

## TÜRKİYE'DE ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIK ÜRETİMİ: BURSA ÖRNEĞİ

*Güray SALİHOĞLU \**  
*Aslıhan Ece KAHRAMAN \**

Alınma: 01.05.2016 ; düzeltme: 28.07.2016 ; kabul: 29.07.2016

**Öz:** Yaşamımızdaki yeri hızla büyüyen elektrikli ve elektronik cihazlar, kısa sürelerde kullanım ömürlerinin sonuna gelmekte ve çözülmeyi bekleyen bir e-atık sorunu ortaya çıkarmaktadırlar. E-atıklar, içerdikleri tehlikeli bileşenler nedeniyle, uygun yönetilmediklerinde çevre ve insan sağlığına tehlikeler sunabilmektedir. Uygun yönetildiklerinde ise içerdikleri bakır, gümüş, altın, paladyum ve benzeri değerli metaller, cam, plastik gibi geri kazanılabilir bileşenler, ekonomiye geri kazandırılmaktadır. 2014 yılında yapılan bir araştırmaya göre, dünyadaki e-atık kütleli 52 milyar \$ düzeyinde potansiyel bir kaynak oluşturmaktadır; ancak bu e-atığın yalnızca %16'sı uygun bir şekilde geri kazanılmıştır. Ülkemizde uygun bir e-atık yönetimi yapabilmek için öncelikle e-atık miktarının ve kişilerin atık oluşturma davranışlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Bursa'da evlerde kullanılan elektrikli ve elektronik ürünlerin miktarı, niteliği ve kişi başına düşen e-atık üretim potansiyeli araştırılmıştır. Bursa ili içerisinde, gelir düzeyi farklı olan 31 aileyi (100 kişiyi) kapsayan bir anket uygulaması yapılmıştır. Kişilerin ürün kullanımını, ürün değiştirme davranışlarını ve oluşan e-atıkların nasıl yönettiklerini araştıran anket çalışmasında, özellikle lamba (floresan ve diğer) kullanımının diğer ürünlere kıyasla daha yüksek olduğu, cihaz açısından bakıldığında ise en yüksek oranların cep telefonuna ait olduğu görülmüştür. Cep telefonlarının e-atık haline geldiğinde, %60 oranında atılmayıp evde tutulduğu görülmüştür. Çalışmada, seçilmiş elektrikli ve elektronik cihazların atık oluşturma potansiyeli kişi başına 8,14 kg/ yıl olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Lisanslı tesisler, cep telefonu, televizyon, bilgisayar, anket

### Electrical and Electronical Waste Generation in Turkey: Bursa Case Study

**Abstract:** Electrical and electronical equipment that gradually take more place in our daily life, spend their service life in short times and become an e-waste problem to be solved. Because of the hazardous components they contain, e-waste can cause environmental and human health threats if they are not properly managed. If they are managed properly, they can be a valuable raw material source, since they contain valuable metals such as copper, silver, gold, palladium and recyclable components such as plastics and metals. According to a research conducted in 2014, the global e-waste amount accounts to a source worth 52 billion \$; however, only 16% of this source has been properly recycled. It is important to know the potential e-waste amount and the behaviors of people in the production of e-waste to realize a proper e-waste management in our country. The amount and property of electrical and electronic equipment and e-waste generation potential per person in Bursa was investigated in this study. A questionnaire was prepared and applied to a group of people including 31 families (100 person). The questions were to investigate the behaviors in the use, replacement, and management of electrical and electronical equipment. The findings showed that usage of lamps (fluorescent and others) were higher than the other equipment, and usage of mobile phones were found to be highest in terms of devices. It was also found that when the mobiles become e-waste since the owners do not want to use them, they are not

\* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü 16059 Görükle/Bursa.

İletişim Yazarı: Güray Salihoglu (gurays@uludag.edu.tr)

just thrown away and kept at homes instead. E-waste generation potential of a person from the families investigated was estimated to be 8.14 kg/year.

**Keywords:** Licensed facilities, mobile phones, television, computer, questionnaire

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesinin olumsuz bir sonucu, kullanım ömrünü yarılamaadan atık haline gelen elektrikli ve elektronik cihazların artışıdır (Widmer ve diğ., 2005). Ürünlerin fiyatlarının düşmesi ve kullanım ömürlerinin azalması ile oluşumu hızlanan elektrikli ve elektronik atıklar çevre ve insan sağlığı için önemli bir tehdit oluşturmaya başlamıştır (Li ve diğ., 2006).

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği (Tarih: 22.05.2012, R.G. Sayı:28300) (AEEKEY, 2012) aşığıdaki ürünlerin kullanım ömrü dolduğu andaki bütün bileşenlerini, unsurlarını ve ihtiva ettiği sarf malzemelerini atık elektrikli ve elektronik eşya (AEEE) olarak tanımlamaktadır:

1. Büyük ev eşyaları
2. Küçük ev aletleri
3. Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları
4. Tüketici ekipmanları
5. Aydınlatma ekipmanları
6. Elektrikli ve elektronik aletler (büyük ve sabit sanayi aletleri hariç olmak üzere)
7. Oyuncaklar, eğlence ve spor ekipmanları
8. Tıbbi cihazlar
9. İzleme ve kontrol aletleri
10. Otomatlar

Gelişen teknolojinin istenmeyen bir sonucu olarak karşımıza çıkan bu yeni tür atık, pratikte ve literatürde e-atık olarak da adlandırılmaktadır (Dwivedy ve diğ., 2010). Elektrikli ve elektronik atıklar uygun bir şekilde yönetilmediklerinde, içerdikleri tehlikeli bileşenler nedeniyle insan ve çevre sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Çin’in Guiyu bölgesindeki e-atık geri dönüşüm alanına yakın Nanyang Nehri’nde yapılan analizlerde, polibromlu difeniller (PBDE) konsantrasyonu nehir suyunda 760 ng/g, sediment örneklerinde 16.000 ng/g seviyelerinde ölçülmüştür (Luo ve diğ., 2007). Robinson (2009) sağlıksız metotlarla e-atık geri dönüşümü yapılan yerlerin yakınındaki nehir suyundaki kurşun (Pb) seviyesinin, normal bir nehirdeki Pb seviyesinden 4 kat daha fazla olduğunu belirtmiştir. Ha ve diğ. (2009) e-atık geri dönüşümü yapan bir tesis yakınlarından aldıkları hava örneklerindeki Pb, bakır (Cu) ve çinko (Zn) seviyesinin e-atık geri dönüşümü olmayan bölgeye göre 5 kat yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Çevreye zararları dışında e-atıklar bakır, gümüş, altın, paladyum ve benzeri değerli metaller, cam, plastik gibi geri kazanılabilir bileşenler içermektedirler. E-atıklar uygun bir şekilde geri kazanıldıklarında hem çevresel zarar azaltılmış hem de içerdikleri değerli bileşenler ekonomiye kazandırılmış olacaktır.

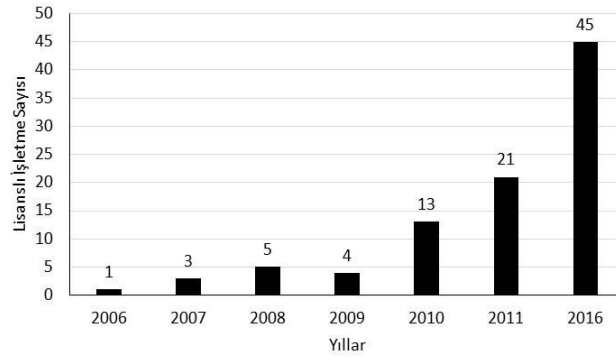
Balde ve diğ., (2014) tarafından yapılan küresel e-atık üretiminin raporlandığı bir çalışmaya göre, 2014 yılında üretilen e-atığın %60’ını mutfak ve banyo araç-gereci oluşturmaktadır. Kişisel bilgi ve iletişim teknolojisi cihazları (cep telefonları, kişisel bilgisayarlar, yazıcılar vb.) toplam e-atığın %7’sini oluşturmuştur (Balde ve diğ., 2014). Araştırmacılar, 2014’te üretilen 41.8 milyon ton e-atık içerisinde, 12.8 milyon ton küçük ekipman (elektrikli süpürge, mikrodalga, tost makinesi, elektrikli traş makinesi ve video kamera), 11.8 milyon ton büyük ev aleti (çamaşır makinesi, çamaşır kurutucu, bulaşık makinesi, elektrikli soba ve fotovoltaik panel), 7 milyon ton soğutucu, 6.3 milyon ton ekran, 3 milyon ton bilgi işlem cihazı ve 1 milyon ton lamba bulunduğunu rapor etmişlerdir (Balde ve diğ., 2014). 52 milyar \$ düzeyinde

bir potansiyel kaynak anlamına gelen bu e-atığın çok küçük bir kısmının (%16'dan daha düşük bir miktarı) uygun bir şekilde geri kazanımının yapıldığı tahmin edilmektedir (Balde ve diğ., 2014).

Balde ve diğ. (2014) tarafından yayınlanan raporda, atılan e-atığın 16500 ton demir, 1900 ton bakır ve 300 ton altın içerdiği, bunun yanısıra önemli miktarlarda gümüş, alüminyum, paladyum ve diğer değerli metaller içerdiği tahmin edilmektedir. Bu değerli maddelerin yanında önemli miktarda cıva, kadmiyum, krom ve ozona zararlı kloroflorohidrokarbonların sağlığı tehdit edecek şekilde çevreye salınmış olduğu tahmini yapılmaktadır. Raporda, sadece Amerika ve Çin'in dünyada üretilen e-atığın 1/3'ünü ürettikleri belirtilmektedir (Balde ve diğ., 2014).

## 2. TÜRKİYE'E E-ATIK YÖNETİMİ

Türkiye'de e-atık kavramına yasal olarak ilk kez, 1991 yılında yayınlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne 2002 yılında yapılan ilaveyle rastlanmaktadır. 22 Mayıs 2012 tarihinde de Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği yayımlanmıştır. Gerek yönetmeliğin yayınlanması gerekse geri kazanım faaliyetlerinden ekonomik fayda potansiyelinin anlaşılmasıyla e-atık işleme tesislerinin de artış gösterdiği görülmektedir. Şekil 1'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2016) verileriyle oluşturulan, işletme sayılarının yıllara göre artış grafiği verilmektedir.



**Şekil 1.**

*Türkiye'de lisanslı e-atık işleme tesislerinin yıllara göre değişimi*

Türkiye'de lisanslı e-atık işleme tesislerinin illere göre dağılımına bakıldığında (Şekil 2), tesislerin çoğunluğunun Ankara, İstanbul, Kocaeli, Bursa ve Eskişehir gibi şehirlerde yoğunlaştığı görülmektedir.



**Şekil 2.**

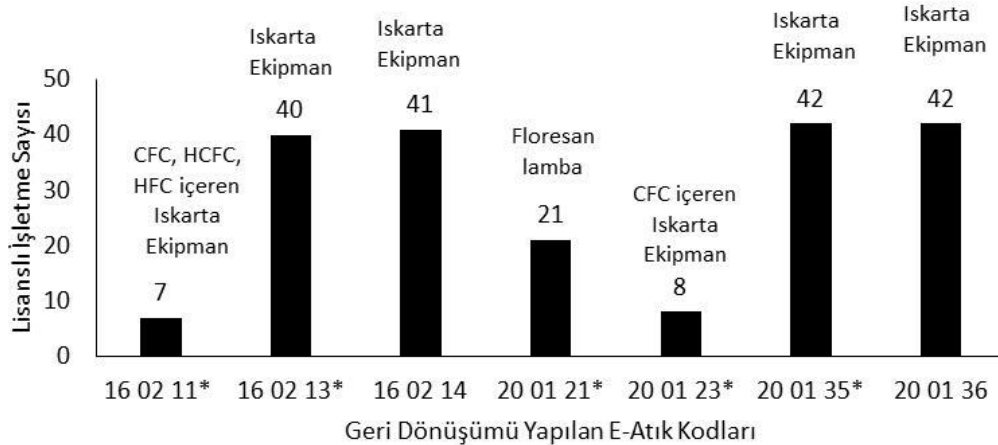
*Türkiye'de Lisanslı E-Atık İşleme Tesislerinin Dağılımı*

Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015), e-atık türlerini 9 grup altında toplamaktadır. Tablo 1’de yönetmelikteki AEEE atık kodları ve açıklamaları verilmektedir.

**Tablo 1. E-Atık Kodları ve Tanımları**

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

Türkiye’deki tesislerin işlediği e-atık türleri ve atık işleyen tesis sayıları Şekil 3’de verilmektedir. Şekle göre Türkiye’de en fazla 20 01 35\*, 20 01 36, 1602130\*ve 160214 kodlu e-atıkların geri dönüşümünün yapıldığı görülmektedir. Türkiye’de daha çok kontamine metal kablo, atık floresan lamba, atık haline gelmiş büyük ev aletleri gibi atıkların geri dönüşümü yapılarak, bakır tel, plastik, cam ve metal elde edildiği bilinmektedir.



**Şekil 3.**

*Türkiye’de geri dönüşümü yapılan e-atık kodları ve geri dönüşüm yapan işletmeler*

Lisanslı işletmeler, belediyelerle veya imalatçılarla yaptıkları sözleşmeye göre e-atık temin etmektedirler. Tesislere kabul edilen e-atıklar öncelikle ikinci el satışa uygunluk açısından değerlendirilmektedir (Öztürk, 2015). Bu aşamada atık ayrımı yapıldıktan sonra, kalan e-atıklar yapılarında bulunan demir, bakır, alüminyum, çinko, kurşun ve benzer maddelere göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmadan sonra da hammaddeye dönüşüm için yurtiçindeki ve yurtdışındaki uygun tesislere gönderilmektedir.

Ülkemizde uygun bir e-atık yönetimi yapabilmek için öncelikle e-atık miktarının bilinmesi gerekmektedir. Üretilen e-atık miktarlarının belirlenmesi ile ilgili çok az sayıda çalışmaya

rastlanmaktadır. Bunlardan biri Öztürk (2015) tarafından 2002-2012 yılları arasındaki TÜİK verilerine dayanarak yapılan tahmin çalışmasıdır. Yapılan tahminde kullanımdaki ürün sayıları (televizyon, bilgisayar, DVD-VCD, buzdolabı, derin dondurucu, bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, cep telefonları ve sabit telefonlar), ürünün ağırlığı ve ürünün ortalama yaşam süreleri dikkate alınmıştır.

Gerek ülkemizdeki gerekse dünyadaki miktarı hızla artmakta olan e-atıklar için hem miktar belirleme hem de geri dönüşüm teknolojisi geliştirme çalışmalarının artırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, Bursa'da bir alan araştırması yaparak, evlerde kullanılan elektrikli ve elektronik ürünlerin miktarı ve niteliği ve kişi başına düşen e-atık üretim potansiyeli ortaya konmaya çalışılmıştır.

### 3. YÖNTEM

Bursa ili içerisinde, gelir düzeyi farklı olan 31 aileyi (100 kişi) kapsayan bir anket uygulaması yapılmıştır. Uygulanan anket, toplam 11 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda verilen sorular tablolarla desteklenerek ailelere yöneltilmiştir:

#### ANKET SORULARI

1. Evinizde yaşamakta olan birey sayısı kaçtır?
2. Evinizin aylık geliri ne kadardır?  
(Gelir düzeyleri 5 grup altında toplanmıştır:1.500TL'den az,1.500TL – 3.500TL arası, 3.500TL – 5.000TL arası, 5.000TL-10.000 TL, 10.000 TL'den fazla)
3. Evinizde ikamet etmekte olan bireylerin eğitim durumunu belirtiniz.
4. Aşağıda verilen tabloda evinizde kullanım halinde bulunan elektrikli ve elektronik ürünlerin sayısını tabloda belirtiniz.  
(Bu sorudaki tabloda Cep Telefonu, Televizyon, Buzdolabı, Bilgisayar, Çamaşır Makinesi, Floresan Lamba, Diğer Lambalar, Mikrodalga Fırın, Elektrikli Isıtıcılar, Elektrikli Süpürge, Klima, Elektrikli Ocaklar, Kahve Makinesi, Fotoğraf Makinesi, Yazıcı, Video Oyunları sayıları sorulmuştur.)
5. Evinizde bulunan cep telefonlarının modellerini, kullanan kişinin yaşını ve satın alınan yılı tabloda belirtiniz.
6. Evinizde bulunan televizyonun veya televizyonların modelini ve satın alınan yılı tabloda belirtiniz.
7. Evinizde bulunan bilgisayarların modelini ve satın alınan yılını tabloda belirtiniz.
8. Evinizde bulunan floresan lambaları ne sıklıkla değiştiriyorsunuz lütfen belirtiniz. (2 ayda bir, 3 ayda bir, yılda bir vb.)
9. Artık kullanılamaz hale gelen ya da kullanmayı daha fazla düşünmediğiniz elektrikli ve elektronik ürünlerinizi nasıl değerlendiriyorsunuz?
10. Aşağıda verilen artık kullanılamaz hale gelen ya da kullanımını daha fazla düşünmediğiniz elektrik – elektronik ürünlerin hangilerinin atılmayıp evde tutulduğunu ve bu ürünlerin miktarlarını tabloda belirtiniz.
11. Artık kullanılamaz hale gelen ya da kullanımını daha fazla düşünmediğiniz elektrik – elektronik ürünlerini neden atmayıp evde tuttuğunuzu kısaca açıklayınız.

### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

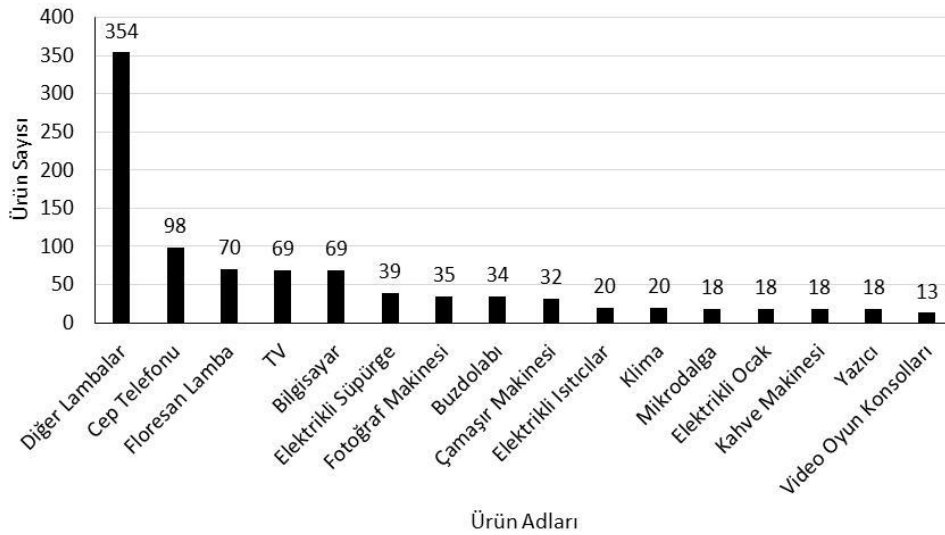
Çalışma kapsamında uygulanan ankete 31 aile katılmıştır. 31 aile içerisinde 75'i yetişkin ve 25'i çocuk olmak üzere 100 kişi bulunmaktadır. Anket uygulanan ailelerdeki birey sayısı ve gelir dağılımı Şekil 4'te verilmektedir. Şekle göre, anket uygulanan ailelerin çoğunluğunun 3 ve 4 kişilik ailelerden oluştuğu, farklı gelir gruplarını temsil ettikleri görülmektedir.



**Şekil 4.**

*Anket uygulanan ailelerde birey sayısı ve gelir dağılımı*

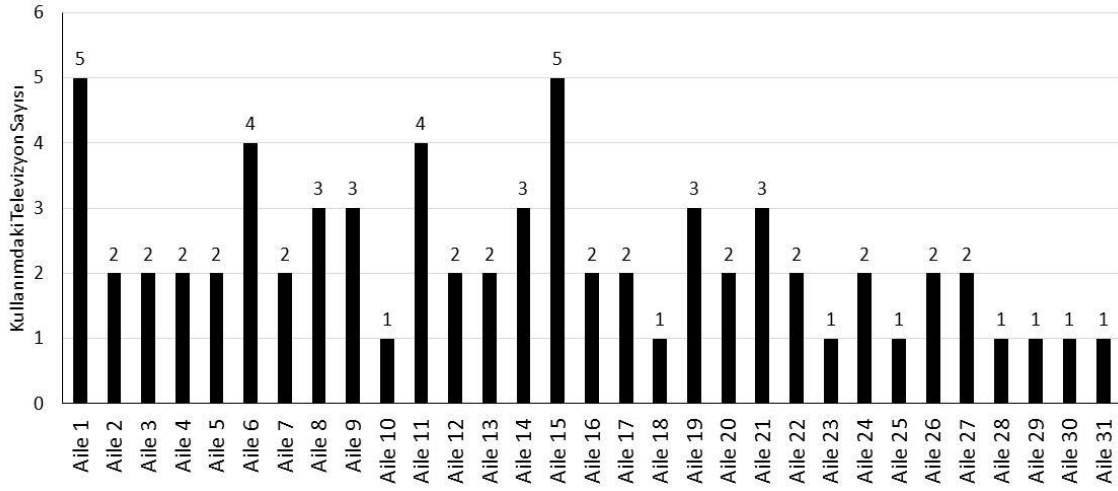
Üretilen e-atık miktarını belirlemek için uygulanan en yaygın yöntem, kullanım halinde bulunan cihazların miktarını belirlemeyi gerektirmektedir. Şekil 5’de anket uygulanan ailelerin kullanımında olan belirli elektrikli ve elektronik ürün miktarları verilmektedir.



**Şekil 5.**

*Anket uygulanan ailelerin kullanımındaki elektrikli ve elektronik ürün sayıları*

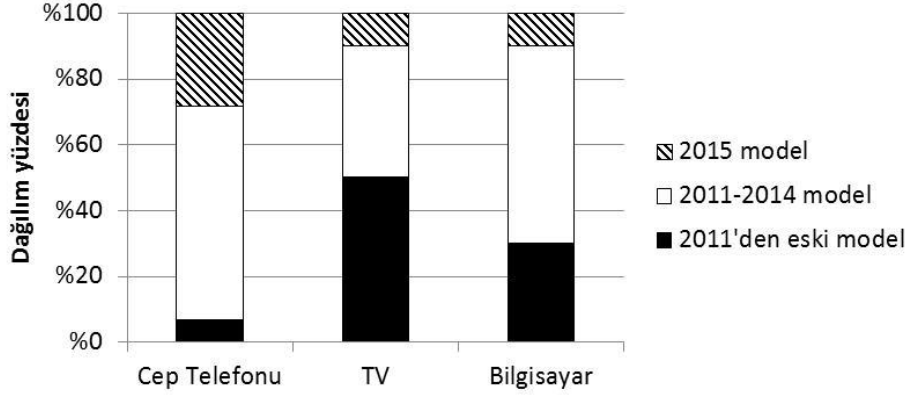
Şekle göre floresan lambaların dışındaki lamba türlerinin çok kullanıldığı, bunu cep telefonu ve floresan lambanın izlediği görülmektedir. Cihaz açısından bakıldığında ise en çok kullanılan 3 cihazın cep telefonu, televizyon ve bilgisayar olduğu görülmektedir. Bu cihazların sayısının aile sayısının üstünde olması dikkat çekmektedir. Bu durum, cep telefonu ve bilgisayar gibi ürünlerin kişisel kullanım için daha uygun olmasıyla açıklanabilirken; televizyon gibi toplu kullanıma uygun bir ürünün de aile sayısından fazla çıkmış olmasının toplumumuzdaki aile yapısının değişmekte olduğunun bir göstergesi olduğu düşünülmektedir. Şekil 6’da ailelerdeki televizyon sahipliği görülmektedir. 31 aile içerisinde yalnızca 8 ailenin ortak bir televizyonu paylaştıkları, 4 ailede de 4 ve üzerinde televizyon bulunduğu dikkati çekmektedir.



**Şekil 6.**

*Anket uygulanan ailelerde televizyon sahipliliği*

Elektrikli ve elektronik cihazların kullanım ömürlerinin sonuna gelinirse bile yeni bir modelin sadece istendiği için satın alındığı, çalışır halde olan ama eskiyen cihazların e-atık haline geldiği bilinmektedir. Bu nedenle anketi uygulayanlara evlerinde bulunan cep telefonu, televizyon ve bilgisayarlarını hangi yılda satın aldıkları sorusu yöneltilmiştir. Şekil 7’de bu cihazların satın alınan yıllara göre dağılımı verilmektedir.

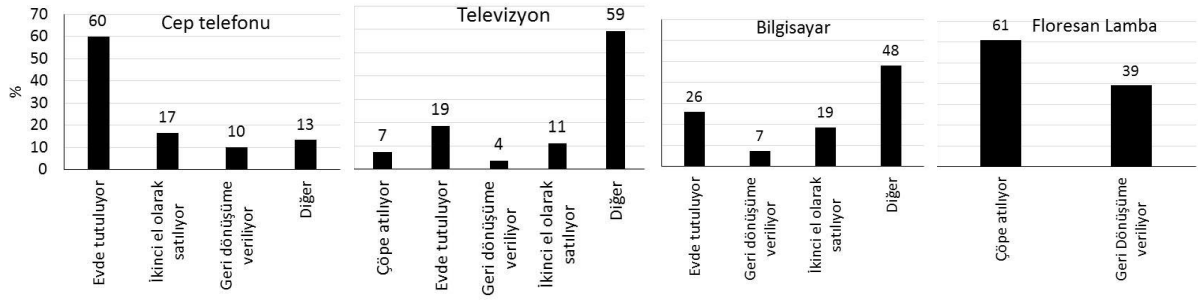


**Şekil 7.**

*Anket uygulanan ailelerin kullanımındaki ürünlerin satın alınan yıllara göre dağılımı*

Satın alınan yıllara bakıldığında (Şekil 6) özellikle cep telefonlarında satın alma yılının daha güncel olduğu ve televizyonların modelinin cep telefonu ve bilgisayara göre daha eski olduğu göze çarpmaktadır.

Kullanım halinde bulunan elektrikli ve elektronik ürünlerin, belli bir süre sona bir e-atık problemi olarak karşımıza çıktığı bilinmektedir. Anket katılımcılarının kullandıkları ürünün atık haline geldikten sonraki davranışları, cep telefonu, televizyon, bilgisayar ve floresan lamba için Şekil 8’de verilmektedir.



**Şekil 8.**

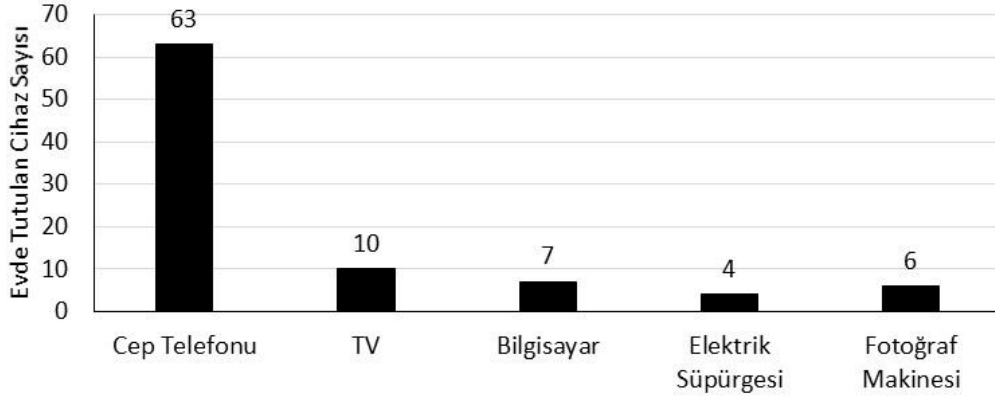
*Anket katılımcılarının kullanmak istemedikleri cep telefonu, televizyon, bilgisayar ve floresan lamba yönetimiyle ilgili davranışları*

Şekil 8’de kullanılmayan cep telefonlarının %60 oranında evde tutulduğu, %17 oranında da ikinci el olarak satıldığı görülmektedir. Cep telefonlarının geri dönüşüme verilme oranı ise %10 oranında karşımıza çıkmaktadır. Telefonların geri kazanımı özellikle taşıdıkları değerli metaller açısından önemlidir. Ancak ülkemizde telefonlardan bu değerli mealleri ayırabilecek ve ekonomiye kazandırabilecek işletmeler henüz oluşmadığı için, telefonların parçalanması sonucu ortaya çıkarılan ve değerli metal taşıyan parçalar yurtdışına gönderilmektedir. Evde tutulan telefonların uygun bir şekilde tekrar kullanımını veya geri kazanımını sağlayacak stratejilerin oluşturulması gerekmektedir.

Televizyon ilk kullanıcı tarafından kullanılmaz hale geldiğinde, %59 oranında tanıdıklara verilmekte, %11 oranında da ikinci el olarak satılmaktadır. %70 yeniden kullanım olarak yorumlanabilecek bu yönetim biçimi atık yönetim hiyerarşisi açısından olumludur. Ülkemizde en nihayetinde geri dönüşümü yapılan televizyonlardan daha çok plastik ve cam elde edilmektedir. Televizyon ağırlığının yaklaşık %23’ünün, çamaşır makinelerinin ağırlığının %36’sının ve buzdolaplarının ağırlığının %40’ının plastikten yapıldığı bilinmektedir (Goosey, 2009). İlk kullanıcı tarafından istenmeyen bilgisayarların da televizyonlara benzer şekilde %48 oranında tanıdıklara verildiği, %19 oranında da ikinci el olarak satıldığı Şekil 8’de görülmektedir. İlk kullanıcı tarafından kullanılmayan bilgisayarların televizyonlara benzer şekilde %67 oranında yeniden kullanıldığı görülmektedir. Anket sonuçlarından floresan lambaların %61 oranında diğer atıklarla beraber çöpe atıldığı anlaşılmaktadır. Bunun nedenleri arasında yeterli geri dönüşüm altyapısının oluşturulmamış olmasının bulunduğu düşünülmektedir.

31 aileyi kapsayan anket katılımcılarının kullanmak istemedikleri, ancak herhangi bir işlem yapmayıp evde tuttukları cihazlar Şekil 9’da verilmektedir. En yüksek oranda evde tutulan cihazın cep telefonu olduğu görülmektedir.

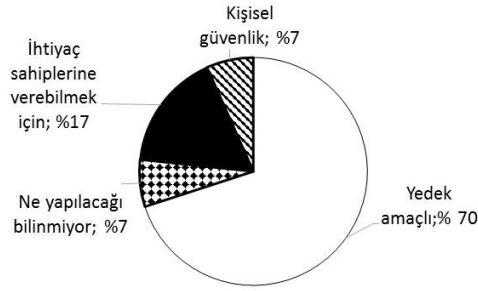




**Şekil 9.**

*Anket katılımcıları tarafından kullanılmadan evde tutulan elektrikli ve elektronik ürün sayıları*

Katılımcılara kullanmadıkları cihazları evde tutma nedenleri sorulduğunda alınan yanıtlar ise Şekil 10'da verilmektedir.



**Şekil 10.**

*Anket katılımcılarının kullanmadıkları elektrikli ve elektronik cihazları evde tutma nedenleri*

Yapılan anket sonuçlarında elde edilen veriler, Robinson (2009) ve Chung ve diğ. (2011) yaklaşımıyla Formül 1 kullanılarak Bursa'daki e-atık potansiyelini tahmini etmek için kullanılmıştır:

$$E = \frac{M \times N}{L} \quad (1)$$

E: Üretilen E-Atık (kg/yıl)

M: Ürün Ağırlığı (kg)

N: Kullanımdaki Ürün Sayısı

L: Ürünün Ortalama Kullanım Ömrü

Formülde ürün ağırlıkları için Tablo 2'deki değerler kabul edilmiştir. Değerler seçilen elektrikli ve elektronik ürünlerin ortalama ağırlığını temsil etmektedir. Ürünlerin ortalama kullanım ömürleri de Tablo 3'e göre alınmıştır.

**Tablo 2. Seçilen ürünlerin ağırlıkları**

Ürün	Ağırlık	Referans
Cep Telefonu	0.1 kg	(E-waste, 2016)
Televizyon	31.6 kg	(Zumbühl, 2006)
Bilgisayar	3.5kg	(E-waste, 2016)
Çamaşır Makinesi	65 kg	(Huisman ve diğ., 2008)
Buzdolabı	35kg	(Huisman ve diğ., 2008)

**Tablo 3. Elektrikli ve elektronik ürünlerin ortalama ömürleri (Robinson, 2009; Öztürk, 2014)**

Cihazlar	Ortalama ömür(yıl)	Türkiye için varsayılan ortalama ömür (yıl)
Cep Telefonu	2	3
Telefon	5	5
Bilgisayar	3	5
Televizyon	5	5
Video Kaydedici ve DVD Oynatıcı	5	5
Bulaşık Makinesi	10	10
Çamaşır Makinesi	8	10
Buzdolabı	10	10
Klima	12	10
Dondurucu	12	10

Bu formüle göre, anket yapılan katılımcılar arasında kullanım miktarı özellikle çok olan cep telefonu, televizyon ve bilgisayar için üretilen atık miktarı hesaplanarak Tablo 4’te verilmektedir.

**Tablo 4. Bursa ili için hesaplanan E-Atık üretim miktarları**

Cihaz	Üretilen Atık Miktarı (kg/kişi.yıl)
Cep Telefonu	0,03
Televizyon	4,36
Bilgisayar	0,48
Çamaşır Makinesi	2,08
Buzdolabı	1,19
<b>Toplam</b>	<b>8,14</b>

REC (2011) tarafından raporlanan bir araştırmaya göre 2011 yılında İstanbul ilinde kişi başına oluşan e-atık miktarının 10,91kg olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktar Bitlis, Hakkâri, Muş ve Van illeri için kişi başına yalnızca 2,48 kg. olarak belirtilmektedir (REC, 2011). Öztürk (2015) çalışmasında, Türkiye’de üretilen 400.000 tonun üzerinde olduğunu ve kişi başına düşen yıllık e-atık miktarının 5.4 kg olduğu tahminini yapmıştır. Balde ve diğ., (2014) tarafından yapılan araştırmada Türkiye için tahmin edilen e-atık miktarının 2014 yılında 503.000 ton ve kişi başı düşen miktarının ise 6,5 kg olarak tahmin edildiği belirtilmektedir. Bu çalışmada Bursa içerisinde farklı gelir gruplarına ait 31 ailede seçilmiş elektrikli ve elektronik cihazların atık oluşturma potansiyeli araştırılmış ve 8,14 kg/kişi.yıl olarak belirlenmiştir. Bulunan sonucun literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak, ürünlerin ortalama ağırlıklarının alındığı, tasarımı, model farklılıkları vb. nedenlerle oluşabilecek ağırlık değişiminin sonucu etkileyeceği;

ailelerin seçilen ürünler dışında çok daha fazla çeşitte elektrikli ve elektronik cihaz sahibi olabileceği, coğrafik bölgelere göre cihaz kullanımının farklılaşabileceği unutulmamalıdır.

## 5. SONUÇLAR

E-atıklar, içerdikleri tehlikeli bileşenler nedeniyle, uygun yönetilmediklerinde çevre ve insan sağlığına tehlikeler sunabilmektedir. Uygun yönetildiklerinde ise olumsuz çevresel etkilerin minimize edilmiş olmasının yanında, içerdikleri bakır, gümüş, altın, paladyum ve benzeri değerli metaller, cam, plastik gibi geri kazanılabilir bileşenler, ekonomiye geri kazandırılabilirlerdir.

Bu çalışmada, Bursa’da evlerde kullanılan elektrikli ve elektronik ürünlerin miktarı, niteliği ve kişi başına düşünen e-atık üretim potansiyeli araştırılmıştır. Yapılan anket çalışmasında en çok kullanılan 3 elektrikli ve elektronik cihazın cep telefonu, televizyon ve bilgisayar olduğu görülmüştür. Özellikle televizyon gibi toplu kullanıma uygun bir ürünün sayısının, aile sayısının üstünde olması, toplumumuzdaki aile yapısının değişmekte olduğunu düşündürmüştür. Cep telefonlarında satın alma yılının diğer ürünlere kıyasla daha güncel olduğu ve televizyonların modelinin cep telefonu ve bilgisayara göre daha eski olduğu göze çarpmaktadır. Kullanılmayan cep telefonlarının %60 oranında evde tutulduğu belirlenmiştir. Evde tutulan telefonların uygun bir şekilde tekrar kullanımını veya geri kazanımını sağlayacak stratejilerin oluşturulması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında, farklı gelir gruplarına ait 31 ailede seçilmiş elektrikli ve elektronik cihazların atık oluşturma potansiyeli 8,14 kg/kişi.yıl olarak belirlenmiştir.

Literatürde rapor edilen araştırmalar e-atık oluşturma potansiyelini hesaplamak için bilimsel bir yaklaşım sunmakla birlikte, katılımcıların çoğunluğunun artık kullanmak istemedikleri cep telefonu gibi ürünlerini hemen atık haline getirmedikleri, evlerinde tuttıkları görülmüştür. Atık tahminleri yapılırken, bu gibi faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Ülkemizde e-atık içerisindeki belirli değerli metallerin ekstraksiyonunu yapabilecek işletmelerin olmadığı göz önünde bulundurulduğunda, bu kaynağın ülkemiz ekonomisine değil yurtdışına kazandırıldığı görülmektedir. Bu alandaki teknolojinin geliştirilmesi, ülkemiz ekonomisi açısından önem taşımaktadır. Ancak, bu atıkların yönetimindeki gerçek çevreci çözüm, e-atık minimizasyonu için gerekli yönetim adımlarının atılmasıyla mümkün olacaktır. Atık minimizasyonunun yolu, öncelikle elektrikli ve elektronik ürün tüketiminin azaltılması, ürün kalitesinin artırılması, ürün modellerinin piyasaya sürülmesinde belli sürelerin geçmesinin sağlanması gibi önlemlerle piyasaların kontrolünden geçmektedir. Piyasa kontrolünün yanısıra, elektrikli ve elektronik cihaz üreticilerinin “Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu” çerçevesinde, geri dönüşümü kolaylıkla mümkün olan ürün tasarımı yapmalarının sağlanması e-atık yönetimine önemli bir katkı sağlayacaktır. Özellikle, ülkemizde imal edilmemiş ürünlerin ithalatı yapılırken sadece ucuz olması değil, ürünlerin kalitesi, ürünlerin atık haline gelme süreleri ve atık haline geldiklerinde nasıl yönetilecekleri göz önünde bulundurulmalıdır. Unutulmamalıdır ki ülkemize ürün olarak sokulan pek çok elektrikli ve elektronik ürün, kısa bir sürede e-atık haline gelmekte; bu atıklar genellikle uygun yönetilmediği için çevre ve insan sağlığına tehlike sunmaktadır. Örneğin Uzakdoğu pazarından ülkemize gelen piller çok kısa bir süre zarfında tehlikeli atık problemi haline gelmektedir. Sayıları her gün artmakta olan e-atıkların yönetimi için ulusal ve yerel ölçekte somut ve yaygın adımların atılması, özellikle atık minimizasyon önlemlerinin ulusal ekonomi politikalarıyla entegre bir şekilde alınması hem çevresel hem de ekonomik anlamda önem taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

1. AEEKY (2012), Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, R.G. Tarihi: 22.05.2012, R.G. Sayısı:28300, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

2. Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015), R.G. Tarihi: 2.04.2015, R.G. Sayısı:29314, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
3. Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2015) The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany.
4. Chung, S.S., Lau, K.Y., Zhang, C. (2011) Generation of and control measures for e-waste in Hong-Kong, Waste Management, 31, 544–554. doi:10.1016/j.wasman.2010.10.003
5. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2016), İzin Lisans ve Geçici Faaliyet Belgesi Alan İşletmeler. Erişim adresi: <http://www.csb.gov.tr> (Erişim tarihi: 10.01.2016)
6. Dwivedy, M., Mittal, R.K. (2010) Estimation of future outflows of e-waste in India. Waste Management, 30, 483-491. doi:10.1016/j.wasman.2009.09.024
7. E-waste, (2016). Average weight of selected electric and electronic appliances. Erişim adresi: <http://ewasteguide.info/weight> (Erişim tarihi: 28.04.2016)
8. Goosey, M. (2009) Introduction and overview. In: Hester RE, Harrison RM (eds) Electronic waste management. Royal Society of Chemistry, Cambridge University Press, Cambridge.
9. Ha, N.N, Agusa, T., Ramu, K., Tu, N.P. C., Murata, S., Bulbule, K.A., Parthasaraty, P., Takahashi S., Subramanian, A, Tanabe, S. (2009) Contamination by trace elements at e-waste recycling sites in Bangalore, India, Chemosphere, 76, 9–15. doi:10.1016/j.chemosphere.2009.02.056
10. Huisman, J., Magalini, F., Kuehr, R., Maurer, C., Ogilvie, S., Poll, J., Delgado, C., Artim, E., Szelezak, J., Stevels, A. (2008). 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Final Report, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany.
11. Li, J., Tian, B., Liu, T., Liu, H., Wen, X., Honda, S. (2006) Status quo of e-waste management in mainland China, Journal of Water Cycle and Waste Management, 8, 13-20. doi:10.1007/s10163-005-0144-3
12. Luo, Q., Wong, M., Cai, Z. (2007) Determination of polybrominated diphenyl ethers in freshwater fishes from a river polluted by e-wastes, Talanta, 72, 1644–1649. doi:10.1016/j.talanta.2007.03.012
13. Öztürk, T. (2015) Generation and management of electrical–electronic waste (e-waste) in Turkey. Journal of Material Cycles and Waste Management, 17, 411–421.doi: 10.1007/s10163-014-0258-6
14. REC (2011) Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar Direktif (AEEE) (2002/96/EC) Düzenleyici Etki Analizi, Bölgesel Çevre Merkezi (REC) Türkiye, Ankara.
15. Robinson, B.H. (2009) E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. Science of the Total Environment, 408, 183–191. doi:10.1016/j.scitotenv.2009.09.044
16. Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Schnellmann, M., Sinha-Khetriwal, D., Böni, H. (2005) Global perspectives on e-waste. Environmental Impact Assessment Review, 25, 436 – 458. doi:10.1016/j.eiar.2005.04.001
17. Zumbühl, D. (2006). Mass flow assessment (MFA) and assessment of recycling strategies for cathode ray tubes (CRTs) for the Cape Metropolitan Area (CMA), South Africa, MSc Thesis, ETH Zurich / Empa, Zurich / St.Gallen.