

# Çevre Dostu Elektronik Ürünlere Doğru

## Bora Güngören

EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Üyesi  
bora.gungoren@emo.org.tr

## Ali Haydar Gümüş

EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Üyesi  
alihaydar.gumus@emo.org.tr

15-16 Haziran 2006 günlerinde TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) İstanbul'da "Doğa Uyumlu Elektronik Tasarım" başlıklı bir konferans düzenledi. Şubemizi temsilen izleyici olarak katıldığımız bu konferans hem bir çok konuda bilgilerimizi tazeleme hem de ilginç görüşler alma şansı yarattı. Konferanstaki izlenimlerimizi bu yazı ile sunmak istedik.

### Çevre Dostu ile Ne Kast ediyoruz?

Bir ürünün çevre dostu olarak nitelenmesi için o ürünün üretim sürecinden başlayarak, taşınması, kullanımı ve ardından kullanım ömrü dolduktan sonra çöpe atılması ya da yeniden işlenmesi süreçlerinin çevreye mümkün olduğunca az etkisi olması gerekiyor. Elbette bizler mühendisler olarak bu tür tanımları sayısal ölçümlerle ve değerlendirmeleyle desteklemek zorundayız.

Araştırmalar elektrik enerjisi kullanan ürünlerin, özellikle de yaygın kullanılan tüketici elektroniği ürünlerinin (beyaz eşya, televizyonlar, ses düzenleri, mutfak gereçleri, oyuncaklar, vs) ve bilgisayar ekipmanlarının ciddi çevresel etkisi olduğunu ortaya koymuş. Çünkü bu ürünlerin üretiminde çok sayıda tehlikeli kimyasal kullanılmakta. Her bir kimyasalın ne kadar kullanıldığı ve ürünün tüm ömrü içinde çevreye ne kadar etkisi olduğunu ölçen çalışmalar yapıldıktan sonra bir çok ülkede çevre koruma amaçlı yasal düzenlemeler söz konusu oldu. Avrupa Birliği bu alanda diğer coğrafyalara göre daha katı düzenlemeleri ile ünlü. Katıldığımız konfe-

ransın odak noktası olan RoHS ve WEEE yönetmelikleri de bu düzenlemeler içinde. AB dışında, AB ile yoğun ticaret içinde olan Japonya da RoHS ve WEEE'nin eşi sayılabilecek benzer yönetmelikler kurgulamış. Amerika Birleşik Devletleri ise fayda maliyet analizi sonucunda bu yönetmeliklerin uygulanmasını çok maliyetli olacağı düşüncesi ile kabul etmemiş. Yani ABD'de satılan elektronik ürünler için özellikle çevre dostu olmak gerekli değil ama AB'de 1 Temmuz 2006'dan başlayarak RoHS yönetmeliği geçerli.

### Çevre Dostu Ürün Nasıl Üretilecek?

Çevre dostu bir elektronik ürünün üretilmesi için öncelikle içinde kullanılan tüm parçaların (temel bileşenler dışında entegreler, kablolar, kartlar, şaseler, vidalar, vb.) tek tek çevre dostu olması gereklidir. Burada kurşun ve kadmiyum başta olmak üzere 6 tane zararlı madde için ağırlıktaki azami oranlar belirlenmiş. Bu oranların üzerine çıkan bir bileşen çevre dostu olmuyor.

İlgili yasal kuruluş, rafta duran rastgele bir ürünü alıyor ve fiziksel olarak parçalara ayırıp tek tek her bileşeni incelemeye tabi tutuyor. Bir anahtarın üzerindeki yazıyı parlaticı bir boya ile parlatırken zararlı madde oranını aşarsanız ürünü beğenmiyorlar. Sizden ürünü çevresel etki bakımından iyileştirmenizi istiyorlar ve bunun için de bir süreniz oluyor.

Bu durumda biz elektronik ürünleri tasarlarken üretimin çevre dostu bileşenler ile yapıla-



çağını varsaymak durumundayız. Çevre dostu bileşenlerin karakteristik özellikleri genelde eski bileşenlerden farklı değil. Bu da elektronik tasarımı özellikle bir çıkmaza götürmüyor. Ancak önemli bir problem üretim sürecinde karşımıza çıkıyor: Lehim.

### Kurşunsuz Lehim

Klasik lehimleme sürecinde kullandığımız materyal kurşun açısından çok zengin. Kurşunun yumuşak ve aynı zamanda kütlece ağır bir metal olması lehimler için istenen bir çok özellik sağlıyor. Örneğin lehim sürecinde kullanılan sıcaklığın çok geniş bir aralıkta oynamasına izin veriyor. Ayrıca devreler çalışırken ya da ortam sıcaklığındaki artışlar sırasında kart ve elemanın farklı oranlarda genleşmesi ve uzaması nedeni ile lehim aradaki bağlantıyı esneyerek koruyor. Lehim yaparken kullandığımız ekipman kolay temizleniyor ve uzun ömürlü oluyor.

Ancak kurşunsuz lehim söz konusu olduğunda resim bu kadar açık değil. Öncelikle değişik lehim formülleri arasında henüz pazara hakim olmuş bir formülden bahsedemiyoruz. Bu da değişik üretim süreçlerinde değişik formüllerle çalışmayı gerektiriyor. Örneğin ciddi miktarda gümüş içeren bazı formüller aşırı yüksek fiyat nedeni ile terk edilmiş. Şu anda kullanılan diğer formüller de çeşitli teknik sorunlar yaşıyor.

Örneğin, kurşunsuz lehimin uygulandığı sıcaklık sadece 10 derecelik bir bant üzerinde gerçekleşiyor. Aynı zamanda bu sıcaklık bandı 265-275 derece arasında olduğu için bir çok bileşenin yanması riski de var. Lehimin soğuması da ayrı bir grup problem getiriyor. Bu kısıtlamalar sıcaklığın kontrolünü ciddi bir süreç kontrol problemine çeviriyor. Bu süreç aslında bir Metalurji ya da daha çok Kimya Mühendisliği süreci de sayılır. Zaten RoHS ile ilgilenen kişilerin arasında ciddi sayıda Kimya Mühendisi var.

Ancak kurşunsuz lehimin elektronik tasarım için getirdiği ana problem uygulama sıcaklığı değil. Lehim hataları (örneğin kabarcık oluşumu, çatlaklar ya da bacaklardaki lehimlerin arasında bağlantı oluşması) artıyor ve lehimin güvenilirliği düşüyor. Yani lehim hatası için beklediğimiz ortalama süre (mean time before failure - mtbf) kısalıyor. Eskiden 7-10 yıl olarak beklenen süreler 5 yıl gibi zamanlara inebiliyor. Zaten bu yüzden yüksek güvenilirlik istenen biyomedikal, askeri ve yangın alarmı türü kontrol uygulamalarında şu

an için bu yönetmelikler geçerli değil. Ancak geri kalan ve elektronik üretimin kaba kütlelerini oluşturan alanlar için önemli sorunlar ortaya çıkabiliyor. Bu sorunlar da ürünlerin tasarımı ve test edilmesindeki yenilikler ile çözülmesi gerekli.

Tasarımın özellikle üretim sürecinden haberdar olarak yapılması ve üretim, test ve tasarım ekiplerinin daha sıkı bir işbirliğine gitmesi kaçınılmaz. Bir fabrikada üretim planlamanın isteği nedeni ile yarı tamamlanmış kart stokları olacağından, çoğu kez bir kartın fırınlama sonrası dahi yeniden işleme alınması söz konusu olabilir. Bu da kurşunsuz lehim kullanımında ek sorunlar ortaya çıkartıyor. Bu ek sorunların asgariye inmesi için tasarımın daha dikkatli çalışması gerekli.

İnceleme süreci de zorlaşıyor. Kurşunsuz lehimin uygulama sonrası görsel incelemesi farklı bir nitelikte görünüm sunuyor. Bu nedenle deneyimli kişiler dahi bazen sorunsuz bir kurşunsuz lehim sorunu olarak sınıflandırabiliyor ya da sorunlu bir lehim gözden kaçırabiliyor. Belki de değişik ve yenilikçi test tekniklerinin gelişmesi gerekli olabilir.

### Çöpe Atılan Ürünlerin İşlenmesi

Bu arada önemli bir saptama da çevresel etkinin önemli bir bölümünün kullanım sonrasında çöpe atılan ürünün yanlış biçimde işlenmesinden kaynaklandığı yönünde. Elektronik ürünlerin içindeki bir çok parça yeniden kullanılabilir, hatta ürünler elden geçirilip yeniden piyasaya bile sürülebilir. Yeniden kullanıma sunulamayacak olan parçaların da doğru biçimde imha edilmesi ve içerdikleri hammaddenin yeniden parça üretimine sunulması mümkün. Bu şekilde bir elektronik ekipmanın ağırlığının %70'inin geri kazanılması çok kolay.

Ulusal hükümetler ve dolayısı ile Avrupa Birliği, bu konunun üzerine giderek WEEE olarak kısalttığımız "çöpe atılan elektronik ürün" yönetmeliği çıkartmıştır. Bu yönetmelik AB'de satılan her mal için üretici firmayı "çöpe atılınca geri alma" işinden de sorumlu kılıyor. Ayrıca tüketicinin kendisi ve belediyelere de çeşitli sorumluluklar yüklenmiş. Bunun nasıl uygulanacağı ise şimdilik biraz karışık.

Öncelikle satış noktasında eski ürünü verip yenisini alma durumundaki tüketici isterse, satıcıya eski ürünü verip sorumluluğu üzerinden atabiliyor. Burada aynı marka olma

gereği de yok. Sadece benzeri ürün olmalı. Mesela bir beyaz eşya verince başka bir beyaz eşyanızı düzgün biçimde işlensin diye satıcıya verebiliyorsunuz.

Üretici firmaların sorumluluğu içinde bir ya da birden fazla merkez kurup toplanan elektronik eşyaların düzgün biçimde sökülmesi ve takip eden işlemlerin yapılması işinin finansmanı da yer alıyor. Dolayısı ile çöp olarak nitelediğimiz elektronik eşyalar için ülkemiz de dahil olmak üzere bir çok ülkede imha işlemleri yapan merkezler açılacak. Bu merkezleri üreticiler de işletebilir ya da pazar payları oranında bir parayı bu merkezleri işleten üçüncü kuruluşlara (kamu ya da özel olabilir) işletme finansmanı olarak aktarabilirler.

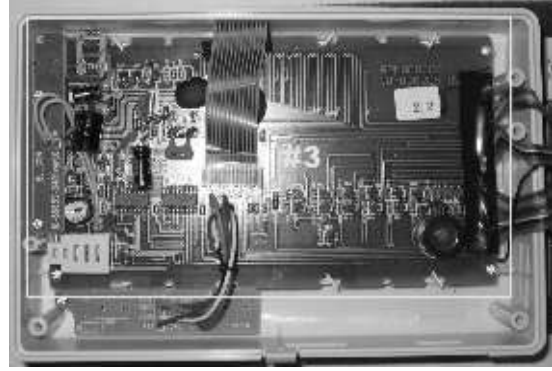
Firmalar ayrıca kendi ürünlerinin kolayca sökülebilmesi için bu merkezlere kolaylık sağlaması da gerekecek. Özellikle bazı karmaşık bileşenlerin kolayca parçalara ayrılabilmesi için yeniden tasarlanması gerekebilir. Bu zaten bakım onarım için de önemli bir avantaj sağlayacağından üreticilerin bu tür gereksinimlerin özellikle bir sorun yaratmayacağını düşünebiliriz.

### **Homojen Madde Kuralı**

Parçalara ayrılan ürünün daha sonra yeniden işlenmesi ya da geri kazanımı söz konusu olduğunda; önemli bir sorunla karşılaşıyoruz. Özellikle zehirli maddeler içeren parçaların çevresel tehdit yaratmadan ayrılabilmesi ve ayrıca depolanması ya da imha edilmesi gerekli. Peki bu nasıl olacak?

WEEE ile biri birini tamamlayan RoHS yönetmeliği ayrıca "her bir parçanın homojen maddeden oluşması" zorunluluğu ile bu sorunu aşıyor. Homojen madde tanımı, ürün "fiziksel" yollarla parçalandığı zaman (darbe, çekme, kesme, ısıtma, vb.) ürünün her bir parçasının homojen kalacağı anlamına geliyor. Örneğin lehimli sıyrıldığınızda kartta ve bileşen bacaklarında lehim kalmaması gerekli. Zaten RoHS için ürün bazında yapılacak olan teftiş de bu türde bir teftiş. Homojen madde gereksinimi ilk bakışta uygulaması kolay gözükse de pratikte üretim sürecinin incelenmesini ve geliştirilmesini gerektiriyor.

Belediyeler bu toplama ve işleme tesislerine arazi, vb. destekleri ücretsiz vermekle yükümlü. Ancak tesislerin hangi coğrafi alanı kapsayacağı ve nerede kurulacağı konuları belirsiz. Ayrıca WEEE'nin uygulanmasında



ülkeler hatta bölgeler arasında teknik farklar oluşabilir. Bu da bir ülkenin çöpünün ötekisine aktarılması ve daha az işlenip daha çok çevresel tehdit oluşturmasına neden olabilir. Bu konudaki asimetriklerin önlenmesi için hem ulusal hükümetlere hem de belediyelere önemli bir işbirliği görevi düşüyor.

### **Enerji Kullanımı**

Yine yapılan bazı araştırmalar göstermiş ki elektrik enerjisi kullanan ürünler uzun ömürlerini de hesaba katınca çok ciddi miktarda enerji tüketiyor. Bu enerji gereksinimi eninde sonunda bir yolla karşılanacağına ve yakıtla dayanan geleneksel enerji üretimi yolları çevreyi kirlettiğine göre, elektrik enerjisi kullanan ürünlerde (energy using products - EuP) enerji kullanımını açısından iyileştirmeler istenebilir. Bu ürünlerle ilgili AB yönetmelikleri de firmalardan iyileştirme istemekte. "A sınıfı" gibi ibarelerin kullanımı ve tüketicilerin kamu kuruluşları tarafından bilgilendirilmesi ile enerji açısından çevre dostu ürünlerin pazar payının artması bekleniyor.

Gerçekten de bir ürünün tükettiği enerjiden dolayı yarattığı çevresel etki, üretim sürecinin katlarla üzerinde. Dolayısı ile bu yöndeki yönetmeliklerin uygulanması ve üreticileri daha az enerji kullanan ürünlere zorlamak hem pratikte hem de daha kısa sürede çevresel açıdan daha iyi bir duruma gelmemize yardımcı olacaktır.

### **İdari ve Ticari Boyutlar**

Konferans katılımcıları sanayiden geldikleri için işin teknik yönü ötesinde ticari boyutu da yoğun biçimde tartışıldı. RoHS uyumlu hale gelme işini bitiren iki önemli sanayi kuruluşumuz olan Vestel ve Beko'nun sunumlarının ardından tartışılan konuları özetlemek istersek şu noktalara değinmemiz gerekir:

● RoHS, WEEE ve EuP gibi yönetmeliklerin uygulanması için gerekli süreç değişiklikleri ne yazık ki her zaman ucuz olmuyor. Zaman zaman ekipman yenilemesi, daha pahalı tedarikçilere geçilmesi gibi sonuçlar da doğurabiliyor. Bu da aniden gelen nakit gereksinimlerine yanıt veremeyen KOBİ'ler için önemli sorunlar demek. Bir çok KOBİ'nin bu yönetmeliklere uyum sağlayamadığı için AB pazarına satışta zorluk çekeceği tahmin ediliyor. Ulusal hükümetlerin KOBİ'lerin bu geçiş aşamasında korunması için planlar yapması gerekli. Aksi takdirde bazı dar alanlarda kendiliğinden tekel oluşumlarına yol açılabilir.

● RoHS uyumu için yapılan testler X ışını tabanlı ve oldukça pahalı ekipmanlar gerektiriyor. Büyük üreticiler bu cihazlara yatırım yapıp kendileri satın alırken KOBİ'ler ise bu cihazlara sahip akredite laboratuarlardan test hizmeti satın alıyor. Ulusal hükümetlerin işlettiği laboratuvarların bu cihazlara sahip olması da bu sefer test alanında özel tekellerin oluşmasının önüne geçebilir.

● Ayrıca bir üretici hem AB pazarına hem de RoHS'a gereksinim duymuyorsa kademeli olarak tüm üretim bantlarını RoHS'a uyumlu hale getirmesi daha mantıklı çünkü aynı bantta iki türlü üretim yapmanın bir çok teknik zorlukları var. Yani müşteri istemese bile RoHS uyumlu olmak gerekebiliyor.

● Bileşen, kart, kablo ve lehim gibi malzemeleri imal eden firmalar için AB ve Japonya dışı pazarlar ve bu pazarlara ürün satan firmalar hâlâ aktif müşteriler ancak zaman içinde üretim bantlarındaki dönüşümler nedeni ile bir daralma yaşanacağını öngörebiliriz.

Bir üretici firmanın RoHS uyumunu ürün bazında ya da tedarik zinciri bazında takip etmesi mümkün. Uygulayıcı kuruluşlar her iki türde de verilen raporları kabul ediyor. Deneyim aktarım sunumlarında, büyük şirketlerin her ikisini de denediğini ancak maliyet nedeni ile tedarik zinciri bazında takibi tercih ettiğini öğrendik. Bununla birlikte tedarik zinciri bazında takip çok ciddi ve kapsamlı bir envanter yönetimi sistemi de gerektiriyor. Bu tür bir sistemi daha önce kurmamış olan üreticilerin sıfırdan kurması gerekebilir.

Çöpe giden ürünlerin geri toplama mekanizmasının nasıl işleyeceği belirsiz olduğu için değişik üreticiler arasında bu sistemin maliyetinin nasıl bölüşüleceği ya da yurt

dışından nasıl geri toplama yapılacağı konusunda soru işaretleri var. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın ilgili konudaki yönetmelikleri teknik olarak hazır olsa da idari onay beklediği ve hemen uygulamaya geçmeyeceği için belirsizliği daha da artırıyor.

## Sonuç

Doğaya uyumlu ürünler için gelen bu yeni yönetmelikler çevrenin korunması için ciddi fırsatlar getirirken, elektronik eşya ve bileşen üretim sanayi ve yan sanayi için de önemli tehditler getirmekte. Özellikle KOBİ'lerin RoHS, WEEE ve EuP konularında bilinçlendirilmesi ve bu yönetmeliklere uyum konusunda desteklenmesi ülkemiz için acil öncelikte bir konudur. Aksi takdirde, yerli üretici firmalarımız 1 Temmuz 2006'dan itibaren Avrupa Birliği içinde, tahminen 2008'den itibaren de Türkiye'de satış yapamaz duruma gelebilirler.

Bizler, mühendis olarak, zaten ülkemizdeki ticari firmaların yaşatılması kaygısının da ötesinde bir kaygıyı doğanın korunması için gütmek durumundayız. Bu nedenle bu ve benzeri yönetmeliklerin uygulanmasında görev alanlar da bizler olacağımıza göre konuyu detaylı biçimde öğrenmemizde yarar var.

Konferansta gözlemlediğimiz kadarı ile TÜBİTAK MAM bu konudaki ciddi, kapsamlı ve titiz çalışmaları ile konuya her açıdan hakim durumdadır. EMO'nun ve ayrıca konuyla ilgisi nedeni ile Çevre Mühendisleri Odası ve Kimya Mühendisleri Odası'nın TÜBİTAK MAM ile yoğun iş birliği geliştirmeleri ve konuyu sürekli olarak gündemde tutmaları gereklidir. Sadece üreticiler değil, özellikle belediyeler ve tüketici örgütleri de bilgilendirilmelidir.

