

Prof. Dr. Adil Denizli *

Emir Alper Türkođlu **

Kemal Çetin ***

* Hacettepe Üniversitesi,
Kimya Bölümü,
Biyokimya Anabilim Dalı

Çöpe Giden Teknoloji

E-Atıklar



Son 20 yılda akıllı teknolojilerin yanı sıra gösterişli tasarımlara da sahip olan elektronik cihazların bir önceki sürümlerinin, ilgi çekici pazarlama stratejilerinin de katkısıyla değerini kaybetmesi, bu cihazları çöp alanları için potansiyel bir atık haline getirdi.



Tablo 1. Elektronik cihazların dünya genelinde satış miktarları

	2010	2011	2012	2013	2017
Masaüstü ve Dizüstü Bilgisayarlar	350,9 milyon	352,8 milyon	341 milyon	320 milyon	271 milyon
Tabletler	19,5 milyon	72,7 milyon	103,4 milyon	240 milyon	467 milyon
Ultrabooklar			9,8 milyon	20,3 milyon	96 milyon
Televizyonlar	247 milyon	255 milyon	238,5 milyon		270 milyon
Cep Telefonları	1,21 milyar	1,59 milyar	1,75 milyar	1,82 milyar	2,1 milyar

Elektronik cihazların küresel pazarı büyürken, kullanım ömürleri giderek kısalıyor. Örneğin bir bilgisayarın ortalama ömrü doksanlı yıllarda 4-5 yıl iken günümüzde ortalama 2 yıla kadar düştü. Dünyada biriken elektronik atıkların hacmini tahmin etmek zor olsa da, 1997-2010 dönemine ait bilgilerden yola çıkılarak ABD, Çin ve Japonya'daki elektronik atıkların hacminin hesaplandığı bir çalışmada, her yıl 130 milyonun üstünde bilgisayarın, monitörün ve televizyonun atık konumuna geçtiği ve bu sayının gün geçtikçe arttığı tahmin ediliyor (Tablo 1). Sadece ABD'de 1997-2007 yılları arasında yaklaşık 500 milyon bilgisayar kullanımdan çıktı. Bu rakam Japonya'da 2010 yılının Kasım ayının sonuna kadar 610 milyon bilgisayardı. Çin'de 2003 yılı itibarıyla her yıl 5 milyon yeni bilgisayar ve 10 milyon yeni televizyon satılıyor ve her yıl 1,11 milyon ton e-atık ortaya çıkıyor. Bu veriler ışığında diğer ülkelerin de benzer bir e-atık hacmine sahip olduğu düşünülebilir.

Gelişmekte olan bazı ülkelerde alım gücünün düşük olması ve başka sorunlardan dolayı e-atıklar şu an için sorun oluşturmuyor. Bu ülkelerdeki e-atık sorununun temelini gelişmiş ülkelere ithal edilen elektronik malzemeler ve e-atıklar oluşturuyor. Çünkü batılı ülkeler tarafından ihraç edilen tüm e-atıkların %80'i eski ve doğaya dost olmayan malzemelerden oluşuyor. Birçok araştırmacı, e-atıklardan doğaya salınan zehirli metallerin ve kimyasal maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerinde ciddi zararları olduğunu gösterdi. Çin, Kamboçya, Hindistan, Endonezya, Pakistan, Tayland ve Nijerya gibi ülkeler, gelişmiş ülkelere e-atık alıyor.



Ancak bu atıkların neden olduğu sağlık sorunları ve toplumsal sorunlardan dolayı son zamanlarda Çin, Hindistan ve diğer Asya ülkeleri ithal edilen e-atıkların bertaraf edilmesi ve yönetimiyle ilgili yeni yasalar hazırlıyor. Bunun yanı sıra elektronik endüstrisindeki üreticilerden bazılarının, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelere ileri teknolojiler kullanarak e-atıklarının güvenli olarak bertaraf edilmesi konusunda girişimleri var.

Elektronik atıklar doğru yönetilmediği takdirde insan sağlığını ve doğayı ciddi şekilde tehdit edebilecek çeşitli zehirli maddeler içerir. E-atık bertaraf işlemleri, ciddi kirliliğe yol açma riski taşıyan atığı gömme ve yakma işlemlerinden oluşur. Toprağa gömme sonucu oluşan sızıntı suyu yeraltı suyuna potansiyel zehirli bileşikler taşıırken, yakma işlemi de atıkların fırınlarda yakılması sonucunda atmosfere zehirli gazlar salınır. Bunun yanı sıra e-atıkların geri dönüşümü çevreye zararlı bileşiklerin yayılmasına neden olur. Şu an bilinen 1000'den fazla zehirli bileşik olmasına karşın ağır metal olarak baryum (Ba), berilyum (Be), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), kurşun (Pb), lityum (Li), cıva (Hg), mangan (Mn), nikel (Ni), selenyum (Se) ve gümüş (Ag), kalıcı organik kirletici olarak da bromlu alev geciktiriciler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAHs), polivinil klorürler (PVCs), poliklorlanmış bifeniller (PCBs) sayılabilir (Tablo 2).

E-atıkların sağlık üzerine etkileri iki yolla gerçekleşir. Birinci yolda e-atıklarda bulunan zehirli maddeler besin zincirine girer ve besin zincirinin son basamağında bulunan insanlara ulaşır. İkinci yol ise bu tip atıkların bulunduğu alanlardaki işçilerin zehirli maddelerle doğrudan temasıdır. Yapılan çalışmalarda, e-atıkların geri dönüşümünün yapıldığı bölgelerde yaşayan insanlardan alınan kan, serum, saç, idrar ve süt örneklerinde önemli miktarlarda zehirli bileşikler tespit edildi. Örneğin Gana'da ilkel şartlarda geri dönüşüm yapılan bir bölgede çalışan işçilerden alınan idrar örneklerinde ciddi miktarlarda demir, kurşun ve antimona rastlandı.

Tablo 2. E-atıklarla ilişkili zehirli kimyasal maddeler ve sağlık üzerine etkileri

Madde	E-atıktaki kullanımı	Sağlık üzerine etkisi
Kurşun	Katot ışını tüpleri, lehim, floresan tüpler, kurşun asit pili, baskılı devre kartları	Beyne, sinir sistemine, böbreklere, üreme sistemine zarar verebilir ve kan hasarlarına neden olabilir. Düşük derişimlerdeki demir ceninde ve küçük çocuklarda beyne ve sinir sistemine zarar verir. Demirin doğada birikiminin insan sağlığı üzerinde akut ve kronik etkileri vardır.
Nikel	Piller, baskılı devre kartları, katot ışını tüpleri	Bronşite, alerjik tepkimelere, akciğer işlevlerinin zayıflamasına ve akciğer kanserine neden olur.
Cıva	Piller, bazı ampul ve lamba tipleri	Beyne, böbreklere ve cenine zarar verebilir.
Kadmium	Şarj edilebilir NiCd piller, yarı iletken çipler, yazıcı kartuşları ve tonerler	Özellikle böbreklerde geri dönüşü olmayan sağlık sorunlarına yol açar.
Berilyum	Güç kaynakları, anakartlar, röleler	Kanserojenidir, akciğer kanserine ve deri hastalıklarına neden olur.
Selenyum	Eski fotokopi makineleri	Yüksek derişimleri kronik selenyum zehirlenmesine (selenosis) neden olur.
Polivinil klorür	Monitörler, klavyeler, kablolar ve plastik bilgisayar gövdeleri	Tehlikeli bileşimler ve havayı kirleten zehirli maddeler içerir. PVC'nin yanmasıyla yüksek miktarda hidrojen klorür açığa çıkar. Hidrojen klorür havanın nemıyla birleşerek, solunum sorunlarına yol açan hidroklorik asit oluşumuna neden olur.



Bu ve buna benzer birçok çalışmadan elde edilen verilerle e-atıkların bulunduğu bölgelerde sadece işçilerin değil, yerel halkın ve çocukların sağlığının da olumsuz yönde etkilendiği görüldü. Stockholm Sözleşmesi, kalıcı organik bileşikler küresel olarak azaltsa ve yasaklansa da, bazı ülkelerde bu sözleşmenin getirdiği zorunlulukların uygulanmasında önemli gecikmeler yaşanıyor. Örneğin 1989'da hazırlanıp 1992'de uygulamaya konulan, tehlikeli atıkların sınır aşırı taşınması ve bertaraf edilmesine ilişkin Basel Sözleşmesi'ne dünyanın önde gelen e-atık üreticilerinden olan bazı ülkeler uymadı.

Buna karşın özellikle son yıllarda Hollanda, İngiltere, Almanya, İsviçre, Japonya, ABD, Kanada (bazı bölgelerin

de), Hindistan ve Tayland gibi ülkelerde elektronik atık yönetimiyle ilgili olarak e-atıkların geri kazanımının desteklenmesi ve çöp alanlarında atık bertaraf edilmesinin yasaklanması gibi çeşitli uygulamalar yapılıyor. Yukarıda sayılan uygulamaların yanı sıra Avrupa Birliği, Kanada, Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Japonya, Filipinler, Birleşik Krallık, AB-Devletleri, Güney Afrika, Güney Kore, İsviçre, Tayvan gibi ülkelerde de üretici sorumlulukları ve yükümlülükleri, elektronik aletlerde kullanılan malzemelere getirilen sınırlamalar, atıkların taşınması, bertaraf edilmesi, geri dönüşümü gibi konularda düzenlemeler yapılıyor, yasalar hazırlanıyor. Günümüzde e-atık sorununun azaltılmasına yönelik olarak çevre dostu biyobozunur yeni malzemelerin

tasarımı üzerine de çalışmalar hız kazandı. Bu çalışmalardan biri de İtalyan Bio-on şirketinin piyasaya sürdüğü bir çeşit biyoplastik. Suda ve toprakta %100 çözünebilen bu biyoplastik, uygun nano yapılarla bütünleştirilerek elektrik iletkenliği kazanacak. Bio-on, bu malzemenin endüstride kullanılmasıyla e-atık hacminde her yıl 50 milyon ton azalma bekliyor.

Kaynaklar

- Kiddee, P., Naidu, R. ve Wong, M. H., "Electronic waste management approaches: An overview", *Waste Management*, Cilt 33, Sayı 5, s. 1237-1250, 2013.
- Wath, S. B., Vaidya, A. N., Dutt, P. S. ve Chakrabarti, T. A., "Roadmap for development of sustainable E-waste management system in India", *Science of The Total Environment*, Cilt 409, Sayı 1, s. 19-32, 2010.
- Milovantseva, N. ve Saphores, J.-D., "E-waste bans and U.S. Households' preferences for disposing of their e-waste", *Journal of Environmental Management*, Cilt 124, s. 8-16, 2013.
- Facts and Figures on E-Waste and Recycling, http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts_and_Figures_on_EWaste_and_Recycling.pdf
- Bioplastic 'Could Cut 50M Tons of E-Waste', <http://www.environmentalleader.com/2013/10/14/bio-on-launches-conductive-bioplastic/>