



Prof. Dr. Fevzi YILMAZ
Fatih Sultan Mehmet
Vakıf Üniversitesi
Öğretim Üyesi

Alüminyumda Geri Dönüşümün Artan Önemi

Geri dönüşüm, hurda vasfı kazanmış yarı ürün ve ürünlerin doğaya atılmayıp çevrime (ve kullanıma) alınmasını tarif eden genel ifadedir. Hurda alüminyumunu yeniden değerlendirme (recycling), geri kazanma (recovery) ve yeniden ergitme (remelting) eylemleri günümüzde çok önemli hale gelmiştir. Yeni hurda yarı ürün ve son ürünün imalat sapması iken eski hurda tüketicilerin attıkları ömürlerini doldurmuş son ürünleri kapsar. Yeni hurdanın çevrime sokulması genellikle geri kazanım olarak anılırken, eski hurdanın toplanması ve sisteme dâhil edilmesi yeniden değerlendirme olarak nitelenir. Birincil üretim doğal ham maddeden gelen ürünleri kapsarken, ikincil üretim hurdanın geri dönüştürülmüşü, kısaca “yeni-eski-yeni” çevrimidir. Ülkemizde artık, “kullan-at” kültürü yerine “tekrar-kullan” veya “atığını ilet” kültürü çarpıcı şekilde öne çıkartılmalıdır.

Alüminyumda cari açığımız rahatsız edici boyutta (1 milyar ABD Doları/2014) olup, Türkiye ihtiyacı olan alüminyum ham maddeyi (külçe gibi) büyük oranda ithal etmektedir. Kişi başı yıllık alüminyum tüketimimiz 12 kg (AB ortalamasının üçte biri kadar) olup ülkemiz talep büyümesi şaşırtıcıdır. İhtiyacımız olan birincil (Boksit cevherinden) ve kimi ikincil (hurdadan) alüminyum veya her iki bileşeni yurt dışından temin etmekteyiz. İç üretim büyük ölçüde ikincil kaynaklı olup hem miktar hem de kalite olarak yetersizdir.

Türkiye hurdadan ikincil alüminyum üretimini 2 sebepten dolayı önemsemelidir. Bunlar; i) Cevher kısıtımız vardır, kısaca birincilin girdisi olan Boksit rezervimiz düşüktür ve ii) Türkiye enerjiye yoksundur, % 75 tüketim oranı ile ithalata bağlıdır ve doğal olarak enerji obur birincil alüminyum üretiminden uzaklaşmak zorundadır. Bu nedenle kullanım dışı olmuş alüminyum ürünler doğaya kirlenici olarak (hurda) atılmamalı ve yeniden değerlendirilmelidir. Enerji girdisi ve sera gazı çıktısı yönüyle çok uygun ve ekonomik olan ikincil alüminyum üretimi kalite değeri artırılarak teşvik edilmelidir.

Önce alüminyum atık değerlendirme için başlatılacak bilinçlendirme eylemi, plastiklere, kâğıda ve diğer metallere de yayılmalıdır. Alüminyum atık içecek kutuları gibi diğer atık metal eşyaları ve tüm katı atıkları toplama ve değerlendirme eylemi enerjide dışa bağımlılığımızı azaltacak ve 2015 Paris İklim Konferansı emisyon düşürme hedefimize de yardım edecektir.

Geri Dönüşüm

Uluslararası Alüminyum Cemiyeti [1] ve Avrupa Alüminyum Cemiyetine [2] göre Dünyada ikincil alüminyum üretimi birincilden % 40 daha hızlı büyümektedir. Alcoa, Hydro, Novelis, Aleris ve Constellium gibi büyük alüminyum üreticiler de dâhil,

sektör oyuncularının tümü tüketicilerle işbirliği yapıp sürdürülebilirlik stratejilerini geliştirmektedir. Dünya havacılık endüstrisinin büyümesi ve son 2 yıldır otomotiv sac talebinin artması hurda yönetimi stratejilerini öne çıkarmıştır. Tekrar ergitme ile yeni otomotiv sacı eldesi olanaklıdır. Otomotivde kullanılan alüminyum rulonun % 40'ı araç üreticileri tarafından çevrime yeni hurda olarak geri verilmektedir. Hadde ürünü için büyük yatırımı olan şirketler, geri dönüşümden sac üretme yatırımı da yapmaya başlamışlardır.

Yıllık 110 milyon tonluk girdi ile gerçekleştirilen ham ve son ürün alüminyum üretiminin yarısına yakın kısmı ikincil kaynaktan gelmektedir. Tekrar ergitilen alüminyumun % 60'ı yeni hurda niteliğindedir ve büyük ölçüde yukarıda açıklanan imalat sapması sac ve levhalardan oluşur. İçme kutuları gibi işlevini doldurmuş ürünler eski hurda için en popüler örnek olup, süreç sonu elde edilen ürüne yeniden değerlendirilmiş ikincil alüminyum denir.

Ürünlerde artan alüminyum kullanımı demek, bir bakıma artan geri dönüşüm demektir. Şimdiye dek üretilmiş 1 milyar ton alüminyumun % 75'i kaçınıcı kez ergitildiği bilinmeyen geri dönüşüm payıdır. Kullanılan alüminyum kolayca ve sonsuz kez geri dönüşüme uğratılır. Bu ikincil alüminyumda, ilave işlemlerle katışımlar ve gayrisafiyetler azaltılabildiğinden kalite problemi de olmaz. Etkili alüminyum geri dönüşüm ve geri kazanım gelecek yıllarda enerji tasarrufu gereksinimiyle daha da önem kazanacaktır. İkincil alüminyum birincile göre % 95 daha az enerji harcar. Geri dönüşüm karbon ayak izini düşürmenin en iyi yoludur.

Brezilya, AB, Japonya ve Kuzey Amerika alüminyum geri dönüşümünde başı çekmektedir. Çin ve diğer ülkelerde de artış vardır. Çin'de toplam alüminyum üretiminin % 20 si hurdadan elde edilmektedir. AB'de her yıl 4.3 milyon ton değerlendirilebilir alüminyum hurda ortaya çıkmaktadır. Bu toplam alüminyum talebinin % 40'ı demektir. AB-27 ülkelerinde üretilen alüminyumun 2/3'ü ikincil (hurda) kaynaklıdır ve artış sürecektir. % 63 içecek kutularında, % 90 inşaat, yapı, otomotiv ve ulaşımda erişilen geri dönüşüm oranlarıdır. Bugün, Avrupa da son tüketici alüminyum geri dönüşümü ile 90 milyon ton CO₂ çıktısı önlenir ve 100.000 GWh ten fazla enerji tasarruf edilir. Tasarruf edilen bu enerji Hollanda'nın yıllık tüketimine eşittir.

Alüminyum ürünlerde geri dönüşüm (hurda) oranı, alüminyum ürünlerinin yaşam sürelerinin uzunluğundan dolayı diğer metallere göre düşüktür (Paslanma olmadığından otomotivde 12 yıl, yapı sektöründe 30 yıl). İkincil kaynak sınırlı olduğundan

alüminyumda birincil kaynak çok önemlidir ve talebin yarısına yakın kısmı buradan karşılanmalıdır.

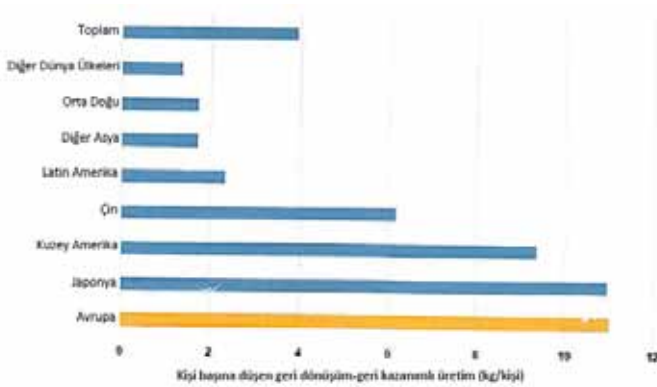
Avantajlar ve Dezavantajlar

Birincil alüminyuma göre enerji tasarrufu yanında, hurdada mevcut alaşım elementleri sayesinde ikincil alüminyumda girdi maliyeti çok düşüktür. Dezavantaj ise özellikle içecek kutularının tekrar ergitilmesiyle artan katışkılarıdır (empüritelere). Katışkılar yanında alüminyum içine, yabancı elementler, organikler, tozlar ve çöp bileşenleri de geçebilir. Bugünkü geri dönüşüm oranı yeni içecek kutusu imalatını olumsuz etkilemez. Eğer yeniden değerlendirilen pay (hurda) % 75'e çıkarsa yeni içecek kutusu katışkıları birincil hammaddeliğe göre % 135 fazla olabilir. Bu seviyeyi aşan değer ise geri dönüştürülmüş malzeme kalitesini bozar. Ticari sır olduğundan meşrubat kutusu malzeme analiz bilgileri yayınlanmaz.

Alüminyum hurda ayırma çok karmaşık bir iş. Milyonlarca ev eşyası, bölgesel otoriteler, küçük ve orta boy toplayıcılar ve metal tüccarları olayın parçalarıdır. Ülkelerin atık ve çevre politikaları toplama etkinliğini yönlendirir. Manyetik, yoğunluk, eddy akımı, renk sensörü ile mekanik ayırma yapılır. Alüminyum alaşımlarının ayrılması için X-ışınları metodu da kullanılır. Dövme ve dökme alaşımlar mekanik işlemlerden önce ayrılır. Katışkılar ergitme fırınına tuz flux ilavesiyle alınır ve alaşım kalitesi yükseltilir.

Kapalı-Çevrim Yeniden Değerlendirme

Kapalı çevrim yeniden değerlendirme ürün bütünlüğü yanında girdi malzeme maliyeti ve kullanımında azalan enerji tüketimi sağlar. Ekstrüzyon ve hadde şirketleri kendi hurdalarını değerlendirir ve bu yolla maliyetli hammadde kullanımını en aza indirir. Müşterilerden bazıları ile kendi hurdalarının geri alınması için işbirliği yaparlar.



Grafik 1. Geri dönüşümde Avrupa liderdir[2]

Alüminyum devi Aleris'in üretilip sattığı alüminyum alaşımlarıyla ilgili istatistik verisi: Havacılık sektörüne sevk edilen her ton alüminyum plaka ve sacın % 70-80'i yeni hurda olarak geri gelir. Sevk edilen 3004 alaşımı ulaşım endüstrisinde kullanılır ve % 69 geri kazanım malzeme içerir. Yapı ve inşaatla kullanılan 3025 alaşımı % 84 ve 3105 alaşımı % 96 (en yüksek) geri dönüşüm malzeme içerir. (Grafik 1)

Aleris ve Novelis gibi büyük üreticiler 2011'de % 65 olan geri dönüşüm paylarını 2020'de % 73-80'e kadar yükseltmeyi planlamaktadır. Otomotiv saclarında geri dönüşüm malzeme oranının % 70'e çıkarılması planlanmıştır. Ana üreticiler kapalı çevrim yeniden değerlendirmeye Ford ve Land Rover gibi oto

üreticilerini dâhil etmektedir. Bu strateji üreticiler ve müşteriler yanında çevreye de yarar sağlar. İkincil alüminyum üretimi birincilin ~ % 5'i kadar (~ 700-800 kWh/ton-alüminyum) enerji tüketir, ayrıca sera gazı çıktısı da çok düşüktür. Büyük şirketlerden Novelis alüminyum üretiminde % 80 geri dönüşümlü girdi hedefini tutturursa atmosfere 10 milyon ton daha az sera gazı gönderecektir. Firma, otomotiv sacları için % 70 geri dönüşüm malzeme kullanımını hedeflenmiştir. Küresel alüminyum geri dönüşüm endüstrisi 170 milyon ton yıllık emisyon azalımı sağlamaktadır. Geri dönüşüm ürünü 1 ton alüminyum 9 ton emisyon azalımı sağlar. Dünya birincil alüminyum üretimi aşırı yüksek enerji harcar (14 555 kWh/Ton) ve yüksek emisyon verir. Birincil ürün 9,5 ton CO2/ton Al mertebesinde sera gazı salmaktadır. Küresel sera gazı salınımının % 1'i primer alüminyum üretimi ile ilişkilidir. (Grafik 2-3)

Alüminyum devi Hydro da Novelis benzeri adımlar atmaktadır. Hydro 2014'te 1,1 milyon ton yeni hurda ile 111 bin ton son kullanıcı eksikliğini eski hurda alüminyumunu geri dönüştürmüştür. Diğer yandan birincil alüminyum üretiminde sadece yüksek enerji kullanımı ve salınan yüksek emisyon sorun teşkil etmemektedir. Kırmızı çamur çıktıları ve As, Hg, Sr, Ce gibi kirlenmelerin varlığı (ve diğer çevresel etkiler) birincili sevimsiz ve itici yapmaktadır. Geri dönüşüm, boksit madenciliği gibi doğal kaynak kullanımını yok eder veya azaltır. Çoğu zehirli kimyasalların (kostik soda, alüminyum florür, kryolit, petrol koku gibi) kullanımını gereksiz kılar.

Kullanılmış İçecek Kutusu-KİK (Used Beverage Can-UBC)

Alüminyumun en önemli kullanma alanlarından biri içecek kutularıdır (KİK). İçecek kutularında geri dönüşüm hızı çok yüksektir. Bir kutunun raftan tekrar rafa gidişi (satıldı-içildi-boş kutu toplandı-ergitildi-kutuya dönüştü- içecek kondu-rafa geldi) ortalama 60 gündür.

Kuzey Amerika'da % 65 geri dönüşüm oranı ile yılda 90 milyon aşkın içecek kutusu toplanmaktadır. Bunun yarısına yakın kısmı Alcoa ve Novelis şirketleri tarafından eski hurda girdisi olarak değerlendirilmiştir. Novelis, Evercan projesi ile 2017'de % 90'ı geri dönüşümlü girdiden alüminyum içecek kutusu sacı üretmeyi hedeflemiştir. Tablo 1'de KİK döngüsü ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Tablo 1'de en düşük geri dönüşüm oranı olan % 6 Körfez Ülkelerinde, en yüksek % 98 ise Brezilya'dır (Çin'de kayıtsızlarla birlikte oran % 99,5'dir). Tabloda verilen bilgi Japonya için irdelenirse % 95 geri dönüşüm oranı görülür. Japonya'da yılda 20 milyar alüminyum meşrubat kutusu (15 gram/kutu) toplanmaktadır. 300.000 tonluk geri dönüşüm malzeme girdisi 6 milyar kWh enerji tasarrufu sağlar. Japonya modelinin verdiği yüksek başarı aşağıda verilen faaliyetlerle elde edilmiştir: İlköğretim seviyesinde çevre bilinci eğitimi, geri dönüşümün sosyo-ekonomik faydası bilgisi ile KİK'leri toplama ve satma kültürü.

Mükemmel ayırmalı toplama ve 1850 belediyeleri paydaş yapma anlayışının hükümet tarafından desteklenmesi. Japonya'da kullanılan kutuların % 50'si belediyeler tarafından toplanır. Farklı çöp kutularında biriktirme toplam verimi artırmaktadır. Ulusal geri dönüşüm ağı 800 geri dönüşümcü şirketi ve sivil toplum grupları (hurda toplar ve satar) kapsar.

1888 yılında ilk alüminyum çaydanlık üreticisi olarak kurulan Alcoa şirket verileri, toplanan alüminyum hurdaların ağırlıkça % 2'sinin değer olarak % 40'ının içecek kutusu olduğunu göster-

miştir. Geri dönüştürülmüş alüminyum içecek kutusu 1,81 ABD Doları/kg iken, kâğıt 0,10-0,44 ABD Doları/kg ve plastik 0,33-0,67 ABD Doları/kg'dır. İçecek kutularından gelen alüminyum birincil kaynaktan (boksit) % 20 daha ucuzdur. Bu fiyatların 2014 sonuna ait oldukları ve o yıl birincil alüminyumun 2,30 ABD Doları/kg olduğu bilinmelidir. Birim fiyatlar günümüzde yüzde onları katları şeklinde düşmüştür. KİK'ler toplanan hurdadan ayrılır, preslenir, ergitilir ve ince sac haddelenir, kutu şekli verilir, içecek doldurulur, satışa sunulur. İkincil alüminyum bir yıl içinde ortalama 6 defa yeniden ergitmeye uğratıldığına göre alüminyum kutu yılda adeta 6 kez doğmaktadır. Ülkemizde 2000'li yılların başında % 50'lerde olan KİK geri dönüşüm oranları bu gün itibariyle % 75'leri aşmıştır ve daha da yükseltilmelidir.

Depozitolu satış dâhil birçok özendirici unsur devreye sokulmalı ve geri dönüşüm oranları % 100'e yaklaştırılmalıdır.

Sonuç

Alüminyum, yeniden üretilebilme (geri dönüşüm) özelliğine sahip olan ve çelikten sonra en çok tüketilen ikinci metaldir. Dekoratifliği, işlevselliği, ekonomikliği ve kolay işlenebilirliği onu küresel bazda en hızlı büyüyen malzeme yapmıştır. Enerji obur birincil alüminyum üretimine karşın enerji dostu ve çevre dostu ikincil alüminyum üretiminde artan bir ivme vardır.

İkincil üretimde enerji tasarrufu ve çevre koruma yanında ekonomiklik te dikkat çekmektedir. Hurda fiyatı aynı bileşimdeki birincil alüminyumdan % 20-25 daha ucuzdur. Toplama/ayırma/presleme maliyeti, doğal gaz/enerji fiyatı ve % 15 kayıp faktörü de katılarak elde edilen geri dönüşümlü malzeme fiyatı (ikincil)

geri dönüşümsüzden (birincil) ise % 10-15 daha ucuzdur.

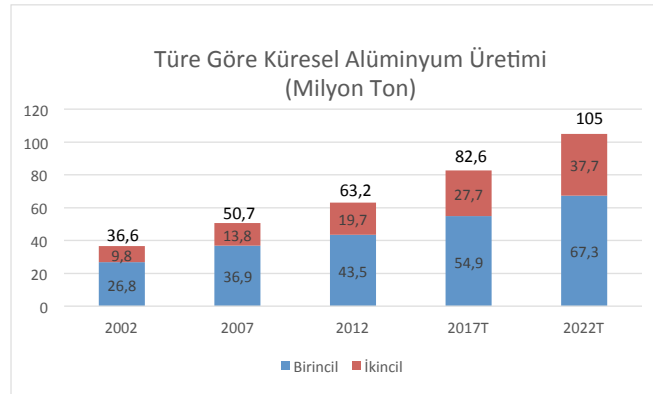
Yeni ve eski hurda toplama ve değerlendirmede ülke karne leri giderek iyileşmektedir. Hurda yönetimi ve ikincil alüminyum üretimi ülkemiz için hayati öneme sahiptir, bu konu öncelenmelidir.

KAYNAKLAR

1. "Global Aluminium Recycling", International Aluminium Association, 15 Jan. 2013
2. G. Djukanovic, "The Growing Importance of Recycling", Aluminium Times Annual Review 2015, s:6-8, European Aluminium Association



Grafik 2. Batı Avrupa hurda miktarları[2]



Grafik 3. Küresel alüminyum üretimi ve öngörü [2]

Tablo 1. Kullanılmış içecek kutuları (KİK) ile ilgili istatistik [1-2]

ÜLKE / COĞRAFYA	GERİ DÖNÜŞÜM ORANI %
ABD	51 (2014)
AB	68 (2014)
TÜRKİYE	75 (2014)
FRANSA	40 (2014)
BREZİLYA	98 (2014)
EAA (AVRUPA ALÜMİNYUM CEMİYETİ TAHMİNİ)	75 (2015), 80 (2020)
İSKANDİNAV ÜLKELERİ	90 (2014)
JAPONYA	95 (2014)
ÇİN	99,5 (2014 - Kayıtsızlarla birlikte)
KÖRFEZ İŞBİRLİĞİ ÜLKELERİ	6 (2014)