

Atık Ekonomisi Ve Elektronik Atıkların Değerlendirilmesinin Önemi

Mehmet Faruk Yaren^a, Mehmet Fatih Taşkin^a, Özer Uygun^a, Ahmet Alp^a

Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Sakarya / Türkiye

Özet

Kullanım ömrünü tamamlamış malzemelerin sahip olduğu potansiyelden yararlanarak üretim sürecine dahil edilmesi ve yeni ürünler ortaya konulması için gerekli hammaddeye dönüştürme işlemine geri dönüşüm denir. Geri dönüşüm; kaynakların korunması, atık miktarının ve birincil hammadde gereksiniminin azaltılması, enerji tasarrufu sağlanması gibi faydalar sunmaktadır.

Geri dönüşüm yoluyla elde edilecek ikincil hammadde aynı zamanda gerekli olan birincil hammadde ihtiyacını da düşürecektir. Daha az miktarda birincil hammaddeye ihtiyaç duyulması, hammadde arama-çıkarma faaliyetlerini ve bu faaliyetler sırasında çevreye verilecek zararın azaltılmasını sağlayacaktır. 1 ton saf çinko eldesi için yaklaşık 20 ton çinko cevheri, 1 ton saf nikel eldesi için 45 ton nikel cevheri, 1 ton saf bakır eldesi için 110 ton bakır cevherinin işlenmesi gerekmektedir. Geri dönüşüm ile elde edilecek 1 ton saf metal, bu miktarlardaki cevherin işlenmesi için gerekli maliyeti ve aynı zamanda çevreye verilen zararı da azaltacaktır.

Elektronik cihazların tür ve sayısı her geçen gün ülkemizde ve dünyada artmaktadır. Gelişmiş ve çok fonksiyonlu elektronik cihazların daha sık periyotlarla arz edilmesi, daha fazla elektronik atık oluşmasına sebebiyet vermektedir. Elektrik ve elektronik cihaz atıkları yıllık yaklaşık %5 büyüme göstermektedir. Bu, aynı zamanda elektronik atıklar açısından önemli bir atık yönetim problemini de oluşturmaktadır. Günümüzde Türkiye’de sadece 1.000.000 dan fazla bilgisayarın evlerde atılmayı beklediği, sadece Avrupa Birliği’nde, kullanım ömrünü tamamlamış ve dolayısıyla her sene hurdaya ayrılması gereken bir kaç milyon ton atık elektrikli ve elektronik cihaz olduğu düşünülürse geri kazanımın önemi ortaya çıkmaktadır.

Geri kazanım proseslerinin uygulanmasıyla ülke ekonomileri açısından önemli katma değer sağlanabilmektedir. Özellikle Ag, Au, Pd vb içerikleri ile cep telefonları, hesap makineleri ve baskı devre kartları değerlendirilmesi gereken atıkların başında gelmektedir.

Sorumlu Yazar: *Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Sakarya / Türkiye Mehmet Faruk YAREN* myaren@Sakarya.Edu.Tr

Örneğin bir ton bilgisayar atığındaki altın miktarı yaklaşık 15 ton altın cevherinden elde edilecek olandan daha fazladır.

Bu çalışmada geri dönüşümün ve özellikle elektronik atıkların değerlendirilmesinin önemi ortaya konularak geri dönüşümün ekonomik ve çevresel etkileri incelenmiştir. Bununla birlikte geri dönüşümün ülkemizde daha verimli bir şekilde gerçekleşmesi için öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm, elektronik atık, geri dönüşüm ekonomisi, WEEE

1-Giriş

Kullanım ömrünü tamamlamış malzemelerin sahip olduğu potansiyelden yararlanarak üretim sürecine dahil edilmesi ve yeni ürünler ortaya konulması için gerekli hammaddeye dönüştürülme işlemine geri dönüşüm denir. Geri dönüşüm; doğal kaynakların korunması, atık miktarının ve birincil hammadde gereksiniminin azaltılması, enerji tasarrufu sağlanması gibi önemli faydalar sunmaktadır.

Gündelik hayatın her alanına girmiş bulunan elektronik ürünlerden; dayanıklı tüketim malzemeleri ortalama 15 yıl, bilgisayarlar ortalama 2-5 yıl, cep telefonları ortalama 18 ay gibi bir sürede fonksiyonel ömürlerini sürdürmelerine rağmen teknolojik ömürlerini tamamladıkları için atık haline gelmektedir. 2006 yılındaki e-atık üretiminin diğer atıklardan 3 kat daha fazla olduğu, bilgisayar, cep telefonu ve televizyonların 2010 yılı itibari ile 5,5 milyon ton ulaştığı, 2015 yılı itibari ile ise 9,8 milyon ton'a yükseleceği hesaplanmıştır. Yapılan araştırmalar gelişmiş ülkelerin e-atık üretimindeki payının daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır.

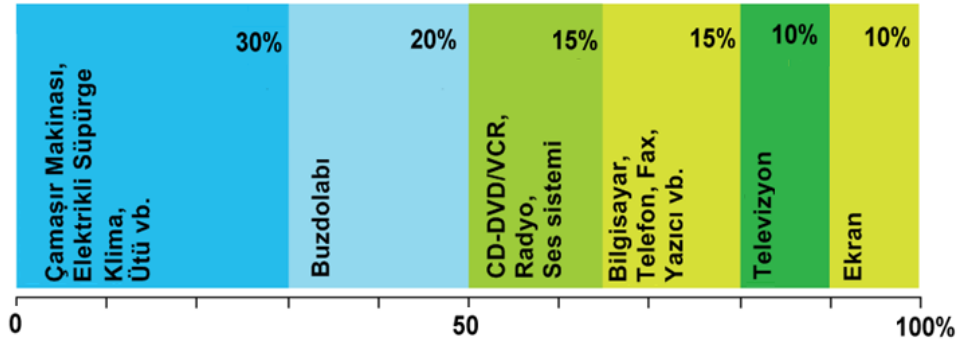
Elektrikli ve elektronik ekipmanların birçoğunda baskılı devre kartları bulunmaktadır. Baskılı devre kartlarının bünyesinde değerli metaller yer almakta fakat ülkemizde elektrikli ve elektronik ekipman atıklarından değerli metallerin geri kazanımını yapabilen bir tesis bulunmamaktadır ^[1].

2-Elektronik Atık Ve Geri Dönüşümün Önemi

Bertaraf edilen, bertaraf edilmesi tasarlanan veya bertaraf edilmesi gerekli olan maddeler ve materyallere atık denmektedir ^[1]. Hem Avrupa Birliği hem de ülkemiz tarafından

hazırlanan yönetmeliklerde; elektrikli ve elektronik eşya (EEE); 1000 Volt alternatif veya 1500 Volt doğru akımı geçmeyecek şekilde tasarlanmış, elektrik akımına veya elektromanyetik alana ihtiyaç duyan ve bu akım ve alanların üretimi, transferi, ölçümüne yarayan eşyalar olarak tanımlanmıştır. Büyük ev eşyaları, küçük ev aletleri, bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları, tıbbi cihazlar, oyuncak, eğlence ve spor ekipmanları gibi pek çok cihaz bu tanım içerisine girmektedir. Şekil 2.1’de farklı gruptaki elektronik atıkların toplam elektronik atık miktarına oranı verilmiştir. Şekilde gösterilen elektronik cihazların dışında, oyuncaklar ve eğlence araçları, tıbbi cihazlar, kontrol sistemleri, aydınlatma ekipmanları gibi kategorilerin atıkları da elektronik atık sınıfına dahildir.

Elektrikli ve elektronik atığın yapısı oldukça karmaşıktır. Elektrikli ve elektronik atık kurşun, kadmiyum gibi zehirli maddeler ve nadir metaller içermektedir. Çevre kirliliğinden kaçınmak ve değerleri kaynakları korumak için elektronik atığın özel yöntemlerle ıslahı gereklidir. ^[2]



Şekil 2.1. Farklı elektronik cihaz kategorilerinin e-atık miktarı içerisindeki oranı ^[3]

Elektronik atıklar çoğunluğu zehirli olan 1000’den fazla madde içermektedir. Bu da imha veya depolama alanları için çok ciddi çevre kirliliği oluşturmaktadır. Bilgisayar ekranlarındaki katot ışın tüpleri, TV setleri ve video gösterim cihazları yüksek yoğunlukta kurşun ve ağır metal içermektedirler. Bu tür tehlikeli atıkların imha işlemlerinin şehirlerin katı atık imha sahalarında gerçekleştirilmesi yasaklanmıştır. Kullanıcıları X-ray ışınlarından koruma amaçlı olarak bilgisayar ve TV ekranları 2 ila 4 kg. kurşun içermektedir. Ticari elektronik cihazlar hali hazırda, depolama alanlarında bulunan kurşun elementinin %40’ını ve civa, kadmiyum gibi ağır metallerin de %70’ini teşkil etmektedir. Bu ağır metaller ve elektronik cihazlarda bulunan diğer tehlikeli maddeler yeraltı sularına karışabilir, çevresel ve halk sağlığı riski oluşturabilir^[4]. Çevre ve halk sağlığı riskine karşın uygun depolama alanları ve şartları oluşturulması çok önemlidir. Depolama alanlarında

biriktirilen zararlı maddelerin yeraltı su kaynaklarına uzak olması gerekmektedir. Yine bu maddelerden kaynaklı oluşabilecek her türlü sızıntıyı önlemek için zemin üzerinde gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Bu sahalarda çalışan personel için iş güvenliği şartlarının sağlanması ve bu şartların uygulanır hale getirilmelidir. Tüm bunları denetlemek ve düzen içerisinde yönetmek için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetkilendirmeler yapılmakta, bu konuda sadece yeterli kuruluşların faaliyet göstermesine izin verilmektedir. **2011 yılı sonu itibariyle bakanlık tarafından verilen yetkiye sahip 21 adet elektronik atık işleme tesisi bulunmaktadır.**

Geri kazanım, tekrar kullanım ve geri dönüşümü de kapsayan; atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal veya biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesidir ^[1]. Geri kazanım yoluyla elde edilecek ikincil hammadde aynı zamanda gerekli olan birincil hammadde ihtiyacını da azaltacaktır. Daha az miktarda birincil hammaddeye ihtiyaç duyulması, hammadde arama-çıkarma faaliyetlerini ve bu faaliyetler sırasında çevreye verilecek zararın azaltılmasını sağlayacaktır. 1 ton saf kurşun eldesi için yaklaşık 30 ton kurşun cevheri, 1 ton saf altın veya saf platin eldesi için 330000 ton altın veya platin cevherinin işlenmesi gerekmektedir. Geri dönüşüm ile elde edilecek 1 ton saf metal, bu miktarlardaki cevherin işlenmesi için gerekli maliyeti ve aynı zamanda çevreye verilen zararı da azaltacaktır.^[4]

3-Dünyada Ve Türkiye’de Elektronik Cihaz Potansiyeli

Günümüzde elektrikli ve elektronik ekipman (EEE) mamullerinin ömür çevrimleri yalnızca birkaç yıldır. Bu duruma etki eden faktörlerin başında tüketicilerin teknolojik yenilik beklentileri gelmektedir. Bu kapsamda mamul için fonksiyonel ömür kavramı dışında, mamulün teknolojik yenilik seviyesini ifade eden teknolojik ömür kavramı karşımıza çıkmaktadır. Birçok EEE fonksiyonel ömürlerini sürdürmelerine rağmen, teknolojik ömürlerini tamamladıkları için atık olarak sınıflandırılmaktadırlar^[1,6].

Teknolojik yeniliklere paralel olarak elektronik atık miktarındaki hızlı artış, ülkeleri bu konuda önlem almaya yönlendirmiştir. Ülkeler bu konudaki yasal altyapıyı hızla oluşturup elektronik atıkların geri dönüşümünü verimli bir şekilde gerçekleştirmeyi ve böylelikle çevreye zararı minimize ederken ekonomik anlamda da kazanç sağlamayı hedeflemektedirler.

Avrupa Birliğine üye ülkelerde, 2008 yılında 10 milyon ton civarında elektrik ve elektronik cihaz tüketicilerin kullanımına sunulmuştur. Yine Avrupa Birliğinde elektronik atık yaklaşık yılda 10 milyon tona ulaşmıştır. Her yıl Avrupa Birliği'nde elektrikli ve elektronik cihaz satışı %2.5 oranında artış göstermektedir^[2].

Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından 2009 yılı Kasım ayında yapılan açıklamada 141 milyon mobil cihazın uzun süredir kullanımda olmadığı ancak bu rakamın sadece %8'inin (yaklaşık 11,7 milyonu) geri dönüşüm için toplanabildiği belirtilmiştir^[7].

Tablo 1.deki veriler Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından 2011 yılında yayınlanan rapordan alınmıştır. Rapora göre toplanan e-atık miktarı 1999 yılına göre %120 artış göstermiştir. 2009 yılında Amerika Birleşik Devleti'nde 438 milyon elektronik cihaz satışı gerçekleşmiş ve 2.37 milyon ton ömrünü tamamlamış elektronik cihaz toplanmıştır. 2.37 milyon tonun yaklaşık %25'i geri dönüşüm için ayrılırken geri kalanı imha edilmiştir.

| 2009 Yılı Kullanım Ömrünü Tamamlamış Elektronik Cihaz Yönetimi | | | | |
|---|---------------------|-------------|---------------------------|---------------------------------|
| | Toplanabilen e-atık | İmha edilen | Geri dönüşüm için ayrılan | Geri dönüşüm için toplama oranı |
| Bilgisayar | 47.4 milyon | 29.4 milyon | 18 milyon | Ağırlıkça 38% |
| Televizyon | 27.2 milyon | 22.7 milyon | 4.6 milyon | Ağırlıkça 17% |
| Mobil Cihaz | 141 milyon | 129 milyon | 11.7 milyon | Ağırlıkça 8% |

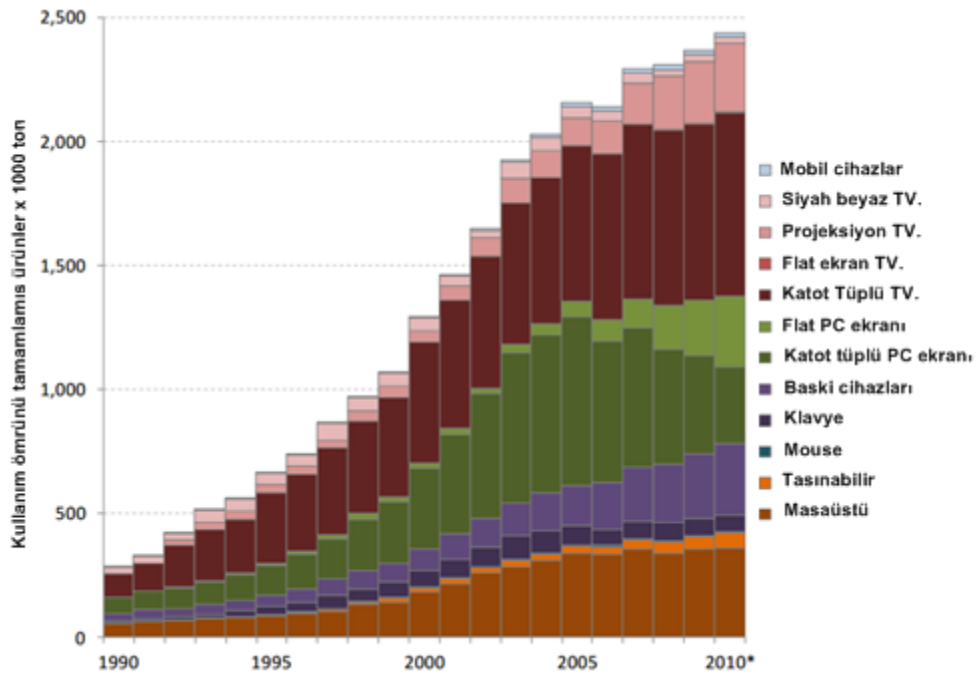
Tablo 1. ABD'de 2009 yılı e-atık yönetimine dair veriler^[7]

Şekil 3.1'de ABD'de bulunan ömrünü tamamlamış elektronik cihaz sayısının yıllara göre dağılımı verilmiştir. Elektronik atık içinde katot tüplü televizyon ekranları, bilgisayar ekranları önemli bir yer teşkil etmektedir. Son yıllarda ise ömrünü tamamlamış mobil cihazların sayısındaki artış göze çarpmaktadır.

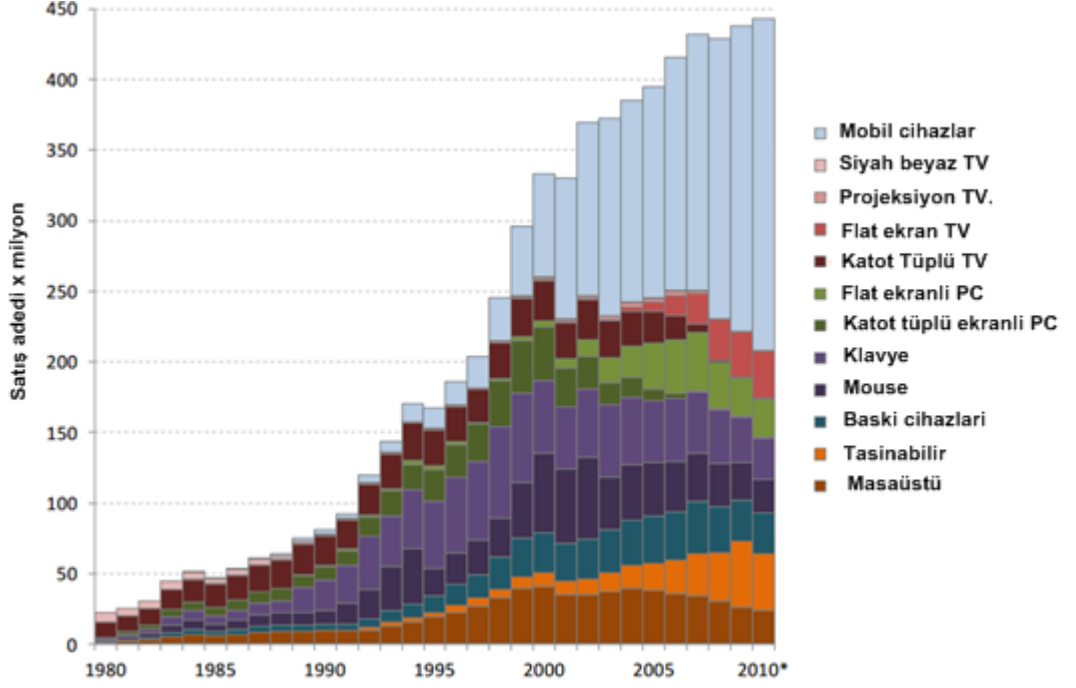
Aynı rapor içinde verilmiş olan ABD'de elektronik cihaz satışını gösteren grafik ise Şekil 3.2.'de verilmiştir. Bu grafikte 2000 ve 2010 yılları arasındaki mobil cihaz satış adedi dikkat çekmektedir. Bu yıllar arasında yaklaşık 400 milyon adet mobil cihaz satışı gerçekleşmektedir. Ekran satışlarında ise teknolojideki gelişmelere paralel olarak; katot tüplü ekranların yerine flat ekranların satışı gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'e birlikte bakıldığında teknolojideki gelişmelerin elektronik atık oluşumuna olan etkisini

görebiliriz. Örneğin katot tüplü ekran teknolojisinin kullanıldığı yıllarda ekran satışı ile ömrünü tamamlayan ekran miktarı arasındaki ilişki 2000 yılı sonrasında farklı bir hal almıştır. 2000 yılı sonrasında flat ekran teknolojisinin yayınlanması ile birlikte katot tüplü ekran satışları azalmış aynı zamanda ömrünü tamamlayan flat ekran sayısının satışa oranı da 2000 yılı öncesine göre azalmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile kullanım ömrünün artması atık oluşumunu düşürmüştür.

Ancak ülkemizin o yıllarda teknolojiyi geriden takip etmesi sonucu; yurtdışından yapılan ekran ithalatında katot tüplü ekranlar tercih edilmiştir. Bu tercihte ülke insanının alım gücü önemli rol oynamıştır. İlerleyen yıllarda teknolojik yenilik olarak satışa sunulan flat ekranlar büyük ilgi görmüş ve evlerdeki katot tüplü birçok ekran fonksiyonel ömrünü tamamlamadan atık durumuna düşmüştür. Bu durumdan elindeki eski teknolojiyi ihraç eden ABD kazançlı çıkarken teknolojik açıdan geride olmanın bedelini ülkemiz ödemiştir. Örnekteki gibi durumlar veya firmaların ürün geliştirme, pazarlama stratejileri sonucu fonksiyonel ömrünü tamamlamamış birçok cihaz yeni teknolojiye uyum sağlayamadığından atık durumuna dönüşmektedir.



Şekil 3.1. ABD’de ömrünü tamamlamış elektronik cihaz miktarının yıllara göre dağılımı^[6]

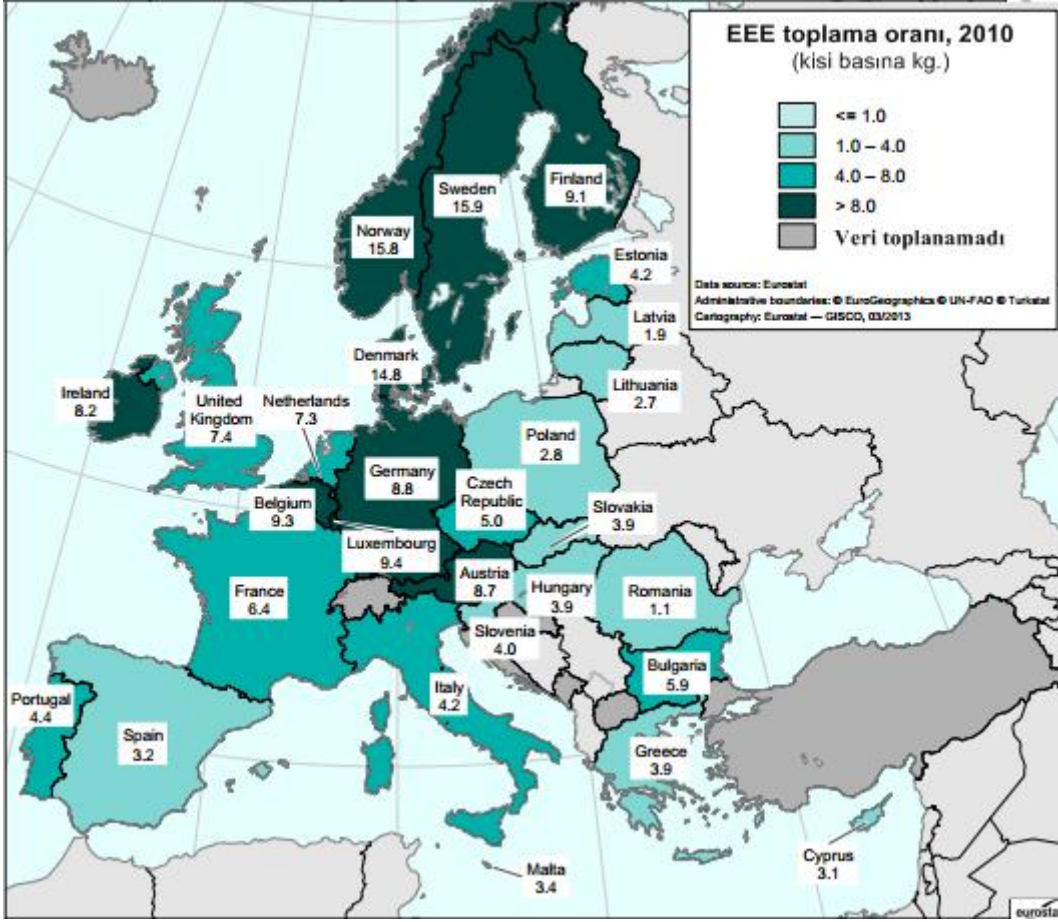


Şekil 3.2. ABD’de elektronik cihaz satışının yıllara göre dağılımı ^[7]

Şekil 3.3’de Avrupa Birliği’ne üye ülkelerin ev kaynaklı elektronik atık toplama miktarı kişi başına düşen kilogram bazında verilmiştir. Avrupa Birliği atık yönetim direktifinde bu miktar kişi başına 4 kg olarak belirlenmiştir. Avrupa’nın bir çok bölgesinde belirlenen hedefe ulaşılması sevindiricidir. Ancak 2008 yılı verileri ile karşılaştırıldığında İspanya, İtalya, Litvanya’nın kişi başına topladığı elektronik atık miktarı yarıya düşmüştür. Avrupa genelindeki bu başarının 2000 yılından beri uygulana gelen atık yönetim politikaları önemli rol oynamıştır. Bundan sonra kişi başı toplanan elektronik atık miktarı hedefinin

artacağı

öngörülmektedir.

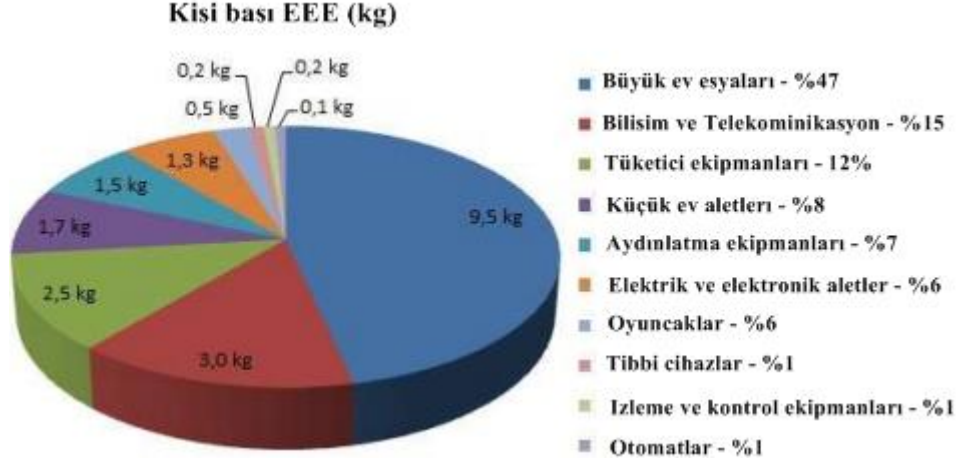


Şekil 3.3. Avrupa Birliği'nde ev kaynaklı e-atık toplama oranları ^[8]

2010 yılı tahminlerine göre Türk üreticileri yıllık 812 bin ton elektrikli ve elektronik eşya üretmiştir. Türkiye'deki 812 bin tonluk bu üretim büyük miktarda elektronik atık oluşmasına sebep olmaktadır. Türkiye'de yıllık 539 bin ton e-atık ortaya çıkmakta ve bu miktar her yıl ortalama %5 artış göstermektedir. Bu verilere dayanarak 2020 yılında 894 bin ton elektronik atığın ülkemizde oluşması öngörülmektedir^[9]. 2020 yılında 402 bin ton elektronik atık toplanacağı, bu rakamın da toplam e-atığın %50'sine, piyasaya sürülen toplam cihaz miktarının da %30'una tekabül edeceği ifade edilmektedir^[10].

Şekil 3.4. de ülkemizde toplanan elektronik atığın çeşitli cihaz kategorilerine göre dağılımı ve miktarı verilmiştir. Kişi başına 9.2 kg. atık miktarı ile buzdolabı vb. büyük ev eşyaları ilk sırayı alırken, bilgi ve telekomünikasyon cihazları kişi başına 3 kg. atık oluşturmaktadır.

TÜİK tarafından sağlanan kişi başına milli ortalama katma değer verileri baz alındığında 2011 yılı içinde kişi başına İstanbul Bölgesi'nin 10,91 kg, Bitlis-Hakkari-Muş-Van Bölgesi'nin yalnızca 2,48 kg elektronik atık ürettiği tahmin edilmektedir.^[10]



Şekil 3.4. Türkiye'deki elektronik atığın cihaz türlerine göre dağılımı^[9]

47000 ton kişisel bilgisayar atığından elde edilen altın miktarı 17 ton altın cevherinden daha fazla olup, bin adet cep telefonu devresinin geri kazanımı ile elde edilen değerli metal miktarları sırası ile 250 ton gümüş, 24 ton altın, 9 ton paladyum ve 9000 ton bakır cevherinin içerdiği değerli metal içeriğine eşdeğerdir^[11]. Bu bilgiler ülkemizdeki elektronik atığın değerlendirilmesinin ekonomik anlamda gerekliliğini göstermektedir.

4-Elektronik Atıkların Değerlendirilmesi İle İlgili Yöntemler

Her yıl 20-50 milyon ton/yıllık e-atık oluşmakta, bunların içinde kurşun, civa, kadmiyum, krom gibi tehlikeli sınıfta olan elementler yanında alev geciktirici maddeler olan polybrominated biphenyls (PBB) or polybrominated diphenyl ethers (PBDE) de bulunmaktadır. Avrupa'da o kadar ciddi kanunlar ve yönetmelikler olmasına rağmen EEE atıklarının ancak 1/3 ü biriktirilebilmekte ve geri dönüşebilmektedir. Yazıcı devre kartlarının geri kazanımında son 20 yılda pirometalurjik ergitme metodu uygulanmıştır. Bu oldukça çevre kirletici, ilkel bir geri kazanım teknolojisi olup, zaman zaman illegal olarak gelişmekte olan ülkeler olan Çin, Pakistan, Hindistan ve bazı Afrika ülkelerinde uygulanmaktadır. Literatürde bu tür bir kazanım için mekanik prosesler yanında piro, hidro, biyo metalurjik veya bunların kombinasyonu ile geri kazanım türleri bulunmaktadır.

E-atıklardan geleneksel yöntem olarak; değerli ve demir dışı metalleri kazanmak için yakma, eritme gibi yöntemler yüksek sıcaklık işlemlerini içeren Pirometalurji prosesleridir. Pirometalurjik işlemler en uygun geri dönüşüm prosesleri olarak kabul edilememektedir. Çünkü atık PCB bileşenleri, özellikle bazı plastik ve alev geciktiriciler; toksik ve kanserojen bileşikler üretmektedirler. Araştırmaların çoğu atık PCB den asıl ve değerli metalleri kazanma amaçlı olarak daha tahmin edilebilir ve kolayca kontrol edilebilir olan hidrometalurjik tekniklere odaklanmışlardır.

Atık elektrikli ve elektronik cihaz sorunu çözmek ve uygun geri dönüşüm teknikleri geliştirme amacıyla son yıllarda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bunlardan birinde geri dönüşüm genel olarak üç önemli adımda yapılmaktadır. A) Ufalama-mekanik ön işlem: seçici işlemle tehlikeli bileşenleri uzaklaştırma ve özel işlemler için değerli bileşenleri kazanma. Bu proses daha fazla zorunlu işlem adımları gerektirir. B) Konsantrasyon: Mekanik ve/veya metalurjik işlemlerle arzu edilen maddelerin konsantrasyonu artırmak. C) Rafinasyon: Arzu edilen malzemelerin metalurjik muamelesi ve saflaştırılması.

Hidrometalurjik işlemler asitler, halojenürler gibi çözücü reaktifler kullanarak istenen bileşenlerin çözeltiye geçirildiği liç adımı, solvent ekstraksiyon, adsorpsiyon ya da iyon-değişimi ile yabancı maddeleri uzaklaştırmak, daha sonra çözeltiden asıl ve değerli metalleri elektrorafinasyon, kimyasal redüksiyon ve kristalizasyon ile geri kazanma şeklindedir. En verimli liç reaktifleri asıl ve değerli metallerin her ikisini birden liç etme yeteneğine sahip olan asitlerdir ve genel olarak ana metal nitrik asitle liç edilir.

Biyometalurji yeni, daha temiz ve çevre dostu bir teknolojidir. Biyosorpsiyon sulu çözeltilerden ağır metallerin sorbsiyonu için uygun bir biyokütle kullanan procestir. Bu, fiziko-kimyasal bir mekanizma olup, iyon değişimi temellidir ve metal iyonu yüzey kompleksleri ile adsorplanır^[12].

5-Atık Yönetiminin Parasal, Hukuksal Ve Çevresel Etüdü

Elektrik elektronik cihazlarda plastik, metal ve diğer maddelerden yapılmış çok çeşitlilik gösteren parçalar bulunur. Mesela, bir cep telefonu bakır (Cu), kalay (Sn) gibi temel metaller, kobalt (Co), indiyum (In) ve antimon (Sb) gibi özel metaller ve gümüş (Ag), altın (Au) ve paladyum (Pd) gibi periyodik tablodaki elementlerin kırkıdan fazlasını içerebilir. Metaller cep telefonu ağırlığının yaklaşık %23 ünü teşkil eder, bunun büyük bir kısmı

bakırdır. Geri kalan kısım ise plastik ve seramiktir. Bu bilgilerle 1 ton cep telefonu cihazı (batarya hariç) 3.5 kg. gümüş, 340 gr altın, 140 gr paladyum ve 130 kg bakır içermektedir.

Bir cihaz ortalama 250 mg gümüş, 24 mg altın, 9 mg. Paladyum, 9 gr. bakır elementi içermektedir. Buna ek olarak cep telefonu üzerindeki bir batarya içinde 3.5 gr. kobalt bulundurmaktadır. Bu rakamlar ilk bakışta oldukça küçük görünebilir. Ancak sadece 2007 yılında 1.2 milyon cep telefonu satışı gerçekleştiği düşünülürse önemli derecede metal talebi oluşturmaktadır^[13].

— Cep telefonunun içerdiği elementler (kaynak:NOKIA)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1 H 1.0079 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4.0026 | | | | | | |
| 3 Li 6.941 | 4 Be 9.0122 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 B 10.811 | 6 C 12.011 | 7 N 14.007 | 8 O 15.999 | 9 F 18.998 | 10 Ne 20.180 |
| 11 Na 22.990 | 12 Mg 24.305 | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 Al 26.982 | 14 Si 28.086 | 15 P 30.974 | 16 S 32.065 | 17 Cl 35.453 | 18 Ar 39.948 |
| 19 K 39.098 | 20 Ca 40.078 | 21 Sc 44.956 | 22 Ti 47.867 | 23 V 50.942 | 24 Cr 51.996 | 25 Mn 54.938 | 26 Fe 55.845 | 27 Co 58.933 | 28 Ni 58.693 | 29 Cu 63.546 | 30 Zn 65.39 | 31 Ga 69.723 | 32 Ge 72.61 | 33 As 74.922 | 34 Se 78.96 | 35 Br 79.904 | 36 Kr 83.80 | | | | | | |
| 37 Rb 85.468 | 38 Sr 87.62 | 39 Y 88.906 | 40 Zr 91.224 | 41 Nb 92.906 | 42 Mo 95.94 | 43 Tc 98 | 44 Ru 101.07 | 45 Rh 101.07 | 46 Pd 106.42 | 47 Ag 107.87 | 48 Cd 112.41 | 49 In 114.82 | 50 Sn 118.71 | 51 Sb 121.76 | 52 Te 127.6 | 53 I 126.90 | 54 Xe 131.29 | | | | | | |
| 55 Cs 132.91 | 56 Ba 137.33 | 57-70 * | 71 Lu 174.97 | 72 Hf 178.49 | 73 Ta 180.95 | 74 W 183.84 | 75 Re 186.21 | 76 Os 190.23 | 77 Ir 192.22 | 78 Pt 195.08 | 79 Au 196.97 | 80 Hg 200.59 | 81 Tl 204.38 | 82 Pb 207.2 | 83 Bi 208.98 | 84 Po 209 | 85 At 210 | 86 Rn 222 | | | | | |
| 87 Fr 223 | 88 Ra 226 | 89-102 ** | 103 Lr 262 | 104 Rf 261 | 105 Db 262 | 106 Sg 263 | 107 Bh 264 | 108 Hs 265 | 109 Mt 268 | 110 Uun 271 | 111 Uuu 272 | 112 Uub 273 | 114 Uuq 284 | | | | | | | | | | |

Şekil 5.1. Cep telefonunda bulunan elementler

Tehlikeli ve diğer atıkların oluşumu, yönetimi, sınır ötesine taşınması ve bertarafından kaynaklanabilecek olumsuz etkilerinin önlenmesi amacıyla Birleşmiş Milletler Çevre Programı 1986 yılında Basel Sözleşmesini imzaya sunmuştur. Tehlikeli atıkların yönetimi ve bertarafı ile ilgili bu sözleşme uluslararası, önemli bir sözleşmedir. 2013 yılı itibarıyla sözleşmede taraf olan ülke sayısı 173'tür. Ülkemiz bu sözleşmeyi 1994 yılı Haziran ayında imzalamıştır.

Elektrikli ve elektronik cihazlarda kullanılan ve cihazın atık durumuna düşmesiyle birlikte çevreye ciddi zarar veren bazı maddelerin kullanımının yasaklanması amacıyla 2000 yılı Haziran ayında AB Komisyonu tarafından elektrikli ve elektronik ekipmanlarla ilgili taslak bir direktif yayınlanmıştır.

Ülkemizde ise; aynı amaçlarla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2008 yılında bir taslak yayınlanmış ve taslak üzerindeki ufak değişikliklerin ardından Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği olarak 2012 yılı Mayıs ayında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliklerle elektronik atıklar konusunda çeşitli idari, hukuki ve teknik

esasların düzenlenerek elektrikli ve elektronik eşyalarda bazı zararlı maddelerin kullanımının sınırlandırılmasına ilişkin usul ve esaslar belirlenmiş durumdadır.

6-Sonuçlar

Teknolojik gelişmelere paralel olarak elektronik atık miktarı da her geçen gün artmaktadır. Elektronik atıklar için ayrılan depolama alanlarının yetersiz gelmesi, elektronik atıkların üzerlerinde bulunan kıymetli elementlerin maddi değeri ve çevre üzerinde bırakacağı hasar gibi tespitlerin ardından, ülkeler, sorun haline gelmeye başlayan elektronik atıkların yönetimi konusuna eğilmişlerdir. Bu konuda çeşitli yasalar hazırlamış ve uygulamaya koymuşlardır.

Geri dönüşüm ekonomik kazanımdan ziyade sağlık ve çevresel açıdan bir kazanım yöntemi olarak düşünülmelidir. Bunun farkında olmayan bazı devletlerin yasal olmamasına rağmen geri kalmış ülkelere tehlikeli atıkları ihracı da son derece acı bir gerçektir. Bu da geri kalmış ülkelerde çevre sorunlarının yanında, atıkların ayrıştırılması için istihdam edilen personel ve bölge halkı için ciddi sorunlar oluşturmaktadır.

Elektronik atıkların toplanması ve yönetilmesi için sadece hukukî altyapının hazırlanması yeterli olmamaktadır. Konunun önemi hakkında farkındalık oluşturmaya yönelik sosyal organizasyonlar gerçekleştirilmelidir. Tüm bunlara paralel olarak; yerel yönetimler için elektronik atıkların evlerden toplanmasına yönelik görevlendirmeler yapılmalıdır. Yerel yönetimlerin topladığı elektronik atıkların kontrollü bir biçimde geri dönüşümü veya uygun çevresel yöntemlerle imhası son derece önem arz etmektedir.

Atık yönetimine yönelik yukarıda sayılan faaliyetler oldukça önemlidir. Ancak problemin kaynağı olan elektronik atık oluşmasının da önüne geçilmeye çalışılmalıdır. Elektronik atıkların büyük bir kısmını kullanım ömrünü tamamlamamış, ancak son teknolojinin gerisinde kalmış cihazlar oluşturmaktadır. Bunun en büyük nedeni üretici firmaların ellerindeki teknolojiyi tüketiciye adım adım sunmalarını içeren ürün geliştirme stratejileridir. Toplumun yanlış tüketim alışkanlıkları ile birleşen bu unsur, çalışır durumdaki elektronik cihazların atık duruma düşmesinde çok büyük etkidir. Bu açıdan; toplumun tüketim tarzının doğru bir şekilde yönlendirilmesini amaçlayan çalışmalar sorunu kaynağından çözmeyi amaç edinmiş çalışmalar olarak görülmeli ve desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- 1 - Aydın, B., “Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının geri kazanımı”, SD. Üniv., Isparta, 2011
- 2 - Deubzer, O., “E-waste Manegement in Germany”, United Nation University, Bonn, 20 July 2011
- 3 - EMPA Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research (Avrupa Birliği elektronik atık direktifinin açıklamasında) http://www.grida.no/graphicslib/detail/what-is-e-waste_14ea
- 4 - Kaya, M., Sözeri, A., “A review of electronic waste (e-waste) recycling technologies ‘is e-waste an opportunity or treat?’” TMS-2009 CONGRESS, San FRANCISCO-USA
- 5- Ayres U.Robert, *Resources, Conservation and Recycling* **Vol 21**, p.145-173, 1997
- 6 - Çığgın, T., “Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıklarının Geri Kazanımı İçin Tesis Konstrüksiyonu ve Sistem Parametrelerinin Araştırılması”, İTÜ, İstanbul, 2006
- 7 - “Electronics Waste Management in the United States Through 2009”, Prepared by ICF International For the U.S. Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery, Mayıs 2011
- 8
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/documents/weee_collection.pdf
erişim:13.09.13
- 9 - “Regulatory Impact Assessment of EU WEEE Directive (2002/96/EC)”
http://www.weee-forum.org/sites/default/files/documents/2012_weee_in_turkey_ria_final.pdf
erişim:13.09.2013
- 10 - 11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası Haberleşme Çalışma Grubu Raporu, Ek-11 Geri Dönüşüm <http://www.ulastirmasurasi.gov.tr/assets/up/pdf/Haberleme/EK-11.pdf> erişim:13.09.2013
- 11 - Çiftlik, S., Handırı, İ., Beyhan, M., Utku, A., Ilgar, M., Gönüllü, T., “Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi” TÜRKAY-2009 – İstanbul.
- 12 - Kamberović, Z., Korać, M., Ivšić, D., Nikolić, V., Ranitović, M., *Association of Metallurgical Engineers of Serbia AMES*, **Vol 15 (4) 2009**, p.231-243, 2009
- 13 - Schlupe, M., “Recycling From E-Waste To Resources” - Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies Berlin, 2009