karşılaşılan engellerinden bir kısmını oluşturmaktadır. Tekrar üretilmiş ve modernize edilmiş materyal, sıfır ürünle benzer nitelikte ve yeterliliğe sahip materyal durumundadır. Tekrar oluşturulan ürünlerin başlıca örnekleri; otomobil parçaları, printer, faks ve fotokopi makineleri vermek mümkün olmaktadır.

Tekrar ürün elde etmenin hedefi, kullanıma dahil edilmesine karar verilen ürünleri tekrar kullanıma dahil etmek, materyal olarak mümkün olamayan ürünlerin parça ve bileşenlerini kurtarmaya çalışmak ve tekrar sisteme dahil ederek yeni ürünlerin parçası haline getirmektir. Söz konusu bileşenler ile oluşturulmuş ürünler yeni ürün ile aynı nitelikte ve evsafra düzeyindedir. Oto bileşenleri, mutfak araç ve gereçleri, bilgisayar bileşenleri tekrar üretime konu olan ürünler konumundadır.

Maliyet açısından tercih sebebi olan bu yöntem yeniden üretim olmakla birlikte, sürdürülebilir kalkınma bakımından çevreye ve geleceğe yönelik en uygun hedef stratejisi konumundadır. Geri dönüştürme uygulamasına göre ekonomik açıdan daha karlı bir süreci oluşturmaktadır. Yeniden üretim ile sökülen parçaların titiz ve yoğun çalışma sonucu çok iyi şekilde denetlenmesi ile temel amaç olan yeni ürün kadar kaliteli ürün ortaya çıkarmayı mümkün kılmaktadır. Bu yenileme faaliyetiyle aynı zaman onarılması mümkün parçalar tamire tabi tutulurken eskiyen ve aşınan parçalar tamamı ile değiştirilip teste tabi tutulur.

Emek yoğun bir faaliyet sürecini oluşturduğundan tersine lojistik faaliyetleri kapsamında karmaşık bir yapıya sahiptir.

2.7.3.3. Yeniden Kullanma

Yeniden kullanım tersine lojistik faaliyetleri kapsamında değerlendirildiğinde, geri dönüştürme ve yeniden üretimdeki süreçlerden ziyade geri dönen ürünleri; taşıma ekipmanı olarak yeniden kullanmak, yeniden üretmek için direkt kullanılan ya da optimize bir işleme tabi tutularak temizleme ve tamir gibi bir süreçten geçtikten sonra kullanımı uygun olan ürünler için söz konusu olan bir aşamadır. Başlıca yeniden kullanıma uygun ürünleri örnek olarak; yeniden kullanımı uygun konteynırlar, taşıma ekipmanı için kullanılan paletler, şişeler ve ambalaj ürünleri bahse konu ağ yapısına örnek oluşturacak ürünler kapsamındadır. Bahse konu ürünler kalite olarak yeni ürüne göre düşük olsa da küresel pazarda değiş tokuşu da söz konusu olan başlıca ürün grubunu oluşturmaktadır.

Söz konusu ürünler aynı zaman çevreye duyarlı oluşunun yanı sıra üretim sürecine desteklemekle beraber şirketlerin kar oranlarının da artmasına katkı sağlamasıyla tercih edilen başlıca uygulamalar arasında yer almaktadır. Yeniden kullanmak için gerekli olan küçük çaplı bir temizleme ve kontrol aşaması gibi çok yoğun süreç olmayan, katma değere daha az gereksinim duyan bir süreci ifade etmektedir.

Yeniden kullanım kapsamında oluşturulan ağ aynı zamanda eşyaların, materyallerin ve parçaların imalat aşamasında toplanarak tüketilmiş kapsamda piyasaya sürülmesi için oluşturulmuş ağ yapısıdır. Bu kapsamda yapılan aşamalar boyunca sıfır malzemenin kıymetinde azalma oluşmaktadır (Dirik, 2012:61-91). Materyale az veya çok olmak üzere ya da hiçbir değer kazandırılmamaktadır (Özgün, 2007: 23-24). Kullanıcılardan veya çeşitli aşamalardan geri toplana eşyalar doğrudan kullanılabilceği gibi tamir ve onarım gibi işlemlere de dahil olabilmektedir (Şengül, 2010: 57).

2.7.3.4. Yenileme

Tersine lojistik faaliyetler açısından yenileme faaliyetinin temel amacı yeni ürün üretimde olduğu gibi söz konusu kalite standardına sahip ürün ve parçalar oluşturabilmektir. Parçalar şeklinde demonte edilen ve çeşitli aşamalardan geçerek parçalarına ayrılan ürünler, yoğun bir titizlikle çeşitli kontrollere tabi tutularak kalite standardına sahip olacak şekilde değiştirilir ve montajı gerçekleştirilir. Yenileme işlemi ile parçanın ömür ve kalitesine yoğunlaşmak suretiyle bahse konu süreci yerine getirmektir. Yenileme işlemi ayrıca

teknolojik açıdan daha üstün teknolojik niteliklere sahip parçaların ve ürünlerin elde edilmesi için uygulanmaktadır.

2.7.3.5. Onarma

Onarma işleme yenileme işlemine benzetmekle birlikte asıl amaç geri kazanımı sağlanmış durumda olan ürünü tekrar çalışabilir ve kullanılabilir hale getirmektir. Ayrıca tüketicilerin kusurlu ürünlerini tamir etmek ve söz konusu parça istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir unsuru işlemi oluşturmaktır.

Aynı zamanda onarma faaliyeti; tekrar kazanım, baştan üretim, tekrar kullanıma dahil etme ve modernize işlemlerinde olduğu gibi geri kazanımı gerçekleşmiş ürünün büyük payını tekrar kullanıma dahil edilmekte, ama tamir işlemine bir takım nadir kısımlar yeniden kıymetlendirmek üzere sürece tabi olmaktadır. Onarma sürecinde önemli atfedilen nokta kalite seviyesinin istenilen uygun standartlarda giderilmesi ve onarma işlemini uygun, tabi olmayacak durumda olan ürünlerin geri dönüştürme ve bertaraf etme işlemlerini gerçekleştirmektir.

Tersine lojistik süreç içerisinde yer alan bu aşamalar, kullanıcılar ürün alımları sonrasında teknik destek ihtiyaçlarını yerine getirmek ve sorunlu, hatalı ürünleri tamir etmek için mevcuttur. Süreçteki hedef tamir kaynaklı geri dönüşüm sağlanan ürünleri tekrar kullanıma tabi tutulacak hale getirmek ve yeniden kullanmak hedeflenmektedir. Daha önce yapmış olduğu bir araştırmasında geri dönüşüm aşaması baş aktörünü "(OEM: Orijinal Ekipman Üreticisi), üçüncü parti hizmet sağlayıcıları ve geri kazanım güçlerini (yasalar ve ekonomiler)" ekstra tanımlayıcı olarak sürece dahil etmiştir. Bahse konu sürece yönelik yapılan araştırmada beş farklı ağ kategorisi meydana getirilmiştir (Fleischmann, 2001).

2.7.3.6. Dış Kaynak Kullanım

Tersine lojistik faaliyetleri arasında yer alan dış kaynak kullanımı şirketler tarafından tercih edilme sebepleri açısından değerlendirildiğinde şirketlerin tersine lojistik faaliyetleri uygularken çok fazla zaman ve para harcanması, tersine lojistik süreci hususunda deneyim yoksunluğu ve faaliyeti gerçekleştirme sıkıntısı dış kaynak kullanımını önemli ölçüde arttırmaktadır. Dış kaynak kullanımına konu olan başlıca işlemleri; depolama, taşıma, arz denetimi ve yönetimi, ambalajlama, atık konumundaki ürünlerin imha edilmesi ve geri kazandırma süreçlerine yönelik gerçekleştirilmekte olan, bahse konu olmakla birlikte, firmalar dış kaynak kullanıma karar verme aşamasında bahse konu ürünlerin kullanım ömürlerinin ve

geri dönüşümü mümkün ürünlerin miktarlarının dikkate alınarak dış kaynak kullanımının karar verilmesi gerekmektedir.

Dış kaynak kullanımı işletmelerin zaman, enerji ve kaynak harcama kalemlerinde azaltma eğilimi sağlamasının yanı sıra tersine lojistik faaliyetleri kapsamında ekonomik açıdan da ciddi faydalar sağlamaktadır. Söz konusu süreci büyük bir fayda sağlama aracı olarak gören firmalar yanında çok uzun vadeli stratejileri olan işletmeler kendi imkanlarıyla dış kaynak kullanımına yönelmeden tersine lojistik faaliyetlerini yürütmeyi hedef edinmekle birlikte sürdürülebilir kaynağı olarak dış kaynak kullanımı gördüklerinde şirket politikalarını ters düşüğünü yapılan araştırmalar neticesinde varsaymaktadırlar.



3. ELEKTRONİK ATIK

Dünya da hayatımızın büyük bir bölümüne sirayet etmiş, elektrikli ve elektronik ürünlerin üretimi küresel dünyada giderek artış göstermektedir. Gelişen teknoloji ve elektrikli ürünlerin her sektörde pazarlara hâkim olması ile yeni ürünlerin sürekli değişen teknoloji ile yer edinmesini hızlandırmış, bu kapsamda elektrikli ve elektronik ürün atıkların da aynı oranda artışına sebep olmuştur (Çığgın, 2006). Günümüz dünyasında başlıca olarak çevresel alanda yaşanan tahribatların; hızla artan nüfus, sanayi tesislerinin atıkları, süratle arttığı gözlemlenmektedir. Hızla nesli tükenen hayvanlar, orman alanlarının yok olması doğanın tahribine neden olur ve doğada var olan bütün canlı yaşamını tehdit eder (Balık ve Tekben, 2014:338-351). Aynı zamanda Elektronik atık, üretici ve tüketicisi tarafından çevreye, doğaya bilinçsizce atılmış ve yeniden kullanım amacı söz konusu olmayan tüm elektrik ve elektronik ekipmanların (EEE) parçaları tanımlamak, belirtmek için kullanılan bir terimdir (Kuehr, 2014).

Bilimin ve bilime kaynaklı olarak teknolojinin hızla geliş göstermesinin hayatımıza fayda ve yararı olduğu kadar bir o kadar da zararları söz konusudur. Bahse konu zararlar teknolojinin yeni yeni ortaya çıktığı zamanlarda belirgin olmasada, son zamanlarda milyarlarca Elektronik atığın oluşmasıyla çevreye, doğaya verdiği tahribat ve zararlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Teknoloji ile elektronik atığın hammadde kaynağına, doğaya ve çevrede yol açtığı zarardan çok, kullanımı sonrasında çevreye, doğaya bilinçsizce ve sorumsuzca atık olarak bırakılması daha fazla zarar vermesi söz konusu olmaktadır. Çünkü milyarlarca ton elektronik atığın içerisinde barındırdığı kurşun (Pb), cıva (Hg) gibi ağır metallerin bulunması direkt çevre ve insan yaşamına ve sağlığına olumsuz olarak etki etmektedir (Kuehr, 2014).

Toplum tarafından elektronik atıkların kavramının ve bilincinin oluşmadığı ülkelerde, sorumsuzca kullanılan her elektronik ürün, tüketimden sonucunda çöpe atılır veya hurdacılara verilmek suretiyle elden çıkması sağlanmaktadır. Bu şekilde kurtulmaya çalışılan söz konusu atıklar çevre ve insan sağlığını doğrudan etkilemekte hem de ekonomik değer kaybına neden olmaktadır. Elektronik atıklar aşağıdaki şekilde tasnif edilebilir (Çiftlik vd., 2009:1-2).;

- 1) Büyük ev eşyaları (Buzdolabı, çamaşır makinesi vb.)
- 2) Küçük ev aletleri (Elektrik süpürgesi, tost makinesi vb.)
- 3) Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları (Bilgisayarlar, telefonlar vb.)
- 4) Tüketici ekipmanları (Video kameralar, müzik enstrümanları vb.)
- 5) Aydınlatma ekipmanları (Flüoresan lambalar vb.)

6) Elektrikli ve elektronik aletler (büyük ve sabit sanayi aletleri hariç olmak üzere) (Matkaplar, testereler vb.)

7) Oyuncaklar, eğlence ve spor aletleri (Video oyunları, jetonlu makineler vb.)

8) Tıbbî cihazlar (Diyaliz ekipmanları, analiz ekipmanları vb.)

9) İzleme ve kontrol aletleri (Termostatlar, ısı ayarlayıcıları vb.)

10) Otomatlar (Para, içecek otomatları vb.)

Elektronik atıklar küresel bazda elektronik ürün ve ekipmanların kullanıcısı tarafından kullanım ömrü boyunca kullanılıp ömrünü tamamlamasıyla ortaya çıkan atık olarak nitelendirilmektedir. E-atıklar "(DVD, VCR, TV, bilgisayar, yazıcı, telefon, fax, fotokopi makinaları, ekranlar, entegre devreler, yarı iletkenler, baskılı devreler, algılayıcılar, kablolar, iPod, MP3, tıbbi cihazlar, çamaşır makinaları, buz dolapları vs)" metal, bakır, alüminyum, altın, plastik ve cam gibi başlıca materyalleri içerisinde barındırmakla birlikte tekrar kazanım ve kullanım için sökme takma gerçekleştiğinde, bertaraf amacıyla parçalarına ayrıldıklarında veya kimyasal işlem gördüklerinde içerlerinde barındığı kurşun, kadmiyum ve civa gibi çevreye ve insan sağlığına zararlı zehirli metaller açığa çıkmasına neden olan atık grubuna girmektedir. Elektronik atıklarda bulunan zararlı maddelerin ayrıştırılması geri kazanım ve dönüşüm için önemli unsuru teşkil etmektedir. Bu zararlı bileşenler sıralanmıştır.

- Ağır metaller (civa, baryum, kadmiyum, kurşun, kalay)
- Poliklorit Biphenil
- Yanmaya dayanıklı malzemeler
- Florkarbon

Elektronik atıklar aynı zamanda hızla gelişen teknoloji ile yenileme faaliyetlerinin ardından kullanım yeri kalmayan elektronik ekipmanlar genel itibariyle hurda nispetinde değerlendirilse de yeniden kullanıma, tekrar gere kazanıma tabi olarak uyarlılığından kaynakla tekrar hammadde olma özelliğine sahiptir. E-atıklar uygun standartlarda işlem görmesi durumunda barındırdıkları kayda değer değerli maddeler ile tamamı geri kazanılabilmesi mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda aksi söz konusu olduğunda bu atıklar önemli çevreye zararlı zehirli toksik madde kaynağına dönüşebilmekle birlikte büyük sorunlara sebep olabilmektedir. Söz konusu e-atık parça, materyallerin yüzdesel oranlarını gösteren tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Elektronik Atık Kompozisyonu Malzeme Grubu İçerik (Ağırlıkça %)

Malzeme Grubu	İçerik (Ağırlıkça %)
Manyetik Metaller (Demir)	36
Manyetik olmayan Metaller (Alüminyum)	21
Plastik	19
Elektronik bileşenler (Kondensatör)	4
Cam	10
Diğer	10

Kaynak: (Çelik, 2007)

Tabloda elde edilmiş veriler genelleme yapılmak suretiyle oluşturulmuştur. Verilen tablodan edinilen bilgiler ile malzeme grubunu modernize edilmiş plastik ve metal ürünlerden meydana gelmektedir. Kullanım ömrünü tamamlamış konumda bulunan elektronik ürünler tablodan alınan bilgiler ışığında kıymetli bileşenler ile birlikte çevreye zararlı materyalleri de içermektedir.

3.1. Elektronik Atıkların Tanımı ve Kapsamı

Elektrik ve Elektronik Ekipman: Ana amacı gerçekleştirmek için elektromanyetik alana ve elektrik akıma gereksinim duyulan, söz konusu akım ve alanı oluşturan, ölçen ve ileten ve de 1000 Volt alternatif akım veya 1500 Volt doğru yönlü akım kullanımını aşmayacak şekilde projelendirilmiş teçhizatlardır (Çığgın, 2006:24).

WEEE direktifine göre elektrikli ve elektronik ekipmanların sınıflandırılması genel hatlarıyla; "

1. Büyük ev aletleri
2. Küçük ev aletleri
3. Bilişim teknolojileri ve telekomünikasyon ekipmanları
4. Elektronik aksesuar ekipmanları
5. Aydınlatma ekipmanları
6. Elektrik ve elektronik ekipmanları
7. Oyuncak, hobi ve spor ekipmanları
8. Tıbbi gereçler
9. Görüntüleme ve kontrol aletleri
10. Otomatik dağıtıcılar olarak 10 ana grupta toplanmıştır.

Atık: İmha edilmesi kararlaştırılan ve yakma/gömme gibi yöntemler ile yok edilen parça, bileşen ve ürünlerdir.

Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atığı: Kullanıcılardan toplanan ve atık konumunda olan ürünlerin; parçaları, monte/demonte elemanları, bileşenlerin tümünü ifade etmektedir (Çığgın, 2006:24).

Tekrar Kullanım (Reuse): Yeniden kullanım sebebi ile toplanan ve kullanım ömrü dolmamış, ekonomik değeri olan ürünlerin tekrar kullanıma tabi tutulmasıdır.

Geri Dönüşüm (Recycling): Yeni ürün elde etmek ve enerji oluşturmak amacı dışında üretim aşamalarına yeni ürün oluşturmak amacıyla dahil edilmesidir. Aynı zamanda elektronik atık olarak ele alınan materyallerin kullanım ömrünün dolması sonucu hammadde konumunda geri dönüşüm kapsamında üretim sürecine katma faaliyetidir.

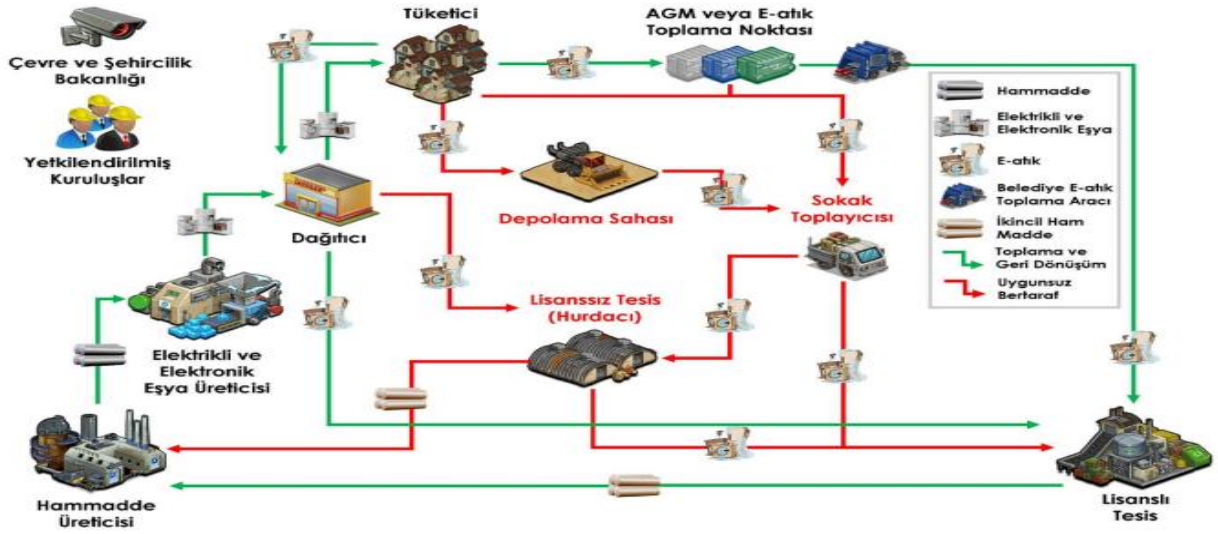
Geri Kazanım (Recovery): Atık durumundaki Elektronik atıkların tekrar kullanma ve geri dönüştürme aşamaları kısımlarını dahil edilmek suretiyle atıkların kimyasal, fiziksel ve çeşitli yöntem, teknikler ile işleme uğraması modernize edilerek yeni ürün veya enerji haline getirilmesidir.

Bertaraf (Disposal) Atıkların, kullanıcılar tarafından tüketim noktalarından tersine lojistik kapsamında toplatılması ardından tekrar kullanım amacıyla kullanılanların ayrıştırılması sonucu, kullanılamaz duruma gelen atıkların enerji elde etmek amacıyla veya gömmek suretiyle imha etmek olarak ifade edilmektedir.

Atık İşleme (Waste Treatment): Elektronik atıkların toplanmasının sonrası konumundaki aşama olan sökme, geri dönüştürme, işleme ve imha etme süreçlerinin bütünüdür.

Atık İşleme Tesisi (Waste Treatment Facility): Elektronik atıkların kullanıcılardan tesise getirilmesinden sonrasında tekrar kullanılabilir konuma getirilme ile bertaraf etme sürecinin gerçekleştiği tesisler bütünüdür. (Şekil 3.1.)

Elektrikli ve Elektronik Ekipman: Elektromanyetik alan ve elektrik akımına aslen gerçekleştirmesi gereken işlevini yerine getirmek için ihtiyacı olan ve bahse konu akım alanını üreten, ölçen ve ileten, ayrıca 1000 Volt alternatif akım veya 1500 Volt doğru akım kullanımını geçmeyecek şekilde oluşturulmuş ekipmanlardır. AB 2002/96/EC WEEE direktifine göre elektrikli ve elektronik ekipmanların sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.1. Mevzuatların Öngördüğü ve Uygulamadaki E-Atık Döngüsü

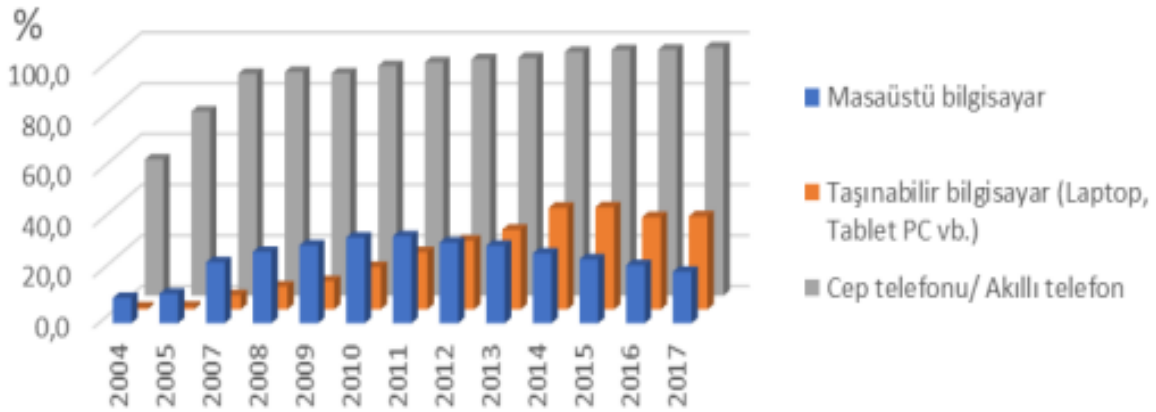
Kaynak: (Akpulat vd., 2020)

3.2. Dünyada ve Ülkemizde Elektronik Atık Potansiyeli

Dünya da teknolojinin hızla gelişim göstermesi ile Elektrikli ve elektronik ürün çeşitliliği bu gelişim ile ayrı orantılı olarak devamlı artış gerçekleştirmekte ve sonucunda materyallerin ömürleri azalma göstermektedir. Teknolojik çalışma ve gelişmelerin küresel çapta artması ile elektrik, elektronik ticareti dünyada önemli pazarlardan birini oluşturmaktadır. 2007 ve 2017 yıllarında küresel pazarda cep telefonu satışı üzerinde yapılan bir araştırmada, 2017 yılında dünya geneli itibariyle ortalama, 1,54 milyar akıllı telefon satışının yapıldığı tespit edilmiştir. 2016 yılında, kullanıcılara yaklaşık 1,5 milyar adet akıllı telefon satımı yapılmıştır. Bu rakam, 2012 yılında satılan 680 milyon adet akıllı cep telefonu söz konusu olduğunda, telefon kullanımında önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir. 2016 yılındaki verilere göre, dünya nüfusunun yüzde 28'inden fazlasının, bir akıllı cihaza sahip olduğu ortaya çıkmaktadır." Nüfusun artışına paralel şekilde artan E-atıklar olduğu kadar üretim miktarı yüksek olduğu gibi geri dönüşüm miktarları da yüksektir.

"Credit Suisse şirketi tarafından 2010 ve 2017 yıllarında dizüstü bilgisayar, tablet ve masaüstü bilgisayar sevkiyat bilgileri verilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmada 2018 ve 2022 yılları arasındaki yaklaşık verilerde çalışmada sunulmuştur. Elde edilen verilere göre masaüstü bilgisayar sevkiyatı 2010 yılında 157 milyon adet iken; 2017 yılında 97,8 milyon adete kadar gerilemiştir. 2022 yılına gelindiğinde bu miktarın daha da azalarak 84,5 milyon adete gerileyeceği ön görülmektedir. Dizüstü bilgisayarlar da yıllık bazda gerileme bulunmaktadır. 2010 yılında 201 milyon adet dizüstü bilgisayar; 2017 yılında 161,6 milyon adete gerilemiştir. 2022 yılında bu miktarın 165 milyon adete olacağı tahmin edilmektedir. Tablet bilgisayarlar da ise artış oranında düzgün bir seyir halinde artış gerçekleştirmektedir. 2010 yılında 19 milyon adet sevk edilirken 2017 yılında bu rakam hızla artıp 134,1 milyon adete yükselmiştir. 2022 yılında bu miktarın 134,1 milyon adete gerileyeceği ön görülmektedir" (Statista, 2019).

TÜİK tarafından her yıl “Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması Raporu” yayınlanmaktadır. Raporda yer alan veriler ülkede internet ve bilgisayar kullanımı kapsamında yaş grupları ve hanelerden elde verilere göre hazırlanmaktadır. "2018'de raporda, 16-74 yaş grubunda bulunan 20 birey için bilgisayar kullanımının %59,6 olduğu tespit edilmiştir. Bahse konu değerin 2008 yılında %40'ın altında, 2016 yılında %54,9, 2017 yılında ise %56,6 olması bilgisayar kullanım miktarının yıllar itibariyle, her yıl arttığını göstermektedir. Ülkemizde teknoloji alanında bulunan ürünlerin günler itibariyle gittikçe kullanımı artmaktadır. TÜİK tarafından yapılan 2004-2017 Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanım araştırmaları, ülkemizde taşınabilir bilgisayar (tablet, dizüstü vb.) sahiplik oranının %0,9'dan %23'e, masaüstü bilgisayar kullanım oranının %10'dan %34'e ve cep telefonu kullanım oranının ise %54'den %92'ye yükseldiğini göstermektedir." Elektronik ürünlerin kullanım miktarlarında yaşanan bu artış ile atık konumundaki elektronik eşya potansiyelinin arttığı görülmektedir. (Grafik 3.1.) (TÜİK, 2017)



Grafik 3.1. 2004-2017 Yılları Arasında Hanelerde Bilişim Teknolojisi Bulunma Oranları (%)

Kaynak: (TÜİK, 2017)

Global Elektronik atık raporunda 2022 yılında edinilen küresel analiz verileri ışığında atık elektrik ve elektronik 53,6 milyon metrik ton bilgisayar ve cep telefonu gibi pili ve fişi olan atılan ürünler olduğu bilinmektedir. Bahse konu elektrik, elektronik atık miktarı 4500 adet Eyfel kulesi büyüklüğüne denk gelmektedir. Birleşmiş Milletlerin Küresel e-atık verilerine göre 2022 yılındaki kişi başına atık elektrik, elektronik kullanım miktarı 7,3 kg atık üretildiği edinilmiştir. Dünya da atık elektrik ve elektronik miktarları temel olarak; küçük

ekipmanlar, büyük ekipmanlar, ekranlar, lambalar ve küçük bilişim teknolojisi ürünlerinden oluşmaktadır. (Şekil 3.2.)

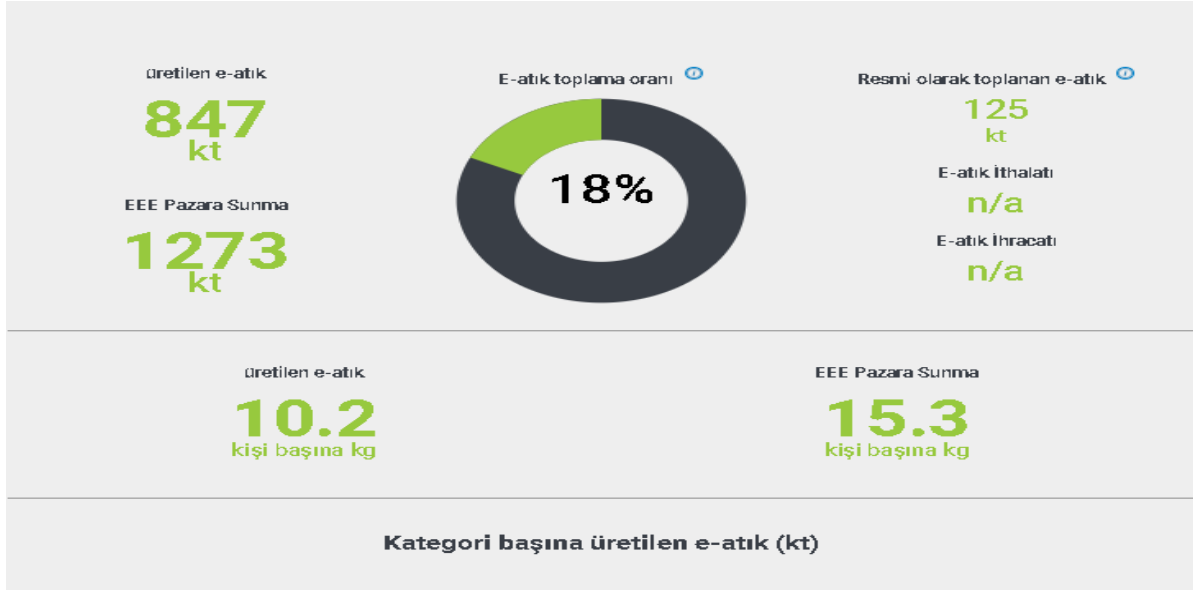


Şekil 3.2. Dünya'da Elektrik ve Elektronikten Oluşan Ürünler

Kaynak: (BG, 2020)

Dünya geneli itibariyle atık elektrik ve elektronik üretiminde en büyük hacme Asya ülkelerinin oluşturduğu atıklar sahiptir. Küresel e-atık raporu Asya kıtasında ortalama 24.9 Mt'nin toplamasının ve tekrar dönüşüme kazandırıldığı kayıt altına alınmıştır. Amerika 13,1 Mt ve Avrupa 12 Mt yüzdeyi takip ederken, Afrika ve Okyanusya sırasıyla 2,9 ve 0,7 Mt elektronik atık üretilmiştir. Kişi başına en yüksek 24,9 kg AEEE (Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya) ile kişi başına üretilirken, En düşük 0,7 Mt AEEE üretilmiştir. Üretilen söz konusu atık miktarının sadece % 17,4 ü geri dönüştürüldüğü resmi kayıt ile belgelenmiştir. Ülkedeki kişi üzerine ölçülen en küçük AEEE miktarı 0,7 kg ile Afrika da meydana gelmektedir.

"Atık elektronik ürün pazar piyasasının dünya geneli itibariyle yıllık bazda yaklaşık büyüme hızı %8,8 (2004-2009) olarak gerçekleşmiştir. Atık konumuna düşen bilgisayar oranının, üretim hızını aştığı tespit edilmiştir. Avrupa Birliği (AB) üyesi onbeş ülke değerlendirildiğinde, AEEE türleri için (buzdolabı, kişisel bilgisayar, televizyon, fotokopi cihazları ve küçük ev aletleri) kişi başına oluşan atık miktarının 3,3-3,6 kg'dan (1990-1999) 3,9-4,3 kg'a (2000-2010) arttığı öngörülmüştür. Yapılan bir çalışmada son yıllar itibariyle 27 AB üyesi ülke için kişi başına düşen toplam Atık elektrikli ve elektronik eşya miktarının 2012 yılı için 19,1 kg/yıl olduğu tespit edilmiştir. Atık elektronik ürünlerin, %3-5 büyüme hızı baz alındığında, Avrupa'da en hızlı büyüme gösteren atık türü olduğu ve ayrıca evsel atıklara göre üç kat daha hızlı arttığı görülmektedir. Evsel atıklar içerisinde elektronik atıkların oranı %8 olarak belirlenmiştir." (Kang ve Schoenung, 2005:368-400).



Şekil 3.3. Ülkemizde Kategori Başına Üretilen E-Atık Miktarları (Kt)

Kaynak: (BG, 2020)

Ülkemizde üretilen AEEE miktarı 847 kt resmi kayıtlara göre toplanan e-atık miktarı 125 kt olarak belgelenmektedir. (Şekil 3.3.) Ülkemizde, 1997-2006 yıllarında ortalama 225 bin ton hurda olarak televizyon ve monitör (tüplü) oluşmaktadır. Ülkemizde e-atık toplama oranı yüzde 18 olmakla birlikte kişi başına düşen miktar 10,2 kg olarak belirlenmiştir. 2005 yılında ülkemizde topluma sunulan PC'lerin (460 bin adet) hurda olarak ayrılmıştır. 2022 yılı ülkemizde T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının, AEEE geri dönüşüm kapsamında standartlara uygun olarak belgeli 21 işleme tesisi mevcuttur. Söz konusu işleme tesislerinde 125 kt AEEE oluşmuştur. 2014 yılında 44,4 megaton olan e-atık miktarının 2030'da 74,7 megatona çıkabileceği öngörülmektedir (BG, 2020).

Elektronik atıklar ile diğer niteliklere sahip atıklar kıyaslandığında evsaf ve bileşenler bakımından farklı özellikler içermektedir. Bahse konu atıklar içerisinde çevreye ve canlı yaşamına zararlı bileşenler barındırmaktadır. AEEE, parasal değeri olan kıymetli bakır, altın, paladyum gibi kıymetli madenler içermektedir. AEEE'ler evsaf ve nitelik olarak farklı özelliklere sahip atıklardan kıymetli madenler olarak ayrılmakla birlikte, uluslararası kuruluşlar ve birliklerce yasal mevzuatlar ile düzenlemeler getirilmiştir.

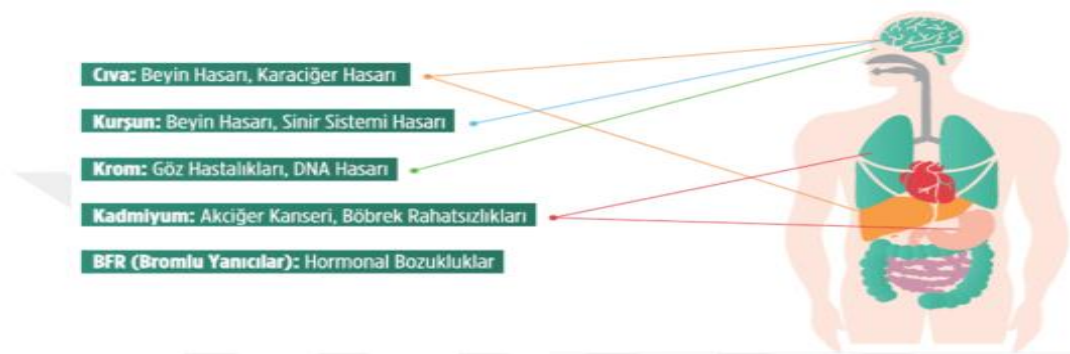
Dünyada ülkelerin teknolojik gelişmişliklerine göre farklılık gösteren elektronik atık oluşma oranları, kıtalara göre de farklılık göstermektedir. Ülkelerin gelişmişlik ve teknolojik üretimine göre E-atık miktarları, Afrika'da 2,9 milyon metrik ton, Asya gibi Dünya nüfusunun % 60'ının yoğunlaştığı yerde 24,9 milyon metrik ton olarak belgelenmiştir. Dünya

nüfusunun % 0.53'ünü oluşturan Okyanusya kıtasında 0,7 milyon metrik ton E-atık üretimi söz konusudur.

Dünyada en fazla elektronik atık üreten ülkelere;" 1. sırada ABD 7 milyon ton, 2.sırada Çin 6 milyon ton, 3.sıra Japonya 2.2 milyon ton atık ve Türkiye 503 bin ton ile Dünyada 17. sıradadır. Elektronik atık üretimi ülkelerin refah seviyeleri ile doğru orantılı değerlendirildiğinden kişi başına düşen milli gelirin yüksek olduğu ülkelerde; Norveç ve İsviçre gibi yıllık elektronik atık miktarı kişi başına düşen 29 kg'lara kadar oluşmaktadır. Türkiye'de ise kişi başı yıllık 6.5 kg e-atık üretilmektedir. Geri dönüşüm oranları bakıldığında Dünya'da geri dönüşüm oranı yüzde 62.6 ile İsveç' sırasıyla, ABD'de yüzde 14, Çin'de yüzde 21, Japonya'da yüzde 23, iken, Türkiye'de ise yaklaşık yüzde 5' olmaktadır." (AA, 2021).

3.3. Elektronik Atıklardan Kaynaklanan Çevre Sorunları

Dünyada AEEE tehlikeli atık gurubu olarak değerlendirilmesine neden olan barındırmakta oldukları; "kadmiyum, cıva, krom, kurşun vb. ağır metaller, kloroflorokarbon (CFC), klorlubifeniller (PCB), polivinilklorür (PVC) ve bromlu alev geciktiriciler gibi halojenli bileşikler ile asbest ve arsenik gibi tehlikeli maddelerden oluşmaktadır". Tehlikeli atık grubunda yer alan zararlı bileşenler toprağa karışmak suretiyle yer altı sularına ulaşmakta ve su kaynaklarını kullanılamaz hale getirmektedir. Katı atık olarak mevcut depolanan kurşun miktarının ortalama % 40'ının, elektronik atıklardan meydana geldiği değerlendirilmektedir. Aynı zamanda krom içeren atıkların yakılmak suretiyle bertaraf edilmesinde, uçucu küller ile havaya karışarak hava kirliliğine yol açabilmektedir.



Şekil 3.4. AEEE'lerin İnsan Vücuduna Olumsuz Etkileri

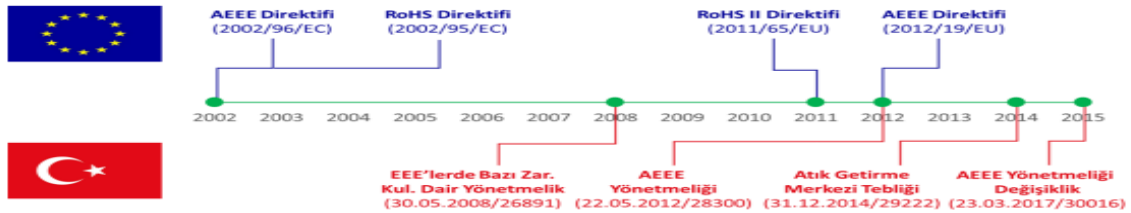
Kaynak: (Onay, 2019)

Tehlikeli atık grubunda yer alan bromlu alev geciktiriciler(BAG), ekonomik değer ihtiva etmesi, işleme noktasında hafif ve kolay işleme girebilmesi ile yeni ürün üretimine gibi

avantajlara sahip olması ile, elektronik atık sektörü kapsamında sektörün temel ürünleri olarak değerlendirilen petrol türevi ve plastik gibi ürünlerin alevlenmesini askıya almak için ile kullanılan BAG bromlu bi fenoller, bifeniller, fenoller gibi teknik özellikleri barındıran birden fazla kimyevi bileşenleri içermektedir.BAG, çeşitli bileşenlerden oluşan ekipman elemanları ile kablolar, beyaz eşya ve televizyon gibi birçok elektronik eşyalarda başta olmak üzere günlük yaşantımızda her alanda kullanımda olan bütün elektronik eşyalarda yanmaya karşı olarak koruyucu etmen olmaktadır.

3.4. Tarihsel Süreç ve Yasal Düzenlemeler

Elektrik ve elektronik atıkların geri dönüştürülme sürecine dahil edilmesi yalnızca atıkların çevresel ve ekonomik açısından olmayıp, yasal ve mevzuatsal prosedürler bakımından da gereklidir. (Şekil 3.5.) Günümüz koşullarında ülkemiz ile birlikte birçok ülke, çevresel ve ekonomik boyutları baz alınarak atık oranlarını düşürmek için tersine lojistik faaliyetler süreçlerinin kontrol, zorunluluğu ile ilgili yasa tasarıları, mevzuatsal yenilikler ve kanunsal düzenlemeler yapılmıştır (Widmer vd., 2005:436-458).



Şekil 3.5. AB ve Türkiye'deki AEEE Mevzuat Tarihçesi

Kaynak: (Polat, 2020:39-47)



Şekil 3.6. İsviçre'de Bulunan Belediye Toplama Merkezi

Kaynak: (Polat, 2020:39-47)



Şekil 3.7. Çorlu ve İzmit Belediyelerinde Bulunan Atık Toplama Üniteleri

Kaynak: (Polat, 2020:39-47)

Gelişen ve Küreselleşen dünyanın şuan ki koşullarında EEA sistematik malzemelerin üretimi ve tüketimi küresel piyasa koşullarında sürekli artış göstermektedir. Günümüzde elektrikli ve elektronik ekipmanların kullanım ömürleri ve geri dönüşüm kapsamında yeniden kazandırma amaçlı tersine lojistik faaliyetler birkaç yıldır önem kazanmakta ve yaygınlaşmaktadır. (Şekil 3.6. ve 3.7.) Teknolojinin gelişim ve yaygın pazar ağına kavuşması ile yeni teknolojik ürünlerin yer alması devamlı hızlanmış ve ciddi ölçüde AEEE artması nedenleri arasındadır. Ürünlerin kullanım ömürlerine etkin eden faktörlerin başında tüketicilerin, kullanıcıların teknolojik gelişmeler sonucu olarak yenilik beklentileri ile gelişime sahip olma istekleri gelmektedir. Bu kapsamda karşımıza elektronik ekipman kullanılabilir zaman aralığı boyutu haricinde, ürünün günümüz koşullarındaki gelişmişlik durumunu gösteren teknoloji açısından getirmişlik sonucu kullanım devri meydana gelmektedir. Birçok elektronik malzeme kullanım süresini tamamlamasının ardından atık konumuna gelmektedir. Tablo 3.2.'de birbirinden farklı elektronik eşyanın niteliksel ve teknolojik kullanım ömürleri karşılaştırması verilmiştir.

Tablo 3.2. Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlara İlişkin Ömürler

Değişkenler	HP Renkli Mürekkep Püskürtmeli Yazıcı	XEROX Dijital Fotokopi Makinesi	TOSHIBA Çamaşır Makinesi	PHILIPS 21" Renkli Tv	PANASONIC Elektrikli Süpürge
Yıpranma Süresi (yıl)	5	5	10	15	8
Tasarım Süresi (yıl)	1	2	2	3	1
Teknoloji Süresi (yıl)	1	2	5	6	5
Değişim Süresi (yıl)	2	4	10	14	7
Materyal Sayısı	Çok	Orta	Az	Çok	Az
Parça Sayısı	Orta	Çok	Az	Çok	Az
Modül Sayısı	5	7	4	5	4
Boyut	Orta	Büyük	Büyük	Orta	Orta

Kaynak: (Ishii, 1999:364-369)

Tablo 3.3. Fonksiyonel ve Teknolojik Ömürlerinin Karşılaştırılması

Mamul	Fonksiyonel Ömür (Yıl)	Teknolojik Ömür (Yıl)
Masaüstü Bilgisayar	10	2
LCD Monitör	5	2
CD Kaydedici	7	2,5
Ses Sistemi	9	3,5
Televizyon Seti	11	4
Kablosuz Telefon	10	5
Çamaşır Makinesi	10	6

Kaynak: (Ishii, 1999:364-369)

Günümüzde Elektrikli ve elektronik atıkların artış oranları ile söz konusu atıkların üretim ve tüketim arasında olumlu açıdan bağlantı mevcuttur.

Elektrikli ve elektronik atıklar barındırdıkları tehlikeli ekipmanlar nedeniyle, atıkların işlenmesi sürecinde mevzuata uygun olarak işlenmezse söz konusu atıkları çevre sorunlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilir. Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de elektronik atıkların azaltılması, yeniden kullanımı, geri dönüştürülmesi ve yeniden kazandırılması için kanun, yasalar ve mevzuatlar ile düzenlenmiştir.

Japonya’da (EHAR – Electrical Household Appliance Recycling) yasal mevzuat ile 2001 yılında AEEE geri kazanılmasına, dönüştürülmesine yönelik adımlar atılmıştır. Söz konusu yasal mevzuat ile Japonya’da üretici ürettiği materyallerin tekrar dönüştürülerek, kazanılması sürecinden sorumluluğu üstlenmiştir. Elektronik atıkların neden olduğu çevre sorunlarını düzenlemek amacıyla konulan yasaların ve kanunların temel amacı elektronik atıkların geri dönüşümünü ve kullanımını artırmak, hurdalıklara atılan ürün miktarlarını en aza indirmek olmaktadır. Ağır metal ve tehlikeli maddeler içeren bileşenler titizlikle incelenip, analiz edilerek atıklardaki metal akış süreçleri belirlenmiştir. Geri dönüşüm süreci sayesinde ağır metallerin neden oldukları çevresel sorunlar en aza indirilmiş ve düşük seviyedeki ekipmanların geri dönüşüm ve geri kazanım oranı arttırılmıştır.

3.4.1. Uluslararası Yasal Düzenlemeler

AB'nin çevreye ve canlı yaşamına tehlikeli ve zararlı bileşenler barındıran zararlı maddelerin kullanılmasına kısıtlama getiren RoHS ile AEEE tekrar kazanılmasını zorunlu kılan WEEE direktifleri ile, AB. küresel çapta gelişmekte olan teknolojisinin çevreye olan ciddi zararlı etkilerin ve canlı yaşamını sürdürebilir kılmak için 2003 yılında uygulamaya

konulmuştur. 1 Ocak 2006 tarihinin ardından Avrupa Birliği sınırları kapsamı dahilinde imal edilecek veya piyasaya sürülecek elektronik eşyaların, RoHS ve WEEE mevzuatlarına uygunluğu zorunlu kılınmıştır.

3.4.2. Basel Sözleşmesi

Elektrikli ve elektronik atıkların çevresel boyutlu hukuki belge niteliği taşıyan Basel Sözleşmesi, “Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınmasının ve Bertarafının Kontrolüne” bağlantısı küresel açıdan bakan tek konumda ülkemiz ile birlikte 170’i aşkın ülke tarafından imzalanan devletleri bağlayıcı yaptırımları kapsayan uluslararası bir sözleşme olup 22 Mart 1989 tarihinde tasarlanmış ve 5 Mayıs 1992 tarihinde hukuki belge olarak yürürlüğe geçmiştir.

Basel Sözleşmesi ile tehlikeli materyal ve atıkların yönetilmesini ve söz konusu atıkların çevrenin ve insan sağlığının korunması için uygun olarak bertaraf tesislerinde tamamen imha edilmesi planlamasının yönetilmesini gerçekleştirme temel amaç olmuştur. Bahse konu amaç nihayetinde, zararlı ve tehlikeli atık miktarını minimuma, çevreye olan zararın etkisini ve mümkün mertebe kullanım ömrünü uzatmak üretimden başlamak üzere; toplama, depolama, nakliye, inceleme/işleme, geri kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve imha edilmesi süreçlerinin tümünün yönetilmesini gerçekleştirmektir (White vd., 2003:445-458).

Basel sözleşmesi uluslararası ortamda kabul görmüş elektronik ve tehlikeli atık kapsamında dünyada geçerliliği olan protokol, anlaşma görevi görmektedir. Çalışmalar, Birleşmiş Milletler ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP- United Nations Environment Programme) altında Basel Sözleşmesi Sekreterliği tarafından yürütülmektedir.

Basel Sözleşmesi çevre dostu güvenilir yönetimlerle çevreye ve insan sağlığına tehlikeli ve zararlı atık üretimini en aza indirerek anlaşmanın temel hedefini oluşturmaktadır. Basel Sözleşmesi tersine lojistik sürecince; üretimden, geri dönüştürülme ve kazanım ile imha edilmesine kadar olan bütün süreci de kapsayan, aynı zamanda canlı yaşamına zararlı tehlikeli atıkların kontrol altında tutulmasını öngörmeyi içermektedir.

Basel sözleşmesi; canlı yaşamına ve çevreye zararlı atıkların üretiminin minimize edilmesi, nakliyesinin kontrol altında kısıtlı şekilde gerçekleştirilmesi, imhasının ise çevreye zararının minimum olacak şekilde ve dışarıdan gelmesi planlanan kısımların yasal izne tabi olacak şekilde yapılmasının gerektiği amaçlanmaktadır. Ülkede Basel sözleşmesi,

"28.12.1993 tarih ve 3957 sayılı Yasa ile Sözleşmeye katılmayı uygun bulmuş ve Bakanlar Kurulu'na onaylanarak, 15.5.1994 tarih ve 21935 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanmıştır." (TÜSİAD, 1998).

Ülkemiz, Basel Sözleşmesi ile tehlikeli atıkların doğaya ve canlı yaşamına uygun olarak gerçekleştirilmesini, yerine getirmekle mükellef olduğundan söz konusu yasal mevzuatta bahsedilen atık türlerini kapsadığı tüm sanayi sektörünün Basel sözleşmeden etkilenmektedirler. *"T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın Türkiye Cumhuriyeti AB Çevre Uyum Stratejisi raporunda Basel Sözleşmesi ile ilgili olarak, Türkiye Basel Sözleşmesine taraf olduğundan bu sözleşme kapsamındaki konular söz konusu sözleşme çerçevesinde yürütülmekle birlikte ilgili mevzuatın tamamlanmasının 2006 yılı sonunda ve uygulamanın 2010 yılında olması öngörülmektedir. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 14.03.2005 tarihli Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği 2872 sayılı Çevre Kanununa ve Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınımının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin Basel Sözleşmesine dayanılarak hazırlanmıştır."* (TÜSİAD, 1998).

ABD, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD – Organization for Economic Cooperation and Development) üye ülkelerden biri olduğu halde, Basel Sözleşmesini, 1995 yılında oluşturulan ve bütün AB ve OECD (Liechtenstein dâhil) üyesi oldukları ülkelerin uymak zorunda oldukları yasaklarla ve müeyyideler ile ilgili uygulamaları kabul etmeyen tek ülke konumundadır. Fransız Guyana, Surinam, Gine, Liberya, Sudan, Somali, Orta Afrika Cumhuriyeti, Gabon, Kongo, Angola, Zimbabwe, Sırbistan Karadağ, Irak, Afganistan, Myanmar, Laos, Tayvan ve Kuzey Kore Basel Sözleşmesini onaylamayan diğer bazı ülkelerdir. Ayrıca Çin, Hindistan ve Pakistan Basel Sözleşmesini ihlal eden ülkelerdir (Şen, E., 2006:10-18).

Elektrikli ve elektronik atıklar kapsamında telefonlar dünya genelinde geniş kitleye yayılan ve kullanım alanının gelişen teknolojik çeşitlilik ve nitelik itibarıyla günlük yaşamın bir parçası haline dönüşmesi ve elektronik eşyaların geri dönüştürülmesi noktasında geniş kitleye hitap etmesi nedeniyle Basel Sözleşmesine giren ilk ürün olmuştur. Dünyanın genelinde temsil eden "LG, Matsushita (Panasonic), Mitsubishi, Nokia, Philips, Samsung, Siemens, Oppo, Apple" firmalar ile Aralık 2002'de 6. Basel Sözleşmesi Tarafları Konferansında çevreye olan zararların yönetimi hakkında ortaklık beyannamesine katılmışlardır. 2003 yılında atık durumundaki telefonların geri dönüşümü kapsamında çeşitli konularda ortak çalışmalar yürütülmüştür (Basel, 2005).

3.4.3. RoHS Direktifler

Dünyada ve ülkemizde gerçekleştirilen çevre düzenlemeleri; çevre ve insan sağlığını korumak, mevcut doğal kaynakları korumak ve tüketme seviyesini en aza indirmek, tehlikeli atıkların toprağa, havaya ve suya karışmasını engelleme gibi temel hedefleri oluşturmaktadır.

Çevreye ve insan sağlığında oluşturulacak zararın minimize edilmesi, bahse konu tehlikeli atıkların yönetimi konusunda yeni çözüm yolları üretmek ve uygulamak, söz konusu direktiflere uymayan kurum ve kuruluşları cezalandırmak ve yaptırımları hayata geçirmekle mükelleftir. Ülkemiz çevre konusundaki yasal düzenlemeler kapsamında AB çevre yönetimi mevzuatlarını kabul etmiştir. "10 2002/96/EC (2003) "Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) (Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar) direktifi Avrupa Komisyonu tarafından 2003 yılından itibaren yürürlüğe alınmıştır."

RoHS direktifi, AB' ye üye ülkelerde zorunlu olarak; elektronik eşya ve materyallerin imalının canlı yaşamına ve doğaya zarar verilmemesini, tehlikeli kapsamda elektronik ürünlerin barındırdığı miktarın kısıtlanmasını öngören yasal bir mevzuattır. İnsan sağlığına tehlike arz eden zararlı maddelerin kısıtlanmasını kapsayan RoHS direktifleri hem kapasitör, transistör, entegre devre, konektör, vb gibi elektronik eşyaların kullanmak suretiyle devre kartları, hammadde ve yarı ürün konumunda üretim yapan imalatçılar açısından önemlidir.

Bahse konu kurallara ve direktiflere uyulmasına yönelik firmalara Temmuz 2006 tarihine kadar süre verilmiştir. Belirtilen tarihten sonra tehlikeli maddelerin kullanımına ömrünü tamamlamış ürünlerin tamiri, geri dönüştürülmesi suretiyle izin verilmekte, yeni üretimi gerçekleştirilen ürünlerde ise RoHS kurallarına uyulması talep edilmektedir. Japonya bu konudaki önlem ve tedbirleri ilk başlatan ülke olmuştur. AB topluluğu ikinci uygulayan olmuştur. ABD ve Asya kıtasında yer ülkeler ve elektrik, elektronik eşya imalatının büyük kısmının ürüten ülke yönetimleri RoHS direktiflerine ve kurallarına uyma konusunda kararlılık göstermektedir. RoHS direktifleri "kurşunsuz üretim" tarzında düşünülse de gerçekte canlı yaşamına zararlı bileşenlerin kurşundan ibaret olmadığını kıymetlendirmektedir. RoHS kuralları doğrultusunda tüketimi kısıtlanan 6 bileşen ve izin verilen en yüksek miktarlar verilmiştir.

Tablo 3.4. RoHS Kapsamında Kullanıma Yasaklanan 6 Madde

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

Kaynak: (White, 2003:445-458)

Tablo 3.5. Sağlığa Zararlı Maddelerin Kullanım Yerleri

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

Kaynak: (White vd., 2003:445-458)

RoHS Direktifleri kapsamına giren eşyalar şunlardır: "

"Ev elektroniği

IT ve haberleşme cihazları

Tüketici ürünleri

Aydınlanma ürünleri

Elektrik ve elektronik aletler (sabit ve büyük endüstriyel cihazlar hariç) Oyuncaklar, eğlence ve spor için üretilen ürünler

Otomatik atık cihazları

RoHS kuralları kapsamında etkilenen iş sahaları ise şunlardır:

Kendi markası altında elektrik ve elektronik cihaz üretimi ve satışı yapanlar.

Başka üreticiler tarafından yapılan ürünleri kendi markası altında satanlar.

Üye ülkelere profesyonel olarak elektronik ürün ithalatı ve ihracatı yapanlar."

RoHS direktifleri kapsamında belirtilen kurallara uymamanın cezası konusunda hem Avrupa Birliği ülkesi hem de İngiltere Ticaret ve İçişleri Departmanı tarafından uygun görülen cezai yaptırımlar RoHS kuralları ile ürünlerle ilişkili olarak: Materyalin piyasada yasaklanması, RoHS direktiflerinin uygulanmamasında neden olan şahıslara: 3ay ila 2 yıl arası hapis ve en az 5,000 Sterlin para cezası uygulanmaktadır (White vd., 2003:445-458).

3.4.4. RoHS Şartlarında Üretim

RoHS direktifleri kapsamında üretimi tamamlanmış mamullerin firmalardan bir kısmı ürün kodu konusunda farklılaşmaya giderken, bazıları etiketleme sırasında "RoHS uyumludur" ibaresini kullanmaktadırlar.

RoHS direktifi aynı zamanda çevreye ve insan sağlığına zararlı maddeler üretimde birçok faydalar sağlamakla birlikte söz konusu kurallarından vazgeçmek bazı üretim zorluklarını da beraberinde getirmektedir (White vd., 2003:445-458).

Tablo 3.6. RoHS Kapsamında Zararlı Maddeler Yerine Önerilen Maddeler

Zararlı Madde	Yerine Önerilen Madde ve Dezavantajı
Kurşun/Kalay İçeren Lehim	Kalay ile başka metal bileşenleri içeren lehim Kurşun içermeyen lehim daha yüksek derecelerde erimektedir.
Gümüş/Kadmiyum Oksit	Gümüş/Kalay Oksit Kontaklardaki verimlilik aynı değildir. Bazı durumlarda ürünlerin kullanım oranı kısılabılır.
Cıvalı Kontaktlar	Altın kaplama kontaktlar Ömür süresi çok daha kısadır ve cıva kullanmadan kontak elde etmek mümkün değildir.
Krom (6 değerlikli)	Çeşitli malzemeler kullanılabilir. Etkileri daha azdır.
PBB-PBDE	Çeşitli malzemeler kullanılabilir. Aynı etkiyi sağlamak için daha fazla malzeme kullanımı gerekmektedir.

Kaynak: (White vd., 2003:445-458)

RoHS’da Elektrikli ve elektronik ekipman, “alternatif akım için 1000 Voltu, doğru akım için ise 1500 Voltu geçmeyen voltaj ile çalışan tasarımlar” olarak tanımlanmaktadır. RoHS direktifleri insan hayatı, emniyet, sağlık, çevreye duyarlı atık yönetimi ile ilişkili mevzuat ve yasalar ön koşulları olmadan yerine getirilmektedir.

Elektrikli ve elektronik ürünlerin geri kullanılabilmesi için 1 Temmuz 2006 tarihinden önce pazarda kullanım alanı bulan yedek parçalar söz konusu mevzuat dışında tutulmaktadır. RoHS Direktifi elektrik ve elektronik ekipmanları yenileştirmek ve ürünlerin kullanım oranlarını arttırmak suretiyle tüketim ömürlerini uzatan ve 1 Temmuz 2006 tarihinden önce pazara dahil olan materyallerde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca gemiler, uçaklar, ve diğer ulaşım vasıtalarına konulmak üzere özel tasarlanan materyalleri kapsayan teçhizatlar RoHS direktif etki alanı dışında tutulmaktadır. RoHS Direktifi elektrikli ve elektronik ürünlerde; ağır metal kullanım miktarını sınırlarken, piller uygulama alanı dışında kalmaktadır.

RoHS Direktifinde, 1 Temmuz 2006 tarihinden önce piyasa girmiş yıpranmış elektronik ürünlerinde onarımında kullanım yeri bulan ve tehlikeli bileşenler barındıran yedek konumundaki materyallere müsaade edilirken, 1 Temmuz 2006 tarihinden sonra pazara dahil olan yeni ürünlerin tamiratında yerini almasına müsaade edilmemektedir. RoHS Direktifi’ne tabi olan birim ve ülkelerin 1 Temmuz 2006 tarihinden başlayarak elektrikli ve elektronik eşyalarının içerisindeki kurşun, cıva, kadmiyum, heksavalent kromyum, PBB ile PBDE maddeleri barındırmamasını teminat altına almaları gerekmektedir.

WEEE ve RoHS Direktifleri ile belirtilen anten ve kablolar elektrikli ve elektronik ürünlerin tanımını karşılık gelmektedir. Anten ve kablolar atık olarak belirtilen ekipmanların parçası olarak kabloların ve antenlerin uzantıları veya bağlantıları olarak WEEE direktifleri kapsamında olduğu kabul edilmektedir.

RoHS direktifleri Avrupa Birliği tarafından üye ülkelere dikte edilen; elektrikli ve elektronik cihaz üretiminde çevreye ve insan sağlığına zararlı materyallerin elektrikli ve elektronik ürünlerdeki kullanım miktar ve kapasitelerini kısıtlandıran kurallar bütünüdür. RoHS direktifleri; "kadmiyum, civa, krom, polibrominli bifenil, polibrominli difenil eter ve kurşun" gibi zararlı bileşen maddelerden oluşmaktadır (He vd., 2006:502-512).

Tablo 3.7. RoHS Kapsamında Kullanımı Sınırlandırılan Madde Oranları

Madde	Miktar (Homojen bir malzemede ağırlık olarak)
Cıva (Hg)	% 0,1
Artı altı değerlikli krom (Cr6+)	% 0,1
Polibromürlü bifenil (PBB)	% 0,1
Polibromürlü difenil eterin (PBDE)	% 0,1
Kurşun (Pb)	% 0,1
Kadmiyum (Cd)	% 0,01

Kaynak: (He vd., 2006:502-512)

3.4.5. WEEE Direktifleri

WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) WEEE kuralları elektrik ve elektronik ürünlerin geri kazanma ve geri dönüştürme faaliyetleri sonucu söz konusu geri kazanım ve dönüştürme oranlarını artmasına, imalatçıların bahse konu hakkında bilgi sahibi olmaları üzere oluşturulmuş kurallardır. WEEE kuralları ile özellikle bilgisayar sektöründe kapasite ve hızlı işlemcilerle sahip yüksek teknolojik özellikte ürünlerin piyasaya çıkmasıyla birlikte ürünler kullanım ömrünü bitirmeden çöpe atık olarak gönderilmektedir. Dünya ve ülkemizde her yıl atık olarak toplanan elektrikli ve elektronik ürünleri miktarı milyonlarca ton olarak tespit edilmiştir. Bu atık miktarı çevreyi ve insan sağlığını tehlikeye atmanın yanı sıra doğayı kirletmekte, hem de dünyada teknolojik açıdan fakir ve kısıtlı bölgelerinde bilgisayar ve elektronik cihaz bulma ve kullanma imkânına sahip nüfus yok denecek kadar azaltmaktadır.

Söz konusu atıkları işleyerek geri dönüşüm kapsamında geri kazanma faaliyetleri hammaddenin maden yataklarını kullanmaktan ve yeni maden yatakları ara faaliyetlerinden daha ekonomik ve çevreye katkısı bir o kadar da faydalı olmaktadır. "Birleşmiş Milletler

tarafından yapılan bir incelemeye istinaden, bir bilgisayar imalatı için ağırlık miktarınca kimyasal materyal, ağırlık oranının yaklaşık 10 katı fosil kaynaklı yakıt (global ısınmayı arttırmaktadır) ve 1.5 ton kadar da su kullanılmaktadır. Bahse konu durum ile küresel çapta, dünya genelinde geri kazanım ve dönüşüm daha kabul edilebilir ve gerekli kılınmaktadır." (Uykan, 2005).

Geri dönüşüm ve geri kazanım faaliyetlerinden oluşan ürünler RoHS direktifleri ile benzerlik göstermekle birlikte WEEE kuralları daha detaylı olup şunlardan oluşmaktadır (Uykan, 2005).

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

WEEE kuralları kapsamına giren cihazların geri dönüşüm faaliyetleri için ürünlerin; toplanması, materyallerine ayrıştırılması ve geri kazanılarak yeniden kullanıma sunulması amaçlanmaktadır. Organize etmek ve gerekli finansman desteğini sağlama sorumluluğu üretici firmalara verilmiştir. RoHS standartları ile birlikte yürütülmesi ile çalışanların çok miktarda tehlikeli ve zararlı maddelere maruz kalmasını engellemek için geri dönüşüm faaliyetleri sırasında özel önlemlere gerek kalmadan ve materyallerine ayırma, işleme maliyetlerinin de azalacağı değerlendirilmektedir.

WEEE direktifleri hedefler koymaktadır, ülkeler bu hedefler hem toplama hem de geri dönüşüm miktarları üzerinden belirlenmektedir. WEEE direktif kuralları üretici ve firmaların sorumluluklarını 13 Ağustos 2005 tarihinden başlamak suretiyle, atıkların toplanması ve ayrıştırılması için 1 Aralık 2006 tarihine kadar süre belirtmiştir. İngiltere'nin kendine belirlediği bu hedef, hane başına yaklaşık 4 kg WEEE ürünü atık toplamak şeklinde olmuştur. Yunanistan ile İrlanda ülkeleri için; elektronik ürün kullanım ve ürün geri dönüşüm altyapı

eksikliği nedeniyle söz konusu ülkelere 2 senelik ek süre hakkı tanınmıştır. İrlanda'da WEEE ihlalleri için öngörülen en fazla ceza €15,000,000 ve/veya 10 yıl hapis olarak belirlenmiştir.

WEEE ve RoHS direktifleri nedeniyle bir üretici ve firma üretim şeklini ve standartlarını yeniden tasarlamak ve gözden geçirmek durumunda kalmıştır. Bazı modeller veya ürünler bahse konu sebep yüzünden pazardan kalkarken bazı yeni modeller veya ürünler de piyasa da yerlerini alabileceklerdir.

WEEE kurallarının işletilmesi genel olarak şöyledir:"

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

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

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

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

Satıcılar WEEE ürünlerini yerel toplama merkezlerine dökerken ayrıca bir ücret ödemeyecektir. 12

WEEE işaretli ürünlerin tüketici tarafından çöpe atılması engellenmiştir. Tüketici bu tür ürünleri kayıtlı satıcılar üzerinden toplama merkezlerine gönderebilecek, bunun için de herhangi bir masraf yapmayacaktır. WEEE ürünlerinin tüketiciler veya yetkili olmayan satıcılar tarafından çöpe atılmasını engellemek için ürünlerin üzerinde buna ilişkin bir etiket bulunacaktır." (Uykan, 2005).

WEEE Direktifi'nde elektrikli ve elektronik ürünler "elektrik, cereyan veya elektromanyetik alanlara bağlı olarak çalışan, bu cereyanların ve alanların oluşturulması, nakli ve ölçümü için gerekli olan ve alternatif akım için 1000 Voltu, doğru akım için ise 1500 Voltu geçmeyen voltaj ile çalışan ekipmanlar" olarak tanımlanmaktadır. WEEE Direktifince elektrikli ve elektronik ekipmanlar atıkları "ürünün atıldığı anda bulunan bütün bileşenleri, unsurları ve ihtiva ettiği sarf malzemeleri dahil olmak üzere, atık kapsamına giren ekipmanlar" dır. Eğer elektrik ve elektronik ekipmanlar destek ve kontrol işlevi görmek için kullanımı mevcutsa söz konusu materyaller WEEE direktifi kapsamı dışında değerlendirilmektedir (Şen, E, 2006:10-18).

WEEE direktifi kapsam dışı tutulan diğer bir ekipmanlar ise büyük ölçekli sabit endüstriyel aletlerden oluşmaktadır. "Büyük ölçekli sabit endüstriyel aletler, ekipman gruplarını, sistemleri, son ürünler ve / veya parçaları, spesifik amaçları yerine getirmek üzere profesyoneller tarafından endüstriyel bir alete veya endüstri binasına yerleştirilmiş, sadece

endüstride kullanılan, sürekli sabit ekipmanların her birini içeren aletlerdir." Bahse konu ekipmanlar ticari amaçlı olarak piyasada yer almak üzere üretilmemişlerdir.

WEEE Direktifi'nin Resmi Uygulama Kılavuzu referans alındığında, kriter "son ürün" veya "Sabit Donanım"dır. Son ürün, kullanıma hazır durumda olan alet, ürün ve ekipman parçaları olarak kriterler değerlendirilmektedir.

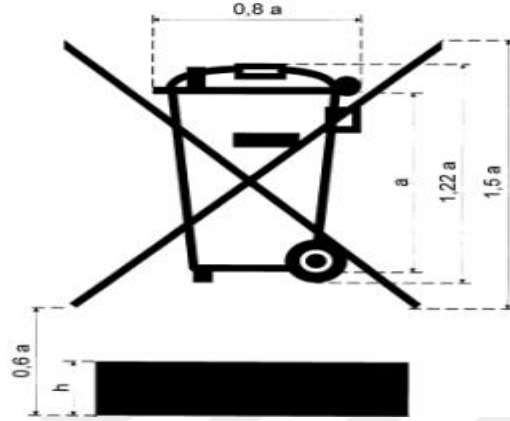
WEEE Direktif kriterlerinden ekipman sabit donanım ise, WEEE kapsamına girmemektedir. Sabit donanım kavramı geniş tabirle, belirtilen görevi icra etmek üzere, ancak sadece bir fonksiyonel özellikteki ticari amaçlı materyal olarak pazara sunulmak üzere dizayn edilmemiş, yanı sıra bir araya getirilmiş ya da belirtilen görev ve etkinliği yerine getirmek üzere belirli bir konuma yerleştirilmiş farklı özellikte teçhizat, üretilen son eşya ya da parçaların birleştirilmesi anlamında değerlendirilmektedir (ICSG, 2003). Bahsedilen ürünlerin haricinde," piezoelektrik tutuşma, yanmalı motor, çim biçme makinesi (petrol yakıtlı), havalı (pnömatik) aletler, pil ile çalışan oyuncaklar, yüksek gerilim anahtarları, petrol platformları, ticari catering ekipmanları olmak üzere", genel itibarlı bir izin bahse konu durumda değildir. Belirlenen kriter sabit olma durumuna göre belirlenmektedir. Nitelendirilen istisnalar kapsamı; ısınma, telli ampul, floresanlar ve sektörel endüstri işlemleri tarzında sabit yapılı tesisler, asansörler, frekans dönüştürücülerden oluşmaktadır.

WEEE Direktifi evlerde kullanılan ürünler ile farklı amaçlı kullanımları kapsayan yükümlülükleri içermekle birlikte 13 Ağustos 2005 tarihinden itibaren üreticiler tarafından piyasada kullanım yeri bulacak ürünleri WEEE Direktifte gösterilen sembol (çöpe atılmamasını gösterir) işaretler ile belirtilmektedir. Evsel ve profesyonel elektrikli ve elektronik atıklar arasında ayırım yapmak zor olduğundan, işaretleme yükümlülüğü profesyonel elektrikli ve elektronik atıklar için geçerli olmaktadır.

22.05.2012 tarihli 2830 sayılı Resmi Gazete'de "Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği" yayımlanmıştır. Yasal mevzuatla; elektrikli ve elektronik eşyaların üretiminden nihai bertarafına kadar çevre ve insan sağlığının korunması amacıyla elektrikli ve elektronik eşyalarda bazı zararlı maddelerin kullanımının sınırlandırılması, bu sınırlandırmalardan muaf tutulacak uygulamaların belirlenmesi, elektrikli ve elektronik eşyaların ithalatının kontrol altına alınması, elektrikli ve elektronik atıkların oluşumunun ve bertaraf edilecek atık miktarının azaltılması için yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım yöntem ve hedeflerine ilişkin hukuki ve teknik esasları düzenlemektir (RG, 2012).

2002/96/EC Direktifine (WEEE) doğrultusunda imalatçılar ürünlerine ait " kendine özgü marka, ticari marka, firma sicil numarası" gibi olacak şekilde kayıt etmelidirler. 2002/96/EC Direktifi doğrultusunda, Şekil 3.8.'de gösterildiği üzere üzerinde çarpı işareti çöp kutusuna ilave bir işaret konulmuştur.

Şekil 3.8. TS EN 50419 Standardına Göre İşaretleme



Kaynak: (Çığgın, 2006)

Elektrikli ve elektronik ürünlerin içinde bulunan piller için, elektrikli ve elektronik atıkların toplanması sonrasında piller ayrıştırılarak ortaya çıkan pil atıklarından pil üreticileri bertarafından sorumludurlar. WEEE direktifleri hedefleri ile piller elektrikli ve elektronik ekipman atıklardan toplanır ve ayrıştırma sonucunda söz konusu atık piller toplanma miktarlarına göre işlem görmektedir. Elektronik kapsamında yazıcılar kullanılamaz atıl duruma geldiklerinde, atık elektrikli ve elektronik ürün olarak işlem görmektedir. Bu kapsamda ekipmanın bir parçası olan kartuş, atık duruma gelen yazıcı içerisinde bulunması durumunda yazıcının kullanılamaz duruma geldiğinde kartuş yazıcının bir ürünü olması nedeniyle kartuş ürünü aynı zamanda elektronik atığın bir bileşeni olarak görev yapmaktadır.

WEEE Direktifi'ne uymayı kabul eden üye ülkeler elektrikli ve elektronik ürünlerin, bileşenlerini oluşturan parçaların ve materyal atıkların ayrıştırılabilirlik, parçalanabilirlik, geri kazanım, yeniden kazanım, yeniden kullanım ve geri dönüşümünü dikkate almak suretiyle planlanması ve imal edilmesini ön ayak olunmaktadır. WEEE Direktifi'nde belirtilen hedefler kapsamında ürünlerin bileşenlerin, parçalarının, materyallerin ve maddelerinin geri kazanımı, yeniden kullanımı, yeniden kazanımı ve geri dönüşümünü içermekte birlikte bahse konu malzemelerin işleme sürecine dahil olan elektrikli ve elektronik ürünlerin söz konusu atıklar ile ilişkilendirilmektedir. Bahse konu hedefler, tüm ürünlerin yeniden kullanım faaliyetlerini kapsamamaktadır.

Elektrik direkleri WEEE direktifleri açısından elektrikli ve elektronik ürün tanımına dahil edilmemektedir. Sabit donanım kapsamında dahil edilen ürünler WEEE kurallarına dahil edilmemektedir. Ses, veri ve video kullanımları gibi kablo sistemleri oluşturan ürünler WEEE Direktifi'nde "Bilişim (IT) ve telekomünikasyon ekipmanları" tanımı kapsamında dahil edilmektedir ve RoHS Direktifi kapsamı altındadır.

Tablo 3.8. WEEE ve RoHS Mevzuat Özeti

WEEE	RoHS
Amaç	
* Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının oluşumunun engellenmesi ve bu atıkların azaltılması, yeniden kullanımının ve geri dönüştürülmesinin sağlanması	* Elektrikli ve elektronik teçhizatlardaki kurşun, cıva, kadmiyum, altı değerli krom, PBB ve PBDE gibi tehlikeli maddelerin kullanımının sınırlandırılması, * Kalıcı uyum sorunu olan belirli ürün grupları için veya kapsam hükümlerinin piyasa bozulmalarına neden olduğu durumlarda, madde ikamesi veya muafiyetler ve rehberlik yoluyla çözülemeyen kapsam sorunlarını ele almak,
Kapsam/Ürün gruplar	
* Büyük ve küçük ev aletleri, * Bilgi teknolojileri ve telekomünikasyon teçhizatları, * Tüketici teçhizatları, * Aydınlatma teçhizatları, * Büyük ölçekli sabit endüstriyel araçlar dışındaki elektrikli ve elektronik teçhizatlar, * Oyuncaklar, eğlence ve spor teçhizatları, * Tıbbi cihazlar, * İzleme ve kontrol aletleri, * Otomatik dağıtıcılar	* Büyük ve küçük ev gereçleri, * Bilgi teknolojileri ve telekomünikasyon teçhizatları, * Tüketici teçhizatları, * Aydınlatma teçhizatları, * Büyük ölçekli sabit endüstriyel araçlar dışındaki elektrikli ve elektronik teçhizatlar, * Oyuncaklar, boş vakit ve spor teçhizatı, * Otomatik dağıtıcılar, * Tıbbi cihazlar, * İzleme ve kontrol aletleri
Konum ve Son Süreler	
* 27.01.2003 yönerge, * 13.02.2003 direktifin yürürlüğe girmesi, * 13.08.2004 üye ülkelerin uygulama yasalarını çıkarması, * 13.08.2005 geri alım lojistiklerinin kurulması, * 31.12.2006 itibariyle geri dönüşüm kotalarının karşılanması * 19 Kasım 2008 tarihli 2008/98/EC sayılı atık Direktifi * 2009/125/EC sayılı Direktifi * 04 Temmuz 2012 tarihinde 2012/19/EU sayılı direktifin yürürlüğe girmesi	* 27.01.2003 yönerge, * 13.02.2003 direktifin yürürlüğe girmesi, * 13.08.2004 üye ülkelerin uygulama yasalarını çıkarması, * 13.02.2005 uygulamanın yeniden gözden geçirilmesi ve yeni yasak listesinin belirlenmesi, * 1 Temmuz 2006 itibariyle sınırlamaların uygulamaya konulması, * Elektrikli ve elektronik ekipmanlarda belirli tehlikeli maddelerin kullanımının kısıtlanmasına ilişkin 2011/65/EU sayılı Direktifin değiştirilmesi 2017/013 (COD)
İhtiyaçlar	

Tablo 3.8. Tablonun devamı	
* Kişi başına yıllık birim toplama ≥ 4 kg, * Elektrikli ve elektronik atık ekipmanların en az %85'ini geri dönüştürmesi, * Mamul kategorisi başına özel yeniden kazanım, geri dönüşüm, yeniden kullanım kotaları, * Her tür elektrikli eşya için toplama, geri dönüşüm ve geri kazanma hedefleri belirlenmesi, * İmalatçılar, geri dönüştürücülere uygun geri dönüşüm için gerekli tüm bilgileri yollamakla yükümlüdürler.	* İkame için alternatiflerin bulunmaması nedeniyle hariç tutulan ekipman listesine boru organlarının eklenmesi, * İkincil piyasa işlemlerinin durdurulmasının kaldırılması, * EEE'lerin herhangi bir zamanda onarımına izin vermek için yedek parçaları madde kısıtlamasının dışında tutmak için özel bir hüküm getirilmesi,

Kaynak: (EUR-Lex, 2012; EUR-Lex, 2017)

3.4.6. Türkiye'deki Yasal Durum

Ülkemizde elektronik atık yönetim hakkında ilk çalışmalar Hollanda ile 2004 yıllarında "Matra Projesi" olarak başlamıştır. Ülkede bulunan ilgili sektör kuruluşları ile elektrikli ve elektronik atıkların barındırdığı tehlikeli ve çevreye zararlı bileşenlerin kısıtlanmasına yönelik "RoHS Direktifleri" yönelik çalışmalar ile yasal mevzuat oluşturulmaya başlamıştır. 22.05.2012 tarihli 2830 sayılı Resmi Gazete'de "Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği" yayımlanmıştır. Yasal mevzuatla; elektrikli ve elektronik eşyaların üretiminden nihai bertarafına kadar çevre ve insan sağlığının korunması amacıyla elektrikli ve elektronik eşyalarda bazı zararlı maddelerin kullanımının sınırlandırılması, bu sınırlandırmalardan muaf tutulacak uygulamaların belirlenmesi, elektrikli ve elektronik eşyaların ithalatının kontrol altına alınması, elektrikli ve elektronik atıkların oluşumunun ve bertaraf edilecek atık miktarının azaltılması için yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım yöntem ve hedeflerine ilişkin hukuki ve teknik esasları düzenlemektir (RG, 2012). Yasal mevzuatla amaçlanan çevre ile birlikte canlı yaşamının tehlikelerden arındırılması, tehlikeli ve zararlı bileşenlerin kısıtlanması, kısıtlamaların hariç tutulacak planların belirtilmesi, elektronik eşyaların değerlendirilmesi ve kontrol edilmesine yönelik yasal ve teknik detayların belirlenmesi, geri kazanılmasına ve bertarafı kapsamındaki süreçlerin bütünü hakkında usul ve uygulamalar yasal bağlayıcılığının hazırlanmasıdır.

Elektronik 4.000 ton atık tekrar işlenerek sıfır ürün ve başka eşyaların parçası olmak üzere, 2.545 ton atık eşya tekrar kullanılmak için pazara sunulmakta, 1.146 ton eşya "elektronik devre, komponent" gibi yurt içinde kullanım imkânı bulunmadığından ihraç konu olmaktadır. 2009 yılında bertaraf amacıyla işleme tesisine gönderilen atık elektronik miktarı yaklaşık 122 ton olarak belirtilmiştir (Ayvaz, 2013). Ülkemizde T.C. Çevre ve Şehircilik

Bakanlığı tarafından Bölgesel Çevre Merkezi (REC) tarafından yaptırılan bir analize göre AEEE için Düzenleyici Etki Analizi (RIA) ülkemizde 2011 yılında iller bazında kişi başına üretilen atık elektronik miktarları şekil 3.9.'daki gibi tespit edilmiştir. Buna göre İstanbul'da kişi başı AEEE üretimi 10.91 kg iken, Bitlis, Hakkâri, Muş ve Van bölgelerinde bu miktar kişi başı 2.48 kg olarak hesaplanmıştır (Ayvaz, 2013).



Şekil 3.9. Türkiye'de İller Bazında Kişi Başına Üretilen AEEE Miktarları

Kaynak: (Ayvaz, 2013)

Avrupa Komisyonunun raporuna göre ülkemizde 2024 yılına gelindiğinde 672 bin tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ülkemiz de Elektrikli ve elektronik atık kapsamında Avrupa'da bulunan özellikle Kocaeli ve Sakarya Belediyeleri AEEE toplama, işleme ve geri dönüştürme sürecinde öncülük eden şehirlerimiz olmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Kadıköy Belediyesi, Afyon, Bursa, Muğla belediyelerini takip eden birçok belediye kendi toplama tesis ve işleme merkezlerini kurmuşlardır (Ayvaz, 2013).

Tablo 3.9. AEEE Geri Kazanım Oranı Hedefleri

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

Kaynak: (EU, 2012)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan uygunluk belgesi alan tesisler şu şekildedir (Ayvaz, 2013)."

1. Anel Doğa Entegre Geri Dönüşüm Endüstri A.Ş
2. Exitcom Recycling for Future
3. Evciler Madencilik ve Değerli Metaller San. ve Tic. Ltd. Şti.
4. Uğur Metal İnş. Mad. Nak. San. Tic. Ltd. Şti.
5. Arte Elektrik Elektronik San. İç ve Dış Tic.Ltd. Şti
6. Asa Metal Dış Tic.Ltd. Şti.
7. Karaman Kardeşler Metal San.ve Tic. Ltd. Şti
8. Sarmet San. Metal Plast. Kağıt İnş. San. Tic. Ltd. Şti. 30
9. Akademi Çevre Danışmanlık Hizmetleri İnşaat Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.
10. Er Metal Madencilik Sanayi Ve Tic. Ltd. Şti.
11. EAG Geri Dönüşüm San. Ve Tic. A.Ş.
12. Redeem Elektronik Cihazlar San. Tic. A.Ş.
13. Bayatlı Geri Dönüşümcülük Demir Çelik Metal San. Tic. Ltd.
14. Aselser Elektronik San. ve Tic. Ltd. Şti.
15. Tekno Geri Dönüşüm Hurda Elektrik Elektronik San. ve Dış Tic. Ltd. Şti.
16. Altaş Yapı Hizmetleri Tic. A.Ş.
17. Öznak Geri Dönüşümlü Atık Değ. San. Tic. Ltd. Şti." (ÇŞİB, 2012):"

Ülkemizde çeşitli evsaflarda ki atık türlerinin üç yönetmelik, bir uluslararası sözleşme yasal mevzuattan meydana gelmektedir. " Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (14.3.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmî Gazete), Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (20.5.1993 tarih ve 21586 sayılı Resmî Gazete), Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (27.8.1995 tarih ve 22387 sayılı Resmî Gazete) ve Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Taşınım ve İmhasının Kontrolü Sözleşmesi – Basel (15.5.1994 tarih ve 21935 sayılı Resmî Gazete) oluşmaktadır."

" Sayılan bu mevzuata ek olarak, 1580 sayılı Belediye Kanunu (14.4.1930 tarih ve 1471 sayılı Resmi Gazete), 1593 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu (6.5.1930 tarih ve 1489 sayılı Resmi Gazete), 2872 sayılı Çevre Kanunu (11.8.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete), 3030 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu (9.7.1984 tarih ve 18453 sayılı Resmi Gazete) ve 3194 sayılı İmar Kanunu (9.5.1985 tarih ve 18749 sayılı Resmi Gazete) genel kapsam itibariyle atık yönetimi ile ilişkili idari konuları da içerisine alan mevzuatlardır."

Türkiye' de mevcut yürürlükteki mevzuat ile uluslararası geçerliliği olan Basel Sözleşmesi hariç AB mevzuatı ile tamamen uyumlu değildir. Türk atık yönetimine dair yönetmelikler, genel atık türlerine yönelik tasarlanmış olup, AB mevzuatı kapsamına göre uyum içinde olan düzenlemelere yönelik hazırlanması gerekmektedir. AB mevzuatlarına

uyum sağlama düzenlemeleri kapsamında devam eden ve Türk sanayisinin AB üye ülkelere ticaret ilişkilerinin yoğun olarak geliştiği, günümüz koşullarında İstanbul Sanayi Odası (İSO) öncülüğünde, AB şartlarına uyum sağlamış AEEE ile (WEEE) ve elektrikli ve elektronik atıkların barındırdığı çevreye zararlı bileşenlerin kısıtlanması 2005 yılında (RoHS) direktifleri birlikte ele alınması sonucu söz konusu mevzuatın ülkemizin rekabet gücünün artması yönünden önemlidir.

3.5.Elektronik Atıkların Özellikleri ve Bileşenleri

3.5.1 Materyal Bileşimleri

Elektrikli ve elektronik atıkları heterojen özellikteki yapıları ile materyal ve bileşen parçalar ile karmaşık bir yapıya sahiptir. Ekonomik ve çevreye duyarlı geri dönüşüm mekanizması ile atık yönetiminde materyallerin ve tehlikeli, zararlı maddelerin saptanması, fiziksel özelliklerin belirlenmesi açısından büyük önemi sahiptir. Elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşüm sürecinde etki eden ekonomik nedenlerin başında söz konusu atıklardaki değerli materyallerin geri kazanılması ve geri kullanıma sunulması önemlidir (Zhang, S. ve Forssberg, E., 1997:247-269). "BM verilerine göre elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının %10'u televizyon, %10'u monitör, %15'i diğer elektronik cihazlar, %15'i bilgi ve iletişim ekipmanları, %20'si soğutucular ve %30'u diğer elektrikli ve elektronik ev gereçleri atıklarından oluşmakla beraber elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının %30,2'sini plastikler, %30,2'sini refraktör oksitler, %20,1'ini bakır, %8,1'ini demir, %4'ünü kalay, %2'sini kurşun, %2'sini alüminyum ve %1,4'ünü diğer materyaller oluşturmaktadır." (GRID, 2006).

Avrupa Plastik İmalatçıları Birliği (APME - The Association of Plastics Manufactures in Europe), Uluslar Arası Bakır Çalışmaları Grubu (ICSG – International Copper Study Group) alınan bulgular ışığında, Avrupa ve Almanya'da alınan analizler ile elektronik eşyalarda bulunan bileşen oranları tablo 3.10.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.10. Elektrikli ve Elektronik Eşya Materyal İçerikleri

Materyal	APME (%)	ICSG (%)	Almanya (%)
Demir	38,00	48,00	47,00
Demir Dışı	28,00	15,00	9,50
Plastikler	19,00	20,00	20,00
Cam	4,00	5,00	8,50
Ağaç	1,00	3,00	-
Diğer	10,00	9,00	14,00

Kaynak: (GRID, 2006)

Devre kartlarında bu oranlar yaklaşık olarak %40 metaller, %30 plastikler ve %30 seramikler şeklinde yer almaktadır. Ayrıca tablo 3.11.'de Elektronik Ekipman Geri Dönüşüm

Sanayicileri Birliği (ICER – Industry Council For Electronic Equipment Recycling) bulgular ışığında elektronik eşyaların içerdiği bileşen yüzdesel oranları gösterilmektedir (GRID, 2006),

Tablo 3.11. Elektrikli ve Elektronik Eşya Kategorilerine Göre Materyal İçerikleri

Ekipman Kategorisi	Materyal Yüzdesi (%)				
	Demir	Demir Dışı	Cam	Plastik	Diğer
Büyük ev aletleri	61	7	3	9	21
Küçük ev aletleri	19	1	0	48	32
Bilişim Teknolojisi Cihazlar	43	0	4	30	20
İletişim Cihazları	13	7	0	74	6
Kahverengi Eşya (TV, Radyo, vb.)	11	2	35	31	22
Gaz akışkanlı lambalar	2	2	89	3	3

Kaynak: (GRID, 2006)

Elektrikli ve elektronik ürünler materyal, bileşenlerinin içerdikleri maddelere göre analiz edilmektedir. Bahse konu materyaller baskı devre kartları, şaşıler, katot ışınlı tüpleri tipinde belirli başlı parçalardan oluşmaktadır. Bu bileşenler basit yani homojen gibi karışık yapıda birbirinden farklı materyaller içermektedir. Elementlerine göre tasnif edildiğinde ise içeriğine göre sınıflandırılmaktadır. Ekipmanlardaki miktar elementlerin belirlenmesi gerekmekte ise söz konusu analiz yöntemi önem kazanmaktadır.

Tablo 3.12. Büyük ve Küçük Beyaz Eşyaların Materyal İçerikleri

Materyal	İçerik (%)					
	Fırın	Aspiratör	Bulaşık Makinesi (AEG)	Çamaşır Makinesi 1	Çamaşır Makinesi 2	Kahve Makinesi
Demir	73,0	48,0	56,0	53,9	61,0	14,0
Paslanmaz Çelik		16,0				
Demir Dışı Metaller		3,0	3,0	2,7	5,0	18,0
Bakır						
Plastikler	2,0	22,0	12,0	5,5	8,0	68,0
Kauçuk				3,4		
Cam	7,0			1,5		
Ahşap		8,0				
Toz	5,0					
Beton				21,6		
Elektrikli Aksam				11,4		
Diğer	12,0	3,0	29,0		25,0	
Mamül Ağırlığı (kg)	70,0	43,0		80,0		1,73

Kaynak: (Lamber ve Gupta, 2005)

Tablo 3.13. Elektronik Eşyaların İçerik Analizler

Materyal	İçerik (%)					
	Buzdolabı 1	Buzdolabı 2	Dondurucu	Elektrik Süpürgesi 1	Elektrik Süpürgesi 2	Tost Makinesi
Demir	63,0	36,1	35,3	50,7	25,0	56,0
Paslanmaz Çelik						
Demir Dışı Metaller				7,4	8,0	
Bakır	3,0	1,0	1,0			5,0
Alüminyum	5,0	7,5	11,7			2,0
Hafif Materyaller	26,0					
Plastikler		12,6	8,6	35,2	60,0	36,0
Köpük		9,9	11,9			
Reçine		3,7	3,4			
Conta		0,2	0,1			
Kauçuk				4,9		
Toz				1,5		
Akışkanlar	3,0	1,1	1,8			
CFC		1,1	1,0			
Yağ		1,4	1,2			
Elektrikli Aksam		25,3	24,1	0,3		
Diğer					7,0	
Mamül Ağırlığı (kg)	35,0	33,0	36,7	6,0	9,0	1,1

Kaynak: (Lamber ve Gupta, 2005)

Büyük ev aletleri ile küçük ev aletlerinin içerdiği materyallerin yüzdesel oranları tablo 3.12. ve tablo 3.13.'de gösterilmiştir. (Lamber ve Gupta, 2005)

Tablo 3.14. Karmaşık Bileşenlerin Materyal İçerikleri

Materyal	İçerik (%)				
	Baskılı Devre Levhaları	Elektrik Motorları	Kablolar 1	Kablolar 2	Transformatörler
Demir	-	75	-	-	65
Bakır	12	15	40	36	25
Alüminyum		10	-	18	5
Plastikler	70	-	60	45	-
Diğer	18	-	-	-	5

Kaynak: (Lamber ve Gupta, 2005)

3.5.2. Zararlı Maddeler ve Bileşenler

AEEE kapsamında ürünlerden bileşenlerinden işleme tesislerinde elleçleme süreci sonunda çeşitli miktar ve özellikte tehlikeli ve zararlı materyaller içermektedir. Elektrikli ve elektronik ürün atıklarında mevcut özellikte içerdikleri tehlikeli ve zararlı bileşenler tablo 3.15.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.15. EEE Atıklarında Yer Alan Zararlı Bileşenler

Bileşenler	Açıklama
Piller	Pillerde kurşun, cıva, kadmiyum gibi ağır metaller mevcuttur
CRT	Konik cam içerisinde kurşun mevcuttur ve panel camının iç taraf astarı floüresan kaplıdır
Anahtarlar gibi cıva içeren bileşenler	Cıva termostatlarda (ısı ayarlayıcıları), algılayıcılarda, rölelerde ve anahtarlarda kullanılır(baskılı devre levhaları, ölçüm elemanları ve gaz akışlı lambalarda olduğu gibi);ve ayrıca tıbbi ekipmanlarda, veri iletiminde, haberleşmede ve taşınabilir telefonlarda da kullanılır
Asbest atıkları	Asbest atıkları da özel olarak ele alınmalıdır
Toner kartuşları ve sıvı, macun ve renkli tonerler	Toner ve toner kartuşları elektrikli ve elektronik ekipman atıklarından sökülerek ayrı olarak toplanmak zorundadır
Baskılı devre levhaları	Baskılı devre levhalarında SMD yonga dirençleri, kızıl ötesi algılayıcıları ve semi kondüktörler gibi kadmiyum içeren birçok parça mevcuttur
PCB içeren kondansatörler	PCB içeren kondansatörler güvenli ayrıştırma için sökülme zorundadır
LCD	Alın 100cm2 den büyük olan sıvı kristalli görüntüleyiciler elektrikli ve elektronik ekipman atıklarından sökülme zorundadır
Plastik ihtiva eden halojenli yanma geciktiriciler	Plastik halojenli yanma geciktiricilerin yanması ve/veya tutuşması sırasında zehirli bileşenler oluşabilir
CFC, HCFC veya HFC ihtiva eden ekipmanlar	Soğutma çevriminde ve köpükte bulunan CFC uygun şekilde çekilmeli ve imha edilmelidir; soğutma çevriminde ve köpükte yer alan HCFC veya CFC uygun şekilde çekilmeli ve imha edilmeli yada geri dönüştürülmelidir
Gaz akışkanlı lambalar	Cıva taşınmak zorundadır.

Kaynak: (Cui ve Forssberg, 2003:243-263)

Bahse konu tehlikeli ve zararlı bileşenlerin insan sağlığı ve çevreye karşı barındırdıkları riskler sıralanmıştır (Kaya, 2005:60-62).

"Kadmiyum (Cd): Kadmiyum insan vücudunda böbrekte birikir, insanı zehirler ve kansere sebep olur. İskelet sistemi üzerinde de olumsuz etkilere sahip olup kırılğan kemiklere neden olur. Biyolojik olarak birikir ve aktarılır. Yüzeye bindirilmiş aletler, yonga dirençleri, kızılötesi detektörleri, yarı iletkenler ve eski tip katot ışıını tüpleri kadmiyum içerir. Ayrıca plastiklerde stabilizatör olarak kullanılır.

Bromlu Alev Geciktiriciler (BFR – Brominated Flame Retardants): 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. Yakımları halinde dioksin ve furan oluşumuna sebebiyet verirler. BFR işyeri ve ofislerdeki bilgisayarlar üzerindeki tozlarda bulunmaktadır ve ABD ve İsveç'te anne sütünde çok fazla miktarda rastlanmıştır.

Altı Değerli 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 ışıını tüpleri, eski lehimler ve entegre devreler kurşun içerir.

Baryum (Ba): Katot ışını tüplerinde radyasyonu azaltmak için kullanılır. Kısa süre baryuma maruz kalma beyin şişmesine, kas zayıflığına, kalp ve karaciğer hastalığına neden olabilmektedir.

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.

Fosfor (P): Katot ışını tüplerinin iç yüzünü kaplamak için kullanılır. Kırılan tüplerden oluşan tozların teneffüsü çok risklidir. Fosforun zararı pek fazla bilinmemektedir.

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. 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." (Kaya, 2005:62-62).

E-atıklar barındırdıkları plastik, metal ve cam gibi çeşitli özellikteki maddelerin yanında ağır metaller ve yanıcı kimyasallar gibi tehlikeli ve zararlı materyallerde barındırmaktadırlar. Söz konusu atıkların içerdikleri materyaller tablo 3.16.'de gösterilmektedir (Kaya ve Sözeri, 2007).

Tablo 3.16. E-Atıkların İçerdiği Kimyasal Ve Zararlar

E-Atıklar İçindeki Kimyasallar	Kullanım Yerleri	İnsan ve Çevre Sağlığı Üzerindeki Etkileri
Berilyum Be	Bilgisayarın ana kartı ve bağlantı parçaları	Toksik bir maddedir. Kanserojendir. Uzun süre maruz kalındığında nefes almada zorluk, öksürük, kalp atışlarının hızlanması gibi etkileri olabilir.
Kurşun Pb	Eski lehimler, entegre devreler, aküler, TV ve bilgisayar ekranları	İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler için oldukça toksik bir maddedir. İnsanlarda solunum sistemine ve sinir sistemine zarar verebilir.
Cıva Hg	Piller, cep telefonları, tıbbi cihazlar, lambalar	Toksik bir maddedir. Suyu karışarak özellikle balıklara kolaylıkla geçebilir. İnsanlarda beyin ve böbreklere zarar verebilir.
Fosfor P	Bilgisayar ekranları (çözünürlük ve aydınlık için)	Kırılan tüpten çıkan toz parçalarının solunması ya da kırılan cam parçalarına dokunulması son derece riskli olabilir.
Kadmiyum Cd	Bilgisayar çipleri, lap top bataryaları, bazı kablolar	İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler için oldukça toksik bir maddedir.

Tablo 3.16. Tablonun devamı		
Bromlu Alev Geciktiriciler (BFR)	Bilgisayar bağlantı parçaları, plastikler, basılı devreler ve kablolar	Düşük sıcaklıkta yakıldığında zehirli atık oluşturur.
Baryum (Ba)	CRT tüpünden radyasyonu azaltmak için kullanılır.	Kısa süre Ba maruziyeti beyin şişmesine, kas zayıflığına, kalp ve karaciğer hastalığına neden olabilmektedir.
Krom 6 (Cr+6)	Korozyon koruması ve işlenmiş galvaniz çelik levha ve sertleştirilmiş çelik için kullanılır.	DNA hasarı ve astimik bronşite sebep olur.
Plastikler	Her bilgisayar ortalama 7 kg PVC içerir.	Belli sıcaklıkta yandığında dioksin oluşur. PVC geri dönüşümü en az Cl içeren canlı yaşamında tehlikeli olan üründür.
Ozon Tüketiciler (ODS)	Buzdolabı soğutucuları ve yalıtım köpükleri içerir.	

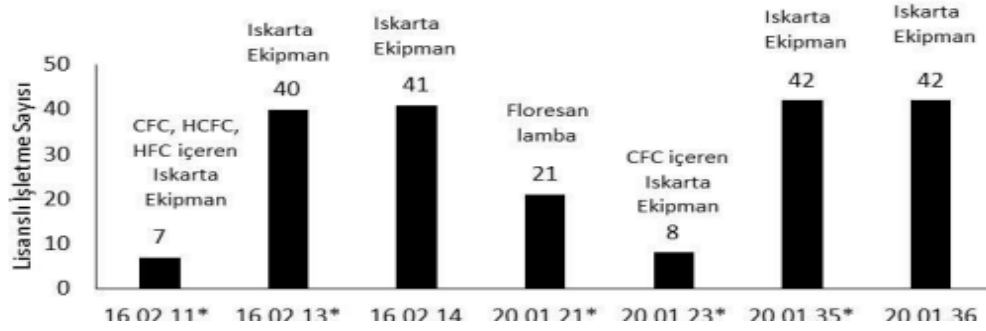
Kaynak: (Kaya ve Sözeri, 2007)

AEEE ait Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından belirtilen atık kodları ve tanımları tablo 3.17.' de verilmiştir.

Tablo 3.17. Atık Kodları

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

Kaynak: (Salihoğlu ve Kahraman, 2016)



Grafik 3.2. E-Atık Geri Dönüşüm Yapılan Ürünler

Kaynak: (Salihoğlu ve Kahraman, 2016)

3.5.3 Elektrikli ve Elektronik Atıkların Fiziksel Özellikleri

Elektrikli ve elektronik atıklar bünyesinde; altın, paladyum, krom, bakır, alüminyum, kurşun ve cıva benzeri tehlikeli ve zararlı metaller ve plastikler gibi çeşitli maddelerin karışımlarından oluşmaktadır. Söz konusu maddelerin bileşenlerine ayrıştırılması için oluşturulan geri dönüşüm ve geri kazanım sistemi bahse konu maddelerin fiziksel özelliklerini esas almaktadır.



Şekil 3.10. Elektronik Atıklardan Ayrıştırılan Plastik, Metaller Ve Çipler

Kaynak: (Cui ve Zhang, 2008:228-256)

3.5.3.1 Manyetik, Yoğunluk ve Elektrik İletkenliği Özellikleri

Elektrikli cihaz ve elektronik eşyalarda bulunan manyetik, yoğunluk ve elektriksel iletkenlik özelliği olan materyaller den oluşmakta olup ayrıca söz konusu materyallerdeki plastiklerin suya göre özgül ağırlık değeri aralıkları birbirinden farklı değerler almaktadır. Özellikleri genel itibari ile elektriksel çevre ile kutuplara ayrılan bir alana ya da materyale

dielektrik ile adlandırılmaktadır. Söz konusu analizler çerçevesinde kıyaslama yapılması bakımından suyun dielektrik sabiti 80, boşluğun dielektrik sabiti 1, kuru havanın 1,000 olarak veriler edinilmiştir (Çığgın, 2006).

3.5.3.2 Tane Boyutu, Şekil ve Serbestleşme Derecesi Özellikleri

AEEE ayrıştırılması sürecinde şekli, tane boyutu ve serbestleşme derecesi tekrar kazanım faaliyetlerinde büyük öneme sahiptir. Tane Serbestleştirme işlemi iki ve daha fazla materyal madde barındıran tanelerin boyut küçültme işlemi sonrası ayrıştırılma süreci sonucu serbest hale gelmesi olarak adlandırılmaktadır. Elektronik atıklar doğada mevcut olarak bulunan materyal madenlere göre daha zayıf ara yüzey bağlarına sahip olmaktadır.

Tane sayım faaliyet işlem süreçleri maddelerin boyutlarına göre "çıplak gözle, optik mikroskoplarla ve x-ışınları mikro analiz yöntemleri" ile ayrıştırma faaliyeti gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Tane serbestleşme faaliyetleri sonucunda söz konusu serbestleşmenin saptanmasında en kolay ve uygulanabilmesi mümkün olan sayım yöntemi, tekniği bu olup, materyalin tane boyutu küçültme işlemi ve elek analizi tekniği neticesinde analizi yapılmasının ardından elek yöntemi ile uygulama sonucu eleğin üst kısmında yer alan bileşenlerin mikroskop yardımıyla detaylı incelenmesine dayanırken, x49 ışınları mikro analiz tekniği çok sık tercih edilen ve insan eli ve katkı oranı bakımından minimum olan otomatik analiz yöntemlerine esas bir tekniktir.

Elektrikli ve Elektronik atıklarda bulunan bileşenlerin tane boyutu küçültme yöntemi ile materyallerin serbestleşme konusunda elektronik ürünlerde tercih edilen ara yüzey olarak zayıf bağların olması neticesinde bileşenlere kaynak, kaplama, bağlama, yapıştırma benzeri farklı teknikler ile bir araya getirilmektedir. Cam ve benzer ürün grubunda yer alan seramikler çeşitli özellikteki metal malzemeler benzeri karmaşık, iç içe bulunan bileşenleri ayrıştırma ve serbestleştirme nedeniyle önemli oranda büyük enerji gereksinimi ortaya çıkmaktadır.

"Zhang ve Fossberg tarafından yapılan çalışmalarda kişisel bilgisayar ve baskılı devre levhalarının serbestleşme derecelerini 10 mm ızgara açıklığına sahip laboratuvar ölçekli çekiçli değirmen aracılığıyla hazırlanan ikinci boyut küçültme işleminin ardından analiz edilmiş ve hesaplama yapılmıştır. Elde edilen bulgular ile her biri yaklaşık 1,5 kg olan iki örnek üzerinden analiz yapılmış ve serbestleşme dereceleri bu formülle hesaplanmıştır. Her bir dağılımdaki temsil edilen henüz serbest halde olmayan bileşikler mikroskop analizleri için kullanılan Link analitik programı ile birleştirilmiş CamScan tarama elektron mikroskobu ile incelenerek karşılaştırılmıştır. Hemen hemen tüm mekanik geri dönüşüm prosesleri efektif bir boyut oranına sahiptir. Kişisel bilgisayarlar ve baskılı devre levhaları atıkları laboratuvar şartlarında yapılan deneylerde ikinci bir kırma işleminden sonra %99 gibi mükemmel bir serbestleşme derecesi göstererek 5 mm boyutundan daha küçük parçalara ayrılma karakteristiği sergilemişlerdir. Ek olarak endüstriyel ölçekli çalışmalarda da ikinci kırma işleminin sonunda bu boyuta %96,5 – %99,5 oranında erişilmiştir." (Zhang, S. ve Forssberg, E., 1999:295-301.)

3.6. Elektronik Atıkların Geri Kazanımı

Atık elektrikli ve elektronik metal kapsamındaki ürünlerin geri kazanılması, ülkenin doğal yer altı zenginliklerinin muhafaza edilmesi ve bu zenginliklerin metal imalatı "madencilik, cevher hazırlama/zenginleştirme ve hidrometalurji/pirometalurji" aşamalarında karşımıza çıkan çevreye olan temasları önemli oranda imha edilme ve bu sürecin azaltılma, yönetme konusunda gerekli katı konumda bulunan atık oranının düşürme bakımından önem arz etmektedir (Çiftlik vd., 2009:1-2).

Elektrikli ve Elektronik atık yönetimi üç temel şekilde gerçekleştirilmektedir; atık alanlarında depolama, yakma ve geri dönüşüm/kazanımdır. Elektrikli ve Elektronik atıklar ekonomik, insan ve çevre sağlığına etkileri boyutuyla ele alındığında atık depolama, yakma ağır metal salımı kaynaklı doğal kaynakların kirlenmesi, imha anlamında yakma işlemi neticesinde meydana gelen "dioksin ve furanlar" benzer hava kirliliği söz konusu olduğundan geri dönüşüm ve kazanım, en uygun ve uygulanabilmesi mümkün teknik açısından değerlendirilmektedir.

Yeniden kazandırma teknikleri yer altı zenginliklerin yok olmasının önüne geçilmesi noktasında ve metal imalat sürecinde ortaya çıkması muhtemel doğaya ve çevreye zararlı bileşenlerin temaslarının minimum seviyeye indirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Şekil 3.11.'de AEEE günümüz koşullarında uygulanmakta olan yönetimi gösterilmektedir.



Şekil 3.11. AEEE'nin Yönetimi İçin Seçenekler

Kaynak: (Baka, 2019:36)

Günümüz koşullarında yeraltı kaynaklarının sürekli azalması bahse konu yeraltı kaynaklardan, madenlerden metal geri kazanım aşamaları sonucu çevreye olan temasları devamlı artırmasına neden olmaktadır. Söz konusu tepkimeler; derin yeraltı kaynaklarının kullanımının oluşması, CO2 salınımı, atık su, enerji kullanımı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Metal geri kazanımı ile madenlerden metal imalatı kıyaslandığında enerji olarak %60-95 arası tasarruf gerçekleştiği görülmüştür (Cui ve Forssberg, 2003:243-263).

Atık elektrikli ve elektronik eşyalar, metal içerikli madenler ile kıyaslandığında metal malzemelerin içerik yapısının daha karmaşık olması yapısal farklılıklar oluşmaktadır. Bahse konu durum sonucu atık durumundaki metallerin geri dönüştürülme aşaması ve maliyetinde yükselme meydana gelmektedir.

Geri dönüşüm faaliyetlerinin etkili şekilde yürütülebilmesi için elektronik atıkların niteliksel özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. İşletme tesislerine getirilen metal atıklarının barındırdığı bileşenlerdeki farklılıklar, tercih edilen programların esnek tasarlanması gereklidir (Cui ve Forssberg, 2003;243-263).

3.6.1. Ön Muamele İşlemleri

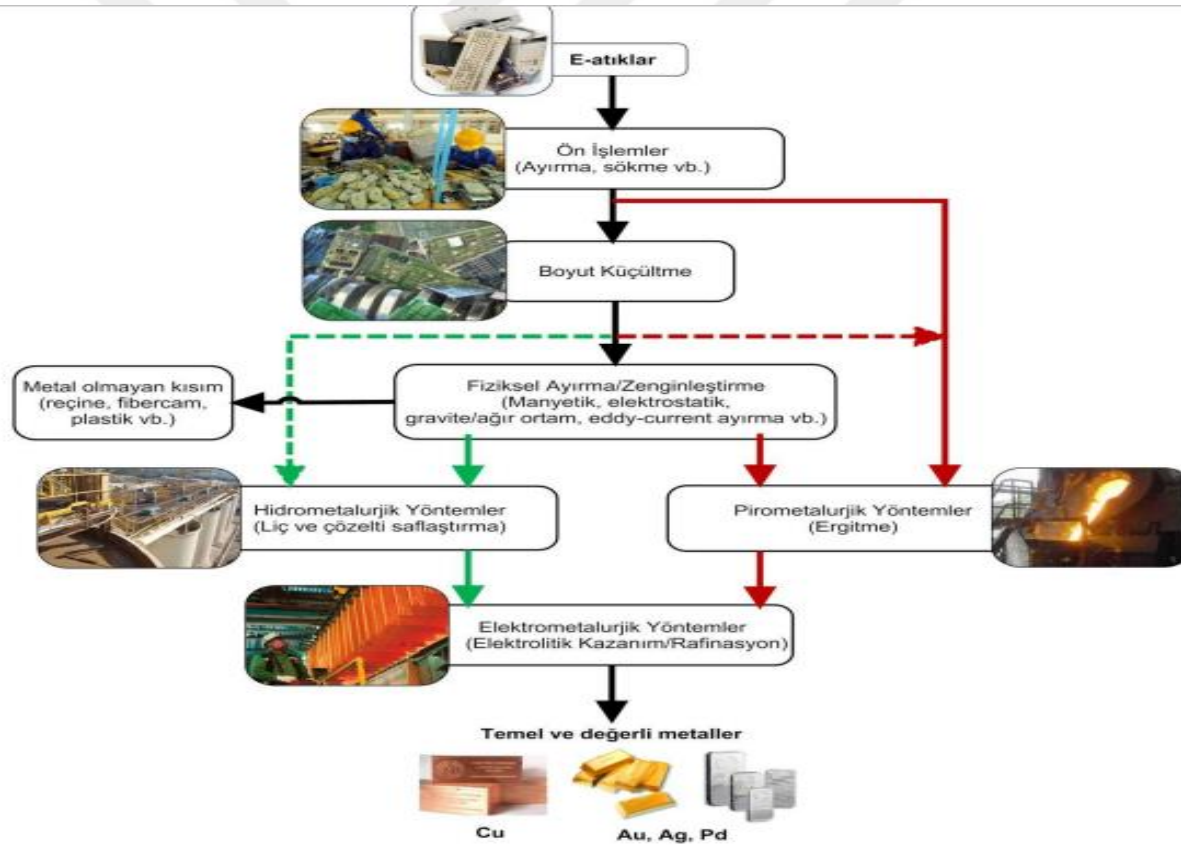
EEE içerisinde barındırdığı materyallerin farklı yapıda olması, ayrıştırma işlem sürecini zorunlu kılmaktadır. Ayrıştırma işlemleri mekanik ve el marifeti yöntemiyle araç gereçler kullanılarak yerine getirilmektedir. Kişisel bilgisayarların geri kazanım amacıyla ilk yapılan işlem işlemciler, devre kartları, RAM gibi ana modüllerini el ve mekanik teknikler ile otomatik olarak ayrıştırılmaktadır. Elektronik ürünlerin barındırdığı büyük hacimli sabit disk, devre kartları, işlemciler, plastik ve metal parçaları el ile geri kazanım kapsamında ayrıştırılmaktadır (Lee vd., 2004:93-100).

Elle ayırma tekniği daha uzun zaman dilimine ihtiyaç duyarken elle ayırma yöntemi ile ayrıştırmanın maliyeti düşük, hata oranı düşük olarak ayrıştırılmaktadır. El ile sökme kapsamında parçalar tekrar kullanma ve geri kazanım konumlarına binaen yeniden bir elektronik üründe kullanma ya da geri dönüştürme aşamasına tabi tutulmaktadır. Mekanik sökme ile elle ayrıştırma tekniği kıyaslandığında mekanik yöntem daha çok enerji ve yatırım maliyetine sahiptir. Ayrıca mekanik ayırma ile işletme maliyeti düşük olmakla birlikte kapasitesi olarak yüksek verime sahiptir. Ayrıştırma işlemlerinin etkinliği, uygulanmakta olan geri dönüştürme ve tekrar kullanma aşamalarının başarısı ve etkililiği sonucu gelişmektedir (Meskers ve Hagelüken, 2009).

Elektronik malzemelerde ayırma/sökme işlemi sonucu ortaya çıkan mamul, boyut hacim olarak küçülme nedeniyle gerekli kırma işlemine tabi tutulmak üzere uygun boyutlara indirilmektedir. Geri dönüştürme faaliyeti amacıyla tabi tutulacakları boyut küçültme işlemleri taneleri farklılık gösteren ürünlere göre değişmektedir. Elektronik atıklar birbirinden

farklı boyutlarda oluşmasının kırma işlemi araç gereçlerin tasarlanmasını etkilemektedir. Devre kartlarında metallerin konumu tane küçültme işleminde tasarımları etkilemektedir. Devre kartlarının çeşitli bileşenlerinde yer alan altın, kırma işlemleri esnasında aldığı darbeler ile toz halini alabilmektedir. Aynı işlem sonucunda kıymetli olarak belirlenen paladyum madeni de uğradığı işlemler sonucunda toz haline gelebilmektedir (Zhang ve Forssberg, 1997:247-269).

Elektronik atıkların geri kazanımının faaliyetleri kapsamında ön muamele süreci akış şemasının en belirgin aşamalarından birini oluşturmaktadır. Bahse konu basamaklar; fiziksel ve mekanik ayrıştırma teknikleri barındırmaktadır. Söz konusu teknikler; "sökme, parçalama, sınıflandırma, gravite ile ayırma, manyetik ayırma, elektrostatik ayırma" benzeri ürünlerin fiziksel niteliklerine dayalı ayrıştırma basamaklarını barındırmaktadır.



Şekil 3.12. AEEE'den Metallerin Geri Kazanımı İçin Uygulanabilecek Farklı Proses Seçenekleri (Kesikli Çizgiler Seçimli Yolları Göstermektedir)

Kaynak: (Yazıcı, 2012:20)

Mekanik ve fiziksel süreçsel faaliyetler söz konusu elektronik atıklardan elde edilen metallerin geri kazanım sürecinde ciddi avantajlar sağlamaktadır. Tanecik boyut küçültme yöntemi ile elektronik atıklardan geri kazanım daha kolay sağlanır. Elektrostatik ayırma

tekniki ile tanecik boyutları birbirine eşit olan parçacıkların ayrıştırılması daha kolay olmaktadır. Fiziksel ayrıştırma teknikleri ile önemli ölçüde bu süreçte metal kaybı yaşanmaktadır. Bu sebeple fiziksel yöntemlerin kullanımına sınırla getirilmiştir. Fiziksel yöntemler genel itibariyle metalürjik süreçler öncesinde ön ayırma / zenginleştirme amacı ile uygulamaya tabi tutulmaktadır. Ön işlemlerden geçen atık elektrik ve elektronik atıklar, hidrometalurjik ya da pirometalurjik süreçlerden beslenmektedir. Hidrometalurjik ya da pirometalurjik tekrar kullanıma kazandırma işlemleri ile metal verimi daha yüksek seviyelerde sonuçlar vermektedir.

3.6.2. Sökme ve Demontaj

Sökme basamak adımları otomatik, manuel ve yarı otomatik olmak üzere çeşitli aşamalar ile uygulanmaktadır. Sökme aynı zamanda, bileşenlerin ve parçaların elektronik atık barındıran parça grubundan sistematik olarak çıkarılması faaliyetidir. Elektronik atık içerisinde bulunan ürünler genel itibariyle tutturma, yerleştirme, kaynaklama, bağlama, sarma, kaplama gibi süreçler ile bağdaştırılmaktadır. Sabitlenerek birleşimi sağlanan ürünler daha kolay sökülebilmek kabiliyetine sahipken tıkaç, vida ve perçin benzeri ürünler bu süreçte değerlendirilirken kaynak, kaplama ve kapsülleme yöntemleri ile birleştirilmesi gerçekleştirilen ürünler daha zor sökülmesi gerçekleştirilmektedir (Lamber ve Gupta, 2005).

Günümüz mevcut ayrıştırma işlemi gerçekleştirilirken iki çeşit sökme yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemler; selektif ve eş zamanlı sökme olarak ortaya çıkmaktadır. Selektif sökme yöntemi manuel veya mekanik şekilde yapılması mümkün olmaktadır, genellikle el ile ayırma işleme gelişme aşamasında bulunan ülkelerde kullanılırken, gelişimini tamamlamış ülkelerde sökme işlemi mekanik olarak gerçekleştirilmektedir.

Mekanik ayrıştırma işlemi otomatik ve yarı otomatik olmak üzere iki farklı şekilde uygulanabilmektedir. Resmi olarak uygun olmayan manuel sökme yöntemi, lehimleme ile devre kartların bağlantı ve entegrelerini ayrıştırmak amacıyla farklı kesme araçları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Atık baskı devre kartları işlenmek üzere eritme işlemi plakalar kömür ısıtmalı olarak uygulanmaktadır. Materyaller "elektrikli üfleyiciler" kullanılmak suretiyle ısıtılarak, ardından pens kullanıma yöntemiyle ayrılma işlemine tabi tutulur. Birbirinden farklı tipteki bileşenler ilişkili oldukları sınıflara ayrılmaktadır. Bahse konu bu yöntem günümüz koşullarında hala illegal olarak kullanılmakta ve çevreye zararlı durumda bulunan gazların salınması ile koku oluşması tarzında olumsuz sebepler yüzünden kısıtlanmış süreçtir (Menad vd., 1998:65-85).

Sökme işleminin temelinde, otomatik sökme işlemi için farklı yöntemler kullanılmaktadır bunlar: selektif sökme ve eşzamanlı sökme olmak üzere iki farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Selektif sökme yöntemi ile bazı spesifik bileşenler yerleştirilir ve tek tek ayrılmaya tabi tutulur ve parçaların bulunduğu konumları sabit olduğu için tekniğe “bak ve al” tekniği olarak da adlandırılmaktadır. Aynı zaman aralığında ayrıştırma tekniğinde devre kartları küçük çapta eritmek suretiyle aynı zamanda yerine getirilir. Bahse konu küçük fırında eritme işlem sürecinden sonra malzemeler yapısal farklılıklarına, manyetik nitelik ve fiziksel özelliklerine ışığında ayrıştırılır. Selektif ayrılma ile aynı zamanlı ayrılma yöntemi bu niteliği ile ayrılmaktadır (Kaya, 2005:60-62).

3.6.3. Kırma ve Öğütme

Atık elektrikli ve elektronik ürünlerin manyetik esneklik, iletkenlik, yoğunluk tarzında çeşitli niteliksel farklı birçok bileşenden meydana gelmesi metal ve farklı atıkların birbirinden ayrılmasını gerekli kılmaktadır (Zhang ve Forssberg, 1997:247-269).

Elektronik ve elektrikli eşya atıkların bileşenlerine ayrıştırıldığı ön işlem mekanik ayrılma yöntemi ile kıymetli madenlerde kayıplar yaşanmasına neden olmaktadır. Eşyaların tane ölçeklerinde meydana gelen küçültme işlemi faaliyetini uygulanan ezme, kırma, öğütme uygun araçlar gereçlerden oluşmaktadır. Öğütme işlemi elektronik atıkların materyallerine bölünmesi, kırılması, öğütülmesi boyutlarına küçültme yöntemi ile öğütülmeye tabi olduğu aşamadan meydana gelmektedir.

Şekil 3.13.'de klavye ve güç kutularının tane ve boyut küçültme sırasındaki fotoğraflarına yer verilmektedir (Zhang ve Forssberg, 1999:295-301).



Şekil 3.13. Kesicide Boyut Küçültme İşlemi (Güç Kutusu)

Kaynak: (Çelik. 2007)



Şekil 3.14. Kesicide Boyut Küçültme İşlemi (Klavve)

Kaynak: (Çelik, 2007)

Boyut şekil verme süreci; çekiç tasarım, hızının, akışkan tasarımın sağlanmasının bir niteliğidir. Öğütücünün bir eşyanın boyutunun azaltılmasında en büyük etken birincil kuvvet olan darbenin şiddeti ve çarpma hızının şiddetine bağlı olarak gelişmektedir.



Şekil 3.15. Kesiciden Alınan Malzeme

Kaynak: (Çelik, 2007)

Çekiçli kırıcı işlemi ise içinde barındırdığı bileşenler kesme ve kırma işlemine tabi kalarak oluşmaktadır. Öğütme işleminde kırıcıların, çevrilme istikametine bağlantılı şekilde kırıcıların karşılık olarak gelen kırma sisteminin çarpma tepkimesiyle, ürünün hızla çevrilen kırma aletlerinin içinde kalması ile kesme süreci gerçekleşmektedir. Çekiç aracılığı ile kırma 60, 40 ve 20 mm ölçülerinde çekiciden çıkışı ile gerçekleştirilmektedir. Yapılan bütün denemelerde çekiçli kırma aletinin dönme seviyesi 1500 rpm olacak şekilde uygulanması gerekmektedir.



Şekil 3.16. EEEA'lar İçin Kırma Ekipmanları: (A) Kesme Makinesi; (B) Çekip Değirmeni

Kaynak: (Çelik, 2007)

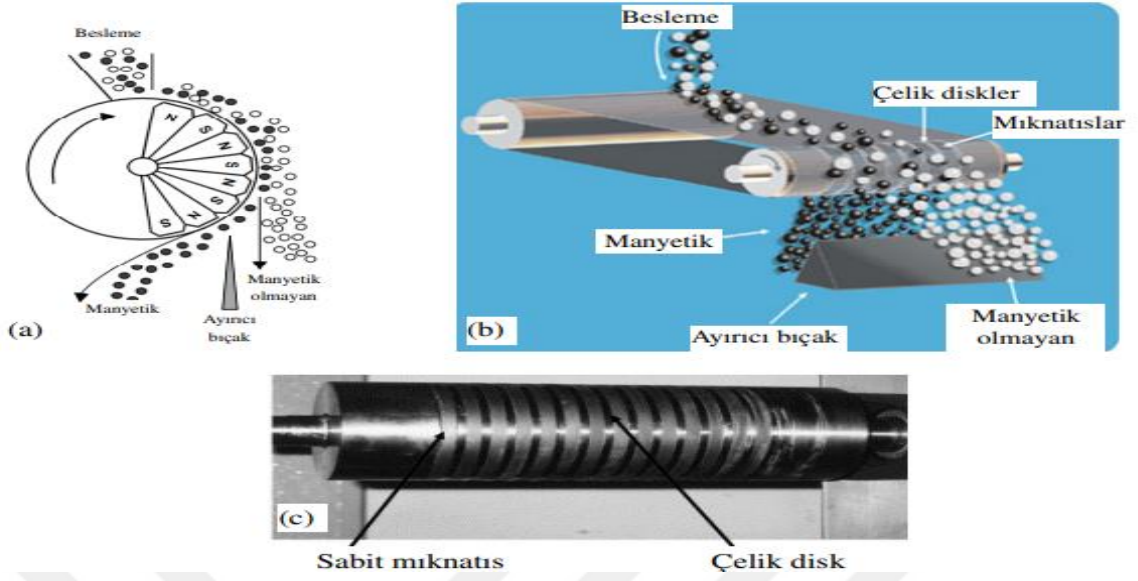
3.6.4 Gravite ile Ayırma

Gravite tekniği ile madenlerin ayrıştırılması noktasında ürünlerin niteliğini artırılması için " özgül ağırlık farkına dayalı " değerlendirmeye tabi tutulmaktadır. Bir parçanın uygulama içindeki tasarımı, parçanın şekline, evsafına dayalı olarak, büyük boyutlu materyaller, küçüklere kıyasla daha fazla denemeye tabi tutulmaktadır. Parçaların beklenen boyuta en yakın şekle değerlendirmeye tabi olabilmesi için standartlarda olması gerekmektedir. "Hava masaları" metal ve gıda sektöründe çeşitli nedenler için yerine getirilmektedir. Metal sektöründe döküm sonucu parçaların tekrar kazanılması için, gıda sektöründe ise ürünlerin ayrılmasında gravite ayırma tekniğini kullanılmaktadır.

Elektronik atıkların tasnif edilmesi sürecinin önemli bir ayağını oluşturan ve söz konusu malzemelerin geri kazanım faaliyetleri hava ve su masaları yöntemi kullanılmak suretiyle yerine getirilmektedir.

3.6.5 Manyetik Ayırma

Atık elektrikli ve elektronik ürünlerin barındırdığı duyarlılığı yüksek metal içerikler (Fe, Ni ve Co gibi), kuvveti daha düşük madenler ayrıştırılmaktadır (Zhang ve Forssberg, 1997:247-269.) Şekil 3.17.'de "kuru tambur ve rulo çeşitli manyetik ayırıştırıcılar metal ve madenlerin ayrıştırılmasında kullanıldığı gösterilmektedir.



Şekil 3.17. Sabit Mıknatıslı Ambur Tipi Rulo Tipi Manyetik Ayrıcı (Rulo Tipi Ayrıcılarda Kullanılan Sabit Mıknatıslı Tambur)

Kaynak: (Drzymala, 2007:508)

Minerallerin zenginleştirilmesi ve ayrıştırılması için kullanılan manyetik ayırma yöntemi geçmişten günümüze kadar bilinen ve ferromanyetik tipi yöntemdir. Günümüzde tüm paramanyetik minerallerin zenginleştirilmesinde ve ayrıştırılması işleminde kullanılan bir yöntemdir. Maden, cevher zenginleştirmede genellikle en çok tercih edilen manyetik karıştırma yöntemi ile; nikel, kalay, manganez, manyetit, elmas, krom, titanyum, altın, bakır, alüminyum, baryum, gibi birçok cevherin, materyallerin çeşitlenmesi nedeni için gerçekleştirilmektedir (Tuncer, 2014).

Manyetik ayırma için üretilen cihazlar birbirinden farklı manyetik duyarlılığa sahip mineralleri ayırmak amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Manyetik ayırma işlemi: işleme tesislerde kullanım amaçlarına, niteliksel ve fiziksel özelliklerine binaen ayrıştırılmaktadır.

Manyetik ayırıcılar kuru ve yaş olmak üzere, düşük ile yüksek şiddette ki materyalleri ayırmak üzere iki çeşit olarak ortaya çıkmaktadır. Şiddeti yüksek manyetik ayırıcılar ile ince boyutlu, orta ve zayıf esnekliği olan madenleri ayırmak ve zenginleştirmek üzere gerçekleştirilmektedir. Şiddeti düşük manyetik ayırıcılar ile yüksek duyarlılığı olan madenlerin ayrıştırılmasında ve zenginleştirilmesinde gerçekleştirilmektedir. Diamanyetikler, manyetik niteliğe özgü özellikleri bulunmadığı için, paramanyetik özellikteki akışkanlar ile birlikte nitelik zenginleştirilerek ayrıştırılabilmektedir.



Şekil 3.18. Endüstride Kullanılan Manyetik Ayırıcı Tipleri

Kaynak: (Hafızoğlu, 2011:75-93)

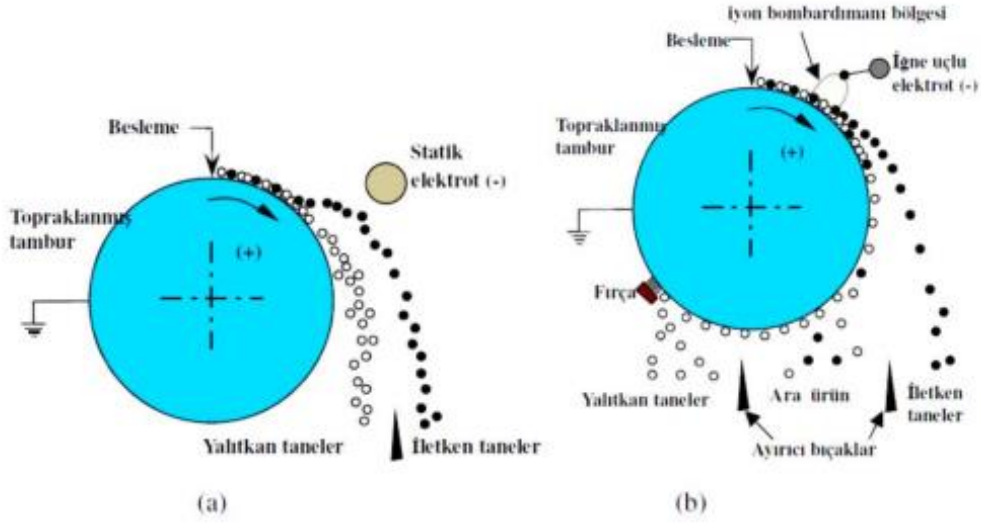
3.6.6. Elektrostatik Ayırma

Elektrostatik yöntem ile ayrıştırma tekniği elektronik atık geri kazanılması sırasında kıymetli madenlerin ve metallerin geri dönüştürülmesi aşamasında kullanılan geri dönüşüm faaliyetlerinin yürütüldüğü bir yöntemdir (Tuncer, 2014).

Elektrostatik ile manyetik ayırma yöntemi sonucu edinilen elektronik atıkların barındırdığı altın, bakır, paladyum kıymetli madenler ile plastik, metal gibi malzemelerin birbirinden ayrıştırılmaya tabi tutulmaktadır (Zhang ve Forssberg, 1997:247-269). Elektrostatik ayırıcılar, metal ve harici durumda bulunan malzemeleri gaz iyonları ile indüksiyon bombardıman olmak üzere iki çeşit uygulama ile gerçekleştirilmektedir.

Elektrostatik ayırıcılar, yüksek gerilim ayırıcılar olarak adlandırılmakla birlikte elektrostatik ayırma malzemelerin elektriksel iletkenliklerindeki birbirinden farklılıklara göre uygulanan ayırma da kullanılan yöntemdir.

Şekil 3.19.'da iki farklı proseste çalışan elektrostatik ayrıştırıcıların görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.19. İndüksiyon Gaz İyon Bombardmanı Prensipli Elektrostatik Ayırıcı

Kaynak: (Yazıcı, 2012:20)

Elektrotun etrafındaki havanın iyonlaşmasını gerçekleştirmek için yüksek şiddette gerilim uygulanarak, gaz iyonları bombardımanı yöntemi ile çalıştırılmaktadır. Uygulanan yüksek gerilim sonucunda hava da korona elektrotu iğne, bıçak ve tel gibi maddeler kullanılarak, birbirleri ile tırs yüklenmesi gerçekleştirilmektedir.

"İyonlaşan hava ile etrafındaki hava moleküllerinin de yüklenmesine neden olmaktadır. İletkenliği 1011 Ohm'dan yüksek olan taneler yüklerini tambura verirler ve merkez kaç kuvveti ve sürtünme kuvveti etkisiyle ile tambur yüzeyinden fırlatılır. İletkenliği 1011 Ohm'dan düşük olan taneler ise yüklerini tambura iletemedikleri için tambur yüzeyine tutunarak hareket ederler; yükleri yavaşça kaybolur ve sonunda tamburdan düşerler. Bunun neticesinde iletkenliği yüksek olan ve düşük olan taneler birbirinden ayrılmış olur. Orta yükteki parçacıklar (iletken ve iletken olmayan taneler arasındaki iletkenliğe sahip olanlar) yüklerini hızlıca kaybederler ve ilk düşerler. Kalan iletken olmayan parçacıklar rotordan bir fırça yardımı ile çıkarılırlar. Korona elektrotu kullanan elektrostatik ayırıcı rotor tipi, hammaddeyi iletken ve iletken olmayan fraksiyonlara ayırmak için kullanılabilir. Metaller ve metal olmayan diğer maddeler arasında bulunan elektriksel iletkenlik veya özel elektriksel dirençteki aşırı farklılık, atıkların geri dönüşüm sürecindeki bir korona elektrostatik ayırma işleminin başarılı şekilde uygulanması için mükemmel bir ön koşul sağlar."(Yazıcı, 2012:20).

Statik elektrotlar, elektrostatik ayırıcılarda indüksiyon yöntemi kullanılarak dönen tambur ile oluşmaktadır. Bahse konu durumda uygulanan gerilim sonucu bir alanda elektriksel alan oluşmaktadır. Elektrostatik ayırıcıda eklenen parçalar iletkenliklerine göre elektriksel alana dahil olur ve dönen tambura elektron verilerek negatif yüklü elektronlar yaklaşırken pozitif yüklü elektronlar uzaklaşmakta ve bu şekilde hareket tamamlanmaktadır.

İletkenlik seviyesi düşük olan tanecikler (iletkenliği 1011 Ohm'dan düşük olan taneler) elektron dönüşümünde bulunmayarak tamburdan uzaklaştırılmaktadır (Yazıcı, 2012:20).

3.7. Geri Kazanım Teknikleri

AEEE'lerin geri dönüştürme ve kazanım kapsamında birden çok fazla yöntem mevcuttur.

- Hidrometalurjik geri kazanım yöntemleri
- Pirometalurjik geri kazanım yöntemleri
- Elektrokimyasal geri kazanım yöntemleri
- Biyokimyasal geri kazanım yöntemleri

Bahse konu tekrar kazanma amaçlı yöntemlerinden tercih aşamasında AEEE'lerin kimyasal, fiziksel özellik ve türlerine göre metallerin geri kazanım sürecinde farklılıklar oluşmaktadır.

Hidrometalurjik geri kazanım yöntemi; öngörülebilir işlem olması, kontrol edilebilir ve kesin sonuç elde edilebilirliği ile pirometalurjik geri kazanım tekniğine kıyasla daha çok tercih edilen bir yöntem olmaktadır.

Hidrometalurjik geri kazanım yöntemi, farklı türdeki asit veya aşındırıcı liç aşamalarından katı maddelerin geçirilme işleminden oluşmaktadır. İlk adım olarak mekanik ayırma sürecinde elektronik atıkların hacim ve boyutları küçültmeye tabi tutulur. Atık elektronik malzemelerin devamında kıymetli madenler aşındırıcı ve asit gibi kimyasallar ile işleme tabi tutulacak metaller çözelti ile etkileşime geçirilir. Elektroliz ilkesine bağlı Elektrolit arıtma, kristalleştirme ile kimyasal indirgeme teknikleri elektroliz ilkesi dayalı olarak son aşama olan değerli metaller yeniden kullanılmak üzere geri kazanımı gerçekleştirilir.

Pirometalurjik ile hidrometalurjik yöntem; değerli metal kazanma, yatırım maliyetleri, ölçek açısından küçük firmalara uygunluğu ve çevreye zararı daha etkisi olması gibi kıyaslanmalara göre hidrometalurjik yöntemin önemi dikkat çekmektedir. Hidrometalurjik geri kazanım sistemlerde, fiziksel teknikler kullanım sonucu kayıpların (%10 ile- %35 arasında olup) daha düşük seyir etmesi ve bahse konu AEEE'lerden metallerin geri kazanım potansiyel sahip olması ile daha önemli bir konumda yer almaktadır (Yazıcı ve Deveci, 2009:3-18).

Pirometalurjik Geri Kazanma Yöntemi: Geri kazanım kapsamında ısıtma işlemi tekniği pirometalurjik yöntem ile mümkün olmaktadır. Söz konusu yöntem sıcaklık derecesi yüksek tepkimeleri, eritme, ısıtma, ve dönüştürme (metal oksitten metale) işlemlerini barındırmaktadır (Talın ve Tunçer, 2014). Söz konusu yöntem elektronik atıkların barındırdığı metal dışındaki kıymetli malzemelerin geri kazanımında gerçekleştirilmektedir (Yazıcı ve Deveci, 2009:3-18).

Pirometalurjik ile hidrometalurjik yöntemler kıyaslandığında esneklik payı az, kontrol yetisi daha katı ve zor kontrolü olan bir metod dan oluşmaktadır (Antrekowitsch vd., 2006:899-902). AEEE'ler genel itibariyle pirometalurjik yöntemine tabi tutulmakta ve Ergitme tesisleri kıymetli materyal seviyesi yüksek olan (altın, bakır, paladyum, alüminyum, ve nadiren Platin içeren) elektronik atıklar değerlendirilmektedir.

Elektronik atıkların seyreltme aşamaları sırasında çeşitli yöntem ve çevreye yönelik sorunlarla karşılaşmaktadır. Hurda konumunda bulunan baskılı devre kartlarını eritme işlemlere alındığında, devre kartlarının (bromlu ve klorlu alev geciktiriciler) tepkimeye girmesi sonucu çevreye zararlı furanlar ile dioksinler gibi çevreye zararlı etkisi olmakta ve aynı zamanda barındırdığı plastikler aynı yöntem ile işlem sırasında yakıt olarak da görmektedir. AEEE'lerde çeşitli metaller ergitme işlemi ile buharlaşmak suretiyle işlevden uzaklaşmakta, aynı zaman değerli metal kayıtları ergitme işlemi ile olumsuz yönde maliyeti yüksek olmaktadır (Yazıcı ve Deveci, 2009:3-18).

Elektrokimyasal Geri Kazanım Yöntemi: Elektrokimyasal yöntemler, elektrik akımı ve kimyasal süreçlere dayanan teknolojiye dayalı uygulamalar bütünüdür. AEEE'lerden değerli metallerin geri kazanılması sürecinde bu yöntem kullanılmaktadır. Çevreye etkisi, birçok alanda kullanımının bulunması ve kıymetli ekonomik rolünün olması Elektrokimyasal metotlar, kullanılmasında büyük öneme sahiptir (MAM, 2018).

Elektronik atıklar kıymetli materyallerin geri kazanım esnasında, farklı rafinasyon tekniklerinin çoğunlukla kullanıldıkları elektrokimyasal geri kazanma tekniğidir. İyon alışverişi, solvent ekstraksiyon ve selektif çözünme tarzında hidrometalurjik yöntemler ile çeşitlendirilen atık elektronikler içinde barındırdığı materyaller elektrokimyasal yöntem çözeltide sulu katotta doğrudan redüklenir. Söz konusu duruma nikel ve bakır barındıran çözeltiden bakırın elektroliz yöntemi ile ayrıştırılması gösterilmektedir.

Biyokimyasal geri kazanım yöntemi; Geri kazanım tekniklerden birini oluşturan biyokimyasal tekniği, genel itibariyle değerli madenlerin geri kazanılmasının hedeflendiği bir yöntemdir. Biyokimyasal yöntem metalleri minimum sıcaklıkta mikroorganizmaları ile elemesi ve sonraki işlemlerde metal içerik dahil etmeyen, temiz tortu imal ettiği üzere kıymetli avantajlar barındırmaktadır. Söz konusu yöntem elektronik atıklardan öncelikle altın ve bakır gibi ekonomik değere sahip madenlerin geri kazanılmasında kullanılmaktadır. Edinilen bulgular ile yatırım maliyetlerin düşüklüğü, minimum olumsuz çevreye etkisi, maksimum enerji tasarrufu ve geleneksel pirometalurji, hidrometalurjik tekniklere göre kontrol yetisinin daha iyi kontrol altında tutulma imkânı sebebiyle biyo-hidrometalurji çalışmalara yönelinmiş ve bahse konu maden dışındaki materyallerin de geri kazanılması yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Kaya, 2016:64-90).

3.8. Bertaraf İşlemleri

Atık elektrikli ve elektronik ürünlerin ülkemizde ve dünyada çevreye önem veren teknikler ile yeniden kullanılmak üzere geri kazanılması, geri dönüştürülmesi hedeflenmektedir. Geri dönüşüm imkânının mümkün olmadığı hallerde ülkelerin tabi olduğu ve uymak zorunda olduğu yönetmelik ve mevzuatlara uygun hareket ederek söz konusu ürünlerin bertaraf edilmesini gerekli kılmaktadır. Bertaraf işlem faaliyetleri söz konusu süreci yerine getirebilmek üzere yeterli lisanslara sahip firmalar aracılığıyla yerine getirilmesi gerekmektedir. Atıkların mevzuattan uzak yasa dışı yöntemler ile yakılması ve depolanması ülkemizce yasalaşmıştır.

Bertaraf işlemi, gömme ve düzenli depolama işlemi olmak üzere iki farklı yöntem ile yerine getirilmektedir. Söz konusu bu işlemler, yakma işleminde olduğu gibi çevreye ve insan sağlığına oldukça tehlikeli ve zararlı olmakla birlikte ekonomik açıdan da işletmelere büyük zararlara neden olmaktadır. Elektrikli ve elektronik hurda eşya bileşenlerin içerdiği yoğun materyaller, tehlikeli ve çevreye zararlı bileşenler doğal kaynaklara ve elementlere karıştığında çevre ve canlı sağlığı bakımından büyük zararlar tahribatlar meydana getirmektedir. Yasal düzenlemeler, mevzuat ve yönetmelikler ile atık elektrikli ve elektronik eşyaların bertaraf işleminin uygulanmasının yanı sıra, yeniden kullanım ve geri kazandırma işlemlerinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Bertaraf işlemleri kapsamında da her yıl birçok sayıda atık elektrikli ve elektronik ürünleri gömme yöntemi ile bertaraf etmek imkansızla yakın denecek kadar zor bir durumu meydana getirmektedir (Çığgın, 2006).

3.8.1. Depolama

Elektronik atıkların bertaraf edilmesi aşamasında depolama sahasında gerçekleştirilmesi birçok ülkede uygulanan bir yöntemdir. Doğru ve mevzuatlara uygun düzenlenmiş ve yönetimi iyi gerçekleştirilen depolama alanı söz konusu atıkların bertaraf işleminin hijyenik ve ucuzluk açısından doğru bir yöntemdir. Kötü ve organize olmadan tasarlanmış ve kötü yönetilen depolama alanları atıkların atmosfere, çevreye zararlı gazların salınımına, çevreye çöplerin atılmasına ve atıklarda sızıntısı oluşması gibi birçok canlı sağlığı ve çevreye zararlı etki oluşturabilmektedir (Tuncer, 2014).

Elektronik atık muhafaza edilmesi, doğal konumdaki hurdaların anaerobik parçalanma evresinde karbondioksit ve metan barındıran gazlar meydana gelmektedir. Günümüzde modern olarak tasarlanmış depolama alanının tasarım dizaynı özel metotlardan meydana gelmektedir. Depolanan elektronik atıklar sıkıştırılmalı yöntemi ile bir araya getirilmeli ve fare benzeri düzensiz haşerelerin oluşumunu engellemek üzere teknik olarak özel malzemelerle ambalajlanmalıdır. Modern olarak tasarlanmış depolama alanlarında, depolama sonucu ortaya çıkan gazı çıkarmak üzere kurulu gaz tahliye sistemleri bulunması gerekmektedir. Tahliyesi gerçekleştirilen gaz, delikli borular ile depolama alanından dışarıya pompalamak suretiyle elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir.

3.8.2. Yakma

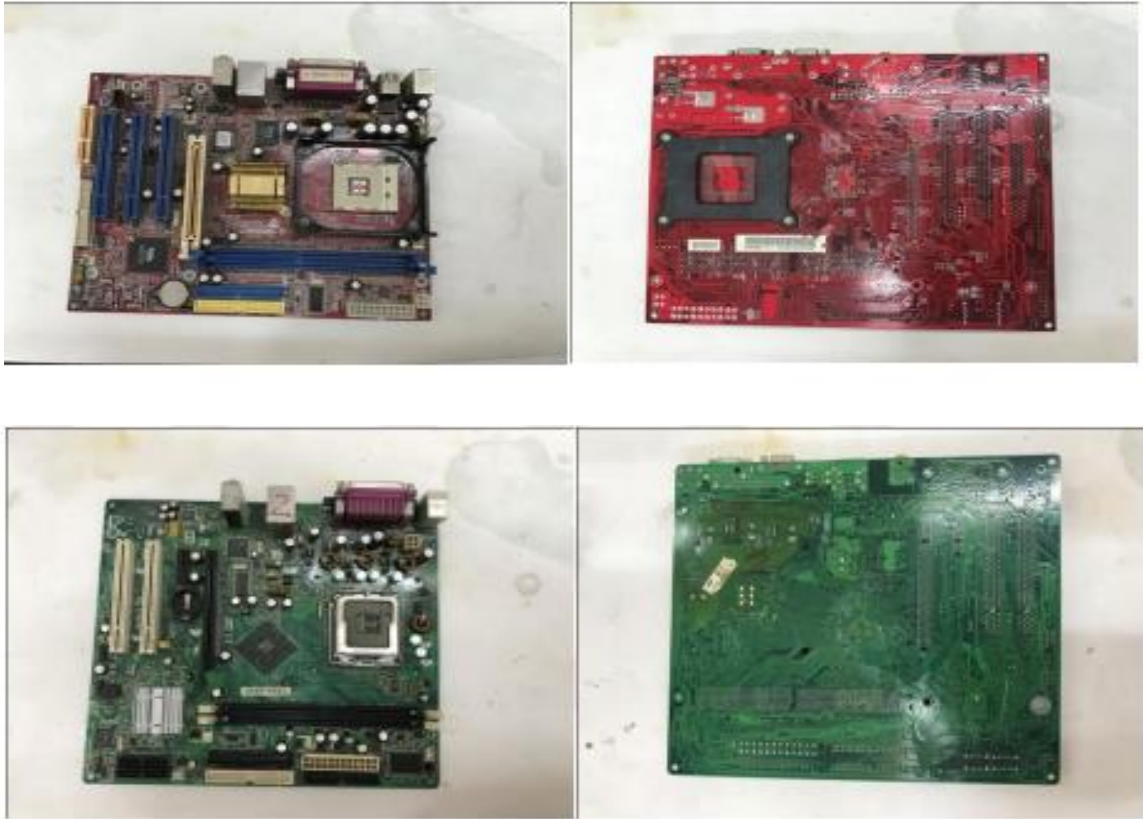
Elektronik atık ürünlerin bertaraf edilme yöntemlerinden biri de yakma faaliyeti ile gerçekleştirilmektedir. Yakma yöntemi ile hurda ürünler; gaz, kül, ısı, ve kül haline dönüştürülmektedir. Yakma işlemi, endüstrilerde küçük ve büyük ölçekte gerçekleştirilmesinin yanı sıra sıvı, katı ve gaz halinde bulunan atıkların bertaraf edilme sürecinde de uygulanmaktadır. Yakma işlemi tehlikeli özellik gösteren atıkların imha ve bertaraf edilmesi sürecinde pratik ve etkin bir yöntem olarak görülmektedir. İyi bir atık yönetimi olmayan yakma faaliyeti ile çevreye zararlı ve tehlikeli gaz bileşenlerin meydana gelmesine sebep olduğu için genellikle ülkeler açısından söz konusu işlem sakıncalı kabul edilmektedir; yalnız depolamak faaliyeti için olanaklı düz arazilerin yetersizliği ve bulunmasının düşük olduğu ülkelere yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Modern olarak tasarlanmış yakma tesislerinde ve ünitelerinde, söz konusu işlem ile meydana gelen gazlar enerji kaynağı olarak kabul görmektedir.

3.9. Cpu, Board ve Konektörlerden Kral Suyu İle Altın Geri Kazanımı

CPU, board ve konektörlerin elektronik atıkların geri kazandırılması için uygulanmakta olan kral suyu prosesi ile yüksek altın 3 farklı elektronik atık uygulanmaktadır. Bu aşamada söz konusu kral suyu projesi ile elektronik atıklardan edinilen altın miktarsal verileri belirlenmektedir.

Atık elektroniklerin geri kazanım ve dönüşüm faaliyetleri kapsamında edinilen board, CPU ve konektörlerin miktarsal yüzdeliklerin tespit edilmesinin ardından kral suyu tekniği uygulanarak tekrar kazanım sonucu temin edilen altın miktarları Tablo 3.18.'de belirtilmiştir.

Boardlar Elektronik atık geri dönüştürme ve kazandırma faaliyetleri kapsamında öncelikli olarak belirlenen atık çeşitlerinden boardlar, farklı türde ürün tasarımlarda üretilmektedir. Elde edilen bulgular farklı tasarım ve tipte, ağırlık oranlarında boardlara ait görüntüler Şekil 3.20.'de gösterilmiştir (Onay, 2019).





Şekil 3.20. 4 Farklı Tip Board Görünümleri

Kaynak: (Onay, 2019)

Tablo 3.18. Board Analiz Sonuçları

	Atık ağırlığı, gr	Altın	Altın, gr
Board 1	546,4	0,052	1,2
Board 2	466,85	0,052-0,056	1,03
Board 3	599,24		1,32
Board 4	530,29	0,052-0,056	1,17

Kaynak: (Onay, 2019)

CPU'lar Elektronik atık geri kazanım faaliyetleri kapsamında belirtilen proseslere göre aralarında en fazla altın içeriğini barındıran atık türlerinden olan CPU lar, üretim teknolojileri ve modüllerine göre oldukça farklı türde ki tasarım ve modüllerde imal edilmektedir. Şekil 3.21.'de çeşitli tipte ki ve ağırlıkta bulunan CPU görünümleri gösterilmiştir (Onay, 2019).



Şekil 3.21. CPU Görünümleri

Kaynak: (Onay, 2019)

Tablo 3.19. CPU Analiz Sonuçları

	Atık ağırlığı, gr	Altın, %	Altın, gr
CPU 5	19,6975		0,12
CPU 6	11,1465		0,0712
CPU 7	11,1146		0,0712
CPU 8	22,2160		0,1312
CPU 9	18,7938		0,11
CPU 10	22,5855		0,1312

Kaynak: (Onay, 2019)

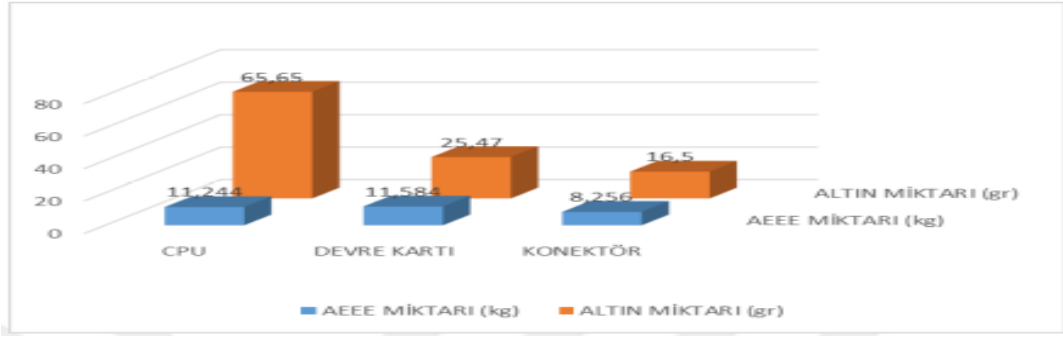
Konektörler Elektronik atık geri dönüştürme sürecinde diğer proseslere göre daha az sıklıkla alınmasının yanı sıra, CPU ve Boardlar beraber kıymetli madenlerin yeniden kazanım faaliyetleri sonucu sürece dahil olan atıklardır.

Konektörler ile yapılan kral suyu yöntemi ile altın geri kazanım elde etme faaliyetleri kapsamında, 144,93 gr atık sonucunda, kral suyu tekniği sonucu kazanım kapsamında 0,29 gr altın elde edilmiştir.



Şekil 3.22. Konektör Görünümü

Kaynak: (Onay, 2019)



Grafik 3.3. CPU, Devre Kartı, Konektörlerin Geri Kazanımından Elde Edilen Altın Miktarı

Kaynak: (Onay, 2019)

Elektronik atık tesislerinde işleme tabi tutulan CPU, Devre Kartları ve Konektörlerin ağırlıkları birbirinden farklılık göstermektedir. Bu kapsamda Baskılı Devre Kartı, CPU, ve Konektörlerin içeriğinde barındırdıkları ağırlıklı altın sıralaması; 5,85 gr/kg, 2,2 gr/kg ve 2 gr/kg dır. Altın cevherlerinden çıkarılma suretiyle 3-9 gr/ton-maden elde edilmekte ve kıyaslandığında geri kazanım faaliyetleri kapsamında kazanımı sağlanan altın oranlarının verim olarak fazla olarak belirlenmiştir.

Elektronik atık geri kazanım kapsamında altın temel etken olmasının yanı sıra ayrıca bu işlemler sonrasında bakır ve paladyum cevherleri de kazanılmaktadır. Bu işlemler ile geri kazanım süreci boyunca maliyet etkinlik analizi yapıldığında altın temel maddeyi oluşturmaktadır.

Kral suyu proses yöntemi uygulandığında ve maliyet, giderlerin dağılımı yapıldığında %56 %75'inin işçilik, ekipman ve kira gibi maliyetlerden meydana geldiği belirlenmiştir. Tesiste işleme esnasında tüketilen su, enerji, güç ve atık su kimyasalların işletmeye maliyetlerinin karşılaştırıldığında benzer miktarlarda yakın olduğu gözlemlenmektedir. Kazanma faaliyetleri kapsamında kral suyu prosesi için kira ve işçilik gider kalemlerinin yer ve şehirler olan farklılıkları önem arz etmektedir. Yalnız güç, kimyasal, atık su, ve enerji maliyetlerinde yer ve şehir gibi değişimlerinde önemli değişimler yaşanmaktadır.

CPU, konektör ve devre kartı kral suyu tasarımında maliyetler için değişim göstermezken, bu elektronik atıklardan altın miktarlarında farklılıklar meydana gelmektedir. Bu sebeple elektronik atıkların her biri için hesaplanması gerekmektedir. Elde edilen bulgularda CPU'dan geri kazanılan altın miktarının, diğer elektronik atıklardan fazla olduğu görülmektedir.

4. BİLGİSAYAR ATIKLARI

Elektrikli ve elektronik atıkların genel çerçevede değerlendirilmesinin yanı sıra bilgisayar atıkları incelendiğinde, bilgisayar atıkları diğer elektronik atıklara nazaran daha fazla değerli cevher, metal ve diğer malzeme gruba giren birçok materyalden oluşmakta ve her biri geri dönüşümü ve yeniden kullanıma kazandırıldığında maddi kıymet, değer ihtiva eden unsurları oluşturmaktadır.

Tablo 4.1. Tv ve Bilgisayar Demontajı Sonucu Çıkan Malzeme Oranları

Madde	Televizyon	Bilgisayar
Cam	47,6	24,8
Plastik	14,7	23
Baskılı elektrik panosu	5,6	-
Değerli Metal	27,1	0,02
Demir	0	20,47
Kurşun	0	6,3
Alüminyum	0	14,17
Bakır	4,8	6,93
Diğer	0	4,3
Toplam	100	100

Kaynak: (GRID, 2006)

Elektronik atık kapsamında bilgisayardan elde edilen cevherler, bakır, altın, platin, plastik ve cam birbirinden farklı ürün grubundan oluşmaktadır. Bilgisayar atıklarının ayrıştırılma faaliyeti süreci bütün işlem basamakları fiziksel olarak çıplak elle yapılmakta ve koruyucu herhangi bir ekipman kullanılmamaktadır. Bilgisayar atık ayrıştırılma işlemi başlangıcı olarak öncelikle ana parçalar olarak ana kartlar, işlemciler, monitörler, klavyeler, CD yazıcılar ve boardlardır gibi parçalardan oluşmaktadır.

"Monitörler; Monitörleri ayrıştırmadaki ana amaç tüplerin etrafındaki Bakır cevherinin elde edilmesinden oluşmaktadır. Değerli, kıymetli ürün olarak görülmeyen cam ve plastik gibi diğer parçalar ayrıştırılarak depolaması yapılmaktadır. Plastik parçaları yakılmak suretiyle bertaraf yoluna gidilmektedir.

CD ve CD Sürücüler; Bilgisayar atıklarının değerli ana parçalarından CD sürücülerini tamir edilebilme ve yeniden kullanılabilme olanaklarına göre ayrıştırılmakta ve durumlarına göre yeniden kullanıma dahil edilmektedir. Tamir edilebilmesi mümkün olmayan sürücüler parçalarına ayrıştırılarak geri dönüşüm, yeniden kazanma ve kullanıma sunulma sürecine dahil edilmektedir.

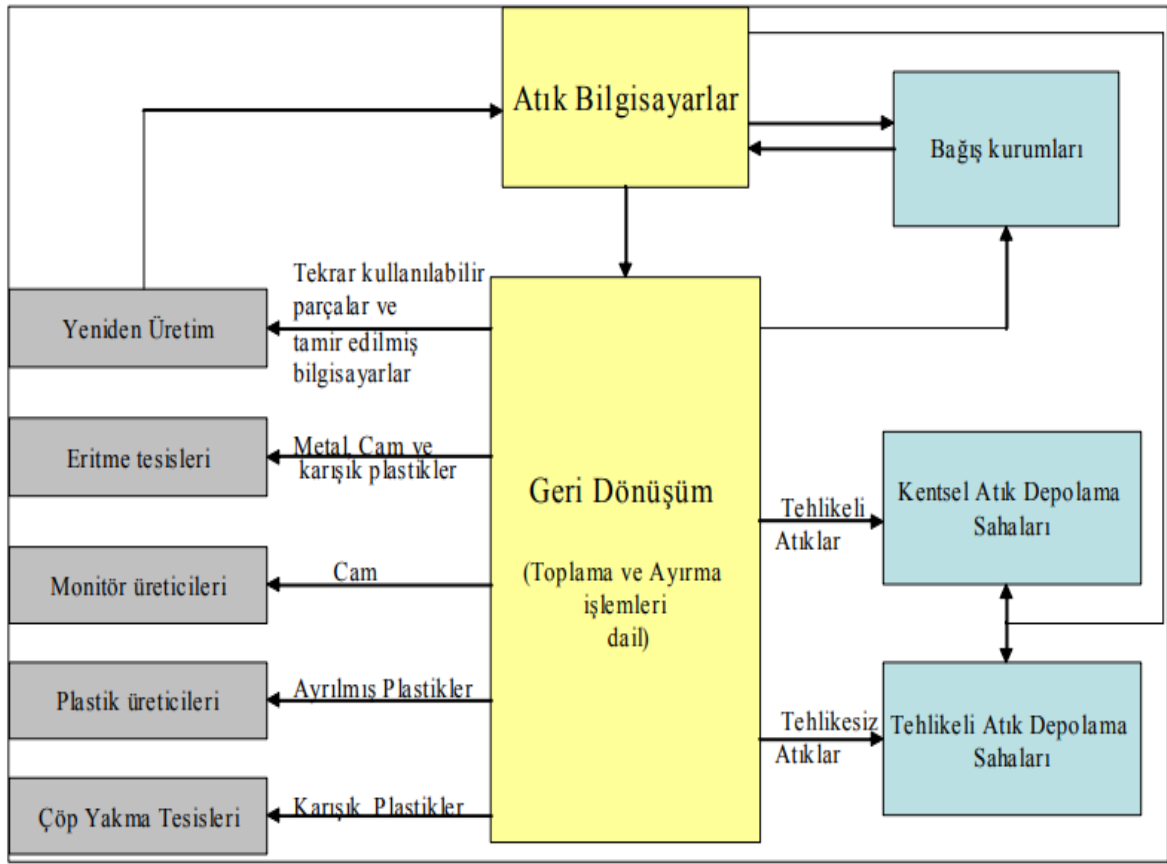
Ana kart, kart, çipler ve işlemcileri içeren devre tablaları; Bilgisayar atıklarının yeniden kullanıma sokulma ve kazandırılma sürecinde ciddi önem ihtiva eden parçalarını oluşturan materyal gruplarıdır. Devre tablaları önce alev tabancaları ile ısıtılma işlemine tabi tutulmakta çipler, bileşenlerini oluşturdıkları metallere ve tablolardan çıkarılarak ayrılmaktadır. Devre tablalarında geriye kalan lehim parçalarının eritilmesi ve kalan parçaların materyallerine ayrıştırılma işlemi sonucu satılabilmesi maddi değer yaratılmak için alev direkt olarak tablaya maruz bırakılmaktadır." (Şen, 2006:10-18).

Bilgisayar atık parçalarından olan tablalarından Altın cevherinin çıkarılması için kullanılan tekniğe 'Adda' denilmektedir. Bahse konu süreç, çalışanların kömür ve odun harlanan ateşi, fanlar ve körükler aracılığı ile güçlendirilmesi sağlanan ateş çukurlarında oluşturulan eritme yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. "Sikka" olarak adlandırılan Eritme tekniği parçaları eritmek suretiyle dönüşümü sağlanmakta ve materyal elde edilmektedir. Eritme işlemi sonucunda top şeklini alan parçacıklar asit banyolarına alınarak, asit etkisiyle birbirinden ayrıştırılmaktadır. Bakır ve Altın'ı elde edebilmek için kimyasal bir toz kullanarak ayrıştırılma işlemi gerçekleştirilmektedir. Kuyumcular ayrıştırılma işlemi sonucunda meydana gelen parçaları küçük toplar şeklinde yeniden kullanıma dahil etmektedir.

4.1. Elektronik Atıklar Açısından Bilgisayar Atıkların Önemi

Bilgisayar Atıkları elektronik atıklar kapsamında hangi işlem adımlarından ve süreçlerden geçtiği toplanan bilgisayar atıkların genel durumu hakkında bu faaliyet sürecindeki öneminden bahsedilmektedir. Toplanan bilgisayar ve bileşenleri ön ayırma sürecine dahil edilmektedir. Geri dönüşümü mümkün, tamiri edilebilmesi ve yeniden kullanılabilmesi olanaklı görülen parçalar bileşenlerinin özelliklerine göre ayrı ayrı toplanmaktadır. Ayrıştırılma sürecine dahil edilen bilgisayar atıklarından elde edilen tehlikeli ve çevreye zararlı etkisi bulunan maddeler bertaraf işlemleri için Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının firmalar aracılığı ile uygun gördüğü depolama alanlarında muhafaza edilmektedir. Tehlikesiz atıklar ise belediyeler tarafından belirtilen atık alanlarında depolanmakta ve dolgu malzemesi ile birlikte gömülerek bertaraf edilmektedir.

Bilgisayar atıklarının geri dönüşüm ve kazanım faaliyetleri sonucu elde edilen monitör, ana kart, devre kartları, CD sürücüler, işlemciler, cipler vb. ana parçalarını meydana getiren materyaller ayrı şekilde toplanarak tamiri mümkün olanlar gerekli işleme tabi tutularak yeniden kullanıma verilmekte, geri kazanımı mümkün olmayan parçalar gerekli ayrıştırma işlemlerine tabi tutularak bertaraf edilmektedir. Ana parçalardan ayrıştırılan değer açısından ikincil planda bulunan cam, metal, ve plastikler şiddetli yüksek ısıli fırınlarda eritmek suretiyle yan mamul kapsamında yeniden kazanma imkânına dahil olurken ve yeniden kullanımı mümkün camlar monitör üreten işletmelere, plastikler enerji üretmek için yanıcı madde kapsamında çöp yakma tesislerine, satılmak suretiyle yeniden kullanıma kazandırılmakta ve ekonomik bir değer ortaya çıkarılmaktadır (Bleiwas, 2001:1-4).



Şekil 4.1. Atık Bilgisayarların Geri Dönüşümündeki Safhalar

Kaynak: (Bleiwas, 2001:1-4)

4.2. Bilgisayar Atıklarının Tersine Lojistik Sürecinde Değerlendirilmesi

Günümüz küresel dünyada teknolojik gelişme ve değişimlerin teknoloji ile paralel şekilde çok hızlı seyir gösterdiği, bilgi ve elektronik sektöründe de gelişen teknoloji ile eş güdümlü olarak ürünlerin geri dönüşüm, yeniden kazanma ve kullanma işlemlerinde tersine lojistik konusu aynı hızda ve kendini yenilemede büyük bir öneme sahip olarak yerini almaktadır.

Teknoloji hayatımıza birebir etki ettiği günümüz dünyasında tersine dönüş kapsamında geri dönüşlerin sebeplerinin bir kısmını ürün arızası, hatalı olmasını oluştururken, bir kısmını tüketicilerin ürünlerin işlev ve teknik özelliklerini öğrenme ve alışma süreçlerinde ki uyumsuzluklar nedeni ile geri iade etmek oluşturmaktadır.

Bilgi ve elektronik sektöründe rekabetin yoğun olduğu küresel dünyada tersine lojistik faaliyetleri kapsamında küçük orta ve büyük ölçekli işletmeler tesislerinde üretim sırasında kullanılan bilgisayar parça ve materyallerin yeniden kullanıma hazır hale getirebilmek için

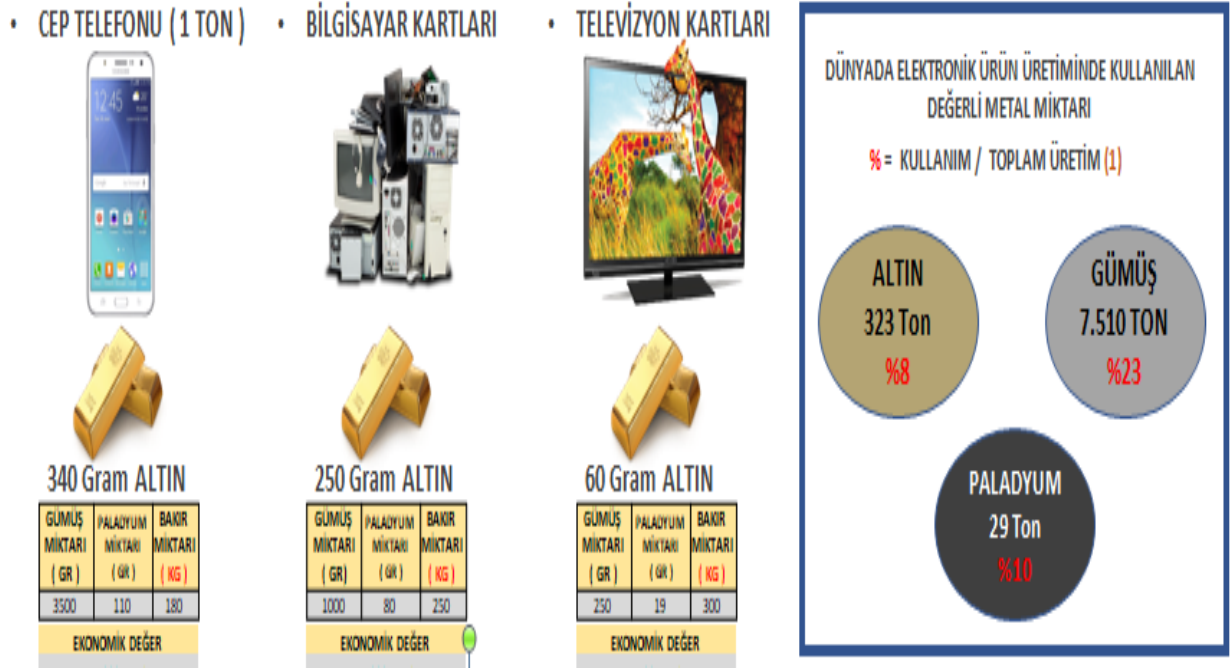
yeniden işlenebilir ve kazanımı oldukça uygun olan özellikte malzeme üretim üzerine büyük önem verilmektedir. Aynı zamanda çevre ve insan sağlığı boyutunda da atık konumunda bulunan elektrik ve elektronik ürünlerin çevreden ve kullanıcılardan toplanması ve depolanması bakımından çevreye etkisinin yanı sıra, yasalar ve mevzuatlar yönünden baskı ve yaptırımları minimize etmek üzere üretici firmalar tersine lojistik faaliyetleri kapsamında çevre ve canlı sağlığı ana hedefli çalışmalar meydana getirmektedir. Tersine lojistik faaliyetleri aynı zamanda maksimum kara ulaşmak için yasal yükümlülüklerin yanında elektronik atıkları yeşil imajlı çevreye ve canlı sağlığına duyarlı ve temel odaklı ürünler üreterek dolaylı yollarla ekonomik kazanç elde etmek hedeflenmektedir.

Ürün yaşam ömrü teknolojinin ve bilgi sektörünün hızlı gelişim göstermesi ile kısaltmaya sebep olurken, firmalar da aynı hızla değişen ve gelişen teknolojik gelişim ve yenilikleri de ayak uydurma çabası ile ve ayrıca kullanıcıların teknolojik ihtiyaç ve taleplerini karşılayabilmek üzere ürünleri gelişen teknolojiye uygun olarak yenilemek, değiştirmek ve söz konusu istekleri yerine getirebilmek için gibi aynı anda faaliyetleri gerçekleştirmektedirler. Örneğin, dünyaca ünlü IBM firması 1990 yılından bu yana birçok Avrupa ülkesinde yürüttüğü ürünlerin geri kazanılmasını amaçlayan program sayesinde yeni ürünlerden daha düşük fiyata satılan ve geri kazanılmış parçalardan üretilmiş olan Equivalent to New- ETN (Yeni Gibi) adını verdiği bir ürün dizisine sahiptir (Diaz vd., 2004:72).

4.3. Elektronik Atıkların ve Bilgisayar Atıklarının İncelenmesi

Elektronik atıklar ya da kısaca "E-atıklar", kullanım ömrünü tamamlamış tüm elektrikli ve elektronik aletlere verilen genel bir addır. Bu tanımlama içine bilgisayarlar, televizyonlar, monitörler, dizüstü bilgisayarlar, cep telefonları, vcr, müzik setleri, fotokopi makineleri gibi piller ya da elektrikle çalışan tüm aletler girmektedir.

Elektronik atıkların içerisinde bulunan değerli madenleri ve geri dönüşüm sürecinde elde edilen yeniden kullanıma kazandırılan altın, gümüş ve paladyum miktarları cep telefonu, bilgisayar ve televizyon ile karşılaştırılması yapılarak aşağıdaki tabloda sunulmuştur.



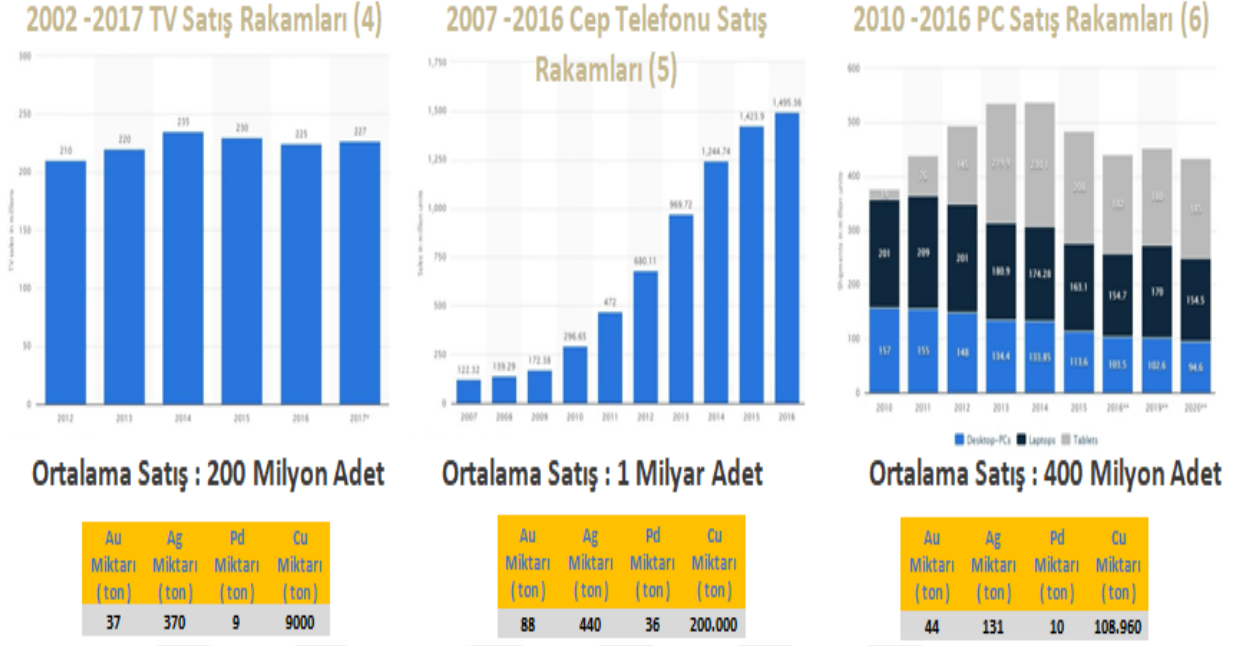
Şekil 4.2. Dünyada Elektronik Ürün Üretiminde Kullanılan Değerli Metal Miktarları

Kaynak: (Goldhub, 2017)

Dünyada son yıllarda satılan akıllı telefon, bilgisayar ve televizyonların sayısına baktığımızda burada dönüştürülmek için bekleyen ciddi bir değerli metal yığını olduğu rahatlıkla görülebilir. Bu cihazların ömürlerini bitirdikten sonra hurda olarak rafinerilere geleceğine hiç şüphe yoktur.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de elektronik atık kapsamında azımsanamayacak kadar büyük payı olan ve içeriğinde barındırdığı altın miktarındaki diğer atıklara nazaran yüksek değere sahip olan her yıl cep telefonları, ortalama 12 milyon ürün satışı gerçekleşmektedir.

Yaklaşık olarak 2,5 yıl tüketim zamanı olduğu varsayılmakla beraber, günümüzde piyasa mevcut cep telefonlarının oluşturabileceği elektronik atık kapasitesi (cep telefonu ağırlığının 100 gr olduğunun varsayımıyla) 1.200 ton civarında olduğu değerlendirilmektedir. Cep telefonu 1 adeti yaklaşık 0,3 gr altın barındırdığı incelenmesi ile birlikte 3,6 ton altın kadar tekrar kazanma potansiyeline sahiptir.



Grafik 4.1. Cep Telefonu ve PC Satış Rakamları

Kaynak: (Statista, 2022)



Şekil 4.3. ABD'li Ünlü Yatırım Bankası Goldman Sachs

Kaynak: (MarketWatch, 2015)

ABD'li seçkin ve önemli konumdaki yatırım bankası Goldman Sachs'ın tarafından 2015 yılında yayınladığı analiz raporu ışığında;

- 20 yıl içerisinde işlenebilir altın madeni tükenecek
- 40 yıl içerisinde ise Platin, Bakır ve Nikel madeni tükenecek

Bu durumda gün geçtikçe sektörün ihtiyaç duyacağı metaller geri dönüşümle elde edilecek ve geri dönüşüm sektörü büyük önem kazanacaktır.

Ayrıca, Avrupa Birliği'nin 2014'de yayınladığı bir rapora göre, Platin Grubu Metalleri ve Nadir Toprak Elementlerinin önemi kritik seviyeye çekildi. Raporda önlem olarak geri dönüşümün önemine vurgu yapılmaktadır.

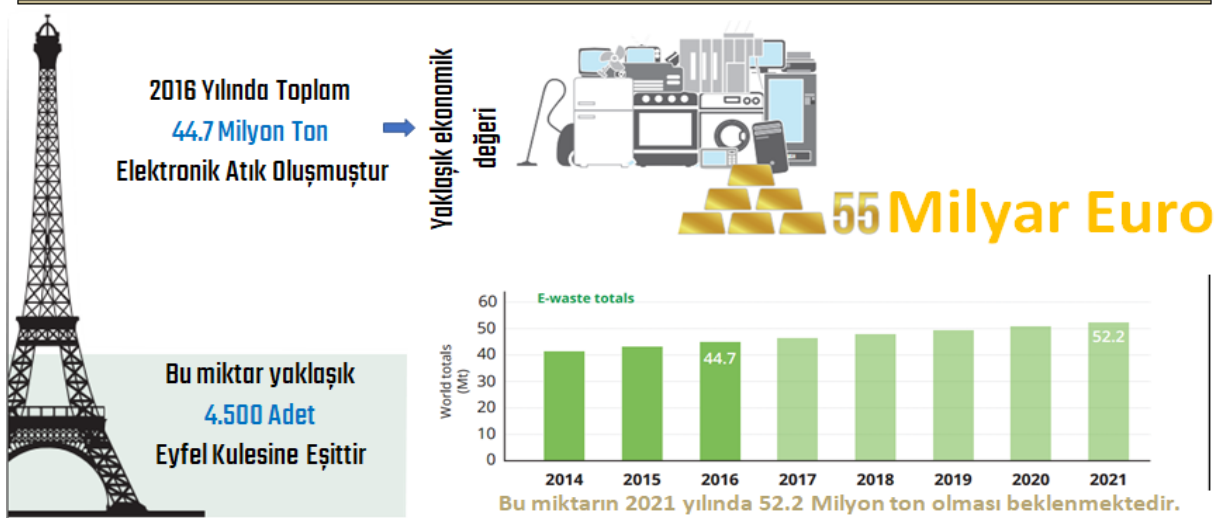
Dünyanın 4.5 milyar yıldır var olduğu bilinmektedir. Hızla artan dünya nüfusu 7.5 milyara yaklaşmıştır. Dünyadaki yaşamın en büyük tehdidi yine insanoğlunun kendisidir. Nüfus artışıyla birlikte insanoğlu, dünya kaynaklarını hızla tüketmektedir. Taş devri ile başlayan teknolojik gelişmeler bakır ve demir çağı ile devam etmiştir. Günümüzde ise plastik çağının etkileri açıkça görülmektedir.



Şekil 4.4. Geri Dönüşüm Çağı Varsayımları

Kaynak: (Smithsonian, 2016)

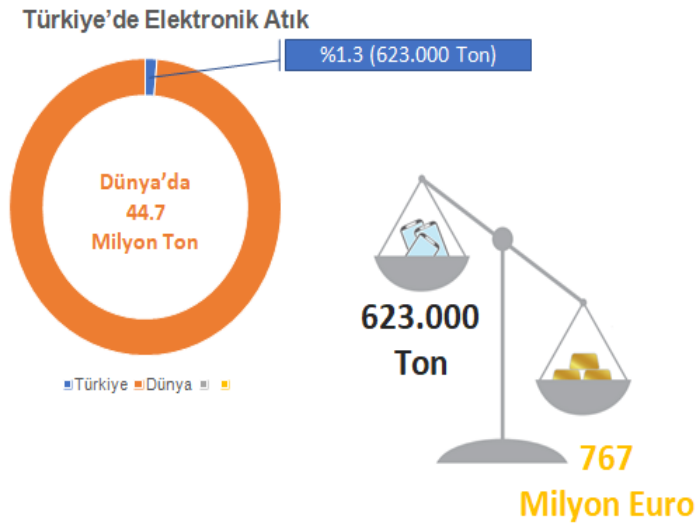
DÜNYADA ELEKTRONİK ATIK



Şekil 4.5. Dünyada Elektronik Atık Varsayımları

Kaynak: (Authored vd., 2017)

TÜRKİYE'DE ELEKTRONİK ATIK



Dünya'da Elektronik Atık			
Toplam Atık (Ton)		44.700.000	
Ürün Dağılımı			
Ürün	Miktar (Ton)	Ekonomik Değeri (Milyon Euro)	Ağırlıklıkça Oran
Demir (Fe)	16.283.000	3,582	36,43%
Bakır (Cu)	2.164.000	9,524	4,84%
Alüminyum (Al)	2.472.000	3,585	5,53%
Gümüş (Ag)	1.600	884	0,0036%
Altın (Au)	500	18,841	0,0011%
Paladyum	200	3,369	0,0004%
Plastik	12.230.000	15,043	27,36%

Türkiye'de Elektronik Atık			
Toplam Atık (Ton)		623.000	
Ürün Dağılımı			
Ürün	Miktar (Ton)	Ekonomik Değeri (Euro)	Ağırlıklıkça Oran
Demir (Fe)	226.942	€ 49.923.624	36,43%
Bakır (Cu)	30.160	€ 132.739.418	4,84%
Alüminyum (Al)	34.453	€ 49.965.436	5,53%
Gümüş (Ag)	22	€ 12.320.626	0,0036%
Altın (Au)	7	€ 262.593.803	0,0011%
Paladyum	3	€ 45.954.966	0,0004%
Plastik	170.454	€ 209.659.709	27,36%

Şekil 4.6. Dünyada Elektronik Atık Varsayımları

Kaynak: (Authored vd., 2017)

GERİ DÖNÜŞÜM - MADENCİLİK



Metal	Primer Madencilik	Şehir Madenciligi
Bakır (Cu)	0,5 - 1 %	3 - 21 %
Alüminyum (Al)	3 - 5 %	1 - 19 %
Gümüş (Ag)	850 ppm	6 - 2000 ppm
Altın (Au)	1 - 5 ppm	10 - 1000 ppm

Şekil 4.7. Türkiye'de ki Elektronik Atık Miktarları ve Çeşitli Madenler

Kaynak: (Kaetsier, 2013)

Tablo 4.2. Değerli Metal Miktarları

Elektronik Atık	Ağırlık (%)					Ağırlık (ppm)		
	Fe	Cu	Al	Pb	Ni	Ag	Au	Pd
TV kart hurdası	28	10	10	1	0,3	280	20	10
PC kart hurdası	7	20	5	1,5	1	1000	250	110
Cep telefonu hurdası	5	13	1	0,3	0,1	1380	350	210
	23	21	1	0,14	0,03	150	10	4
DVD çalar hurdası	62	5	2	0,3	0,05	115	15	4
Hesap makinesi hurdası	4	3	5	0,1	0,5	260	50	5
TV anakart hurdası	4,5	14,3	2,8	2,2	1,1	639	566	124
Baskı devre kartı hurdası	12	10	7	1,2	0,85	280	110	
TV hurdası (CRT'si ayrılmış)		3,4	1,2	0,2	0,038	20	<10	<10
Elektronik hurdası	8,3	8,5	0,71	3,15	2	29	12	
PC hurdası	20	7	14	6	0,085	189	16	3
Genel elektronik hurdası	8	20	2	2	2	2000	1000	50
E-atık örnek 1	37,4	18,2	19	1,6		6	12	
E-atık örnek 2	27,3	16,4	11	1,4		210	150	20
Baskı devre kartı	5,3	26,8	1,9		0,47	3300	80	
E-hurda (1972 örneği)	26,2	18,6				1800	220	30
Karışık e-atık	36	4,1	4,9	0,29	1			

Kaynak: (Çevikel, 2009)

İnsanların yüzyıllardır doğayı sınırsız bir kaynak olarak görmesi sebebiyle çevre sorunları giderek artmaktadır. Bu çevre sorunları ekonomik, çevre ve sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir.

- Bilinçsiz tüketim ve değerli metaller içeren atıkları çöpe atarak döngüsel ekonominin zarar görmesine,
- Aynı zamanda zararlı metal içeren elektronik atıkların doğaya atılması sonucu çevre sorunlarının oluşmasına,
- Atıkların içerdiği zararlı metaller yüzünden canlılarda ciddi sağlık problemlerinin oluşmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde oluşan 623 Bin ton atığın yalnızca %50'sini geri dönüştürerek;

- 383 milyon Euro ekonomik gelir elde edilebilir. (Bu miktar cari açığın yaklaşık %1'ne eşittir)
- 13.000 Terajoule enerji tasarrufu sağlanabilir (Bu miktar Türkiye'de yaklaşık 2 milyon evin bir yılda kullandığı elektrik miktarına eşit)
- 650 bin ton CO₂ salınımı engellenebilir. (Bu miktar yaklaşık 135 bin aracın bir yılda doğaya saldığı CO₂ miktarına eşittir.)

Tüm bunların yanı sıra; ülkemizde üretilmeyen paladyum, platin ve rodyum gibi stratejik metaller geri dönüşümle elde edilebilir. Bu sayede dışa bağımlılığımızı bir nebze olsa azaltabiliriz.

4.4. Bilgisayar Atıkları Mekanik/Fiziksel Geri Dönüşüm Yöntemleri

Tersine lojistik faaliyetleri kapsamında Elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüştürülme, yeniden kazanım ve yeniden kullanım işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve bu faaliyetleri icra ederken aynı zamanda çevreye ve canlı sağlığına dikkat ederek yerine getirilmesidir.

Elektrikli ve elektronik atıklarda yapılan deneysel çalışmalarda hedeflenen, elektronik atıkların ciddi bir kısmını oluşturan kullanım ömrünü yitirmiş durumda bulunan eski bilgisayar parçalarının barındırdığı değer olarak ikincil kıymet ihtiva eden metal ve plastik benzeri bileşenlerin ikincil hammadde olarak tespit edilerek yeniden kullanılabilmesi mümkün olan malzemelerin geri dönüşüm kapsamında kullanıma kazandırılma sürecine dahil edilebilmesidir. Örnek olarak deneysel analizler Almanya'nın Aachen şehrinde yer alan RWTH'ya bağlı, "Katı Atık Geri Dönüşüm ve Hazırlanması Enstitüsünde yerine getirilmektedir. Deneysel çalışmalarda tüketilen örneklemeler Aachen ve Köln kentlerinde birimleri yer alan ve elektronik atık alışverişi gerçekleştiren özel bir kurum tarafından yerine getirilmiştir.



Şekil 4.8. Deney Numunesi

Kaynak: (Çelik, 2007)

Elektronik atıkların içerisinde bilgisayar atıkları kapsamında deneysel çalışmalarına konu olan bilgisayar bileşenleri homojen yapıda olup, her bilgisayar parçasının içinde var olan metal ve plastik oranları aynı miktardadır. Aynı oran ve miktarda olması sebebi ile deneysel numune çalışmaları parçalarına ayrıştırılma işlemi gerçekleştirilmeden, her deneysel çalışmada 15 klavye ve güç kutusu tüketmek için farklı farklı deneysel şematikler uygulanmak suretiyle çeşitlendirme uygulanmıştır. Klavyenin yaklaşık bir adeti 0,85 kg, bir güç kutusu yaklaşık 1,8 kg ağırlığında ölçülmüş ve deneysel çalışmada ortalama 40 kg kadar numune kullanılmıştır (Çelik, 2007).

4.4.1. Dizüstü Bilgisayar

E firması incelemesinde dizüstü Bilgisayar parça ve bileşenlerine ayrıştırılması ve çeşitli birimlere ayrıştırılması, tasnif edilmesi yerinde gözlemlenmiş ve kullanım ömrünü yitirmiş dizüstü bilgisayarın içerisinde barındırdığı metal ve plastik aksamalar öncelikle ayrıştırılır. Geri kazanım kapsamında değerli metallerdeki altın, gümüş ve kıymetli bileşenleri elde edebilmek için elektronik devre kartlarının kral suyu ile ayrıştırılması tabi tutulur.

Şekil 4.9.'da dizüstü bilgisayarın ayrıştırılan metal, plastik ve devre kart kısımları verilmiştir (Onay, 2019).



Şekil 4.9. Dizüstü Bilgisayar Deney Numunesi

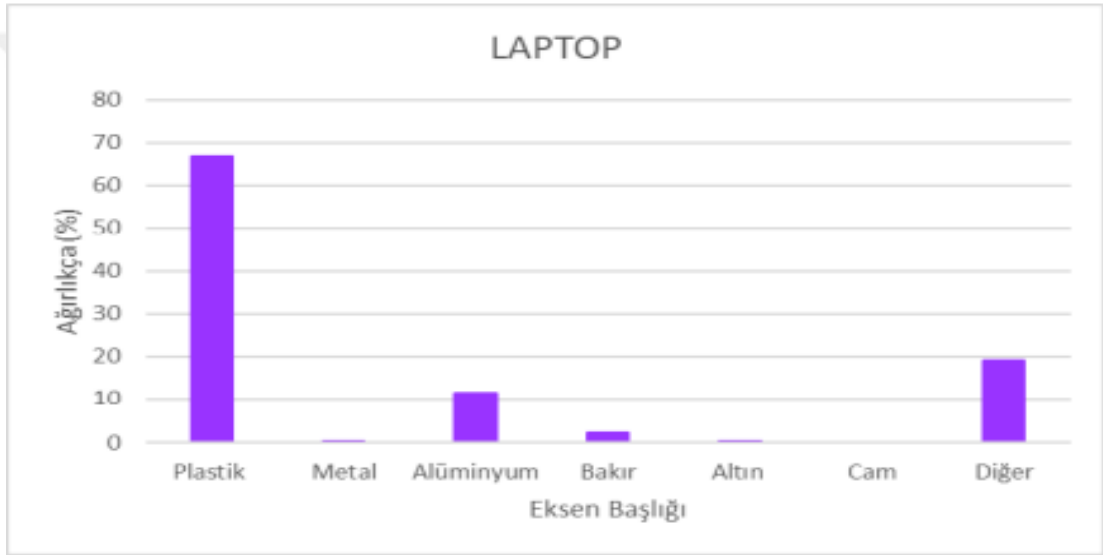
Kaynak: (Onay, 2019)

Hidrometalurjik yöntemler kullanılarak ayrıştırılan çipler ve devre kartları kral suyu geri kazanım tekniği kullanılarak altın, gümüş, paladyum ve diğer değerli metaller geri kazanım amacıyla ayrıştırılmaya tabi tutulmuştur. Kral suyu yöntemi kullanılarak elde edilen çeşitli metal miktar ve ağırlıklı analiz oranları ICP-MS ile tablo 4.3.'de verilmiştir (Onay, 2019).

Tablo 4.3. Dizüstü Bilgisayar Analiz Sonuçları

	Ağırlık (gr)	(Ağırlıkça %)
Plastik	1669	66,76
Metal	0,567	0,022
Alüminyum	286,86	11,47
Bakır	60,48	2,41
Altın	2,579	0,103
Cam	0	0
Diğer	481	19,24
Toplam	2500	100

Kaynak: (Onay, 2019)

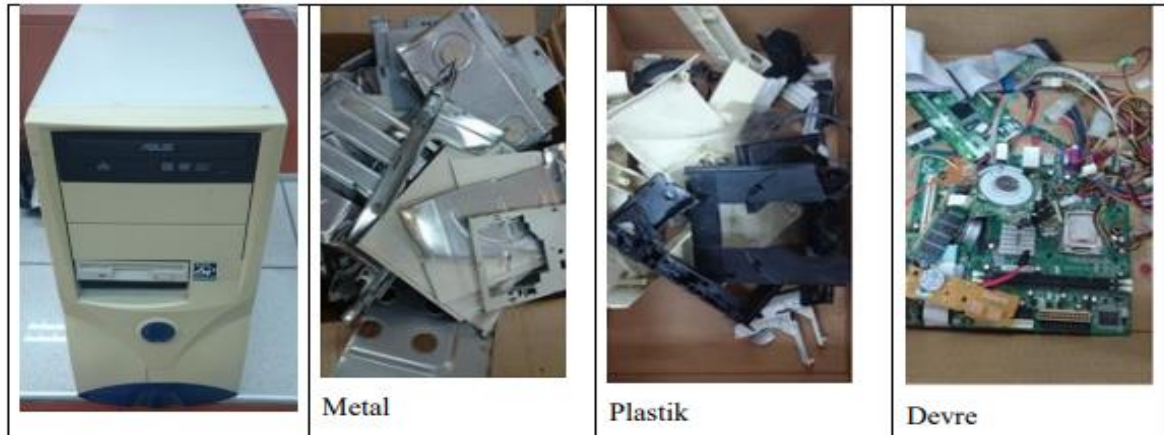


Grafik 4.2. Dizüstü Bilgisayar Ağırlık Sonuçları

Kaynak: (Onay, 2019)

4.4.2. Masaüstü Bilgisayar

Yapılan inceleme neticesinde elektronik atık durumundaki masaüstü bilgisayarın parçalarına ayrıştırılması barındırdığı metal, plastik, devre kartları, çipleri, cd-dvd sürücülerini materyalleri ayrıştırılmış ve değerli metallerin yeniden kullanım kapsamında geri kazanımı faaliyetleri için ayrıştırılma ve tekrar ekonomiye kazandırma işlemleri yerine getirilmektedir.



Şekil 4.10. Masaüstü Bilgisayar Deney Numunesi

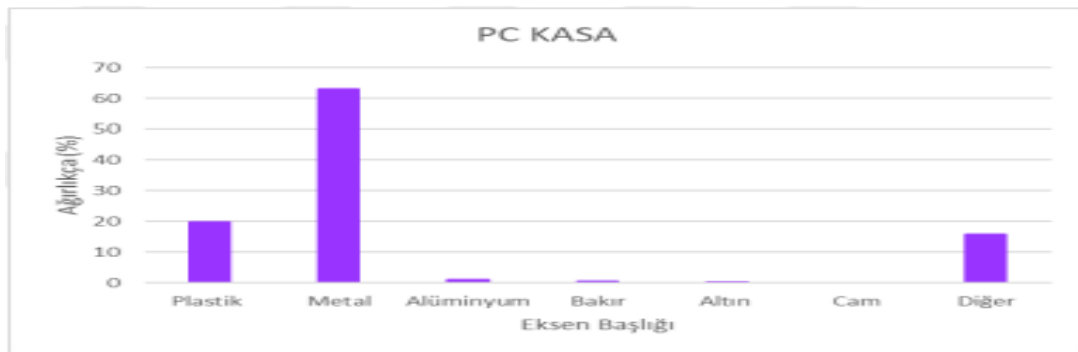
Kaynak: (Onay, 2019)

Masaüstü bilgisayar hidrometalurjik yöntemler ile değerli metallerin geri kazanım kapsamında kral suyu yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Söz konusu geri kazanım faaliyetleri kapsamında kral suyu yöntemi ile yapılan inceleme neticesinde tespit edilen ağırlık oranları ICP-MS ile tablo 4.4.'de verilmiştir (Onay, 2019).

Tablo 4.4. Masaüstü Bilgisayar Materyal Ağırlık Oranları

Bilgisayar (Kasa)	Ağırlık (gr)	(Ağırlıkça %)
Plastik	1567	19,84
Metal	4967	62,87
Alüminyum	73,579	0,93
Bakır	44,833	0,57
Altın	3,934	0,049
Cam	0	0
Diğer	1243	15,74
Toplam	7900	100

Kaynak: (Onay, 2019)



Grafik 4.3. Masaüstü Bilgisayar Materyal Ağırlık Oranları

Kaynak: (Onay, 2019)

4.5. Elektronik Atıkların Bileşiminin Karşılaştırılması

Tersine lojistik faaliyetleri kapsamında yeniden kullanım ve kazanımın gerçekleştirilebilmesi için baz alınan Elektronik atıklar gelişen ve hızla değişim gösteren teknolojik gelişmeler neticesinde farklı kullanım alanları ve teknik özellikleri ile çok farklı bileşen ve parçadan oluşmaktadır.

Atık toplama ve işleme tesis inceleme neticesinde farklı teknik özellik ve kullanım alanı olan elektronik atıkların özellikle digital kart, çipler, devre kartları, işlemci, cd sürücüler ve cep telefonu, dizüstü ve masaüstü bilgisayarda kazanımı mümkün değerli materyaller ayrıştırılarak yeniden kullanıma ve ayrıca ekonomiye kazandırılmaktadır.

Çeşitli kullanım alanı bulan ve değer metal barındıran elektronik ürünler aşağıda verilen tablolarda karşılaştırılması yapılmış ve ağırlık ortalamaları miktarları verilmiştir. Tablo 4.5.'de ve grafik 4.4.'de gösterilmektedir (Onay, 2019).

Tablo 4.5. Çeşitli Elektronik Atıkların Bileşiminin Genel Analiz Sonuçları

Numune	Plastik		Demir		Alüminyum		Bakır		Altın		Cam		Diğer	
	Ağ.	%	Ağ.	%	Ağ.	%	Ağ.	%	Ağ.	%	Ağ.	%	Ağ.	%
CEP TELEFONU 1	31,5	34,56	42,24	46,28	15,55	17,03	1,764	1,8	0,05	0,05			0,23	0,26
CEP TELEFONU 2	36,4	41,08	11,65	13,13	0,563	0,63	1,296	1,4	0,31	0,34			38,5	43,3
CEP TELEFONU 3	30,4	30,63	41,25	41,57	18,75	18,89	4,161	4,1	0,71	0,72			3,94	3,97
DİZÜSTÜ	1669	66,76	0,567	0,022	286,8	11,47	60,48	2,4	2,57	0,1			481	19,2
MASAÜSTÜ	1567	19,84	4967	62,87	73,57	0,93	44,83	0,5	3,93	0,04			124	15,7
YAZICI	4134	42,84	4567	47,33	45,95	0,47	54,58	0,5			31,6	0,3	817	8,47
TELEVİZYON	1732	18,43	695,7	7,44	42,82	0,46	247,5	2,6	845	8,9	474	50	110	11,7

Kaynak: (Onay, 2019)



Grafik 4.4. Çeşitli Elektronik Atıkların Bileşiminin Karşılaştırılması

Kaynak: (Onay, 2019)

5. ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK İLE BİLGİSAYAR ATIKLARIN FİRMALAR NEZDİNDEKİ KONUMUNUN SWOT ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Araştırmanın Önemi

Geri dönüşüm çağı olarak adlandırılan günümüz dünyasında özellikle teknolojinin gereklilik halini alması ve kullanımının kişi başına giderek artması sebebiyle büyük bir pazar payına ve insan yaşamında büyük bir öneme sahip olmuştur. Hayatımızın bir parçası haline gelen elektronik eşyaların dünya da büyük bir atık yığını oluşturmaları ve içerisinde barındırdığı kıymetli madenler kıt kaynaklardan meydana gelmesi sebebiyle atıklar tersine lojistik kapsamında değerlendirilmektedir. Yeniden kullanıma dahil edilme kabiliyeti, çevreye duyarlı olması, kaynakların tekrar kullanıma sunulması açısından bu sürece katkısı sonucu elde edilecek veriler yeni projelerin oluşmasında yön verici nitelikte olacaktır.

Teknolojik alandaki bağımlılık, elektronik eşya ve ürünlere sahip olma ile kullanma yüzdesi dünya da olduğu gibi Türkiye’de de son derece yaygın konumdadır. Araştırmamızın amacını ve hedefini oluşturan elektrikli ve elektronik eşyaların çevreye uyumlu yöntemler ile maksimum düzeyde geri dönüş sağlanarak ekonomiye ve kaynaklara katkısı yönünden, incelenmesi ve değerlendirilmesi bu çalışmanın başlıca etmenini oluşturmaktadır. Ülkemizin bu yöndeki projelere ve firmalara sağladığı teşvikler, tersine lojistik faaliyet süreçlerinin bütününe sirayet etmeleri sağlanarak sektörün gelişimi gerçekleştirilmektedir.

AEEE ürünlerin geri kazanılması faaliyetleri ekonomik faktörlerinin yanı sıra doğa dostu ve canlı yaşamına uyumlu olması yönü ile de günümüz dünyasında tercih edilme nedenleri arasında yerini almaktadır. Teşvik edilen bu yöntem bireyden topluma yayılarak, kazanç sağlama faktörünü oluştururken ülkemiz adına, dünya çapında maden rezervlerini korumak ile birlikte dünya genelinde payımızı arttırmak ekonomik kazançla birlikte ilklere imza atarak öncü faktör üstlenmektedir.

5.2. Araştırmanın Amacı

Tersine lojistik kapsamında elektronik atıkların değerlendirilmesindeki amaç yüksek derece de kıymetli ve ekonomik değeri olan materyaller, bileşenler içermesidir. Geri dönüşüm kapsamında hammadde olarak kaynak kullanımı azalacak, dünya rekabet ortamında katma değer yüksek ürünlerin tekrar işlenmek ve kullanmak üzere piyasaya sürülebilecektir. Kullanılan teknolojik aletlerle ve teknik yöntemler ile atık oluşma miktarı minimize edilecek,

eşyanın parçaları olan plastikten başlayarak en kıymetli maden bakır, altın gibi ekonomik değeri yüksek madenlerin maksimum seviyede geri kazanımı mümkün kılınacaktır.

Ülkemizde ve dünyada kabul görmüş yasal düzenlemeler, kanunlar ve mevzuatlar çerçevesinde bahse konu faaliyetler icra edilirken canlı yaşamına ve doğaya minimum etki edecek düzeyde önlemler alınması sağlanmaktadır. Geri dönüşüm kapsamında karlılık ve maliyet olarak karşılaştırılacak, aynı zamanda dünya rekabet ortamında söz sahibi olacak düzeyde yerimizi alma yarışında başarılı sonuçlar elde etmek üzere çalışma ve projelere maksimum katkı sağlamak ana hedefler arasında yer almaktadır.

Elektrikli ve elektronik eşyalar arasında bilgisayar atıklarının üzerinde durulmasının, başlıca nedenler içerisinde barındırdığı kıymetli madenler ve tekrar kullanılma kabiliyetine sahip RAM, ekran kartları, işlemciler, hard diskler gibi evsafını kolay yitirmeyen parçalardan meydana gelmesi yatmaktadır.

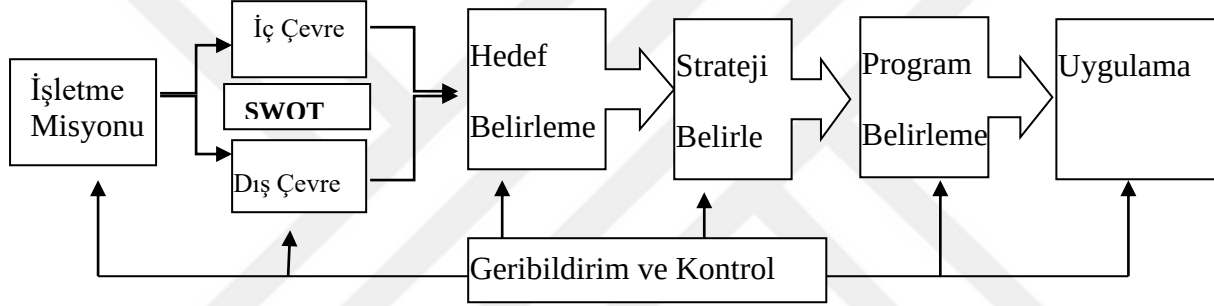
5.3. Araştırmanın Yöntemi

Yapılan değerlendirme ile veri analiz yöntemi, niteliksel veri toplama tekniği olan görüşme tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Belirlenmiş soru grubu ve araştırmanın amacına yönelik işletmelerin yaptığı faaliyetler yoğunluklu bilgi sahibi olmak amacıyla yerine getirilmiştir. Görüşme açık uçlu soruların firmaların elektronik atık geri dönüşüm sürecini yöneten yetkililerine, faaliyetlerin yerine getirilmesi esnasındaki kullandıkları teknik yöntemler, karşılaştıkları yasal zorunluluklar, teşvikler, destekler ve geri bildirimde yaşanan aksaklıklar konulu açık uçlu soru yöneltmek suretiyle sözlü ve yazılı ortamda kaydedilmiştir. Marmara bölgesinde Elektronik atık geri dönüşüm faaliyeti yürüten 5 firma ile iletişim kurulmuş olup, 3 firma şirket politikası ve gizlilik ilkesi gibi gerekçeler ile görüşme talebine olumsuz olarak dönüş yapmıştır. 2 firma yetkilileri ile 10.08.2022- 30.09.2022 tarihleri arasında gerekli izinler alınarak görüşme gerçekleştirilmiştir. Firmalar ile elektronik atıkların tersine lojistik akış sürecinde güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerin belirtilmesi noktasında hazırlanan sorular 2 firmaya sorulmuş ve yanıtlanan cevaplar doğrultusunda SWOT analizi yöntemiyle güçlü ve zayıf yönler ile fırsatlar ve tehditler firmalar nezdinde belirtilerek çalışma sonlandırılmıştır.

SWOT analiz tekniği, firmaların çevresinin ve rakiplerinin analizinin gerçekleşmesini temel alan analiz yöntemidir. SWOT olarak adlandırılan teknik baş harflerinden oluşan anlamları ile türemektedir, aşağıda açıklanmıştır (Gürel ve Tat, 2017:995-996).

- Strength (Güçlü Yönler): İşletmenin/organizasyonun güçlü/üstün olduğu yönlerini ifade etmektedir.
- Weakness (Zayıf Yönler): İşletmenin/organizasyonun güçsüz/zayıf olduğu yönlerini ifade etmektedir.
- Opportunity (Fırsatlar): İşletmenin/organizasyonun sahip olduğu fırsatları ifade etmektedir.
- Threat (Tehditler): İşletmenin/organizasyonun karşı karşıya kaldığı tehlike ve tehditleri ifade etmektedir. (Gürel ve Tat, 2017:995-996)

"Mal ve hizmet üreten işletmeler/kurumlar piyasada varlıklarını sürdürebilmek amacıyla stratejik yönetim tarzını benimsemek zorundadır. Bu yönetim tarzı altında bir işletmenin faaliyet göstermesi, o işletmenin geleceğinin öngörülmesi anlamını taşımaktadır. İşte bu noktada başvurulan en iyi tekniklerden biri SWOT analizidir." (Kotler, 2000:46-48).



Şekil 5.1. İşletme Stratejik Planlama Süreci ve SWOT Analizi

Kaynak: (Kotler, 2000:46-48)

Teknolojinin bir gereklilik haline geldiği günümüz koşullarında tersine lojistik kapsamında elektronik atıkların geri dönüştürülme sürecine maksimum kapasitede dahil edilmesi, rekabet ortamında avantajı yakalayabilmek ve varlığını sürdürebilmek için firmalar stratejik yönetim anlayışı ile hareket etmektedirler. Bu süreç aynı zamanda firmanın gelecek yol haritasının da belirlenmesi demektir. Gelecek yol haritasının şekillenmesinde kullanılan temel tekniği SWOT analizi oluşturmaktadır. SWOT analizi ile güçlü ve zayıf yönler firmaların iç kabiliyetlerini, fırsat ve tehditler ise firmaların dış kabiliyetlerini oluşturmaktadır. Yapılan Bilgisayar atıkları üzerindeki amaç SWOT analizi ile elde edilen veriler ışığında firmalar kapasite ve yeteneklerine göre zayıf/güçlü yönler ile fırsat ve tehditlerinin belirlenmesi ile firma karşılaştırmaları sonucu çıkarımlar yapmaktır.

5.4. SWOT Analizi İle Değerlendirilmesi

5.4.1. Bulgular

Yapılan görüşme yönetici pozisyonundaki yetkililerin isteği üzerine ad-soyad belirtilmeden E1 ve E2 firma olarak adlandırılarak yapılan analizler yorumlama ile gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizde elektrikli ve elektronik atık geri dönüşüm kapsamında faaliyetlerini icra eden ve atık geri kazanma, elde etme, yeniden kullanıma dahil etme teknolojisine sahip firmalar ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda firmalar seçilirken elektronik atığın yanı sıra bileşenlerinin de geri kazanımının mümkün kılındığı ve işleme yetkisine, kabiliyetine sahip 2 firma ile uygulama yapılmıştır. Analiz firmaların atık işleme ve kıymetli madenleri geri kazanma alanında yönetici pozisyonundaki yetkililer ile gerçekleştirilmiştir. E1 firması elektronik atık toplama, depolama, ayrıştırma, geri kazanım ve dönüştürme gibi kabiliyetlere, aynı zamanda da çevre mevzuat yükümlülüklerini sahip yetkinliktedir. Elektronik atıkların yanı sıra plastik, atık pil, cam, batarya ve toner gibi birbirinden tamamen farklı bileşenlerden oluşan eşyalarında atık dönüşüm süreci yönetim kabiliyetine sahip firmadır. Elektronik atık işleme ve yeniden kullanıma sunabilme yetkinliğine ve bunun yanında geri dönüştürülmesi mümkün olmayan ürünlerden enerji elde etme anlamında kullanılabilir kaynak sunma hususunda kapasite ve imkana sahip firma konumundadır. E2 firması elektronik atık işleme ve geri kazanım yetkinliğinin yanı sıra, yan ürün olarak nitelendirilen atık ambalajların yeniden kullanıma sunabilme kabiliyetinde firma konumundadır. Söz konusu görüşme 10 Ağustos 2022- 30 Eylül 2022 tarih aralığında gerçekleştirilmiştir. SWOT analizi ile firmaların durumları aşağıda incelenmiştir.

Tablo 5.1. Güçlü Yanlar

Güçlü Yanlar
Elektronik Atıkların Çok Çeşitli Bileşenlerden Oluşması
Geri Dönüştürülme Kabiliyetinin Yüksek Olması
Maddi Değere Sahip Kıymetli Madenler Barındırması
Bileşenlerinin Yeniden Kullanıma Yüksek Oranda Dahil Edilebilmesi
Atık Durumdaki Parçalarından Enerji Üretilmesi
Elektronik Atık ve Bileşenlerinin İhracat Olanakları
Atık Geri Dönüşümünün Teknolojinin Geleceğini Oluşturması
Çevreye Duyarlı Olumlu Etkiye Sahip Olması
Geri Dönüşümde Sürdürülebilirliğe Katkısı Olması
Katma Değer Yaratma Olanakları

5.4.2. Güçlü Yanlar

5.4.2.1. Elektronik Atıkların Çok Çeşitli Bileşenlerden Oluşması

E-atıklar içerdği maddeler ve bileşenler çeşitli sınıflandırmalar dahilinde toplanmakta ve yeniden kullanıma kazandırılmaktadır. Geri dönüşüm çağının yaşandığı günümüz de sıfır atık projesi kapsamında Türkiye dünyaya da öncülük etmektedir.

Elektronik atıklar diğer sınıflandırmalarda yer alan atıklara binaen altın, gümüş, bakır gibi maddi değeri yüksek ve yeniden kullanıma daha çabuk entegre olabilen metal, plastik, cam, alüminyum gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Elektronik atıklar içerisinde bilgisayar atıklarını ele aldığımızda dönüşüm süreçlerinin her aşamasında yeniden kullanıma konu olabilecek direkt ürün olarak geri dönüştürülmeye imkân tanıyan mamullerden oluşmaktadır. Devre kartları, hard disk, ana kartlar, CPU ve işlemciler gibi bileşenler barındırırken, işleme tabi tutularak bakır, altın, paladyum ve alüminyum gibi madenler kral suyu ve gravite ayırma tekniği gibi gelişmiş yöntem ve teknikler kullanılarak yeni ürünün oluşturulmasına dahil edilebilmektedir.

5.4.2.2. Geri Dönüştürülme Kabiliyetinin Yüksek Olması

Elektrikli ve elektronik atıklar tersine lojistik kapsamında değerlendirilme noktasında sürdürülebilir bir gelecek için büyük önem arz etmektedir. Giderek yok olmakta olan kıymetli altın, gümüş, bakır, paladyum, platinyum gibi madenler geri dönüşüm süreci ile birlikte elektrikli ve elektronik ürünlerin teknolojiye tekrar dahil olmasına katkı sağlamaktadır. Elektronik atıkları evsafı bozulmadan kullanılan madenler ile atık konumunda bulundukları halinde dahi devre kartları, işlemciler, ana kartlar gibi yeniden kullanımda kazandırılma kabiliyetlerindeki yükseklikleri ile geleceğe ve sürdürülebilir teknolojiye katkısı büyük olmaktadır.

Geri dönüşüm kapsamında değerlendirilen elektronik atık parçaları daha çabuk yeniden kullanıma entegre olabilmektedir. Bileşenleri hem tekrar yeni bir elektronik ürünün parçası olabilmekte hem de ana kartları, ekran kartları, işlemcileri, devre kartları, RAM ve bileşenleri ayrıştırılarak farklı ürünler içerisinde yer bulabilmektedir.

5.4.2.3. Maddi Değere Sahip Kıymetli Madenler Barındırması

Elektrikli ve elektronik atıklar içerisinde yer alan bilgisayar atıkları tersine lojistik kapsamında geri dönüşüme kazandırılma noktasında altın, bakır, paladyum, alüminyum gibi kıymetli madenler barındırması atık değerlendirilmesinin güçlü yanını oluşturmaktadır. Çalışmamızın temel taşlarından oluşan teknolojiye yön verme açısından arzı sınırlı olan

madenlerin yok olma noktasından, tekrar kullanıma kazandırılması safhasına kadar büyük rol oynamaktadır.

Söz konusu e-atıkların plastik, metal, cam, kâğıt vb. atıklardan ayrılmasının, sektör olarak atıklardan elde edilen materyallerin bütününe elektronik ve bilgisayar atık bileşenleri ayrıştırılması sonucu oluşturulmaktadır. Kıymetli madenler açısından oluşan oransal fazlalık ve geri dönüşüme kazandırdığı değerler yer almaktadır. Bilgisayar atıklar içerisinde geri dönüşümde yeri ve değeri kıymetli olan; altın, bakır, paladyum, platin gibi maddi değeri önem arz eden madenler bulunmaktadır.

5.4.2.4. Bileşenlerinin Yeniden Kullanıma Yüksek Oranda Dahil Edilebilmesi

Elektrikli ve elektronik atıkların bahsedilen güçlü yanlarından da vurgulandığı üzere aynı zamanda bileşenlerinin yeniden kullanıma, atığa dönüşme oranı ile bütün bileşenlerinin geri dönüşüme dahil edilme oranları açısından daha yüksek oranda gerçekleşmektedir. Elektronik atıklar kral suyu, gravite, manyetik ve elektrostatik ayrıştırılma teknik ve yöntemleri ile ön plana çıkmaktadır. Bu durum aynı zamanda tersine lojistik kavramı içerisinde bilgisayar atıklarının payının ne derecede önemli olduğunu da vurgulamaktadır.

Bahse konu bilgisayar atıkları kapsamında bilgisayarın bileşeni konumunda bulunan RAM'in tekrar kullanıma dahil edilmesi noktasında süreçle bir araya gelmektedir. Günlük hayatımızın veri depolama açısından bir parçasını oluşturan USB'lerin üretilmesinde ve kullanım boyutlarının kapasitelerinin artırılmasında ve tekrar başka bir bilgisayarda kullanılmak üzere yapılan bir modernizasyon ile yeniden kullanımda yerini almaktadır. Toplanan e-atıkların % 85'i geri dönüştürülmekte, % 14'ü yeniden kullanıma dahil olmakta, % 1'i ise kullanım yeri bulamayarak atık sahasına gönderilerek enerji elde edilmek üzere kullanıma sunulmaktadır.

5.4.2.5. Atık Durumdaki Parçalarından Enerji Üretilmesi

Elektrikli ve elektronik atıklar ayrıştırılma noktasında bütün bileşenleri titizlikle hata oranı ve kayıp seviyesi minimum seviyeye indirgenmiş günümüz yöntem ve teknikleri kullanılarak ayrıştırma işlemine tabi tutulmaktadır. Geri dönüşüme tabi tutulan bileşenler ayrıştırılarak yeniden kullanıma dahil edilmek üzere ilgili işleme tesislerine gönderilmektedir.

Ayrıştırma sonucu elektronik atık kapsam dışında kalan ürünlerde kendi içlerinde parçalarına ayrılarak tekrar kullanıma kazandırılması mümkün olanlar ayrı bir işleme tabi tutulmaktadır. Tamamen bertaraf edilmesi gereken atık konumundaki parçalar ise enerji elde

edilmek üzere yakma ve çeşitli yöntem ve teknikler ile enerji oluşturulmaktadır. TÜİK 2020 yılı verilerine göre atık geri kazanım lisansı bulunan, beraber yakma tesislerinde (atıkları ek yakıt olarak kullanan tesisler) 1,3 milyon ton atık yakılarak enerji üretilmiştir.

Buna ek olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2022 yılı haziran ayı sonunda biyokütle ve atık ısı enerjisine dayalı kurulu gücün 2.172 MW olduğunu açıklamıştır. Bu da ülke genelindeki toplam kurulu güç göz önüne alındığında atıktan enerji elde etmeyi sağlayan tesislerin %2,14'lük bir paya sahip olduğunu göstermektedir (Aydem, 2022).

5.4.2.6. Elektronik Atık ve Bileşenlerinin İhracat Olanakları

Elektrikli ve elektronik atıklar içerisinde yer alan bilgisayar atıkları, tersine lojistik faaliyetleri kapsamında çalışmamızın odak noktası olmasının ana nedenini altın, bakır gibi kıymetli madenler barındırıyor olması yer almaktadır. Analizimizin güçlü yanını oluşturan bahse konu altın gibi kullanım yeri fazla ve genellikle ticarete konu olarak, ihracat odaklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Söz konusu atıkların barındırdığı bileşenlerden özellikle altın madeni, devre kartları, CPU, RAM, ana kartlar ve diğer parçalarından titizlikle kral suyu ve gravite gibi gelişmiş teknik ve yöntemler kullanılarak ayrıştırılmaktadır. Hem teknoloji alanında elektronik atıklarda kullanılmak üzere hem de farklı özellik arz eden başka bir ürünün meydana getirilmesinde yer almak üzere ihracata konu olarak yurtdışı işleme tesislerinde yeniden kullanıma dahil edilmekte ve ülke ekonomisine ihracat kaleminde artışa neden olarak katkı sağlamaktadır.

5.4.2.7. Atık Geri Dönüşümünün Teknolojinin Geleceğini Oluşturması

Tersine lojistik faaliyetleri ile dünyamızda kıt olan kaynakların yok olmasını engellemek ve daha yaşanabilir dünya, çevreye duyarlı, canlı yaşamına katkılı, sürdürülebilir bir teknolojik gelecek sağlamak çalışmamızın hedefini oluşturmaktadır.

Elektrikli ve elektronik atıklar aynı zamanda geri dönüşüm sistemine dahil edilerek teknolojinin geleceğini oluşturma noktasında öncülük etmektedir. Ekonomik ve kıymetli madenler içermesi ile yeni ürün oluşturma ve mevcut ürünleri tekrar kullanıma entegre etme noktasında sürdürülebilir geleceğe, teknolojinin gelişerek ilerlemesine ve teknolojinin geleceğini oluşturma açısından söz konusu atıklar mihenk taşı konumundadır. 2022 yılı itibarıyla 847 bin ton elektronik atık oluşmuş, bunun sonucu olarak kişi başına 10,2 kilogram

atık düşmüştür. Bu oranı giderek arttırmak ve bileşenlerinin geri dönüşümüyle gelişen teknolojik gelecek oluşturmak ana amaçlar arasında yer almaktadır.

5.4.2.8. Çevreye Duyarlı Olumlu Etkiye Sahip Olması

Türkiye'nin önderlik ettiği günümüz dünyasında da yaygınlaşan sıfır atık projesi kapsamında değerlendirilen bilgisayar atıklarının bir parçasını oluşturduğu elektrikli, elektronik atıklar, tersine lojistik kapsamında değerlendirilmektedir. Güçlü yanını oluşturan etmen çevreye uyumlu ve canlı yaşamını destekleyici yöntem ve teknikler kullanılarak yeniden kullanıma kazandırılması ve bertaraf edilmesidir. Süreç ile birlikte çevre dostu ve yeşil gelişim yönünü oluşturulmaktadır.

Elektrikli ve elektronik atıklar içerdiği cıva, kurşun gibi maddeler ile çevreye ve canlı yaşamına tehlikeli ve zararlı bileşenler topluluğunu oluşturmaktadır. Ülkemizde söz konusu atıkların tersine lojistik kapsamında değerlendirilmek üzere toplanması, depolanması, ayrıştırılması, bertaraf edilmesi ve yeniden kullanıma dahil edilmesi süreçlerinin her bir aşamasında çevre mevzuatına uygun standartlar takip edilmekte ve uygulanmaktadır. Bahse konu uygulamalar yasal ve cezai yaptırımlar ile güvence altına alınarak lisans verilmiş firmalar ve kabul görmüş teknik ve yöntemler kullanılmaktadır. Belirli periyotlar ile denetlenmekte, uygulanabilirliği sağlanmaktadır. Bu durum karşılığında dünya ya etkisi minimize edilerek çevreyle ve canlı yaşamı ile uyumlu sürdürülebilir bir gelecek oluşturulmak amaçlanmaktadır.

5.4.2.9. Geri Dönüşümde Sürdürülebilirliğe Katkısı Olması

Elektrikli ve elektronik atıkların temelini oluşturan bilgisayar atıklarının güçlü yanlarının oluşturulmasında aynı zamanda sürdürülebilir, çevreye ve canlı yaşamını destekleyici gelecek oluşturması yatmaktadır. Sürdürülebilir gelecek; daha az enerji tüketerek, güneş, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kullanarak, kıt olan kaynakların tüketimini azaltarak ve çeşitli süreçlerden geri dönüşler sonucu elde edilen ürünlerini tekrar kullanıma kazandırılarak oluşturulan bir süreçtir. Bu akış aynı zamanda gelecek nesillere, kullanılabilir çevreye ve canlı yaşamına özenli gelecek oluşturmaktır. Bu süreç tersine lojistik ile birlikte geri dönüşüm faaliyetleri hayata geçirilerek yeniden kullanıma kazandırılmak suretiyle minimum kayıp gerçekleştirilerek süreç akışının tamamlamaktır.

Bu durumu sektörel bazda ele alınacak olursa, gıda, otomotiv gibi sektör ile karşılaştırılarak değerlendirildiğinde teknoloji ile hayatımıza dahil olan elektronik eşyalar

karşılaştırılmaktadır. Sektör atıkları içerisinde ürünün en başta elde edilmesinden, yeniden kullanıma dahil edilme ve geri dönüştürülme noktasında diğer sektörlerle kıyasla daha çevreci konumdadır. Bu durumun yanı sıra tekrar kullanma açısından maksimum katılım sağlayan ve bertaraf edilmesi noktasında minimum kayıp ile kullanılamaz ürün potansiyelinin son derece düşük olması sebebiyle sürdürülebilir geleceğe maksimum etkinliğe ve verimliliğe sahip olması diğer sektörlerden farklı konuma ve öneme sahiptir.

5.4.2.10. Katma Değer Yaratma Olanakları

Elektrikli ve elektronik atıklar içerisinde yer alan bilgisayar atıkları barındırdığı; RAM, devre kartları, altın, cam, bakır, platinyum, alüminyum gibi çeşitli muhteviyatlarda ki bileşenleri yeni ürünlerde ve yeniden kullanıma sunulan ürünlerin oluşturulmasında katma değer yaratma açısından potansiyel ve kapasitesi çok yüksek elementler içermektedir.

Yaratılan bu katma değer aynı zaman da bilgisayar atıkların SWOT analizi kapsamında değerlendirilen güçlü yanlarından birini oluşturmakla birlikte, ihracat odaklı olması konusunda da destekler niteliktedir. Bilgisayar atıkları kapsamında gerçekleştirilen ihracatın ülke ekonomisinde yaptığı etki katma değer konusunda yarattığı etki ile doğru orantılı şekilde aynı yönlü olumlu etkiyi yapmaktadır. Dünya da e ticaret 2020 yılında % 23 büyüyerek 4.3 trilyon dolarlık hacme ulaşmıştır. 5 yıl ileriye yönelik bu ticaret hacminin 7 trilyon dolara yükseleceği öngörülmekte, bu ivme kazanan sektörün ticari lojistikteki talebi karşılama oranı ile doğru yönlü ilişkisi vurgulanmakla birlikte ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır.

Tablo 5.2. Zayıf Yanlar

Zayıf Yanlar
Geri Dönüştürme Tesislerinin Eksikliği
İşleme Tesislerinin Ekipman Ve Üretim Yetersizliği
Elektronik Atıkların Barındığı Zararlı Maddeler
İhracatın Ham Madde İle Sınırlı Olması
Yeniden Kullanıma Kazandırma Bilgi Eksikliği
Teknolojik Rekabet Düzeyi
Dünya Standartlarını Yakalama Düzeyi
Maliyetlerinden Ötürü Sektörün Varlığı
Güçlü Bir Geçmiş Sahip Olmama
Nitelikli İş Gücüne İhtiyacı Olması
Sektörün Geleceğine Yönelik Yatırım Kısıtları

5.4.3. Zayıf Yanlar

5.4.3.1. Geri dönüştürme Tesislerinin Eksikliği

Elektrikli ve elektronik atıklar geri dönüştürülmek üzere sınıf ve muhteviyatlarına göre ayrıştırılıp, tersine lojistik kapsamında değerlendirilmek amacıyla geri dönüşüm tesislerine

gönderilerek işlenmekte ve yeniden kullanıma maksimum derecede katkı sağlayarak sürdürülebilir geleceğe ışık tutmaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gözetiminde Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Yönetimi Hakkında Yönetmelik ve mevzuatlar çerçevesinde yönetilen faaliyetler kapsamında elektronik atıkların toplanması, taşınması, türlerine göre ayrıştırılması ve geri dönüştürme faaliyetleri Bakanlık tarafından lisans ve yetki verilen firmalar aracılığıyla yapılmaktadır.

Söz konusu faaliyeti yapan lisanslı ve yetkili firma sayısı günümüzdeki varlığı ve sayısı, dünya da geri dönüşüm faaliyeti içerisinde olan topluluk ve ülkelere kıyasla az sayıdadır. Atıkların geri dönüştürülmesi, yeniden kullanıma kazandırılması noktasında işleme açısından yetersiz kalmaktadır. Bahse konu faaliyeti icra edebilecek 34 lisanslı firma ile sınırlı olması tersine lojistik kapsamında bilgisayar atık geri dönüştürülmesi noktasında zayıf tarafını oluşturmaktadır.

5.4.3.2. İşleme Tesislerinin Ekipman ve Üretim Yetersizliği

Tersine lojistik kavramı kapsamında elektronik atıkların toplanması, taşınması noktasında yetkili ve lisanslı çok sayıda firma yoktur. Depolanan elektronik atıkların işlenmesi, yeniden kullanıma kazandırılması safhasına gelindiğinde belirli bir noktaya kadar ekipman, teknoloji ve katma değer kapsamında yeniden ürün elde etmede eksiklikler, yetersizlikler ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Söz konusu yetersizlik zayıf yönümüzü ortaya koymakla birlikte işleme sonucu oluşacak ekonomik değeri yüksek, ihracat oranı ile yurt dışı menşeli imkanları olan ve kabiliyeti yeterli işletmelere kaymaktadır. Bu durum ülkemizin işletme tesislerinin yoksunluğu nedeniyle ortaya çıkmakta ve ekonomik, kıymetli madenler, katma değer, yeni ürün elde etme gibi birçok konuda yetersiz duruma düşmemize neden olmaktadır.

Elektrikli ve elektronik atıklardan günümüzde 323 ton elektronik atıktan % 8 oranında altın, 7.510 ton gümüşten % 23 oranında gümüş, 29 ton paladyumdan % 10 oranında maden elde edilmektedir. Fakat bu ürünlerin işleme ve yeniden kullanıma, yeni ürün elde etmede yaşanan eksiklik nedeniyle söz konusu ürünler ihracata konu olarak ekonomik değer yaratılmaktadır. İşletme tesis eksikliği nedeniyle yurt dışına geri dönüştürülmek üzere gönderilmektedir. Bu durum ile karşı karşıya kalınmadaki en büyük etmen işleme tesisleri ile birlikte ekipman ve sonucu olarak üretim yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.

5.4.3.3. Elektronik Atıkların Barındırdığı Zararlı Maddeler

Elektrikli ve elektronik atıklar, diğer atıklar bazında sınıflandırılmaya tabi tutulduğunda tehlikeli atık grubuna girmektedir. Dünyada çeşitli platformlar tarafından, yasal mevzuatlar ve cezai yaptırımlar ile söz konusu zararlı maddelerin çevreye ve canlı yaşamına etkisi minimumu indirgenmeye çalışılsa da söz konusu faaliyetin zayıf yönünü ortaya koymaktadır.

Elektrikli ve elektronik eşyalar; kurşun, krom, cıva gibi doğaya ve canlı sağlığına olumsuz etkisi olan kanserojen maddeler barındırmaktadır. Ayrıca geri dönüşümü mümkün olmayan çevreye ve canlı yaşamını tehdit eden maddeler bertaraf edilme sürecinde yakma, gömme gibi yöntemler ve teknikler tercih edildiğinde dünya ya ciddi zararlar vermektedir. Bu ayrıştırma yöntemleri dünyada Hindistan, Pakistan, Afganistan, Brezilya gibi genellikle ilkel yöntem ve teknikler kullanan ülkeler tarafından kullanılmakta ve ciddi zararlar ortaya çıkarmaktadır.

5.4.3.4. İhracatın Ham Madde ile Sınırlı Olması

Elektrikli ve elektronik atıklar kategorisi içerisinde yer alan bilgisayar atıklarının bileşenlerinden olan ekonomik değeri ve katma değeri yüksek olan altın, gümüş, paladyum, bakır, alüminyum gibi kıymetli bileşenlerden meydana gelmektedir.

Söz konusu kıymetli madenlerin zayıf yönünü oluşturan işleme tesisindeki yetersizliği nedeniyle katma değere dahil edilebilecekleri aşamada yurt dışında bulunan ürün atıklarının içerdiği kıymetli elementlere ulaşmak mümkün olmamaktadır. En iyi teknolojiye sahip rafinelere gönderilmekte ve ekonomik olarak kazancın büyük kısmını da bu durum sonucunda kaybedilmektedir. Bahse konu atıklar yurtdışında işlem gördüklerinden dolayı ülkenin atıkları bileşenler açısından ihracata hammadde yönüyle katılabilmekte ve ham madde yönüyle sınırlı kalmaktadır. Bu durum e-atık yönüyle işleme tesislerinde ve işleme açısından gerekli teknoloji, ekipman ve üretim eksikliği sebebi ile zayıf yönümüzü oluşturmakta ve sonuç olarak ülke ticaret payı olarak hammadde ihracatı ile sınırlı kalınmaktadır.

5.4.3.5. Yeniden Kullanıma Kazandırma Bilgi Eksikliği

E-atıklar tersine lojistik sürecine dahil edilme noktasında günümüzde 2022 yılı için 847 bin ton atık üretilirken kişi başına düşen 10,2 kilogram olarak elde edilmektedir. Bu oran ülke genelinde geri dönüşüme tabi olan atık miktarının % 5 düzeylerinde gerçekleştiği veriler ile analiz edilmiştir.

Ülke genelinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde mevzuat, yasalar ve cezai yaptırımlar ile lisans verilmiş firmalar tarafından e-atıkların toplanması, depolanması, ayrıştırılması ve işlenmesi gerçekleştirilmektedir. Ülke genelinde özellikle toplanma konusunda geri dönüşümün sağlandığı hane halkı, firmalar ve e-atığın olduğu teşkilleri gerekli bilgilendirmeler yapılmaktadır. İlgili afişler ve teşvikler verilerek e-atıkların bilinçli şekilde toplanması ile söz konusu eksiklik giderilmeye çalışılmaktadır. Geri dönüştürmeye yönelik bilgisizlik nedeniyle üretilen e-atıkların sadece %5 ile %7 düzeylerinde kalmakta ve bu durum e-atık dönüşüm sürecinin zayıf yönünü oluşturmaktadır.

5.4.3.6. Teknolojik Rekabet Düzeyi

E-atıkların oluşma sürecinden geri dönüşüme dahil edilerek yeniden kullanıma veya yeni ürün elde etme günümüz teknolojileri ile mümkün olmaktadır. Zayıf yönünü oluşturan bu durum dünya da var olan teknoloji kuruluşları, uluslararası topluluklar ve ülkeler genelinde yaygın olarak kullanılmakta ve karşımıza işleme tesisleri ile çıkmaktadır.

Söz konusu değerli madenleri ayrıştırılmada kullanılan kral suyu ile ayrıştırma gibi gelişmiş teknoloji ayrıştırma yöntem ve tekniklerinin yoksunluğu, elde edilen kıymetli madenlerin işlenmek üzere yurt dışına aktarılması işleme ve teknoloji eksikliğinden meydana gelmektedir. Genel itibariyle Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında lisans almış firmalar aracılığıyla e-atık kapsamında yapılan atıkların toplanması, depolanması ve ön muamele, fiziksel ayrıştırmak üzere yetkili firmalara devri niteliği taşımaktadır. Ayrıştırma ve işlemek, kısıtlı imkanlar ile var olan 34 kadar sınırlı sayıda firmalar varlığı sebebiyle rekabet düzeyi yok denecek kadar az olmakta ve söz konusu sektör tekele dönüşmektedir. Bu durumun sebeplerinin arasında ilgili Bakanlık, Kamu Kurum ve Kuruluşları tarafından yeterli teşvik sağlanamaması ve rekabet düzeyini arttıracak firmalar taleplerini yerine getirilememesi bilgi, teknoloji, kabiliyet eksikliği gibi nedenler ile meydana gelmektedir.

5.4.3.7. Dünya Standartlarını Yakalama Düzeyi

E-atıklar yapısı itibariyle tehlikeli atık sınıfına girdiğinden ve gerek uluslararası gerekse bulunan yasal düzenlemeler ile güvence altına alınan tehlikeli atıkların toplanması, depolanması, ayrıştırılması, işlenmesi ve bertaraf edilmesi söz konusu süreçler dahilinde gerçekleşmektedir. Bahse konu süreç var olan yasal mevzuat, cezai yaptırımlar nedeniyle kurulan sistem, dünya standartlarını belirli aşamalarda mümkün konumda iken, işleme ve bertaraf edilme aşamalarında dünya standartlarını yakalayamamaktadır. Söz konusu süreçler

uluslararası platformlara ihracat ile mümkün olmaktadır. Bu durum analizimizin ve söz konusu sürecin zayıf yönünü ortaya çıkarmaktadır. Amacımız dünya standartlarına uygun tesislere sahip olmak ve bu durumu dünya da sayılı ülkeler arasına girmek olmalıdır. Bu amacın şu anki koşullarda yerine getirilememesinde zayıf yönümüzü oluşturan dünya standartlarında yer almayan tesis yoksunluğu, bilgi, işgücü, ekipman eksikliği gibi nedenler yer almaktadır.

5.4.3.8. Maliyetlerinden Ötürü Sektörün Varlığı

E-atıkların depolanmasından, bertaraf edilmesine kadar süreci kapsayan basamaklar zinciri sınırlı sayıda ki firmalar tarafından yerine getirilmektedir. Bu durum ülkedeki söz konusu atıklardaki bilgi, teknoloji, yatırım, ekipman ve kapasite yetersizliğinden ötürü meydana gelmektedir.

Tekel durumuna düşmüş sektör nedeniyle yeni firmaların sektör bazında dahil olma çabalarına en büyük etken olarak maliyet dezavantajı neden olmaktadır. Bu firmaların teknolojiyen, yetişmiş ve tecrübeli istihdam eksikliği nedenleri arasında yer almaktadır. Bu aktör elemanlarının yanına sektörde mevcut olan firmaların tekel durumunda kalmak istemeleri, ekonomik kazançtan pay vermek istememeleri, sektöre yeni firma girişimlerine olan engellemeler nedeniyle maliyetlerdeki dezavantajlarda eklenmesi sonucu analizin zayıf nedenleri arasında yerini almaktadır. Analizler firmaların birim maliyetleri belirlenmek suretiyle, elektronik atık, kimyasal, kira, enerji, işçilik gibi gider kalemleri ele alınarak tablo 5.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Firmaların AEEE Maliyetleri

Giderler	Birim	Tutar
Enerji	\$/kW	0,1
Çalışma Süresi	Gün/Yıl	250
Personel Maaşı	\$/Saat	6,2
Kira Giderleri	\$/m2-Ay	3,2
Geri Kazanılan	Ton/yıl	5,2
Kimyasallar	\$/L	0,25
Atık Su	\$/m3	110

5.4.3.9. Güçlü Bir Geçmiş Sahip Olmama

Dünya çapında son yüzyılda daha da ilerleyen küresel ısınma, doğal kaynakların yok olma tehlikesi, buzulların erimesi ve iklim değişikliklerinde yaşanan değişimler ile birlikte daha da önem kazanan atıkların değerlendirilmesi ve sıfır atık projesine yönelimler giderek artmaktadır. Özellikle ülkemizin önderlik ettiği bu proje kapsamında diğer atıklar ile birlikte

e-atıklar değerli madenler barındırma özelliği ve yeniden kullanıma uygunluk açısından uyumu ile yeri, konumu noktasında önemli bir atık grubunu oluşturmaktadır.

Günümüzde son 50 yıla bakıldığında dünya da gerçekleşen teknolojik gelişmeler çağ atlayacak düzeyde değişim gösterirken, uzaya yolculuklar, televizyon, bilgisayar, cep telefonu gibi yüzyılımızın, hayatımızın vazgeçilmezini oluşturmaktadır. Bu etmenler ülkemizde kendi teknolojisini kendi üretim noktasında diğer gelişmiş dünya ülkelerine nazaran geri de kalmış ve kendi milli projelerini yeni geliştiren ülke konumunda yerini almaktadır. Bu süreç sebebi ile de atık konumunda bulunan e-atıklar geri dönüşümü dahil edilme noktasından %5 ile %7 arasında kalmaktadır. Kalan kısmı ise çöp olmakta ve geri dönüşüme tabi olarak elde edilen atıklar ise bileşenler arasından değer ihtiva edenler yine teknoloji, bilgi, yetişmiş işgücü, işleme tesisi gibi etmenler nedeniyle yurt dışı ülkelere ham madde ihracı olarak gerçekleşmektedir. Ülkemizin zayıf yönümüzü oluşturan bu durum kendi güçlü teknolojik geçmiş hafızamızı oluşturacak yeterli güçlü bir e-atık geçmişine, tecrübe ve deneyimine sahip olamadığımızdan kaynaklanmaktadır.

5.4.3.10. Nitelikli İş Gücüne İhtiyacı Olması

Tersine lojistik kapsamında e-atıkların geri dönüşüme dahil edilmek üzere, ilgili bakanlık ve çeşitli kuruluşlar tarafından özel firmalara verilen teşvikler neticesinde gerçekleşmektedir. Toplanan, depolanan, geri dönüştürülen, yeniden kullanılan ve kullanım dışı olan parçaların bertarafı; süreç bütünü oluşturulan tersine lojistik sistemler, çeşitli teknoloji, nitelikli iş gücü vasıtasıyla gelişmiş teknik ve yöntemler kullanılarak meydana gelmektedir.

Bu sürecin insan faktörünü oluşturan nitelikli iş gücü söz konusu teknolojinin kullanılması, elde edilen atıkların işlenerek tekrar kullanılabilir ürün veya mevcut ürünün modernizasyonu kapsamında değerlendirilmekte ve yetişmiş iş gücü ile mümkün olmaktadır. Ülkemizde yeni gelişmekte olan teknoloji çeşitliliğine sahip ürün arzı ile birlikte nitelikli iş gücü de aynı orantı da oluşmaktadır. Şu anki zaman zarfında zayıf yönümüzü oluşturan bu sorun, dışarıdan emek işgücü ithali gerçekleştirilerek çözüme kavuşmaktadır. Bu zayıf yönümüz ancak milli ve teknolojik hamlelerin varlığı, ülkemizdeki bu sektörel anlamda işe yönelik istihdam teşvikleri ile mümkün olmakta ve bu durum zayıf yönümüzün bir parçasını oluşturmaktadır.

5.4.3.11. Sektörün Geleceğine Yönelik Yatırım Kısıtları

Sektörün tekel yapılaşma elinde olması, yeni firmaların sektöre girişte çeşitli maliyet, yatırım, teşvik, bilgi ve teknoloji eksikliği gibi kısıtlar ile karşılaşmaktadır. Bu duruma yönelik rekabeti arttırıcı, aynı zamanda teknolojiye ulaşım ve işleme açısından verilen teşviklerin denetlenebilir yasal mevzuat ve cezai yaptırımlar ile güvence altına alınması ile yeni firmaların yaşadığı, karşılaştığı kısıtlar kaldırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

E-atıkların tersine lojistik kapsamında değerlendirilmesi ile geçmişimizde olduğu gibi çok çeşitli yapısı neticesinde analizimize konu olan bilgisayar ve muhteviyatındaki eşyalar geleceğimize aynı yönlü, daha da gelişerek ışık tutmaktadır. Geleceğimizin, hayatımızın bir parçası konumundaki ürünler, atık konuma geldiklerinde veri depolama ve kıymetli bileşenlerini yeniden kullanıma dahil etme ve modernizasyon ile birlikte geri dönüştürülme imkânı ile geleceğin sektörleri arasında yer almasında büyük katkısı olmaktadır. Aynı orantıda gelişen sektör, geleceğin iş kolu olarak günümüzde yerine almaktadır. Bu durumların eksikliği zayıf bir yön olarak karşımıza çıkmakla birlikte denetim mekanizması oturmuş çeşitli vasıtalar, koruma altına alınmış yöntemler ile mümkün olmaktadır. Teşvikler ve sektöre yönelik yatırımlar arttırılarak zayıf yönümüz, uluslararası kuruluşlar tarafından bu şekilde giderilmektedir. Söz konusu sorunun önünde bürokrasi, ülke siyaset politikaları ve firmaların ilk sektöre girerken yaşadığı yatırım ve teşvikler konusunda karşılaştığı kısıtlar ana neden olarak var olmaktadır.

Tablo 5.4. Fırsatlar

Fırsatlar
Elektronik Atıkların Maddi Değeri Yüksek Madenleri Barındırması
Geri Kazanım Oranının Yüksek Olması
Teknolojik Ağa Yakınlık
Kıymetli Birden Çok Bileşene Sahip Olması
Çevreye Ve Doğaya Etkisi
Protokoller Ve İş Birlikleri
Yan Ürün Oluşturma Olanakları
Yan Gelir Elde Etme Olanakları
Projeler ve Ar-Ge Geliştirme
İlgili Kamu Kurum ve Kuruluşları Tarafından Verilen Teşvikler
Firmalara Maliyet Avantajı Sağlaması

5.4.4. Fırsatlar

5.4.4.1. Bilgisayar Atıkların Maddi Değeri Yüksek Madenleri Barındırması

Bilgisayar atıkları metal, plastik, cam gibi bileşenlerinin yanı sıra katma değere konu olan önemli bakır, altın ve paladyum gibi kıymetli ve maddi değeri yüksek olan bileşenler barındırmaktadır. Eksikliğini yaşadığımız söz konusu atıkların işlenebilmesi, yeni ürüne dönüştürülmesi ve yeniden kullanıma tabi olunabilmesi için yapılacak yatırım ve teşvikler ile zayıf yanlarımız fırsatlarımıza dönüştürülebilmektedir. Maddi değer ihtiva eden bileşenler, madenler ülkemizin geleceğine, ekonomisine ciddi katkılar sağlayabilir.

Elektronik atık kapsamında birbirinden farklı bileşenlerden ayrıştırılması sonucu elde edilmiş boardlarda 1,03 ve 1,32 gr bağlantılı değişim göstermekle beraber altın elde etmek mümkün olmaktadır. Altın ağırlığı ele alındığında 466 – 599 gr aralığında toplam atık miktarı söz konusu olduğunda boardlarda %2 oranında altın miktarı olduğu tespit edilmektedir. Bilgisayarlarda bu durum CPU için 0,0712 ile 0,1312 gr aralığında altın bileşeni mevcut olmakla birlikte, 11 – 22 gr arasında toplam atık ağırlığı önemle ele alındığında boardlarda % 0,6 kadar miktar altın içerdiği tespit edilmiştir. "Günümüz koşullarında altın madencilik işlemleri yapılan iş kısımlarının karlı şekilde yönetilebilmesi için ortalama en düşük tenor 1 gram/ton olmalıdır, yapılan çalışmalardan elde edilen veriler sonucu bu oran bahse konu değer 6 katı kadardır.

5.4.4.2. Geri Kazanım Oranının Yüksek Olması

Elektronik atıklar içerisinde yer alan bilgisayar atıklar genel itibariyle altın, bakır, alüminyum, paladyum gibi kıymetli madenleri barındırmaktadır. Söz konusu atıklar yeniden kullanıma ve yeni bir ürün elde etme noktasında tekrar tekrar kullanımı mümkün olan, evsaf ve niteliğini kaybetme oranı düşük materyallerden oluşmaktadır.

Bilgisayar atıkları geri dönüştürülme oranı yüksek olan ve dünyamızda kıt kaynaklar arasında yer alan, dönüştürülmesi dahilinde yüksek katma değere sahip ve geri dönüşüme katılabilmesi dahilinde ciddi ekonomik kazançlar sağlayabilecek ürünler topluluğudur. E-atıkların söz konusu bileşenlerinin geri kazanım oranının yüksek olması bu ürünler için fırsat niteliği taşımakta ve niteliği itibariyle yeni ürün elde etmede ve geri dönüştürülmede ciddi öneme sahip bileşenler gurubunu oluşturmaktadır. 2020 yılındaki veriler ışığında 50 milyon ton atık ortaya çıkmış ve %17 si geri dönüştürülmektedir. Geri dönüşümde yaşanan kayıp nedeniyle 53 milyar dolar değerinde altın ve diğer değerli madenlerin israf edilmektedir. 2050 yılına kadar bu miktarın 100 milyon ton olacağı öngörülmektedir (Aydem, 2022).

5.4.4.3. Teknolojik Ağa Yakınlık

Tersine lojistik kavramının temeli yeni ürüne parça temin etme, geri dönüşüm, bertaraf etme, kaynakları etkin ve verimli şekilde kullanımı çerçevesinde değerlendirilmektedir. Söz konusu süreçleri en iyi şekilde yönetebilmek için bütün bileşenlerin kaynağı konumunda olan atıkların ortaya çıkış, elde ediliş, fiziki ve coğrafi koşullar önem arz etmektedir. Elektrikli ve elektronik atıkların kişi başına en çok düştüğü marmara bölgesinde tesislerin toplanmasının, kuruluş yeri olarak tercih edilmesinin ana nedeni teknolojik ağa yakınlık oluşturmakla birlikte bu firmalar için fırsat niteliği taşımaktadır. Çünkü işletmeler girdisi konumundaki e-atıklar ve bilgisayar atıkları, parçaları en çok kullanım yeri olan; hane halkı, sanayi kuruluşları, eğitim kuruluşları, kamu kurumları ve özel sektör olarak değerlendirilmektedir.

En çok girdinin sağlandığı kesim olan teknolojik ağın geliştiği ve tersine lojistik anlamında değerlendirilmenin maksimum olduğu marmara bölgesi ağa yakınlık bakımından bütün süreçlerin yerine getirilmesi noktasında büyük paya sahip olmaktadır. Teknolojik ağa yakınlık olarak geri dönüşüm merkezlerinin, kapasite kısıtı, sanayi bölgelerine uzaklık, nüfus ve çeşitli maliyet analizleri ile yapılan araştırmada teknolojik ağa yakınlığın mesafe ve hammadde yakınlık açısından önemli olduğu vurgulanmıştır (Işık ve Macit, 2020).

5.4.4.4. Kıymetli Birden Çok Bileşene Sahip Olması

Elektrikli ve elektronik atıkların içerdiği parçalar ve parçaların oluşturulduğu bileşenler çerçevesinde bilgisayar atıkları geri dönüştürülmesi, yeni ürün elde etme ve değerlendirilme açısından, kıymeti olan ve dünyamızda kıt konumunda olan değerli madenlerden ve devre kartları, ana kartlar, CPU, RAM gibi parçalardan oluşmaktadır.

Söz konusu altın, gümüş, alüminyum, paladyum gibi madenler kıt kaynak olmakla birlikte yeniden dönüştürülmeye tabi tutulduğunda evsafını yitirmeden defalarda kullanılma olanağı bulunan bileşenlerden oluşmaktadır. Bahse konu atıkların parçalarının birleştiği bilgisayar atıkları içerisinde söz konusu atıkları barındırmaktadır. İşlendiğinde tekrar kullanılması mümkün yarı mamul niteliğinde devre kartları, RAM, cd rom, işlemciler, CPU, kontaktörler ve birçok ürün, parça içermektedir. Analizimize konu olan bilgisayar atıkları fırsat niteliği taşıyan bu özelliği ile geri dönüşüm ve tersine lojistik kavramının temel taşlarını oluşturan yeniden kullanma, yeni ürün elde etme, yok etme ve kaynak kullanımında ki etkinlik açısından asgari kayıp, maksimum geri kazanım sağlayabilecek bileşenlerden oluşmaktadır. Tersine lojistik değerlendirildiğinde e-atıklar kavram niteliği itibarıyla amacına

en yakın atık grubunu oluşturmakla birlikte dünya, çevre ve canlı yaşamının ayrıca teknolojik kaynak sürdürülebilirliğinin ana yapısını oluşturmaktadır.

5.4.4.5. Çevreye ve Doğaya Etkisi

Elektrikli ve elektronik atıklar sınıflandırmaya tabi tutulduğunda tehlikeli atık grubuna girmekte ve içerisinde cıva, kurşun, krom, kadmiyum, bromlu yanıcılar (BFR) gibi çevreye ve canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyecek zararlı maddeler içermektedir. Elektronik atıklar geri dönüştürülmesi mümkün kıymetli madenlerin yanında tehlikeli ve zararlı maddeler de barındırmaktadır.

Söz konusu tehlikeli atıklar, atık elektrikli ve elektronik atıkların yönetilmesine dair yasal mevzuatlar ve cezai yaptırımlar ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının lisans verdiği kurum ve kuruluşlar ile belediyeler vasıtasıyla toplanmakta ve mevzuat çerçevesinde bertarafı gerçekleştirilmektedir. Söz konusu atıklara uygun tespit edilen yöntem ve teknikler kullanılarak yok edilmekte canlı yaşamına ve çevreye minimum olumsuz etki yaratabilecek şekilde planlanmaktadır. Bu şekliyle dünyada bu konuda öncü ve örnek olabilecek uygulamalar ile yerini almaktadır. Ülkemizin önderlik ettiği sıfır atık projesi kapsamında maksimum atık geri dönüşüme kazandırılmaya çalışmakla birlikte, kullanılamaz bertaraf edilmesi zorunlu atıklar hakkında da enerjiye dönüştürme gibi uygulamalar söz konusu olmaktadır. Olumsuz etkileri fırsata dönüştürme ve sosyal sorumluluk bakımından ülkemiz örnek seviyede olduğunu ve olmaya devam ettiğini göstermektedir.

5.4.4.6. Protokoller ve İş Birlikleri

Elektronik atıkların tersine lojistik sürecine dahil edilme aşamasında ve süreç basamaklarından birini oluşturan e-atıklar kapsamında bilgisayar atıklarının toplanması noktasında çeşitli kamu kurum ve kuruluşlar, üniversiteler ve e-atık üreten diğer kuruluşlar ile kapsamlı protokol ve iş birlikleri yapılmaktadır. Sektörün ana maddesi konumunda bulunan e-atıklar elde edilme ve uzun yıllar söz konusu iş ortaklıklarıyla girdi faktörünün devamlılığı sağlanmış olmaktadır.

E-atık kapsamında tehlikeli sınıfta yer alması sebebiyle bilgisayar atıklarının bileşenleri arasında yer alan canlı yaşamına, doğaya ve çevreye zararlı; cıva, kurşun, krom gibi maddelerin belediye, kamu kurum ve kuruluşları tarafından lisanslı firmalara bertarafı sağlanmaktadır. Protokol ve iş birlikleri ile yok edilme aşamasında çevre mevzuatlarına uygun

olarak bertarafı gerçekleştirilmektedir. Firmaların sürdürülebilirliği ve devamlı faaliyetine etkisi olan bu iş ortaklıkları fırsat niteliği taşımaktadır.

5.4.4.7. Yan Ürün Oluşturma Olanakları

Elektronik atıklar içerisinde bulunan bilgisayar atıkları bileşenlerine ayrılıp plastik, cam, metal, alüminyum, altın, paladyum, gümüş, cıva, kurşun, brom gibi materyaller elde edilmektedir. Kullanılması mümkün olan, yeniden kullanıma dahil olan ürünler ve yeni ürün oluşumunda kullanılacak olan parçalar oluşturulmaktadır. Ana materyal olarak bileşeni olduğu üründe yer bulamayan parçalar, başka ürünlerde tekrar kullanılmak üzere yeni ürünlerde yerini almaktadır.

Yeni ürün olarak yer aldığı eşyalar bazen elektrikli ve elektronik ürün olmakta, bazen parçaları plastik olarak tekrar işlemiden geçerek başka bir ürün veya ürünün muhteviyatını oluşturmaktadır. Eşya olarak bir ayakkabının taban kauçuğu olarak yerini almaktadır. Taşıma esnasında kullanılan evsafını yitirmeyen ahşap ve plastik paletler, yan ürün girişine konu olmaktadır. Bu yönü ile çeşitli sınıflarda tekrar kullanım yeri bulabilmektedir. Bu durum ile de fırsat niteliği taşımakta ve firmaların yan ürün oluşturma noktasında büyük potansiyele sahip olmasına kaynaklık etmektedir.

5.4.4.8. Yan Gelir Elde Etme Olanakları

Bilgisayar atıkları tersine lojistik kapsamında aşamaları olan toplanması, depolanması, ayrıştırılması, sınıflandırılması, işlenmesi ve bertarafı noktasında her bir süreçte yeniden kullanılmaktadır. Geri dönüşüme çeşitli katma değer sağlanarak dahil olabilmekte ve her aşamasında farklı gelir kalemlerine etki edebilmektedir.

Her aşamasında ekonomik değere sahip olmaktadır. Kimi zaman yarı mamul olarak kullanıma sunulmakta, kimi zaman tamamen yeni bir ürün oluşturularak ekonomiye, gelir kalemine sahip olmaktadır. Aynı zamanda hem e-atıkların bileşenlerinden yan gelir olacak şekilde farklı bir alanda kullanılmayan parçalarının enerjiye dönüştürülmek suretiyle çeşitli yöntemler ile yan gelir sağlamaktadır. Kimi zaman ise geri dönüşümü hiçbir işleme gerek duyulmadan e-atıkla beraber gelen ahşap paletler veya bilgisayar ayrıştırılması sonucu elde edilen plastiğin kalite sınıflarına ayrılarak oto lastik yapımında kullanılmak üzere ilgili firmalara sevk edilmektedir. Kimi zamanda ise halı sahalara kauçuk olarak ekonomiye, firmaya yan gelir sağlamaktadır.

5.4.4.9. Projeler ve Ar-Ge Geliştirme

Dünya da ilk bilgisayar 1945 yılında ENIAC adında ABD' de üretilmiş, ülkemize ilk 1960 yılında Karayolları Genel Müdürlüğünde kullanılmak üzere gelmiştir. Dünyamızda ilk üretildiği andan itibaren büyük bir ivme kazanan, gelişmiş teknoloji ve AR-GE çalışmaları sonucu ileri boyutlara ulaşmaktadır. Bilgisayar sektörü daha hızlı, çok işleve sahip, günümüz ihtiyaçlarının karşılayabilecek konumda ve giderek daha da gelişen ve yeni ihtiyaçlar doğuran argüman eşya konumundadır.

Bu şekilde değerlendirilen bilgisayar atıklarının mevcut teknolojinin sürdürülebilir konumda bulunmasının yegâne kaynağı, bilgisayar ve e-atıklar kapsamında tekrar kullanıma sunulan parça, bileşenlerinin maksimum geri dönüştürülebilir olması sonucu mümkündür. Ülkemizde ve dünya da çeşitli proje ve AR-GE çalışmaları ile e-atıklarda yaşanan kayıplar minimuma indirgenmekte ve bu e-atıkların, geri dönüştürülmesi tersine lojistik kapsamında fırsat olarak değerlendirilmektedir. Bilgisayar ve e-atıkların toplanmasında kullanıcı konumda bulunan kamu ve özel sektör kuruluşları ile yapılan projeler ve aynı zamanda ayrıştırılması, geri dönüştürülmesi süreçlerinde geliştirilen teknik ve yöntemler ile kazanım maksimum seviyeye getirilmektedir. Teknolojinin ve kıt kaynakların geleceğe aktarılmasında fırsat niteliğinde önemli katkı sunulmaktadır.

5.4.4.10. İlgili Kamu Kurum ve Kuruluşları Tarafından Verilen Teşvikler

E-atıkların tersine lojistik kapsamında süreçleri her aşamasında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından lisans verilmiş firmalarca bahse konu tehlikeli atıkların toplanmasından, bertarafı süreçlerinin bütününe kapsayan basamakların gerçekleştirilmesi mevzuat ve yasalar ile belirlenmiştir.

Bahse konu firmalarca e-atıkların ve bilgisayar atıklarının ayrıştırılıp, işlenmesi, geri dönüşüme ve geri kazanıma konu olması noktasında ihtiyaç duyduğu birçok gereksinim vardır. İşleme tesisi için arazi, ayrıştırılma noktasında gelişmiş teknolojinin ülkeye getirilmesi, bertarafı için gerekli izinleri alınmış tesis kurulması gerekmektedir. Söz konusu tesis için alan tahsisi, yatırım teşvikleri, bahse konu atıkların toplanması noktasında kullanım alanı olan bütün sektörler ile iş birlikleri ve projeler yapılmıştır. Geri dönüştürmeye katılım için gerek hane halkı gerekse bütün kullanım yeri bulmuş kurum ve kuruluşlara e-atık teslimine karşılık çeşitli kampanya ve teşvikler ile bu fırsat değerlendirilmektedir. Kişi başına

ve ülkenin toplam elde ettiği e-atık miktarı artırılabilir ve dünya, teknoloji, canlı ve doğa yaşamının geleceğine ışık tutulabilmektedir.

5.4.4.11. Firmalara Maliyet Avantajı Sağlaması

Elektronik atıkların ülkemizde toplayan, depolayan, ayrıştıran, işleyen ve bertaraf eden sınırlı sayıda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından verilmiş lisanslı firma bulunmaktadır. Her bir süreci yöneten firma farklı olduğu gibi gerekli kapasiteye ve yeterli tesise sahip firmalar da bulunmaktadır.

Söz konusu bilgisayar ve e-atıkları ayrıştırma ve işleme tesisine sahip sınırlı sayıda firma bulunduğundan söz konusu firmalar bir bakıma tekel konumunda olup sektörü ellerinde tutmaktadır. Bu durum monopolleşme, sektörde girdi ve çıktıları belirleme, rekabet gibi konularda zayıf yönleri oluşturmakla birlikte sektörde yeterli kapasiteye ve hacme ulaştıkları için maliyet avantajı elde etmektedir. Maliyet avantajı söz konusu sektörde söz sahibi olma hususunda büyük değer yaratmaktadır. Çeşitli Kamu Kurum ve Kuruluşlarının sağladığı teşvik, yatırım ve gerekli ekipman, teçhizat ve iş birlikleri ile hem sektöre yeni firmalar dahil ederek rekabet arttırılmaya çalışılmaktadır. Hem maliyet yönlü teşvikler ve krediler verilerek maliyet avantajı sağlanmakta, sektörün gelişmesine rekabet koşullarında ve ileriye dönük sürdürülebilirliğine katkı sağlanmaktadır. Bu durum zayıf kalınan bir eksikliği fırsata dönüştürülmesi noktasında büyük öneme haizdir.

Tablo 5.5. Tehditler

Tehditler
Sektörde Rekabet Yetersizliği
Kamu Kurum ve Kuruluş Destek ve Teşvik Eksiklikleri
Yatırım Kısıtları
Elektronik Atıkların İçerdiği Zararlı Maddelerin Varlığı
Farklı Ülkelerdeki İşleme Tesisleri
Siyasi Belirsizlikler
Elektronik Atık Tesis Maliyetlerindeki Yükseklikler
Döviz Kurlarındaki Dalgalanmalar
Elektronik Bileşen Kaynakların Tükenmesi
Yetişmiş Eleman Sıkıntısı

5.4.5. Tehditler

5.4.5.1. Sektörde Rekabet Yetersizliği

Tersine lojistik kapsamında değerlendirmeye tabi tutulan e-atıkları ve bilgisayar atıkları ayrıştırılma ve işleme sürecini gerçekleştiren sınırlı sayıda firma bulunmaktadır. Söz

konusu firmalar köklü geçmiş kimliğe sahip, yetişmiş insan gücünü elinde bulunduran ve sektörün artı ve eksilerini doğru analiz etmiş sektöre hâkim ilgili bakanlık tarafından gerekli yetki ve izinlere sahip firmalardır.

Söz konusu firmalar ellerinde bulundurdıkları ekipman, teknoloji, insan gücü, kapasite ve ölçek büyüklüğü gibi avantajlar ile ülkemizde söz konusu atıklar açısından lider pozisyonundadır. Firmalar maliyet avantajına da sahip olduklarından, sektöre yeni firmalar girmesini bir nevi engellemekte, teşvik ve yatırım eksikliği nedeniyle rekabet ortamının oluşmasına da imkân verilmemektedir. Bu durum sektör açısından risk, tehdit unsurunu oluşturmaktadır.

5.4.5.2. Kamu Kurum, Kuruluş Destek ve Teşvik Eksiklikleri

Bilgisayar ve e-atıkların sıfır atık projesi kapsamında toplanması, depolanması, ayrıştırılması, işlenmesi ve geri dönüştürülmek suretiyle yeniden kullanıma sunulması, uluslararası camiada kabul görmüş teknik yeterlilik ve kabiliyet ile birlikte yasal mevzuat ve cezai yaptırımlar ile güvence altında tutulmaktadır.

Söz konusu atıkların sayılı firmalar aracılığı yerine getiriliyor olması, atıkların tehlikeli atık grubunda olması, gerekli lisans, yetki ve izinler dışında teşvik, kampanya ile birlikte bertaraf tesisi, işleme tesisi ve yeniden kullanıma kazandırma noktasında gerekli teşvik ve desteklere ihtiyaç duyulmaktadır. İlgili bakanlık, kamu kurum ve kuruluşlar tarafından verilen destek ve teşvikler, bertaraf edilecek alan, atık toplama, protokol ve iş birlikleri, çeşitli mevzuat ve ihracat, ithalat anlamında temin, tedarik alanı ile sınırlı kalmaktadır. Bu durum sektörün ilerlemesi ve dünya koşullarına uygun nitelikte hizmet yerine getirmede yetersiz kalınmaktadır. Söz konusu teknoloji, insan gücü ve yeniden kazanım oranında uluslararası kuruluşların gerisinde kalınmasına neden olmaktadır. Bu durumlar sektörün geleceği ve ülkemiz adına tehdit niteliği taşımaktadır.

5.4.5.3. Yatırım Kısıtları

Elektrikli ve elektronik eşyalar birbirinden farklı özellik arz eden türde, nitelikte ve farklı amaçlar için üretilmektedir. Bu sebeple de çoğu parçaları eşyanın niteliğine uygun olarak üretilmekte ve bağımsız birçok materyalden oluşmaktadır. Bahse konu cep telefonu,

buzdolabı, ütü, televizyon ve bilgisayar gibi sayılacak birbirinden bağımsız farklı özellikteki ürünlerin bütününden oluşmaktadır.

Söz konusu bilgisayar atık ürünleri geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanıma katkı açısından katma değer yüksek olmakla birlikte, ekonomik değer yönüyle önem ihtiva eden bileşenleri altın, bakır, gümüş, gibi önemli materyaller barındırmaktadır. Söz konusu bileşenler haricinde binlerce parçadan oluşmaları işleme tesisi, ayrıştırma tesisi ve yeniden kazanıma dahil etme noktasında maliyetli süreçler olduğundan kapasitesi yeterli sayılı firma tarafından gerçekleştirilmektedir. İlgili kamu kurum ve kuruluşların ise söz konusu maliyetli tesisler kurma ve işletilmesi konusunda yatırım imkanları sınırlı olmakta ve özel sektör kısmını oluşturan iş dünyasında yatırım alanında ilerleyen sektör, tekelleşmeye doğru yön almaktadır. Yatırım imkanlarındaki yetersizlik, sektörün geleceğini tehdit etmekte, rekabet, teşvik ve yeni kuruluş ve tesislerin var olan ülke katma değerine katkısı yönüyle sıkıntılar yaşanmasına sebebiyet vermektedir.

5.4.5.4. Elektronik Atıkların İçerdiği Zararlı Maddelerin Varlığı

Sıfır atık projesi kapsamında dünya ve uluslararası kuruluşlar nezdinde ülkemizin öncülük ettiği atık geri dönüşüm kapsamında değerlendirilen eşyalar, içerisinde barındırdığı materyaller itibarıyla tehlikeli ve tehlikesiz atık olmak üzere başlıca sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Araştırmamıza konu olan bilgisayar atıkları ve e-atıklar da tehlikeli atık grubunda yer almaktadır. İçerisinde mevcut bileşenler gereği tersine lojistik kapsamında toplanmasından, bertarafına kadar süreçler bütününde her aşamasında uluslararası kuruluşlar ve ilgili kamu kurum ve kuruluşlar tarafından oluşturulmuş yasal mevzuatlar çerçevesinde yürütülmektedir. Depolanması noktasında geçirimsiz 25 cm beton zeminde, üstü ve yanları kapalı, kötü hava şartlarından etkilenmeyecek alanlarda depolanması gerekmektedir. İlgili bakanlık tarafından lisans ve yetki verilmiş firmalar ve ekipmanlar ile taşınarak, gerekli yetki ve izinlere sahip tesislerde ayrıştırılma ve işlenmeye tabi tutularak geri dönüşüm kapsamına dahil edilmektedir.

İçerdiği cıva, kurşun, brom gibi çevreye, doğaya ve canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyen mevzuat çerçevesinde yürütülmesi gereken aksi takdirde çeşitli hastalık ve kirliliğe sebebiyet veren maddeler içermektedir. Dünya geleceği açısından tehdit unsuru oluşturmaktadır. Bu durum aynı zamanda tehdit oluşturmaya devam etmekle birlikte bütün süreçlerinin belirlenen yasal mevzuat ve yönetmelikler ışığında yerine getirilmesi

sürdürülebilir ve yaşanabilir bir gelecek için sağlanması zorunlu bir süreç akış bütününe ifade etmektedir. Aksi takdirde geri dönüşümü mümkün olmayan sonuçlar doğurmaktadır.

5.4.5.5. Farklı Ülkelerdeki İşleme Tesisleri

Elektronik ve bilgisayar atıklarının işlenmesi açısından değerlendirildiğinde barındırdığı kıymetli madenlerin bakır, gümüş, altın, paladyum gibi bileşenler ayrıştırma işlemini yapılması mümkün olmaktadır. Yeni ürün oluşumu veya geri kazanım kapsamında değerlendirilme, materyal ile birleştirilme, katma değer kazandırma noktası yeterli montaj ve üretim tesisine sahip olmadığından ülkemiz dışında Almanya, İtalya gibi bu sektörde ekipman, iş gücü ve teknolojiye sahip ülkelere ihraç edilmek suretiyle gönderilmektedir.

Ülkemizin ve dünyanın sektör bazlı geleceği konumda olan e-atık geri dönüşümü tersine lojistik faaliyetleri ancak, katma değer yaratacak nokta da etkin, verimli ve yeterli olunması suretiyle mümkün olabilecektir. Sektör açısından dünya pazarında yer alabilmenin koşulu durumunda olan teknoloji, ekipman, kabiliyet ve yetişmiş iş gücü eksikliği sebebiyle bu durum karşısında tehdit durumunda kalınmaktadır.

5.4.5.6. Siyasi Belirsizlikler

Çeşitli sebepler ile siyasi belirsizliğin mevcut olduğu ülkelerde görülen yatırım, teşvik, değer yargıların oluşturulduğu sektör ve bakış açısının oluşturduğu durum sektörün gelişimine tehdit niteliği ile benzer ülkeler de aynı etkiyi meydana getirmektedir. Bu durum teknoloji, hizmet, üretim, lojistik gibi örnek verilebilecek birçok sektörde gösterebileceği etkiyi siyasi otoritenin varlığına göre çeşitlilik ve yönlülük açısından değerlendirilebilmektedir.

E-atık geri kazanım açısından uluslararası arenada boy göstermiş lider konumundaki ülke ve kuruluşlar tarafından sayılan sektörlerde olduğu gibi e-atık geri kazanım sektöründe de ilgili kuruluşlar tarafından başka ülkeler için tehdit konumdadır. Rekabet olanağı, ekonomik etkisi, maliyet ve hammadde temin açısından söz konusu siyasi belirsizliği bahse konu kuruluşların pazar dışına itme ve yönlendirme politikası gibi enstrüman ve yol gösterme niteliği ile söz konusu belirsizlik olan ülkeler üzerinde kullanılabilmektedir.

5.4.5.7. Elektronik Atık Tesis Maliyetlerindeki Yükseklikler

Elektronik atıkların bir kolunu oluşturan bilgisayar atıklarının yapılarının çok çeşitlilik arz etmektedir. Plastiğinin ayrı; devre kartlarının, usb, cd rom, ana cart, kablo bileşenleri, cam ve maden niteliğinde bulunan altın, paladyum, bakır, platin ve bertaraf edilmesi gerekli cıva, kurşun, brom, gibi tehlikeli atık varlığı yapısı gereği her bir basamak ayrı

değerlendirilmektedir. Ayrı depolama, ayrı ayrıştırılma, ayrı işleme ve ayrı bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Söz konusu işlem basamaklarının mevzuat gereği farklı alanlarda, farklı teknik, yöntem, ekipman ve iş gücü gerektiren süreçlerdir. Bu durum ile her bir branş için ayrı tesis kurulması ve yasal mevzuatlar çerçevesinde gerçekleştirilmesi ciddi maliyet gerektirmesi sektör tehditleri arasında yer almaktadır. Teşvik, yatırım, protokol, iş birliği ve kamu kurum ve kuruluşları tarafından maliyet ve diğer bütün konular için destek gerektirmektedir. Bu durum itibariyle söz konusu etmenler bir maliyet kalemini oluşturduğundan sektör için tehdit niteliği taşımaktadır.

5.4.5.8. Döviz Kurlarındaki Dalgalanmalar

E-atıkların tersine lojistik kavramı kapsamında ayrıştırma ve sonrasında işlemek amacıyla yurt içinde yeterli kapasitede firma bulunmaması sebebiyle yurtdışında bulunan firmalara ihracat edilmesi ve karşılığında ürün olarak ya da geri kazanıma konu olabilecek yarı mamul ürün ithal edilmektedir.

Bu durum uluslararası pazarda geçerli para birimleri dolar, euro gibi döviz cinsleri üzerinden gerçekleştirilmektedir. E-atıklara konu olan bileşenler ihracat ve ithalat arasında yaşanan katma değer nedeniyle oluşan fiyat farkları ve döviz cinsinden yapılan ticaret nedeniyle oluşan döviz kurlarındaki dalgalanmalar söz konusu ticaret sonucu farkın daha da artmasına neden olmakta bu da sektörün geleceği ve tersine lojistik kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlerde maliyet açısından tehditlere neden olan unsurlar arasında yerini almaktadır.

5.4.5.9. Elektronik Bileşen Kaynakların Tükenmesi

Dünya da güneş, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir kaynaklar dışında var olan altın, gümüş, bakır, demir, metal, vb. bütün maddeler, madenler yenilenemeyen kıt kaynakları oluşturmaktadır. Dünya da var olan ve üretime konu olan elektronik eşyaların, bilgisayarların bütünü kıt kaynaklardan meydana gelmektedir.

Tersine lojistik kapsamının oluşmasının ana nedenlerinden bir unsurunu da mevcut olan kıt kaynakların tükenmekte olması ve teknolojinin, hayatta var olan ihtiyaçların sınırsız olması, taleplerin maksimum derecede karşılanmak üzere kurgulu olması oluşturmaktadır. Elektronik bileşenlerin devamlılığı e-atıkların maksimum seviyede geri kazanıma tabi olunmasına bağlıdır. Bu durum bir tehdit niteliği taşısa da teknolojik gelecek ve sürdürülebilir

bir dünya için geri kazanım kapasite ve kabiliyetimizi en üst seviyede tutulması gerekmektedir. Bileşenlerinin tükenen kaynaklardan meydana gelmesi sebebiyle teknolojik gelecek tehdit unsuru altında kalmaktadır.

5.4.5.10. Yetişmiş Eleman Sıkıntısı

Bilgisayar ve ürün grubuna dahil olduğu elektronik ürünler bilgisayar anlamında dünyada 1960'lar da hayatımıza dahil olsa da günümüz koşullarına giderek artan ve inanılmaz derecede önemli teknolojik seviyeye gelmiştir. Bu durum giderek çok büyük boyutlarda ilerlemekte ve söz konusu ilerleme işinde uzman yetişmiş iş gücü ile mümkün olmaktadır.

Elektronik eşyaların atık kapsamında değerlendirilmesine yönelik bütün aşama ve basamakların yetişmiş iş gücü ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gelişen teknolojik seviyeleri yakalama ve bu pazarın bir parçası olabilmenin yegâne yolu rekabet olanağı, maliyet avantajı, teknik, ekipman ve iş gücü açısından yeterli olabilme etkinliği yakalayabilme gayretidir. Uluslararası arenada söz konusu avantajları yakalayamayan sektörlerin, kuruluşların ve ülkeler için bu durum bir tehdit niteliği taşımaktadır.

 Güçlü Yönler	 Zayıf Yönler	 Fırsatlar	 Tehditler
1. Elektronik atıkların çok çeşitli bileşenlerden oluşması 2. Geri dönüştürülme kabiliyetinin yüksek olması 3. Maddi değere sahip kıymetli madenler barındırması 4. Bileşenlerinin yeniden kullanıma yüksek oranda dahil edilebilmesi 5. Atık durumdaki parçalarından enerji üretilebilmesi 6. Elektronik atık ve bileşenlerinin ihracat olanakları 7. Atık geri dönüşümünün teknolojinin geleceğini oluşturmaması 8. Çevreye duyarlı olumlu etkiye sahip olması 9. Geri dönüşümde sürdürülebilirliğe katkısı olması 10. Katma değer yaratma olanaklarına sahip olması	1. Geri dönüştürme tesislerinin eksikliği 2. İşleme tesislerinin ekipman ve üretim yetersizliği 3. Elektronik atıkların barındırdığı zararlı maddeler 4. İhracatın ham madde ile sınırlı olması 5. Yeniden kullanıma kazandırma bilgi eksikliği 6. Teknolojik rekabet düzeyi 7. Dünya standartlarını yakalama düzeyi 8. Maliyetlerinden ötürü sektörün varlığı 9. Güçlü bir geçmişe sahip olmama 10. Nitelikli iş gücüne ihtiyacın olması 11. Sektörün geleceğine yönelik yatırım kısıtları	1. Elektronik atıkların maddi değeri yüksek madenleri barındırması 2. Geri kazanım oranının yüksek olması 3. Teknolojik ağırlıklı yakınlık 4. Kıymetli birden çok bileşene sahip olması 5. Çevreye ve doğaya etkisi 6. Protokoller ve iş birlikleri 7. Yan ürün oluşturma olanakları 8. Yan gelir elde etme olanakları 9. Projeler ve ar-ge geliştirme 10. İlgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından verilen teşvikler 11. Firmalara maliyet avantajı sağlanması	1. Sektörde rekabet yetersizliği 2. Kamu kurum ve kuruluş destek ve teşvik eksiklikleri 3. Yatırım kısıtları 4. Elektronik atıkların içerdiği zararlı maddelerin varlığı 5. Farklı ülkelerdeki işleme tesisleri 6. Siyasi belirsizlikler 7. Elektronik atık tesis maliyetlerindeki yükseklikler 8. Döviz kurlarındaki dalgalanmalar 9. Elektronik bileşen kaynaklarının tükenmesi 10. Yetişmiş eleman sıkıntısı

Şekil 5.2. SWOT Analiz Değerlendirmesi
Kaynak: (Sürmen, 2019:100)

6. SONUÇ

Bu çalışmada, analitik yöntem olan SWOT analizi kullanılarak elektronik atıkların tersine lojistik kavramı ile birlikte geri dönüştürme, yeniden kullanıma kazandırma sürecine değinilmiştir. Bu aşamalar boyunca edinilen firma ve kurumların karşılaştıkları güçlü/zayıf yanlar ile elektronik atığın önemine vurgu yapılarak oluşabilecek fırsat ve tehditler edinilen bulgular ışığında analiz edilmiştir. Öncelikle elektronik atıkların, tersine lojistik faaliyetlerine dahil olabilme sürecine yönelik literatür çalışması, elde edilen veriler doğrultusunda araştırma kısımlara ayrılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında elektronik atıkların geri dönüşümünün önemine binaen tersine lojistik kavramı ortaya çıkış süreci, tarihsel gelişimi ve geçirdiği yasal düzenlemeler ve elektronik atık ile bağlantısı üzerine detaylı bilgiler verilmiştir. İkinci aşamada gelişen teknoloji ile birlikte elektronik eşya ürün yelpazesinin genişlemesi ile geri dönüşüm oranı yüksek olan elektronik atıkların önemi vurgulanmıştır. Yeniden kullanıma kazandırılmasına yönelik analitik yöntem ve teknikler ile geri dönüşüm süreçlerine ait verilere değinilmiştir. Üçüncü aşamada çalışmamızın kaynağı konumunda olan bilgisayar atıklar hakkında içerdiği bileşenler, ekonomik ve katma değer yaratma imkânı, elektronik atıklar kategorisi içerisinde bulunduğu konuma yönelik edinilen bulgular ışığında bilgiler aktarılmıştır. Son aşamayı oluşturan dördüncü kısımda ise SWOT analizine yönelik kavram, tanımlamalara değinilmiş, bahse konu analiz kavramının tersine lojistik ve elektronik atık ile ilişkisi, literatür taramasında edinilen bulgular doğrultusunda çalışmanın yöntemi belirlenmiştir. Görüşme yöntemi ile yapılan çalışmada firmaların yönetici konumunda bulunan personelleri ile gerçekleştirilmiş olup, firma ve kurumlara ait veriler SWOT analizi ile değerlendirme yapılmıştır.

Elektrikli ve elektronik eşyalar, teknolojiye meydana gelen yenilikler ve gelişmeler ışığında ürün çeşitliliği ile birlikte hayatın vazgeçilmez parçaları halinde her alan ve sektörde yerini almıştır. Türkiye'de e-atık kavramı, 1991 yılında "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine" 2002 yılında yapılan ekleme ile dahil olunmaktadır. İlk mevzuatsal katılım 22 Mayıs 2012 yılındaki " Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği" ile yapılmıştır. Elektronik eşyalarda yaşanan gelişme, inovasyon ve çeşitlilik ile birlikte elektronik atığa yüklenen önemde eş güdümlerle birlikte artmıştır. Kullanıcı birimler tarafından tüketim miktarı ile aynı yönlü olarak elektronik atık oluşma hızında artışlar meydana gelmektedir. Edinilen bulgular ile e-atıkların içerdiği materyallerin tersine lojistik kapsamında geri dönüştürülme yöntem ve teknikleri, e-atıkların yönetimi ve uluslararası kuruluşlar ile

ülkemizdeki yasal düzenlemeler, mevzuatların oluşum süreçleri, kapsam alanları araştırılmış ve değerlendirilmiştir.

Çalışmada SWOT analizi ile elektronik atıkların ürün yelpazesinin bilgisayar, elektrikli araba, tabletler, elektronik ev aletleri, ağır sanayi teknolojileri, telefonlar ve birçok daha günlük yaşantımızı kolaylaştırmak adına üretilmiş ürünler yer almaktadır. Elektronik ürünlerin gelişmekte olan bir sektör olması, çok bileşenli bir yapıya sahip olması, yapılan modernizasyonlar ile birlikte geri dönüştürülme kabiliyeti ve ekonomik değeri yüksek RAM, CPU, hard disk, gibi katma değeri yüksek materyaller içermesi analizimizin temel kaynağını oluşturmaktadır. SWOT analizi ile sektörün güçlü, zayıf yanları ve fırsat, tehdit değerleri elde edilen veriler doğrultusunda sektörün geleceğine yönelik yol göstermeye, ışık tutmaya çalışılmakta ve güçlü kurumsal hafıza oluşturmak analizin hedefini merkez almaktadır. Elde edilen bulgular ile yapılan bu araştırmada ülkemizin zayıf yönünü oluşturan kıymetli madenlerin işleme tesislerinin mevcut olmaması, teşvik ve e-atık toplamaya yönelik bilinçlendirmenin yetersiz olması yer almaktadır. Kampanyalar ile desteklenmekle birlikte üstesinden gelebilmesinin mümkün olacağının yanı sıra ekonomik olarak katma değerın yurtdışına gönderilmesi, ülkemizde bu yönlü bir sektör oluşturularak tesislerin kurulması ve teşvikler ile desteklenmesi söz konusu durumu fırsata çevirebilir ve güçlü yanımız konumuna getirebileceği değerlendirilmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre yapılan analizlerin hedefine ulaşabilmesi için, e-atıkların geri dönüşüme, tersine lojistik sürecine dahil edilmesine yönelik etkin çalışmaların yapılması gerekmektedir. Türkiye'de bulunmayan e-atıkların içerdiği altın, bakır, paladyum gibi kıymetli maden işleme tesisleri kurulmakla birlikte, başarılı bir stratejik geliştirme süreci gerçekleştirilecektir.

Firmaların öncelikle güçlü yönleri ele alınmış, ülke çapında ve bahse konu firmalar nezdinde elektrikli ve elektronik atıkların özellikle bilgisayar atıkların geri dönüşümü, tersine lojistik açısından faaliyetleri incelenmiştir. E-atıkların ve bilgisayar atıkların barındırdığı bileşenlerin RAM, CPU, Ekran kartları ve hard diskler gibi geri dönüşüm kabiliyeti yüksek, altın, gümüş, paladyum, bakır gibi ekonomik değeri olan bileşenler içermektedir. Aynı zamanda metal, plastik, cam, alüminyum benzeri çok çeşitli yapıya sahip olması, konumunu diğer atıklarından daha önemli pozisyona getirmektedir. Atıklardan enerji üretilmesi kömürden daha az karbondioksit üretilen % 2,14 yılda enerji üretme kapasitesi ile 2,172 MW ısı enerji üretilmekte, aynı zamanda %85 geri dönüştürülme, % 14 ü tekrar kullanılan % 1 i bertaraf edilmeye gönderilmektedir. Yüksek geri dönüştürülme kabiliyetli ve ihracat

olanakları, katma değer yaratma imkânı ile e-atıkların toplanması ve bertaraf edilme süreci boyunca her aşamada ekonomiye dolaylı ve doğrudan bağlantısı ile söz konusu atığa maddi bir değer biçilmesine katkı sağlamaktadır. Bahse konu ekonomik değer ihtiva etmesi sebebiyle ve e-atıkların kaybolmakta olan kaynakların tersine lojistik faaliyetler kapsamında değerlendirilmesi gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Neden sonuç ilişkisi ve çevreye duyarlı projeler ile geri dönüştürülmesini maksimum seviyeye ulaşmasına katkı sağlamaktadır.

Zayıf yönlerinde ise e-atık konusunda firmaların toplama, depolama, sınırlı yeterlilikte işleme imkânı ve bertaraf etme bakımından kısıtlı tesislerin var olması yer almaktadır. Ayrıca katma değer yaratma açısından maddi değere sahip altın, gümüş, bakır, paladyum gibi bileşenlerin işlenmesi noktasında hammadde ihracatına konu olması söz konusudur. E-atıkların barındırdığı bileşenlerin tehlikeli madde kapsamında değerlendirilmesi ve uluslararası toplulukların ve kuruluşların belirlediği standartlara yakalama düzeyi ile yeniden kullanıma kazandırma noktasında bilgi, tecrübe ve yetişmiş eleman eksikliği de zayıf yönlerinin temelini oluşturmaktadır. Aynı zamanda e-atıkların tersine lojistik kapsamında değerlendirilmesi sürecini oluşturan bütün istasyonların yüksek maliyetli tesislerden oluşması, sektörün maliyet etkinliği ve avantajını kazanmış firmalar tarafından tekel oluşturulmasına neden oluşturmaktadır. Güçlü bir geçmiş ile birlikte rekabet düzeyinin oluşmasını da olumsuz yönde etkilemektedir.

Sıfır atık kavramı dünya da ilk kez 2002 Uluslararası Sıfır Atık İttifakı (ZWIA) zirvesinde Yeni Zelanda da ortaya çıkmıştır. Günümüzde dahi gelişimini sürdüren kavram sektörde öncü olmayı başaran uluslararası kuruluşlar tarafından yönetilmektedir. Bu oluşum ile birlikte tehlikeli atık sınıfı içerisinde yer alan e-atıklar, çevreye ve canlı yaşamına etkisinin minimuma indirilmesini hedeflemektedir. Yasal düzenlemeler, işleme faaliyeti gösteren kuruluşlar ile yapılan protokol ve sözleşmeler, Kamu Kurum ve Kuruluşlar vasıtasıyla verilen bu konuda teşvikler ve sıfır atık projesi ile bu etkiyi sağlamaya yönelik sektöre fırsat niteliği kazandıran adımlar atılmaktadır. E-atık faaliyetlerini de içerisinde barındıran oluşum aynı zamanda dünya da kıt kaynakların maksimum verimle geri dönüştürülmesini amaçlamaktadır. Bilgisayar ve e-atıkların içerisinde altın, gümüş, bakır, paladyum gibi ekonomik değeri ve kıymeti olan madenler barındırması, geri kazanımı kolay RAM, İşlemciler, Ekran kart ve hard diskler ile tersine lojistik faaliyetleri kapsamında ekonomik değer yaratma, kullanılamayacak durumda dahi olan parçaları ile yan sektöre veya enerji elde etmede kullanılmaktadır. E-atık

ayırıştırma sürecinde bağımsız kullanılabilir parçaların geri dönüşümü noktasında plastik ve ahşap paletler örneğinde olduğu gibi yan gelir elde etme sürecinde ve teknolojik gelecek, sürdürülebilir kalkınma açısından bilgisayar atıkları ve elektronik atıklar fırsat niteliğinde geri dönüşümün mihenk taşı oluşturmaktadır.

E-atıkların içerdiği altın, bakır, paladyum gibi maddi değeri yüksek bileşenlerin dünyada kıt kaynaklar arasında yer almaktadır. Söz konusu materyallerin bilgisayar ve e atıklardan ayırıştırma işlemi sonrası işleme noktasında tesis yetersizliği kaynaklı, yurtdışına hammadde ihracatı konumunda olması katma değer yurtdışına aktarılmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda söz konusu atıkların geri dönüşüme kazandırılması noktasındaki kullanıcı konumundaki hane halkı ve kuruluşlar tarafından teşvik ve kampanya gibi bilinçlendirme eksiklikleri e-atıkların geri dönüşüm oranında ciddi kazanımların yok olmasına neden olmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşlarının teşvik yetersizlikleri, siyasi otoritedeki değişkenlikle birlikte gelen yatırım politikaları kaynaklı yatırım kısıtları, geri dönüşüm tesislerindeki maliyet dezavantajları sektörde rekabet ortamının oluşmasını engellemektedir. Uluslararası pazarda ticaretin döviz kurları üzerinden gerçekleşmesi ve işleme tesis yetersizliği kaynaklı hammadde ihracı ile sınırlı kalmakla beraber katma değer kazanan ürün ithal söz konusu olduğundan döviz kurlarındaki dalgalanmalar e-atıkların geri dönüşümü kapsamında tehdit unsurunu oluşturan etmenler arasında yerini almaktadır. Ayrıca ne kadar yasal düzenlemeler, cezai müeyyideler ile kontrol altına tutulmaya çalışılsa dahi e-atıklar barındırdığı kurşun, cıva, brom gibi çevreye ve canlı yaşamına geri dönüşü mümkün olmayan ciddi olumsuz etkileri olmaktadır. Tehlikeli atık sınıfında yer alması sebebiyle sürdürülebilir yaşam ve teknolojik gelecek için tehdit unsuru oluşturmaktadır.

Çalışmanın konusu olan bilgisayar ve E-atıklar hakkında elde edilen bulgular ve araştırmalar sonucu daha önce SWOT analizi yöntemi ile yapılan birebir örtüşen bir çalışma mevcut değildir. Çoğunlukla araştırmalarda E-atıkların tersine lojistik faaliyetleri kapsamında geri dönüşüm sürecine yönelik niteliksel betimleme yöntemi ile söz konusu atıkların toplanması, depolanması, çeşitli yöntem ve teknikler ile tasnif edilmesi konu alınmış ve bu duruma yönelik analizler yapılmıştır. Ayırıştırılma metotları ile e-atık bileşenlerinden altın, bakır, paladyum vb. ekonomik değeri yüksek materyallerin geri kazanım oranlarına değinilmiştir. Kral suyu tekniği, manyetik ayırma, gibi hangi yöntemler ve teknikler ile söz konusu madenlerin hangi bilgisayar ve e-atık parçaların ne oranda geri dönüşüm sağlandığına yönelik "Elektronik atık kapsamında birbirinden farklı özellikteki bileşenlerden ayırıştırılması

sonucu elde edilmiş boardlarda 1,03 ile 1,32 gr arasında değişim göstermekle beraber altın elde etmek mümkün olmaktadır. Altın ağırlığı ele alındığında 466 – 599 gr aralığında toplam atık miktarı söz konusu olduğunda boardlarda %2 oranında altın miktarı olduğu tespit edilmektedir. Bilgisayarlarda bu durum CPU için 0,0712 ile 0,1312 gr aralığında altın bileşimi mevcut olmakla birlikte, 11 – 22 gr arasında toplam atık ağırlığı dikkate alındığında boardlarda %0,6 kadar miktar altın içerdiği tespit edilmiştir. Günümüzde koşullarında altın madenciliği işlemlerinin yapıldığı alanların işletilebilmesinin karlı olabilmesi için altın cevherlerinde ortalama en düşük tenor 1 gram/ton olması gerekmektedir. Çalışmada belirtilen bu altın oranı söz konusu değeri 6 katı kadardır. Elektronik atıklardan olan konektörler de kral suyu yöntemi ile 144,93 gr atık ağırlığı ile, 0,29 gr altın miktarı barındırmaktadır” (Onay, 2019).

Yapılan çalışma ile dolaylı olarak benzer analizler incelendiğinde e-atıkların tersine lojistik faaliyetlerinin kapsamında hane halkı ve kullanıcı birimlerden toplanması, çevreye duyarlılık konularına yönelik bilinçlenmenin ve e-atık kapsamında çevreye verilen öneme vurgu yapılmıştır. Çevresel kaygı, empati ve ahlaki normlar arasındaki ilişkiye yönelik yapılan çalışmada, toplumun demografik yapısı incelenmiş ve yaş aralığı, medeni durumu, çocuk sahibi olup/olmama gibi normlar arasında ilişki incelenmiştir. Yaş aralığı 35-44 arasında yer alan insanların ve bekar, çocuk sahibi olmayan bireylerin çevresel duyarlılık eşiğinin daha yüksek, empati ve ahlaki normlara, geri dönüşüm süreci hakkında bilinçli ve farkındalığa sahip, söz konusu sürece daha fazla dahil olan bireyler oldukları tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, çevresel kaygı, çevre kirliliğinin farkındalığı, çevresel sorumluluk, kişisel ahlaki norm ve eğitim durumu ile empati ve ahlaki norm arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca büyümenin sınırlı olduğu fikri, insan merkezci olmama durumu, doğanın dengesinin kırılganlığı, eğitim durumu ve çocuk sahibi olma durumu ile çevresel kaygı arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Çocuk sahibi olmayan katılımcıların daha fazla çevresel kaygı duydukları görülmüştür. Bununla birlikte demografik ölçütler incelendiğinde medeni durum ile çevresel kaygı ve empati ve ahlaki norm anlamlı bir ilişki içerisindedir. Bekar katılımcıların, evli ve diğer seçenekleri seçen katılımcılardan daha fazla çevresel kaygı ve empati ve ahlaki normlara sahip olduğu belirlenmiştir. Yaş aralıkları ile empati ve ahlaki norm arasında da anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. En fazla empati ve ahlaki norma sahip katılımcıların 35-44 yaş arasındakiler olduğu belirlenmiştir. Ancak cinsiyet ve gelir düzeyi ile çevresel kaygı ve empati ve ahlaki norm arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (Küçüközkan, 2015).

Elektronik atıkların tersine lojistik faaliyetleri kapsamında geri dönüştürülmesine yönelik yapılan çalışmalar incelenmesi neticesinde, “Elektronik Atıklardan Değerli Metal Geri Kazanımı” (Çevikel, 2009) adlı çalışmada tehlikeli ve zararlı atıklardan ayrıştırılarak, yeniden kullanıma kazandırılmasına yönelik montaj ve demontaj yöntem ve teknikleri hakkında bilgi verilmiştir. Yapılan çalışmada niteliksel olarak çevreye ve canlı yaşamına olan etkileri incelenmiş ve yapılan ayrıştırma tekniklerinin sektöre olan katkısına ve geliştirilmesi yönündeki yaratacağı olumlu etki hakkında vurgu yapılmıştır. “Elektrik Elektronik Atıklardan Metal ve Plastik Geri Kazanımının Araştırılması” (Çelik, 2007) adlı çalışmada hızla gelişme gösteren elektronik atıkların geri dönüştürülmesinin önemine vurgu yapılmıştır. Teknik olarak basit ve mekanik cevher hazırlama prosesinin geliştirilmesi üzerinde çalışma yürütülmüştür. SWOT analizi ile yapılan çalışmada ise elektronik atıkların tersine lojistik faaliyetlerine yönelik geri kazanım yöntemleri ve değerli madenlerin işlenmesi, yeniden kullanıma dahil edilmesi konusunda benzerlik göstermekle birlikte, yapılan çalışmada SWOT analizi yöntemi ile genel itibariyle yöntem ve tekniklerin ülkede varlığı ve yetişmiş iş gücü eksikliği ve fırsat niteliği taşıması nedeniyle giderilmesi neticesinde büyük bir öneme haiz olacağı değerlendirilme yapılarak katkı sağlanmak hedeflenmiştir.

“Elektrikli ve Elektronik Atıkların Geri Kazanımı ve Muğla İli Pilot Proje Uygulaması” (Yılmaz, 2006) adlı çalışmada pilot bir bölge seçilerek elektronik atıkların toplanmasına yönelik çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada hane halkı hedef alınarak tepkiler ölçülmüş, SWOT analizi ile yapılan bu çalışmada ise e-atık sektörünün geleceği noktasında çevre bilincinin, sürdürülebilir bir dönüşüm ve gelecek oluşturma önemi, kampanya ve teşvikler ile toplama miktarının fırsat ve güçlü yanını oluşturduğu ve geri dönüşüm sürecine olumlu sonuçları hakkında katkı da bulunulmuştur. “Sürdürülebilir Lojistik Yönetimi Kapsamında Elektronik Atık Toplama Tesisi Kuruluş Yeri Seçimi” (Mishal, 2019) konulu yapılan çalışmada ise sürdürülebilir tersine lojistik faaliyetlerinin yerine getirilebilmesi için tesis kurulum yer seçimi hakkında il bazında analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizde lojistik ağ imkanların gelişmişlik düzeyi, geri dönüşüm tesislerine olan mesafe, teknolojik ürünlerin kullanım oranları baz alınarak oluşturulmuştur. Çalışmada genel olarak istatistiksel veriler ışığında hareket edilmiş, yapılan çalışmada ise güçlü yönünü oluşturan sürdürülebilir geleceğe katkısı ile fırsat niteliğinde değerlendirilen teknolojik ağı yakınlık konularında benzerlik göstermekle beraber ek olarak tersine lojistik kapsamında e-atık geri dönüşüm oranının ülkede artırma ve yeni ürün elde noktasında

teknolojik ağı ve geri dönüşüm tesislerine olan yakınlığın etkisi hakkında edinilen bulgular ile katkı sağlanmıştır.

“Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya (AEEE) Geri Dönüşümde Toplama ve Dağıtım Ağlarının Tasarlanması ve Yönetimi” (Polat, 2020) adlı çalışmada çevre bilincinin geri dönüşümüne katkısı ile elektronik atıkların barındırdığı tehlikeli ve zararlı maddelerden uluslararası platform ve devletçe alınacak yasal düzenlemeler neticesinde minimize etkisi hakkında analizler yapılmıştır. Aynı zamanda geri kazanım kapsamında teknolojik gelişmeler neticesinde yenilikçi teknikler ile maksimum geri dönüşüm sağlanma yöntemleri konularında bilgi verilmiş, bahse konulara literatür çalışmada atıfta bulunulmuştur. Ayrıca ülkemizde yetişmiş iş gücünün ve işleme tesislerindeki eksikliğin sektörün geleceğine ve geri dönüşüm sürecinin hammadde, katma değer konularında olumsuz etkilerine değinilerek zayıf yönümüzü giderilmesi halinde fırsata dönüştürülebileceği yapılan görüşmedeki bulgular neticesinde belirtilmiştir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, bilgisayar ve bütün itibariyle elektronik atıkların tersine lojistik faaliyet kapsamında değerlendirilmesine yönelik SWOT analizi yöntemi ile yapılan araştırmada daha önce incelenmiş çalışma ve araştırmalara binaen doğrudan ve dolaylı olarak temas edilmiştir. Literatür ve analiz gereği bahse konu diğer araştırmalar ile karşılaştırıldığında sektörün geleceğine yönelik kıymetli madenler barındırması, (altın, bakır, paladyum, alüminyum) e-atık ve bilgisayar atıklarından ayrıştırılma yöntem ve teknikleri, geri dönüşüm ve yeniden kullanıma dahil olabilme oran, kabiliyetleri, sektöre yönelik geleceğin iş kolu olabilme kapasitesi, ekonomi içerisinde yadsınamaz ölçekteki payı güçlü yanları olarak verilmiştir. Maliyet, teşvik, yatırım eksiklikleri, yetişmiş iş gücü eksikliği, elektronik atık toplanma anlamında bilgi, teşvik yetersizlikleri ve çevreye, tehlikeli atık olması nedeniyle yapabileceği etki gibi zayıf yanlar vurgulanmıştır. Birçok etmen üzerinde ve normlar arasındaki ilişki analizler yapılarak bilgisayar ve elektronik atıkların tersine lojistik faaliyetleri kapsamında yapılan çalışmaları bütünleştirici ve birleştirici nitelikte bir çalışma olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Çevresel etki olarak değerlendirildiğinde elektronik atıkların tehlikeli atık konumunda olması çevreye geri dönüşümü mümkün olmayan ciddi zararı olabilmektedir. Bu durum ülkesel ve uluslararası kuruluşlar aracılığı ile yasal mevzuatlar (Basel Sözleşmesi, WEEE ve RoHS direktifleri) ve cezai yaptırımlar ile güvence altına alınarak canlı sağlığına ve çevreye olan etkisi minimuma indirilmek amaçlanmaktadır. Bu konuda yapılan demografik normlar

arasındaki ilişki bağlantılı çalışmalar ile bireylerin durumlarına yönelik davranış ve tepkileri analiz edilmiştir. Elektronik atıkların geri dönüşüme kazandırılması noktasında kampanya, teşvik, katılım politikalar oluşturularak bilgisayar ve elektronik atıkların geri dönüştürülmek suretiyle canlı yaşamına ve çevreye etkisi minimuma indirilmek hedeflenmektedir. Elektronik atıkların ve bilgisayar atıkların hayatımızın bir parçası olduğu ve geri dönüşüm sürecinin de aynı şekilde yaşantımızın gerekliliği haline gelerek sürdürülebilir ve yaşanabilir bir gelecek için ne kadar önemli olduğu defaten vurgulanarak yapılan çalışmada sektörün gelişimine ve geleceğine yönelik önemli katkılar sunmaktadır. Yok olmakta olan doğal kaynakların tersine lojistik sürecinin etkin ve verimli şekilde yönetilmesi ile fırsata dönüştürülerek güçlü yanının bir parçası olacağı analiz edilmiştir. Bu kapsamda öncülüğünü Avrupa ülkelerinin yaptığı çeşitli kampanya, teşvik, politik düzenlemeler gibi Türkiye’de geri dönüşümü sağlanan e-atık miktarının % 5 oranından, yapılan projeler ile yükseltilmesi sağlanarak teknolojik sürdürülebilirlik ve sektörel gelişim yasal mevzuatlar çerçevesinde sağlanacaktır (AA, 2021). Firmalar bu süreç ile nitelikli iş gücüne sahip olacak, kârlılık ve maliyet avantajı yakalayabilecek, Türkiye’nin e-atık kapsamında öncü konumda ülkeler arasında yerini almasına imkân tanınabilecektir.

Çalışmada elektronik atıkların ve bilgisayar atıkların tersine lojistik sürecindeki önemine binaen yeniden kullanıma kazandırılmasının önünde engelleyici tehditler ve zayıf yönler nasıl fırsat ve güçlü yana çevrilebileceği analiz edilmiştir. İncelenen diğer çalışmaların ortak yönlerine ek olarak mevcut teknolojik ağ, geri kazanım kabiliyet oranları, kıymetli madenler barındırması gibi güçlü yanlar ve fırsatlar değerlendirilmiştir. Bununla birlikte monopol denilebilecek sayılı firma nezdinde oluşan sektör, maliyet avantajı yakalayabilecek girişimci yeni firmalara açılması sağlanabilecektir. Yurtdışı işleme tesisleri ve kabiliyetleri, yetişmiş insan gücü gibi faktörler, Türkiye’de firmalara verilecek teşvikler neticesinden gerekli tesislerin kurulması, fırsat niteliğinde olan elektronik atık potansiyeli değerlendirilerek gerçekleştirilebilir. Çevreye ve canlı yaşamına etkisini minimize etmek üzere kabul görmüş yöntem ve teknikler kullanılarak, yasal mevzuatlar ve dayanaklar çerçevesinden taviz verilmeden uygulanmasının sağlanabileceği ve diğer veriler SWOT analizi ile yapılan çalışmada belirtilmiştir.

KAYNAKÇA

Akpulat, O., Öztürk, A.E., & Özgen, R. (2020). Atığın Ötesinde, *Dünyada ve Türkiye’de Elektronik Atık Mevcut Durumu Araştırma Raporu*, 32.

Akpulat, O., & Sayman, R.Ü. (2016). Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, *Belediye Uygulama Rehberi*.

Anadolu Ajansı. (2021). Elektronik Atıkların Yüzde 5'i Geri Dönüştürülebiliyor. [Erişim: 11.05.2023, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/elektronik-atiklarin-yuzde-5i-geri-donusturulebiliyor/2299111>]

Antrekowitsch, H., Potesser, M., Spruzina, W., & Prior, F. (2006). Metallurgical Recycling of Electronic Scrap. EPD Congress, Texas, 899-902.

Authored by Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). The Global E-waste Monitor – 2017, United Nations University (UNU), *International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA)*, Bonn/Geneva/Vienna.

Aydem, (2022). Çöpün dönüşümü: Atıklardan nasıl enerji elde edilir. [Erişim:30.12.2022, <https://www.aydemperakende.com.tr/blog/copun-donusumu-atiklardan-nasil-enerji-elde-edilir/>]

Ayhan, E. (2012). Tersine Lojistik Süreci ve İşletmelerde Uygulanması Üzerine Bir Çalışma. Ankara, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 29.

Ayvaz, B. (2013). Miktar ve Kalite Belirsizliği Altında Tersine Lojistik Ağ Tasarımı İçin Bir Stokastik Programlama Modeli Önerisi: Elektronik Atık Sektöründe Bir Uygulama, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*.

Baka, B. (2019). Elektronik Atıklardan Değerli Metallerin Geri Kazanımı, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 36.

Balık, M. ve Tekben, B. (2014). Çevreci Eleştiri Kuramı Açısından Müge İPLİKÇİ’nin Cemre Adlı Romanı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 338-351.

Baran, A., Söylemez, C., & Yurdakul, M. (2017). Algılanan Yeşil Kalite Algılanan Yeşil Risk ve Yeşil Marka İmajının Yeşil Marka Değeri Üzerindeki Etkisinde Yeşil Güvenin Aracılık Rolü. Kütahya, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 2.

Basel, (2005). Basel Convention, Mobie Phone Partnership Initiative, Guidance Document, *Environmentally Sound Managemnt Of Used & End-OfLife Mobile Phones*.

Bayles, D. (2000). Send it back! The role of reverse logistics, *Prentice Hall PTR*.

Bilim Genç. (2020). *Dijitalleşen Dünyanın Yeni Çevre Sorunu: E-Atıklar*. [Erişim:05.12.2022, <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/dijitallesen-dunyanin-yeni-cevre-sorunu-e-atiklar>]

Bleiwas, D. (2001). Obsolete Computers, ‘Gold Mine’ or High-Tech Trash Resource Recovery from Recycling, *USGS Science For A Changing World*, 1-4.

Bulut, E., & Deran, A. (2007). Ters Lojistik ve Şirketlerin Maliyet Yönetimi Üzerine Etkileri. *Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, 325-344.

Büyükkeklik, A., & Ergülen, A. (2016). Tersine Lojistik Çalışmalarının Araştırma Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 49.

Cooper, J. & Stephan, R. (1994). Reinventing logistics: is business process re engineering the answer, *Logistics Information Management*, 7(2), 39- 41.

Coşkun, A. (2011). Üreticilerin Tersine Lojistik Faaliyetlerini Etkileyen Faktörler: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. Nevşehir, *Nevşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 26-28.

Cui, J. & Forssberg, E. (2003). Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review, *Journal of Hazardous Materials*, 243–263.

Cui, J., & Zhang, L. (2008). Metallurgical recovery of metals from electronic waste, Norway, 228-256.

Çekerol, G. S. (2013). Lojistik ve Tersine Lojistik, Lojistik Yönetimi, *Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir*, (1).

Çelik C. (2007). Elektrik ve Elektronik Atıklardan Metal ve Plastik Geri Kazanımının Araştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Çetin, Ö. (2013). Tersine Lojistik Açısından Katı Atık Yönetiminin İncelenmesi ve Kazanç En Çoklanması Üzerine Bir Uygulama. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 53.

- Çevikel B.** (2009). Elektronik Atıklardan Değerli Metal Geri Kazanımı, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- Çıgğın, C. T.** (2006). Elektrikli Ve Elektronik Ekipman Atıklarının Geri Kazanımı İçin Tesis Konstrüksiyonu Ve Sistem Parametrelerinin Araştırılması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Çiftlik, S., Handırı, İ., Beyhan, M., Akçıl, A., Ilgar, M., & Gönüllü, M.T.** (2009). Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi, *TÜRKAY 2009 Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu*. YTÜ, 15-17 Haziran 2009, İstanbul, 1-2.
- De Brito, M.P., & Dekker, R.** (2003). A framework for reverse logistics. Report Series Research in Management ERS-2003-045-LIS, *Erasmus University Rotterdam*.
- Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K. & Wassenhove, L.N.V.** (2004). Reverse logistics, *Springer –Verlag, Heidelberg*.
- Demirel, N.Ö. & Gökçen, H.** (2008). Geri kazanımlı imalat sistemleri için lojistik ağı tasarımı: literatür araştırması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 903-912.
- Dietz, T., Shwom, R. L., & Whitley, C. T.** (2020). “Climate Change and Society”, *Annual Review of Sociology*, 135-158.
- Diaz, A., Alvarez, M., & Gonzalez, P.** (2004). *Logística Inversa y Medio Ambiente*, McGraw Hill, Madrid 2004, 56-88.
- Dirik, M.** (2012). Tersine Lojistik Ve Karaman Organize Sanayi Bölgesinde Gıda Sektöründe Tersine Lojistiğin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Uygulama, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.61-91.
- Dowlatshahi, S.** (2000). Developing a theory of reverse logistics. *Interfaces*, 30(3), 143-155.
- Drzymala, J.** (2007). *Mineral Processing - Foundations of Theory and Practice*, 1st ed. *Wroclaw University of Technology, Wroclaw, Polonya*, 508.
- EU.** (2012). Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Official Journal L* 197.

- EUR-Lex.** (2012). Directive 2012/19/EU Of The European Parliament and Of The Council of 4 July 2012 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). [Erişim: 22.10.2023, <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:en:PDF>]
- EUR-Lex.** (2017). Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlarda Belirli Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Kısıtlanmasına İlişkin 2011/65/EU Sayılı Direktifin Değiştirilmesi. [Erişim: 22.10.2023, EUR-Lex52017PC0038-TR- EUR-Lex (europa.eu)]
- Fettahlıoğlu, H.S., & Birin, C.** (2016). Sürdürülebilirlik Açışından Tersine Lojistik Faaliyetlerini ve Sürdürülebilir Pazarlamayı Etkileyen Faktörlerin Analitik Hiyerarşı Yöntemi ile Belirlenmesi. *Kahramanmarař Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.
- Fleishmann, M.** (2001). Reverse logistics network structures and design, The Carnegie Bosch Institute International Conference on Closed-Loop Supply Chains' 2001, May 31- June 2, Pittsburg, Pennsylvania.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, JM, Dekker, R., Van der Laan, E., Van Nunen, JA, & Van Wassenhove, LN.** (1997). Tersine lojistik için nicel modeller: Bir inceleme. *Avrupa Yöneylem Araştırması Dergisi*, 103 (1), 1-17.
- Goldhub.** (2017) 2016 Altın Yılı Talebi Trendleri. [Erişim:03.12.2022, <https://www.gold.org/goldhub/research/gold-demand-trends/gold-demand-trends-full-year-2016/12859/>]
- GRID.** (2006). United Nations Environment Programme, Division of Early Warning and Assessment (DEWA), *Global Resource Information Database (GRID) – Europa*.
- Güngör, A., & Gupta, S.M.** (1998). Ürün Geri Kazanımında Kusurlu Parçalara Sahip Ürünler İçin Demontaj Sırası Planlaması. *Bilgisayar ve Endüstri Mühendisliği*, 35 (1-2), 161-164.
- Gürel, E. & Tat, M.** (2017). SWOT Analysis: A Theoretical Review, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(51), 995-996.
- Hafızoğlu, H.** (2011). Manyetik Ayırmadaki Son Gelişmeler ve Alternatif Manyetik Ayırıcı Tiplerinin Tanıtılması, *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 24 (1): 75- 93.

- He, W., Li, G., Ma, X. Wang, H., Huang, J., Xu., & M.Huang C.** (2006). WEEE recovery strategies and the WEEE treatment status in China. *Journal of Hazardous Materials*, 502–512.
- Hillegersberg, J. V., Zuidwijk, J., Nunen, V., & Eijk, V.** (2001). Supporting return flows in the supply chain. *Communications of the ACM*.
- ICSG.** (2003). Waste Electric & Electronic Equipment (WEEE), International Copper Study Group (ICSG) Information Circular.
- İlgün, A.** (2010). Katı Atık Yönetimi ve Ters Lojistik. *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü*, 37.
- Ishii, K.** (1999). Incorporating end-of-life strategy in product definition, Proceedings of EcoDesign '99: *First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 1–3 February 1999, Tokyo, Japan, 364-369.
- Işık, M. & Macit, I.** (2020). Elektronik Atık (E-Atık) Geri Dönüşüm Merkezlerinin Maliyetlerinin Minimize Edilerek Kuruluş Yerlerinin Belirlenmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 224-231.
- Kaetsier J.** (2013). iPhone'unuzu Madencilik: iPhone'ları geri dönüştürmek altın, gümüş, platin ve daha fazlasını verir (infografik). VentureBeat. [Erişim:03.04.2013, <https://venturebeat.com/business/mining-your-iphone-recycling-iphones-yields-gold-silver-platinum-and-more-infographic/>]
- Kang, H-Y. & Schoenung, J. M.** (2005). Electronic waste recycling: a review of U.S. infrastructure and technology options, *Resources, Conservation and Recycling*, 45, 4, 368–400.
- Karaçay, G.** (2005). Tersine Lojistik: Kavram ve İşleyiş. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 317-332.
- Kaya, M.** (2005). E-Atıklar Hem Önemli Sorun Hem de Fırsat, *Su ve Çevre Teknolojileri*, 60-62.
- Kaya, M.,** (2016). *Review: Recovery of Metals and Nonmetals from Electronic Waste by Physical and Chemical Recycling Processes*, *Waste Management*, 64-90.

- Kaya, M. & Sözeri, A.** (2007). Elektronik Atık (E-Atık) Geri Dönüşüm/Kazanım Sistemi. 13th International Energy, Cogeneration And Environmental Technologies Conference & Exhibition, (Iccı-2007). Eskişehir.
- Kılıç, H.S.,** (2005). Tersine Lojistik ve Bir Beyaz Eşya Üreticisi Firmada Geri Dönüşüm Sistemi Ağ Tasarımının Yapılması. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*.
- Kotler, P.** (2000). Marketing Management, New Jersey: Prentice Hall, 46. 62.
- Köse, S.** (2009). Tersine Lojistik ve Atık Kızartma Yağları Geri Kazanım Ağı Tasarımı. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Kuehr, R.** (2014). Solving the E-waste Problem (Step) White Paper: One Global Definition of E-waste. Bonn, Germany: United Nations University.
- Küçüközkan, Y.** (2015) Örgütsel Bağlılık ile Cinsiyet Arasındaki İlişki: Hastanelerde Çalışan Sağlık Personeli Üzerinde Bir Araştırma. *Uluslararası Akademik Yönetim Bilimleri Dergisi*,
- Lamber, A.J.D. & Gupta, S.M.** (2005). Disassembly Modeling for Assembly, Maintenance, Reuse, and Recycling, CRC Press, Florida.
- Lambert, S., Riopel, D. & Andul-Kader, W.** (2011). A reverse logistics decisions conceptual framework, *Computers & Industrial Engineering*, 61 (3), 561-581.
- Lee, C-H, Chang, C-T., Fan, K-S. & Chang, T-C.** (2004). An overview of recycling and treatment of scrap computers, *Journal of Hazardous Materials*, 114, 1-3, 93–100.
- Lourenço, H.R. ve Soto, J.P.** (2002). Reverse logistics models and applications: a recoverable production planning model. Document de Treball, working paper, *Grup de Recerca en Logistica Empresarial*.
- MAM, T.** (2018). TÜBİTAK MAM Kimyasal Teknoloji Enstitüsü. [Erişim:05.12.2022, <http://kte.mam.tubitak.gov.tr/tr/arastirmaalanlari/uygulamali-elektrokimyasal-prosesler>]
- MarketWatch.** (2015). 20 Yıl İçinde, Dünyada Kazılabilir Altın Tükenebilir. [Erişim:31.03.2015, <https://www.marketwatch.com/story/in-20-years-the-world-may-run-out-of-minable-gold-2015-03-30/>]
- Menad, N., Bojörkman, B. and Allain, E.G.** (1998). Combustion of plastics contained in electric and electronic scrap, Resources, Conservation and Recycling, 24, 65-85.

- Meskers, C. ve Hagelüken, C.** (2009). The impact of different pre-processing routes on the metal recovery from PCs, R'09 Twin World Congress and World Resources Forum, Resource Management and Technology for Material and Energy Efficiency, Ed.: *L.M. Hilty, H. Itoh, K. Kayashi, X. Edelmann, Eylül, Davos, Dsviçre.*
- Mishal, F.C.** (2019). Sürdürülebilir Lojistik Yönetimi Kapsamında Elektronik Atık Toplama Tesisi Kuruluş Yeri Seçimi. *Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*
- Onay, P.** (2019). Elektronik Atıklardan Kimyasal Yöntemlerle Değerli Metallerin Geri Kazanımı, *İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.*
- Öçal, B.** (2021). Tersine Lojistik Uygulamalarının Çevresel ve Sosyal Sürdürülebilirliğe Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.* 4.
- Östlin, J., Sundin, E., & Björkman, M.** (2008). Importance of closed-loop supply chain relationships for product remanufacturing, *Int. J. Production Economics*, 115, 336-348.
- Özgün, N.** (2007). Yeniden İmalat Sistemleri için Bütünleşik Lojistik Ağı Tasarımı ve Bir Karma Tamsayılısı Programlama Modeli. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi.*19-24.
- Polat, L.Ö.** (2020). Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya (AEEE) Geri Dönüşümde Toplama Ve Dağıtım Ağlarının Tasarlanması ve Yönetimi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 39-47.
- Ravi, V., & Shankar, R.** (2005).Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(8), 1011-1029.
- Resmî Gazete.** (2012). Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği. Tarih:22.05.2012, Sayı: 28300. [Erişim: 24.10.2023, <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/05/20120522-5.htm>]
- Rogers, D.S. ve Tibben-Lembke, R.** (2001). Tersine Lojistik Uygulamalarının İncelenmesi. *İş Lojistiği Dergisi*, 22 (2), 129-148.
- Sarkis, J.** (2010). Barriers to the Implementation of Environmentally Oriented Reverse. *British Journal of Management*, 337.
- Skapa, R. & Klapalova, A.** (2000). Reverse logistics in the Czech Republic: outcomes of the preliminary research, *Outcomes of the Preliminary Research*, 1254-1265.

Smithsonian. (2016). Plastik Çağda mı Yaşıyoruz. [Erişim:22.01.2016, <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/are-we-living-plastic-age-180957817/>]

Statista. (2019). Shipment Forecast of Tablets, Laptops and Desktop PCs Worldwide from 2010 to 2022. [Erişim: 05.12.2022, <https://www.statista.com>]

Statista. (2022). Dünya çapında dizüstü bilgisayar, masaüstü bilgisayar ve tablet gönderileri 2010-2025. [Erişim:05.12.2022, <https://www.statista.com/statistics/272595/global-shipments-forecast-for-tablets-laptops-and-desktop-pcs/>]

Stock, J., Speh, T. & Shear, H. (2002). Many happy (product) returns. *Harvard Business Review*, 80(7), 16-17.

Şen, E. (2006). Elektrikli ve Elektronik atıkların geri kazanımı ve Muğla ili pilot proje uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, 10-18.

Şengül, Ü. (2011). Tersine Lojistik Kavramı ve Tersine Lojistik Ağ Tasarımı, *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10. *Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı*, 407-429.

Talınlı, İ., & Tunçer, E. (2014). Elektrik Ve Elektronik Ekipmanlardan Değerli Metallerin Geri Kazanımı İçin En İyi Yönetim Teknolojisinin Seçimi. *Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, İstanbul teknik Üniversitesi.*

Thierry, M., Salomon, M., Nunen, J.V. & Wassenhove, L.V. (1995). Strategie issues in product recovery management. *California management review*, 37(2), 114-135.

Tibben-Lembke, R., Rogers, D.S. (2002). Differences Between Forward and Reverse Logistics in a Retail Environment. *Supply Chain Management: An International Journal*, 271-282.

Tuncer, E. (2014). The Selection of The Best Management Technology to Recycle Precious Metals from Electric and Electronic Equipment, Master's Thesis, *ITU Department of Environmental Engineering Environmental Sciences and Engineering Programme*, Istanbul.

TÜİK. (2017). Yılı Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması, [Erişim: 05.12.2022, [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-\(BT\)-Kullanim-Arastirmasi-2017-24862](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2017-24862)]

TÜSİAD. (1998). Dış Ticarete Çevre Koruma Kaynaklı Tarife Dışı Teknik Engeller ve Türk Sanayii İçin Eylem Planı, *Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD)*, İstanbul, Ağustos 1998.

- Uykan, M.** (2005). Elektrikli Elektronik Ekipmanların Geri Dönüşümü, Demontaj Yöntemleri ve Maliyet Analizi, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Yazıcı, E. Y.** (2012). Elektronik Atıklardan Metallerin Fiziksel ve Hidrometalurjik Yöntemlerle Geri Kazanımı, *Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 20.*
- Yazıcı, E. Y., Bas, A.D. ve Deveci, H.** (2011). “E-Madenler”, *Madencilik Türkiye*, 19: 66-70.
- Yazıcı, E. Y. ve Deveci, H.** (2009). E-atıklardan Metallerin Geri Kazanımı, *Madencilik*, 48, 3, 3–18.
- Yıldız, D.** (2013). Ambalaj Atıklarında Tersine Lojistik Uygulaması ve Öneriler, *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilecik.*46.
- Yılmaz, E.** (2006). Elektrikli ve Elektronik Atıkların Geri Kazanımı ve Muğla İli Pilot Proje Uygulaması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*
- Zhang, S. & Forssberg, E.** (1997). Mechanical separation-oriented characterization of electronic scrap, *Resources, Conservation and Recycling*, 21 (4), 247–269.
- Zhang, S., & Forssberg, E.** (1999). Intelligent Liberation and classification of electronic scrap, *Powder Technology*, 105, 295-301.
- White, C.D., Masanet, E., Rosen, C.M., Beckman., & S.L.** (2003). Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry, *Journal of Cleaner Production*, 11, 445-458.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha- Khetriwal, D., Schnellmann, M., & Böni, H.** (2005). Global Perspectives on E-waste, *Environmental Impact Assessment Review*, 25: 436-458.