

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BİTLİS'TE ELEKTRİK ELEKTRONİK ATIK
POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMED ÖMER YAMAN

DANIŞMAN
DOÇ. DR. EDİP AVŞAR

TEMMUZ 2023

BİTLİS

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BİTLİS'TE ELEKTRİK ELEKTRONİK ATIK
POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMED ÖMER YAMAN
ORCID: 0009-0008-5973-8241

DANIŞMAN
DOÇ. DR. EDİP AVŞAR

TEMMUZ 2023
BİTLİS

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisiyim. Hazırlamış olduğum “Bitlis’te Elektrik Elektronik Atık Potansiyelinin Değerlendirilmesi” başlıklı tezde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi; kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı; bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 24/07/2023

Muhammed ÖMER YAMAN

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ YAZIM KILAVUZU UYGUNLUK BEYANI

“Bitlis’te Elektrik Elektronik Atık Potansiyelinin Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır. / / 20.....

Tezi Hazırlayan

Danışman

Muhammed Ömer YAMAN

Doç. Dr. Edip AVŞAR

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Dr. Öğr. Sinan Mehmet TURP

T.C.

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY SAYFASI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı öğrencisi Muhammed Ömer YAMAN tarafından hazırlanan “Bitlis’te Elektrik Elektronik Atık Potansiyelinin Değerlendirilmesi” adlı Yüksek Lisans ile ilgili tez savunma sınavı, .../.../2023 tarihinde yapılmış ve tezin oy birliği ile kabul edilmesine karar verilmiştir.

JÜRİ:

İMZA

Danışman: Doç. Dr. Edip AVŞAR
(Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi)

.....

Üye: Prof. Dr. Asuda HANEDAR
(Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi)

.....

Üye: Doç. Dr. Kadir ÖZDEMİR
(Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi)

.....

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla jüri tarafından kabul edilmiş bu çalışmanın yüksek lisans olarak kabulü onaylanmıştır.

.../.../2023

Doç. Dr. Mehmet Bakır ŞENGÜL

Enstitü Müdürü

T.C

**Bitlis Eren Üniversitesi ve Fırat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**BİTLİS’TE ELEKTRİK ELEKTRONİK ATIK POTANSİYELİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Muhammed Ömer YAMAN

Danışman: Doç. Dr. Edip AVŞAR

Temmuz 2023

ÖZET

Teknolojinin hızla ilerlediği günümüz yıllarında, elektrikli ve elektronik ürünlerdeki tüketimi artırmakla birlikte elektrikli ve elektronik atık (e-atık) problemini de beraberinde getirmiştir. Elektrikli ve elektronik cihazlar günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Gelişen teknoloji ile beraber gün geçtikçe daha çok yeni model piyasaya sürülmekte ve tüketim artmaktadır. Kullanım ömrü dolan elektrikli ve elektronik cihazların durumu hakkında ise pek çok kişinin bir fikri bulunmamaktadır. Bu atıkların toplanması, geri dönüşümü ve geri kazanımı hem üreticiler hem de ülkeler açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır. Avrupa Birliği’ne uyum süreci kapsamında Türkiye’de Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların (AEEE) Kontrolü Yönetmeliği yayınlanmış ve Mayıs 2013 itibariyle işlevsel olarak yürürlüğe girmiştir. Günümüz ile 10 yıl içerisindeki kişi başına düşebilecek potansiyel atık elektrik ve elektronik ürün miktarları karşılaştırıldığında, genel olarak yıl bazında kişi başına düşen atık miktarı 7-8 kg olarak gözlemlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında Bitlis ili özelinde e-atıkların oluşumu ve potansiyeli, ilgili yasal düzenlemeler incelenmiş ve e-atıkların yönetimi, ekonomisi ve içindeki değerli ürünlerin geri kazanımına yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bitlis, Elektrik, Elektronik, E-Atık

Republic of Türkiye
Bitlis Eren University and Fırat University Graduate School
Environmental Engineering Department
ASSESSMENT OF ELECTRIC AND ELECTRONIC WASTE POTENTIAL IN
BITLIS
Master's Thesis
Muhammed Ömer YAMAN
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Edip AVŞAR
July 2023
ABSTRACT

In today's rapidly advancing technology, the consumption of electrical and electronic products has increased and the problem of electrical and electronic waste (e-waste) has also increased. Electrical and electronic devices have become an indispensable part of our daily lives. With the developing technology, more and more new models are introduced to the market day by day and consumption increases. Many people have no idea about the status of electrical and electronic devices that have expired. The collection, recycling and recovery of these wastes constitute an important problem for both producers and countries. Within the scope of the harmonization process with the European Union, the Regulation on the Control of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) was published in Turkey and entered into force in May 2013. When the potential amount of waste electrical and electronic products per capita in 10 years is compared with today, it is generally observed that the amount of waste per capita per year is 7-8 kg.

Within the scope of this study, the formation and potential of e-waste in Bitlis province, the relevant legal regulations were examined and various suggestions were presented for the management, economy and recovery of valuable products in e-waste.

Keywords: Bitlis, Electricity, Electronics, E-Waste

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sırasında, tez konusunun belirlenmesinden baőlayarak son aőamaya kadar her konuda benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Edip AVŞAR'a Őukranlarımı sunarım.

Bu çalıőmamda benden yardım ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

ÖNSÖZ

Son yıllarda hızla gelişen teknoloji, elektrikli ve elektronik ürünlerdeki tüketimi artırmakla birlikte elektrikli ve elektronik atık (e-atık) problemini de beraberinde getirmiştir.

Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipman (e-atık), bir veya daha fazla elektrik iletim elemanı içeren son kullanma tarihi geçmiş malzemelerdir. Atık olarak çıkan bu maddeler niteliklerine göre değerlendirilmediği takdirde çevre, insan sağlığı ve ülke ekonomisi için sorun oluşturmaktadır.

Elektronik atıklardan değerli ürünlerin geri kazanımı, günümüzde kullanılan geri dönüşüm yöntemleri göz önünde bulundurularak basit ve ekonomik bir cevher hazırlama prosesleri ile geliştirilmiştir. Bilgisayar, monitör, televizyon, buzdolabı, çamaşır makinası, cep telefonu ve bunun gibi ev, ofis ve endüstride kullanım alanı bulan, yararlı ömrünü tamamlamış veya arıza nedeniyle daha fazla kullanılmayan, tamiri mümkün olmayan aletlerin tümü elektronik atık kategorisi altında toplanmaktadır. Bu araçlar başta metal ve plastik olmak üzere çok çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır.

Elektrik elektronik atıklar, modern toplumun hızla büyüyen bir sorunu haline gelmiştir. Teknolojik gelişmeler ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, elektronik cihazların hızla kullanılmaz hale gelmesine ve atılmasına neden olmaktadır. Bu tez çalışması, elektrik elektronik atık potansiyeli ve bu atıkların çevresel ve ekonomik etkilerinin Bitlis ili genelinde incelenmiştir.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	3
2.1. Elektrik Elektronik Atık Tanımı ve Sınıflandırması.....	3
2.2. E-Atıkların Oluşum Süreci ve Önemi	4
2.2.1. E-Atıkların Oluşum Süreci	4
2.2.2. E-Atıkların Önemi	6
2.3. Elektrik Elektronik Atık Miktarının Artışı.....	7
2.4. Türkiyede Elektrik Elektronik Atık Miktarının Artışı.....	9
2.5. Elektrik Elektronik Atıkların Çevresel Etkileri.....	10
2.6. Elektrik Elektronik Atıkların Ekonomik Etkileri	10
2.7. Elektrik Elektronik Atıkların Avantaj ve Dezavantajları	12
2.7.1. Elektrik Elektronik Atıkların Avantajları.....	12
2.7.2. Elektrik Elektronik Atıkların Dezavantajları.....	13
2.8. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşümü	14
2.8.1. Atık Yönetimi	15
2.8.2. Geri Dönüşümün Önemi ve Faydaları	15
2.8.3. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm Stratejileri.....	16
2.9. Elektrikli ve Elektronik Atık Yönetiminde AB Direktifleri.....	16
2.9.1. WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) Direktifi.....	17
2.9.1.1. WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) Tarihçesi	18
2.9.1.2. Türkiye'de WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) Direktifi	19
2.9.2. RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances) Direktifi	20

2.9.2.1. RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances) Tarihçesi.....	21
2.9.3. WEEE2 (Waste Electrical Electronic Equipment 2) Direktifi.....	23
2.9.3.1. WEEE2 (Waste Electrical Electronic Equipment 2) Tarihçesi	24
2.9.3.2. Türkiye'de WEEE2 (Waste Electrical Electronic Equipment 2) Direktifi	25
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
3.1. E-Atık Yönetim Sistemi	26
3.2. Türkiye'de E-Atık Durumu	27
3.3. Türkiye için E-Atık Yönetimi Kavramsal Model Tasarımı	29
3.4. Elektrikli ve Elektronik Atıkların Geri Kazanımı.....	30
3.4.1. Toplama	31
3.4.2. Biriktirme.....	33
3.4.3. Taşıma	34
3.4.4. AEEE Depolama	35
3.4.5. Geri Dönüşüm	37
3.4.6. Tehlikeli Maddelerin Bertarafı.....	38
3.4.7. Ayrıştırma	40
3.5. Bitlis İli Elektrik Elektronik Atık Potansiyeli	42
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. 2017 – 2022 Yıllarına ait Bitlis İli Elektrik Elektronik Ürün Listesi44



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kullanılan Altyapı Ve Uygulanan Sistematığın İş Akış Şeması	5
Şekil 2.2. WEEE işareti	17
Şekil 3.1. E-Atık Geri Kazanım Döngüsü	31
Şekil 3.2. 2017-2022 Yılları İtibariyle Atık Elektrik ve Elektronik Ürün Miktarları.....	44
Şekil 3.3. 2017 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği.....	45
Şekil 3.4. 2018 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği.....	46
Şekil 3.5. 2019 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği.....	46
Şekil 3.6. 2020 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği.....	47
Şekil 3.7. 2021 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği.....	47
Şekil 3.8. 2022 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği.....	48
Şekil 3.9. Elektrik Elektronik Atık Verileri ile Simulasyon Çalışması Durum Analizi .	48
Şekil 4.1. 2017-2022 Yılları İtibariyle Kişi Başına Düşen Atık Elektrik ve Elektronik Ürün Miktarları	50
Şekil 4.2. 2023-2032 Yılları İtibariyle Kişi Başına Düşebilecek Potansiyel Atık Elektrik ve Elektronik Ürün Miktarları.....	50

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AEEE	: Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar
ARF	: Peşin Geri Dönüşüm Ücreti (Advanced Recycling Fee)
EEA	: Elektrik ve Elektronik Atıklar
EEE	: Elektrikli ve Elektronik Eşya
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning)
EPR	: Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu
JIT	: Tam Zamanında Üretim (Just in Time)
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PRO	: Üretici Sorumluluğu Örgütleri
RoHS	: Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances
SENS	: İsviçre Atık Yönetimi Kurumu
STZY	: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi
WEEE	: Waste Electrical and Electronic Equipment

1. GİRİŞ

Elektrikli ve elektronik ekipman (WEEE) atıklarının yönetimi, alışılmadık kimyasal bileşimi ve hızlı oluşumu nedeniyle önemli ölçüde daha karmaşıktır. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler, artan WEEE akışının neden olduğu sorunların üstesinden gelmek için, özellikle bu tür atıklardan malzemelerin geri kazanılması yoluyla kaynak kullanımının azaltılmasına dayalı sürdürülebilir çözümlerle ilgili çözümler aramaktadır [1].

Son 30 yıldaki teknolojik gelişmelerle birlikte elektrikli ve elektronik eşyaların (EEE) üretim ve tüketiminde büyük artış olmuştur. Üretim ve tüketim miktarlarındaki artış sonucu günlük yaşantımızın önemli bir parçası haline gelen elektrikli ve elektronik eşyaların atık miktarında da hızlı bir yükseliş görülmüştür. Gelişen dünyada enerji ve malzemedeki büyük kayıplar atık olarak değerlendirilir. Teknolojideki hızlı gelişmelerle birlikte elektrikli ve elektronik eşyalar hızla kullanım ömürlerinin sonuna gelmektedirler. Bunun sonucunda da günümüz toplumları için önemli bir sorun teşkil eden muazzam büyüklükte e-atık oluşmaktadır [1].

Tüm dünyada toplumların talepleri ve insanların yaşam kalitesinin iyileştirilmesi hızla değişiyor. Bu süreçte vazgeçilmez ihtiyaçlarımızı teknoloji tabanlı ürünlerle karşılıyoruz. Günümüzde teknolojinin en kritik kullanım alanı elektrik-elektronik sanayidir ve bu sanayi dalı tüm modern dünya ekonomilerinde kalkınmanın lokomotifleri olarak kabul edilmektedir. Elektrik-elektronik sektörü teknoloji tabanlı bir sektör olduğu için araştırma ve geliştirme sektörü için çok önemlidir. Hızlı teknolojik gelişmelere bağlı olarak sürekli değişim gerçeği, sektörün zengin ürün çeşitliliğine sahip olması nedeniyle ürünlerin kısa sürede yetersiz kalması sonucunu doğurmaktadır [1].

Günlük hayatımızın bel kemiğini oluşturan elektrik elektronik sektörünün ürün çeşitliliği, üretim miktarları ve kullanım alanları çevresel boyutlarıyla da ele alınmalıdır. 1970'lerden itibaren başlayan dijital devrimle birlikte e-ürünlerin nitelikleri ve yetenekleri artmış, fiyatları düşmüş ve internet kullanımındaki artışa bağlı olarak ömürleri kısalmış, böylece yeni bir atık türü son zamanlarda çevre ve sağlık için önemli bir tehdit haline gelmiştir [2].

Bu yeni atık türü hem literatürde hem de uygulamada e-atık olarak adlandırılmaktadır. Sınırları net olarak tanımlanmamış olsa da e-atık terimi, elektrik akımı yardımıyla veri ileten ve işleyen parçalara sahip her türlü veri cihazının kullanım

dışı kalmış hallerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Başka bir deyişle e-atık; bozulma, fiziksel hasar veya arıza nedeniyle görevini yerine getiremeyen veya işlevsel olmadığı için güncelliğini yitiren cihazlar olarak tanımlanmaktadır [2].

Elektrikli ve elektronik ürünler genellikle kendilerinden beklenen performansı göstermediğinde veya bu ürünlerde kullanılan teknolojiler yetersiz kaldığında kullanıcılar tarafından atık olarak nitelendirilirler. Ancak tüketiciler tarafından atık olarak nitelendirilen bu ürünler yeniden kullanılabilir, yeni ürünler için hammadde olabilir, geri kazanıma uygun değerli materyaller içerirler ve geri dönüşüm (recycling) endüstrisi için karlı kabul edilirler [3].

Elektronik atıklar (e-atık) dünya çapında hızla artan kirlilik sorunlarından biridir ve içerdikleri zehirli maddelerin çevreye ve insan sağlığına zarar vermemesi için titizlikle imha edilmeleri gereklidir. Elektronik atıkların verimli bir şekilde geri dönüşümü hem ortaya çıkan materyallerin yeniden kullanımıyla ekonomik değer elde etmek, hem de sürdürülebilir çevre hedefine ulaşabilmek için gereklidir [4].

Elektronik atık oluşumu gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere kıyasla ekonomik koşullara bağlı olarak daha azdır. Gelişmekte olan ülkelerdeki e-atık probleminin kaynağını, gelişmiş ülkelerin e-atıklarının ve çevreye duyarlılığı az olan elektronik ürünlerin bu ülkelere ihraç edilmesi oluşturur. Gelişmekte olan ülkelere yasal olmayan yollardan e-atık getirilmekte ve bunların kontrolsüz geri dönüşümü de sorun oluşturmaktadır. Bu yüzden bu ülkelerde en kısa zamanda e-atıkların geri dönüşümü için gerekli alt yapılar oluşturulmalıdır [5].

Elektrik elektronik atıklar (EEA), modern toplumun hızla büyüyen bir sorunu haline gelmiştir. Teknolojik gelişmeler ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, elektronik cihazların hızla kullanılmaz hale gelmesine ve atılmasına neden olmaktadır. Bu tezde, elektrik elektronik atık potansiyeli ve bu atıkların çevresel ve ekonomik etkilerinin Bitlis İli genelinde incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Elektrik Elektronik Atık Tanımı ve Sınıflandırması

Elektrik elektronik atıklar, elektrik veya elektronik cihazların kullanılamaz hale geldiği veya atıldığı malzemelerdir. Bu atıklar genellikle ev aletleri, bilgisayarlar, televizyonlar, cep telefonları, piller ve lambalar gibi elektronik eşyaları içerir. Elektrik elektronik atıklar, özelliklerine göre farklı kategorilere ayrılır. Bunlar, büyük ev aletleri, küçük ev aletleri, bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları, tüketici ekipmanları, aydınlatma ekipmanları ve elektrikli ve elektronik oyuncaklar olarak sınıflandırılabilir [1].

Elektrik ve elektronik atık (e-atık), kullanım ömrünü tamamlamış veya kullanılamaz hale gelmiş elektrikli ve elektronik ekipmanların oluşturduğu atıkları ifade eder. Bu atıklar, ev aletleri, bilgisayarlar, cep telefonları, televizyonlar, küçük ev aletleri, aydınlatma ürünleri, elektronik oyuncaklar ve diğer benzer cihazları içerir.

Elektrik ve elektronik atık, insanlar ve işletmeler tarafından kullanılan elektrikli ve elektronik ekipmanların atılması sonucu ortaya çıkan atıkları ifade eder. Bu atıklar, tehlikeli ve değerli maddeler içerebilir ve çevre için ciddi bir tehdit oluşturabilir.

Elektrik ve elektronik atık, endüstriyel, ticari ve evsel kaynaklardan gelen kullanılmış veya artık elektrikli ve elektronik ekipmanları kapsayan karmaşık bir atık akışıdır. Bu atıklar, değerli malzemelerin geri kazanılması, tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde bertarafı ve çevresel etkilerin azaltılması için özenli yönetimi gerektirir [1].

Elektrik ve elektronik atık, artık elektrikli ve elektronik cihazların, içerdikleri değerli malzemeler ve potansiyel tehlikeli maddeler nedeniyle yönetimi ve bertarafı özenli bir şekilde yapılması gereken atık türüdür. Bu atıkların doğru bir şekilde geri dönüşümü ve değerlendirilmesi, çevre koruması, enerji tasarrufu ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Elektrik ve elektronik atık, modern toplumun hızla değişen teknolojik altyapısı ve tüketim alışkanlıkları nedeniyle artan ve çevre için önemli bir tehdit oluşturan atık türüdür. Bu atıklar, geri dönüşüme uygun malzemelerin geri kazanılmasını ve tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesini gerektiren özel bir atık yönetimi gerektirir [3].

Bu tanımlar, elektrik ve elektronik atık kavramını çeşitli perspektiflerden ele alarak atığın önemini ve yönetimine dair farklı vurguları yansıtmaktadır. Elektrik ve elektronik atık, sürdürülebilir atık yönetimi ve çevre koruması için özenle ele alınması gereken kritik bir konudur [6].

E-Atık tanımlaması yapılırken elektrikli ve elektronik eşya kategorileri şu şekilde tanımlanabilir;

- Büyük ev eşyaları (Buzdolabı, çamaşır makinesi vb.)
- Küçük ev aletleri (Elektrik süpürgesi, tost makinesi vb.)
- Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları (Bilgisayarlar, telefonlar vb.)
- Tüketici ekipmanları (Video kameralar, müzik enstrümanları vb.)
- Aydınlatma ekipmanları (Flüoresan lambalar vb.)
- Elektrikli ve elektronik aletler (büyük ve sabit sanayi aletleri hariç olmak üzere) (Matkaplar, testere vb.)
- Oyuncaklar, eğlence ve spor aletleri (Video oyunları, jetonlu makineler vb.)
- Tıbbî cihazlar (Diyaliz ekipmanları, analiz ekipmanları vb.)
- İzleme ve kontrol aletleri(*) (Termostatlar, ısı ayarlayıcıları vb.)
- Otomatlar (Para, içecek otomatları vb.)

2.2. E-Atıkların Oluşum Süreci ve Önemi

Elektrik elektronik atıklar (e-atıklar), modern toplumların hızla artan teknoloji kullanımıyla birlikte ortaya çıkan önemli bir atık türüdür. Bu atıklar, elektrikli ve elektronik cihazların kullanımı sonucunda elde edilen, işlevselliğini yitirmiş veya artık kullanılmayan cihazlar ve bileşenlerdir. E-atıkların oluşumu, hızlı teknolojik ilerlemeler, ürün yenileme eğilimleri ve tüketim alışkanlıklarındaki değişimlerle birlikte önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu makalede, e-atıkların oluşum süreci ve önemi üzerinde durularak, bu atıkların çevresel etkileri ve kaynak yönetimi açısından neden önemli olduğu ele alınacaktır [4].

2.2.1. E-Atıkların Oluşum Süreci

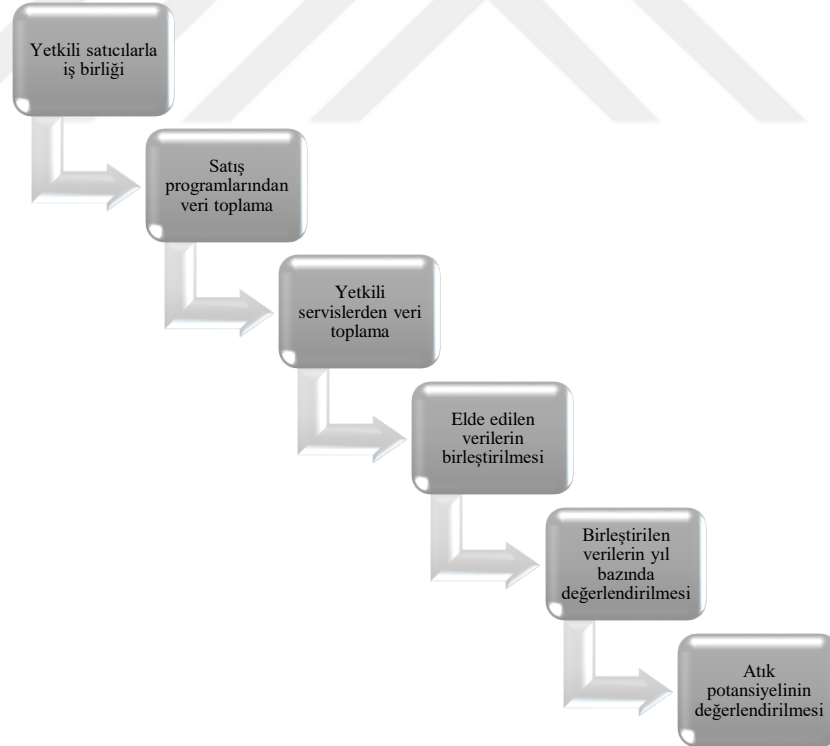
Elektrik elektronik atıkların oluşumu, karmaşık bir süreci içerir ve farklı faktörlerin bir araya gelmesiyle gerçekleşir. Aşağıda, e-atıkların oluşum sürecinin ana bileşenleri açıklanmaktadır:

Tüketici Talebi: Elektronik cihazlara olan talep, e-atıkların oluşumunun temel nedenlerinden biridir. Hızla değişen teknolojik trendler, tüketicilerin daha yeni ve gelişmiş ürünlere yönelmelerine neden olur. Bu da eski cihazların kullanım dışı kalmasına ve atık oluşumuna yol açar.

Üretim Süreci: Elektronik cihazların üretimi sırasında atık oluşumu kaçınılmazdır. Yanlış üretim süreçleri, yanlış veya hatalı bileşenler, yanlış tasarımlar ve kalite kontrol eksiklikleri gibi faktörler, atık oluşumunu artırabilir.

Kullanım Ömrü: Elektronik cihazların kullanım ömrü, e-atıkların oluşumunda belirleyici bir faktördür. Kısa ömürlü ürünler, daha sık yenilenmesi gereken ve daha hızlı atık üreten cihazlardır.

Atık Yönetimi: Elektronik cihazların doğru ve etkili bir şekilde geri dönüştürülmesi veya bertaraf edilmesi, atık yönetimi sürecinin bir parçasıdır. Yanlış atık yönetimi, atık miktarının artmasına ve çevresel etkilerin artmasına yol açabilir [3].



Şekil 2.1. Kullanılan Altyapı Ve Uygulanan Sistematığın İş Akış Şeması

Şekil 2.1’de kullanılan altyapı ve uygulanan sistematığın iş akış şeması yer almaktadır. Verilerin elde edilmesi; beyaz eşya satıcıları iş birliği ile kullandıkları

program kayıtlarından elde edilmiştir. Her satıcı satış yaptığında kendi müşteri havuzuna müşteri isim-soyisim, adres, telefon numarası bilgilerini girip kaydetmektedir. Müşteri bilgileri satışa eklendikten sonra ürün cinsini ve bilgilerini sistemlerine ekleyip satışı bitirmektedir. Sonrasında satıcı yetkili beyaz eşya servisine ürün atamasını yapıp ürünün depodan alınıp müşteriye teslimatını sağlamaktadır. Bitlis ilindeki tüm markalara ait mağazalardan kullandıkları Asist, Rapid360, POS, AX, BİP, WMS ve SAP programlarından son yılların verileri alınmıştır. Bu satışlar dışında Bitlis iline dış illerden ve internet üzerinde gerçekleştirilen alışverişlerden de elektrikli ve elektronik eşyalar gelmektedir. Toplanan verilerin doğruluk oranını artırmak için yetkili servislerden de veriler alınıp birleştirilmiştir. Alınan veriler elektronik malzeme çeşitleri, ürün çeşidine göre adetleri ve yıllara göre dağılımları tablo ve grafik haline getirilmiştir. Elde edilen veriler ve elektrikli ve elektronik eşyaların kullanım ömürleri göz önüne alınarak gelecek yıllarda oluşabilecek atık miktarları değerlendirilmiştir.

2.2.2. E-Atıkların Önemi

E-atıkların önemi, çevresel etkileri ve kaynak yönetimi açısından değerlendirilmelidir. Aşağıda, e-atıkların önemini vurgulayan noktalar açıklanmaktadır:

Çevresel Etkiler: Elektrik elektronik atıklar, içerdikleri toksik maddeler ve yanlıştır atık yönetimi sonucunda çevreye önemli ölçüde zarar verebilir. Atıkların düzensiz bertarafı veya yanlıştır ayrıştırılması, toprak, su ve hava kirliliğine yol açabilir. Bu da doğal ekosistemlere, bitki örtüsüne, su kaynaklarına ve biyoçeşitliliğe zarar verir.

Kaynak Yönetimi: Elektrik elektronik atıklar, içerdikleri değerli metaller ve diğer malzemeler açısından önemli bir kaynak potansiyeline sahiptir. Geri dönüşüm yoluyla bu atıkların yönetimi, doğal kaynakların korunmasına ve yeni hammaddelerin çıkarılmasına olan ihtiyacın azaltılmasına katkıda bulunur. Ayrıca, geri dönüşüm, enerji tasarrufu ve karbon ayak izinin azaltılması gibi faydalar da sağlar.

İnsan Sağlığı: Elektrik elektronik atıklar içerdikleri toksik maddeler nedeniyle insan sağlığı açısından önemli bir tehdit oluşturabilir. Yanlıştır atık yönetimi veya düzensiz bertarafı sonucunda ortaya çıkan çevresel kirlilik, solunum yoluyla veya su kaynakları aracılığıyla insanlara zarar verebilir. Toksik maddeler, kanser, solunum yolu hastalıkları, nörolojik sorunlar ve diğer sağlık sorunlarına neden olabilir.

Elektrik elektronik atıkların oluşum süreci ve önemi, çevresel sürdürülebilirlik ve kaynak yönetimi açısından önemli bir konudur. E-atıkların oluşum süreci, tüketici talebi,

üretim süreci, kullanım ömrü ve atık yönetimi gibi faktörlerden etkilenir. E-atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi, çevresel etkilerin azaltılmasına, kaynakların korunmasına ve insan sağlığının korunmasına yardımcı olur. Bu nedenle, etkili bir e-atık yönetimi sistemi, atık oluşumunun azaltılması ve sürdürülebilir bir geleceğin sağlanması için büyük önem taşımaktadır [7].

2.3. Elektrik Elektronik Atık Miktarının Artışı

Elektrik elektronik atık miktarı, teknolojik gelişmelerin ve tüketim alışkanlıklarındaki değişikliklerin bir sonucu olarak sürekli artmaktadır. Dünya genelindeki hızlı nüfus artışı, ekonomik büyüme ve yüksek tüketim oranları, elektronik cihazların kullanım sürelerinin kısalmasına ve dolayısıyla atık miktarının artmasına neden olmaktadır. Bu durum, elektrik elektronik atıkların yönetimini ve bertarafını zorlaştırmaktadır [2].

Teknolojinin hızla gelişmesi ve elektronik cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte, elektrik ve elektronik atık miktarında dramatik bir artış yaşanmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki tüketim alışkanlıklarındaki değişim, kısa ürün ömürleri, teknolojik ilerlemeler ve elektrikli cihazların artan kullanımı, elektrik ve elektronik atık miktarının artışında önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma, elektrik ve elektronik atık miktarının artış nedenlerini, etkilerini ve çözüm önerilerini inceleyerek konunun önemine dikkat çekmeyi amaçlamaktadır [2].

➤ Elektrik ve Elektronik Atık Miktarının Artışının Nedenleri

Teknolojik Gelişmeler ve Kısa Ürün Ömrü: Teknolojideki hızlı ilerlemeler, elektronik cihazların kısa sürede eskimesine ve modası geçmesine neden olmaktadır. Yeni ve geliştirilmiş cihazların piyasaya sürülmesi, tüketicileri daha yeni ürünleri satın almaya yönlendirmekte ve eski cihazların atılmasına neden olmaktadır.

Tüketim Alışkanlıklarındaki Değişim: Toplumda tüketim alışkanlıklarının değişmesi, daha fazla elektrikli ve elektronik cihazın kullanılmasına yol açmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bireyler ve kuruluşlar daha fazla teknolojik cihaza sahip olma eğilimindedir, bu da atık miktarının artmasına katkı sağlar.

Nüfus Artışı ve Kentleşme: Dünya nüfusunun artması ve kentleşmenin hızlanması, elektrik ve elektronik cihazların kullanımının artmasına ve dolayısıyla atık miktarının artışına yol açmaktadır.

Geri Dönüşüm Altyapısının Yetersizliği: Birçok ülkede geri dönüşüm altyapısı yetersiz veya eksik olduğundan, atık yönetimde sorunlar ortaya çıkmaktadır. Geri dönüşüm süreçlerinin yeterince geliştirilmemesi, atıkların çöp depolama alanlarına gitmesine ve çevre kirliliğine neden olur.

➤ Elektrik ve Elektronik Atık Miktarının Artışının Etkileri

Çevre Kirliliği: Elektrik ve elektronik atık, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle çevre kirliliğine yol açabilir. Atık sahalarında yanlış yönetilen cihazlar, toprak ve su kirliliğine neden olabilir ve doğal ekosistemleri tehdit edebilir.

Doğal Kaynakların Tükenmesi: Elektrik ve elektronik ekipmanlar, içerdikleri değerli metaller ve doğal kaynaklar nedeniyle önemli bir hammadde kaynağıdır. Ancak, atıkların doğru şekilde geri dönüşümü yapılmazsa, bu değerli kaynaklar israf olur ve tükenir.

Sağlık Sorunları: Elektrik ve elektronik atık, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle insan sağlığı için ciddi riskler oluşturabilir. Atık yönetimi sürecinde çalışanlar ve yakın çevre halkı tehlikeli maddelere maruz kalabilir ve sağlık sorunları yaşayabilir.

➤ Elektrik ve Elektronik Atık Miktarının Azaltılması İçin Çözüm Önerileri

Geri Dönüşüm Altyapısının Geliştirilmesi: Ülkeler, geri dönüşüm altyapısını geliştirerek atık yönetimini daha etkin hale getirebilir. Geri dönüşüm tesislerinin kurulması ve geri kazanılabilir malzemelerin geri dönüşümü için teşvikler oluşturulması önemlidir.

Uzun Ömürlü ve Kolay Onarılabilir Ürünlerin Teşvik Edilmesi: Üreticiler, uzun ömürlü ve kolay onarılabilir elektrikli ve elektronik ürünlerin üretimine teşvik edilmelidir. Bu şekilde, cihazların ömrü uzar ve daha az atık oluşur.

Farkındalık ve Eğitim: Toplumda elektrik ve elektronik atığın olumsuz etkileri hakkında farkındalık oluşturmak ve eğitim vermek, atık miktarının azaltılmasına katkı sağlar.

Elektrik ve elektronik atık miktarının artışı, çevre ve insan sağlığı için önemli bir tehdit oluşturan önemli bir sorundur. Teknolojik ilerlemelerin ve tüketim alışkanlıklarındaki değişikliklerin etkisiyle bu atık türü hızla büyümektedir. Elektrik ve elektronik atık miktarının azaltılması için geri dönüşüm altyapısının geliştirilmesi, uzun ömürlü ve kolay onarılabilir ürünlerin teşvik edilmesi ve farkındalık eğitiminin önemi

vurgulanmalıdır. Atık yönetimi konusunda alınacak tedbirler, sürdürülebilir bir geleceğe katkı sağlayacaktır [7].

2.4. Türkiyede Elektrik Elektronik Atık Miktarının Artışı

Türkiye'de elektrik elektronik atık miktarı da dünya genelinde olduğu gibi sürekli olarak artmaktadır. Nüfus artışı, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmeler gibi faktörler, elektronik cihazların kullanım sürelerinin kısalmasına ve dolayısıyla elektrik elektronik atık miktarının artmasına neden olmaktadır. Türkiye'de elektrik elektronik atık miktarının artışıyla ilgili bazı önemli faktörler şunlardır:

Hızlı Nüfus Artışı: Türkiye, hızlı nüfus artışıyla karşı karşıyadır. Büyüyen nüfus, daha fazla elektronik cihaz talebi ve dolayısıyla daha fazla atık üretimi anlamına gelir.

Teknolojik Gelişmeler: Teknolojideki hızlı ilerlemeler, insanların daha sık elektronik cihazları tercih etmesine yol açmaktadır. Yeni ve gelişmiş teknolojilere sahip cihazların piyasaya sürülmesi, eski cihazların hızla kullanılmaz hale gelmesine ve atılmasına yol açmaktadır.

Tüketim Alışkanlıkları: Tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, elektronik cihaz talebini artırmaktadır. Özellikle cep telefonları, bilgisayarlar, televizyonlar ve beyaz eşya gibi ürünlerin yaygınlaşmasıyla birlikte elektrik elektronik atık miktarı da artmaktadır.

Atık Yönetim Altyapısı: Türkiye'de elektrik elektronik atıkların etkin bir şekilde toplanması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesi için gerekli altyapı henüz tam olarak oluşturulmamıştır. Bu durum, atık miktarının artmasına ve çevresel etkilerin büyümesine neden olmaktadır.

Farkındalık Düzeyi: Elektrik elektronik atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi ve geri dönüştürülmesi için halkın farkındalık düzeyinin artırılması önemlidir. Henüz tüm toplum kesimlerinin elektrik elektronik atıkların doğru bir şekilde bertaraf edilmesi konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığı görülmektedir.

Tüm bu faktörler, Türkiye'de elektrik elektronik atık miktarının artmasına ve yönetimine ilişkin zorlukların yaşanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, atık yönetimi politikalarının geliştirilmesi, geri dönüşüm altyapısının güçlendirilmesi ve halkın farkındalık düzeyinin artırılması gibi önlemler, elektrik elektronik atık potansiyelini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır [3].

2.5. Elektrik Elektronik Atıkların Çevresel Etkileri

Elektrik elektronik atıkların çevresel etkileri büyük önem taşır. Elektronik cihazlar, içerdikleri toksik maddeler nedeniyle doğaya zarar verebilirler. Örneğin, cıva, kurşun, kadmiyum ve bromlu bileşikler gibi zararlı maddeler içeren elektronik atıklar, su kaynaklarına ve topraklara sızabilir ve çevre kirliliğine yol açabilir. Ayrıca, elektronik atıkların düzensiz bertarafı veya yanlış ayrıştırılması, hava kirliliğine, su kaynaklarının kirlenmesine ve iklim değişikliğine katkıda bulunabilir.

➤ Elektrik elektronik atıkların çevresel etkileri;

Toprak Kirliliği: Elektrik ve elektronik atıklar, atık sahalarında yanlış yönetilirse, içerdikleri tehlikeli maddeler toprağı kirletebilir ve toprak verimliliğini azaltabilir.

Su Kirliliği: Yanlış yönetilen atıklar, toprak veya su üzerine sızarak su kaynaklarını kirletebilir. Tehlikeli maddeler, yeraltı su kaynaklarına ve su ekosistemlerine zarar verebilir.

Hava Kirliliği: E-atık'ın yakılması veya yanlış bertaraf edilmesi, havaya tehlikeli gazlar ve partiküller salabilir. Bu durum, hava kalitesini düşürür ve insan sağlığını olumsuz etkiler.

İnsan Sağlığına Etkiler: Elektrik ve elektronik atıklar, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle insan sağlığına ciddi tehditler oluşturur. Atık yönetimi sürecinde çalışanlar ve atıkların yakınında yaşayanlar, maruz kaldıkları tehlikeli maddeler nedeniyle sağlık sorunları yaşayabilir.

Elektrik ve elektronik atıkların çevresel etkileri, çevre kirliliği ve insan sağlığı açısından önemli tehditler oluşturur. E-atık yönetimi, etkili bir atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleriyle çevresel etkileri azaltmak için kritik öneme sahiptir. Toplum olarak doğru atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamalarına öncelik vererek sürdürülebilir bir çevre için katkı sağlanabilir [4].

2.6. Elektrik Elektronik Atıkların Ekonomik Etkileri

Elektrik elektronik atıkların ekonomik etkileri, çeşitli yönleriyle incelenebilir. İlk olarak, geri dönüşüm ve yeniden kullanım potansiyeli göz önüne alındığında, elektronik atıklar önemli bir ekonomik kaynak olabilir. Bu atıklardan elde edilen değerli metaller ve diğer malzemeler geri kazanılabilir ve yeniden kullanılabilir. Ayrıca, elektronik atıkların

etkili bir şekilde yönetilmesi, iş fırsatlarının yaratılmasına ve yeşil teknoloji sektörünün büyümesine katkıda bulunabilir [8].

- Elektrik elektronik atıkların ekonomik etkileri;

Değerli Malzeme Geri Kazanımı: Elektrik ve elektronik atıklar içerdikleri değerli metaller ve diğer malzemeler nedeniyle geri dönüşüm için büyük bir potansiyele sahiptir. Atıklardan değerli malzemelerin geri kazanılması, ekonomiye önemli bir katkı sağlar.

İş Olanakları ve İstihdam: Elektrik ve elektronik atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleri, yeni iş olanakları ve istihdam yaratır. Geri dönüşüm tesisleri ve atık yönetimi şirketleri, birçok kişiye iş imkanı sağlar.

Yeniden Kullanım ve Satış: İkinci el elektrikli ve elektronik ekipmanların satışı, ekonomiye katkı sağlar ve düşük gelirli kesimlere uygun fiyatlı ürünler sunar.

Çevre ve Sağlık Harcamalarının Azaltılması: E-atık'ın doğru şekilde yönetilmesi, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri azaltır. Bu da çevre ve sağlık harcamalarının azalmasına yardımcı olur.

- Elektrik elektronik atıkların ekonomiye yönelik fırsatları;

Yenilikçilik ve Teknoloji Gelişimi: Elektrik ve elektronik atıkların geri dönüşümü ve değerli malzemelerin geri kazanılması, geri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesine olanak sağlar.

Sürdürülebilirlik ve Yeşil Ekonomi: Elektrik ve elektronik atıkların etkin bir şekilde yönetilmesi, sürdürülebilirlik ve yeşil ekonominin gelişimine katkı sağlar.

Elektrik ve elektronik atıkların ekonomik etkileri, doğru atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleriyle birleştiğinde, ekonomiye önemli bir katkı sağlar. Değerli malzemelerin geri kazanımı, iş olanakları ve istihdamın artışı ve sürdürülebilir ekonominin gelişimi gibi fırsatlar sunar. Ancak, bu etkilerin maksimum düzeyde faydaya dönüşebilmesi için etkili politika ve stratejilerin uygulanması önemlidir.

Ekonominin her alanda etkisini göstermesi e-atıklar içinde önem arz eden bir konu olarak görülmekte ve kullanıcıları ikinci ele yönelimlerini sağlamaktadır. Bu da üretimde etki eden bir diğer hususlar arasında yer almaktadır.

2.7. Elektrik Elektronik Atıkların Avantaj ve Dezavantajları

2.7.1. Elektrik Elektronik Atıkların Avantajları

Elektrik ve elektronik atıkların (e-atık) yönetimi, çevre ve insan sağlığı için önemli bir konudur. Ancak, elektrik ve elektronik atıkların doğru şekilde yönetilmesi, aynı zamanda birçok avantaj ve fayda da sağlamaktadır [5].

- Elektrik ve elektronik atıkların avantajları;

Değerli Malzemelerin Geri Kazanımı: Elektrik ve elektronik atıklar, içerdikleri değerli metaller ve diğer malzemeler nedeniyle önemli bir geri kazanım potansiyeline sahiptir. Atık yönetimi süreçleri ile geri dönüşüm tesislerinde, atıklardan değerli metaller (örn. altın, gümüş, bakır) ve nadir toprak elementleri (örn. lityum, tantal) geri kazanılır. Bu durum, bu tür malzemelerin daha az çıkarılmasını ve sınırlı doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar.

Yeniden Kullanım ve İkinci El Piyasası: Elektrik ve elektronik atıkların bir kısmı, onarım ve bakım sonrasında tekrar kullanılabilir hale getirilir. İkinci el piyasası, düşük gelirli kesimler için uygun fiyatlı elektrikli ve elektronik ekipmanlar sunar. Aynı zamanda, kullanılmış cihazların yeniden kullanılması, yeni ürünlerin üretilmesine göre daha düşük enerji ve kaynak tüketimi gerektirir.

İş Olanakları ve İstihdam: Elektrik ve elektronik atık yönetimi, geri dönüşüm tesisleri ve atık yönetimi şirketleri gibi birçok iş olanakları ve istihdam sağlar. Atık toplama, ayrıştırma, geri dönüşüm ve onarım süreçlerinde çalışanlar, atık yönetimi zincirinde yer alarak ekonomiye katkı sağlarlar.

Sürdürülebilirlik ve Yeşil Ekonomi: Elektrik ve elektronik atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı, sürdürülebilirlik ve yeşil ekonominin gelişimine katkı sağlar. Atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleri, doğal kaynakların tükenmesini önler ve atıkların çevreye olan olumsuz etkilerini azaltır.

Ekonomik Kazanç: Elektrik ve elektronik atıklardan geri kazanılan değerli malzemeler, ekonomik olarak önemli bir kazanç sağlar. Bu malzemeler, üretim süreçlerinde kullanılabilir ve yeni ürünlerin üretiminde maliyetleri düşürür. Aynı zamanda, geri dönüşüm tesisleri ve atık yönetimi şirketleri, atık yönetimi hizmetleri sağlayarak gelir elde ederler.

Sosyal Sorumluluk: Elektrik ve elektronik atıkların doğru şekilde yönetilmesi, şirketlerin ve bireylerin sosyal sorumluluklarını yerine getirmesini sağlar. Atıkların geri dönüşümü ve değerlendirilmesi, toplumun çevre korumasına katkı sağladığı bilincini artırır.

Kaynak Verimliliği: Elektrik ve elektronik atıkların geri dönüşümü, kaynak verimliliğini artırır. Atıkların değerli malzemelerinin geri kazanılması, doğal kaynakların tükenmesini önler ve çevreye zarar vermeden ekonomiye katkı sağlar.

Sıfır Atık Hedefi: Elektrik ve elektronik atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı, "sıfır atık" hedefine ulaşmada önemli bir rol oynar. Sıfır atık, atıkların çıktı olarak kabul edilmeden geri dönüştürülmesi veya tekrar kullanılması anlamına gelir.

Elektrik ve elektronik atıkların avantajları, doğru atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleriyle birleştiğinde ekonomi ve çevre için önemli faydalar sağlar. Değerli malzemelerin geri kazanımı, iş olanakları ve sosyal sorumluluk bilinci, elektrik ve elektronik atıkların yönetimini önemli kılar. Toplumun bilinçlenmesi ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda hareket edilmesi, bu avantajların en iyi şekilde değerlendirilmesine olanak sağlar [5].

2.7.2. Elektrik Elektronik Atıkların Dezavantajları

Elektrik ve elektronik atıklar (e-atık), modern toplumda önemli bir çevresel ve ekonomik sorun haline gelmiştir. Yüksek tüketim alışkanlıkları, kısa ürün ömürleri ve hızla değişen teknoloji, elektrik ve elektronik atık miktarını artırmaktadır.

➤ Elektrik ve elektronik atıkların dezavantajları;

Çevre Kirliliği: Elektrik ve elektronik atıkların yanlış yönetilmesi, çevre kirliliğine neden olur. Atık sahalarında veya çöp döküm alanlarında atılan atıklar, içerdikleri tehlikeli maddelerle toprak ve su kirliliğine yol açar.

Tehlikeli Maddelerin Salınımı: Elektrik ve elektronik atıklar, içerdikleri tehlikeli maddeleri (örn. cıva, kurşun, cıva, krom) nedeniyle ciddi bir çevre tehdidi oluşturur. Yanlış yönetilen atıkların yakılması veya çevreye salınması, hava kirliliğine ve sağlık sorunlarına neden olur.

İnsan Sağlığına Etkiler: Elektrik ve elektronik atıkların yanlış yönetimi, çalışanlar ve yakın çevre halkı için sağlık sorunlarına yol açar. Tehlikeli maddelere maruz kalma,

solunum yolu hastalıkları, deri rahatsızlıkları ve kanser gibi sağlık sorunlarına neden olabilir.

Gıda Zinciri ve Su Kaynaklarına Etki: Elektrik ve elektronik atıkların içerdikleri tehlikeli maddeler, gıda zinciri ve su kaynakları yoluyla insan sağlığına ulaşabilir. Bu durum, uzun vadede genetik ve sağlık sorunlarına yol açabilir.

Değerli Malzemelerin Kaybı: Elektrik ve elektronik atıkların yanlış yönetimi, içerdikleri değerli metallerin ve doğal kaynakların israfına yol açar. Atıkların geri dönüşümü yapılmadan çöp döküm alanlarına gönderilmesi, önemli hammadde kaynaklarının kaybına neden olur.

Atık Yönetimi ve Bertaraf Maliyetleri: Elektrik ve elektronik atıkların uygun şekilde yönetimi ve bertarafı, önemli ekonomik yükler getirir. Atık yönetimi süreçleri, geri dönüşüm tesisleri ve tehlikeli maddelerin güvenli bertarafı maliyetli olabilir.

Kayıp İş Olanakları: Elektrik ve elektronik atıkların yanlış yönetimi, geri dönüşüm ve atık yönetimi sektöründe oluşabilecek iş olanaklarının kaybedilmesine yol açar.

Uyumsuzluk ve Yasal Sorunlar: Elektrik ve elektronik atıkların uygun şekilde yönetilmemesi, yasal sorunlara ve çevre düzenlemelerine uyumsuzluğa yol açabilir.

Sosyal Protestolar ve İtibar Kaybı: Şirketler veya kuruluşlar, elektrik ve elektronik atıkların etkili bir şekilde yönetilmesine özen göstermezlerse, sosyal protestolara maruz kalabilir ve itibar kaybı yaşayabilirler.

Elektrik ve elektronik atıkların dezavantajları, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve ekonomik kayıpları içerir. Doğru atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleri, bu dezavantajları en aza indirmek ve sürdürülebilir bir gelecek için önemlidir. Bilinçli tüketim, geri dönüşüm ve doğru atık yönetimi uygulamaları, elektrik ve elektronik atıkların dezavantajlarına karşı etkili bir mücadele stratejisi sunmaktadır [9].

2.8. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşümü

Günümüzde, atık yönetimi ve geri dönüşümü, çevresel sürdürülebilirlik için önemli adımlar olarak öne çıkmaktadır. Artan nüfus, hızlı kentleşme ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, atık miktarının hızla artmasına yol açmıştır. Bu makalede, atık yönetimi ve geri dönüşümün önemi, faydaları ve uygulanması gereken stratejiler incelenecektir [9].

2.8.1. Atık Yönetimi

Atık yönetimi, atıkların etkili bir şekilde toplanması, taşınması, işlenmesi, bertaraf edilmesi veya geri dönüştürülmesini içeren bir süreçtir. İyi bir atık yönetimi stratejisi, çevresel etkileri azaltmak, kaynakların verimli kullanımını sağlamak ve çevre sağlığını korumak için önemlidir.

- Atık yönetiminin ana hedefleri şunlardır;

Atığın oluşumunu en aza indirmek veya önlemek: Azaltma, tüketici bilincinin artırılması, geri dönüşümlü veya dayanıklı ürünlerin tercih edilmesi ve ambalaj atıklarının azaltılması gibi stratejileri içerir.

Atıkların geri dönüştürülmesi: Geri dönüşüm, kullanılamaz hale gelen malzemelerin yeniden işlenerek yeni ürünlere dönüştürülmesini sağlar. Geri dönüşüm, doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur, enerji tasarrufu sağlar ve çöp sahalarının dolmasını önler.

Atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi: Bertaraf, atıkların çevreye zarar vermeden uygun bir şekilde imha edilmesini içerir. Bu süreçte, tehlikeli atıkların özelliklerine göre uygun yöntemler kullanılmalıdır [2].

2.8.2. Geri Dönüşümün Önemi ve Faydaları

Geri dönüşüm, atıkların yeniden kullanılmasını sağlayarak çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sunar.

- Geri dönüşümün önemi ve faydaları:

Doğal Kaynakların Korunması: Geri dönüşüm, yeni ürünlerin üretimi için ihtiyaç duyulan doğal kaynakların tüketimini azaltır. Örneğin, metal geri dönüşümü, cevher çıkarma işlemlerinin azalmasına ve madenlerin korunmasına yardımcı olur.

Enerji Tasarrufu: Geri dönüşüm, ham madde çıkarma ve üretim aşamalarında gereken enerji miktarını azaltır. Geri dönüştürülen malzemelerin işlenmesi, genellikle daha az enerji gerektirir. Bu da enerji kaynaklarının korunmasına ve enerji maliyetlerinin azalmasına katkıda bulunur.

İş Olanakları ve Ekonomik Kalkınma: Geri dönüşüm sektörü, istihdam fırsatları yaratır ve ekonomik kalkınmaya katkıda bulunur. Geri dönüşüm tesisleri ve geri dönüşümle ilgili işletmeler, iş sahaları ve yeşil ekonomi için büyüme potansiyeli sunar.

Çöp Sahalarının Dolmasının Önlenmesi: Geri dönüşüm, atıkların çöp sahalarına gitmesini engeller ve bu sahaların dolmasını önler. Bu da çevre kirliliğinin azalmasına ve arazi kullanımının verimli bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur [5].

2.8.3. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm Stratejileri

Atık yönetimi ve geri dönüşüm için uygulanması gereken stratejiler şunları içerir:

Eğitim ve Farkındalık: Halkın atık yönetimi konusunda bilinçlendirilmesi ve geri dönüşüm alışkanlıklarının teşvik edilmesi önemlidir. Eğitim kampanyaları ve bilgilendirici programlar, toplumun atık yönetimi konusunda daha bilinçli ve aktif olmasını sağlar.

Geri Dönüşüm Altyapısının Güçlendirilmesi: Geri dönüşüm tesislerinin kurulması ve atık toplama sistemlerinin etkinleştirilmesi gereklidir. Atık yönetimi altyapısının geliştirilmesi, atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılmasını, toplanmasını ve işlenmesini sağlar.

Yasal Düzenlemeler ve Teşvikler: Atık yönetimi ve geri dönüşümü teşvik etmek için yasal düzenlemeler yapılmalı ve teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır. Vergi avantajları, geri dönüşüm şirketlerine destek, ambalaj geri dönüşümüne yönelik zorunlu hedefler gibi önlemler, geri dönüşüm oranlarını artırmak için etkili araçlardır.

Atık yönetimi ve geri dönüşüm, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve doğal kaynakların korunması için kritik öneme sahiptir. Atık miktarının azaltılması, geri dönüşümün teşvik edilmesi ve atık yönetimi stratejilerinin uygulanması, çevre kirliliğinin azaltılmasına, enerji tasarrufuna ve ekonomik fırsatların yaratılmasına katkıda bulunur. Toplumun, işletmelerin ve hükümetlerin birlikte çalışarak atık yönetimi ve geri dönüşüm alanında daha sürdürülebilir çözümler bulması önemlidir [10].

2.9. Elektrikli ve Elektronik Atık Yönetiminde AB Direktifleri

Günümüzde, elektrikli ve elektronik cihazlar (EEA) hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline geldi. Hemen hemen her evde, ofiste ve endüstriyel alanda, bilgisayarlardan telefonlara, beyaz eşyalardan diğer tüketici elektroniğine kadar birçok EEA kullanılmaktadır. Ancak, bu teknolojik ilerleme, aynı zamanda büyük bir atık sorununu da beraberinde getirmiştir. Eski ve kullanılmayan elektrikli ve elektronik cihazlar, tehlikeli ve çevre üzerinde olumsuz etkileri olan atıklara dönüşebilir [11].

Avrupa Birliği, bu büyüyen atık sorununa çözüm bulmak ve sürdürülebilir bir atık yönetimi sistemini teşvik etmek için bir dizi direktif yayınlamıştır. Bu direktifler, elektrikli ve elektronik atıkların toplanması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesi konusunda üye ülkeler arasında birlik sağlamayı hedeflemektedir [11].

Avrupa Birliği'nin çevreye ve insan sağlığına zararlı olan maddelerin kullanımına sınırlama getiren RoHS ile atık elektrikli ve elektronik eşyaların geri kazanımını zorunlu hale getiren WEEE yönetmelikleri ile ,birliğin gelişen teknolojinin çevreye verdiği büyük zarardan, çevreyi ve insan sağlığını koruyabilmek için 2003 yılında uygulamaya geçmiştir. 1 Ocak 2006'dan itibaren Avrupa Birliği sınırları içerisinde üretilecek yada satışa sunulacak elektrikli ve elektronik ürünlerinin, RoHS ve WEEE yönetmeliğine uyumluluğunun zorunlu hale getirilmiştir [11].

2.9.1. WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) Direktifi

WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), yani Elektrik ve Elektronik Ekipman Atıkları, elektrikli ve elektronik cihazların atıklarını tanımlayan bir terimdir. Bu tür atıklar, kullanılmış, hasar görmüş veya artık işlevsel olmayan elektrikli ve elektronik cihazları içerir [11].

WEEE, hızla gelişen teknoloji ve tüketim alışkanlıklarının bir sonucu olarak ortaya çıkan büyük bir atık akışını temsil etmektedir. Örneğin, bilgisayarlar, televizyonlar, cep telefonları, ev aletleri, aydınlatma cihazları, oyun konsolları, elektrikli oyuncaklar, tıbbi cihazlar ve diğer elektronik ekipmanlar gibi çeşitli ürünleri içerir [11].



Şekil 2.2. WEEE işareti

WEEE, çevre ve insan sağlığı açısından önemli bir sorundur çünkü elektrikli ve elektronik ekipmanlar, tehlikeli maddeler içerebilir ve bu maddelerin yanlış yöntemlerle bertaraf edilmesi çevre kirliliği ve sağlık sorunlarına yol açabilir. Örneğin, civa, kurşun,

kadmiyum, berilyum gibi ağır metaller, tehlikeli kimyasallar ve ozon tabakasına zarar veren gazlar içerebilir.

WEEE yönetimi, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların toplanması, geri dönüştürülmesi ve/veya uygun şekilde bertaraf edilmesini içeren süreçleri kapsar. Bu, atıkların doğru şekilde ele alınmasını ve geri dönüşüm veya düzgün bertaraf yöntemleri kullanılarak kaynakların yeniden kazanılmasını sağlar.

Birçok ülke ve bölgede, WEEE yönetimi için yasal düzenlemeler mevcuttur ve üreticilere, distribütörlere ve tüketicilere sorumluluklar yükler. Bu düzenlemeler, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların geri dönüşümü için uygun toplama altyapısını oluşturmayı, tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde işlenmesini ve kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılmasını hedefler.

WEEE yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik için önemli bir adımdır. Elektrikli ve elektronik ekipmanların doğru bir şekilde bertaraf edilmesi, çevre kirliliğini azaltır, doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur ve geri dönüşüm yoluyla yeni ürünlerin üretilmesine katkıda bulunur [10].

2.9.1.1. WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) Tarihçesi

WEEE'nin (Waste Electrical and Electronic Equipment) tarihçesi, elektrikli ve elektronik atıkların yönetimi ve kontrolüne dair farkındalığın artmasıyla birlikte gelişti [12].

1980'ler ve 1990'lar arasındaki zaman diliminde, elektrikli ve elektronik atıkların yönetimiyle ilgili ilk tartışmalar bu dönemde ortaya çıktı. Elektronik cihazların hızla gelişmesi ve kullanımının yaygınlaşmasıyla, bu cihazların atık akışı da arttı. Ağır metaller, tehlikeli kimyasallar ve diğer zararlı maddelerin elektronik cihazlarda kullanılması, atıkların çevre ve insan sağlığına zarar verme potansiyelini artırdı [12].

1990'larda, Avrupa'da, WEEE yönetimi konusunda farkındalık artmaya başladı. Bazı ülkeler, elektronik atıkların geri dönüşümü ve bertarafı için gönüllü programlar başlattı. Bu dönemde bazı elektronik cihazlar için geri dönüşüm ve bertaraf yöntemleri belirlendi [12].

2000'lerde WEEE yönetimi konusunda düzenleyici çerçeveler oluşturulmaya başlandı. Avrupa Birliği (AB), 2003 yılında Elektrikli ve Elektronik Ekipmanların Atıklarının Kontrolü (WEEE) Direktifi'ni kabul etti. Bu direktif, AB üye ülkelere

elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşümü ve bertarafı için ortak bir yaklaşım benimsemelerini ve üreticilere sorumluluk yüklemelerini öngörüyordu [12].

2005 yılında, WEEE Direktifi, AB üye ülkelerinde yürürlüğe girdi. Üye ülkeler, elektrikli ve elektronik atıkların toplanması, geri dönüştürülmesi ve/veya bertarafı için ulusal düzenlemeler ve altyapılar oluşturmak zorunda kaldı. Aynı zamanda, üreticilere, elektrikli ve elektronik ekipmanların atık aşamasında sorumluluk yüklemeyi ve atıkların yönetim maliyetlerini karşılamalarını gerektiren "üretici sorumluluğu" prensibi benimsendi.

2006 yılı ve sonrasında WEEE yönetimi, diğer ülkeler ve bölgeler tarafından da benimsendi ve düzenleyici çerçeveler oluşturuldu. Birçok ülke, elektrikli ve elektronik atıkların toplanması ve geri dönüştürülmesi için geri dönüşüm programları başlattı ve bu konuda bilinçlendirme kampanyaları düzenledi.

WEEE yönetimi, elektrikli ve elektronik atıkların çevresel etkilerini azaltmak, doğal kaynakların korunmasını sağlamak ve geri dönüşüm fırsatlarını değerlendirmek amacıyla sürekli olarak gelişmektedir. Üreticiler, tüketiciler, hükümetler ve geri dönüşüm sektörü arasındaki işbirliği ve farkındalık, WEEE'nin etkili bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmaktadır [12].

2.9.1.2. Türkiye'de WEEE (Waste Electrical Electronic Equipment) Direktifi

Türkiye'de WEEE yönetimi için bazı düzenlemeler ve uygulamalar mevcuttur.

➤ Türkiye'de WEEE'nin yönetimi hakkında bazı bilgiler:

Kanun ve Düzenlemeler: Türkiye'de WEEE'nin yönetimi, Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (EEE Yönetmeliği) kapsamında düzenlenmektedir. Bu yönetmelik, Türkiye'deki elektrikli ve elektronik atıkların toplanması, geri dönüşümü ve bertarafı için bir çerçeve oluşturur. Üreticilere de atıkların yönetiminde sorumluluklar yükler.

Üretici Sorumluluğu: Türkiye'deki WEEE yönetimi modelinde, üreticiler atık elektrikli ve elektronik ekipmanların toplanması ve geri dönüşümü için sorumluluk taşımaktadır. Üreticiler, piyasaya sürdükleri ürünlerin geri dönüşümünü finanse etmek ve atık toplama altyapısını desteklemekle yükümlüdür.

Atık Toplama ve Geri Dönüşüm: Türkiye'de WEEE atıklarının toplanması ve geri dönüşümü için çeşitli sistemler ve mekanizmalar bulunmaktadır. İl ve ilçelerde yerel

yönetimler tarafından atık toplama noktaları ve geri dönüşüm tesisleri kurulmuştur. Bu tesislerde elektrikli ve elektronik atıklar geri dönüştürülerek kullanılabilir kaynaklar elde edilmekte veya zararlı bileşenler güvenli bir şekilde bertaraf edilmektedir.

Bilinçlendirme ve Eğitim: Türkiye'de WEEE yönetimi konusunda farkındalığı artırmak amacıyla çeşitli bilinçlendirme kampanyaları ve eğitim faaliyetleri düzenlenmektedir. Bu kampanyalar, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların doğru şekilde yönetilmesi, geri dönüştürülmesi ve çevre dostu seçeneklerin tercih edilmesi konularında tüketicilere ve diğer paydaşlara bilgi sağlamayı hedefler.

Geri Dönüşüm Sertifikasyonu: Türkiye'de elektrikli ve elektronik atık geri dönüşüm işlemlerini yürüten tesislerin sertifikalandırılması için Elektrikli ve Elektronik Atık Yönetim Sistemi (EAGS) uygulanmaktadır. Bu sistem, geri dönüşüm tesislerinin kalite ve çevresel standartlarına uygunluğunu sağlamayı amaçlar.

Türkiye'de WEEE yönetimi konusunda yapılan düzenlemeler ve uygulamalar zaman içinde değişebilir. Bu nedenle, en güncel bilgilere yerel yönergeler ve yetkili kurumlar aracılığıyla ulaşılması önemlidir [12].

2.9.2. RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances) Direktifi

RoHS (Certain Hazardous Substances) veya Türkçe adıyla Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Sınırlanması Yönergesi, elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kullanılması sınırlandırılan bazı tehlikeli maddeleri hedefleyen bir Avrupa Birliği (AB) direktifidir. Bu direktif, çevresel ve insan sağlığına zararlı olabilecek maddelerin kullanımını azaltmayı amaçlar [13].

RoHS direktifi, elektrikli ve elektronik ekipmanların üretiminde kullanılan tehlikeli maddelerin kullanımını sınırlayarak, çevresel kirliliği azaltmayı ve insan sağlığını korumayı hedefler. Bu maddelerin kullanımının azaltılmasıyla, geri dönüşüm ve atık yönetimi süreçlerinde daha güvenli ve çevre dostu bir yaklaşım benimsenir [13].

RoHS direktifi, elektrikli ve elektronik ekipmanların üretiminde kullanılan belirli maddeleri kapsar. Bunlar arasında kurşun (Pb), civa (Hg), kadmiyum (Cd), altı değerli krom (Cr6+), polibromlu difenil eterler (PBDE'ler) ve polibromlu bifeniller (PBB'ler) bulunur. Bu maddeler, elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kullanılmamalı veya belirli sınırlamalar dahilinde kullanılmalıdır [13].

RoHS, elektrikli ve elektronik ekipmanların geniş bir yelpazesini kapsar. Bilgisayarlar, televizyonlar, cep telefonları, ev aletleri, aydınlatma cihazları, tıbbi cihazlar, elektrikli oyuncaklar, oyun konsolları, otomotiv ekipmanları gibi çeşitli ürünler bu direktifin kapsamına girebilir [13].

RoHS direktifi, belirli tehlikeli maddelerin kullanımına yönelik sınırlamaları belirler. Örneğin, kurşun içeren bileşenlerde belirli sınırlamalar uygulanır ve civa içeren lambaların kullanımını sınırlanır. Bu sınırlamalar, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların geri dönüşümünde kullanılan malzemelerin güvenli bir şekilde işlenmesini sağlar.

RoHS uyumlu ürünler, CE (Conformité Européene) işaretini taşımalıdır. Bu işaret, ürünlerin AB standartlarına ve RoHS direktifi gerekliliklerine uygun olduğunu gösterir [13].

RoHS direktifi, üreticilere yenilikçi ve çevre dostu malzeme ve teknolojilerin geliştirilmesi için teşvik sağlar. Tehlikeli maddelerin yerine geçebilecek alternatif malzemelerin ve üretim süreçlerinin kullanılması teşvik edilir.

RoHS direktifi, çevre dostu üretim ve tüketim alışkanlıklarının benimsenmesi ve tehlikeli maddelerin çevreye ve insan sağlığına zararının azaltılması açısından önemlidir. Bu direktif, AB üyesi ülkelerde yasal düzenlemelerle uygulanmaktadır. Diğer ülkeler de benzer yönergeler geliştirebilir veya RoHS'e uyumlu ürünleri ithal etmeyi tercih edebilir.

Yine de, RoHS direktifi ve uygulamaları zaman içinde değişebilir, bu nedenle ilgili ülkenin mevzuatını ve güncel düzenlemeleri takip etmek önemlidir.

2.9.2.1. RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances) Tarihçesi

RoHS (Certain Hazardous Substances) veya Türkçe adıyla Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Sınırlanması Yönergesi, Avrupa Birliği'nde (AB) elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kullanılan tehlikeli maddeleri sınırlamak amacıyla oluşturulan bir direktiftir [13].

2003 yılında RoHS direktifinin temeli, 2003 yılında Avrupa Birliği tarafından atıldı. AB Komisyonu, elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kullanılan bazı tehlikeli maddelerin çevreye ve insan sağlığına zarar verme potansiyeli olduğunu belirledi ve bu maddelerin kullanımını sınırlamayı amaçladı [13].

2003-2006 yılları arasında RoHS direktifi üzerinde çalışmalar ve tartışmalar sürdü. Çeşitli paydaşlar arasında danışma süreci yürütüldü. Tehlikeli maddelerin

hangilerinin sınırlanacağı ve sınırlama düzeyleri gibi konular üzerinde anlaşmaya varılmaya çalışıldı.

2006 yılında RoHS direktifi (2002/95/EC), 27 Haziran 2006 tarihinde AB'de yürürlüğe girdi. Bu direktif, elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kullanılan belirli tehlikeli maddelerin kullanımını sınırlamayı hedefledi. Kurşun (Pb), civa (Hg), kadmiyum (Cd), altı değerli krom (Cr6+), polibromlu difenil eterler (PBDE'ler) ve polibromlu bifeniller (PBB'ler) bu direktifin kapsamına giren maddeler olarak belirlendi [13].

2011 yılında, RoHS direktifi (2011/65/EU) olarak bilinen revize edilmiş RoHS direktifi kabul edildi ve 3 Ocak 2013 tarihinde yürürlüğe girdi. Bu revizyon, direktifin kapsamını genişletti, daha fazla ürün kategorisini içine aldı ve sınırlamaları daha da sıkılaştırdı [13].

2019 yılında RoHS direktifinin revizyonu, RoHS II (2011/65/EU) olarak adlandırıldı. Bu revizyon, daha önceki sürümün yürürlük tarihinden itibaren 6 yıl içinde tamamlanması gereken revizyon sürecini başlattı [13].

2021 yılında RoHS III (2015/863/EU) olarak adlandırılan son revizyon, 1 Temmuz 2021 tarihinde yürürlüğe girdi. Bu revizyon, RoHS direktifinin kapsamını genişletti ve daha fazla tehlikeli maddeyi sınırladı. Özellikle, ftalatlar gibi yeni tehlikeli maddelerin sınırlamaları dahil edildi [13].

RoHS direktifi, AB üyesi ülkelerde yasal bir düzenleme olarak uygulanmaktadır. Bu direktif, elektrikli ve elektronik ekipmanların üretim sürecinde tehlikeli maddelerin kullanımını sınırlayarak çevresel ve insan sağlığına yönelik riskleri azaltmaya katkıda bulunur. Diğer ülkeler ve bölgeler de benzer sınırlamaları benimseyebilir veya RoHS uyumlu ürünleri ithal etmeyi tercih edebilir [13].

2.9.2.2. Türkiye'de RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances) Direktifi

Türkiye'de RoHS (Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Sınırlanması) yönergesine benzer bir düzenleme mevcuttur. Türkiye, elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kullanılan tehlikeli maddelerin kullanımını sınırlamak amacıyla çevre ve insan sağlığına yönelik önlemler almaktadır.

➤ Türkiye'de RoHS benzeri düzenlemeler hakkında bazı bilgiler;

Kanun ve Düzenlemeler: Türkiye'de RoHS benzeri düzenlemeler, Elektrik ve Elektronik Eşyaların Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (EEE Yönetmeliği) ve Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılması Hakkında Yönetmelik (TMSY) gibi mevzuatlarla yönetilir. Bu düzenlemeler, elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kullanılan tehlikeli maddelerin sınırlanması ve kullanımına ilişkin gereklilikleri belirler.

Kapsam: Türkiye'deki RoHS benzeri düzenlemeler, elektrikli ve elektronik ekipmanlarla ilgili geniş bir yelpazeyi kapsar. Bilgisayarlar, televizyonlar, cep telefonları, ev aletleri, aydınlatma cihazları, tıbbi cihazlar, elektrikli oyuncaklar ve diğer elektronik cihazlar bu düzenlemelerin kapsamına girebilir.

Tehlikeli Maddelerin Sınırlamaları: Türkiye'deki RoHS benzeri düzenlemeler, belirli tehlikeli maddelerin kullanımını sınırlar. Kurşun (Pb), civa (Hg), kadmiyum (Cd), altı değerli krom (Cr6+), polibromlu difenil eterler (PBDE'ler) ve polibromlu bifeniller (PBB'ler) gibi maddelerin kullanımı kısıtlanır veya belirli sınırlamalara tabi tutulur.

CE İşareti: Türkiye'deki RoHS benzeri düzenlemeler çerçevesinde uyumlu ürünler CE (Conformité Européene) işaretini taşımalıdır. CE işareti, ürünlerin ilgili standartlara ve tehlikeli maddelerin sınırlamalarına uygun olduğunu gösterir.

Denetim ve Uyum: Türkiye, RoHS benzeri düzenlemelerin uyumunu denetlemek ve takip etmek için yetkilendirilmiş kurumlar aracılığıyla denetim süreçleri yürütür. Üreticiler ve ithalatçılar, bu düzenlemelerin gerekliliklerine uymakla yükümlüdür. Denetimler, tehlikeli maddelerin kullanımının sınırlamalarına uygunluğu ve belgelendirme süreçlerini içerir.

Türkiye'deki RoHS benzeri düzenlemeler ve uygulamalar, AB RoHS direktifiyle uyumlu olabileceği gibi, belirli farklılıklar da gösterebilir. Bu nedenle, ilgili ülkenin mevzuatını ve yerel yönergeleri takip etmek önemlidir [13].

2.9.3. WEEE2 (Waste Electrical Electronic Equipment 2) Direktifi

WEEE2 Direktifi, önceki WEEE Direktifi'ni günceller ve atık elektrikli ve elektronik ekipmanların daha etkin bir şekilde toplanması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesi için yeni hedefler ve düzenlemeler getirir [14].

WEEE2 Direktifi (2012/19/EU), Avrupa Birliği tarafından atık elektrikli ve elektronik ekipmanların yönetimi için yayınlanan bir düzenlemedir. Bu direktif, WEEE

Direktifi'nin (2002/96/EC) güncellenmiş bir versiyonudur ve atık yönetimi alanında daha güçlü ve etkili düzenlemeler getirerek elektrikli ve elektronik atıkların etkili bir şekilde toplanmasını, geri dönüştürülmesini ve bertaraf edilmesini amaçlar [14].

2.9.3.1. WEEE2 (Waste Electrical Electronic Equipment 2) Tarihçesi

WEEE Direktifi (2002/96/EC) direktifi, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların çevre dostu bir şekilde yönetilmesini hedefleyen Avrupa Birliği'nin ilk düzenlemesidir. 2002 yılında kabul edilmiş olan bu direktif, atık ekipmanların toplanması, geri dönüşümü ve bertaraf edilmesi için üreticilerin sorumluluk almasını öngörmüştür. Üreticiler, satılan her ürün için belirlenen hedeflere ulaşmak ve atıkların geri dönüştürülmesini sağlamakla yükümlü kılınmıştır [14].

WEEE2 Direktifi, WEEE Direktifi'nin revize edilmiş ve güncellenmiş bir versiyonudur. 4 Temmuz 2012 tarihinde kabul edilmiştir. WEEE Direktifi'nde yer alan bazı eksiklikleri gidermek, atık yönetimi süreçlerini geliştirmek ve toplama ve geri dönüşüm hedeflerini daha da ileri taşımak amacıyla hazırlanmıştır. Bu direktifin başlıca amacı, elektrikli ve elektronik atıkların toplanması ve işlenmesi için etkin bir altyapının oluşturulmasıdır [14].

➤ WEEE2 Direktifi'nin Başlıca Değişiklikleri:

Daha Kapsamlı Kapsam: Yeni direktif, daha geniş bir kapsamı kapsar ve atık elektrikli ve elektronik ekipmanların daha kapsamlı bir listesini içerir.

Toplama ve Geri Dönüşüm Hedeflerinin Güçlendirilmesi: Yeni hedefler belirlenmiş ve atık ekipmanların toplanması ve geri dönüşümü konusunda daha yüksek standartlar getirilmiştir.

Üretici Sorumluluğu: Üreticiler, ürünlerinin atık aşamasında da sorumluluk almak zorundadır ve toplama ve geri dönüşüm sistemlerinin finansmanına katkıda bulunmaları gerekmektedir.

Daha İyi İzleme ve Raporlama: Yeni direktif, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların izlenmesini ve düzenli raporlanmasını sağlamak için daha katı gereklilikler içermektedir.

WEEE2 Direktifi, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların etkili bir şekilde yönetilmesini sağlamak ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla WEEE Direktifi'ni güncelleyen ve güçlendiren bir düzenlemedir. Bu direktif,

sürdürülebilir bir atık yönetimi için Avrupa Birliği üye ülkeleri tarafından uygulanmaktadır.

2.9.3.2. Türkiye'de WEEE2 (Waste Electrical Electronic Equipment 2) Direktifi

Türkiye, Avrupa Birliği üyesi olmayan bir ülke olduğu için doğrudan AB direktiflerine bağlı değildir. Ancak, Türkiye, AB ile Gümrük Birliği anlaşması kapsamında ve çevre koruma ve atık yönetimi alanındaki uluslararası taahhütler doğrultusunda, AB'nin atık yönetimi direktiflerine benzer düzenlemeler yapmaktadır [14].

WEEE2 Direktifi (2012/19/EU) gibi AB direktifleri, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların çevre dostu bir şekilde yönetilmesini ve geri dönüşümünü hedefler. Türkiye, bu tür atık yönetimi konusunda kendi ulusal yasalarını ve yönetmeliklerini oluştururken, AB direktiflerinden ilham alabilir ve benzer hedeflere yönelik kendi düzenlemelerini yapabilir [14].

Türkiye'de elektrikli ve elektronik atık yönetimi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve ilgili diğer kurumlar tarafından denetlenir ve yönetilir. Türkiye Elektrikli ve Elektronik Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, elektrikli ve elektronik atık yönetimi için temel düzenlemeleri içeren mevzuattan biridir. Bu yönetmelik, atık ekipmanların toplanması, taşınması, depolanması, geri dönüşümü ve bertarafı gibi konuları kapsar. Ayrıca, üreticilerin ve ithalatçıların, atık elektrikli ve elektronik ekipmanlarının yönetimi ve geri dönüşümü için sorumluluk almaları gereken "Üretici Sorumluluğu" prensibine dayanan düzenlemeler de bulunur [14].

Türkiye, atık yönetimi konusunda sürdürülebilir ve çevre dostu bir yaklaşım benimsemektedir ve uluslararası standartları göz önünde bulunduran atık yönetimi uygulamalarını benimsemeye çalışmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de WEEE2 Direktifi'ne benzer hedeflere ve düzenlemelere sahip atık yönetimi uygulamaları mevcuttur, ancak doğrudan AB Direktifi olarak kabul edilen WEEE2 Direktifi'nin Türkiye'de yasal olarak bağlayıcı bir hükmü yoktur [14].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. E-Atık Yönetim Sistemi

Günümüzde, elektrikli ve elektronik cihazların kullanımı hızla artmaktadır ve bu da elektrik elektronik atık miktarının da artışına yol açmaktadır. Elektrik elektronik atıklar, doğada uzun süre çözünmeyen ve tehlikeli maddeler içeren materyallerden oluşmaktadır. Bu nedenle, bu atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi ve geri dönüştürülmesi, çevresel sürdürülebilirlik için büyük önem taşımaktadır. Bu makalede, elektrik elektronik atık yönetim sisteminin önemi, bileşenleri ve faydaları üzerinde durulacaktır [6].

Elektrik elektronik atık yönetim sistemi, elektrikli ve elektronik cihazların tüketiminden kaynaklanan atıkların etkin bir şekilde toplanması, taşınması, ayrıştırılması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesini içeren bir süreçtir. Bu sistemin amacı, atıkların çevreye zarar vermeden ve kaynakları etkin bir şekilde kullanarak yönetilmesini sağlamaktır. Elektrik elektronik atık yönetim sistemi, çevresel etkilerin azaltılması, doğal kaynakların korunması ve insan sağlığının korunması için kritik bir rol oynamaktadır.

➤ Elektrik Elektronik Atık Yönetim Sistemi Bileşenleri

Atık Toplama ve Taşıma: Elektrik elektronik atık yönetim sisteminin ilk aşaması, atıkların toplanması ve uygun bir şekilde taşınmasıdır. Atık toplama noktaları oluşturulmalı ve tüketicilerin ve işletmelerin atıklarını teslim etmeleri için erişilebilir olmalıdır. Ayrıca, atıkların çevresel etkilere ve tehlikeli madde sızıntılarına karşı korunaklı bir şekilde taşınması için uygun taşıma araçları ve yöntemler kullanılmalıdır.

Ayrıştırma ve Sınıflandırma: Elektrik elektronik atık yönetim sisteminin bir sonraki aşaması, atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılması ve sınıflandırılmasıdır. Bu aşamada, farklı malzemelerin ayrıştırılması ve tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde çıkarılması sağlanmalıdır. Bu, geri dönüşüme uygun malzemelerin ayrılmasını ve tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesini sağlar.

Geri Dönüşüm: Elektrik elektronik atık yönetim sisteminin en önemli bileşenlerinden biri geri dönüşümdür. Geri dönüşüm, kullanılamaz hale gelen atıkların yeniden işlenerek yeni ürünlere dönüştürülmesini sağlar. Bu süreçte, geri dönüştürülebilir malzemeler, uygun geri dönüşüm tesislerine gönderilir ve atık miktarının azaltılması, enerji tasarrufu ve doğal kaynakların korunması sağlanır.

Bertaraf: Elektrik elektronik atıklar içerisinde bazı tehlikeli maddeler bulunabilir. Bu maddelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi önemlidir. Tehlikeli atıklar, uygun yöntemlerle ve lisanslı bertaraf tesislerinde imha edilmelidir. Bu, çevresel kirlilik riskini azaltır ve insan sağlığını korur.

➤ Elektrik Elektronik Atık Yönetim Sisteminin Faydaları

Doğal Kaynakların Korunması: Elektrik elektronik atık yönetim sistemi, geri dönüşüm yoluyla doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur. Geri dönüştürülen malzemeler, yeni ürünlerin üretimi için ihtiyaç duyulan ham madde çıkarma ihtiyacını azaltır.

Enerji Tasarrufu: Geri dönüşüm süreci, enerji tasarrufu sağlar. Geri dönüştürülen malzemelerin işlenmesi, genellikle daha az enerji gerektirir. Bu da enerji kaynaklarının korunmasına yardımcı olur.

Çevresel Etkilerin Azaltılması: Elektrik elektronik atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi ve geri dönüştürülmesi, çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunur. Atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılması ve tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi, toprak, su ve hava kirliliğini azaltır.

Ekonomik Fırsatlar: Elektrik elektronik atık yönetimi, ekonomik fırsatlar da sunar. Geri dönüşüm sektörü, istihdam yaratır ve ekonomik büyümeye katkıda bulunur. Ayrıca, geri dönüştürülen malzemelerin tekrar kullanılması veya satılması, ekonomik kazançlar sağlar.

Elektrik elektronik atık yönetim sistemi, çevresel sürdürülebilirlik için önemli bir adımdır. Atıkların etkin bir şekilde toplanması, ayrıştırılması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesi, kaynakların korunmasına, enerji tasarrufuna ve çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunur. Elektrik elektronik atık yönetim sistemleri, toplum, işletmeler ve hükümetler arasında işbirliği gerektiren kapsamlı bir yaklaşımı gerektirir. Bu çerçevede, çevre dostu bir gelecek için önemli adımlar atılabilir [6].

3.2. Türkiye’de E-Atık Durumu

Türkiye, elektrik elektronik atık yönetimi konusunda birçok zorlukla karşı karşıya olan ülkelerden biridir. Elektrik elektronik atık miktarı hızla artmaktadır ve bu atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi konusunda gelişmeler kaydedilmektedir. Türkiye’de e-atık miktarı, elektrik elektronik atık miktarı her yıl artmaktadır. Artan nüfus, ekonomik

büyüme ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, atık miktarının artmasına neden olmaktadır [8].

Türkiye'de geri dönüşüm altyapısı hala gelişme aşamasındadır. Geri dönüşüm tesislerinin sayısı ve kapasitesi yetersizdir. Ayrıca, atık toplama ve ayrıştırma sistemlerinin etkinliği ve kapsamı da geliştirilmelidir. Türkiye, elektrik elektronik atıkların yönetimi için yasal düzenlemeler yapmıştır. Elektrik Elektronik Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği gibi düzenlemeler, atık yönetimi ve geri dönüşüm konusunda bazı gereklilikler getirmiştir. Ancak, düzenlemelerin uygulanması ve denetimi konusunda bazı zorluklar yaşanmaktadır [8].

Elektrik elektronik atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi ve geri dönüştürülmesi konusunda toplumun bilinçlendirilmesi önemlidir. E-atık konusunda farkındalığın artırılması, atık ayrıştırma alışkanlıklarının yaygınlaşması ve geri dönüşümün teşvik edilmesi için eğitim kampanyaları ve bilgilendirici programlar düzenlenmelidir. Elektrik elektronik atık yönetimi konusunda işbirliği önemlidir. Hükümet, işletmeler, atık yönetimi şirketleri ve toplumun birlikte çalışması gerekmektedir. Geri dönüşüm altyapısının güçlendirilmesi, atık toplama sistemlerinin iyileştirilmesi ve atık yönetimi konusunda ortak çözümlerin geliştirilmesi için işbirliği önemli bir faktördür.

Türkiye'de e-atık durumu hala gelişme aşamasındadır. Atık miktarının artması, geri dönüşüm altyapısının güçlendirilmesi, yasal düzenlemelerin etkin uygulanması, bilinçlendirme ve eğitim çalışmalarının yapılması ve işbirliğinin sağlanması önemlidir. Elektrik elektronik atık yönetimi konusunda atılan adımlarla birlikte, Türkiye'nin e-atık sorununu daha etkin bir şekilde yönetebileceği ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyebileceği umulmaktadır [8].

Türkiye e-atık sorunlarını çözmeye çalışırken, başarıya götüren en akılcı yol, güvenilir ve uygulanabilir bir süreç yöntemi oluşturmaktır. Bu da ancak sorunun net bir şekilde tanımlanmasıyla, başka bir deyişle doğru veriler ve gerçekçi öngörülerle mümkündür. Bu, tüm atık türleri için geçerlidir ve e-atık yönetiminin başlangıç noktasıdır. Bu nedenle, oluşan/oluşacak e-atık miktarlarının ve bunların özelliklerinin bilinmesi, bir sonuca ulaşılması için çok önemlidir. Genel olarak, çalışmalarda e-atık miktarlarının hesaplanmasına ilişkin çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan en yaygın olanı kullanımda olan cihazların sayısının bilinmesidir. Ancak, bu sayılar hakkında doğru verilere sahip olmadığımızda, piyasa satış verilerine ve

kullanım ömrüne dayanan tahminleri kullanırız. E-atık miktarlarına ilişkin tahminlerin doğruluğu büyük ölçüde bu cihazların ortalama ömrüne ve bir ülkedeki tüketici eğilimi üzerindeki temsil gücüne bağlıdır [4].

Türkiye'de e-atıkların toplanması, taşınması, ayrıştırılması ve geri kazanımı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanmış firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Firmalara, e-cihaz kategorisindeki atık ve bileşiklere uygulayacakları toplama, ayrıştırma ve yeniden kullanım süreçleri için uygunluk belgeleri verilmektedir. Bu belgelerle söz konusu faaliyetlerin kayıt altına alınması, kontrol edilmesi ve denetlenmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle, tesislere gelen atık miktarları, atıkların geri kazanım için gönderildiği yerli ve yabancı tesislere ilişkin bilgiler, satışla ilgili belgeler ve ulusal atık taşıma formları aylık olarak Bakanlığa sunulmalıdır. Ayrıca, firmaların ve araçların tehlikeli atık taşıma lisansı almaları gerekmektedir. Ayrıca e-atıkların pilleri için firmaların "Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği" (TAP) tarafından verilen atık pil toplama/taşıma/ayırma Yetki Belgesi almaları ve "Akümülatör" ile geçici atık akümülatör depolama izni için protokol imzalamaları gerekmektedir [1].

3.3. Türkiye için E-Atık Yönetimi Kavramsal Model Tasarımı

Türkiye için e-atık yönetimi kavramsal model tasarımı, elektrik elektronik atıkların etkin bir şekilde toplanması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesini sağlamak için bir yol haritası sunar [2].

Türkiye için e-atık yönetimi kavramsal model tasarımı için önerilen bazı temel bileşenler:

Yasal Düzenlemeler ve Politikalar: Elektrik elektronik atık yönetimi için kapsamlı yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu düzenlemeler, atık yönetimi sorumluluklarını belirler, atık toplama ve geri dönüşüm standartlarını belirler ve denetim mekanizmalarını oluşturur. Yasal düzenlemelerin yanı sıra, e-atık yönetimine ilişkin politikaların belirlenmesi ve stratejilerin oluşturulması önemlidir. Bu politikalar, geri dönüşüm teşviklerini, atık toplama programlarını, bilinçlendirme kampanyalarını ve atık yönetimi altyapısının geliştirilmesini içermelidir.

Atık Toplama ve Taşıma: E-atıkların etkin bir şekilde toplanması için atık toplama noktalarının belirlenmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu noktalar, tüketicilerin ve işletmelerin atıklarını teslim edebileceği uygun yerler olmalıdır. Toplanan atıkların güvenli bir şekilde taşınması için uygun taşıma araçları ve teknikler kullanılmalıdır.

Atıkların taşınması sırasında çevresel etkilere ve tehlikeli madde sızıntılarına karşı önlemler alınmalıdır.

Geri Dönüşüm Altyapısı: Türkiye'de geri dönüşüm tesislerinin sayısı ve kapasitesi artırılmalıdır. Bu tesisler, atıkları doğru bir şekilde ayrıştırabilir, geri dönüşüm için uygun malzemelere dönüştürebilir ve tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde bertarafını sağlayabilir. Geri dönüşüm süreci için teknik donanımın güncellenmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. İleri teknolojilerin kullanılması, atıkların daha verimli bir şekilde geri dönüştürülmesini sağlayabilir.

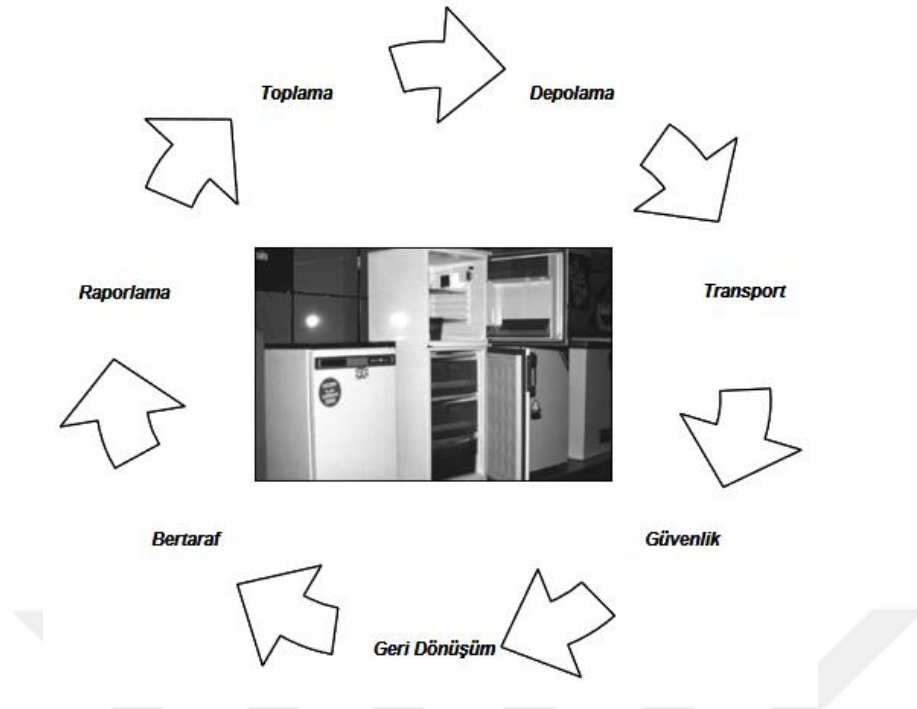
Bilinçlendirme ve Eğitim: Toplumun e-atık yönetimi konusunda bilinçlenmesi için geniş kapsamlı bilinçlendirme ve eğitim programları düzenlenmelidir. Bu programlar, atık ayrıştırma yöntemlerini öğretmeli, geri dönüşümün önemini vurgulamalı ve atık yönetimi ile ilgili bilgi sağlamalıdır. İşletmeler, okullar ve halka açık yerler gibi farklı hedef kitlelere yönelik bilinçlendirme kampanyaları düzenlenmelidir. Medya, sosyal medya ve broşürler gibi çeşitli iletişim araçları kullanılmalıdır.

İşbirliği ve Ortaklık: E-atık yönetimi için işbirliği ve ortaklıkların geliştirilmesi önemlidir. Hükümet, işletmeler, sivil toplum kuruluşları ve atık yönetimi şirketleri arasında işbirliği mekanizmaları oluşturulmalıdır. Ortaklıklar, atık toplama, geri dönüşüm tesislerinin kurulması ve atık yönetimi projelerinin uygulanması gibi konularda kaynakları birleştirerek etkin sonuçlar elde edilmesini sağlar.

Türkiye için e-atık yönetimi kavramsal model tasarımı, yasal düzenlemeler, atık toplama, geri dönüşüm altyapısı, bilinçlendirme ve işbirliği gibi temel bileşenleri içermelidir. Bu modelin uygulanması, elektrik elektronik atıkların etkin bir şekilde yönetilmesini ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasını desteklenebilir [2].

3.4. Elektrikli ve Elektronik Atıkların Geri Kazanımı

Elektrikli ve elektronik atıklar (EEA'lar), hızla büyüyen bir atık akışıdır ve dünya genelinde çevresel ve sağlık risklere neden olabilir. Bu atıklar, kullanım ömrünü tamamlamış veya arızalı elektrikli ve elektronik ekipmanları içerir. Bilgisayarlar, televizyonlar, cep telefonları, ev aletleri, tıbbi cihazlar ve diğer elektronik cihazlar gibi çeşitli ürünleri kapsar. Bu atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi, doğal kaynakların korunması, çevre kirliliğinin azaltılması ve geri dönüşüm potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önemlidir [11].



Şekil 3.1. E-Atık Geri Kazanım Döngüsü

Elektrikli ve elektronik atık yönetimi, atıkların toplanması, ayrıştırılması, geri dönüşümü ve tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi gibi bir dizi faaliyeti içerir. Bu süreç, atık yönetimi şirketleri, geri dönüşüm tesisleri, belediyeler, yetkilendirilmiş kuruluşlar ve diğer paydaşlar arasında işbirliği gerektirir [11].

3.4.1. Toplama

Elektrikli ve elektronik atıkların toplanması, atıkların doğru şekilde yönlendirilmesi için önemli bir adımdır. Toplama noktaları, atıkların kullanıcılar tarafından teslim edilebileceği yerlerdir. Bu noktalar belediyeler, geri dönüşüm merkezleri veya yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından sağlanabilir. Ayrıca, büyük ölçekli üreticiler ve ithalatçılar da atık toplama programları oluşturabilir ve kullanıcılara atıklarını iade etmeleri için kolaylık sağlayabilir [9].

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında toplamanın rolü büyük önem taşır. Toplama, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların çevre dostu bir şekilde geri kazanım ve bertaraf süreçlerine katılmak üzere belirli bir sistem dahilinde toplanmasıdır. Elektrikli ve elektronik atıklar, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle çevreye ve insan sağlığına zarar verebilir. Bu nedenle, düzenli ve etkin bir toplama sistemi, atık yönetiminde temel bir adımdır [9].

➤ Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında toplamanın önemli rolü;

Çevre ve Sağlık Koruma: Elektrikli ve elektronik atıklar içerdikleri ağır metaller, tehlikeli kimyasallar ve diğer zararlı maddeler nedeniyle doğrudan çevreye ve insan sağlığına zarar verebilir. Bu atıkların kontrolsüz bir şekilde bertaraf edilmesi veya geri dönüşümünün yapılmaması durumunda, tehlikeli maddeler çevreye sızabilir ve toprak, su kaynakları ve hava kirliliğine neden olabilir. Toplama süreci, bu tehlikeli maddelerin çevreye salınımını önleyerek çevre ve insan sağlığını korumada önemli bir rol oynar.

Doğal Kaynakların Korunması: Elektrikli ve elektronik cihazlar, değerli metaller ve diğer doğal kaynaklardan yapılmaktadır. Toplama süreci, kullanılmış ve eski elektrikli ve elektronik cihazların geri dönüşüme yönlendirilerek bu değerli kaynakların korunmasına yardımcı olur. Eski cihazlardan çıkarılan metaller ve materyaller geri dönüştürülerek yeni ürünlerin üretiminde kullanılabilir ve böylece doğal kaynakların tükenmesinin önüne geçilir.

Ekonomik Fayda: Elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşümü, ekonomik açıdan da önemli faydalar sağlar. Toplanan atıkların geri dönüşümü, yeni ürünlerin üretimi için kullanılan hammadde maliyetlerini düşürür ve böylece ekonomiye katkı sağlar. Ayrıca, geri dönüşüm süreçleri, atık yönetim sektöründe istihdam yaratır ve ekonomik büyümeye destek olur.

Yasal Uyum: Birçok ülke, elektrikli ve elektronik atıkların toplanması ve geri dönüşümü konusunda yasal düzenlemeler yapmıştır. Üreticiler genellikle atık ekipmanların toplanması ve geri dönüşümü için sorumluluk almakla yükümlüdür. Toplama süreci, bu yasal düzenlemelerin uygulanmasını sağlar ve atık yönetimi alanında yasal uyumu destekler.

Daha Etkin ve Verimli Geri Kazanım: Toplama süreci, elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanım süreçlerine daha etkin bir şekilde dahil edilmesini sağlar. Toplanan atıklar, uygun geri kazanım tesislerine yönlendirilerek değerli materyallerin ve bileşenlerin çıkarılmasına olanak tanır. Bu sayede, atıkların geri kazanımı daha verimli hale gelir ve daha fazla malzeme geri dönüştürülerek kaynaklar daha etkili bir şekilde kullanılır.

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında toplamanın rolü, çevre ve insan sağlığını koruma, doğal kaynakları koruma, ekonomik fayda sağlama, yasal uyum ve daha etkin geri kazanım süreçleri gibi birçok açıdan önemlidir. Toplama süreci, atık

yönetiminin sürdürülebilirliği için temel bir adım oluşturur ve atıkların çevreye zarar vermesini önlerken, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yoluyla değerli kaynakların korunmasına katkıda bulunur [9].

3.4.2. Biriktirme

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında biriktirme sistemlerinin rolü oldukça önemlidir. Biriktirme, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların düzenli ve organize bir şekilde toplanması ve geçici depolama alanlarına taşınması sürecidir. Bu sistemler, atık yönetimde atıkların etkin bir şekilde geri kazanılmasını ve değerlendirilmesini sağlar [12].

➤ Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında biriktirmenin önemli rolü;

Atıkların Kontrollü Toplanması ve Taşınması: Biriktirme sistemleri, elektrikli ve elektronik atıkların kontrol altında toplanmasını ve taşınmasını sağlar. Bu sistemler, belirli toplama noktaları ve atık toplama merkezleri oluşturarak atıkların rastgele ve çevreye zarar veren şekilde atılmasını önler. Atıklar, yetkili kurumlar veya özel şirketler tarafından düzenli aralıklarla toplanır ve atık toplama merkezlerine taşınır.

Çevre ve Sağlık Koruma: Elektrikli ve elektronik atıklar içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle çevre ve insan sağlığı için ciddi riskler oluşturabilir. Biriktirme sistemleri, atık ekipmanların çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden toplanmasını sağlayarak bu riskleri minimize eder. Kontrollü bir şekilde toplanan atıklar, tehlikeli maddelerin çevreye sızmasını ve yayılmasını önler.

Değerli Malzemelerin Kurtarılması: Elektrikli ve elektronik atıklar, içerdikleri değerli metaller ve diğer malzemeler nedeniyle önemli bir geri kazanım potansiyeline sahiptir. Biriktirme sistemleri, atık ekipmanların uygun şekilde ayrıştırılmasını ve geçici depolama alanlarında muhafaza edilmesini sağlayarak, geri dönüştürülebilir malzemelerin kurtarılmasına olanak tanır. Bu sayede, değerli metaller ve materyaller yeniden kullanılarak doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunulur.

Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım Süreçlerine Hazırlık: Biriktirme sistemleri, atık ekipmanları geri dönüşüm ve geri kazanım tesislerine yönlendirerek geri kazanım süreçlerine hazırlar. Bu sistemler, atıkların uygun bir şekilde ayrıştırılmasını ve sınıflandırılmasını sağlayarak, geri dönüşüm tesislerinin daha verimli çalışmasını destekler. Ayrıca, biriktirme süreci, geri kazanım tesislerine sürekli bir malzeme akışı sağlayarak verimliliği artırır.

Yasal Düzenlemelere Uyum: Birçok ülke, elektrikli ve elektronik atıkların toplanması ve geri dönüşümü konusunda yasal düzenlemeler yapmıştır. Biriktirme sistemleri, bu yasal düzenlemelere uyumu destekler ve atık yönetimi süreçlerinin yasal gerekliliklere uygun şekilde yapılmasını sağlar. Bu sayede, üreticiler ve diğer paydaşlar, atık yönetimi alanındaki yasal yükümlülüklerini yerine getirmiş olurlar.

Biriktirme sistemlerinin elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında önemli bir rolü vardır. Bu sistemler, atıkların kontrol altında toplanmasını, çevre ve insan sağlığını korumayı, değerli malzemelerin kurtarılmasını, geri dönüşüm ve geri kazanım süreçlerine hazırlığı ve yasal düzenlemelere uyumu destekler. Biriktirme süreci, atık yönetiminin sürdürülebilirliği için temel bir adımdır ve atıkların etkin bir şekilde geri kazanılmasını sağlayarak çevre dostu bir atık yönetimini destekler [12].

3.4.3. Taşıma

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında taşımanın rolü oldukça kritiktir. Taşıma süreci, atık ekipmanların toplanma noktalarından, biriktirme alanlarından ve sonrasında geri dönüşüm veya bertaraf tesislerine kadar olan yolculuğunu kapsar [3].

- Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında taşımanın önemli rolü;

Toplanma Noktalarından Biriktirme Alanlarına Taşıma: Elektrikli ve elektronik atıklar, belirlenen toplama noktalarında düzenli olarak toplanır. Taşıma süreci, bu toplama noktalarından atık ekipmanların biriktirme alanlarına taşınmasını içerir. Taşıma işlemi, atıkların düzenli ve güvenli bir şekilde toplama merkezlerine ulaşmasını sağlar. Bu aşamada, atıkların uygun araçlar ve kaplarla taşınması, çevreye ve insan sağlığına zarar vermesini önler.

Geçici Depolama Alanlarından Taşıma: Biriktirme alanları, atık ekipmanların geçici olarak muhafaza edildiği depolama alanlarıdır. Bu alanlar, toplanan atıkların düzenli bir şekilde geri dönüşüm veya bertaraf tesislerine yönlendirilmesini beklemeleri için kullanılır. Taşıma süreci, biriktirme alanlarından atık ekipmanların geri dönüşüm veya bertaraf tesislerine taşınmasını sağlar. Bu aşamada da atıkların uygun şekilde paketlenerek ve taşınarak güvenli bir taşıma süreci gerçekleştirilir [3].

Geri Dönüşüm veya Bertaraf Tesislerine Taşıma: Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımı, geri dönüşüm veya bertaraf tesislerinde gerçekleşir. Taşıma süreci, atık ekipmanların uygun geri dönüşüm veya bertaraf tesislerine ulaştırılmasını sağlar. Bu tesislerde, atıkların ayrıştırılması, geri dönüşümü ve değerlendirilmesi gerçekleştirilir.

Taşıma işlemi, atık ekipmanların geri kazanım süreçlerine dahil edilmesini ve değerli malzemelerin kurtarılmasını destekler.

Etkin ve Verimli Geri Kazanım: Taşıma süreci, atık ekipmanların uygun tesislere zamanında taşınmasını sağlayarak geri kazanım süreçlerinin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini destekler. Etkin taşıma süreci, geri dönüşüm tesislerine sürekli bir malzeme akışı sağlar ve geri kazanımın verimliliğini artırır [3].

Çevre ve Sağlık Koruma: Elektrikli ve elektronik atıklar, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle çevre ve insan sağlığı için ciddi riskler oluşturabilir. Taşıma süreci, atık ekipmanların güvenli bir şekilde taşınarak tehlikeli maddelerin çevreye sızmasını önler ve çevre ve insan sağlığını korur.

Yasal Düzenlemelere Uyum: Atık yönetimi konusunda birçok ülke, atık ekipmanların taşınması ve geri dönüşümü konusunda yasal düzenlemeler yapmıştır. Taşıma süreci, bu yasal düzenlemelere uyumu destekler ve atık yönetimi süreçlerinin yasal gerekliliklere uygun şekilde yapılmasını sağlar.

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında taşıma süreci, atık ekipmanların toplanma noktalarından biriktirme alanlarına, geçici depolama alanlarından geri dönüşüm veya bertaraf tesislerine taşınmasını sağlayarak atık yönetiminin etkin ve verimli kullanılmasında en etkili rollerden birini üstlenmektedir [3].

3.4.4. AEEE Depolama

Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları (AEEE) depolama, atık yönetimi sürecinde önemli bir rol oynar. AEEE depolama, kullanılmış, arızalı veya atıl durumdaki elektrikli ve elektronik ekipmanların geçici olarak muhafaza edildiği bir süreçtir. Bu depolama aşaması, atık ekipmanların geri dönüşüm veya bertaraf süreçlerine yönlendirilmeden önce belirli bir süre boyunca saklandığı geçici bir aşamadır [13].

- Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında AEEE depolamanın önemli rolü;

Geçici Muhafaza ve Organizasyon: AEEE depolama süreci, kullanılmış elektrikli ve elektronik ekipmanların toplanma merkezlerinde veya biriktirme alanlarında geçici olarak muhafaza edildiği bir organizasyon sağlar. Atık ekipmanların düzenli bir şekilde toplanması ve geçici olarak depolanması, atık yönetiminin daha düzenli ve etkili bir şekilde yapılmasını sağlar. Bu aşamada, atık ekipmanlar uygun şekilde sınıflandırılır ve

işaretlenir, böylece ileriki süreçlerde geri dönüşüm veya bertaraf için uygun yönlendirmeler yapılabilir.

Geri Kazanım ve Değerlendirme Hazırlığı: AEEE depolama süreci, atık ekipmanların geri kazanım ve değerlendirme süreçlerine hazırlanmasına katkıda bulunur. Bu aşamada, atık ekipmanlar gerekli testler ve ayrıştırma işlemlerine tabi tutulabilir. Atık ekipmanların potansiyel geri kazanım ve yeniden kullanım fırsatları belirlenir ve uygun malzeme akışı sağlanır. Böylece, geri dönüşüm tesislerine taşınacak atık ekipmanların belirlenmesi ve hazırlanması sağlanır.

Risk Yönetimi: Elektrikli ve elektronik atıklar, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle çevre ve insan sağlığı için ciddi riskler oluşturabilir. AEEE depolama süreci, bu tehlikeli atıkların uygun şekilde depolanması ve kontrol altında tutulmasını sağlar. Atık ekipmanların uygun depolama koşullarında saklanması, tehlikeli maddelerin çevreye sızmasını ve yayılmasını önler. Bu nedenle, AEEE depolama süreci, çevre ve insan sağlığını korumada önemli bir rol oynar.

İşleme ve Taşıma Kolaylığı: AEEE depolama süreci, atık ekipmanların işlenmesini ve taşınmasını kolaylaştırır. Atık ekipmanlar belirli bir düzen ve organizasyon içinde depolandığından, sonraki süreçlerde atıkların etkin bir şekilde ayrıştırılması ve taşınması daha kolay olur. Geri dönüşüm tesislerine taşınacak atık ekipmanların belirlenmesi ve uygun hazırlık yapılması, atık yönetiminin verimliliğini artırır.

Yasal Düzenlemelere Uyum: Atık yönetimi konusunda birçok ülke, atık ekipmanların depolanması ve geri dönüşümü konusunda yasal düzenlemeler yapmıştır. AEEE depolama süreci, bu yasal düzenlemelere uyumu destekler ve atık yönetimi süreçlerinin yasal gerekliliklere uygun şekilde yapılmasını sağlar. Bu sayede, atık ekipmanlarla ilgili yasal sorumluluklar yerine getirilir ve çevre dostu atık yönetimi hedeflerine ulaşılır.

AEEE depolama, elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanım sürecinde kritik bir rol oynar. Geçici muhafaza ve organizasyon sağlayarak atık ekipmanların uygun yönetimine katkıda bulunur, geri kazanım ve değerlendirme süreçlerine hazırlığı destekler, risk yönetimi sağlar, işleme ve taşıma kolaylığı sağlar ve yasal düzenlemelere uyumu destekler. AEEE depolama süreci, sürdürülebilir ve çevre dostu bir atık yönetimi için temel bir adımdır.

3.4.5. Geri Dönüşüm

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında geri dönüşüm, büyük önem taşıyan kritik bir adımdır. Geri dönüşüm, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların içerdikleri değerli materyallerin ve bileşenlerin ayrıştırılarak tekrar kullanılabilir hale getirilmesi işlemidir. Bu süreç, atık yönetimi konusunda birçok fayda sağlar ve sürdürülebilir atık yönetimi için temel bir bileşendir [13].

- Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında geri dönüşümün önemli rolü;

Doğal Kaynakların Korunması: Elektrikli ve elektronik ekipmanlar, içerdikleri değerli metaller ve diğer doğal kaynaklardan yapılmıştır. Geri dönüşüm süreci, atık ekipmanlardan bu değerli materyallerin geri kazanılmasını sağlar. Bu, yeni ürünlerin üretimi için ihtiyaç duyulan hammadde tüketimini azaltır ve doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur.

Atık Hacminin Azaltılması: Geri dönüşüm, atık elektrikli ve elektronik ekipmanlardan geri kazanılan malzemelerin tekrar kullanılmasını sağlar. Bu, atık hacminin azaltılmasına ve çöp depolama sahalarına olan yükün azalmasına katkıda bulunur. Atık hacminin azaltılması, çevre kirliliğinin ve doğal kaynakların tükenmesinin önüne geçer.

Enerji Tasarrufu ve Karbon Ayak İzi Azaltma: Geri dönüşüm süreci, atık ekipmanlardan elde edilen geri kazanılmış materyallerin yeni ürünlerin üretiminde kullanılmasını sağlar. Bu, yeni ürünlerin üretimi için gerekli olan enerji tüketimini azaltır. Yeni malzemelerin üretimi genellikle daha fazla enerji gerektirdiğinden, geri dönüşüm enerji tasarrufu sağlar ve karbon ayak izini azaltır.

Ekonomik Fayda ve İstihdam Olanakları: Geri dönüşüm, ekonomik açıdan da önemli faydalar sağlar. Atık ekipmanlardan elde edilen geri kazanılmış materyaller, yeni ürünlerin üretiminde kullanılarak maliyetleri düşürür. Geri dönüşüm endüstrisi, geri kazanım tesisleri ve yeniden kullanım sektörü ekonomiye katkıda bulunur ve istihdam olanakları yaratır.

Tehlikeli Maddelerin Kontrollü Bertarafı: Elektrikli ve elektronik ekipmanlar, tehlikeli maddeler içerebilir. Geri dönüşüm süreci, bu tehlikeli maddelerin uygun bir şekilde ayrıştırılmasını ve kontrol altında bertaraf edilmesini sağlar. Bu, çevre ve insan sağlığı için potansiyel riskleri azaltır.

Döngüsel Ekonomiye Geçiş: Geri dönüşüm, atık yönetimi sürecinde döngüsel ekonomiye geçişi destekler. Döngüsel ekonomi, atıkların kaynak olarak kullanıldığı ve atık miktarının azaltıldığı bir ekonomik modeldir. Geri dönüşüm, atık ekipmanlardan elde edilen malzemelerin ekonomiye geri dönerek yeniden kullanılmasını ve değer kazanmasını sağlar.

Geri dönüşüm, elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında temel bir adımdır. Bu süreç, doğal kaynakların korunması, atık hacminin azaltılması, enerji tasarrufu, ekonomik fayda, tehlikeli maddelerin kontrol altında bertarafı ve döngüsel ekonomiye geçiş gibi birçok fayda sağlar. Elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşümü, sürdürülebilir atık yönetimi ve çevre koruma çabalarına önemli katkılar sunar [13].

Ayrıştırılan elektrikli ve elektronik atıklar, geri dönüşüm sürecine tabi tutulur. Geri dönüşüm süreci, malzemelerin özgün özelliklerini koruyarak yeniden kullanılabilir hale getirilmesini içerir. Bu süreçte, çeşitli teknikler ve yöntemler kullanılır:

i. Plastik Geri Dönüşümü: Elektronik atıklardan elde edilen plastik malzemeler, öğütme, eritme ve granülleme gibi işlemlerle yeniden kullanılabilir hale getirilir. Bu plastikler, yeni plastik ürünlerin üretiminde kullanılabilir.

ii. Metal Geri Dönüşümü: Elektronik atıklardan elde edilen metaller, metal eritme ve rafinasyon süreçleriyle geri kazanılabilir. Bu süreçte, metal bileşenler ayrıştırılır, eritilir ve yeni metal ürünlerin üretiminde kullanılmak üzere dökümhanelere gönderilir.

iii. Cam Geri Dönüşümü: Elektronik atıklardan çıkan cam malzemeler, cam geri dönüşüm tesislerinde işlenerek yeni cam ürünlerin üretiminde kullanılabilir.

iv. Devre Kartı Geri Dönüşümü: Elektronik atıklardan çıkan devre kartları, öğütme, ayrıştırma ve kimyasal işlemlerle değerli metallerin geri kazanılması için özel tesislerde işlenir.

v. Lityum İyon Pil Geri Dönüşümü: Elektronik atıklardan çıkan lityum iyon piller, pil geri dönüşüm tesislerinde özel işlemlerle parçalara ayrılır ve değerli metallerin geri kazanılmasını sağlar [13].

3.4.6. Tehlikeli Maddelerin Bertarafı

Elektrikli ve elektronik atıklar içinde bazı tehlikeli maddeler bulunabilir. Bu maddeler, çevreye ve insan sağlığına zarar verebilir. Elektronik atıkların geri kazanım

sürecinde, tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi önemlidir. Tehlikeli maddeler, özel işlemlerle ayrıştırılır ve çevreye veya insan sağlığına zarar vermeden etkili bir şekilde bertaraf edilir. Tehlikeli maddelerin uygun şekilde yönetilmesi, geri kazanım sürecinin çevre dostu ve sürdürülebilir olmasını sağlar [7].

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında tehlikeli maddelerin bertarafı, çevre ve insan sağlığını korumak için kritik öneme sahiptir. Elektrikli ve elektronik ekipmanlar, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle doğru bir şekilde bertaraf edilmezse, çevre kirliliği ve insan sağlığına zarar verme potansiyeli taşırlar. Bu nedenle, tehlikeli maddelerin güvenli ve kontrol altında bertaraf edilmesi, atık yönetimi sürecinde temel bir adımdır [7].

- Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında tehlikeli maddelerin bertarafının önemli rolü;

Çevre Koruma: Elektrikli ve elektronik atıklar, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle doğrudan çevre kirliliğine neden olabilir. Bu maddeler, çevredeki toprak, su ve hava kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Tehlikeli maddelerin kontrolsüz bir şekilde bertaraf edilmesi, toksik maddelerin çevreye yayılmasına ve ekosistemlere zarar vermesine neden olabilir. Tehlikeli maddelerin doğru bir şekilde bertaraf edilmesi, çevreyi korumak ve ekosistemlere zarar verme riskini azaltmak için hayati önem taşır.

İnsan Sağlığını Koruma: Elektrikli ve elektronik atıklar içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle insan sağlığına ciddi riskler oluşturabilir. Bu maddeler, kanserojen, toksik veya zararlı olabilir ve temas edenlerde sağlık sorunlarına yol açabilir. Tehlikeli maddelerin uygun bir şekilde bertaraf edilmesi, insan sağlığını korumak ve atık yönetimi çalışanları, geri dönüşüm işçileri ve halkın maruz kalma riskini en aza indirmek için önemlidir.

Yasal Düzenlemelere Uyum: Birçok ülke, elektrikli ve elektronik atıkların tehlikeli maddeler içerdiği bilinciyle yasal düzenlemeler yapmıştır. Bu düzenlemeler, atık ekipmanların tehlikeli maddeler içerdiğini belirler ve bu maddelerin güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi gerektiğini vurgular. Tehlikeli maddelerin bertarafı süreci, bu yasal düzenlemelere uyumu destekler ve atık yönetimi süreçlerinin yasal gerekliliklere uygun şekilde yapılmasını sağlar.

Kontrollü Bertaraf: Tehlikeli maddelerin kontrol altında ve düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi, çevre ve insan sağlığına zarar verme riskini en aza indirir. Bu nedenle,

tehlikeli maddelerin uygun ve sertifikalı bertaraf tesislerinde imha edilmesi veya uygun kimyasal işlemlerle nötrale edilmesi önemlidir. Kontrollü bertaraf, tehlikeli atıkların çevreye sızmasını ve çevre kirliliğini önleyerek atık yönetiminin sürdürülebilirliğine katkıda bulunur.

Döngüsel Ekonomiye Geçiş: Tehlikeli maddelerin bertarafı, atıkların döngüsel ekonomiye geçişine katkıda bulunur. Atık yönetimi süreçlerinde tehlikeli maddelerin doğru şekilde işlenmesi ve geri dönüşüm tesislerine yönlendirilmesi, malzemelerin geri kazanılmasını ve tekrar kullanılmasını sağlar. Bu, yeni ürünlerin üretimi için daha az hammadde kullanımı anlamına gelir ve döngüsel ekonomiye geçişin teşvik edilmesini sağlar.

Tehlikeli maddelerin bertarafı, elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımındaki önemli bir adımdır. Çevre koruması, insan sağlığını koruma, yasal düzenlemelere uyum, kontrollü bertaraf ve döngüsel ekonomiye geçiş gibi birçok fayda sağlar. Tehlikeli maddelerin uygun şekilde bertaraf edilmesi, çevre dostu ve sürdürülebilir bir atık yönetimi için hayati öneme sahiptir [7].

3.4.7. Ayırıştırma

Toplanan elektrikli ve elektronik atıklar, geri dönüşüm sürecine girmeden önce ayrıştırılır. Bu aşamada, atıklar farklı malzemelere ve bileşenlere ayrılır. Ayırıştırma işlemi, elle veya otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Atıklar, plastikler, metaller, camlar, devre kartları ve diğer malzemeler gibi farklı gruplara ayrılır. Ayırıştırma, geri dönüşüm sürecinin verimliliğini artırmak ve malzemelerin daha etkili bir şekilde değerlendirilmesini sağlamak için kritik bir adımdır [1].

Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında ayırıştırma, atık ekipmanların içerdikleri farklı malzemelerin ve bileşenlerin ayrılması işlemidir. Bu aşama, atık yönetimi sürecinde oldukça kritik ve önemli bir rol oynar. Ayırıştırma, atık elektrikli ve elektronik ekipmanların geri dönüşüm sürecine hazırlanmasını ve değerlendirilebilir malzemelerin kurtarılmasını sağlar [1].

➤ Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında ayırıştırmanın önemli rolü;

Değerli Malzemelerin Kurtarılması: Elektrikli ve elektronik ekipmanlar, içerdikleri değerli metaller (örneğin altın, gümüş, bakır) ve diğer değerli malzemeler (örneğin plastikler, cam) nedeniyle geri dönüşüm potansiyeline sahiptir. Ayırıştırma süreci, atık ekipmanlardan bu değerli malzemelerin ayrıştırılmasını sağlar. Örneğin, eski

bir bilgisayarın ayrıştırılması, içindeki değerli metallerin ve plastiklerin ayrıştırılması ile gerçekleşir. Bu malzemeler daha sonra geri dönüşüm tesislerine yönlendirilerek tekrar kullanılabilir hale getirilir.

Geri Dönüşüm Potansiyelinin Belirlenmesi: Elektrikli ve elektronik atıklar, içerdikleri farklı malzemeler ve bileşenler nedeniyle farklı geri dönüşüm potansiyeline sahiptir. Ayrıştırma süreci, atık ekipmanların içeriğini analiz ederek ve bileşenlerini ayırarak geri dönüşüm potansiyelini belirler. Bu sayede, geri dönüşüme en uygun ekipmanlar belirlenir ve atık yönetimi süreci daha verimli hale gelir.

Tehlikeli Maddelerin Ayırılması: Elektrikli ve elektronik ekipmanlar, içerdikleri tehlikeli maddeler nedeniyle özenli bir şekilde ayrıştırılmalıdır. Bu maddeler, çevre ve insan sağlığı için ciddi riskler oluşturabilir. Ayrıştırma süreci, tehlikeli maddelerin uygun bir şekilde ayıklanmasını ve kontrol altında tutulmasını sağlar. Tehlikeli maddeler, daha sonra uygun bertaraf tesislerine yönlendirilir ve güvenli bir şekilde imha edilir.

Yeniden Kullanılabilir Parçaların Kurtarılması: Elektrikli ve elektronik atıklar, içerdikleri işlevsel ve yeniden kullanılabilir parçalara sahip olabilir. Ayrıştırma süreci, işlevsel parçaların ayrıştırılmasını ve kurtarılmasını sağlar. Bu parçalar, diğer ekipmanların onarımında veya yeniden kullanımında kullanılabilir. Bu şekilde, yeni ürünlerin üretimi için daha az yeni parça ihtiyacı oluşur ve kaynakların korunmasına katkıda bulunulur.

Karmaşık Ürünlerin Ayrıştırılması: Elektrikli ve elektronik ekipmanlar genellikle karmaşık yapıya sahiptir ve içerdikleri farklı malzemeler birbirine bağlıdır. Ayrıştırma süreci, bu karmaşık yapıları dikkatli bir şekilde sökerek ve parçalayarak farklı malzemeleri ayrıştırır. Bu, atık ekipmanların geri dönüşüm tesislerine yönlendirilmesi ve değerlendirilebilir malzemelerin geri kazanılmasının daha kolay ve etkili olmasını sağlar.

Atık Yönetimi Sürecinde Verimlilik: Ayrıştırma süreci, atık yönetimi süreçlerinin verimliliğini artırır. Atık ekipmanların içeriğinin ve bileşenlerinin doğru bir şekilde ayrıştırılması, geri dönüşüm ve değerlendirme süreçlerine hazırlığı kolaylaştırır. Bu da atıkların daha hızlı ve etkin bir şekilde geri dönüşüm tesislerine taşınmasını sağlar.

Ayrıştırma süreci, elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımında kritik bir rol oynar. Değerli malzemelerin kurtarılması, geri dönüşüm potansiyelinin belirlenmesi, tehlikeli maddelerin ayırılması, yeniden kullanılabilir parçaların kurtarılması, karmaşık ürünlerin ayrıştırılması ve atık yönetimi süreçlerinde verimliliğin artırılması gibi birçok

fayda sağlar. Ayırıştırma, atık yönetiminin sürdürülebilirliği ve çevre koruması açısından hayati bir adımdır [1].

3.5. Bitlis İli Elektrik Elektronik Atık Potansiyeli

Elektrik ve elektronik atık potansiyeli, bir bölgedeki nüfus, ekonomik aktivite, tüketim alışkanlıkları, teknoloji kullanımı ve diğer faktörlerle ilişkilidir. Bitlis ili, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan bir ili konumundadır. Nüfusu, ekonomik yapısı, teknoloji kullanımı ve tüketim alışkanlıkları, elektrik ve elektronik atık potansiyelini etkileyen faktörlerdendir.

Bitlis ilinde elektrik ve elektronik atık potansiyeli, evlerde, işyerlerinde, kurum ve kuruluşlarda kullanılan elektronik cihazlar ve ekipmanlarla ilişkilidir. Bilgisayarlar, cep telefonları, televizyonlar, beyaz eşyalar, elektronik oyuncaklar, pil ve pilli cihazlar gibi birçok elektrikli ve elektronik ürün, atık oluşturan kaynaklardır.

Bitlis ilinde, diğer bölgelerde olduğu gibi e-atık yönetimi konusunda da bazı zorluklar ve sorunlarla karşı karşıya kalınabilir. Bu sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Bilinçsiz Atık Yönetimi: Elektronik cihazların yanlış atılması ve çöp alanlarına atılması, çevresel kirliliğe ve sağlık sorunlarına yol açabilir.

Yetersiz Geri Dönüşüm Altyapısı: E-atık geri dönüşüm tesislerinin yetersiz olması veya eksikliği, değerli malzemelerin geri kazanımını engeller ve atıkların verimsiz bir şekilde bertaraf edilmesine neden olur.

Farkındalık Eksikliği: Toplumun e-atık konusunda bilinçli olmaması, doğru atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamalarının yaygınlaşmasını engeller.

Bitlis ili, elektrik ve elektronik atık yönetimi konusunda çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Bu uygulama alanları;

E-Atık Toplama ve Taşıma Sistemleri: Bitlis ilinde, elektrik ve elektronik atıkların toplanması ve taşınması için özel atık toplama sistemleri ve taşıma araçları bulunmaktadır. Belediyeler, atık toplama şirketleri veya yetkilendirilmiş geri dönüşüm firmaları, e-atık toplama ve taşıma hizmetleri sağlar.

Gerri Dönüşüm Tesisleri: Bitlis ilinde, e-atık geri dönüşümü için belirli tesisler bulunmaktadır. Bu tesisler, elektrik ve elektronik atıkların ayrıştırılması, geri kazanılması ve yeniden kullanılabilir hale getirilmesi için teknolojik altyapıya sahiptir.

E-Atık Deposu ve Bertaraf Sahaları: E-Atık yönetimi için belirlenen özel alanlar, atıkların geçici olarak depolanmasını ve uygun şekilde bertaraf edilmesini sağlar. Bu alanlar, çevresel ve sağlık risklerin azaltılması için uygun şekilde düzenlenir ve izlenir.

Toplum Bilgilendirme ve Farkındalık Etkinlikleri: Bitlis ilinde, elektrik ve elektronik atık yönetimi konusunda toplumun bilinçlenmesi için çeşitli etkinlikler düzenlenir. Okullarda, kurum ve kuruluşlarda, eğitimler ve seminerler aracılığıyla e-atık konusunda farkındalık oluşturulur.

Sosyal Sorumluluk Projeleri: Kamu, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları, e-atık yönetimi konusunda sosyal sorumluluk projeleri yürütebilir. Bu projeler, toplumun aktif katılımını sağlayarak e-atık yönetimi bilincini artırır.

İkinci El Piyasası: Bitlis ilinde, kullanılabilir durumdaki elektrik ve elektronik ekipmanların ikinci el piyasası bulunmaktadır. Bu piyasada, düşük gelirli kesimler için uygun fiyatlı ürünler sunulur ve ürünlerin tekrar kullanılması sağlanır.

Atık Eğitim ve Araştırma Merkezleri: Bitlis ilinde, atık yönetimi ve geri dönüşümü üzerine eğitim ve araştırma merkezleri bulunabilir. Bu merkezler, atık yönetimi konusunda uzmanlaşmış kişilere eğitim ve bilgi sağlar, araştırmalar yapar ve yenilikçi çözümler sunar.

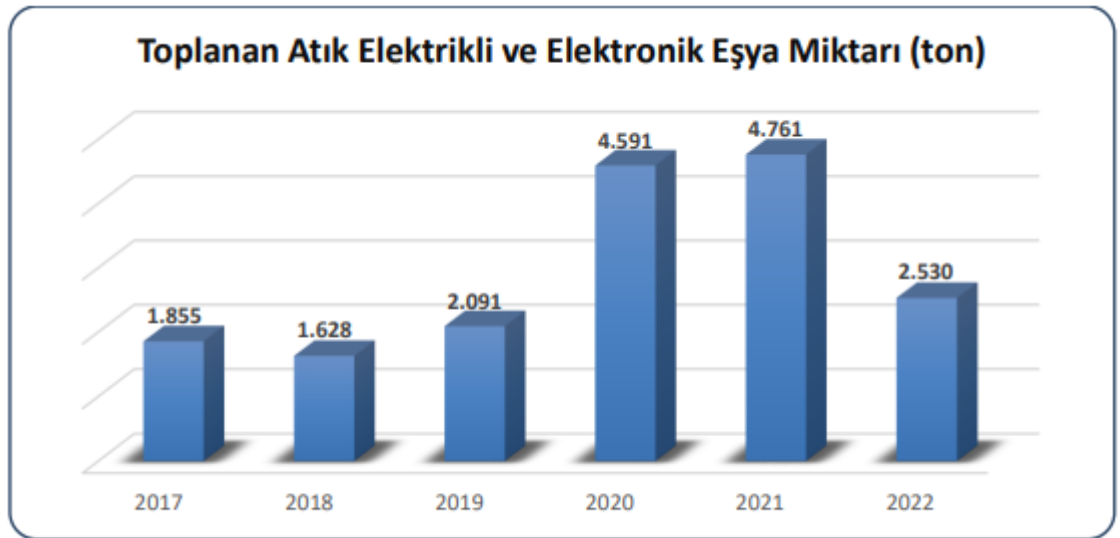
Bitlis ilinde elektrik ve elektronik atık yönetimi için çeşitli uygulama alanları mevcuttur. Bu alanlar, atık toplama, geri dönüşüm, bilinçlendirme ve sosyal sorumluluk projeleri gibi çeşitli önlemlerle e-atık yönetimine katkı sağlar. Bu sayede, çevre ve insan sağlığı korunarak sürdürülebilir bir gelecek için önemli adımlar atılmış olur.

Bitlis ilindeki e-atık yönetimi ve geri dönüşüm altyapısı, atık potansiyeli ile doğrudan ilişkilidir. Elektrik ve elektronik atık yönetimi için özel geri dönüşüm tesislerinin varlığı, atıkların etkin bir şekilde toplanması, ayrıştırılması ve geri kazanılmasını sağlar. E-atık potansiyelinin etkin bir şekilde yönetilmesi için toplumun bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi önemlidir. Bilinçlendirme kampanyaları, seminerler, eğitim programları ve diğer iletişim faaliyetleri, toplumda e-atık yönetimi konusunda farkındalığın artmasını sağlar.

Çizelge 3.1’de 2017 – 2022 yıllarına ait Bitlis ilinin elektrik elektronik ürün bilgisi yer almaktadır.

Çizelge 3.1. 2017 – 2022 Yıllarına ait Bitlis İli Elektrik Elektronik Ürün Listesi

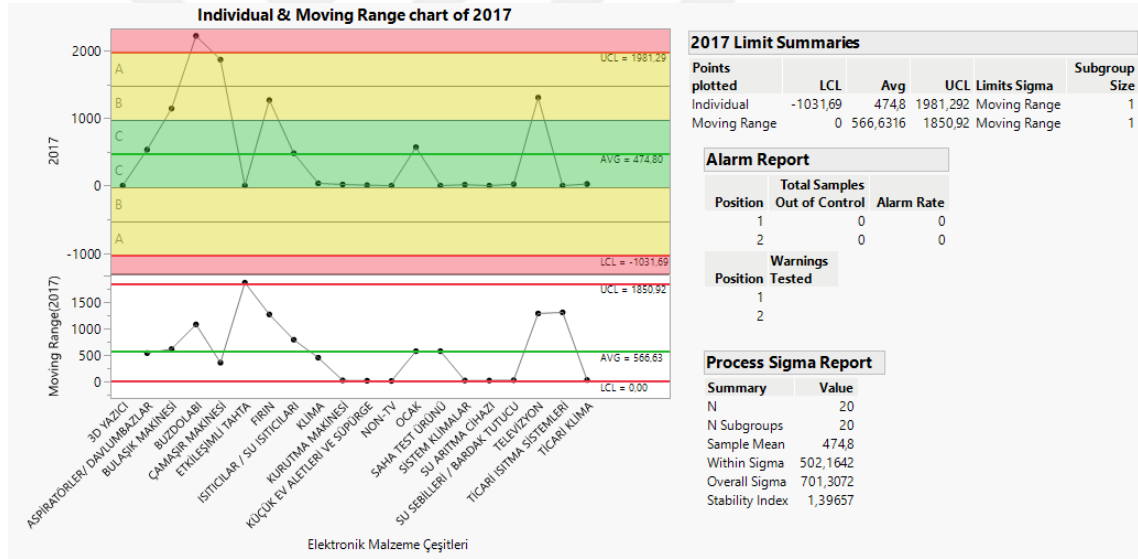
Elektronik Malzeme Çeşitleri	2017	2018	2019	2020	2021	2022
3D YAZICI	0	0	1	0	0	3
ASPIRATÖRLER/ DAVLUMBAZLAR	533	498	451	508	484	552
BULAŞIK MAKİNESİ	1.142	1.071	848	1.032	987	896
BUZDOLABI	2.218	1.957	2.031	1.442	393	442
ÇAMAŞIR MAKİNESİ	1.867	1.763	1.575	1.588	1.510	1.430
ETKİLEŞİMLİ TAHTA	0	0	0	389	196	187
FIRIN	1.266	1.106	874	932	881	873
ISITICILAR / SU ISITICILARI	480	333	213	167	105	189
KLİMA	34	28	38	19	30	21
KURUTMA MAKİNESİ	17	18	9	20	43	65
KÜÇÜK EV ALETLERİ VE SÜPÜRGE	7	4	1	0	1	6
NON-TV	0	0	0	0	0	0
OCAK	569	589	568	583	641	692
SAHA TEST ÜRÜNÜ	0	0	0	0	0	0
SİSTEM KLİMALAR	14	0	0	0	0	0
SU ARITMA CİHAZI	0	0	2	1	0	2
SU SEBİLLERİ / BARDAK TUTUCU	21	16	7	5	4	5
TELEVİZYON	1.304	1.269	1.092	1.221	867	912
TİCARİ ISITMA SİSTEMLERİ	0	1	0	0	0	0
TİCARİ KLİMA	24	10	0	0	7	0
Toplam	9.496	8.663	7.710	7.907	6.149	6.275



Şekil 3.2. 2017-2022 Yılları İtibariyle Atık Elektrik ve Elektronik Ürün Miktarları

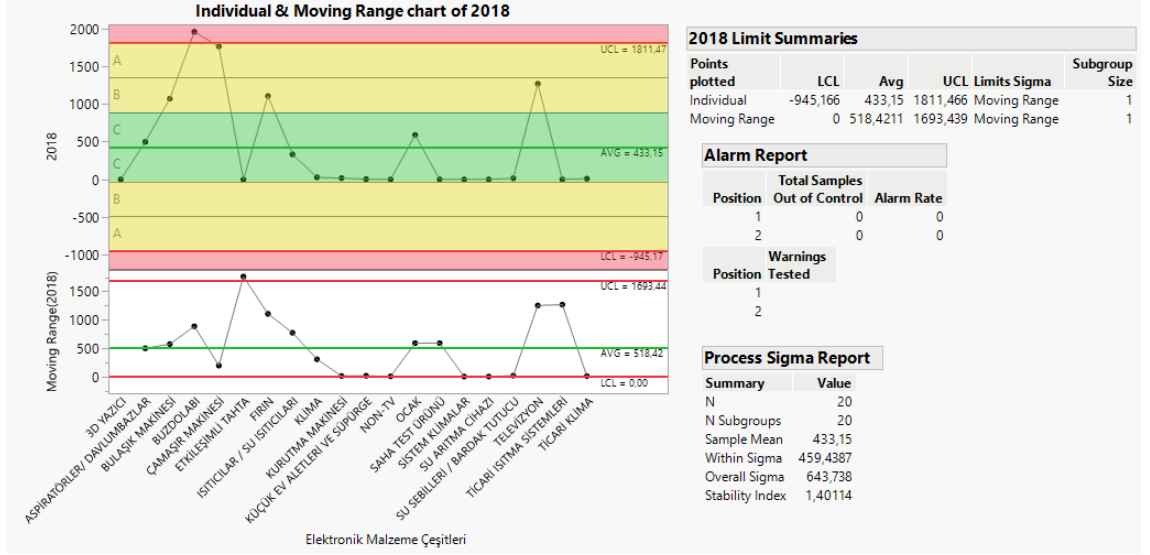
Şekil 3.2’de 2017 – 2022 yıllarına ait elektrik ve elektronik ürünlerin atık olarak gözlemlenmiş değerleri yer almaktadır. Atık Yönetim Uygulaması Kütle Denge Sisteminde (KDS) atık işleme tesislerinin işleme faaliyetlerine yönelik kayıtlarda yer almaktadır. Ancak bu veriler Geçici Depolama Alanlarındaki ömrünü tamamlamış ürün miktarı, geri kazanım/bertaraf edilen ürünlerin karar destek sisteminde kullanılan verilerdir.

Elektronik malzemelerin ömrünün tükenmesi kullanıcı kaynaklı atıklar haline gelmesi ürünün geri dönüşüm süreci ile elde edilebilmesine bağlıdır. Elektronik malzemelerin ömürlerinin tükenmesi diğer malzemelere göre daha hassas olarak karşılanmaktadır. Elektronik malzemelerin hemen atık olarak görülmeyişi elbette ki ürünlerde etki düzeyini genişletmektedir. Bu da kullanıcıların ekonomik kalkınmasında önemli etken olarak görülmektedir.



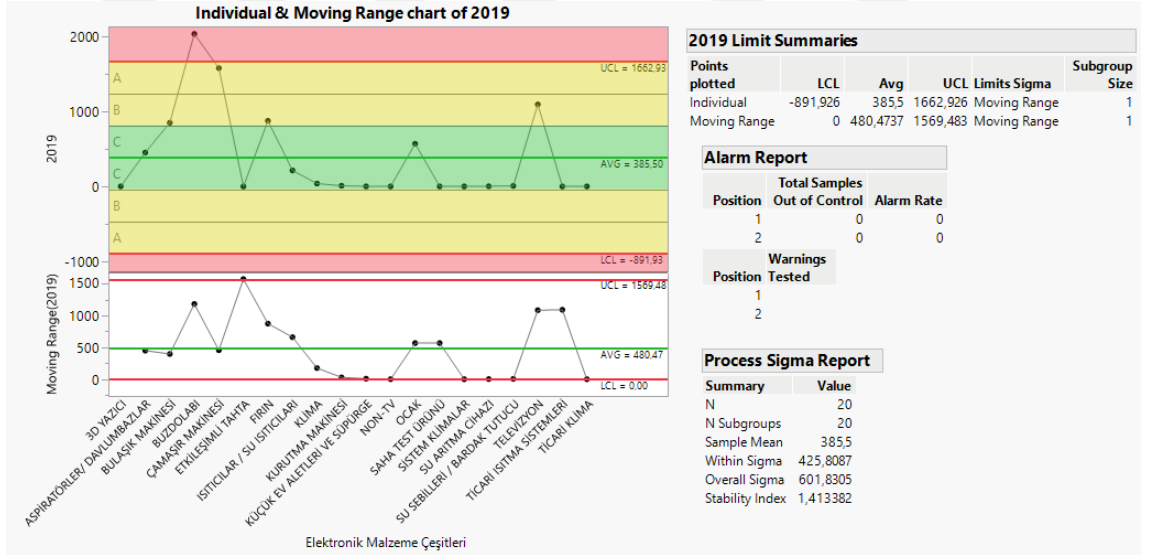
Şekil 3.3. 2017 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği

Şekil 3.3’de 2017 yılına ait elektrik elektronik atık grafiği verilmiştir. Grafikte alt sınır ve üst sınır verileri yer almaktadır. 2017 yılında Buzdolabının üst sınırı aştığı gözlemlenmiştir.



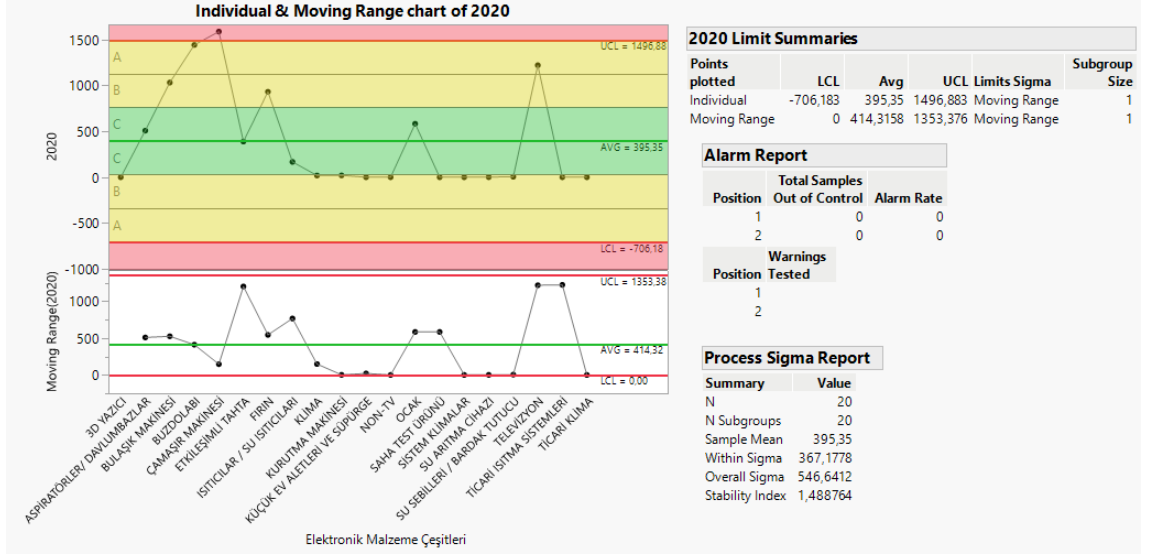
Şekil 3.4. 2018 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği

Şekil 3.4’de 2018 yılına ait elektrik elektronik atık grafiği verilmiştir. Grafikte alt sınır ve üst sınır verileri yer almaktadır. 2018 yılında Buzdolabı ve Çamaşır Makinasının üst sınırı aştığı gözlemlenmiştir.



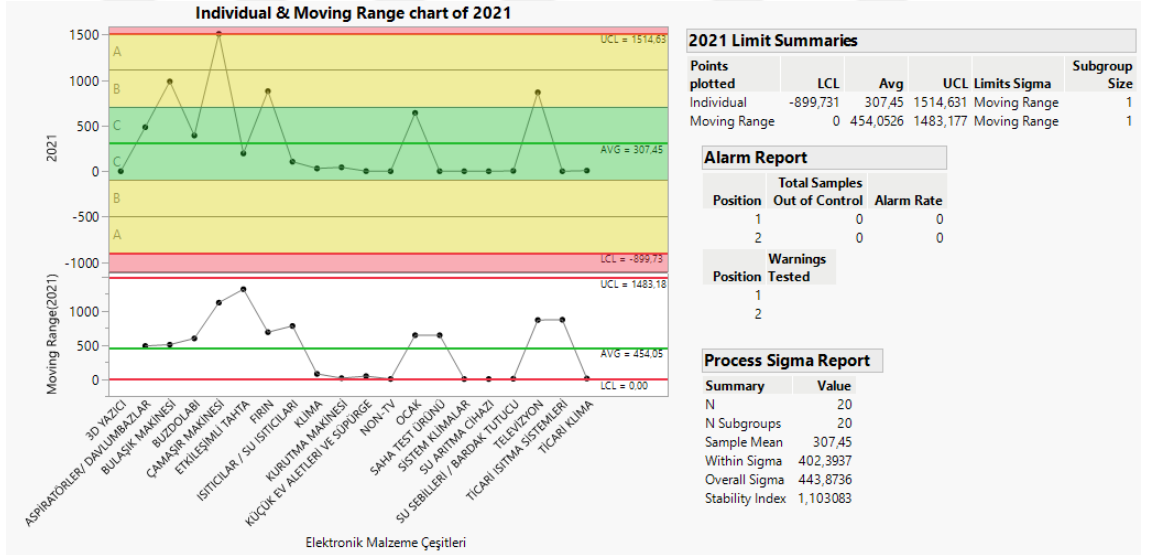
Şekil 3.5. 2019 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği

Şekil 3.5’de 2019 yılına ait elektrik elektronik atık grafiği verilmiştir. Grafikte alt sınır ve üst sınır verileri yer almaktadır. 2019 yılında Buzdolabının üst sınırı aştığı ve Çamaşır makinasının üst sınıra yaklaştığı gözlemlenmiştir.



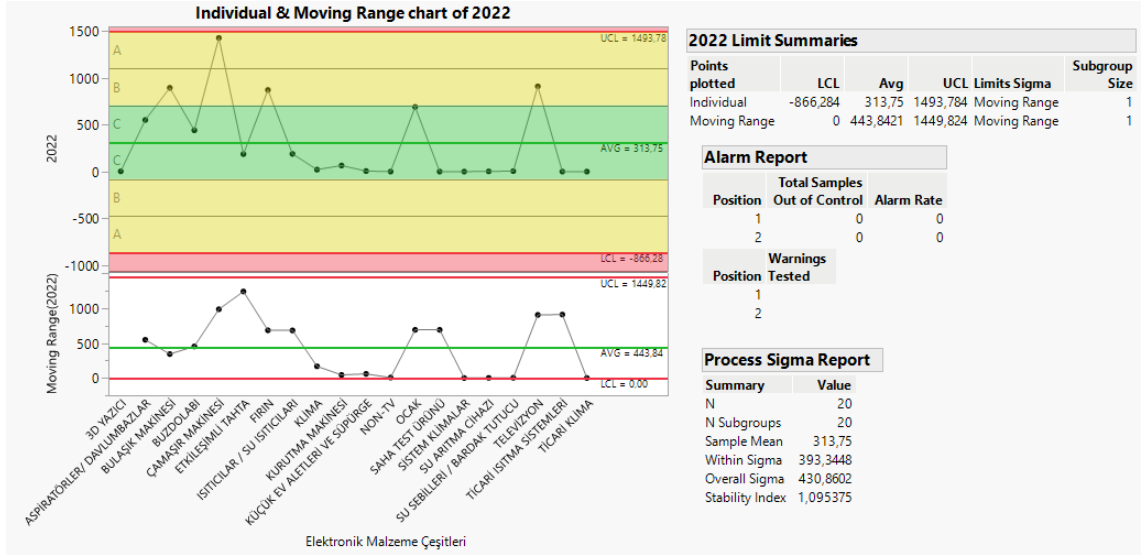
Şekil 3.6. 2020 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği

Şekil 3.6’da 2020 yılına ait elektrik elektronik atık grafiği verilmiştir. Grafikte alt sınır ve üst sınır verileri yer almaktadır. 2020 yılında Çamaşır Makinasının üst sınırı aştığı ve Buzdolabının üst sınıra yaklaştığı gözlemlenmiştir.



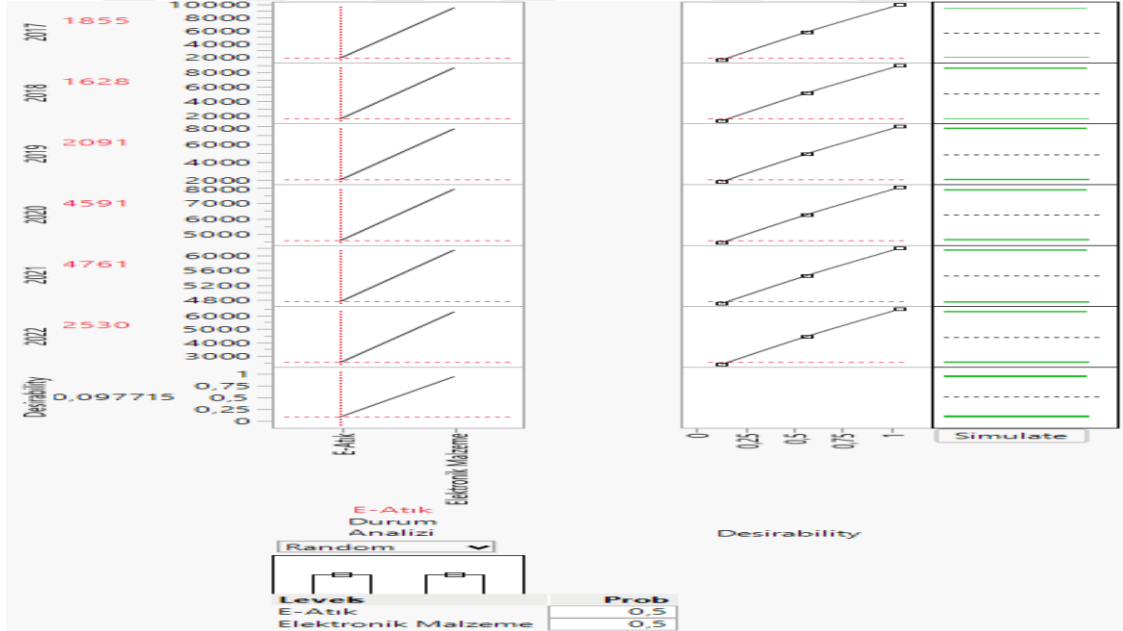
Şekil 3.7. 2021 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği

Şekil 3.7’de 2021 yılına ait elektrik elektronik atık grafiği verilmiştir. Grafikte alt sınır ve üst sınır verileri yer almaktadır. 2021 yılında Çamaşır Makinasının üst sınırı aştığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.8. 2022 Yılı Elektrik Elektronik Atık İstatistik Grafiği

Şekil 3.8’de 2022 yılına ait elektrik elektronik atık grafiği verilmiştir. Grafikte alt sınır ve üst sınır verileri yer almaktadır. 2022 yılında üst sınırı aşan ürün olmadığı ve Çamaşır Makinasının üst sınıra yaklaştığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.9. Elektrik Elektronik Atık Verileri ile Simulasyon Çalışması Durum Analizi

Şekil 3.9’da elektrik elektronik atık verilerinin standart sapmasına göre simulasyon çalışması yapılmış ve durum grafiği çizilmiştir. Söz konusu bu grafiğe göre 0,097715 oranında sapmalar gözlemlenmiştir.

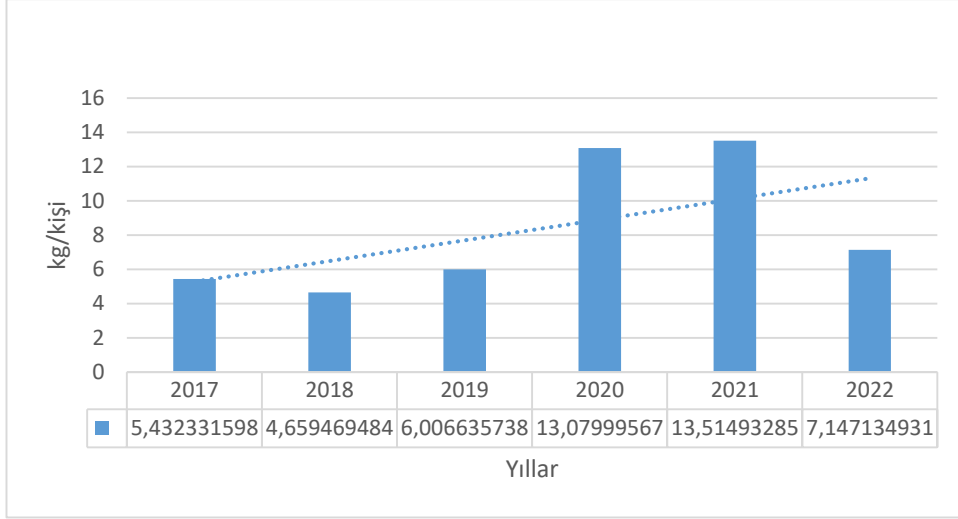
4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elektrik elektronik atık potansiyeli, artan tüketim alışkanlıkları ve hızlı teknolojik gelişmeler nedeniyle giderek büyüyen bir sorun haline gelmiştir. Bu atıkların çevresel etkileri ciddi bir endişe kaynağı olup su kaynaklarının ve toprakların kirlenmesine yol açabilir. Ancak, elektronik atıkların yönetimi ve geri dönüşümüyle birlikte ekonomik fırsatlar da ortaya çıkmaktadır. Elektrik elektronik atık potansiyelini azaltmak için sürdürülebilir atık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması önemlidir.

E-atık yönetimi açısından başarının anahtarı, eko-tasarımlı cihazların geliştirilmesi, e-atıkların uygun şekilde toplanması, malzemenin güvenli yöntemlerle geri kazanılması ve geri dönüştürülmesi, e-atıkların uygun tekniklerle bertaraf edilmesi, kullanılmış elektronik cihazların gelişmekte olan ülkelere transferinin yasaklanması ve hem kullanıcıların hem de üreticilerin e-atık kirliliğinin etkileri konusunda bilinçlendirilmesidir. Bu yaklaşım şu anda çoğu gelişmiş ülkede rutin olarak kullanılmaktadır, ancak gelişmekte olan ülkeler ve geçiş sürecindeki ülkeler henüz yerel toplumu bu tür yönetim stratejilerini uygulamaya ikna edememiştir. Bu ülkelerde genç neslin eğitimi, e-atıkların yönetiminde ileriye dönük bir yol olabilir.

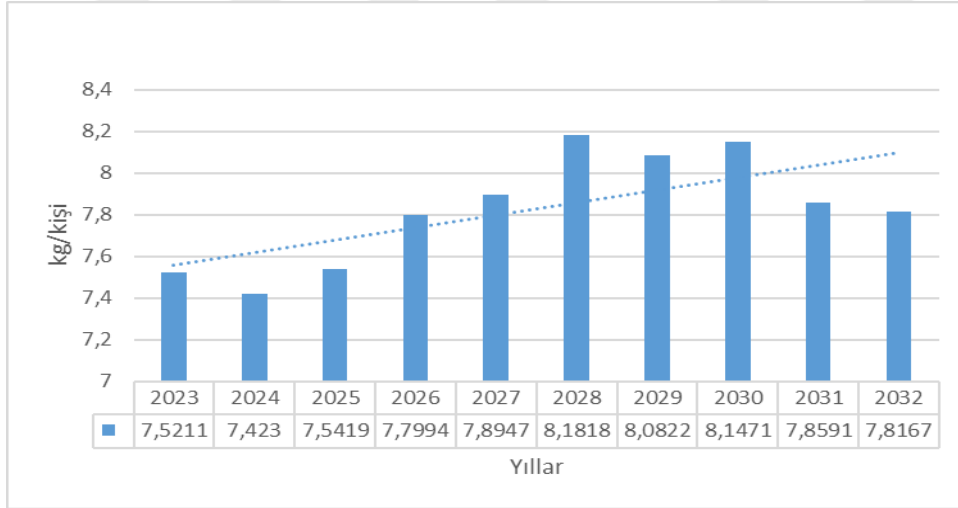
E-atıklar hem yerel hem de küresel ölçekte ciddi bir sorundur. E-atık sorunları başlangıçta gelişmiş ülkelerde ortaya çıkmıştır ve şimdi dünya çapında diğer ülkelere de yayılmaktadır. E-atıkların hacmi hızla artmaktadır çünkü tüketici teknolojisi hızla değişmekte ve teknolojideki yenilikler hızlı eskime ile sonuçlanmakta, böylece büyük miktarlarda e-atık ortaya çıkmaktadır. E-atıklar birçok farklı malzemedен oluşmakta ve bazıları, kullanım ömrü sonu yönetimi titizlikle yönetilmediği takdirde çevreyi kirletebilecek ve insan sağlığını tehdit edebilecek çeşitli toksik maddeler içermektedir.

Elektrikli ve elektronik atık yönetimi, çevre ve insan sağlığı için kritik bir konudur. AB'nin elektrikli ve elektronik atık yönetimi direktifleri, atık miktarını azaltmak, geri dönüşümü teşvik etmek ve tehlikeli maddelerin çevreye salınımını en aza indirmek için önemli adımlar atmaktadır. Bu yönetmeliklere uyum, sürdürülebilir bir gelecek için atılmış önemli bir adımdır ve diğer bölgeler için de örnek oluşturabilir.



Şekil 4.1. 2017-2022 Yılları İtibariyle Kişi Başına Düşen Atık Elektrik ve Elektronik Ürün Miktarları

Şekil 4.1’de 2017-2022 yıllarına ait kişi başına düşen elektrik ve elektronik atık grafiği verilmiştir. Grafikte yıllar ve kg/kişi yer almaktadır. 2020 ve 2021 yıllarında kişi başına düşen atık miktarlarında büyük artışlar söz konusudur. Buradan anlaşılacağı üzere bu süreçte tüketimde fazla olduğu için kullanım ömrü sonunda atık miktarında tekrar paralel bir atışı getirecektir. Grafikte genel olarak doğrusal bir artış söz konusudur.



Şekil 4.2. 2023-2032 Yılları İtibariyle Kişi Başına Düşebilecek Potansiyel Atık Elektrik ve Elektronik Ürün Miktarları

Şekil 4.2’de 2023-2032 yıllarına ilişkin elektrik ve elektronik atık potansiyeli grafiği verilmiştir. Grafikte yıllar ve kg/kişi yer almaktadır. 2028 ve 2030 yılları arasında atık oluşum miktarlarında kişi başına düşen atık miktarında artış beklenmektedir. Bunun nedeni elektrikli ve elektronik eşyaların kullanım ömrü ile 2020 ve 2021 yıllarındaki satın

alma miktarlarındaki artışlar olacaktır. Genel olarak yıl bazında kişi başına düşen atık miktarı 7-8 kg olarak karşımıza çıkacaktır. Doğrusal bir artış beklenmektedir.

Bitlis ilinde, e-atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalar ve alınan önlemler, çevre ve insan sağlığının korunması açısından önemlidir. Doğru atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleri, Bitlis'in sürdürülebilir bir geleceğe katkı sağlaması ve çevresel etkileri en aza indirmesi için kritik öneme sahiptir. Toplumun bilinçlenmesi ve e-atık yönetimi konusunda yapılan yatırımlar, Bitlis'in e-atık yönetiminde ilerlemesini sağlar.

Değerlendirme süreci, yerel yönetimler, çevre kuruluşları ve diğer ilgili tarafların bir araya gelerek Bitlis ilindeki e-atık yönetiminin durumunu değerlendirmesini ve çözüm önerileri geliştirmesini içerir. Bu sayede, elektrik ve elektronik ürün çerçevesi daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde yönetilebilir.

Genel olarak değerlendirme yapıldığında teknolojiye sık değişimler, elektronik cihazların kullanım ömrünün kısalması, geri dönüşüm ve bertaraf tesisinin olmaması, e-atıkların ikinci el eşya şeklinde ithal edilmesi, geri dönüşüm ve yeniden kullanıma daha az odaklanması nedeniyle e-atık miktarı hızla artmaktadır. Her geçen gün artan bu e-atık sadece çevre için değil, insan sağlığı için de zararlıdır. Dolayısıyla etkin bir şekilde yönetilmesi gerekiyor.

Sonuç olarak, elektrik elektronik atıkların geri dönüştürülmesi ve doğru bir şekilde yönetilmesi, çevresel etkilerin azaltılması ve değerli kaynakların geri kazanılması açısından önemlidir. Ancak, atık miktarının artması, tehlikeli maddelerin içermesi ve geri dönüşüm zorlukları gibi dezavantajlar da dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, elektrik elektronik atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi için uygun altyapı, düzenlemeler ve farkındalık önlemleri gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] H. M. Aksoy, “Elektrik Elektronik Sektöründe Yeşil Tedarik Zinciri ile Atık Yönetimi.” Doktora tezi, Fen Bil. Ens. İstanbul Teknik Üniv. İstanbul, Türkiye, 2014.
- [2] E. Yılmaz, “Elektrikli ve Elektronik Atıkların Geri Kazanımı ve Muğla İli Pilot Proje Uygulaması.” Yüksek Lisans tezi, Fen Bil. Ens. Sakarya Üniv. Sakarya, Türkiye, 2006.
- [3] T. Öztürk, “Generation and management of electrical–electronic waste (e-waste) in Turkey.” *Journal of Material Cycles and Waste Management*, vol. 17, no. 3, pp. 411-421, 2015, doi: 10.1007/s10163-014-0258-6.
- [4] S. Çiftlik, İ. Handırı, M. Beyhan, A. U. Akçil, M. Ilgar, and M. T. Gönüllü, “Elektrikli ve elektronik atıkların (e-atık) yönetimi, ekonomisi ve metal geri kazanım potansiyeli bakımından değerlendirilmesi.” *Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu*, vol. 3, no 1. 6, pp. 15-17, 2009.
- [5] E. Stenvall, S. Tostar, A. Boldizar, M. R. S. Foreman, and K. Möller, (2013). “An analysis of the composition and metal contamination of plastics from waste electrical and electronic equipment (WEEE).” *Waste management*, vol. 33, no. 4, pp. 915-922, 2013, doi: 10.1016/j.wasman.2012.12.022.
- [6] F. Yümün, “Nevşehir İli Tehlikeli Atık Potansiyelinin Araştırılması.” Yüksek Lisans tezi, Fen Bil. Ens. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniv. Nevşehir, Türkiye, 2016.
- [7] A. Karaman, “Malatya İli Tehlikeli Atık Yönetimi.” Yüksek Lisans tezi, Fen Bil. Ens. Fırat Üniv. Elazığ, Türkiye, 2023.
- [8] Y. Li, Y. P. Duan, F. Huang, J. Yang, N. Xiang, X. Z. Meng, and Chen, L. (2014). “Polybrominated diphenyl ethers in e-waste: level and transfer in a typical e-waste recycling site in Shanghai,” *Eastern China. Waste management*, vol. 34, no. 6, pp. 1059-1065, 2014, doi: 10.1016/j.wasman.2013.09.006.

- [9] Ş. Atasever, "Elektronik Atık Devre Kartlarının Pirolyzi." Doktora tezi, Fen Bil. Ens. Ankara Üniv. Ankara, Türkiye, 2015.
- [10] M. Schlummer, L. Gruber, A. Mäurer, G. Wolz, and R. V. Eldik, (2007). "Characterisation of polymer fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE) and implications for waste management." *Chemosphere*, vol. 67, no. 9, pp. 1866-1876, 2007, doi: 10.1016/j.chemosphere.2006.05.077.
- [11] G. Salihoğlu, and A. E. Kahraman, (2016). "Türkiye’de Elektrikli ve Elektronik Atık Üretimi: Bursa Örneği." *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, vol. 21, no. 2, pp. 95-106, 2016, doi: 10.17482/uujfe.46137.
- [12] M. Erbay, "Kayseri Şehri Tehlikeli Atık Potansiyelinin Araştırılması." Yüksek Lisans tezi, Fen Bil. Ens. Erciyes Üniv. Kayseri, Türkiye, 2009.
- [13] T. Ernst, R. Popp, and R. V. Eldik, "Quantification of heavy metals for the recycling of waste plastics from electrotechnical applications." *Talanta*, vol. 53, no. 2, pp. 347-357, 2000, doi: 10.1016/S0039-9140(00)00491-4.
- [14] R. Srivastava, (2020). "A Literature Review and Classification of e-Waste Management Research." *The Journal of Solid Waste Technology and Management*, vol. 46, no. 2, pp. 258-273, 2020, doi: 10.5276/JSWTM/2020.258.